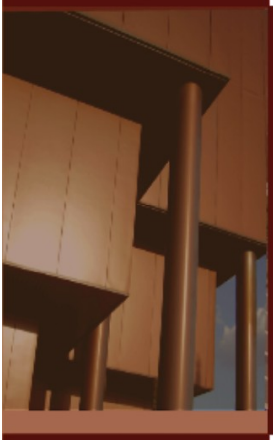
Trabajo de Fin de Máster
Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Estudio histórico sobre la ingeniería y el patrimonio del ferrocarril de Cala al Guadalquivir.

Fundamentos para su declaración como Bien de Interés Cultural y su puesta en valor como vía verde.

Autor: Alberto Viñas López.

Tutor: Miguel Ángel Zarco Garrido.



Dpto. Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería.
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2025

Trabajo de Fin de Máster

Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Estudio histórico sobre la ingeniería y el patrimonio del Ferrocarril de Cala al Guadalquivir.

Fundamentos para su declaración como Bien de Interés Cultural y su puesta en valor como vía verde.

Autor:

Alberto Viñas López

Tutor:

Miguel Ángel Zarco Garrido

Dpto. Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2025

Trabajo de Fin de Máster: Estudio histórico sobre la ingeniería y el patrimonio del ferrocarril de Cala al Guadalquivir. Fundamentos para su declaración como Bien de Interés Cultural y su puesta en valor como vía verde.

Autor: Alberto Viñas López.

Tutor: Miguel Ángel Zarco Garrido.

El tribunal nombrado para juzgar el trabajo arriba indicado, compuesto por los siguientes profesores:

Presidente: D. José Manuel Galán Fernández.

Vocales: D. Gabriel Bravo Aranda.

Secretario:

acuerdan otorgarle la calificación de:

El secretario del Tribunal.

Fecha:

AGRADECIMIENTOS

Francisco, Manuel, Fonsi, Fillo, Antonio José, Miguel Ángel, José Carlos, Diego...entre otros muchos*, son nombres que hoy reconozco, por su compromiso y valentía, en el devenir de lo que aquí se redacta.*

Son ellos, quiénes como aquéllos primeros andaluces, vascos, leoneses, extremeños, catalanes, gallegos… españoles siempre, que aunaron esfuerzos motores para la creación de estos ferrocarriles mineros del sur de España, desarrollo tecnológico y minero-industrial de primer orden en aquellos tiempos, que tan beneficioso fue para todo el país, pero que sin embargo, hoy se ven en el olvido, ***luchan****, infatigablemente, buscando que las generaciones futuras de Andalucía, España y la Humanidad, puedan disfrutar de un patrimonio milenario, creado por tantos seres humanos que trabajaron, para que todos, tuviéramos siempre un futuro de esperanza y un universo mejor, sabiendo que la belleza es fácil de destruir, costosa de crear, pero siempre, siempre, necesaria de proteger, y que siempre, estarán personas como ellas, velando para que el patrimonio de todos, perdure, siga vivo, y tenga su eco en la eternidad de las* ***futuras generaciones.***

Así mismo, agradezco a todos aquellos profesores, y en particular a mi tutor D. Miguel Ángel, que durante todos estos años me han ayudado y enseñado, han confiado en mi, y en definitiva me han hecho crecer y mejorar, permitiéndome poder enfrentarme a nuevos retos como el que he intento plasmar en este trabajo, y con el cual espero conseguir la capacitación necesaria para poder seguir luchando por todas aquellas ideas, ilusiones, metas...En definitiva, sueños que me permitan, no solo desarrollarme interiormente con satisfacción, si no, sobretodo, poder ayudar al medioambiente en general, y a la humanidad en particular.

Sin olvidarme, nunca, del apoyo incondicional de mi familia y seres queridos, sin los cuales, jamás hubiera podido escribir estas líneas.

RESUMEN

Este Trabajo de Fin de Máster aborda el estudio integral del antiguo ferrocarril de Cala al Guadalquivir. Una infraestructura minera que, a caballo entre los siglos XIX y XX, jugó un papel clave en el desarrollo económico y logístico de la Faja Pirítica Ibérica, así como de las provincias de Huelva y Sevilla, centrándose su análisis y estudio especialmente en el trazado principal entre las Minas de Cala (Huelva) y el embarcadero de San Juan de Aznalfarache (Sevilla).

Inicialmente concebido este Trabajo de Fin de Máster como un anteproyecto de ingeniería, el trabajo evolucionó hacia una investigación multidisciplinar con vocación patrimonial. Esto ocurrió, a raíz del impulso de diversas asociaciones —con las que yo colaboro—, como: A Contramano, ASEDECA, Ecologistas en Acción Sevilla, Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía y La Rigüela, para solicitar su declaración como Bien de Interés Cultural (BIC). Tras las reticencias mostradas por parte de la administración pública en una reunión clave, se optó por transformar este Trabajo de Fin de Máster en una herramienta académica y técnica que justifique la protección que aquéllas no consiguieron, legitimada, en esta ocasión, por la reconocida Universidad de Sevilla.

Es por ello que, el trabajo ofrece una exhaustiva reconstrucción del contexto histórico, patrimonial e ingenieril del ferrocarril, documentando su creación, explotación y declive, así como, su papel dentro de las redes mineras de la zona, y su conexión con el estuario del Guadalquivir como alternativa al puerto de Huelva. La cual, ayudo a establecer el auge industrial de la Sociedad Anónima de Minas de Cala, estrechamente vinculada con otras sociedades españolas y británicas, que promovió el desarrollo de una red ferroviaria que alcanzó una imponente evolución técnica, como muestra su sinuoso trazado, y pioneros hitos, como el uso del hormigón armado en su embarcadero a orillas del vasto Guadalquivir.

Por otra parte, desde una perspectiva de desarrollo territorial, se aborda la transformación de este ferrocarril en una posible futura vía verde con alto valor histórico, patrimonial y paisajístico. En este sentido, el estudio propone varias actuaciones para llevarla a cabo, además de, establecer vínculos con tres marcos estratégicos de Andalucía: el programa de Puertas Verdes, el Registro de Paisajes de Interés Cultural y el Plan de Acción EMSA 2030 para una minería sostenible, detectando sinergias que avalan la integración de dicha vía verde en estas líneas de actuación. Las cuales, hacen que esta propuesta se consolide como una vía innovadora para fomentar el desarrollo rural, el turismo activo y la protección del legado industrial de Andalucía.

Por ende, el presente Trabajo de Fin de Máster se configura como una llamada a preservar la memoria de un legado singular, para que pueda ser conocido, recorrido y disfrutado por las generaciones presentes y futuras, a la par que, aspira a convertirse en las bases de un documento de referencia para una futura declaración como Bien de Interés Cultural —al amparo de lo establecido en la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía— que contribuya a proteger y consolidar los vestigios de este obsoleto ferrocarril para su disfrute, el día de mañana, como la Vía Verde de Cala al Guadalquivir.

Un eje vertebrador entre historia, territorio, medioambiente y ciudadanía.

Índice

1 Antecedentes al trabajo de fin de máster....15
2 Introducción al trabajo de fin de máster.... .16
2.1 Objeto del Trabajo.... .16
2.2 Objetivos del Trabajo.... .16
3 Historia del Ferrocarril de Cala al Guadalquivir.... .18
3.1 Situación Geográfica y contexto histórico.... .19
4 Ingeniería del ferrocarril de Cala al Guadalquivir.... .38
4.1 Trazado.... .38
4.1.1 Tramo Minas de Cala — Presa del embalse del Gergal....42
4.1.2 Presa del embalse del Gergal — Embarcadero de San Juan de Aznalfarache....46
4.2 Infraestructuras ferroviarias singulares.... .51
4.2.1 Estaciones....51
4.2.2 Puentes, pontones, alcantarillas y tajeas....92
4.2.3 Túneles....173
4.2.4 Embarcadero de San Juan de Aznalfarache....193
4.2.5 Otros elementos destacables....208
4.3 Material Rodante.... .242
5 Patrimonio del Ferrocarril de Cala al Guadalquivir.... .252
5.1 Patrimonio Inmueble Industrial.... .253
5.2 Patrimonio Mueble Industrial.... .277
5.3 Patrimonio Etnológico.... .283
5.4 Instrucciones Particulares.... .293
6 Vía Verde de Cala.... .298
6.1 ¿Qué son las vías verdes?.... .299
6.2 Vías Verdes en España.... .300
6.3 Vías Verdes en Andalucía.... .302
6.4 La Vía verde de Cala al Guadalquivir.... .309
7 La Vía Verde en el Ámbito Estratégico Andaluz....332
7.1 Programa de Puertas Verdes de Andalucía.... .332
7.2 Registro de Paisajes de Interés Cultural de Andalucía.... .333
7.3 Estrategia para una Minería Sostenible en Andalucía.... .334
8 Conclusiones.... .341
9 Bibliografía de Referencia.... .342

Índice de Planos

Detalle de la sección tipo en desmonte....41
Detalle de la sección tipo en terraplén....41
Planta del ferrocarril de Cala. 1º Sección - Trozo 2º. P.K 19+200 - P.K 20+700....43
Planta del ferrocarril de Cala. 1º Sección - Trozo 2º. P.K 25+400 - P.K 27+200....43
Planta del ferrocarril de Cala. 2º Sección - Trozo 1º. P.K 55+300 - P.K 57+300....44
Perfil longitudinal del ferrocarril de Cala. 1º Sección - Trozo 1º. P.K 0+000 - P.K 1+100....45
Perfil Longitudinal del ferrocarril de Cala. 1º Sección - Trozo 1º. P.K 3+600 - P.K 5+200....45
Perfil longitudinal del ferrocarril de Cala. 1º Sección - Trozo 2º. P.K 26+600 - P.K 28+300....46
Perfil longitudinal del ferrocarril de Cala. 2º Sección - Trozo 1º. P.K 48+700- P.K 49+700....46
Planta del ferrocarril de Cala. 2º Sección - Trozo 2º. P.K 84+900 - P.K 86+500....47
Planta del ferrocarril de Cala. 2º Sección - Trozo 2º. P.K 86+300 – P.K 88+000....47
Perfil longitudinal del ferrocarril de Cala. 2º Sección - Trozo 2º. P.K 85+100- P.K 86+900....48
Perfil longitudinal del ferrocarril de Cala. 2º Sección - Trozo 2º. P.K 86+500- P.K 88+000....49
Distribución de las estaciones a lo largo de la línea....51
Perfil longitudinal de la estación de Minas de Cala....56
Perfil longitudinal de la estación de La Junta....58
Plano en planta de la Estación de Zufre....61
Perfil longitudinal de la Estación de Zufre....61
Playa de vías de la estación de Zufre. Dirección Cala y Santa Olalla del Cala....62
Playa de vías de la estación de Zufre. Dirección San Juan de Aznalfarache....62
Plano en planta de la Estación de Cataveral....66
Perfil longitudinal de la Estación de Cataveral....66
Plano en planta de la Estación de Ronquillo Empalme....67
Perfil longitudinal de la Estación de Ronquillo Empalme....68
Plano en planta de la Estación de Ronquillo....70
Perfil longitudinal de la Estación de Ronquillo....70
Plano en planta de la Estación de La Rigüela....74
Perfil longitudinal de la Estación de La Rigüela....74
Plano en planta de la Estación El Gergal....76
Perfil longitudinal de la Estación El Gergal....77
Plano en planta del replanteo de la Estación de Guillena....79
Perfil longitudinal del replanteo de la Estación de Guillena....80
Playa de vías de Camas....85
Vías de transbordo entre las compañías S.A Minas de Cala y M.Z.A....86
Vías de transbordo con el ferrocarril de Cala, a petición de la S.A Cros....86
Plano en planta de la vía de servicio a la fábrica de Doña Catalina Sureda....87
Playa de vías de la Estación de San Juan de Aznalfarache....89
Playa de vías de la Estación de San Juan de Aznalfarache con el detalle de las direcciones....89
Edificaciones ferroviarias anexas a la playa de vías de San Juan de Aznalfarache....90
Aparato de apoyo de rodillos tipo....95
Alzado tablero metálico de viga de alma llena. 10 metros de luz....97
Planta tablero metálico de viga de alma llena. 10 metros de luz....98
Sección cajón metálico de viga de alma llena. 10 metros de luz....99
Sección cajón (en estribos) metálico de viga de alma llena. 10 metros de luz....100
Planta del puente del 4....102
Proyección vertical del puente del 4....102
Sección longitudinal del puente del 4....103

Alzado de estribos del puente del 4....104
Proyección vertical del puente del 7....106
Planta del puente del 7....106
Sección longitudinal del puente del 7....107
Muros de contención del puente del 7....107
Planta del puente El Trueno....109
Sección longitudinal puente de El Trueno....110
Proyección vertical del puente de El Trueno....110
Alzado de estribos del puente de El Trueno....111
Planta del puente de Los Morenos....113
Proyección vertical del puente de Los Morenos....114
Sección longitudinal del puente de Los Morenos....114
Planta del puente Molinillo....116
Proyección vertical del puente Molinillo....116
Sección longitudinal del puente Molinillo....117
Muros de contención del puente Molinillo....117
Localización del puente sobre el barranco de Agua-Fría....118
Planta del puente de Agua-Fría....119
Proyección vertical del barranco de Agua-Fría....120
Muros de contención del puente de Agua-Fría....120
Planta del puente Galapagar....122
Proyección vertical del Galapagar....122
Estribos puente Galapagar por corte C-D....123
Estribos puente Galapagar por corte A-B....124
Sección longitudinal Galapagar....124
Cálculo de estribos de los puentes: 4, 7 y El Trueno....125
Cálculo de estribos puentes: Los Morenos, Molinillo, Agua-Fría y Galapagar....126
Alzado tablero metálico en celosía de 20 metros....128
Planta tablero metálico en celosía de 20 metros....129
Sección del cajón metálico de puente de 20 metros....130
Detalle montaje de celosía, roblonado....131
Planta de El Madero....133
Proyección vertical de El Madero....134
Sección longitudinal de El Madero....134
Muros de contención de El Madero....135
Planta de El Burro....137
Proyección longitudinal de El Burro....138
Sección longitudinal de El Burro....138
Alzado estribos de El Burro....139
Detalle de diagrama histórico de cálculo para bóvedas de estribos....140
Detalle de diagrama de cálculo de momentos flectores en puente de 30 metros....142
Envolvente de momentos flectores y distribución de las tablas en puente de 30 metros....143
Detalle cálculo de esfuerzos cortantes....144
Alzado de tablero metálico en celosía de 30 metros....146
Planta de tablero metálico en celosía de 30 metros....147
Sección cajón metálico de puente de 30 metros....148
Detalle tirafondos para los pisos de tablas....148
Planta del Ribera de Huelva....151
Sección longitudinal del Ribera de Huelva....152
Proyección vertical del Ribera de Huelva....153

Muros de contención del Ribera de Huelva..... .153
Perfil longitudinal del túnel del Chaparro..... .175
Perfil longitudinal del túnel de la Cervera.....178
Perfil longitudinal de El túnel de El Portugués..... .180
Alternativas de trazado de El Portugués.....183
Perfil longitudinal del túnel de la Batería.....184
Recta del túnel de San Juan de Aznalfarache..... .191
Primer viaducto del embarcadero de San Juan de Aznalfarache.....197
Detalle de la sección del terraplén intermedio del embarcadero de San Juan de Aznalfarache.....197
Planta del embarcadero de San Juan de Aznalfarache. Primer viaducto y terraplén intermedio.….198
Detalle de la sección tipo de los viaductos.....199
Detalle del segundo viaducto del embarcadero de San Juan de Aznalfarache..... .199
Detalle del embarcadero de San Juan de Aznalfarache..... .200
Detalle del propio embarcadero de San Juan de Aznalfarache.....203
Planta y alzado de los depósitos tipo.....215
Armado de losa de fondo de los depósitos tipo.....216
Alzado del armado de las paredes y pilares de los depósitos tipo.....217
Planta del armado de las paredes de los depósitos tipo.....218
Detalles de las grúas hidráulicas tipo..... .219
Planta de cochera en la estación de San Juan de Aznalfarache..... .222
Alzado de cochera de la estación de San Juan de Aznalfarache.....222
Alzado frontal de cochera de San Juan de Aznalfarache.....223
Alzado trasero de cochera de San Juan de Aznalfarache.....223
Cercha metálica tipo A de cochera..... .224
Cercha metálica tipo B de cochera..... .224
Cercha metálica tipo C de cochera..... .225
Cálculo de esfuerzos en cercha tipo C.....226
Cálculo de esfuerzos en cercha tipo B.....226
Conjunto de cercha tipo A sobre pilares.....227
Planta de taller, cocheras y placa giratoria en la estación de San Juan de Aznalfarache.....228
Alzado de taller, cocheras y placa giratoria en la estación de San Juan de Aznalfarache.....229
Alzado de placa giratoria.....230
Sección transversal de placa giratoria..... .231
Detalle núcleo de placa giratoria.....232
Planta de casilla ferroviaria..... .237
Fachada lateral de casilla ferroviaria.....237
Fachada a la vía de casilla ferroviaria..... .237
Agujas de aparatos de vía.....239
Detalle del corazón metálico de aparato de vía.....240
Sección transversal de raíles en aparato de vía. A-B.....240
Sección transversal de raíles en aparato de vía. C-D y E-F.....240
Detalles de semáforo tipo..... .241
Sección tipo sobre explanada existente..... .312
Sección tipo sobre explanada de nueva creación.....313
Cuneta de drenaje longitudinal.....313
Obra de drenaje transversal de nueva creación..... .314
Intersección tipo L.....315
Sección tipo en intersección con otros viales.....316
Sección cajón metálico para puentes.....320

Índice de Mapas

Proyecto de Vías Verdes de Cala y Aznalcóllar....17
Minas de Huelva y Sevilla, siglos XIX-XX....19
Red de ferrocarriles de Huelva y Sevilla con el nuevo enlace en trazos discontinuos....29
Localización de la Estación de Minas de Cala....55
Localización de la Estación La Junta....58
Localización de la Estación de Zufre....60
Localización de la Estación de Cataveral....65
Localización de la Estación de Ronquillo Empalme....67
Localización de la Estación de Ronquillo....69
Localización de la Estación de La Rigüela....73
Localización de la Estación El Gergal....76
Localización de la Estación de Guillena....79
Localización de la Estación de Santiponce....82
Localización de la Estación de Camas....84
Localización de la Estación de San Juan de Aznalfarache....88
Localización del puente del 4....101
Localización del puente del 7....105
Localización puente sobre el barranco de El Trueno....108
Localización del puente sobre el barranco de Los Morenos....112
Localización del puente sobre el arroyo Molinillo....115
Localización del puente sobre el arroyo Galapagar....121
Localización del puente sobre el barranco de El Madero....132
Localización del puente sobre el barranco de El Burro....136
Localización del puente sobre el Ribera de Huelva....150
Localización del pontón del Cucharero....155
Localización del pontón en el barranco de El Beso....156
Localización del pontón junto a Casas de Palmareto....158
Pontón en el barranco de El Hoyo....160
Localización del pontón en el barranco El Chorrón....161
Localización del pontón en el barranco Cinco Veces....163
Localización del pontón sobre el arroyo Los Molinillos....165
Localización del paso inferior bajo la Ctra. Sevilla-Badajoz....169
Localización del paso inferior bajo los FF.CC Anzalcóllar y Sevilla -Huelva....171
Localización del paso superior sobre el Camino Viejo....172
Localización del túnel del Chaparro....175
Localización Túnel de la Cervera....177
Localización del túnel de El Portugués....180
Localización de el túnel de la Batería....184
Localización del túnel del Manzano....186
Localización del túnel de la Junta....188
Localización túnel de San Juan de Aznalfarache....191
Localización del embarcadero de San Juan de Aznalfarache....195
Ubicación de garitas de pasos a nivel....209
Parque Natural de la Sierra de Aracena y Picos de Aroche....284
Ubicación de embalses....287
Ferrocarriles en desuso en España....300
Vías Verdes de España....301

Vías Verdes de Andalucía.....303
Red ciclosenderistas de los ferrocarriles de Cala y Aznalcóllar.....311

Índice de Ilustraciones

Faja Pirítica Ibérica....18
Separador magnético....20
Acción de la Companhia Portugeza das minas de Cala....21
Conde de Rodas....22
Inauguración en la estación de Minas de Cala, 1.905....23
Corta de Minas de Cala, 1.905....24
Horarios del ferrocarril de Cala a San Juan de Aznalfarache....28
Locomotora "Zufre" en la estación de Minas de Cala, 1.910....33
Locomotora nº31. ex nº7 'Aznalfarache....33
Gregorio de Balparda y de las Herrerias. Alcalde de Bilbao....36
Estación La Junta, P.K 11+735, en la actualidad....39
Terraplén ferroviario....42
Modelo digital de estación tipo de dos módulos....52
Modelo digital de estación tipo de tres módulos....53
Modelo digital de estación tipo de tres módulos. Simetría especular....53
Estación de Minas de Cala. Poblado minero al fondo....56
Estación de Minas de Cala. Estado actual....57
Estación de la Junta al fondo. Embarcadero de ganado en primer plano....59
Embarcadero de ganado. Estación de La Junta....59
Inauguración estación de Zufre, 1.905....63
Puente de Azular con la estación de Zufre al fondo....63
Estación de Zufre en la actualidad. Zufre al fondo....64
Localización de la Estación de Cataveral 1.956 vs 2.022....65
Estación de Ronquillo Empalme....68
Estación de Ronquillo....71
Estación de Ronquillo y Embalse de la Minilla....71
Bar-restaurante la Estación....72
Bar-restaurante la Estación. Vía Verde del Ronquillo....72
Estación de La Rigüela....75
Estación El Gergal. Siglo XX....77
Estación El Gergal. Actualidad....78
Estación de Guillena. Siglo XX....81
Estación y pueblo de Guillena....81
Recta de Santiponce con Estación al fondo....83
Vías estuchadas y vías triples....85
Vagón vago....87
Estación de San Juan de Aznalfarache....91
Estribos macizos tipo....93
Estribos aligerados tipo....93
Pontón en la vega del Guadalquivir....93
Puente del 4....101
Puente sobre el barranco de El Trueno....109
Puente sobre el barranco de Los Morenos....113
Puente sobre el arroyo Molinillo....115
Puente sobre el barranco de Agua-Fría....119
Puente sobre el arroyo Galapagar....121
Puente sobre el barranco de El Madero....133

Puente sobre el barranco de El Burro....137
Diagrama de esfuerzos de una viga simple apoyada....141
Tabla de roblonado para puente de 30 metros....149
Puente sobre el Ribera de Huelva....151
Pontón del Cucharero....155
Pontón en el barranco de El Beso....157
Pontón junto a Casas de Palmareto....159
Pontón en el barranco de El Hoyo....160
Pontón El Chorrón....162
Pontón Cinco Veces....164
Pontón Los Molinillos....165
Alcantarilla....166
Tajea....167
Interior de Tajea....167
Paso inferior bajo la Ctra. Sevilla-Badajoz....170
Paso inferior bajo los FF.CC. Aznalcóllar y Sevilla Huelva....172
Paso superior sobre el Camino Viejo....173
Túnel del Chaparro....176
Túnel del Chaparro en la actualidad....176
Interior del túnel de Chaparro....176
Interior túnel de la Cervera....179
Túnel de la Cervera. Boca San Juan....179
Interior de el túnel de El Portugués....181
Túnel de El Portugués. Boca Cala....182
Túnel de El Portugués en la actualidad....182
Túnel de la Batería....185
Desfiladero de las Talliscas de las Palomas....187
Túnel del Manzano. Boca San Juan....187
Túnel de la Junta. Boca San Juan....189
Túnel de la Junta en la actualidad. Boca Cala....189
Interior túnel de la Junta....190
Nichos de seguridad. Túnel de la junta....190
Túnel de San Juan de Aznalfarache. Boca sur....192
Villa Chaboya....193
Embarcadero de San Juan de Aznalfarache. Viaductos, terraplén intermedio y basculador....194
Viaductos del embarcadero de San Juan de Aznalfarache....196
Línea de atraque de vapores y basculador del embarcadero de San Juan de Aznalfarache....201
Carga de vapor en el embarcadero de San Juan de Aznalfarache....202
Vapor atracado en el embarcadero de San Juan de Aznalfarache....204
Final del segundo viaducto y embarcadero de San Juan de Aznalfarache....206
Principio del primer viaducto del embarcadero de San Juan de Aznalfarache....206
Entramado de pilares del embarcadero de San Juan de Aznalfarache....207
Casilla del P.K 3+261....208
Casilla de los Pajaritos....210
Casilla del Parentero....210
Casa del Director....210
Depósito de agua típico....211
Grupo de bombeo agua....212
Sistema de bombeo de agua....212
Depósito de la estación El Gergal....213

Sistema de bombeo de agua de la estación Ronquillo Empalme.....213
Interior de cámara de grupo de bombeo de la estación Ronquillo Empalme.....213
Cámara de grupo de bombeo de la estación Ronquillo Empalme.....213
Sistema de bombeo de la estación Ronquillo Empalme.....214
Carbonera de la Estación de Zufre.....220
Plano inclinado de Minas de Cala.....233
Estacada de Minas de Cala.....234
Embarcadero de la estación de la Junta.....234
Embarcadero de la estación de La Junta sobre el trazado.....235
Embarcadero de la estación de Zufre.....235
Cantina de la estación de Ronquillo Empalme.....236
Posada de la estación de Zufre.....238
Locomotora Borsing 032T.....243
Locomotora Orestein 020T.....243
Locomotora Krauss 140T.....244
Vagón volquete simulando descarga.....245
Vagón volquete cargado.....246
Vagón volquete.....246
Vagón plataforma.....246
Vagón cerrado.....247
Vagón jaula.....247
Coche de pasajeros de 1ª y 2ª clase.....248
Coche mixtos de 1ª, 2ª y 3ª clase.....249
Furgón.....249
Composición de coches de pasajeros en estación de San Juan de Aznalfarache.....250
Composición de coches de pasajeros más vagones vagones volquete.....250
Composición de vagones volquetes en San Juan de Aznalfarache.....250
Típica composición de tren sobre el arroyo Molinillo.....251
Placa de construcciones de Mariano del Corral.....278
Bomba de agua.....278
Placa conmemorativa de José Manuel de Zafra y Esteban.....279
Teléfono de campaña.....280
Campana de mano.....280
Sello del Jefe de Estación.....281
Placa de señalización de pendientes.....281
Tirafondos de anclaje.....282
Esquema de niveles de explotación de una presa.....287
Ficha técnica del embalse de Zufre.....288
Plano de situación del embalse de Zufre.....288
Ficha técnica del embalse de La Minilla.....289
Plano de situación del embalse de La Minilla.....289
Ficha técnica del contraembalse de Guillena.....290
Ficha técnica del embalse de El Gergal.....291
Plano de situación del embalse de El Gergal.....291
Vía Verde de la Sierra Sur.....299
Vía Verde del Carrilet Girona - Sant Feliu de Guíxols.....302
Vñia Verde El Litoral.....303
Vía Verde Entre Ríos.....304
Peñon de Zaframagón. Vía Verde de la Sierra.....304
Vía Verde de la Sierra Norte.....305

Vía Verde de la Campiña.....305
Vía Verde La Maquinilla.....306
Vía Verde del Aceite.....307
Vía Verde Segura.....308
Vía Verde Sierra Nevada.....308
Vía Verde Valle de Almanzora.....309
Modelo digital de la nueva área de descanso en el túnel de El Portugués.....317
Modelo digital de la nueva área de descanso en el túnel de la Batería.....318
Modelo digital de la nueva área de descanso en la estación de La Junta.....318
Modelo digital del puente sobre el barranco del Burro.....321
Modelo digital del túnel de El Portugués.....322
Modelo digital de la Estación de la Rigüela.....324
Modelo digital de casilla ferroviaria.....326
Modelo digital de la estructura de casillas ferroviarias.....326
Modelo digital de casilla ferroviaria integrada en el entorno.....327
Modelo digital de pantalán para embarcaciones.....327
Modelo digital de área recreativa en el embalse de La Minilla.....329
Medida de desarrollo local del territorio donde tiene lugar la actividad minera.....336
Medida de desarrollo para inventario de labores e instalaciones mineras.....337
Medida de desarrollo de iniciativas de puesta en valor del patrimonio minero.....338

Índice de Tablas

Tabla 1: Descompuesto de costes de la línea....24
Tabla 2: Coste de balasto y asiento de la línea....25
Tabla 3: Balance económico del ejercicio de 1.909....26
Tabla 4: Toneladas de mineral embarcadas en 1.909....26
Tabla 5: Toneladas de mineral embarcadas en 1.916....31
Tabla 6: Toneladas de mercancías y mineral embarcadas en 1.924 y 1.925....34
Tabla 7: Toneladas mercancías y mineral embarcadas en 1.926 y 1.927....34
Tabla 8: número de vapores cargados según compañía en 1.924 y 1.925....35
Tabla 9: número de vapores cargados según compañía en 1.926 y 1.927....35
Tabla 10: Balance económico de cada ramal en el ejercicio de 1.932....36
Tabla 11: Toneladas e importes subastados....37
Tabla 12: velocidades máximas teóricas según el radio de la curva....50
Tabla 13: Velocidad de proyecto por tramos....50
Tabla 14: Inventario de locomotoras utilizadas....245
Tabla 15: Tipos de estado para el inventario del trazado....254
Tabla 16: Inventario del trazado....259
Tabla 17: Tipo de estado para el inventario de las infraestructuras....267
Tabla 18: Inventario de infraestructuras singulares....275

1 ANTECEDENTES AL TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

La idea original de este Trabajo de Fin de Máster partía de la elaboración de un anteproyecto de ingeniería centrado en la futura Vía Verde de Cala al Guadalquivir, siguiendo la estructura clásica de un documento de este tipo: memoria, anejos, planos, mediciones y presupuesto. Esta propuesta técnica se inspiraba en la experiencia previa desarrollada en mi Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería Civil, manteniendo un enfoque eminentemente técnico y constructivo.

No obstante, durante el inicio del proceso de trabajo, surgió un punto de inflexión que reorientó profundamente el enfoque del proyecto. A raíz de una reunión mantenida con la Directora General de Patrimonio Histórico de la Junta de Andalucía, celebrada por iniciativa de varias asociaciones —A Contramano, Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía, Ecologistas en Acción Sevilla, ASEDECA y La Rigüela (la cual presido)—con el apoyo de varios alcaldes, se presentó una doble propuesta de declaración de Bien de Interés Cultural (BIC): una para el Ferrocarril de Cala y otra para el Ferrocarril de Aznalcóllar.

Estas dos líneas conforman conjuntamente el llamado proyecto de Vías Verdes de Cala y Aznalcóllar, una propuesta global de gran valor patrimonial, cultural y territorial. Sin embargo, durante esa reunión, la Directora General mostró reticencias a la hora de valorar dicha propuesta, al no quedar suficientemente acreditada la importancia del trazado desde una perspectiva patrimonial. En este contexto, se sugirió que una iniciativa de esta naturaleza debería venir respaldada por una figura técnica de prestigio, una consultora especializada o incluso la propia universidad.

Fue a partir de ese momento cuando surgió una nueva motivación para este trabajo, ya que como alumno de último curso del Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Sevilla, identifiqué la posibilidad de que este Trabajo de Fin de Máster pudiera servir como respaldo técnico, académico e institucional, contribuyendo a fortalecer la propuesta de protección patrimonial presentada. A pesar de no ser una figura de reconocido prestigio, el hecho de estar avalado por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla y evaluado por un tribunal académico, otorga al trabajo un grado de legitimidad y solvencia técnica que puede jugar un papel relevante en esta causa.

No obstante, dada la dimensión excesiva que suponía abarcar en su totalidad el proyecto de estas vías verdes, se consideró necesario acotar el ámbito de estudio a unos límites más asumibles en el marco de un TFM. Así, se optó por centrar el trabajo exclusivamente en el Ferrocarril de Cala, y dentro de éste, únicamente a su línea principal, desde Minas de Cala hasta San Juan de Aznalfarache, dejando fuera de este análisis los ramales que conducían a las Minas de Castillo de las Guardas y Peña de Hierro, así como a las Minas de Teuler.

Así, este Trabajo de Fin de Máster nace no solo como un ejercicio académico, sino también como una herramienta de legitimación y defensa patrimonial, capaz de servir de base técnica y argumental para una futura declaración de Bien de Interés Cultural, junto con su integración en otras estrategias de desarrollo sostenible del territorio andaluz.

2 INTRODUCCIÓN AL TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

2.1 Objeto del Trabajo

El presente Trabajo de Fin de Máster tiene como objeto principal el análisis, puesta en valor y formulación de una propuesta integral para la recuperación del antiguo ferrocarril de Cala como Vía Verde, a lo largo de su histórico trazado entre Minas de Cala (Huelva) y San Juan de Aznalfarache (Sevilla). Esta infraestructura ferroviaria, construida a inicios del siglo XX con fines esencialmente mineros, constituye hoy día un vestigio singular del patrimonio industrial andaluz, aún no reconocido oficialmente ni protegido en su conjunto.

El trabajo se centra, por tanto, en establecer las bases técnicas, históricas, patrimoniales, ambientales y estratégicas necesarias para transformar este antiguo eje ferroviario en desuso en un corredor verde de movilidad sostenible, ocio activo y dinamización territorial. La propuesta se inscribe, además, en el contexto actual de transición ecológica y revalorización del medio rural, planteando un modelo de intervención que respeta la memoria del lugar y, al mismo tiempo, aporta soluciones para los desafíos contemporáneos del territorio.

Asimismo, el trabajo persigue dotar al proyecto de un sólido respaldo documental y metodológico que pueda servir de soporte para futuras iniciativas de protección oficial, como la declaración de Bien de Interés Cultural (BIC), favoreciendo así su conservación, su reconocimiento institucional y su gestión integrada.

2.2 Objetivos del Trabajo

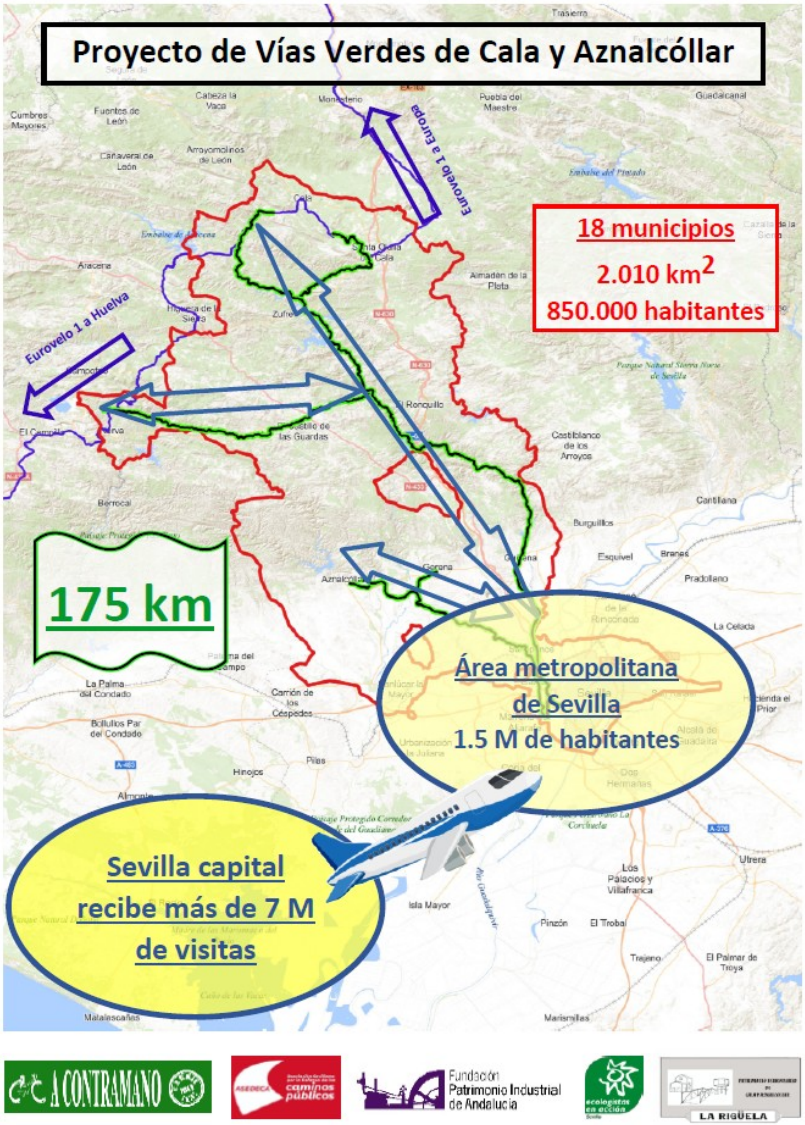
Objetivo general:

- Formular una propuesta integral para la conversión del antiguo ferrocarril minero de Cala en una Vía Verde de carácter patrimonial, territorial y sostenible, que contribuya a la recuperación del paisaje y la infraestructura histórica, a la mejora de la movilidad no motorizada y al desarrollo rural y turístico de su entorno.

Objetivos específicos:

- Analizar el valor histórico, patrimonial, paisajístico y territorial del trazado ferroviario, incluyendo sus elementos singulares: estaciones, túneles, puentes, casillas ferroviarias, demás elementos singulares.
- Diagnosticar el estado actual de la infraestructura y su grado de conservación, identificando tramos existentes, zonas desaparecidas y elementos recuperables, e inventariarlos.
- Diseñar actuaciones de acondicionamiento para su rehabilitación como Vía Verde, atendiendo a criterios de ingeniería, sostenibilidad, accesibilidad, señalización y compatibilidad con otros usos del suelo.

- Establecer criterios de integración paisajística y ambiental, con especial atención a la elección de especies vegetales adaptadas, recuperación de elementos identitarios y mejora de la experiencia del usuario.
- Evaluar el encaje del proyecto dentro de marcos estratégicos regionales, como el Programa de Puertas Verdes de Andalucía, el Registro de Paisajes de Interés Cultural o la Estrategia para una Minería Sostenible en Andalucía 2030 (EMSA 2030), identificando posibles sinergias y respaldo institucional.
- Proponer medidas de gestión y valorización futura del trazado, incluyendo propuestas de uso para estaciones, casillas y áreas de descanso, así como ideas para fomentar la participación social y el turismo sostenible.
- Contribuir a la fundamentación de una posible declaración de protección patrimonial que garantice la conservación y transmisión de este legado a las generaciones futuras.



Mapa 1: Proyecto de Vías Verdes de Cala y Aznalcóllar.

Fuente: Elaboración propia.

3 HISTORIA DEL FERROCARRIL DE CALA AL GUADALQUIVIR

El Ferrocarril de Cala no puede entenderse sin remontarse al excepcional enclave geológico en el que se inscribe: la Faja Pirítica Ibérica, una de las formaciones de sulfuros masivos más importantes de Europa, con más de 250 kilómetros de longitud y una anchura de entre 30 y 50 kilómetros, extendiéndose desde el suroeste de Portugal hasta la provincia de Sevilla. Su riqueza mineral —especialmente en piritas, calcopiritas y otros sulfuros metálicos— ha convertido a esta faja en un territorio minero único desde tiempos remotos, con una actividad extractiva documentada desde la Edad del Bronce, un auge en época romana, y una reactivación sin precedentes a partir de la Revolución Industrial.

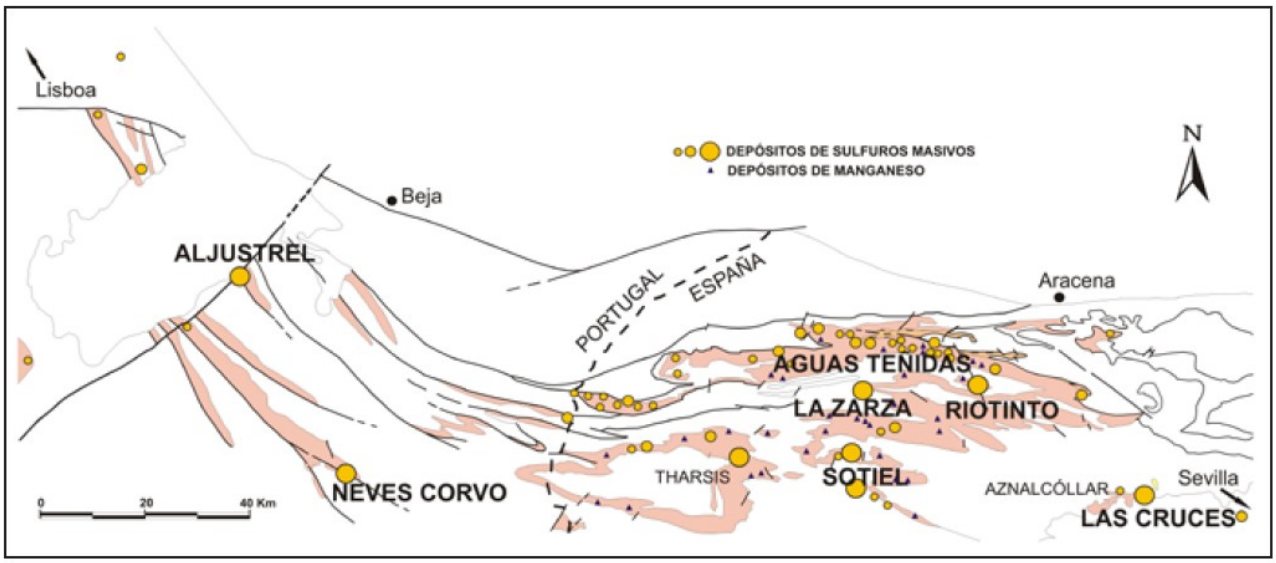


Ilustración 1: Faja Pirítica Ibérica.

Fuente: Grupo de investigación Tharsis. Departamento de Geología. Universidad de Huelva.

Fue precisamente en el siglo XIX, con el auge de la demanda de metales y el desarrollo de la tecnología del vapor, cuando se produjo la gran expansión de la minería en Andalucía occidental. Sin embargo, esta eclosión industrial no fue acompañada de una infraestructura local de transformación, lo que obligó a transportar el mineral hasta otros centros industriales o puertos de embarque. En este contexto, el ferrocarril emergió como el medio de transporte clave, facilitando el traslado del mineral desde el interior hasta la costa. La mayoría de las minas onubenses optaron por conectarse con el puerto de Huelva, mientras que otras —como las de Cala, Teuler, Peña del Hierro o El Castillo de las Guardas— optaron por conectar con el Guadalquivir, haciendo posible el embarque en los muelles de Sevilla.

El origen del Ferrocarril de Cala está directamente vinculado a esta necesidad de conexión logística. La explotación de las minas de Cala, que contaban con reservas de hierro y cobre de gran calidad, se vio limitada en sus primeras etapas por la falta de transporte eficaz. Este obstáculo fue superado con la constitución en 1.900 de la Sociedad Anónima Minas de Cala, liderada por el Conde de

Rodas, y la posterior concesión del trazado ferroviario hasta San Juan de Aznalfarache en 1.902. Este nuevo eje ferroviario permitió no solo la exportación del mineral a través del Guadalquivir, sino también el impulso de una auténtica red de transporte regional que acabaría por integrar ramales como el de Teuler o Peña de Hierro, y convertir la línea en una infraestructura de vital importancia para el desarrollo económico de la zona.

A lo largo de las primeras décadas del siglo XX, el ferrocarril se consolidó como una columna vertebral del tráfico minero y de pasajeros en la Sierra Norte de Sevilla y el Andévalo onubense. Empresas mineras, sociedades extranjeras, ingenieros y accionistas conformaron un entramado de intereses económicos y tecnológicos que dinamizó los territorios atravesados por la línea. No obstante, la llegada de la Gran Guerra, la inestabilidad económica de los años 30 y el cierre progresivo de las minas llevaron a una paulatina decadencia de la infraestructura. A pesar de algunos esfuerzos puntuales por mantener su actividad, la línea fue definitivamente cerrada en 1.960, y su desmantelamiento concluyó en los años siguientes.

3.1 Situación Geográfica y contexto histórico.

Como se ha comentado, la Faja Pirítica Ibérica es una de las formaciones geológicas más singulares de Europa. Se trata de una vasta concentración de sulfuros masivos que se extiende a lo largo de aproximadamente 250 kilómetros de longitud y entre 30 y 50 kilómetros de ancho, desde Alcácer do Sal (Portugal) hasta la provincia de Sevilla (España). Su riqueza mineral convirtió a esta región en uno de los grandes epicentros de la minería metálica desde tiempos antiguos, especialmente en las provincias de Huelva y Sevilla, donde la actividad minera ha estado presente durante siglos.

Mapa 2: Minas de Huelva y Sevilla, siglos XIX-XX.

Fuente: Atlas de historia económica de Andalucía, ss XIX-XX.

Sin embargo, conviene matizar que no todas las explotaciones vinculadas a los ferrocarriles mineros de Cala y Aznalcóllar se encontraban estrictamente dentro de los límites geológicos de la Faja Pirítica Ibérica. Este es el caso de Minas de Cala, cuya ubicación, aunque próxima a la faja, queda fuera de ella, al situarse en un entorno metalogénico distinto, caracterizado por su riqueza en

magnetita, un mineral de hierro de alta ley, casi exento de fósforo, y no en sulfuros masivos como la pirita. Por tanto, la principal extracción en Minas de Cala era de magnetita, y no de pirita, lo cual diferencia claramente su explotación de otras minas del entorno.

En cambio, otras explotaciones asociadas al trazado ferroviario, como las minas del Castillo de las Guardas, Peña del Hierro o Aznalcóllar, sí se encuentran plenamente dentro de la Faja Pirítica y orientaron su actividad a la explotación de la pirita, utilizada principalmente para la obtención de cobre y ácido sulfúrico.

Ilustración 2: Separador magnético.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Con la llegada de la Revolución Industrial, la demanda de metales se disparó, propiciando la apertura de numerosas explotaciones en esta faja geológica. Sin embargo, este auge extractivo no vino acompañado de una industrialización local: el mineral debía ser transportado a otros puntos de la península —o incluso fuera de ella— para su tratamiento y refinado. Ante este escenario, el transporte ferroviario se consolidó como la mejor solución para conectar las minas con los puertos marítimos, desde donde se exportaría el mineral. En la mayoría de los casos, las minas onubenses optaron por conectar sus ferrocarriles con el puerto de Huelva, mientras que otras explotaciones, como las de Minas de Cala, Teuler, El Castillo de las Guardas y Peña del Hierro, se inclinaron por el río Guadalquivir, con el objetivo de alcanzar los muelles de Sevilla.

También en la provincia de Sevilla, la Mina Caridad en Aznalcóllar construyó su propio trazado ferroviario hasta el Guadalquivir, completando su recorrido con un ramal que enlazaba desde Gerena. A lo largo del tiempo, estos ferrocarriles —nacidos con un propósito minero— terminaron desempeñando también funciones de transporte de mercancías y pasajeros, prestando servicio a las poblaciones que atravesaban.

En el caso concreto de Minas de Cala, su actividad extractiva se remonta a la Edad del Bronce (1.700–1.100 a.C), con un período de apogeo en época romana (218 a.C–siglo V d.C), un prolongado declive durante la Edad Media (siglos V–XV d.C) y un resurgimiento a partir de la Revolución Industrial. Este último período, iniciado a finales del siglo XVIII, supuso una transformación radical en las formas de vida, sustituyendo la economía rural basada en la agricultura por una economía de carácter industrial, urbana y mecanizada. La introducción de la máquina de vapor de James Watt en 1.769 fue clave para el desarrollo de nuevas industrias y sistemas de transporte, como los ferrocarriles y barcos a vapor, que marcaron un antes y un después en la capacidad de producción y de distribución de materias primas.

Esta evolución técnica y económica impulsó también el desarrollo de la minería a gran escala, especialmente entre la segunda mitad del siglo XIX y la primera mitad del XX. Durante este período, empresas como Rio Tinto Company Limited (1.873) o Tharsis Sulphur and Copper Company Limited (1.866) convirtieron a la Faja Pirítica en uno de los polos mineros más relevantes de Europa.

En este contexto se inscribe también la Companhia Portugueza das Minas de Cala (1.881), empresa que explotó el yacimiento de La Domineza, donde abrió varias galerías y estableció una fundición, con un capital inicial de 900.000 reales portugueses. Aunque el yacimiento albergaba abundantes reservas de hierro, concentrado en Magnetita, su explotación intensiva se vio limitada por la escasez de infraestructuras de transporte. Esta carencia fue precisamente la que impulsó, años después, la construcción del Ferrocarril de Cala, destinado a conectar estas minas con el Guadalquivir y facilitar la salida de los minerales hacía su tratamiento y posterior comercialización.

Ilustración 3: Acción de la Companhia Portugeza das minas de Cala.

Fuente: Spanish Railways.

Varios años más tarde, las explotaciones pasaron a manos de la sociedad *The Cala Mines Syndicate* domiciliada en Manchester, la cual llegó a un acuerdo con el vasco Francisco Martínez Rodas, Conde de Rodas, con el objeto de formar la sociedad ***S.A. Minas de Cala*** (constituida en Bilbao el

31 de agosto de 1.900 con sede social en la calle la Estación nº 5 de Bilbao) destinada a explotar instalaciones mineras y ferrocarriles auxiliares en las Minas de Cala (Huelva).

Ilustración 4: Conde de Rodas.

Fuente: Spanish Railways.

Dicha sociedad, fue fundada por este financiero español, junto con su vicedirector Genaro Blas de Alzaga, los consejeros John B. Davies, E.W.P. Chapham y Jacob Higson, y el secretario Emilio Vallejo, con un capital social de 15 millones de pesetas repartidas en 30.000 títulos de 500 pesetas cada uno. A Martínez Rodas, quien pasó a ser el director de la sociedad, se le adjudicaron 7.200 acciones liberadas de la compañía original como aportación de las concesiones.

Una vez constituida la sociedad de Minas de Cala, ésta ordenó al ingeniero *Mr. Kennery* que realizara una evaluación del potencial de sus yacimientos, cifrada en 15.000.000 toneladas de mineral de hierro y de 2.000.000 toneladas de mineral de cobre, que deberían de darse salida por medio del establecimiento de un ferrocarril de aproximadamente 80 km. Ya que éste, debería de transportar el mineral desde Minas de Cala hasta el Guadalquivir, para su posterior carga en los vapores que remontaban dicho río desde su desembocadura en Sanlúcar de Barrameda.

Dicha concesión del ferrocarril fue firme por Real Orden de 14 de febrero de 1.902, resultando concesionaria la empresa bilbaína *«Minas de Cala a San Juan de Aznalfarache»*. Una vez adjudicada, las acciones de la compañía se cotizaron en la bolsa de Bilbao a 109 Pts/título, y se confío la dirección del ferrocarril al ingeniero de caminos, canales y puertos *Antonio Fernández Bayarri*, quien empleó el 10% del primer dividendo pasivo, que ascendió a 1.000.000 pts aproximadamente, en obras, estudios, depósitos y expropiaciones, y en marzo de 1.902 se solicitó el devengo del segundo dividendo pasivo.

Por esa fecha, ya se encontraban subastados y adjudicados dos tramos de la línea que sumaban 40 km. No obstante, la sociedad tuvo que solicitar en 1.903 a la Administración una prórroga de un año para concluir el ferrocarril, cifrándose el coste de la línea en 10.000.000 pesetas. Al que hubo que añadir otras 500.000 destinadas a establecer el embarcadero de hormigón armado en el río Guadalquivir.

Otra de las sociedades que participó en la construcción del ferrocarril hasta San Juan de Aznalfarache fue la *Sociedad Española de Minas del Castillo de las Guardas,* que era propietaria del ferrocarril desde el Castillo de Las Guardas a la estación de Ronquillo Empalme.

Así pues, la línea alcanzó un coste, a priori, de 10.500.000 pesetas (63.115,76 euros) trazando un recorrido de 98 km de longitud, inaugurado en 1.905, para el transporte de mineral y viajeros.

Ilustración 5: Inauguración en la estación de Minas de Cala, 1.905.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez. Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Un año más tarde, se dispuso también una línea de vía métrica (un metro de ancho entre raíles) propiedad de *S.A. Minas de la Cala,* inaugurada el 24 de mayo de 1.906 para el transporte de las magnetitas (hierro magnético de alta ley y casi exento de fósforo) de Minas de Cala, Grupos Sultán y San Rafael, Coto Teuler, Castillo de las Guardas y Peña de Hierro.

Por otra parte, la dirección de las minas se confió al ingeniero sueco Ernesto Akerman, quien puso de manifestó que existía una reserva de 3.000.000 de tm de mineral cobrizo con una ley del 2 al 3% y de 8.000.000 de Tm de hierro magnético, en evidente contraposición cuantitativa de las apreciaciones Mr. Kennery.

Este nuevo ferrocarril hizo que se sintiera la competencia entre los puertos de Sevilla y de Huelva, ya que minas de Peña de Hierro, venía utilizando el ferrocarril de Riotinto hasta el puerto de Huelva, y deseando prescindir de aquel servicio, derivó sus tráficos a través de la línea de Cala, con la oposición de la Junta de Obras del Puerto de Huelva, a San Juan de Aznalfarache.

De hecho, la Sociedad Anónima Minas de Cala, fue la única compañía onubense que no operaba en el puerto de Huelva, sino en el estuario del Guadalquivir gracias a la construcción de este nuevo ferrocarril, que según su ingeniero director, Antonio Fernández Bayarri, el coste de la instalación se cifró en 1.490.304 pts, calculando unos gastos de explotación del orden de 880.000 pts.

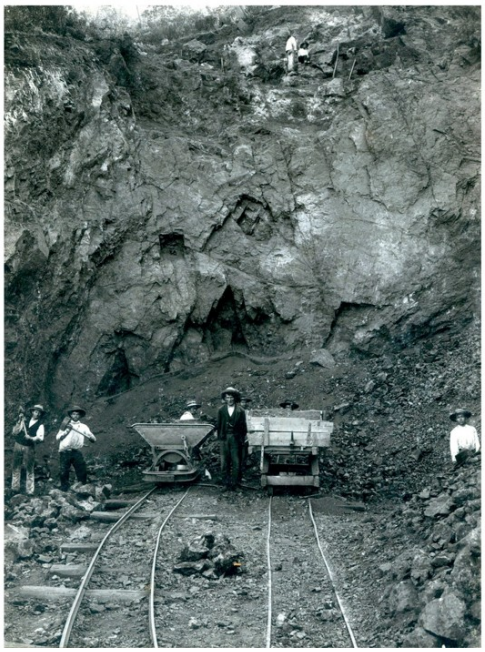


Ilustración 6: Corta de Minas de Cala, 1.905.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

No obstante, estas cantidades quedaron totalmente modificadas, a tenor de los gastos del ferrocarril en su construcción, que incluyendo el cargadero de hormigón y la vía métrica se cifraron en:

PARTIDA	PESETAS
Estudios e impuestos	978.096 Pts
Expropiaciones	380.043 Pts
Obras	6.058.509 Pts
Material fijo y móvil	3.838.848 Pts
Total	**11.275.496 Pts**

Tabla 1: Descompuesto de costes de la línea.

De este montante, se subastó y adjudicó, entre otras, las siguientes partidas:

- La construcción del primer tramo desde las minas de Cala hasta alcanzar los primeros 22 km, a los contratistas Luis Goicoechea y a Baltasar Serra Hernández, presidiendo la adjudicación Antonio Fernández Bayarri.
- El suministro de balasto y asiento de vía destinado a los cinco tramos en que se dividían los 96,782 km del trazado de la línea férrea, destinando el presupuesto a cada uno de los tramos mediante las siguientes cantidades. Exigiendo una fianza de 1.000 pts por tramo a quienes desearan concurrir a esta subasta.

TRAMO	PESETAS
1º	115.763 Pts
2º	86.617 Pts
3º	102.854 Pts
4º	105.565 Pts
5º	191.064 Pts

Tabla 2: Coste de balasto y asiento de la línea.

- El suministro de traviesas se encomendó a la firma Himmelsbach Hermanos, de Freiburg Baden. Firmando, a través de su representante en España (la sociedad bilbaina Pablo Hachner) un contrato para el suministro de 140.000 traviesas y 2.000 postes tratados.
- El Muelle de Minas de Cala en San Juan de Aznalfarache, obra del ingeniero de caminos, canales y puertos: Juan Manuel de Zafra y Esteban, forma parte de la historia de la ingeniería civil española. Al ser el primero construido mediante hormigón armado, en un tiempo en que parte de los ingenieros españoles mantenía un cierto recelo en su empleo.
- La construcción del basculador realizado por Mariano del Corral e instalado sobre el embarcadero de San Juan de Aznalfarache. Así como, las pruebas de funcionamiento del mismo realizadas el 6 de julio de 1.905 bajo la supervisión tanto del ingeniero jefe del ferrocarril y de sus minas: Antonio Fernández Bayarri, como de Zafra.

Con todo ello, en los años venideros como en 1.905, el ferrocarril transportó 19.205 toneladas, a un coste de 7 pts/t embarcada. Pasando en 1.907 a invertir 1.111.700 pts en la consolidación de la linea y recaudando ese mismo año 211.400 pts por el transporte de 38.557 viajeros y otras mercancías de compañías mineras ajenas a la propiedad del ferrocarril.

La explotación en 1.908, atendió el transporte de 135.000 toneladas de mineral, aplicando ahora, una tarifa de 2,53 Pts/t que supusieron unos incrementos que facilitaron la construcción de un deposito de mineral en San Juan de Aznalfarache con capacidad para 20.000 toneladas, que facilitó las cargas de mineral, contribuyó a regular el tráfico y los stocks, y cuyo coste se cifró en 199.000 pesetas.

Respecto a los cargaderos del Guadalquivir, éstos presentaron gastos de 27.899 pts contra ingresos de 29.709 pts, de manera que, los embarques y desestiba de material con destino a la compañía, cifrados en 130.250 toneladas, no generaron gastos al atender a 43 vapores y cargar otros 29 vapores con productos de otras compañías. Como la Sociedad de Minas del Castillo de las Guardas, que aportó 13.830 toneladas de mineral, bajando en 24.905 toneladas las transportadas para Minas de Aznalcóllar, que arrojaron en 1.908 unas 45.162 toneladas.

Si bien, Minas de Aznalcóllar tenía muy adelantada su prolongación desde Camas al cargadero propio en el Guadalquivir. En 1.908, del tonelaje total de 201.862 toneladas, únicamente 193.972 toneladas eran de mineral, siendo el resto de otro tipo de mercancías. Esto hizo que S.A Minas de Cala llegará a un acuerdo con la compañía M.Z.A (Compañía de los Ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y Alicante) para establecer servicios combinados en la estación de Camas.

Toda esta actividad permitió ingresar 90.530 pts por el transporte de viajeros y 144.690 pts por el transporte de mercancías. Ascendiendo, los ingresos a 235.320 pesetas y los totales a 705.220 pesetas, con gastos cifrados en 577.955 pts, y coeficiente de explotación del 79%. Permitiendo atender varias contingencias, repartiendo la sociedad el 3%, después de destinar 250.000 pts a la amortización de material y 91.000 pts al fondo de reserva.

En cuanto a los tráficos, éstos se incrementaron al establecerse un ramal de 300 metros, para el transporte de piritas procedentes de las minas del Castillo de Las Guardas, desde la Fábrica de productos químicos y abonos de la compañía Cros S.A, donde eran tratadas, hasta el cargadero nº2 a orillas del Guadalquivir en San Juan de Aznalfarache. Estas piritas, junto con la piedra martillada de las canteras establecidas a lo largo del recorrido, caracterizaban los principales tráficos de la línea.

Estos aumentos de tráfico, hicieron que el ejercicio de 1.909 fuera para la compañía el que mayores tráficos recibiera desde su fundación, como refleja la siguiente tabla:

CANTIDADES	CONCEPTO	PESETAS
51.106	Viajeros	92.847 Pts
117	Toneladas de mercancías a GV	2.876 Pts
17.275	Toneladas de mercancías a PV	87.543 Pts
313.334	Toneladas de mineral	150.894 Pts
10.453	Cabeza de ganado	15.161 Pts
	Total Ingresos	**349.321 Pts**
	Total Gastos	**611.497 Pts**

Tabla 3: Balance económico del ejercicio de 1.909.

Transportando 128.862 toneladas más de mercancías que en 1.908, totalizando 330.726 toneladas de mercancías y 51.106 viajeros. En contrapartida, los gastos de la explotación ascendieron a 611.497,13 pesetas que a primera vista pudiera parecer que existiera déficit en la explotación, pero si consideramos que el transporte del mineral propio de la sociedad ascendió aquel año a 262.176,02 pesetas, quedaba equilibrado.

Y respecto a los cargaderos de San Juan de Aznalfarache, los gastos ascendieron a 32.129 pesetas y los ingresos a 36.145 pesetas, arrojando un costo total de 5,89 pts/t de mineral puesta a bordo. Contabilizando los siguientes embarques:

TONELADAS	COMPAÑÍA	VAPORES
252.483,00	Cala	85
34.219,00	Castillo de las Guardas	19
38.610,00	Aznalcóllar	16
	Total	**120**

Tabla 4: Toneladas de mineral embarcadas en 1.909.

De tal forma que, el beneficio de 1.909 de 1.228.296 pts permitió atender los cupones de las obligaciones por 170.977,59 pts y aplicar 900.000 pts al pago de dividendos, retribuir al Consejo con 45.000 pts y atender el impuesto de utilidades, quedando el fondo de amortización, a 31 de

diciembre de 1.909, dotado con 1.543.873 pts. Esta excelente situación financiera, permitió que Francisco Martínez Rodas, y su sucesor en la gerencia de la empresa, Agapito de Lizarralde, acometieran nuevos proyectos ferroviarios como el ramal de Minas de Teuler y de las de Peña de Hierro.

Para conseguir los recursos necesarios para establecer estas líneas, la Junta de Accionistas, debería autorizar la emisión de una remesa de obligaciones hipotecarias, ya que según los contactos mantenidos con la sociedad del coto «Teuler» (propiedad de Salvador Serra y Lloret) situado entre Cala y Santa Olalla del Cala, cerraron una negociación en la que se aplicaría una tarifa de 4 pts/t a bordo, consiguiendo tráficos que podrían reportar 50.000 toneladas de mineral en el primer año, 75.000 toneladas en el 2º año y 100.000 toneladas/año a partir del tercero, que justificarían sobradamente el establecimiento este ramal ferroviario.

Es por ello que, el Consejo de Administración de Cala propuso a Serra la tarifa mencionada, tomando éste el compromiso de construir la infraestructura de vía y disponer de material fijo por valor de 1.000.000 pesetas, y pasando la línea a la sociedad de Cala para su explotación.

Por tanto, este proyecto (dispuesto bajo la dirección del maestro asentador Jaime Sabaté y del capataz Cristóbal Valdenebro) comprendía la construcción de un ramal que partiendo del p.k 21+000, donde se sitúa la estación de Zufre de la línea de Minas de Cala a San Juan de Aznalfarache, llegara hasta dicho coto minero de Teuler, pasando por Santa Olalla del Cala. Formando un itinerario de 18 kilómetros con pendientes máximas de 2,5% y sin rampas en el sentido de carga. Atendiendo paralelamente a los tráficos de viajeros de Santa Olalla de Cala (donde se ubicó una estación), Real de la Jara, Almadén de la Plata y el de las localidades de las cuencas de Cala y del Viar.

Fue, la Real Orden del 7 de septiembre de 1.911, la que otorgó a Cala la concesión del ferrocarril de servicio particular y uso público de Zufre a Santa Olalla del Cala, presupuestándose en 979.782 pts y concediendo el pliego de condiciones particulares de la concesión, treinta meses para llevarlo a cabo. Diez meses más tarde, el 26 de julio de 1.912, quedaron abiertos al tráfico los 13 km del ramal entre Zufre y Santa Olalla del Cala, incluido el apartadero de Martajal a 7 km. Accediendo al Coto Teuler, sin dar servicio general, únicamente atendía al transporte de minerales propios, sin atender al servicio publico.

Respecto al ramal de Peña de Hierro, quedaba a expensas de las negociaciones con la “The Peña Cooper Mines Cº Ltd”, cuyas gestiones estaban muy adelantadas en el ejercicio de 1.909.

Llegados a este punto, la compañía minera de Cala disponía de las siguientes explotaciones ferroviarias de vía métrica que formaban una red de 145 kilómetros:

- La línea de Cala a San Juan de Aznalfarache de 97 kilómetros de longitud, por concesión del 14 de febrero de 1.902, e inaugurada el 19 de agosto de 1.905 y cerrada el 26 de abril de 1.955.
- La línea del Castillo de las Guardas a Ronquillo Empalme de 14 kilómetros, por concesión del 22 de junio de 1.904 e inaugurada el 9 de marzo de 1.907 y cerrada en 1.955. Dando comunicación a las minas de cobre de la «The Peña Copper Mines Ltd.» mediante el ramal hasta Peña del Hierro por concesión del 14 de julio de 1.9011.

- La línea de la estación de Zufre a Santa Olalla del Cala de 13 kilómetros, por concesión del 7 de septiembre de 1.911, e inaugurada el 25 de julio de 1.912. Más el ramal hasta las minas de Teuler.

— 203 —

MINAS DE CALA Á S. JUAN DE AZNALFARACHE

PRECIOS 1.ª c.	PRECIOS 2.ª c.	PRECIOS 3.ª c.	K.	ESTACIONES	1 Mixto. 1-2-3	3 C.°-M.° 1-2-3
P. C.	P. C.	P. C.				
»	»	»	»	MINAS DE CALA..... S..	5.15	14.45
1.50	1.20	0.75	12	La Junta.....	5.46	15.16
2.75	2.20	1.40	22	• Zufre.....	6.14	15.46
3.75	3.00	1.90	30	Cataveral.....	6.34	16. 6
5.00	4.00	2.50	40	• Ronquillo-Empalme.....	7.10	16.43
6.00	4.80	3.00	48	Ronquillo.....	7.32	17. 5
6.65	5.30	3.35	53	La Rigüela.....	7.46	17.19
8.40	6.70	4.20	67	El Gergal.....	8.26	17.58
9.40	7.50	4.70	75	Guillena.....	8.51	18.21
10.15	8.90	5.10	81	La Torre (apeadero).....	9 4	18.34
11.15	8.90	5.60	89	Santiponce.....	9.21	18.54
11.50	9.20	5.75	92	• Camas (Cala.).....	9.38	19.16
12.15	9.70	6.10	97	SAN JUAN DE AZNALFARACHE..... Ll..	9.49	19.27
					2 C.°-M.° 1-2-3	4 Mixto. 1-2-3
»	»	»	»	SAN JUAN DE AZNALFARACHE..... S..	6.40	17. 5
0.65	0.50	0.35	5	• Camas (Cala.).....	7.18	17.30
1.15	0.90	0.60	9	Santiponce.....	7.25	17.40
2.15	1.70	1.10	17	La Torre (apeadero).....	7.42	18. 1
3.90	2.30	1.45	23	Guillena.....	7.59	18.19
3.90	3.10	1.95	31	El Gergal.....	8.22	18.46
5.50	4.40	2.75	44	La Rigüela.....	8.65	19.21
6.15	4.90	3.10	49	Ronquillo.....	9.12	19.38
7.25	5.80	3.65	58	• Ronquillo-Empalme.....	9.44	20 10
8.50	6.80	4.25	68	Cataveral.....	10. 9	20.35
9.50	7.60	4.75	76	• Zufre.....	10.38	21. 4
10.65	8.50	5.35	85	La Junta.....	11. 9	21.34
12.15	9.70	6.10	97	MINAS DE CALA..... Ll..	11.44	22. 9

Todas las estaciones de las líneas de Minas de Cala a San Juan de Aznalfarache y de Minas del Castillo de las Guardas a Ronquillo expenderán billetes y facturarán equipajes directos con destino a todas las estaciones de la línea de Sevilla a Huelva, y éstas, en igual forma, para las de aquellas líneas.

Ilustración 7: Horarios del ferrocarril de Cala a San Juan de Aznalfarache.

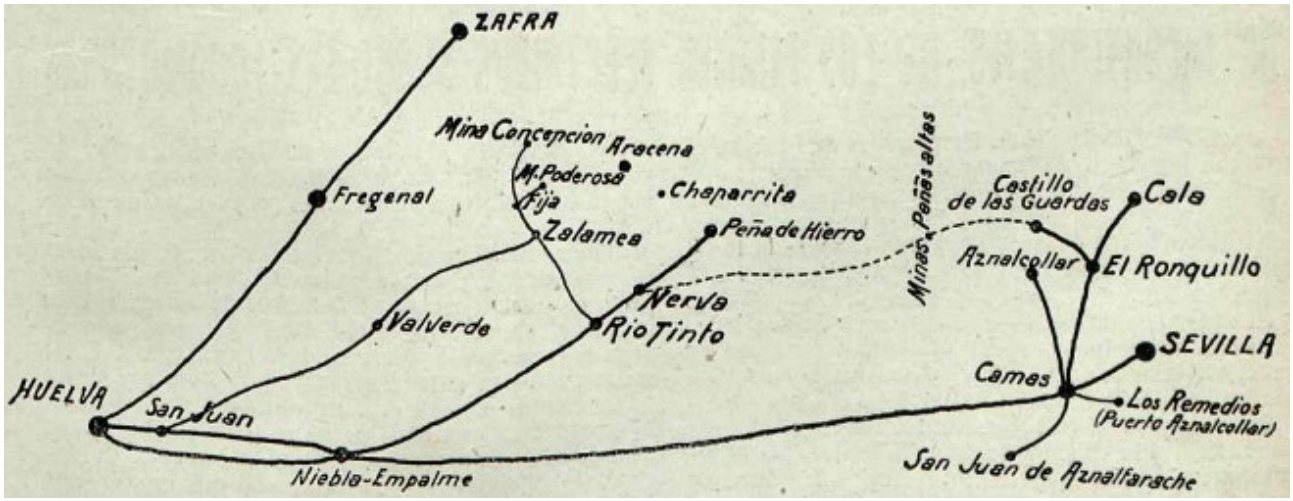
Fuente: Spanish Railways.

No quedándose conformes, el consejo de administración decidió optar por añadir a la red ferroviaria un nuevo enlace entre la línea del Castillo de las Guardas y Nerva, por medio de una negociación con *The Peña Cooper Mines Limited* que constituyó un importante objetivo para Minas de Cala. Y, pese a que se daba como un hecho consumado, en las explicaciones del Consejo de Administración de Minas de Cala a los accionistas, en la asamblea de 8 de marzo de 1.910, se manifestó lo siguiente:

> *Hace tiempo tenemos entabladas negociaciones con la importante Sociedad The Peña Cooper Mines Limited. para que los minerales procedentes de esta importante mina de*

piritas ferrocobrizas, denominada Peña de Hierro, sean transportados por nuestro ferrocarril cargando los productos en nuestros embarcaderos de San Juan de Aznalfarache. Esperamos llevar feliz término las gestiones en el transcurso de 1.910, aportando de este modo un valioso elemento a nuestra Sociedad, representado por un tráfico de verdadera importancia que ha de contribuir, en gran parte, que nuestra línea pueda por sí sola en plazo no lejano, ser considerada como negocio productivo independiente de la mina».

El contrato celebrado entre ambas sociedades dio como fruto unir las minas de las dos compañías, a través de un ferrocarril que sería explotado por S.A Minas de Cala a cambio de una reducida tarifa para los 800.000 toneladas anuales de la The Peña Cooper Mines Co.Ltd, que afluían al ferrocarril de Riotinto a Huelva, y que cambiarían de ruta por la de la línea de Cala hasta el embarcadero de San Juan de Aznalfarache, estando prevista la finalización de las obras para 1.912, con un coste estimado de 6.000.000 pts.



Mapa 3: Red de ferrocarriles de Huelva y Sevilla con el nuevo enlace en trazos discontinuos.

Fuente: Spanish Railways.

Esta operación contó con la oposición de ciertos elementos de Huelva, posiblemente agitados por la Compañía de Rio Tinto, aduciendo que el comercio y el tráfico del Puerto de Huelva quedarían afectados por el contrato de las *S.A Minas de Cala* con la compañía inglesa *The Peña Cooper Mines Lmited*, al facilitar el enlace y transporte de los minerales y de los materiales de las minas de su propiedad situadas en Nerva (Huelva) a Sevilla, mediante este nuevo ferrocarril que permitía no solo el transporte de mineral, sino también el de viajeros.

De hecho, la dura oposición en contra del establecimiento del enlace entre las minas del Castillo de las Guardas a Minas de Peña de Hierro, con ramal a Nerva, llevó a la Compañía de Rio Tinto a incoar ante el tribunal supremo, su oposición a la Real Orden del 23 de octubre de 1.914 sobre ocupación de fincas para la construcción del ramal de Nerva. Oponiéndose igualmente, a la Real Orden del 31 de agosto de 1.914 sobre la apertura al servicio público del ferrocarril de Minas del Castillo de las Guardas a Minas de Peña de Hierro con ramal a Nerva.

Por otra parte, el desarrollo de este proyecto contó también con la oposición de la compañía del Ferrocarril de Zafra a Huelva. Fundando su oposición en que, de construirse este ramal, el resto de compañías mineras situadas al Oeste de Peña de Hierro, construirían ferrocarriles de enlace para llevar el mineral hasta Sevilla. Esta suposición no era verdaderamente cierta, puesto que la Mina San Miguel, construyó 18,330 kilómetros de ferrocarril hasta el embarcadero de Tamujoso en la línea de Zafra a Huelva.

Además de ello, una notable contradicción fue dada por parte de la compañía de Río Tinto, la cual reprochaba las condiciones de este nuevo proyecto de construcción, al mismo tiempo que, le exigía a la compañía de minas de Peña de Hierro que buscara otra salida más económica para transportar sus piritas, que no fuera por medio del ramal que disponía desde estas minas a un ramal al ferrocarril de Río Tinto, por el que transportaba al puerto de Huelva unas 100.000 toneladas/año de mineral.

A pesar de todo, este nuevo enlace contó por otra lado con el apoyo de los representantes de los municipios de Linares de la Sierra, Los Martínez, Corteconcepción, Alájar, Cortegana, Galaroza, Zufre y Santa Olalla de Cala, quienes se reunieron en asamblea magna para apoyar sin paliativos la construcción del ferrocarril de Peña del Hierro a Castillo de las Guardas y gestionar la línea secundaria de Nerva a Aracena.

Dos años más tarde de la finalización de las obras del nuevo enlace, en su Junta Anual se aprobó la gestión de la sociedad minera de Cala de 1.914, en fechas en la que se trabajó hasta últimos de agosto, cuando se paralizaron las labores afectadas por el inicio de la Gran Guerra (1.914-1.918).

Para aquel año, se extrajeron 59.840 toneladas de mineral de diferentes clases a cielo abierto, y 19.755 toneladas provenientes de los trabajos de explotación subterránea, para la cual se introdujo un nuevo sistema a la instalación compuesto por un grupo de caldera y compresor tipos Garb y Tilghman.

Respecto a los ferrocarriles, la sociedad tuvo que experimentar, todavía con más intensidad los efectos de la perturbación general causada por la guerra, ya que los transportes de productos de las zonas mineras colindantes que actuaban como afluentes, no hicieron embarque alguno de relativa importancia desde el inicio de la catástrofe. No obstante, el capítulo de mercancías generales registra un aumento de 17.206 toneladas sobre las transportadas en 1.913, dato muy significativo, que indica el desarrollo del tráfico a medida que va extendiéndose la red y aumentando el material móvil de la empresa.

Las utilidades por todos los conceptos obtenidas en 1.914 suman 657.371,80 pts, que unidas al remanente del ejercicio anterior se convierten en 693.657,42 pts. De esta cifra se dedujo 360.721,57 pts bajas por cupones de obligaciones, interés, impuestos, etc. Quedando para aquel entonces un beneficio líquido disponible de 332.935,85 pts. La distribución de esta suma de utilidades repartibles se realizó aportando 100.000 pts al fondo de amortización, y pasando 232.935,85 pts a cuenta nueva, como remanente para refuerzo del ejercicio próximo.

Según la Memoria de la Sociedad, aprobada en Junta General, se han embarcado 167.277 toneladas y transportado por el ferrocarril 329.231 toneladas.

Los ingresos brutos de esta línea fueron de 1.109.837 pts, esperándose que aumentaran cuando el ramal de Nerva quedase abierto al servicio público, en el que, durante 1.915, se gastaron 133.477 pts.

Las utilidades por todos los conceptos obtenidas en 1.916 fueron de 284.069,00 pts con un remanente anterior de 232.935,00 pts y pasando a cuenta nueva 143.240,00 pts. Siendo reelegidos los consejeros Sres. Enrique Areilza, Ernesto Bengoa y Emilio Vallejo.

Ese año en los cargaderos de San Juan de Aznalfarache, se embarcaron:

TONELADAS	PROCEDENTES DE:
21.026,00	Minas de Cala
98.839,00	Minas de Teuler
202.800,00	The Peña Cooper Cº Ltd
510,00	Varios

Tabla 5: Toneladas de mineral embarcadas en 1.916.

En 1.916, en plena primera guerra mundial, esta compañía acusó el aumento de la cotización de los carbones, alcanzando las 100 pts/tonelada, influyendo en los gastos de la explotación, ascendiendo para ese año a 1.176.022,66 pts, de las que 753.555,45 pts eran imputables a material de tracción; en tanto que los productos brutos ascendieron a 1.586.427,17 pts. No obstante, para este mismo año, en el ramal de Nerva fue instalada la vía en los tres primeros kilómetros, invirtiendo en ello 35.537,12 pts, y se aprobó en la Junta General de accionistas: la memoria, balance y cuentas del ejercicio del mismo año, con voto de gracias para el Consejo de Administración y Gerencia. Reflejándose las siguientes palabras de la memoria:

> *Se han continuado las instalaciones de calcinación y descobrízación, encendiéndose en septiembre y noviembre, respectivamente, los grupos de hornos 1 y 2, habiéndose ejecutado los accesorios correspondientes, como son galerías de humos, depósitos de mineral crudo, planos inclinados, y demás instalaciones. La exportación de la mina en 1.916, ha reflejado lo que se proveyó al idear el plan para dicho ejercicio; a ese plan ha respondido la cantidad de mineral arrancado que, aunque vendida, no se ha embarcado en su totalidad por dificultades de fletamento de todos conocidas.*

Siendo los gastos por arranque de mineral los siguientes:

- Arranque: 110.737,90 pts.
- Administración: 27.508,07 pts.
- Impuestos: 11.429,65 pts.
- Varios: 8.722,79 pts.

Por otra parte, el producto bruto total del mineral embarcado fue de 286.536,60 pts, gastándose 94.857,06 pts en las nuevas instalaciones de calcinación y descarbonización, que añadiendo a esto lo gastado por las instalaciones de los hornos antiguos, suman 120.973,32 pts.

Posteriormente, se detalla en la memoria que las utilidades alcanzadas por todos los conceptos es de 175.573,92 pts, que sumadas al remanente del año anterior de 143.240,17 pts hacen un total de

318.814,09 pts. De cuya cifra se deducen 189.540 pts en doce cupones y 148.198,20 pts en trece obligaciones.

En la Junta General Extraordinaria celebrada en 1.918, con asistencia de un gran número de accionistas, se acordó la emisión de 4.500.000 pesetas en acciones preferentes, creando 9.000 acciones de 500 pesetas cada una, que se destinarían en gran parte a colocar el ferrocarril en las condiciones necesarias de capacidad para el gran tráfico de minerales que se avecinaba a la terminación de la guerra. Mostrando, los accionistas, una gran satisfacción por la marcha progresiva de los productos por viajeros y mercancías generales en el ferrocarril, que habiendo obtenido por tal concepto 250.000,00 pesetas en 1.911, llegó a 525.000,00 pesetas en 1.918, llevando camino de ascender a 600.000 pesetas para el año siguiente, 1.919. Por ende, se convino en dejar intacto el actual capital social, sin rebaja ninguna.

Sin embargo, para el año 1.921 según manifiesta la memoria de la compañía se tuvo que paralizar en gran parte el negocio por la escasa demanda en buenas condiciones de remuneración, no pudiéndose considerar el ejercicio de 1.921 como explotación normal, ya que el arranque de mineral fue de 7.687 toneladas, de las cuales se calcinaron 17.212 toneladas de minerales piritosos y cobrizos. Siendo el producto líquido obtenido de tan solo 125.259,35 pesetas, que sumados al valor del mineral en depósito en 31 de Diciembre de 1.920, más el 1.522.676,03 pesetas por la venta de mineral y el valor de las existencias en 31 de Diciembre de 1.921, se alcanzó un total de 1.397.416,68 pesetas. Que difieren sustancialmente de los gastos de explotación que importaron 303.190,85 pesetas.

Esta aminoración en los quebrantos de los ejercicios 1.920 y 1.921 pudo deberse en gran medida al menor precio de coste del combustible que para este primer año se cifró en 139,14 pesetas la tonelada, representando para la compañía el 45% de los gastos de la explotación. A diferencia del segundo de estos dos años, que el precio de coste del combustible fue de 122,78 pesetas la tonelada, constituyendo el 33,40% de los gastos de explotación.

Para el año 1.923 se vendieron 23.875 toneladas de mineral que aumentaron a 44.875 toneladas en el año 1.924, produciendo un beneficio de 131.588,25 pesetas contra el beneficio de 49.376,41 pesetas de 1.923. De hecho, la explotación del ferrocarril para 1.924 mejoró también, obteniéndose 617.164,54 pesetas, contra las 343.354,53 pesetas alcanzadas en 1.923, bajando el coeficiente de explotación de 77,80% a 67,98%.

Durante ese mismo año, se consiguió además, por parte del Consejo Superior Ferroviario la aprobación para la construcción por el Estado de dos líneas de ferrocarril secundario que favorecerían el tráfico del ferrocarril de Cala a San Juan de Aznalfarache, y que serían explotadas por la sociedad minera de Cala.

Por tanto, el total de beneficios sociales fue para 1.924 de 747.752,89 pesetas, ascendiendo los productos líquidos a 289.801,44 pesetas frente a la liquidez de 28.864,46 del año 1.923.

Ilustración 8: Locomotora "Zufre" en la estación de Minas de Cala, 1.910.

Fuente: Spanish Railways.

El ferrocarril de Cala en 1.925 presentó beneficios líquidos por 673.912,88 pesetas, lo que le permitió la renovación de 31.954 traviesas de vía (Revista Minera , Tomo 77, año 1926, página 401).

En la memoria del ejercicio de 1.926 se detalló el apreciable aumento de viajeros y mercancías, detallando unos ingresos de 1.927.000,17 pesetas contra unos gastos de 1.360.035,71 pesetas, manifestando que el resultado hubiera sido mejor, si el Estado por el Real Decreto ley de 8 de agosto de 1.926 no hubiera retirado el anticipo que le venia concediendo a la compañía por aumento en las retribuciones del personal (Revista Minera, Tomo 78, año 1927, página 284). Detallando los transportes por ferrocarril que alcanzaron 317.542,26 toneladas frente a las 342.692,26 toneladas del año 1.925

En el Plan de Obras y adquisiciones de material propuesto por el Gobierno para el año 1.926, aprobado por la Real Orden de 9 de enero de 1.926, de los 230.930.500 pesetas aprobados, correspondieron a la compañía del Ferrocarril de las Minas de Cala 250.000 pesetas (Gaceta de los Caminos de Hierro, 10.02.1926).

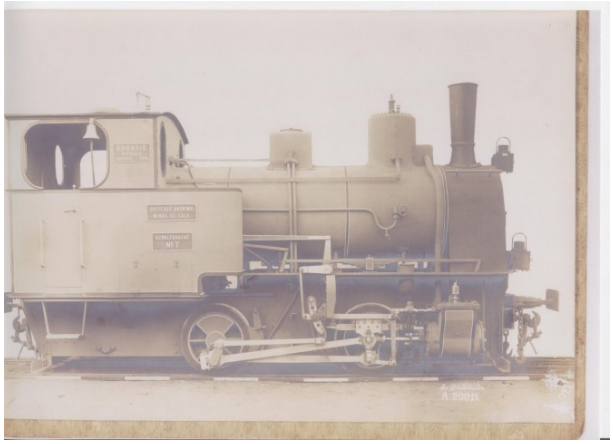


Ilustración 9: Locomotora nº31. ex nº7 'Aznalfarache.

Fuente: Spanish Railways.

Al año siguiente, las obligaciones preferentes en circulación desde 1.918, fueron canjeadas en 1.927 por obligaciones hipotecarias que la sociedad tenía en cartera, según la conversión autorizada por la Junta General al Consejo, en la Junta extraordinaria celebrada el 26 de noviembre de 1.927. Además, ese mismo año se volvieron a amortizar obligaciones hipotecarias, cuya suspensión en 1.917 por efectos de tesorería se reanudó, amortizando 299 de ellas por un valor de 149.500 pts. Y, en cuanto a la explotación del ferrocarril se consiguió un beneficio bruto de 2.123.941,60 pesetas, el mayor de los alcanzados hasta la fecha por el ferrocarril, pese a un aumento considerable de los gastos debido al aumento de los tráficos mineros. Entablando ese mismo año negociaciones para acogerse al Régimen Ferroviario establecido por decreto ley de 12 de julio de 1.924.

El comparativo de transporte de mineral por ferrocarril, respecto a años anteriores arrojó los siguientes datos:

	TONELADAS EN EL AÑO 1924	TONELADAS EN EL AÑO 1925
Mercancías	121.309,00	130.649,00
Mineral del Castillo de las Guardas	47.223,00	53.476,00
Mineral del Coto Teuler		
Mineral de The Peña Cooper	97.679,00	104.043,00
Mineral de Rio Tinto	18.637,00	10.481,00
Mineral de varios		
Mineral de Cala	43.708,00	38.003,00
Total	**330.572,00**	**342.692,00**

Tabla 6: Toneladas de mercancías y mineral embarcadas en 1.924 y 1.925.

	TONELADAS EN EL AÑO 1926	TONELADAS EN EL AÑO 1927
Mercancías	152.428,91	143.248,32
Mineral del Castillo de las Guardas	56.461,10	60.281,90
Mineral del Coto Teuler		3.739,31
Mineral de The Peña Cooper	91.998,02	100.559,20
Mineral de Rio Tinto	10.851,28	22.150,31
Mineral de varios	1.501,04	9.437,36
Mineral de Cala	4.261,91	39.395,21
Total	**317.502,26**	**378.811,62**
Promedio de arrastre Diario	**869**	**1.038,00**

Tabla 7: Toneladas mercancías y mineral embarcadas en 1.926 y 1.927.

En el embarcadero de mineral se movieron:

COMPAÑÍA QUE EMBARCA	VAPORES	TONELADAS EN 1924	VAPORES	TONELADAS EN 1925
Cala	15	44.875,00	12	35.588,00
The Peña Cooper	45	95.579,00	50	105.848,00
Castillo de las Guardas	23	47.223,00	20	53.479,00
Coto Teuler	1	2.241,00	2	6.299,00
Salaya (Manganeso)				

Tabla 8: número de vapores cargados según compañía en 1.924 y 1.925.

COMPAÑÍA QUE EMBARCA	VAPORES	TONELADAS EN 1926	VAPORES	TONELADAS EN 1927
Cala	1	2.666,00	19	44.279,00
The Peña Cooper	48	91.969,00	59	99.182,00
Castillo de las Guardas	22	56.317,00	24	60.176,00
Coto Teuler			1	3.739,00
Salaya (Manganeso)	2	1.501,00	1	1.035,00

Tabla 9: número de vapores cargados según compañía en 1.926 y 1.927.

En 1.928 el ferrocarril recaudó 2.212.542,42 pesetas, superando en 88.600,82 pesetas las del año anterior. La bonanza del ejercicio en cuanto a ingresos permitió la sustitución de 50.049 traviesas, incrementando los gastos de explotación. A esto, se unió un aumento de los haberes del personal que se aplicó a partir de mayo, al recibir del Estado como anticipo reintegrable, el pago de los haberes del personal de 834.281,55 pesetas. (Revista Minera, año 1929, pag 342).

El cierre de las minas del Castillo de las Guardas, en 1.931, resintió los ingresos ferroviarios de Minas de Cala, provocando un déficit de la explotación de 94.426,62 pesetas (RM 1932, pag 432/433), obligando a retrasar el pago de intereses a los obligacionistas hipotecarios, accediendo éstos a dos puestos en el Consejo de Administración, ocupados por los obligacionistas Gregorio de Balparda y de las Herrerías, y Guillermo Wakoning.

Según se manifestó en la Junta General de accionistas, celebrada el 31 de marzo de 1.933 (Revista Minera Tomo 84 Pág 345), se paralizó la actividad, procediendo la compañía a la venta del mineral en depósito, no teniendo más remedio que realizar economías en la explotación, reduciendo los gastos en 239.426,61 pesetas. Y, aunque mejoró en 1.932 el tráfico de viajeros, persistió el déficit de explotación en 94.426,62 pesetas por debajo del déficit de 102.035,94 pesetas del año anterior.

Ilustración 10: Gregorio de Balparda y de las Herrerias. Alcalde de Bilbao.

Fuente: Spanish Railways.

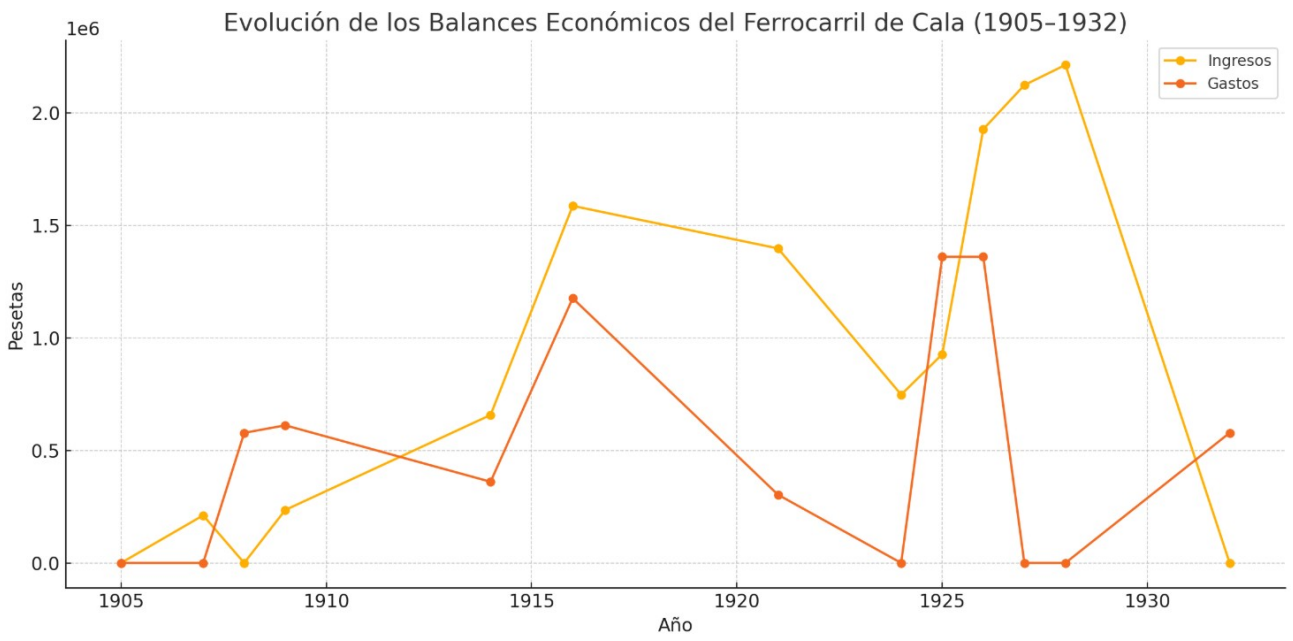
Pese a que, en 1.932 la compañía recibió del Estado un anticipo reintegrable de 834.281,55 pesetas, en mayo de ese mismo año se suspendieron actividades, embarcando únicamente 12.000 toneladas de mineral. Por lo que, el ferrocarril íntimamente relacionado con la actividad minera redujo los gastos de explotación en 233.416,61 pesetas con un déficit de 94.426,62 pesetas. Ese mismo año, el déficit total de la compañía llegó a las 265.414,69 pesetas, al que se le añadían los déficits arrastrados en años anteriores, hasta alcanzar las 710.680,86 pesetas. (Revista Ingeniería y Construcción , mayo de 1933, págs 272/273).

En el balance a 31 de diciembre de 1.932, figuraban en el activo, como activo reversible al Estado :

LINEA	VALOR PESETAS
Cala a San Juan de Aznalfarache	14.989.118 Pts
Ramal de Zufre a Santa Olalla y Teuler	2.131.464 Pts
Ramal de Peña de Hierro a Nerva	349.979 Pts
Total	**17.470.561 Pts**

Tabla 10: Balance económico de cada ramal en el ejercicio de 1.932.

Este incremento en los déficits condujo al Consejo de Administración a decidir en su junta del 21 de septiembre de 1.933, a abandonar la explotación, aplazando su decisión hasta el 25 de marzo de 1.934. Finalmente, después de 3 años y medio de pérdidas, y agotadas todas sus posibilidades, suspendió todos los servicios en 1.937.



Una década y media después, la Diputación de Huelva, solicitó el 20 de noviembre de 1.951 al Ministerio de Obras Públicas, que no se levantara la línea. De hecho, testigos de la zona como Venancio Marcos Vicent manifiestan que la línea no fue cerrada al servicio hasta el 26 de abril de 1.955, cuando se produjeron unas fuertes inundaciones entre Camas y La Pañoleta, que inmovilizaron una composición que quedó allí abandonada durante más de un año.

Entre tanto, el tramo de Minas de Cala a la estación de la Gergal (p.k 66+000) fue cerrado en 1.959, y el último tramo que se mantuvo en funcionamiento entre dicha estación y Camas (p.k 92+000) fue clausurado el 28 de diciembre de 1.960.

No fue hasta el 14 de enero de ese mismo año, cuando por Orden Ministerial (BOE, 19.01.1960), se autorizó el levante del ferrocarril. Concluyendo, concretamente, entre 1.961 y 1.962 con una subasta de lotes de material como detallan las siguientes partidas:

TONELADAS	TIPO DE MATERIAL	PESETAS
3.140,00	Carril	10.079.471 Pts
3.933,00	Carril para relaminar	12.800.721 Pts
688,00	Chatarra	1.651.910 Pts

Tabla 11: Toneladas e importes subastados.

El 28 de enero de 1.965, el Ministerio de Obras Públicas (BOE, 24.02.1965) adjudicó a Cristóbal Calado Rodríguez “Almacenes Calado” el pequeño material férreo del levante del “Ferrocarril Minas de Cala a San Juan de Aznalfarache” por 1.953.000 pesetas.

En los años setenta Minas de Cala fue adquirida por la compañía Minera de Andévalo, pasando en marzo de 1.984 a manos de la compañía Presur (Prerreducidos Integrados del Suroeste de España, S.A.), empresa filial de la Sociedad Estatal de Participaciones Industriales, SEPI.

4 INGENIERÍA DEL FERROCARRIL DE CALA AL GUADALQUIVIR

Se presenta en este apartado un bosquejo sobre la ingeniería que permitió construir el ferrocarril de Cala hasta el Guadalquivir, describiéndose los distintos condicionantes geográficos, técnicos y constructivos que pudieron influir en su proyecto, así como aquellos principios de diseño geométrico relacionados con las pendientes y rampas máximas, radios de curvatura mínimos, peraltes y curvas de transición.

En este sentido, se describen también las infraestructuras más singulares que se pueden encontrar a lo largo de su recorrido, como pueden ser las diferentes obras de paso que permitieron salvar importantes escollos naturales ó el propio muelle-cargadero de San Juan de Aznalfarache. Además de, las estaciones que jalonaban el trazado ferroviario y por las que circulaba un material rodante tan vanguardista como el aquí mostrado.

4.1 Trazado

En un principio, en la fase de anteproyecto se contemplaban dos posibles trazados que seguían, o bien, la Ribera de Cala, o en su lugar, la Ribera de Hierro. De estas dos alternativas, la primera de las opciones se descartó por la necesidad de elevar mecánicamente el mineral, que en muchos casos quedaba muy por encima del plano medio de la mina, hasta alcanzar el trazado ferroviario previsto por la Ribera de Cala. Esto se debía a que, la conexión más cercana con dicha ribera se encontraba a unos 5,00 kilómetros de las minas y a una altitud de 530 metros, lo que suponía quedarse muy por encima de la cota a la que se encontraba la mina que era de 455 metros.

Otra opción contemplada para el trazado por la Ribera de Cala consistía en establecer una conexión de aproximadamente 13,50 kilómetros hasta alcanzar el cauce del río en una cota similar a la de la mina, lo que permitiría facilitar el transporte del mineral. No obstante, tanto esta alternativa como la opción más directa implicaban importantes costes adicionales en maquinaria e infraestructuras, derivados de la necesidad de salvar diferencias de nivel mediante sistemas mecánicos de elevación. A ello, se sumaban los gastos de mantenimiento y una mayor complejidad técnica, lo que en conjunto habría supuesto una disminución significativa en la eficiencia de la explotación minera y del transporte de mercancías.

En consecuencia, tras el oportuno estudio de las alternativas disponibles, la compañía minera resolvió establecer el trazado siguiendo el curso de la Ribera de Hierro hasta su confluencia con la Ribera de Huelva, en las cercanías de la estación La Junta (P.K. 11+735). Desde allí, la vía proseguía su descenso hacia el sur, acompasada al discurrir sereno de este último río, aprovechando su curso natural para minimizar pendientes y obras de fábrica. La comarca, conformada por una sucesión de sierras de perfil ondulado, había sido pacientemente modelada a lo largo de los siglos por la acción dinámica de ambos cursos fluviales, ofreciendo valles abiertos como corredores naturales hacia las fértiles vegas del Guadalquivir. Esta disposición orográfica, favorable tanto desde el punto de vista técnico como económico, permitió facilitar notablemente los trabajos de explanación y tendido del ferrocarril hasta los confines del río grande.

Ilustración 11: Estación La Junta, P.K 11+735, en la actualidad.

Fuente: Archivo de La Rigüela.

Este tendido de la vía, en su trazado más septentrional desde Minas de Cala hasta la actual presa del embalse de El Gergal, se topó con una geología condicionada por la presencia de litologías de edad paleozoica incluidas en las formaciones del Macizo Hercínico de las zonas de Ossa Morena y Surportuguesa, caracterizadas por rocas carbonatadas, pizarras, esquistos y rocas volcánicas, que al ser erosionadas por la dinámica fluvial de estos ríos, produjeron, como se ha comentado, valles relativamente estrechos y profundos.

En cambio, la vía en su traza más meridional desde aguas abajo de la presa de dicho embalse hasta el propio embarcadero de San Juan de Aznalfarache, se corresponde con la Cuenca del Guadalquivir, que en edad contemporánea es la última expresión de una cuenca de antepaís (surco ibérico) que supuso el corredor entre el Atlántico y el Mediterráneo, en este sentido, se trata de una cuenca de orientación ENE-OSO, cuyo límite norte viene definido por una línea casi recta que durante mucho tiempo fue considerada como la Falla del Guadalquivir, si bien en la actualidad se define como una flexura del basamento.

Dicha cuenca, conocida como la depresión del Guadalquivir, se corresponde con una cuenca terciaria de edad reciente (Mioceno Superior) rellena en su mayor parte de sedimentos finos de origen marino (margas, limolitas arcillosas y areniscas), que en los niveles estratigráficos superiores evolucionan a facies detríticas costeras (periodo Pliocuaternario) y finalmente se modela con los usuales depósitos aluviales y de terrazas (periodo Cuaternario), una vez que en esta zona se inicia el actual periodo continental y erosivo. Definiendo valles amplios con poca componente vertical que constituyen la llanura aluvial del Guadalquivir y su vega de Sevilla.

Como en toda gran obra lineal de comunicación, el trazado ferroviario entre Cala y el Guadalquivir hubo de enfrentarse a las dificultades inherentes a las pendientes del terreno, los desmontes,

terraplenes y tramos en media ladera. No obstante, estas dificultades se vieron acrecentadas por las particularidades de la sierras, donde las curvas cerradas, los radios ajustados y las fuertes rampas imponían soluciones técnicas más complejas. En tales condiciones, muchos de los elementos estructurales habituales resultaban inviables, obligando a adoptar soluciones singulares como la ejecución de túneles y puentes.

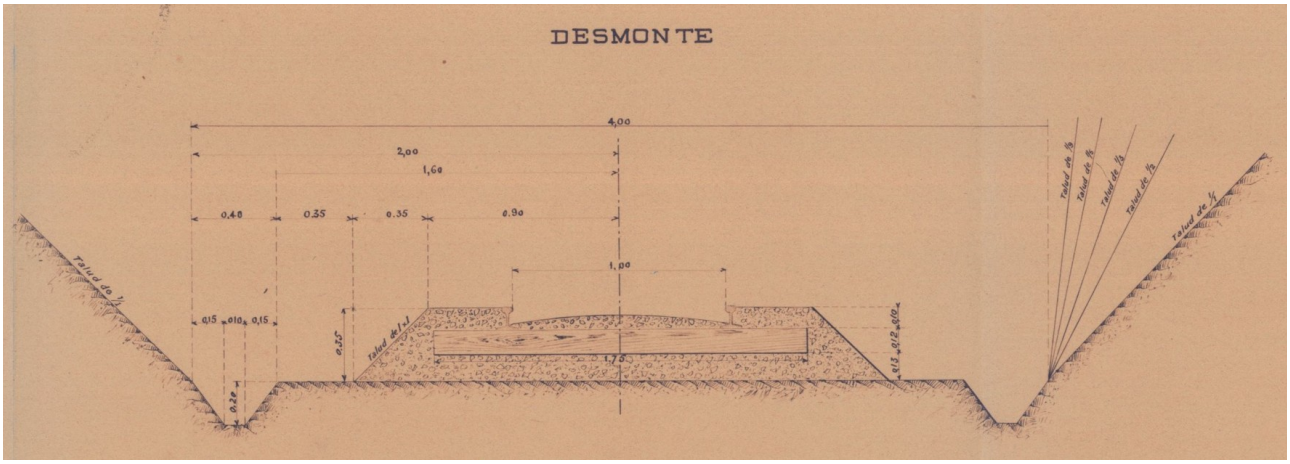
En ese sentido, a continuación se ofrece una descripción somera de diversos aspectos relacionados tanto con el trazado en planta como con el perfil longitudinal del ferrocarril, además de, una breve descripción sobre las secciones transversales tipo empleadas en el mismo, a partir del análisis de los planos históricos conservados. Dichos documentos han sido localizados gracias a la labor de conservación llevada a cabo por el *Archivo Histórico Provincial de Sevilla*, dependiente de la *Dirección Provincial de Transportes y Obras Públicas.*

Por tanto, como se puede observar en los planos que acompañan este apartado, ambas secciones transversales del ferrocarril presentaban vía de ancho métrico, asentada sobre traviesas de madera de 1,75 metros de longitud, embebidas en una plataforma de balasto. Esta capa de asiento contaba con un derrame lateral con talud 1:1 —equivalente a 45°— y alcanzaba un espesor de 0,35 metros, valor considerado suficiente para absorber y distribuir los esfuerzos generados por la interacción dinámica entre la vía y el terreno durante el paso de los trenes.

La sección en desmonte se caracterizaba por un mayor ancho total de plataforma, alcanzando los 4,00 metros, mientras que la sección en terraplén se reducía a 3,50 metros. Esta diferencia obedecía a la necesidad funcional de incorporar, en el caso del desmonte, un sistema de drenaje longitudinal, resuelto mediante cunetas laterales de sección trapezoidal, con una profundidad de 0,20 metros y taludes de inclinación 4:3 (aproximadamente 53°), destinadas a garantizar la evacuación de aguas pluviales y la estabilidad del cuerpo del terraplén.

Por otra parte, la inclinación de los taludes en desmonte, que definían las trincheras excavadas a lo largo del recorrido, variaba según la resistencia al corte del terreno. Se tenían así taludes con inclinaciones de 1:1, 1:2, 1:3, 1:6 y 1:9, adoptándose taludes más tendidos (mayor relación) en terrenos de baja cohesión y resistencia, y taludes más empinados (menor relación) en zonas con materiales más competentes. Esta adaptación permitía garantizar la estabilidad geotécnica del perfil en función de las características locales de los suelos y rocas.

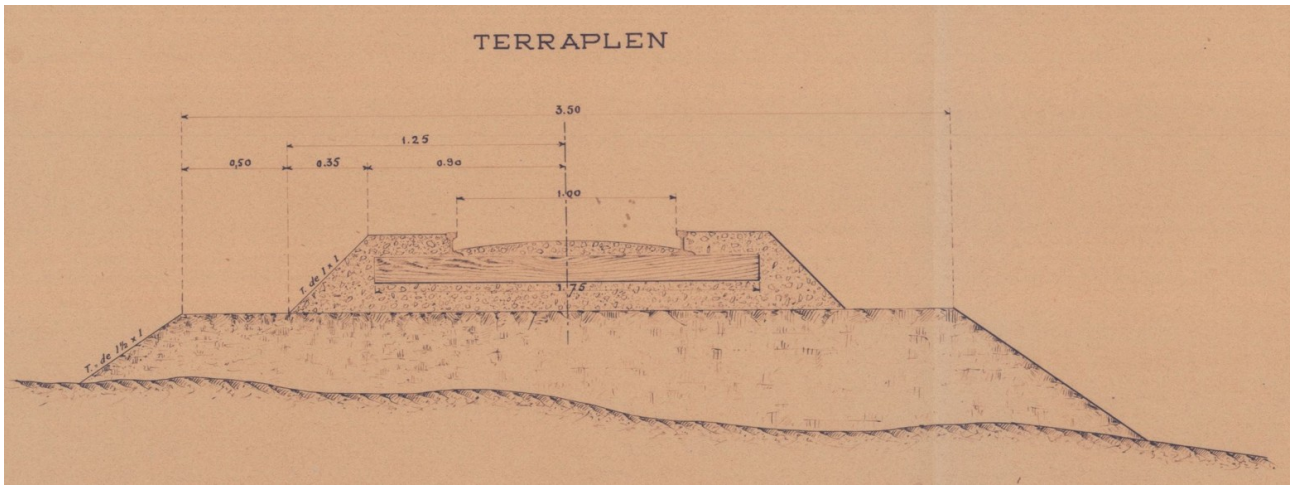
En cuanto al sobreancho característico, establecido entre el final del derrame de la plataforma de balasto y el borde de la explanada sobre la que descansa dicha plataforma, tal como se aprecia en los planos, este solía ser de aproximadamente 0,35 metros a cada lado. Dicho espacio contribuía a asegurar la estabilidad lateral de la plataforma y facilitaba el mantenimiento perimetral de la vía.



Plano 1: Detalle de la sección tipo en desmonte.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Por su parte, la sección en terraplén, a diferencia del desmonte, presentaba un sobreancho característico de 0,50 metros sobre una explanada cuyo talud adoptaba una pendiente de 1,5:1. Este talud resultaba más tendido que el empleado en las cunetas de desmonte, cuya inclinación era de 4:3 (aproximadamente 36,9°). La diferencia respondía al comportamiento del terreno natural frente al material compactado del terraplén: mientras que en los desmontes era necesario un mayor ángulo de evacuación para evitar acumulaciones de agua y erosión, en el caso del terraplén el relleno compactado ofrecía mejores condiciones de estabilidad interna, lo que permitía taludes más suaves sin comprometer la integridad del conjunto.



Plano 2: Detalle de la sección tipo en terraplén.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Una vez establecidas las características fundamentales de las secciones transversales utilizadas en el proyecto —tanto en desmonte como en terraplén—, resulta necesario ampliar el análisis hacia una escala más general del trazado. En este sentido, el estudio en planta y perfil longitudinal permite comprender cómo la infraestructura se adaptó al relieve, a la hidrografía y a las condiciones geotécnicas del territorio, definiendo no solo la geometría de la vía, sino también las estrategias

empleadas para garantizar su continuidad, estabilidad y eficiencia operativa a lo largo de todo el recorrido. Este análisis se abordará a través de los dos tramos diferenciados propuestos para la línea: el primero, correspondiente a la zona serrana entre Cala y El Gergal, y el segundo, que discurre por la vega del Guadalquivir hasta su destino en San Juan de Aznalfarache.

Ilustración 12: Terraplén ferroviario.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

4.1.1 Tramo Minas de Cala — Presa del embalse del Gergal

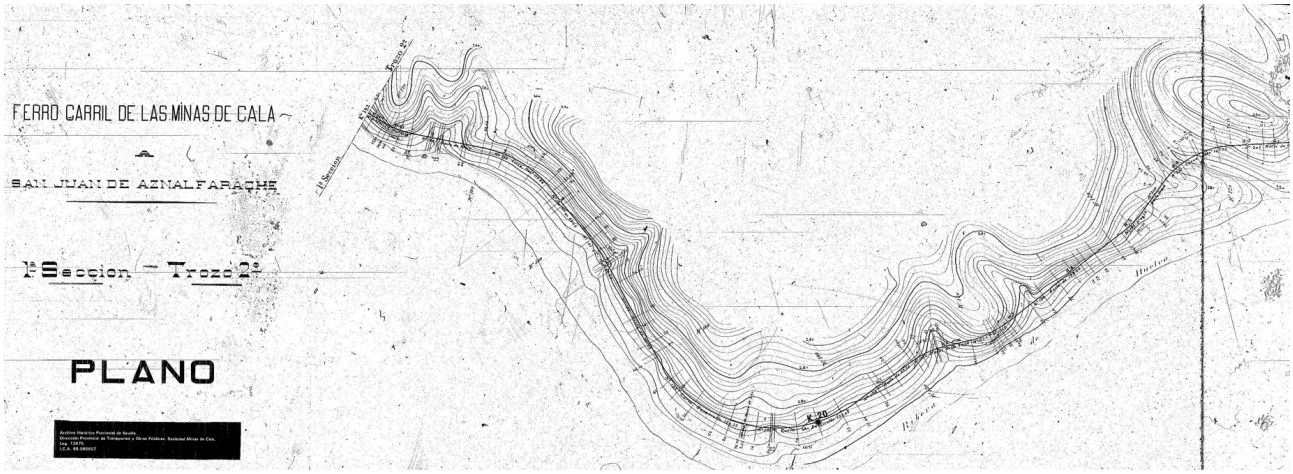
El primer tramo analizado abarca desde el entorno de las minas de Cala hasta las inmediaciones de la estación de El Gergal, atravesando un territorio de orografía abrupta, marcado por la presencia de sierras, valles estrechos y cauces fluviales encajados. En este sector, el trazado ferroviario se vio condicionado por la necesidad de adaptar la vía a un relieve complejo, lo que derivó en un predominio de curvas más ben cerradas, pendientes acentuadas y frecuentes cambios de rasante. Esta sección del recorrido, eminentemente montañosa, exigió soluciones de ingeniería que permitieran mantener la continuidad del ferrocarril sin recurrir de forma excesiva a infraestructuras singulares, priorizando la economía de medios y el aprovechamiento de los corredores naturales disponibles, como las riberas del Hierro y de Huelva.

Como se puede observar en dichos planos, el trazado describía con frecuencia curvas de radio reducido, resultado de una adaptación máxima a la accidentada orografía del terreno de esta zona. Esta estrategia permitía minimizar la necesidad de infraestructuras singulares y, en consecuencia, reducir los costes constructivos. Las alineaciones curvas más habituales presentaban radios

comprendidos entre los 100 y 120 metros, aunque puntualmente se alcanzaban valores superiores, con radios de 130, 150, 160 y 180 metros, llegando incluso a los 220 o 300 metros.

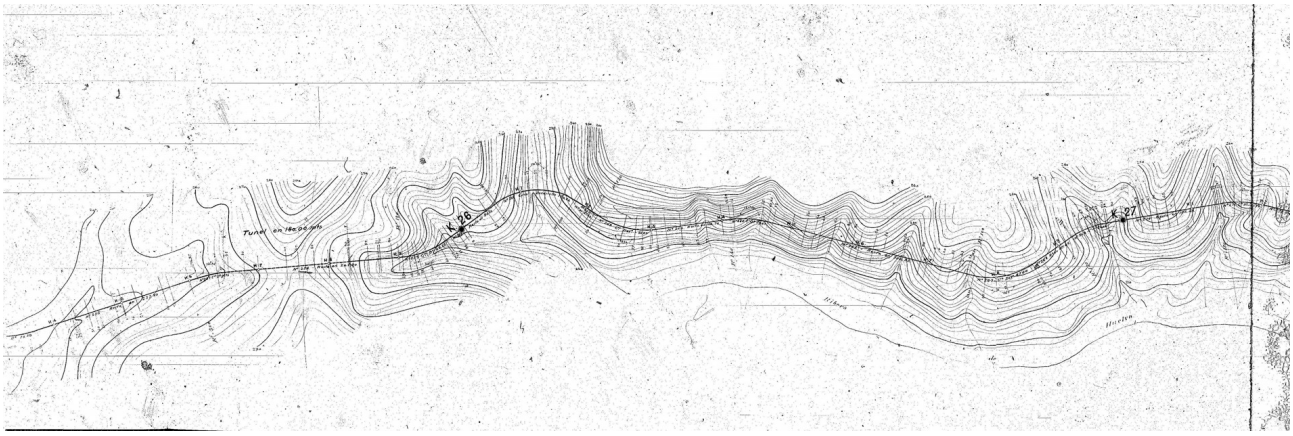
Estos radios generaban desarrollos curvos que, por lo general, oscilaban entre los 100 y 150 metros de longitud, aunque también se trazaban curvas por debajo de este rango, con recorridos de 50 o 80 metros, así como otros tramos puntuales que superaban los 200 metros hasta alcanzar incluso los 300 metros.

Por otra parte, dichas curvas se enlazaban con alineaciones rectas de longitudes variables, que pueden clasificarse en rectas cortas (50–150 metros), largas (200–380 metros) y excepcionalmente largas (400–500 metros), siendo estas últimas habituales en zonas de estación o en tramos de mayor regularidad topográfica.



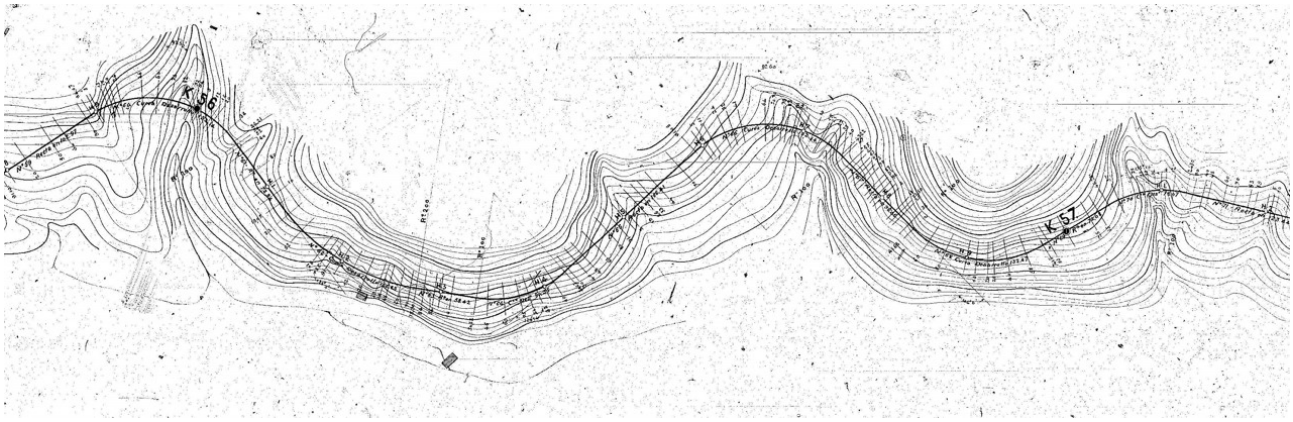
Plano 3: Planta del ferrocarril de Cala. 1º Sección - Trozo 2º. P.K 19+200 - P.K 20+700.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 4: Planta del ferrocarril de Cala. 1º Sección - Trozo 2º. P.K 25+400 - P.K 27+200.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 5: Planta del ferrocarril de Cala. 2º Sección - Trozo 1º. P.K 55+300 - P.K 57+300.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

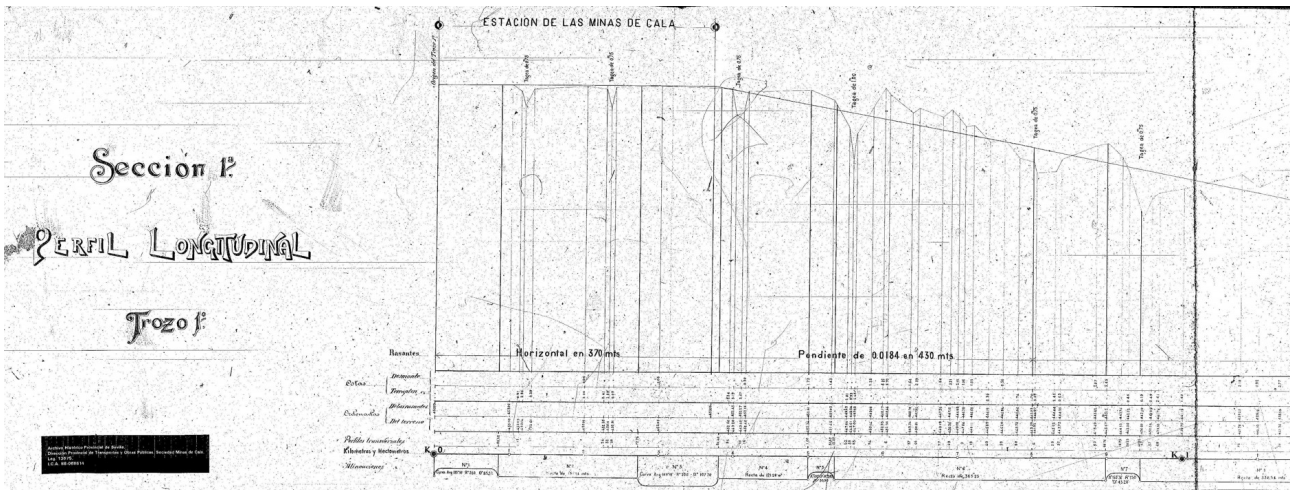
Respecto al perfil longitudinal, el ferrocarril presenta un descenso continuo a lo largo de todo su recorrido, siguiendo de manera paralela el curso de los ríos mencionados anteriormente. En consecuencia, no se identifican tramos con rampas ascendentes, sino que todo el trayecto se desarrolla en pendiente negativa, con valores que oscilan habitualmente entre el -1,500 % y el -2,000 %, siendo esta última la máxima inclinación establecida como norma general. Esta pendiente máxima del 2 % respondía a criterios técnicos ampliamente aceptados en la ingeniería ferroviaria de la época, ya que garantizaba una explotación segura y eficiente: pendientes superiores habrían dificultado el arranque de los trenes en subida y exigido un mayor esfuerzo de frenado en bajada, lo que conllevaría un notable incremento en el desgaste del material rodante y en el consumo de combustible. En líneas mineras como esta, donde predominaba el transporte de cargas pesadas, mantener la pendiente dentro de estos márgenes era fundamental para asegurar la estabilidad y el rendimiento del sistema. Por ello, era habitual encontrar inclinaciones inferiores a ese valor, como lo demuestran tramos con pendientes del orden del -1,140 %, -0,700 %, -0,615 % o incluso -0,100 %, determinadas según las condiciones del terreno.

Según se aprecia en los planos originales del proyecto, todas las estaciones presentan rasantes horizontales a lo largo de su desarrollo. Esta solución, además de facilitar la construcción de las plataformas de vías y de los edificios auxiliares, aportaba claras ventajas operativas. La disposición de tramos planos en las estaciones permitía realizar maniobras de frenado y arranque de manera más segura y eficiente, reduciendo la exigencia sobre las locomotoras y, por tanto, el consumo de combustible. Así, proyectar las estaciones sobre explanadas planas respondía no solo a criterios constructivos, sino también a consideraciones funcionales y económicas, evidenciando una vez más la notable competencia técnica de los ingenieros de la época.

El análisis detallado del perfil muestra que el primer tramo, desde Minas de Cala (P.K. 0+000) hasta las cercanías de la estación de Zufre (P.K. 19+200), presenta numerosos cambios de rasante entre pendientes descendentes y tramos horizontales. A partir de la estación de Zufre, el trazado adquiere una mayor regularidad, con rasantes predominantemente horizontales de hasta seis e incluso 9 kilómetros de longitud, hasta alcanzar la estación de El Ronquillo (P.K. 61+600), salvo por algunas pendientes puntuales. Desde esta última estación hasta más allá de la estación de El Gergal (P.K.

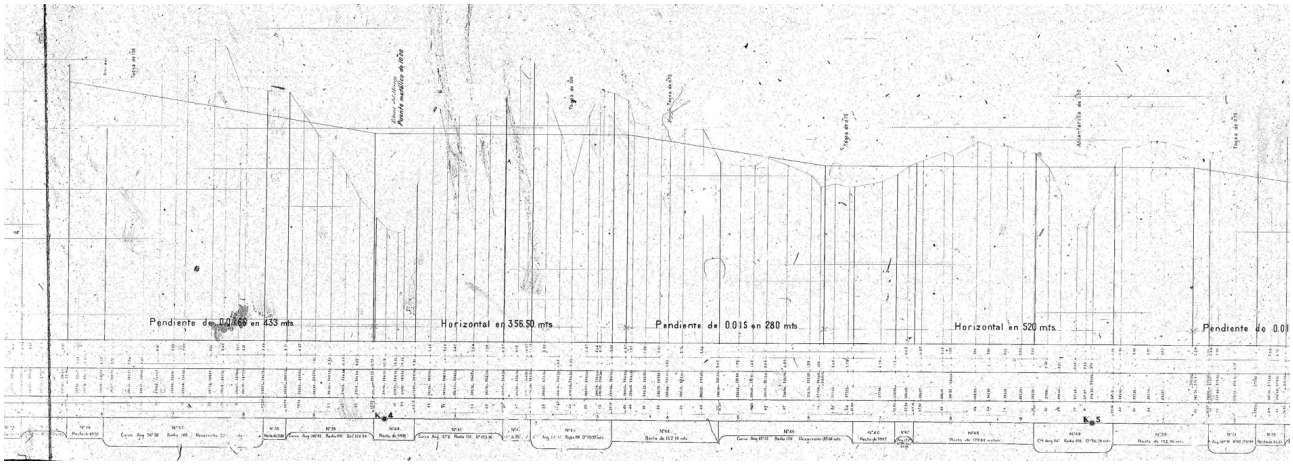
80+100), el perfil continúa con una pendiente suave, más homogénea que en el tramo inicial, aunque algo menos uniforme que en el sector intermedio.

Esta variación en el perfil longitudinal se explica por la evolución morfológica del territorio atravesado: mientras que en los primeros kilómetros el ferrocarril discurre por el estrecho y sinuoso valle del río Ribera de Hierro, a medida que avanza hacia el sur y se aproxima a la cuenca del Guadalquivir, los valles se ensanchan progresivamente. Esta transición facilita un trazado más regular y menos accidentado, lo que permitió optimizar tanto la construcción como la explotación del ferrocarril.



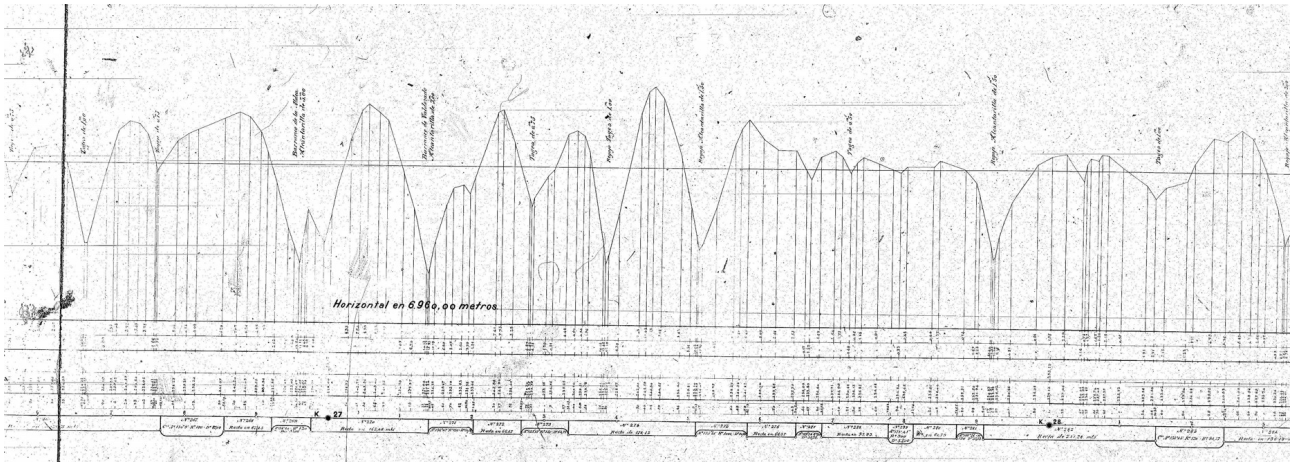
Plano 6: Perfil longitudinal del ferrocarril de Cala. 1º Sección - Trozo 1º. P.K 0+000 - P.K 1+100.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



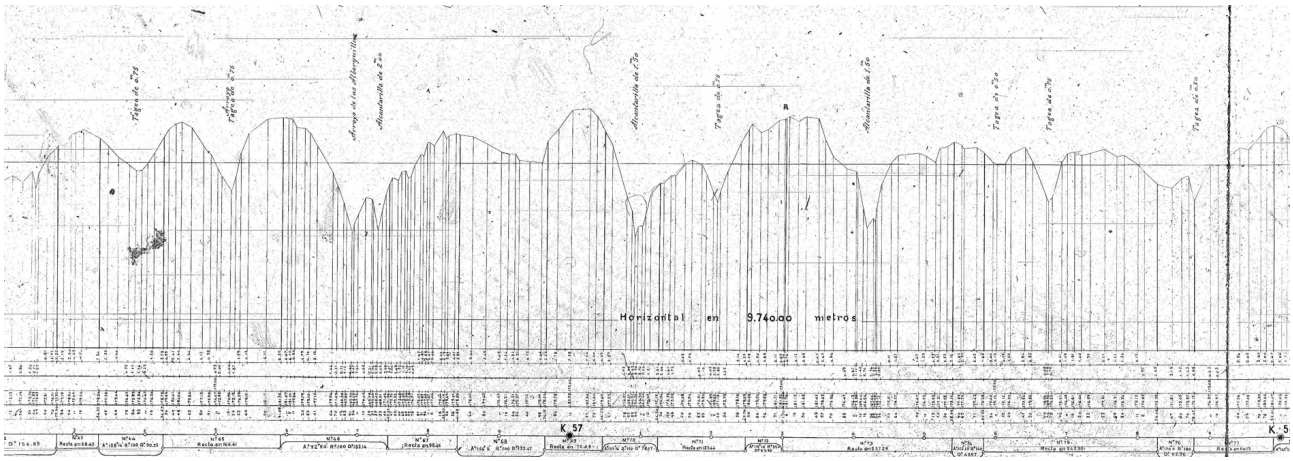
Plano 7: Perfil Longitudinal del ferrocarril de Cala. 1º Sección - Trozo 1º. P.K 3+600 - P.K 5+200.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 8: Perfil longitudinal del ferrocarril de Cala. 1º Sección - Trozo 2º. P.K 26+600 - P.K 28+300.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 9: Perfil longitudinal del ferrocarril de Cala. 2º Sección - Trozo 1º. P.K 48+700- P.K 49+700.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

4.1.2 Presa del embalse del Gergal — Embarcadero de San Juan de Aznalfarache

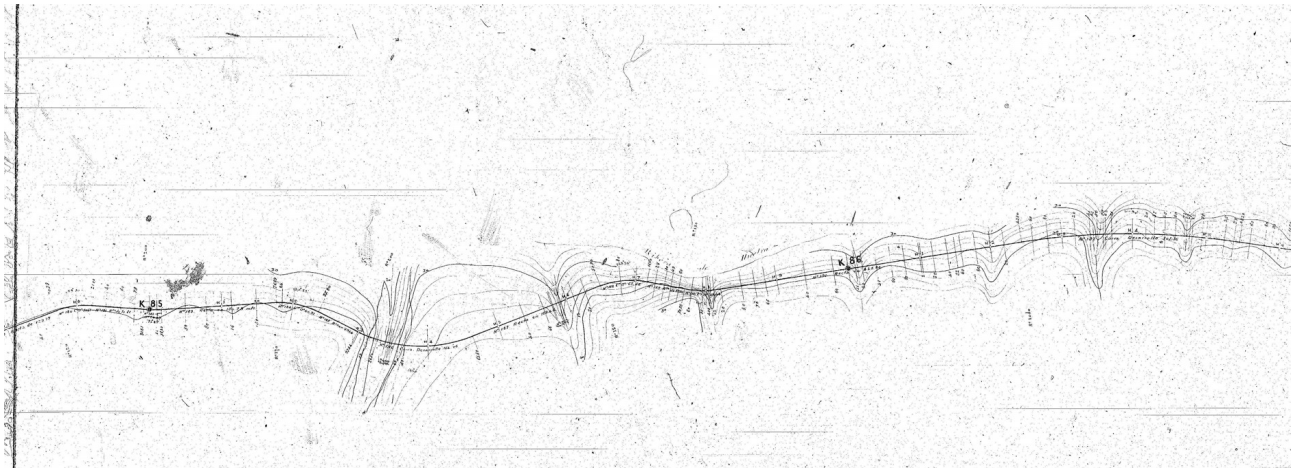
El segundo tramo del trazado, comprendido entre la estación de El Gergal y el muelle de San Juan de Aznalfarache, discurre por un territorio progresivamente más llano, correspondiente a la vega del Guadalquivir. Esta transición hacia un paisaje de menor relieve permitió definir un recorrido mucho más regular, tanto en planta como en perfil, con pendientes suaves, largas rasantes horizontales y curvas de mayor radio. La orografía favorable redujo significativamente la necesidad de grandes movimientos de tierra y obras especiales, facilitando una ejecución más sencilla y una infraestructura más eficiente desde el punto de vista operativo. Este tramo final, además, consolidó el papel funcional del ferrocarril como eje logístico, al conectar directamente la zona minera con los puntos de carga fluvial, asegurando la salida del mineral hacia los vapores mercantes.

Prueba de ello, es la configuración notablemente más uniforme dada a partir del P.K. 80+100, aguas abajo de la estación de El Gergal. Donde, el el trazado adoptó una topografía más suave y continua —propia de la vega del bajo Guadalquivir— que permitió el desarrollo de alineaciones curvas con

radios generalmente mayores, aunque sin alcanzar dimensiones excesivamente amplias. Predominando, los radios de entre 200 y 220 metros, si bien aún se definieron curvas más cerradas, de hasta 120 metros, así como otras más abiertas y puntuales que alcanzaban los 400 metros, asociadas a sectores especialmente favorables del relieve.

Los desarrollos curvos correspondientes a estos radios se situaron mayoritariamente entre 150 y 350 metros de longitud, lo que facilitó transiciones más suaves entre alineaciones y una circulación más estable. Estas curvas se enlazaban con tramos rectos más frecuentes y prolongados que en las secciones serranas, clasificables en tres categorías: cortos (50–150 metros), medios (200–300 metros) y largos (más de 400 metros), siendo estos últimos habituales en las proximidades de estaciones o en zonas con mayor regularidad geométrica.

El diseño del trazado en esta sección evidenció un claro esfuerzo por adaptar la infraestructura a las condiciones del terreno, buscando siempre el equilibrio entre economía constructiva y funcionalidad operativa. Todo ello puso de manifiesto, una vez más, la pericia técnica de los ingenieros responsables del proyecto.



Plano 10: Planta del ferrocarril de Cala. 2º Sección - Trozo 2º. P.K 84+900 - P.K 86+500.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Plano 11: Planta del ferrocarril de Cala. 2º Sección - Trozo 2º. P.K 86+300 – P.K 88+000 .

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

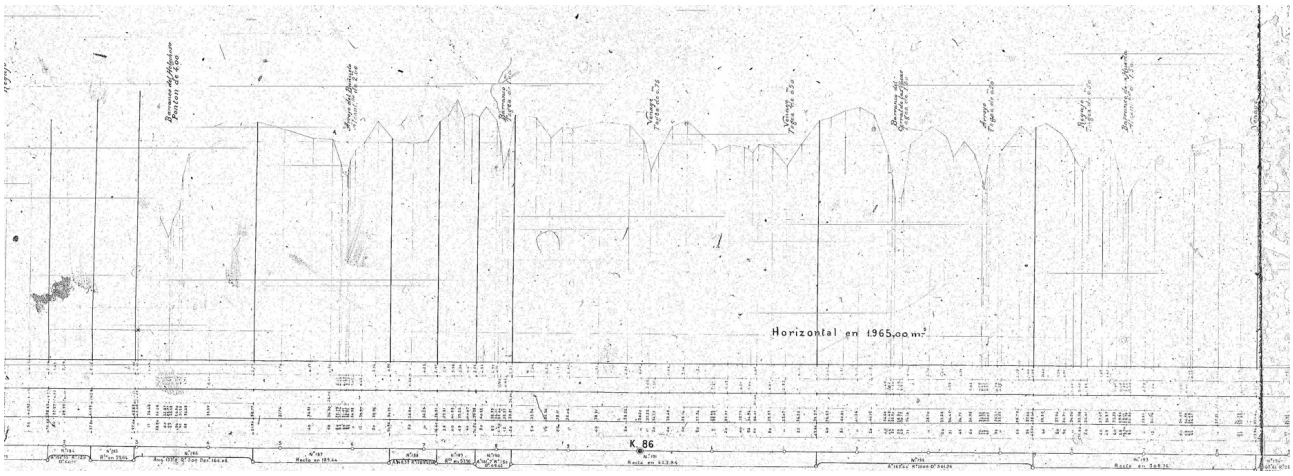
En cuanto al perfil longitudinal de este sector, éste adoptó una configuración mucho más tendida y regular, con un descenso progresivo hacía el Guadalquivir mediante una sucesión de pendientes suaves alternadas con rasantes horizontales, las cuales fueron más frecuentes y extensas que en el tramo anterior.

Las pendientes definidas en esta sección fueron notablemente moderadas, con valores de 1,280 %, 0,650 %, 0,460 % y 0,170 %, disminuyendo gradualmente conforme el trazado se aproximaba al muelle cargadero de San Juan (P.K 96+700). Este perfil suave no solo favoreció una circulación más estable y segura, sino que también redujo considerablemente la exigencia sobre las locomotoras, especialmente en el transporte de cargas pesadas.

En comparación con el recorrido situado aguas arriba de la estación de El Gergal, esta zona presentó un mayor número de tramos en rasante horizontal, muchos de ellos con longitudes comprendidas entre 1 y 2 kilómetros. La mayor regularidad del relieve permitió minimizar los movimientos de tierra y facilitó la ejecución de una plataforma uniforme, simplificando tanto la construcción como la explotación ferroviaria.

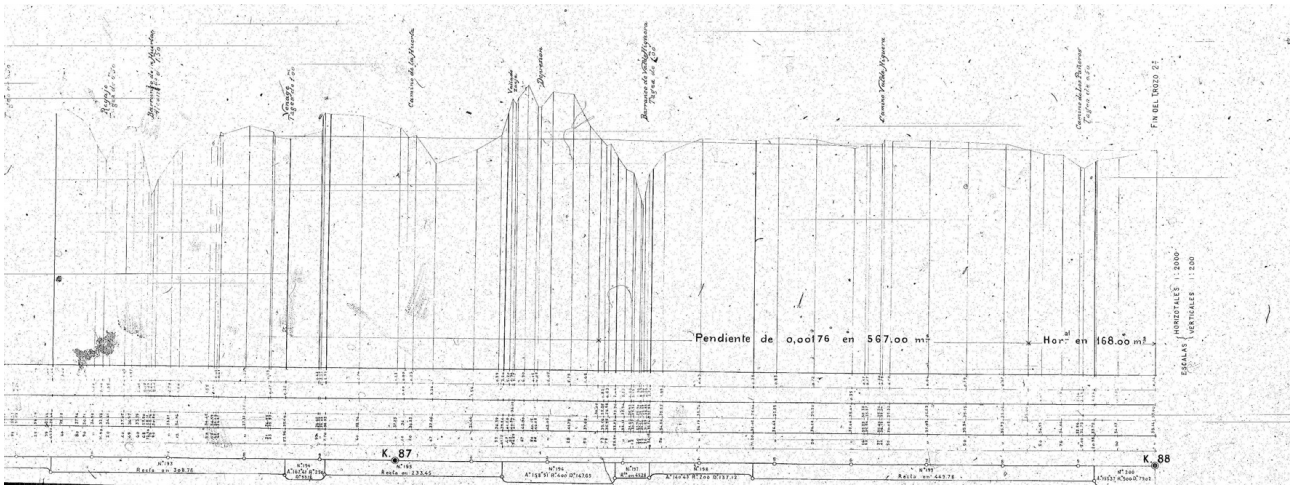
Las estaciones del tramo —como Guillena, Santiponce, Camas y San Juan de Aznalfarache— se implantaron sobre explanadas completamente horizontales, manteniendo la lógica funcional aplicada en el resto de la línea. Esta disposición permitía maniobras más seguras y eficientes, reduciendo el esfuerzo mecánico y optimizando el consumo de combustible.

En conjunto, el perfil longitudinal de esta última sección del trazado refleja un aprovechamiento preciso de las condiciones del terreno, lo que permitió materializar una infraestructura más eficiente, económica y plenamente adaptada a las necesidades operativas del ferrocarril minero.



Plano 12: Perfil longitudinal del ferrocarril de Cala. 2º Sección - Trozo 2º. P.K 85+100- P.K 86+900.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 13: Perfil longitudinal del ferrocarril de Cala. 2º Sección - Trozo 2º. P.K 86+500- P.K 88+000.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Finalmente, resulta pertinente considerar cómo las características geométricas del trazado condicionaron las velocidades de circulación de la línea. En este sentido, la presencia de curvas de radio reducido en el tramo montañoso inicial (con radios entre 100 y 150 metros) y pendientes pronunciadas (hasta el -2,000 %) limitaba de forma considerable la velocidad operativa, que difícilmente superaría los 30 o 35 km/h. En los tramos intermedios, con radios más amplios (150–220 metros) y rasantes más estables, era posible alcanzar velocidades ligeramente superiores, en torno a los 35–45 km/h. Por su parte, el tramo final, ya dentro de la vega del Guadalquivir, presentaba condiciones mucho más favorables: radios de hasta 400 metros, pendientes muy suaves (entre el 1,280 % y el 0,170 %) y abundantes rasantes horizontales, lo que permitía velocidades más constantes, próximas o superiores a los 50 km/h en condiciones óptimas.

Estas velocidades teóricas pueden estimarse aplicando una fórmula empírica de uso habitual en ingeniería ferroviaria para calcular la velocidad máxima segura en curvas:

$$V = \sqrt{11{,}80 \cdot (R + D)}$$

donde:

- V es la velocidad máxima (en km/h),
- R es el radio de la curva (en metros),
- D es la sobreelevación efectiva (en mm), que en líneas de uso minero como esta solía ser baja (0–60 mm).

A modo ilustrativo, se presenta a continuación una tabla con la estimación de velocidades máximas teóricas para distintos radios característicos del trazado:

RADIO (M)	VELOCIDAD (D = 0 MM)	VELOCIDAD (D = 60 MM)
100	34,4 km/h	39,0 km/h
120	37,6 km/h	41,9 km/h
150	42,0 km/h	46,0 km/h
200	47,9 km/h	51,8 km/h
220	50,3 km/h	54,1 km/h
400	62,4 km/h	66,0 km/h

Tabla 12: velocidades máximas teóricas según el radio de la curva.

Asimismo, puede establecerse una clasificación general orientativa de las velocidades estimadas a lo largo de los distintos tramos del recorrido:

TRAMO	CONDICIONES GEOMÉTRICAS	VELOCIDAD ESTIMADA
Cala – Zufre – El Ronquillo	Radios cerrados (100–150 m), fuertes pendientes	20–35 km/h
Zufre – El Gergal	Radios moderados (150–220 m), perfil más regular	35–45 km/h
El Gergal – San Juan de Aznalfarache	Radios más abiertos (200–400 m), perfil suave y llano	45–55 km/h

Tabla 13: Velocidad de proyecto por tramos.

En conjunto, la evolución del trazado —desde un tramo inicial condicionado por la orografía serrana hasta una sección final progresivamente más suave y regular— no solo respondió a criterios topográficos y constructivos, sino que tuvo un impacto directo en la eficiencia operativa de la línea, permitiendo una circulación más fluida, segura y sostenida en su tramo terminal hacía el Guadalquivir.

Por ende, el ferrocarril de Cala al Guadalquivir constituye un ejemplo paradigmático de ingeniería ferroviaria adaptada a las condiciones topográficas, técnicas y funcionales de su tiempo. A lo largo de sus más de 90 kilómetros, el trazado revela un equilibrio constante entre la necesidad de conectar una zona minera de difícil acceso y la optimización de recursos disponibles a inicios del siglo XX. En el tramo montañoso inicial, los ingenieros supieron adaptarse a la orografía compleja mediante alineaciones de radio reducido, fuertes pendientes y el uso puntual de túneles y puentes, manteniendo siempre una lógica de economía constructiva y operativa.

Conforme el ferrocarril avanzaba hacia la vega del Guadalquivir, el perfil se tornaba más tendido y la planta más regular. Esta transición permitió aprovechar al máximo la suavidad del terreno, facilitando la ejecución de largas rasantes horizontales, curvas más abiertas y rectas extensas, lo que redundó en una mejora significativa del rendimiento del sistema ferroviario. El diseño de las estaciones sobre explanadas planas, la reducción progresiva de las pendientes y la mejora en los radios de curvatura revelan una planificación minuciosa orientada a maximizar la eficiencia del transporte de cargas pesadas.

En conjunto, el estudio del trazado y del perfil longitudinal de esta línea no solo pone de manifiesto la capacidad de adaptación de la ingeniería ferroviaria a los condicionantes físicos del territorio,

sino que también evidencia la coherencia técnica y económica de un proyecto concebido para integrarse funcionalmente con el paisaje. Su legado, más allá de lo material, radica en la lección de ingenio y racionalidad que aún hoy resulta ejemplar para la comprensión de la infraestructura ferroviaria histórica en entornos complejos.

4.2 Infraestructuras ferroviarias singulares

4.2.1 Estaciones

La línea principal del ferrocarril de Cala al Guadalquivir llegó a contar con un total de doce estaciones distribuidas a lo largo de su recorrido: Minas de Cala, La Junta, Zufre, Zufre Cataveral, Ronquillo Empalme, Ronquillo, La Rigüela, El Gergal, Guillena, Santiponce, Camas y San Juan de Aznalfarache.

Plano 14: Distribución de las estaciones a lo largo de la línea.

Fuente: Los ferrocarriles en la provincia de Huelva, un recorrido por el pasado.

A pesar de las diferencias geográficas entre los tramos, todas las estaciones respondían a un patrón constructivo común, basado en un edificio central de dos plantas con buhardilla, acompañado por dos módulos laterales adosados, generalmente destinados a mercancías y a servicios para viajeros. Estas edificaciones albergaban salas de espera y equipajes, así como espacios diferenciados —aunque muy reducidos— para aseos masculinos y femeninos, contiguos a las estancias principales. La construcción era sencilla, con techumbres de tablazón de madera y teja plana, y frecuentemente se incluía una chimenea en la vivienda del jefe de estación, la cual se disponía en las dos plantas superiores.

El conjunto seguía una distribución funcional pensada para optimizar la operatividad ferroviaria y cubrir, a escala local, las necesidades del transporte mixto de pasajeros y mercancías. En algunas estaciones, especialmente aquellas con mayor actividad o bifurcaciones operativas, podían

incorporarse estructuras adicionales como muelles de carga, placas giratorias, depósitos de agua, carboneras, embarcaderos de ganado o pequeñas dependencias técnicas. La homogeneidad del diseño no solo respondía a razones económicas y constructivas, sino que también buscaba una imagen coherente y fácilmente reconocible a lo largo del trazado. Este modelo arquitectónico, sencillo pero eficaz, reflejaba el equilibrio entre funcionalidad, economía de medios y presencia institucional que caracterizó al conjunto de la línea.Aunque el patrón arquitectónico era común a toda la línea, se establecieron tres variantes principales en el diseño de las estaciones, diferenciadas por su grado de desarrollo y por la presencia de determinados módulos funcionales. El tipo más sencillo era el de dos cuerpos: un edificio principal con planta baja y primera planta con buhardilla, y un único módulo lateral adosado, prescindiendo del andén cubierto o del módulo de mercancías. Este tipo se reservaba generalmente para paradas menores, con funciones básicas de control o cruce. El segundo modelo, más habitual, incorporaba tres módulos: el cuerpo central y dos alas laterales simétricas, una destinada a servicios para viajeros y la otra a operaciones de carga. Sin embargo, en algunos casos como el de Zufre, se utilizó una versión especular del diseño habitual, invirtiendo la disposición de los módulos respecto al edificio principal, probablemente en función de las condiciones topográficas, la orientación del trazado o la posición de las vías. Esta adaptabilidad dentro de un esquema general homogéneo muestra la flexibilidad del modelo para ajustarse a las necesidades particulares de cada enclave sin perder la unidad formal de la línea.

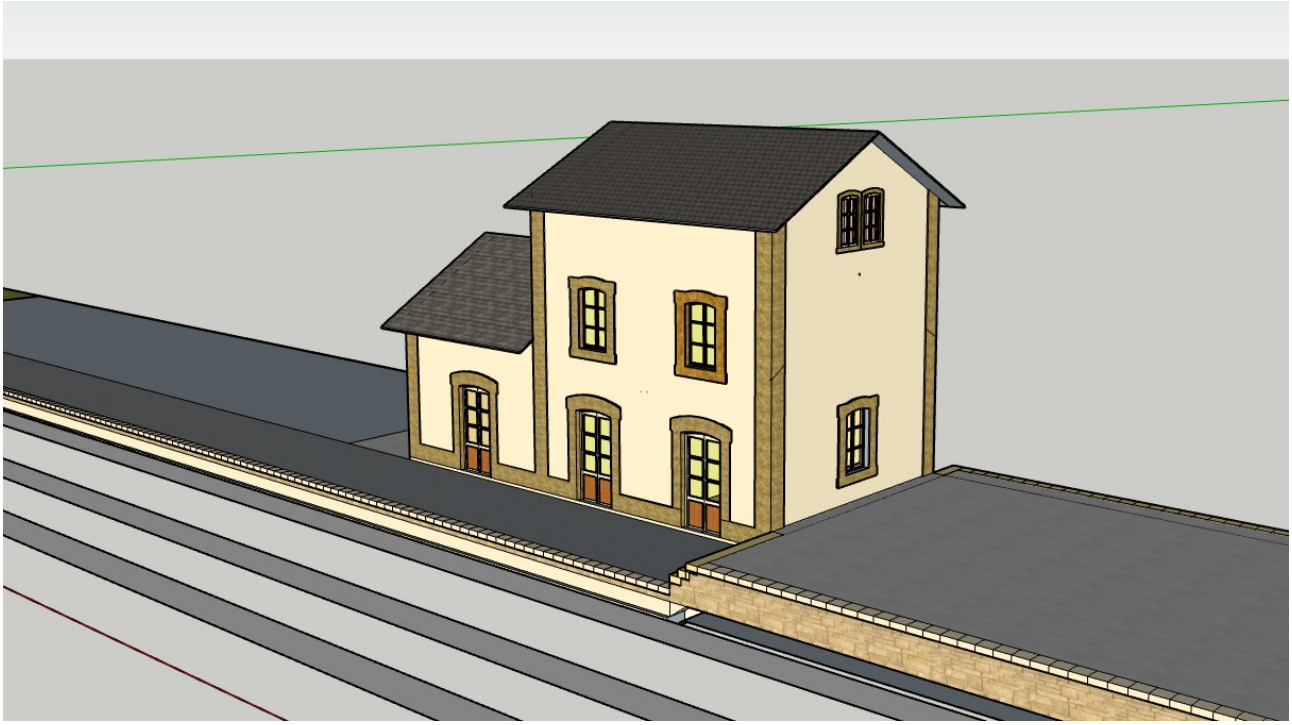


Ilustración 13: Modelo digital de estación tipo de dos módulos.

Fuente: Elaboración propia.

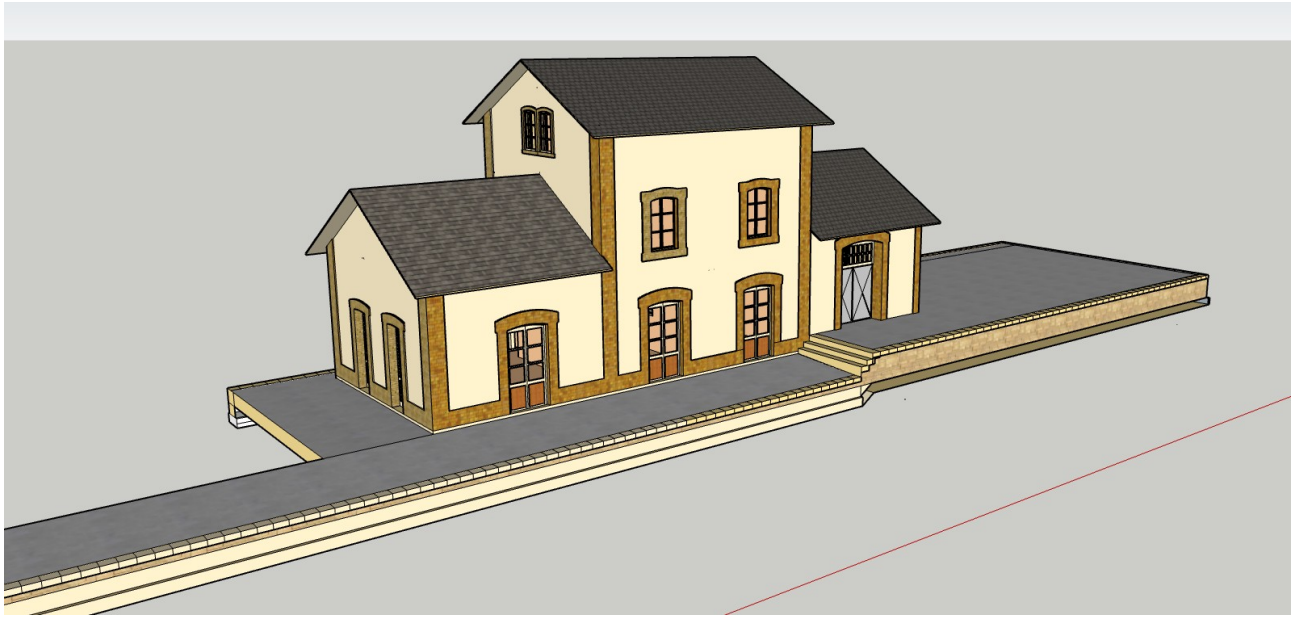


Ilustración 14: Modelo digital de estación tipo de tres módulos.

Fuente: Elaboración propia.

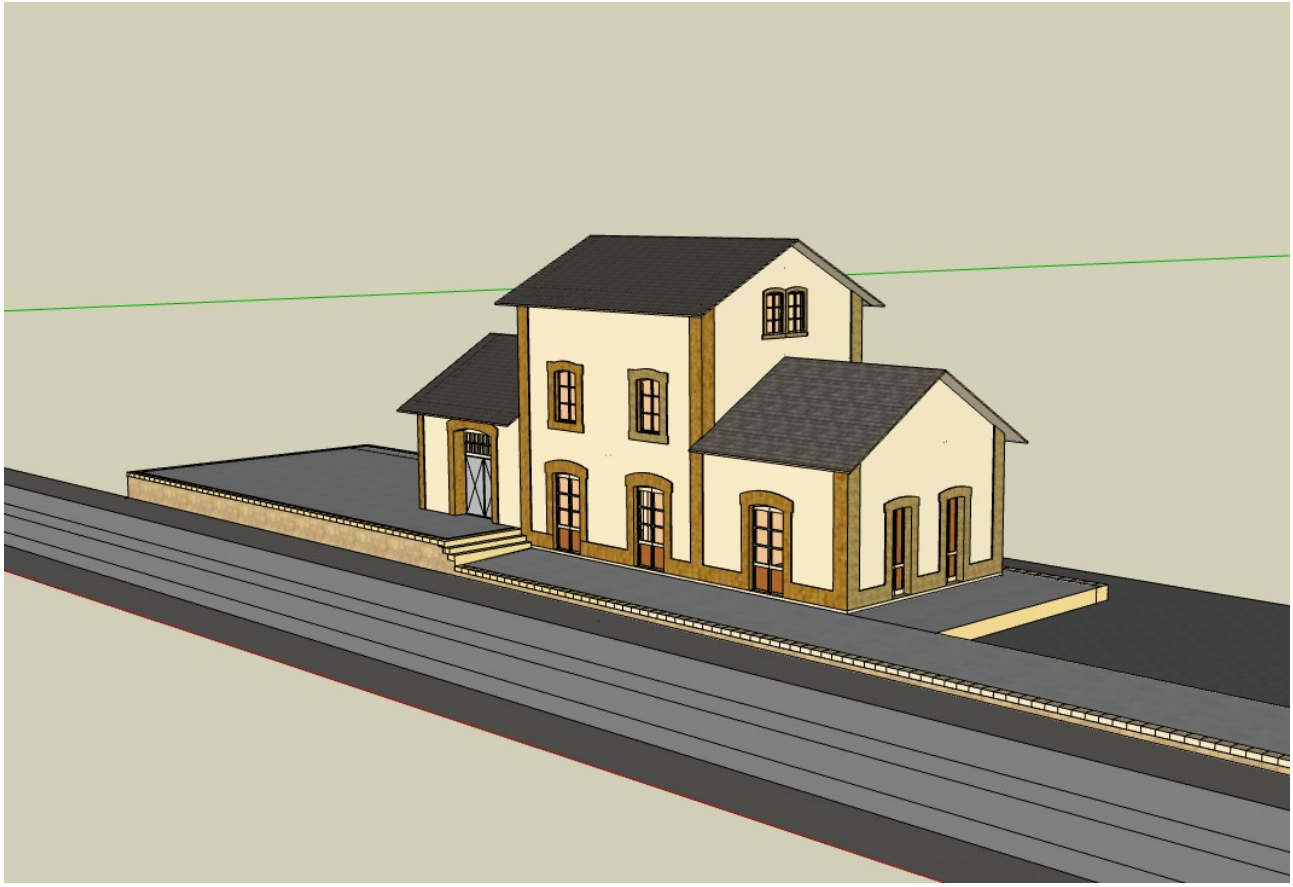


Ilustración 15: Modelo digital de estación tipo de tres módulos. Simetría especular.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, es importante destacar que estas estaciones desempeñaron un papel fundamental no solo como puntos de parada o carga y descarga, sino como nodos estratégicos dentro de un complejo sistema logístico, técnico y territorial. Muchas de ellas, fueron ubicadas con lógica aparente; próximas a núcleos urbanos, explotaciones mineras o cruces ferroviarios relevantes. Tal es el caso, por ejemplo, de Minas de Cala, punto de origen de la línea y enclave directo de la explotación minera, desde donde se cargaban los minerales con destino al Guadalquivir. También Zufre, situada junto al municipio homónimo; Guillena y Santiponce, insertas en el tejido urbano de sus respectivas localidades, desde donde se prestaban servicios de viajeros, transporte de mercancías e incluso de ganado. Por su parte, Camas representaba un nudo ferroviario esencial, al confluir con la línea de MZA (Madrid-Zaragoza-Alicante), lo que ampliaba las posibilidades de conexión regional y nacional. En el extremo final, la estación de San Juan de Aznalfarache se consolidaba como el gran centro logístico de la línea, al integrarse con el embarcadero fluvial desde donde el mineral se transbordaba a los vapores que remontaban el Guadalquivir.

Sin embargo, otras estaciones aparentemente secundarias, como Zufre Cataveral, La Rigüela o El Gergal, pueden parecer, a simple vista, ubicadas en lugares de escasa relevancia geográfica o sin conexión evidente con núcleos poblacionales o industriales. No obstante, su función dentro del sistema ferroviario era igualmente esencial. Estas estaciones cumplían un papel técnico clave: regular el tráfico ferroviario en una línea de vía única. Su existencia permitía dividir el trayecto en cantones, de forma que un tren no pudiera entrar en un tramo hasta que estuviera libre, evitando así colisiones y garantizando la seguridad de la circulación.

Además, estas estaciones intermedias solían contar con instalaciones auxiliares de abastecimiento, como depósitos de agua y carbón, fundamentales para mantener operativas las locomotoras de vapor en sus trayectos de casi 100 kilómetros. Pero más allá de sus funciones técnicas, su emplazamiento también respondía en ocasiones a oportunidades logísticas y económicas de su entorno inmediato. Por ejemplo, en las proximidades de la estación de El Gergal existían varios molinos de agua, vinculados a la producción de harina, un producto que podía ser fácilmente transportado como mercancía mediante el ferrocarril. Asimismo, a sus espaldas se ubicaba una cantera de materiales pizarrosos, lo que ofrecía otra fuente potencial de carga. En el caso de La Rigüela, los planos históricos muestran la existencia de una pequeña explotación minera cercana: Mina del Rosario, lo que refuerza su papel como punto de embarque de mineral, además de su ya mencionada función como estación de regulación de tráfico ferroviario.

En conjunto, esta combinación entre estaciones con alta relevancia operativa y otras de función técnica y aprovechamiento del entorno demuestra que el trazado no solo respondió a una lógica económica o territorial, sino también a una planificación ferroviaria integral, en la que cada punto del recorrido tenía una función precisa dentro del engranaje de la línea.

Aunque estas estaciones constituyeron nodos fundamentales en la operativa ferroviaria, hoy en día su estado de conservación es, en la mayoría de los casos, deficiente debido al abandono progresivo del trazado, procesos de higuerización o, directamente, su desaparición como resultado del desarrollo urbano acelerado de los municipios cercanos a Sevilla. A ello se suma el impacto de diversas transformaciones del entorno, como la construcción de embalses en la Ribera de Huelva, que afectaron de forma directa al sistema ferroviario.

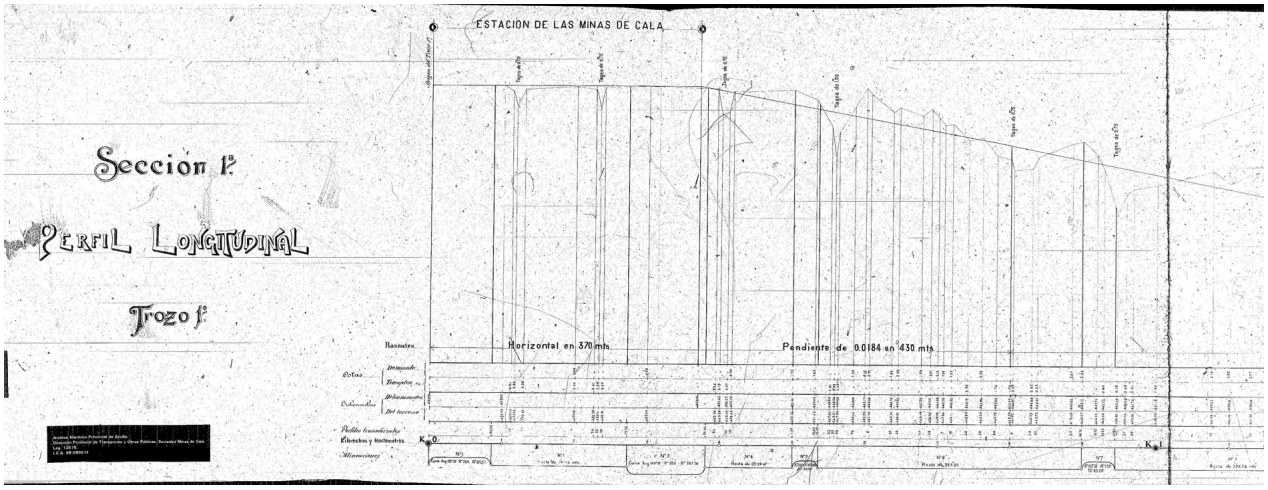
A continuación, se ofrece una exposición general de las distintas estaciones que componían la línea, con una breve descripción de cada una de ellas, basada en planos, imágenes y otras fuentes disponibles. Teniendo, como objetivo identificar sus principales características funcionales y constructivas, además de, aportar una visión de conjunto que ayude a comprender su papel dentro del la línea ferroviaria y su relación con el trazado.

1. ***Estación de Minas de Cala (P.K 0+000).***

La estación de Minas de Cala, de tres módulos, constituía el punto de origen del ferrocarril y uno de los enclaves más significativos de toda la línea. Situada junto al núcleo minero del mismo nombre, su función principal era dar salida a los metales extraídos —principalmente hierro y cobre— junto con minerales como la magnetita, desde las instalaciones de la compañía hasta los puntos de embarque en el Guadalquivir. Para ello, contaba con una amplia playa de vías (con placa giratoria) destinada a operaciones de carga, clasificación y maniobra, lo que la convertía en un centro logístico de primer orden. Además del uso industrial, la estación también prestaba servicios básicos de transporte de mercancías generales y viajeros, reflejo del vínculo entre la actividad minera y el entorno social y económico de la comarca. Su disposición y volumen constructivo estaban claramente subordinados a las necesidades de la explotación, por lo que combinaba funcionalidad con una arquitectura sobria, en línea con el resto de estaciones de la línea.

Mapa 4: Localización de la Estación de Minas de Cala.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.



Plano 15: Perfil longitudinal de la estación de Minas de Cala.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Ilustración 16: Estación de Minas de Cala. Poblado minero al fondo.

Fuente: Archivo de D. Santiago González Flores.

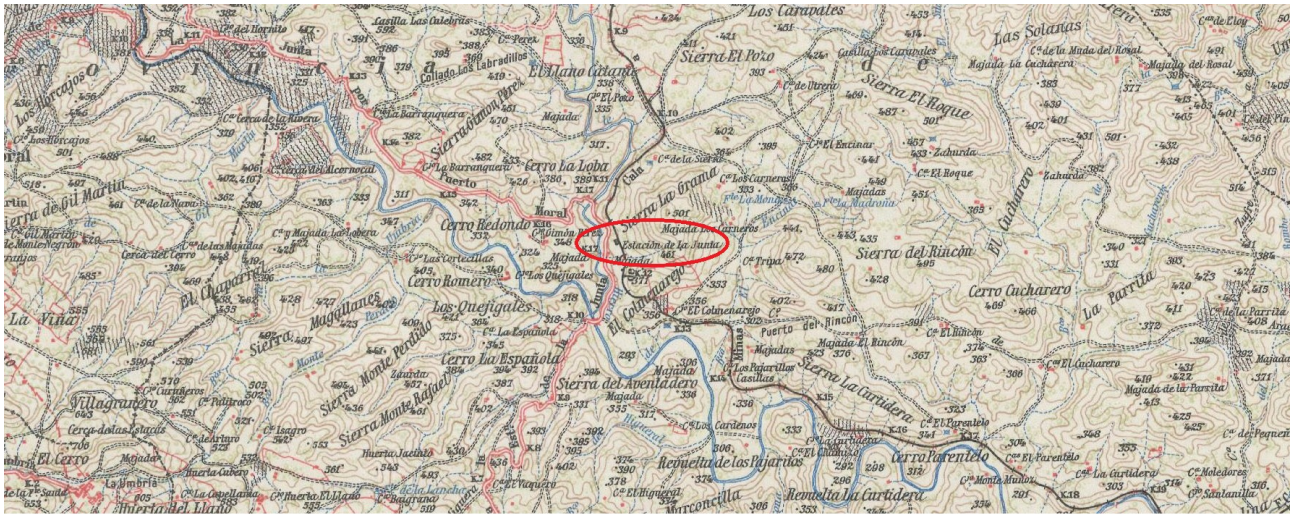
Ilustración 17: Estación de Minas de Cala. Estado actual.

Fuente: Archivo de D. Santiago González Flores.

2. ***Estación de la Junta (P.K 11+735).***

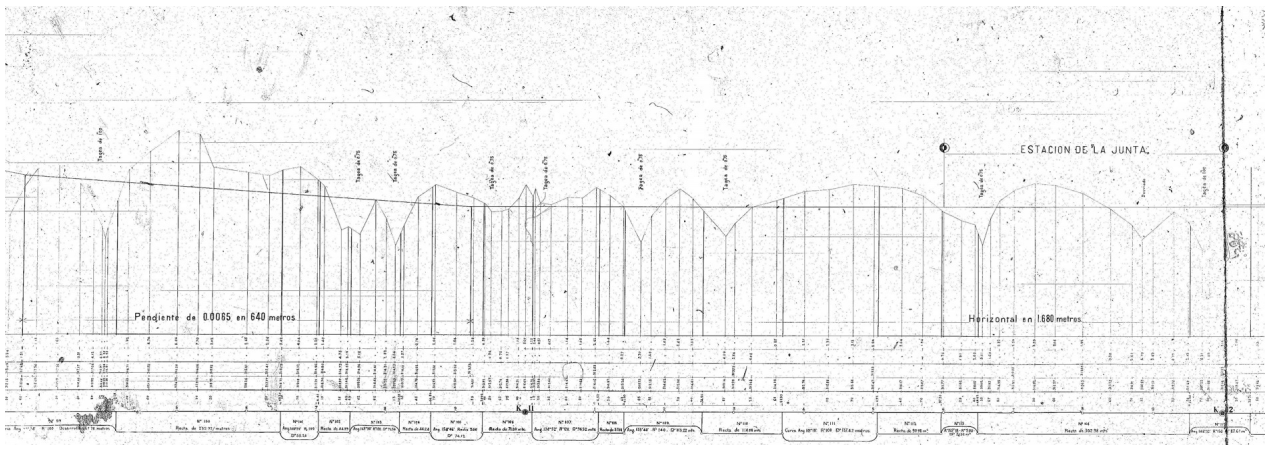
La estación de La Junta, de tres módulos, desempeñaba un papel clave en la articulación del trazado, puesto que se ubicaba en la confluencia de las riberas de Hierro y de Huelva —de ahí su nombre, de la junta ó unión de ambos ríos— , un punto estratégico tanto por la distancia a la que se encontraba de sus correspondientes estaciones contiguas, como por sus características topográficas y operativas. Y, donde además, el ferrocarril comenzaba a adoptar una orientación más definida hacia el sur, gracias a, la apertura paulatina del valle que formaba el Ribera de Huelva.

Aunque de menor entidad que otras estaciones principales, contaba con las instalaciones necesarias para el cruce de trenes, pequeñas maniobras y servicios básicos tanto para viajeros como para mercancías. Además, disponía de un embarcadero de ganado, lo que evidencia su papel complementario en el transporte agropecuario de la zona, más allá de su función estrictamente ferroviaria. Su presencia facilitaba el escalonamiento de la explotación y el control de la circulación en un tramo de orografía compleja, convirtiéndola en una pieza importante dentro del funcionamiento general de la línea.



Mapa 5: Localización de la Estación La Junta.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.



Plano 16: Perfil longitudinal de la estación de La Junta.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Ilustración 18: Estación de la Junta al fondo. Embarcadero de ganado en primer plano.

Fuente: Archivo de La Rigüela.

Ilustración 19: Embarcadero de ganado. Estación de La Junta.

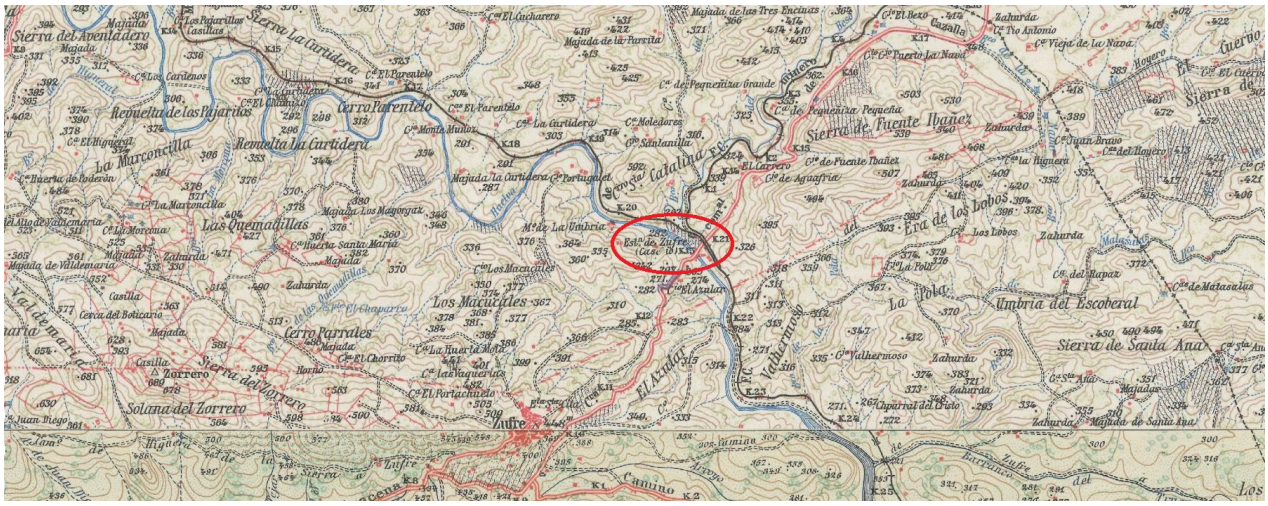
Fuente: Archivo de La Rigüela.

3. ***Estación de Zufre (P.K 21+120).***

La estación de Zufre, de tres módulos con simetría especular, constituía uno de los puntos intermedios más relevantes dentro del tramo montañoso de la línea, tanto por su funcionalidad ferroviaria como por su localización estratégica. Su emplazamiento respondía, en primer lugar, a la necesidad de dar servicio a la población del municipio homónimo, así como a las explotaciones agropecuarias y forestales del entorno. Además, su ubicación se veía reforzada por el paso, en sus inmediaciones, de la antigua carretera comarcal que conectaba Cazalla de la Sierra con Aracena, a través del puente de Azular, lo que mejoraba notablemente su accesibilidad y articulación con otras redes de transporte.

A ello se sumaba su papel clave como punto de enlace con el ramal que se dirigía hacia las minas de Teuler, atravesando Santa Olalla del Cala, lo que reforzaba su importancia operativa dentro del sistema ferroviario. Contaba con una rasante horizontal que favorecía las operaciones de frenado, arranque y cruce de trenes, así como las maniobras vinculadas a la bifurcación. Aunque su configuración era más modesta que la de las estaciones terminales, seguía el modelo constructivo común de la línea: edificio principal para viajeros y personal ferroviario, y dependencias funcionales adosadas.

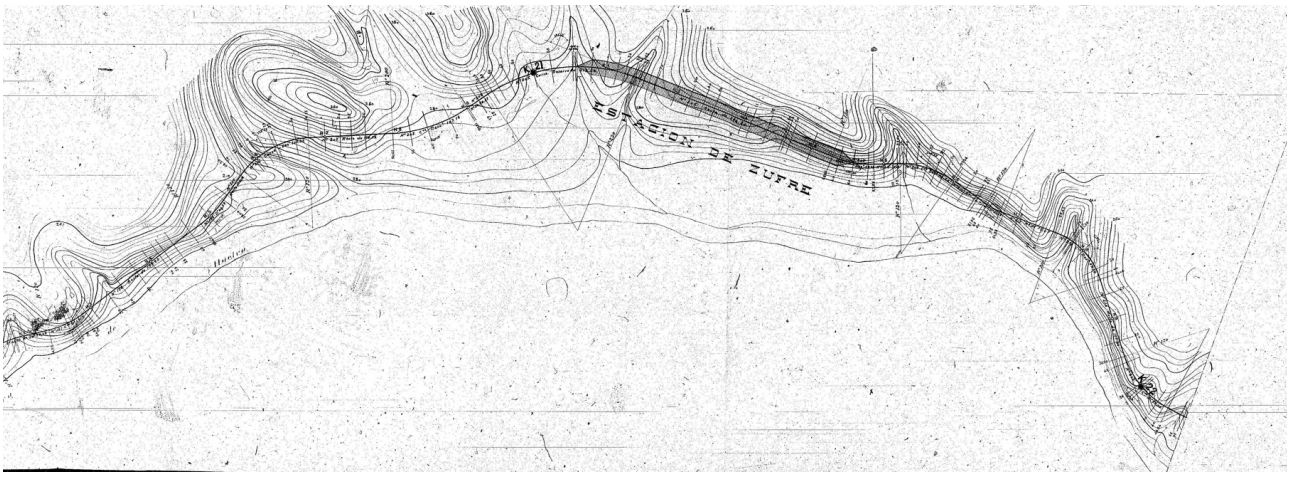
Actualmente, la estación permanece sumergida bajo las aguas del embalse de Zufre, construido décadas después de la clausura de la línea, lo que ha supuesto la desaparición casi total de sus estructuras. Su recuerdo pervive principalmente en los documentos técnicos y gráficos que dan testimonio de su papel como nodo ferroviario en una zona de especial complejidad orográfica.



Mapa 6: Localización de la Estación de Zufre.

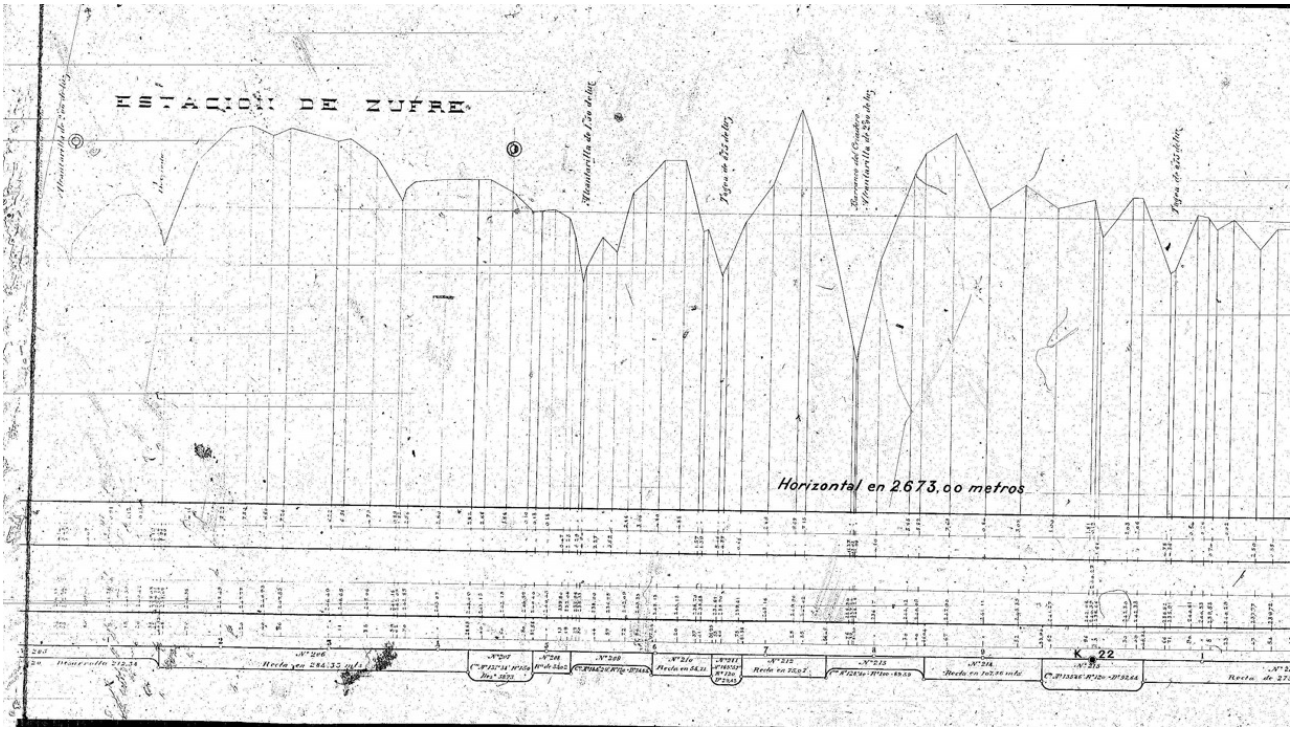
Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

l



Plano 17: Plano en planta de la Estación de Zufre.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



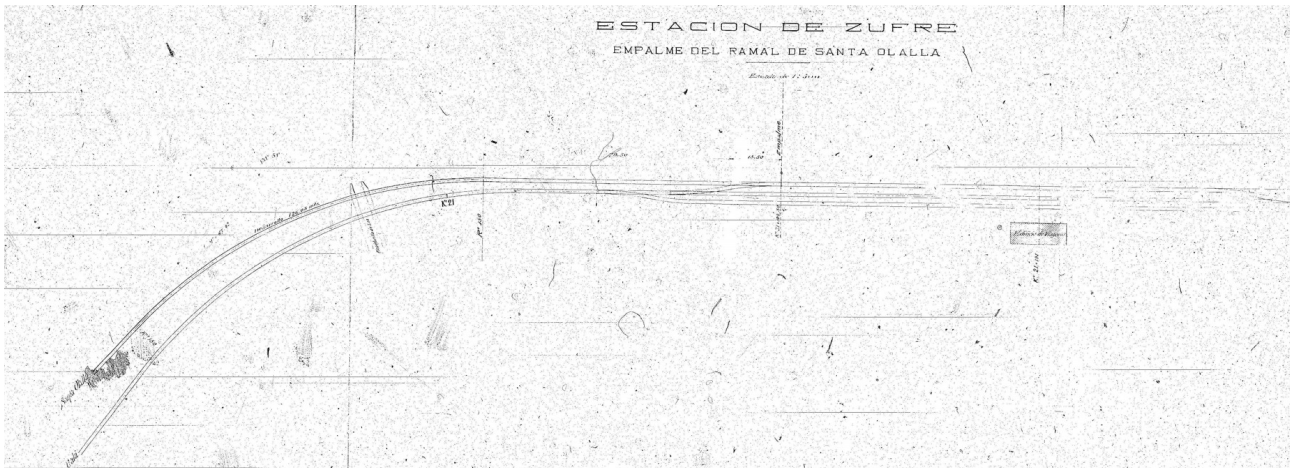
Plano 18: Perfil longitudinal de la Estación de Zufre.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

La playa de vías de la estación estaba compuesta por tres ramales operativos: dos con andenes centrales destinados al servicio de viajeros y a la circulación regular, y un tercer andén lateral adosado al edificio principal, también vinculado a estas funciones. La vía correspondiente al ramal hacia Santa Olalla del Cala se situaba en el extremo más alejado del conjunto, finalizando en una vía muerta. Esta disposición permitía realizar maniobras

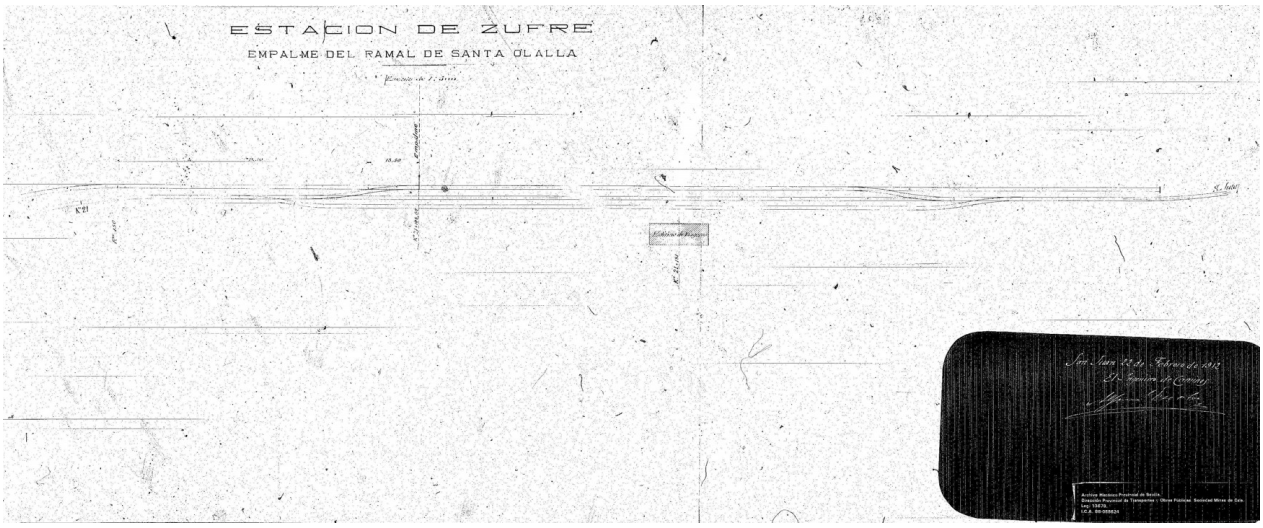
independientes sin interferir en el tráfico de la línea principal, optimizando el funcionamiento tanto del servicio ordinario como de las operaciones asociadas al ramal. La solución adoptada evidencia una clara intención de separar flujos y dotar a la estación de una mayor versatilidad operativa, especialmente en un entorno condicionado por la complejidad del relieve.

Como se puede apreciar en los planos originales, la planta de la estación se adaptaba a la entrada en curva de la línea principal, que describía un radio de 150 metros y un desarrollo de 126,05 metros de longitud. Esta geometría condicionaba la disposición lineal de las vías y obligaba a una implantación precisa de la infraestructura para garantizar su funcionalidad sin comprometer la seguridad de las operaciones.



Plano 19: Playa de vías de la estación de Zufre. Dirección Cala y Santa Olalla del Cala.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 20: Playa de vías de la estación de Zufre. Dirección San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

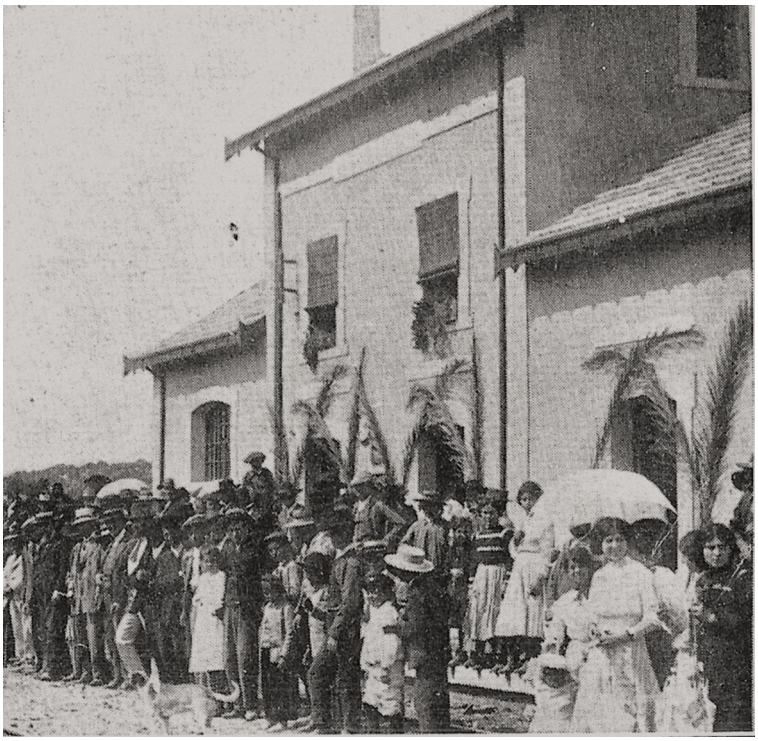


Ilustración 20: Inauguración estación de Zufre, 1.905.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Ilustración 21: Puente de Azular con la estación de Zufre al fondo.

Fuente: Archivo de D. Santiago González Flores.

Ilustración 22: Estación de Zufre en la actualidad. Zufre al fondo.

Fuente: Archivo de La Rigüela.

4. ***Estación del Cataveral (P.K 29+400).***

Es importante señalar que, la información disponible sobre esta estación es muy limitada, puesto que no se conservan planos detallados, documentos técnicos, fotografías ni testimonios directos que permitan reconstruir su actividad o su disposición con precisión.

Es por ello que, en base al estudio general de la línea en su conjunto, la estación del Cataveral es una de esas paradas intermedias del trazado cuya función principal parece haber estado más relacionada con la operatividad ferroviaria que con el servicio a un entorno poblacional o industrial concreto.

De hecho, por su localización y características conocidas, se puede inferir que su existencia respondía principalmente a funciones técnicas, como la regulación del tráfico y el abastecimiento de agua y carbón a las locomotoras. En algunos casos, también podía atender ciertas operaciones menores, como el transporte de mercancías de carácter local o incluso la carga de ganado procedente de explotaciones dispersas por la zona.

Desde el punto de vista geográfico, la estación se encontraba en un entorno alejado de núcleos urbanos, sin la presencia de caminos principales o carreteras destacables que justificaran su ubicación por criterios de conectividad externa. Esto refuerza aún más la hipótesis de que su razón de ser era puramente ferroviaria, al actuar como punto de cruce de trenes o parada técnica.

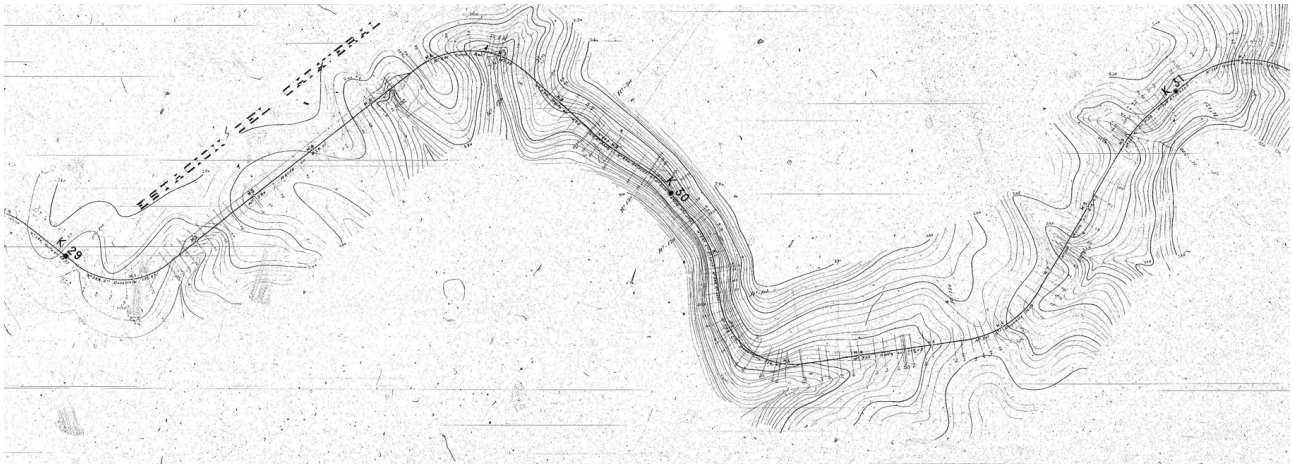
Mapa 7: Localización de la Estación de Cataveral.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Como curiosidad, en la actualidad, el emplazamiento de esta estación se localiza justo en el punto donde se levanta la actual presa del embalse de Zufre, concretamente, en el estribo izquierdo de la misma. Lo que indica que gran parte de sus posibles restos han quedado cubiertos o alterados por las obras hidráulicas posteriores. Esta circunstancia dificulta aún más su estudio arqueológico y patrimonial, aunque su mención sigue siendo relevante para comprender el esquema general de la línea.

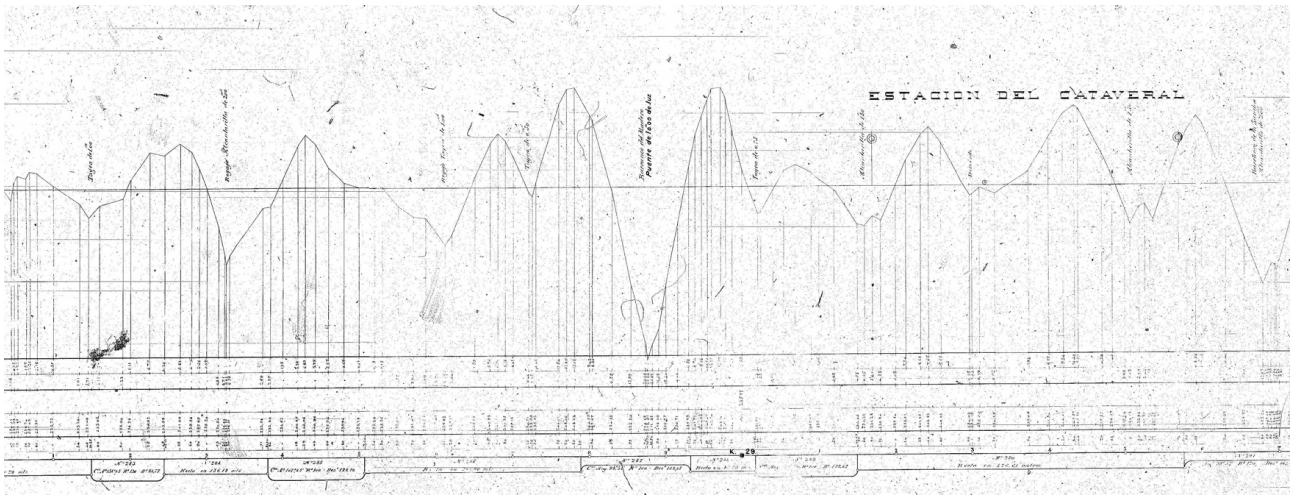
Ilustración 23: Localización de la Estación de Cataveral 1.956 vs 2.022.

***Fuente:** Visor Histórico de Andalucía.*



Plano 21: Plano en planta de la Estación de Cataveral.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

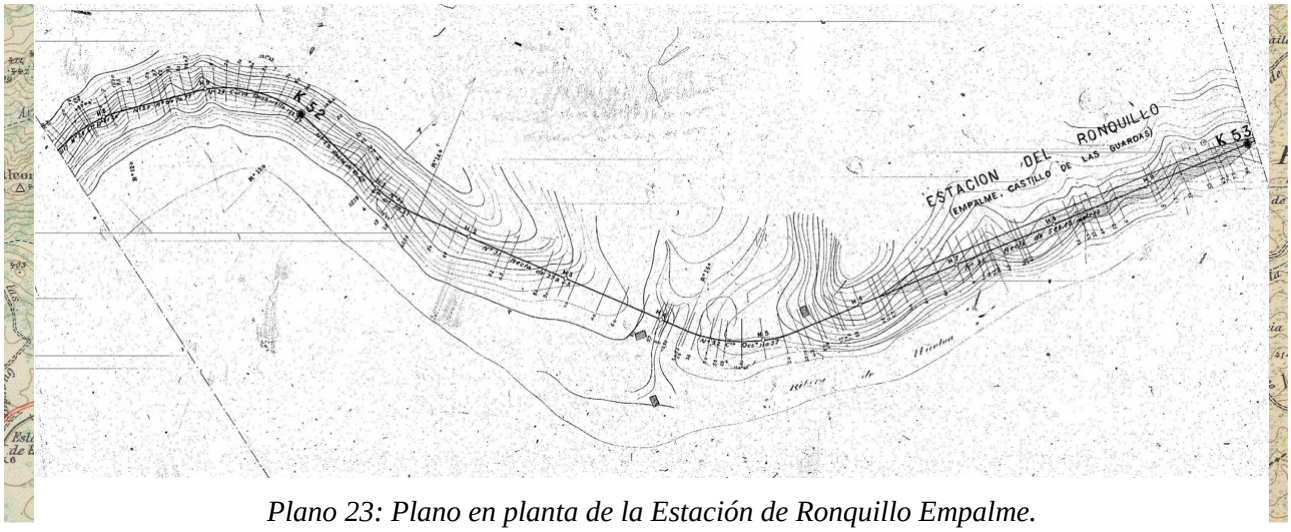


Plano 22: Perfil longitudinal de la Estación de Cataveral.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

1. ***Estación de Ronquillo Empalme (P.K 39+053).***

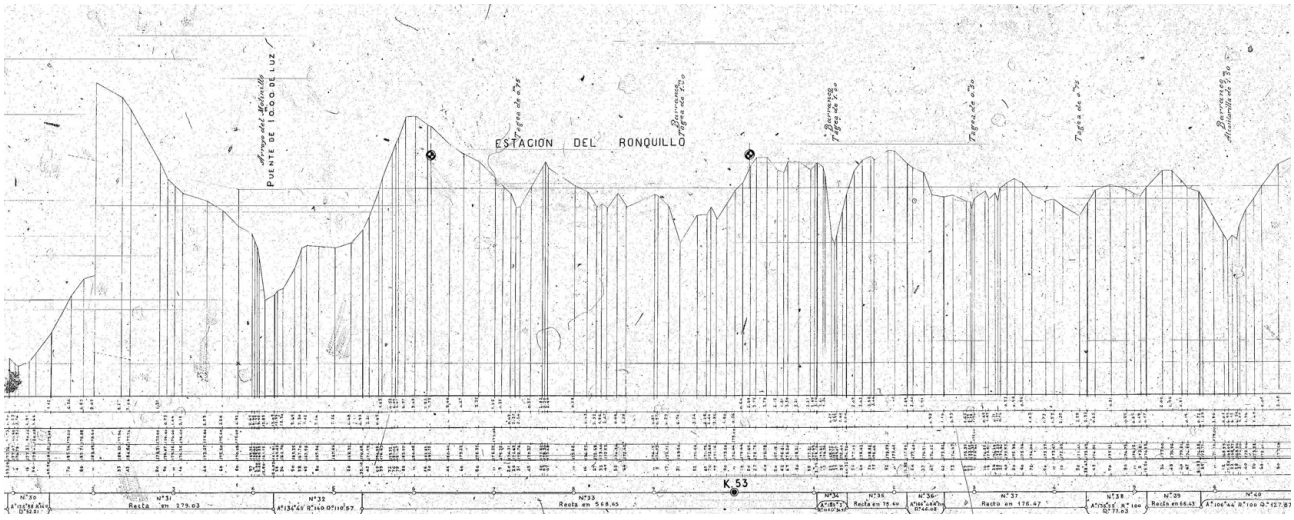
La estación de Ronquillo Empalme, de tres módulos, desempeñaba una función clave dentro del esquema operativo de la línea. Su denominación respondía al hecho de que, poco más adelante, en sentido Cala, se abría el ramal hacía El Castillo de las Guardas, a través del puente del Molinillo, lo que le confería un carácter estratégico como punto de bifurcación. Esta condición implicaba una infraestructura más desarrollada en cuanto a playa de vías y capacidades de maniobra, permitiendo el cruce de composiciones y la organización del tráfico entre la línea principal y el ramal. Además, contaba con una zona específica para el embarque de ganado, así como servicio de cantina, lo que refuerza su papel como estación de servicio mixto, tanto logístico como agropecuario. Aunque no se encontraba en el núcleo urbano de El Ronquillo, su proximidad y funcionalidad la convertían en una estación de apoyo esencial en la transición entre el tramo serrano y los sectores de topografía más favorable.



Plano 23: Plano en planta de la Estación de Ronquillo Empalme.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.



Plano 24: Perfil longitudinal de la Estación de Ronquillo Empalme.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Ilustración 24: Estación de Ronquillo Empalme.

Fuente: Archivo de La Rigüela.

2. ***Estación del Ronquillo (P.K 47+761).***

Aunque se encontraba a una distancia aproximada de siete kilómetros del núcleo urbano de El Ronquillo, su emplazamiento no era arbitrario, sino que respondía a una lógica estrategia de vincular la carretera Sevilla — Badajoz con el ferrocarril.

Con el tiempo, dicha vía, se transformó en la carretera nacional N-630 (la antigua carretera Sevilla-Gijón), y en la actualidad ha sido sustituida funcionalmente por la moderna autovía A-66: Ruta de la Plata, que sigue un trazado paralelo. Esta cercanía a un eje longitudinal de gran relevancia territorial multiplicaba el valor logístico de la estación, al facilitar la conexión entre el transporte ferroviario y el transporte por carretera, incluso en épocas tempranas del siglo XX.

Además de esta condición geográfica ventajosa, la estación de El Ronquillo, de tres módulos, cumplía funciones técnicas esenciales dentro del sistema ferroviario, ya que operaba como punto de regulación del tráfico permitiendo el cruce y la gestión de trenes en ambos sentidos, así como posibles operaciones de abastecimiento a las locomotoras, maniobras menores o carga puntual de mercancías del entorno rural.

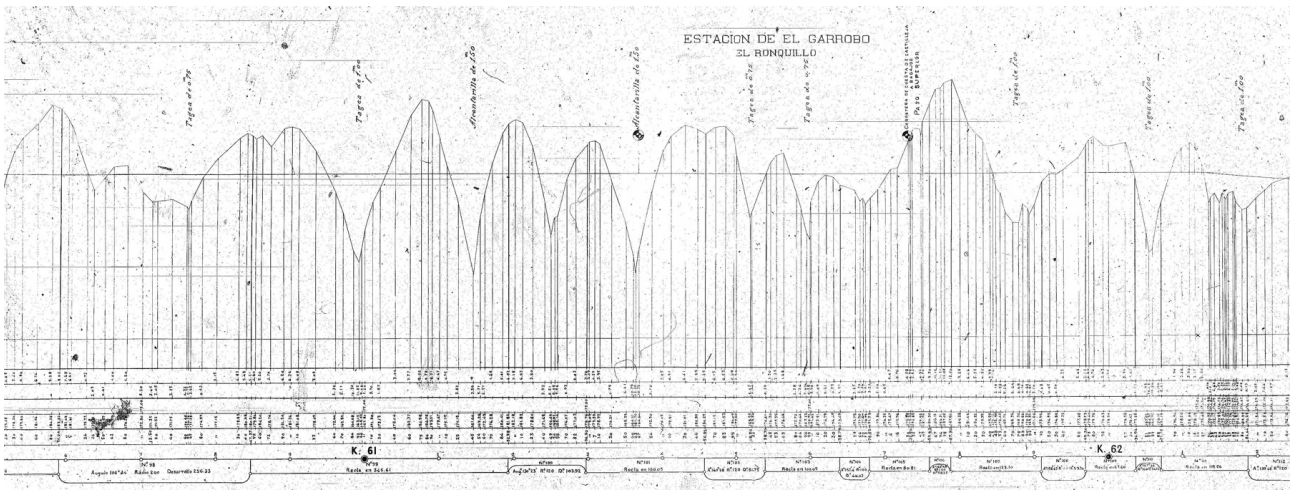
Mapa 9: Localización de la Estación de Ronquillo.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Su ubicación demuestra cómo, en determinados casos, la elección del emplazamiento de una estación no se limitaba a la proximidad a núcleos de población, sino que también se vinculaba al aprovechamiento de corredores de movilidad y tránsito ya consolidados o en proceso de consolidación, lo que permitía optimizar la funcionalidad del ferrocarril en relación con otras redes de transporte.

Plano 25: Plano en planta de la Estación de Ronquillo.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 26: Perfil longitudinal de la Estación de Ronquillo.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Ilustración 25: Estación de Ronquillo.

Fuente: Archivo de La Rigüela.

Ilustración 26: Estación de Ronquillo y Embalse de la Minilla.

Fuente: Archivo de La Rigüela.

En la actualidad, el espacio que ocupaba esta estación ha experimentado una transformación notable. Tras la construcción del embalse de La Minilla, una parte de la antigua plataforma ferroviaria que discurría paralela al embalse quedó incluida dentro del dominio público hidráulico. Como consecuencia de esta situación, los terrenos pasaron a ser de titularidad estatal, lo que permitió al Ayuntamiento de El Ronquillo solicitar su cesión. Gracias a ello, se obtuvo la autorización necesaria para demoler las antiguas instalaciones ferroviarias y reconvertir el solar en un espacio de uso local. En la actualidad, sobre el antiguo emplazamiento de la estación se encuentra el restaurante-bar La Estación, que rinde homenaje al pasado ferroviario del lugar al tiempo que le da un nuevo uso al espacio, integrado ya plenamente en la vida cotidiana del municipio.

Ilustración 27: Bar-restaurante la Estación.

Fuente: Tripadvisor.

Ilustración 28: Bar-restaurante la Estación. Vía Verde del Ronquillo.

Fuente: Mil y una rutas.

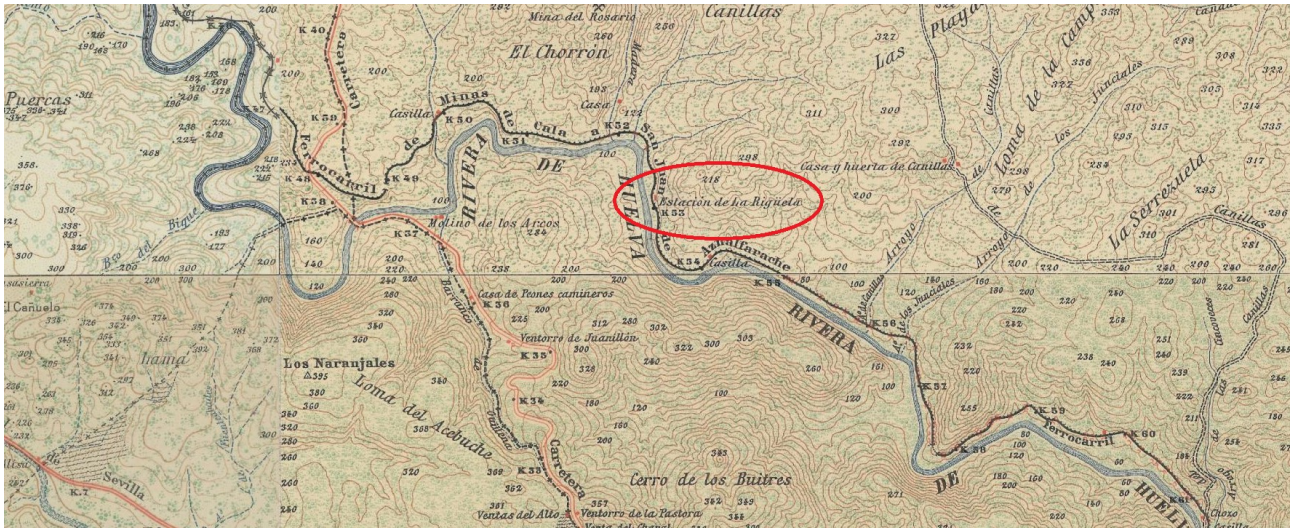
3. ***Estación de La Rigüela (P.K 52+900).***

Al igual que otras estaciones intermedias situadas en zonas de baja densidad poblacional, la razón de ser de La Rigüela, estaba probablemente vinculada a criterios funcionales de circulación más que comerciales, prueba de ello es que, solo presentaba dos módulos, prescindiendo del anden cubierto (módulo de mercancías).

En concreto, habría servido como punto de regulación del tráfico, permitiendo el cruce ordenado de trenes y asegurando la liberación de cantones, requisito indispensable para garantizar la seguridad y la fluidez en la circulación ferroviaria. Además, como en otras paradas similares, es probable que contase con instalaciones básicas para el abastecimiento de agua y carbón a las locomotoras de vapor.

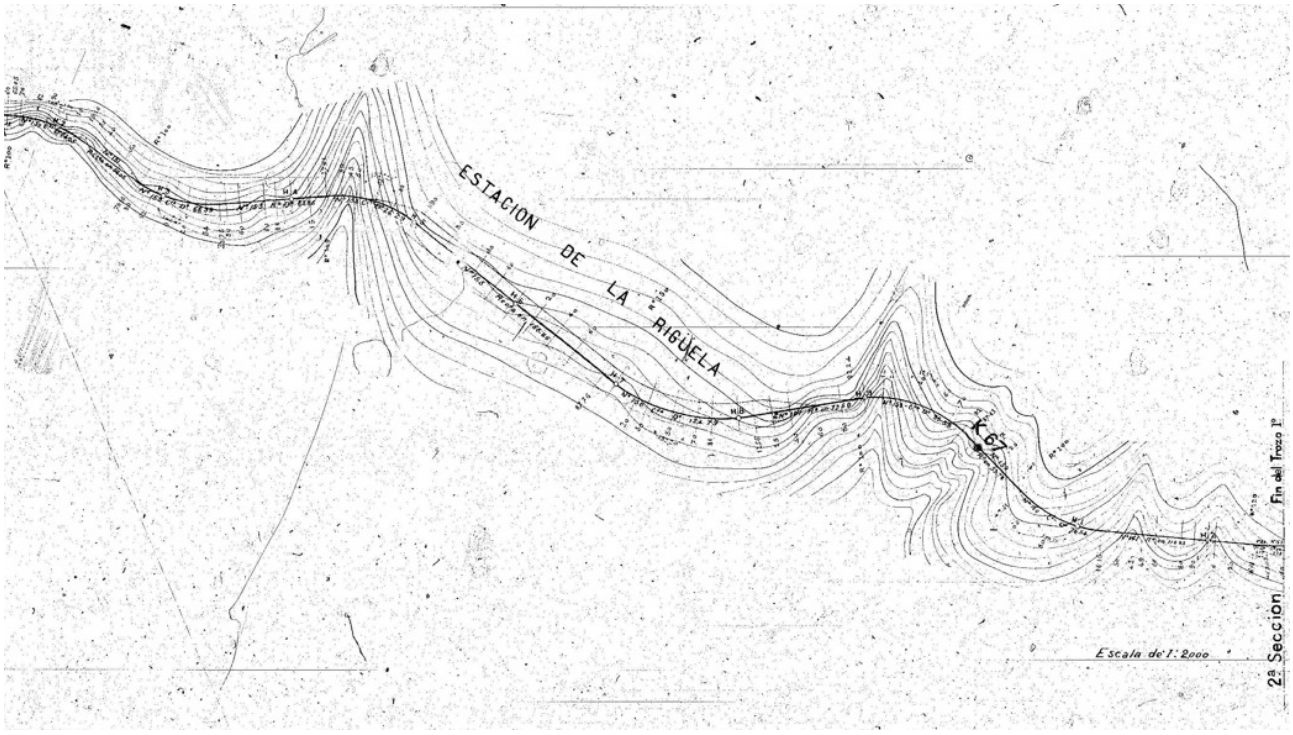
Por otro lado, aunque no se encontraba junto a ningún núcleo urbano relevante, la proximidad de la estación a la mina del Rosario podría haber justificado su emplazamiento desde un punto de vista logístico. Esta explotación minera, localizada en el entorno inmediato, podría haber utilizado el ferrocarril de manera puntual para la carga de minerales u otros materiales, beneficiándose de una infraestructura ya establecida y contribuyendo a la función mixta (pasajeros, mercancías y servicios técnicos) que caracterizaba a muchas estaciones de la línea.

En conjunto, aunque La Rigüela no destaca por su volumen de tráfico ni por su papel como centro poblacional, sí representa un eslabón técnico importante en el equilibrio operativo del ferrocarril, al igual que otras estaciones situadas en zonas aparentemente periféricas pero esenciales para la continuidad del servicio.



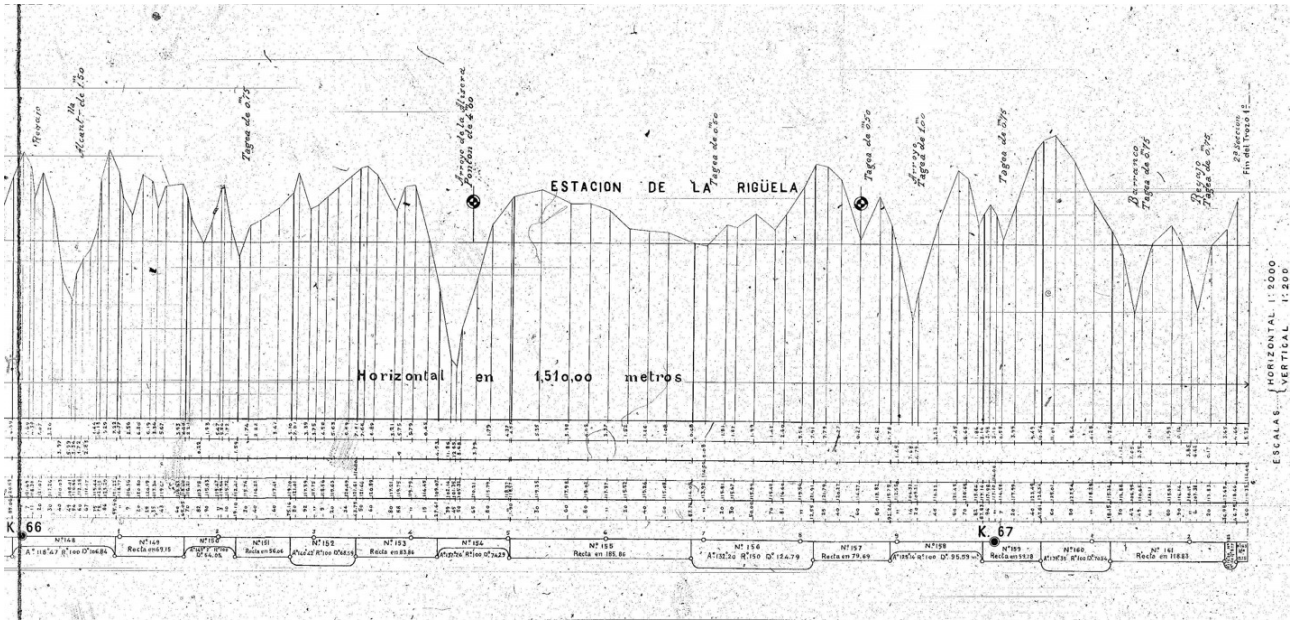
Mapa 10: Localización de la Estación de La Rigüela.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.



Plano 27: Plano en planta de la Estación de La Rigüela.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 28: Perfil longitudinal de la Estación de La Rigüela.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Ilustración 29: Estación de La Rigüela.

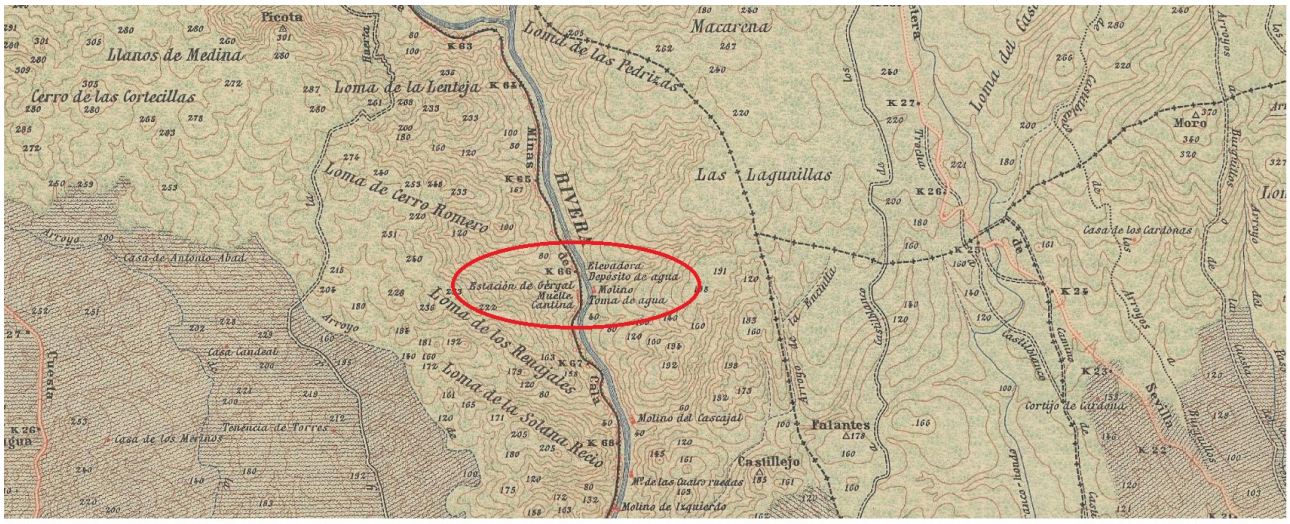
Fuente: Archivo de La Rigüela.

4. ***<u>Estación de El Gergal (P.K 66+500).</u>***

La estación de El Gergal compartía con la de La Rigüela una ubicación particularmente aislada, alejada tanto de núcleos poblacionales como de vías de comunicación relevantes. No existían en su entorno inmediato caminos importantes ni carreteras que justificaran su emplazamiento por razones de conectividad o accesibilidad externa. Esta circunstancia sugiere que su principal función era de carácter técnico, orientada a la regulación del tráfico ferroviario mediante la liberación de cantones y el cruce de trenes.

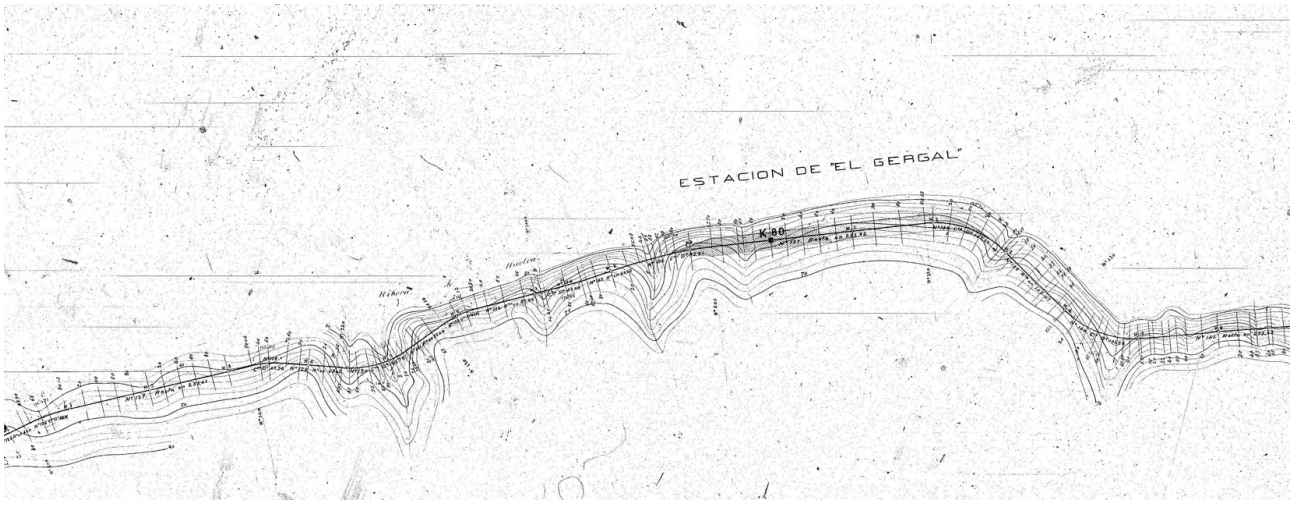
Desde el punto de vista arquitectónico, se trataba de una estación de tipo sencillo, compuesta únicamente por dos módulos adosados al edificio principal y prescindiendo del módulo cubierto de mercancías, lo que refuerza la idea de que su actividad comercial era muy limitada o prácticamente inexistente. No obstante, su entorno contaba con algunos elementos de interés económico que podrían haber dado lugar a un tráfico de mercancías puntual. En primer lugar, se tiene constancia de la existencia de una antigua cantera de materiales pizarrosos situada justo a espaldas de la estación, cuya producción podría haber sido embarcada en tren de forma ocasional. En segundo lugar, en las inmediaciones se localizaron varios molinos de agua destinados a la molienda de cereal, por lo que la producción de harina también podría haberse canalizado, en ciertos periodos, a través del ferrocarril para su transporte hacia los puntos de carga fluvial en San Juan de Aznalfarache.

En conjunto, la estación de El Gergal representa otro ejemplo de infraestructura ferroviaria con una función esencialmente operativa, pero que, como otras del mismo tipo, pudo asumir esporádicamente un papel complementario en el transporte de materias primas locales, adaptándose así a las particularidades productivas de su entorno inmediato.



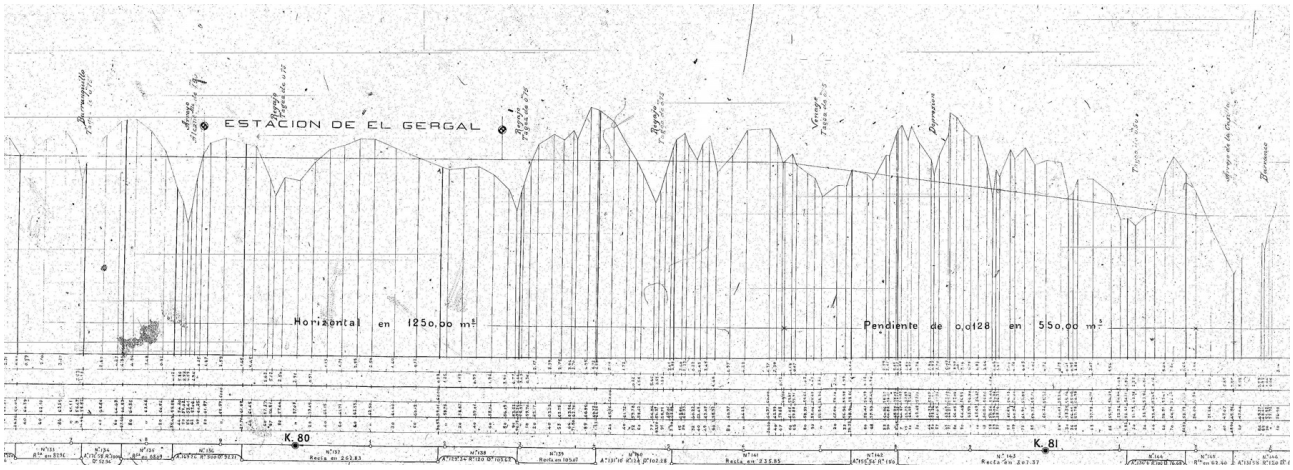
Mapa 11: Localización de la Estación El Gergal.

1. **Fuente:** Instituto Geográfico Nacional.



Plano 29: Plano en planta de la Estación El Gergal.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 30: Perfil longitudinal de la Estación El Gergal.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Ilustración 30: Estación El Gergal. Siglo XX.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Ilustración 31: Estación El Gergal. Actualidad.

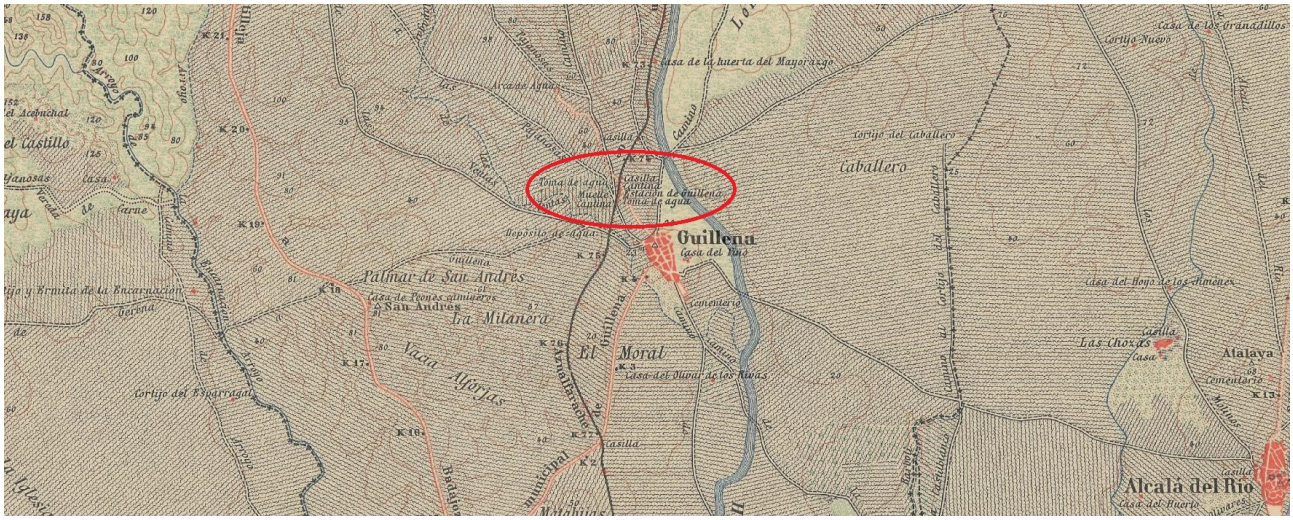
Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

5. ***Estación de Guillena (P.K 74+300).***

La estación de Guillena marca un cambio significativo dentro del recorrido del ferrocarril, al ser la primera ubicada en el tramo correspondiente al Bajo Guadalquivir, una zona caracterizada por su vocación agrícola y una mayor accesibilidad territorial. A diferencia de las estaciones precedentes, ubicadas en parajes más abruptos y aislados, Guillena ofrecía una conexión directa con un entorno productivo intensamente cultivado, por lo que su uso como punto de embarque de cosechas y productos agrarios debió de tener una notable importancia estratégica.

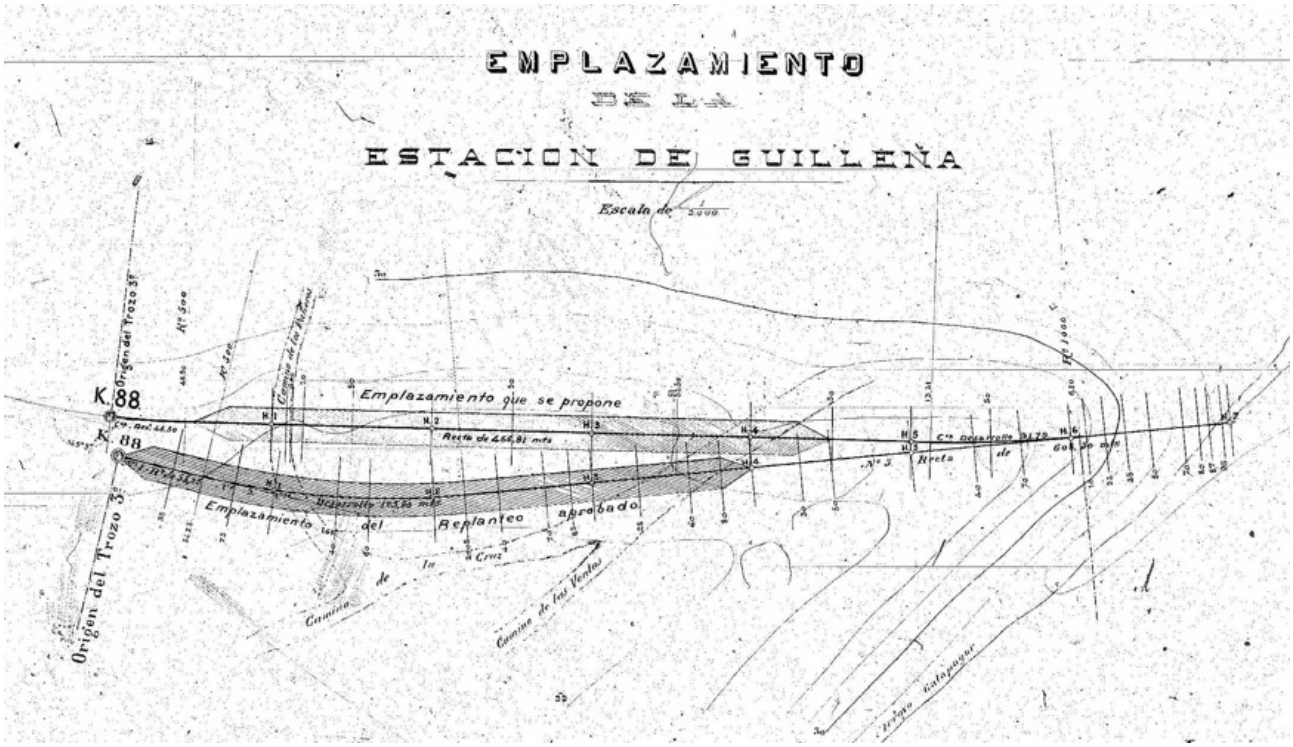
Desde el punto de vista urbano, la estación se situaba a unos 700 metros del núcleo poblacional de Guillena, facilitando el transporte de viajeros y consolidando su papel como infraestructura de servicio mixto, tanto para pasajeros como para mercancías. Esta funcionalidad se complementaba con una importante labor técnica de regulación del tráfico ferroviario, ya que, al tratarse de una línea de vía única, resultaba imprescindible contar con estaciones dotadas de las condiciones necesarias para el cruce y ordenamiento de los trenes. Guillena respondía a esta necesidad, y lo hacía con una dotación destacable: disponía de carboneras y depósitos de agua, lo que permitía el abastecimiento de las locomotoras de vapor, reforzando su papel como punto clave en la operatividad continua del servicio ferroviario.

Desde el punto de vista arquitectónico, la estación contaba con tres módulos, es decir, además del edificio principal, incluía dependencias específicas para viajeros y otra para mercancías, lo que evidencia su uso intensivo y polivalente. Esta configuración la diferencia claramente de otras estaciones menores como El Gergal o La Rigüela, y pone de manifiesto su mayor entidad dentro del esquema funcional del ferrocarril de Cala.



Mapa 12: Localización de la Estación de Guillena.

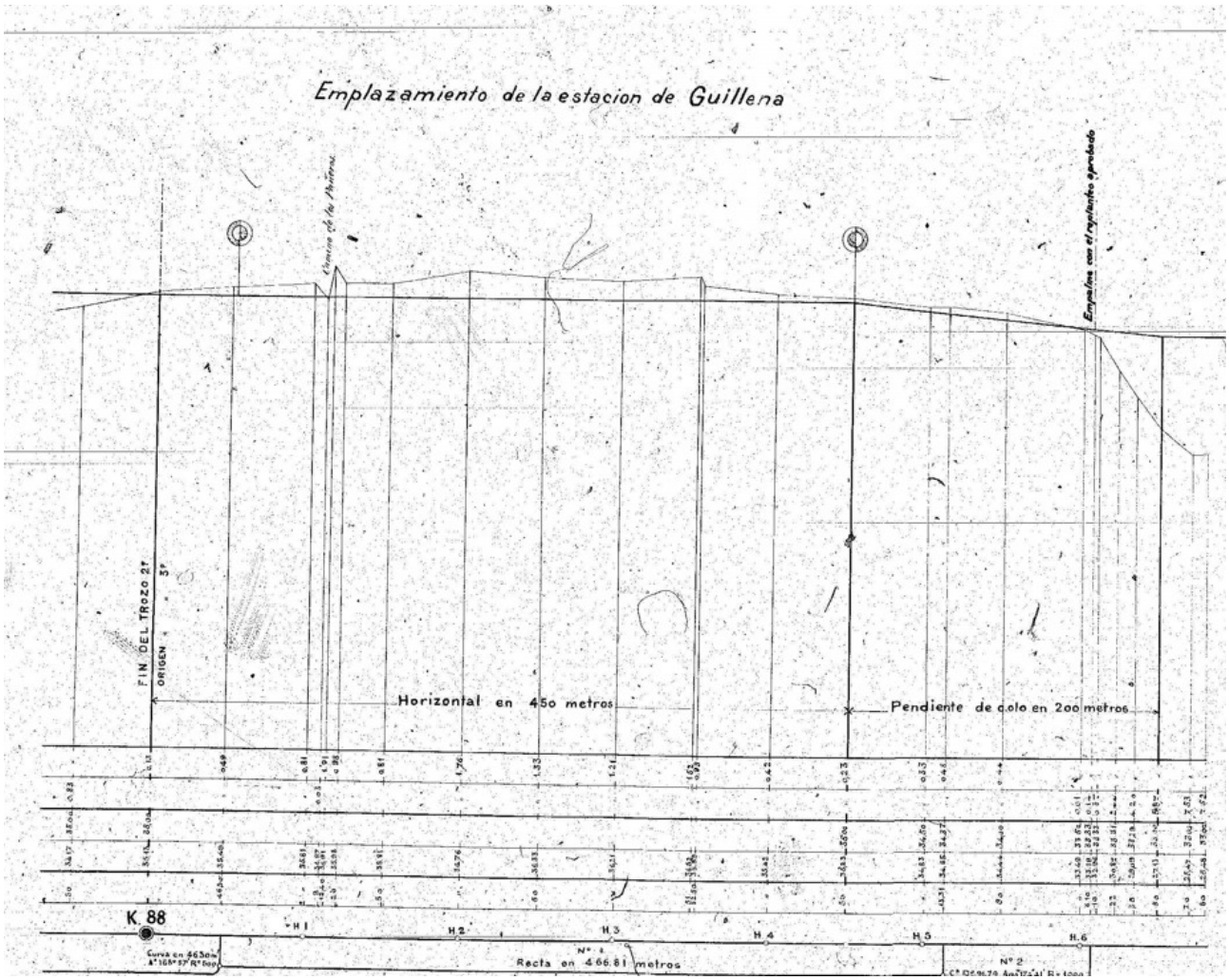
Fuente: Instituto Geográfico Nacional.



Plano 31: Plano en planta del replanteo de la Estación de Guillena.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Como se puede observar en el plano anterior, un elemento singular detectado en los planos técnicos de la época es la existencia de una doble propuesta para su ubicación. En el documento gráfico se identifican claramente dos trazados: uno marcado como "emplazamiento que se propone" y otro como "emplazamiento del replanteo aprobado". La coexistencia de ambas alternativas refleja las dudas iniciales sobre el mejor emplazamiento posible, probablemente influido por la orografía local y la conectividad con el entorno urbano. Finalmente, se optó por el replanteo aprobado, es decir por el reposicionamiento en obra, lo que denota una clara voluntad de garantizar la viabilidad operativa de la estación, alineando sus instalaciones con las necesidades reales del trazado y del municipio.



Plano 32: Perfil longitudinal del replanteo de la Estación de Guillena.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Ilustración 32: Estación de Guillena. Siglo XX.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Guillena se encontraba ya en un tejido urbano más desarrollado y consolidado, con una red significativa de caminos y accesos. En este sentido, la estación estaba conectada mediante una carretera municipal que llegaba hasta el núcleo urbano y que a su vez intersectaba con la carretera Sevilla–Badajoz. Esta conectividad le otorgaba un carácter intermodal relevante, al facilitar la integración entre transporte ferroviario y por carretera. Sin embargo, este papel intermodal era menor en comparación con el de las tres siguientes estaciones: Santiponce, Camas y San Juan de Aznalfarache, situadas en entornos urbanos más densos y mejor articulados. Camas y San Juan, especialmente, constituían importantes centros neurálgicos del transporte regional, tanto ferroviario como por carreteras, debido a su cercanía con Sevilla.

Ilustración 33: Estación y pueblo de Guillena.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

6. ***Estación de Santiponce (P.K 88+000).***

La estación de Santiponce, de tres módulos, compartía muchas de las funciones y características observadas en la cercana estación de Guillena, ya que también se encontraba muy próxima a su núcleo urbano, concretamente junto al histórico Monasterio de San Isidoro del Campo. Esta cercanía la convertía en una infraestructura de gran utilidad tanto para el transporte de pasajeros como para el de mercancías, especialmente en una comarca de marcada vocación agrícola.

Su emplazamiento respondía, por tanto, a una lógica funcional clara: facilitar la salida de productos agrarios hacia los centros de consumo o transformación y ofrecer un acceso cómodo a los viajeros del municipio. A ello, se sumaba la posibilidad de atender también a visitantes y turistas, ya que en sus inmediaciones se encuentran las famosas ruinas de Itálica, uno de los conjuntos arqueológicos romanos más importantes de la península. De este modo, la estación de Santiponce pudo tener un papel relevante en el transporte de viajeros interesados en conocer este patrimonio monumental, así como en conectar con Sevilla capital, situada a escasa distancia.

Además de estas funciones comerciales y de servicio a pasajeros, la estación cumplía, de igual manera que las anteriores, con su papel en la regulación del tráfico ferroviario, permitiendo el cruce de trenes y el control de los cantones. Del mismo modo, prestaba servicios esenciales de abastecimiento a las locomotoras de vapor, contando con depósitos de agua y carboneras para garantizar la continuidad de la explotación ferroviaria. Esta combinación de funciones técnicas, económicas y culturales refuerza su importancia dentro del tramo final de la línea.

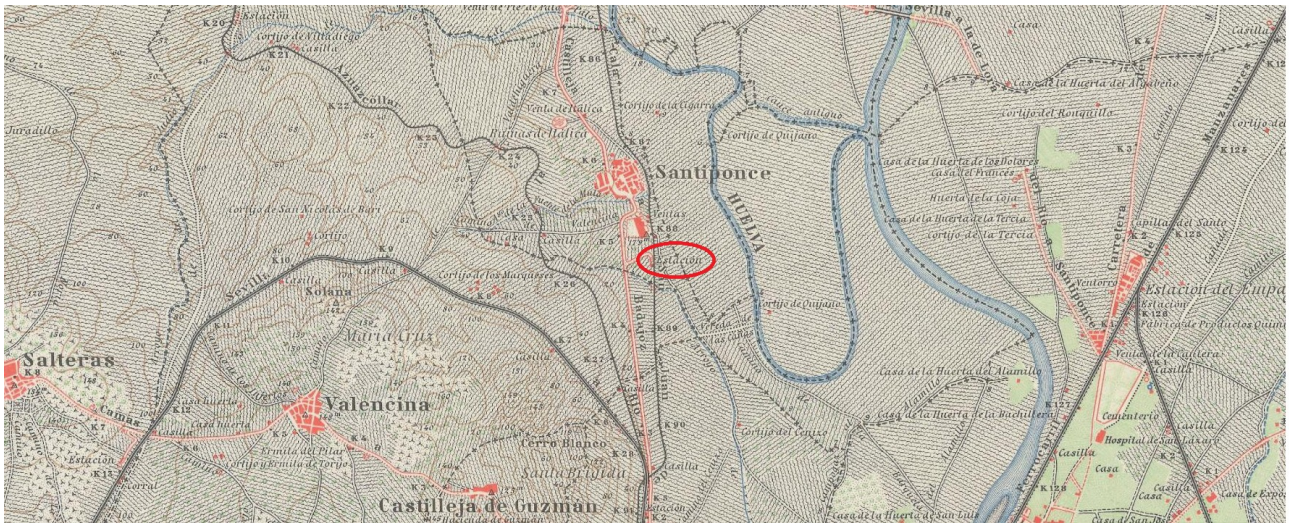


Figura 13: Localización de la Estación de Santiponce.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Por otra parte, en la imagen siguiente se puede observar al fondo la antigua estación junto al monasterio de San Isidoro del Campo, destacando también a lo largo de la vía una alineación de postes que correspondían al tendido del telégrafo. Este sistema de comunicación, que se extendía a lo largo de toda la línea férrea, era fundamental para

garantizar la seguridad operativa del ferrocarril, ya que permitía enlazar las estaciones de cabecera, finales e intermedias mediante mensajes que informaban del estado de los cantones —si estaban libres u ocupados—, coordinando así con precisión la circulación de los trenes a lo largo de la línea. La línea telefónica a la derecha de la vía fue colocada posteriormente.

Ilustración 34: Recta de Santiponce con Estación al fondo.

Fuente: Archivo de Telefónica.

Por su ubicación dentro de un tejido urbano ya bastante consolidado en aquella época, Santiponce estaba rodeada por una red densa de caminos y carreteras, lo que le otorgaba también un carácter intermodal mayor que el de Guillena. De hecho, por las proximidades de la estación discurría la antigua carretera Sevilla–Badajoz, lo que facilitaba las conexiones terrestres con otras zonas del territorio y reforzaba su papel como nodo logístico en la articulación del transporte regional.

7. ***Estación de Camas (P.K 91+600).***

Finalmente, las estaciones de Camas, San Juan de Aznalfarache y Minas de Cala constituyen, junto con las estaciones de Zufre y Ronquillo Empalme —de donde partían sus respectivos ramales— las estaciones más significativas del antiguo ferrocarril de Cala, no solo por su tamaño o el volumen de tráfico que gestionaban, sino también por su papel como auténticos nodos logísticos dentro del sistema ferroviario, así como por su conexión estratégica con otros corredores de transporte, como pudiera ser la antigua carretera Sevilla — Badajoz.

En particular, el complejo ferroviario de Camas, donde se incluye la propia estación de Camas de la línea de Cala, destacó como un verdadero centro neurálgico de operaciones

ferroviarias en la primera mitad del siglo XX, ya que a través de él transitaban hasta tres líneas distintas explotadas por diferentes compañías: la línea de Minas de Cala, el ferrocarril de las minas de Aznalcóllar al Guadalquivir (ambas de ancho métrico) y el ferrocarril Sevilla–Huelva, de ancho ibérico (1.668 mm), adquirida por la compañía Madrid-Zaragoza-Alicante (M.Z.A) en 1.877 a la Compañía del Ferrocarril de Sevilla a Huelva. Esta confluencia convertía a Camas en un punto clave tanto para el tráfico de mercancías y pasajeros como para la conexión entre redes de distinta procedencia y características técnicas.

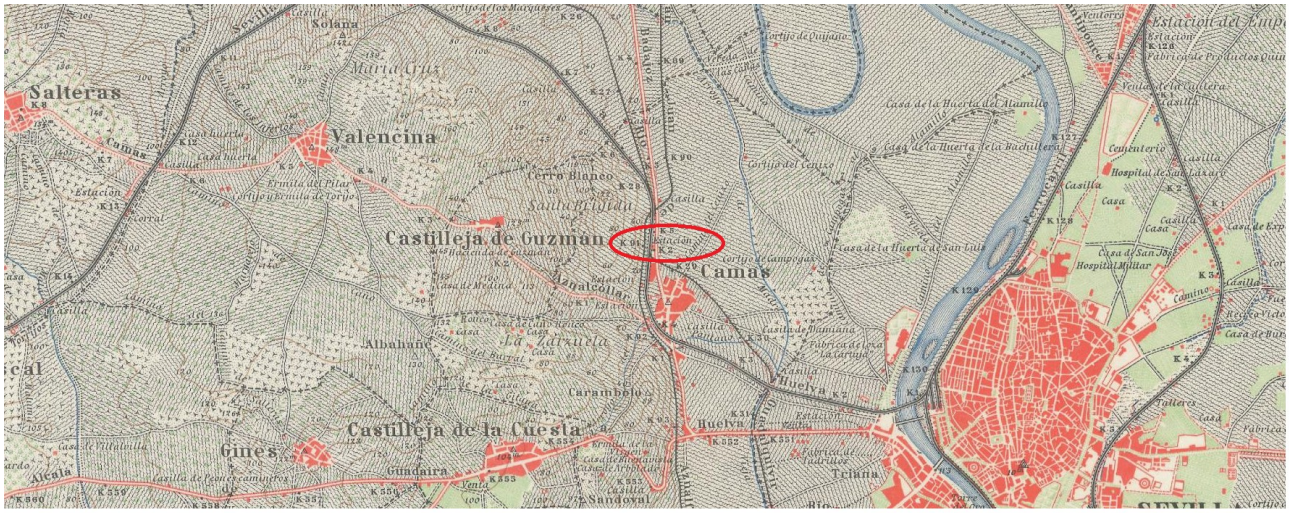
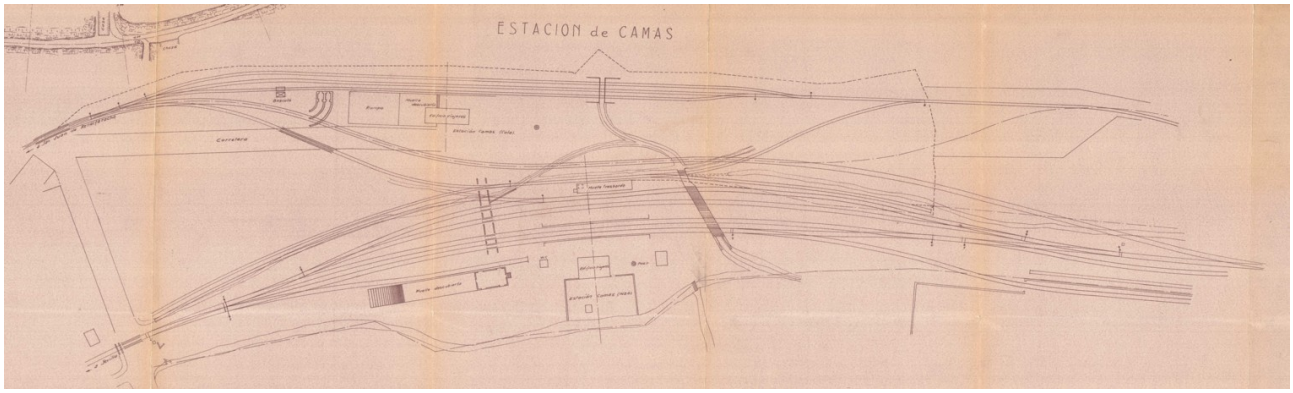


Figura 14: Localización de la Estación de Camas.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Para garantizar la interoperabilidad entre estas líneas de distinto ancho, Camas contaba con un muelle de transbordo especialmente diseñado para facilitar el intercambio de mercancías. Este muelle permitía transferir las cargas entre los ferrocarriles de vía métrica y los de vía ibérica, solucionando de forma eficaz los problemas derivados de la incompatibilidad entre anchos de vía.

Este carácter intermodal, sumado a su proximidad con el núcleo urbano de Sevilla, dotó a la estación de una funcionalidad compleja y una infraestructura más desarrollada, que se mantuvo activa hasta bien entrada la segunda mitad del siglo XX, aproximadamente hasta la década de 1970.



Plano 33: Playa de vías de Camas.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

La playa de vías de la estación de Camas se distinguía por su complejidad técnica y operativa, destacando especialmente por el uso de vías estuchadas y vías triples, soluciones características en entornos ferroviarios con coexistencia de anchos de vía distintos. Estas vías incorporaban cuatro carriles —dos interiores correspondientes al ancho métrico y dos exteriores al ancho ibérico— o bien tres carriles, uno común y otros dos específicos para cada tipo de ancho. Esta configuración permitía que trenes de ambos sistemas pudieran circular por las mismas instalaciones, facilitando así su movilidad, acoplamiento y maniobrabilidad dentro del complejo ferroviario, sin necesidad de trasbordos costosos ni maniobras complejas.

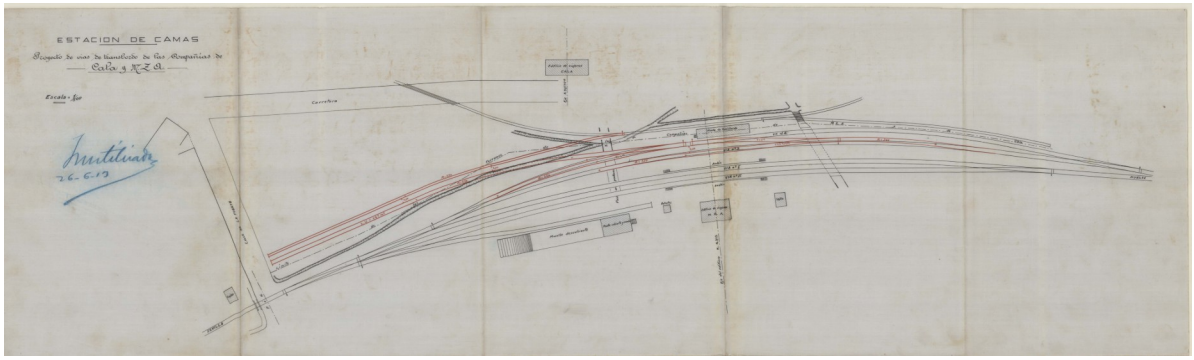
Este tipo de vía puede apreciarse con claridad en la vía situada más a la derecha de la siguiente imagen, donde la disposición de los carriles refleja de forma nítida esta solución técnica.

Ilustración 35: Vías estuchadas y vías triples.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

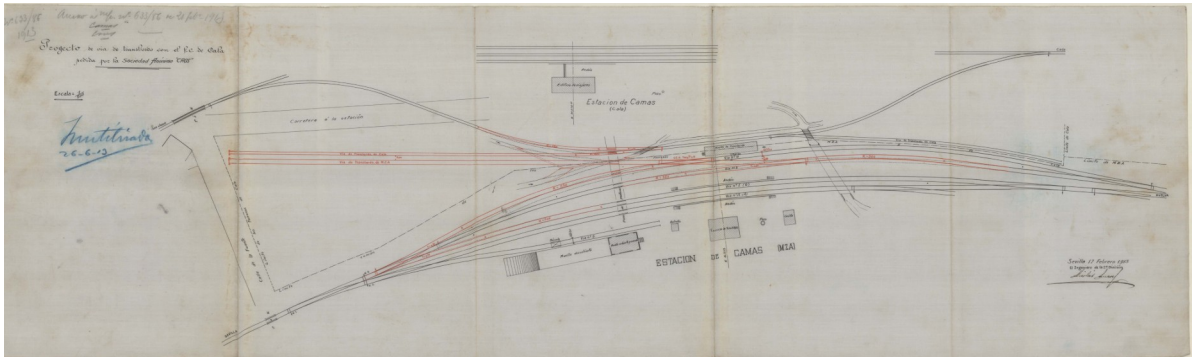
En lo que respecta al transbordo de mercancías, años más tarde se planteó un proyecto que contemplaba la incorporación de dos vías muertas paralelas, cada una con un ancho de vía diferente, cuya finalidad era agilizar las operaciones de intercambio de cargas entre trenes de diferentes compañías.

Para ello, se proyectó un andén central entre ambas vías que permitía que los vagones quedaran situados en paralelo y que los mozos de almacén pudieran trasladar directamente las mercancías de un vagón a otro sin necesidad de equipos auxiliares ni maniobras complejas, optimizándose los tiempos de operación y la eficiencia.



Plano 34: Vías de transbordo entre las compañías S.A Minas de Cala y M.Z.A.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 35: Vías de transbordo con el ferrocarril de Cala, a petición de la S.A Cros.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

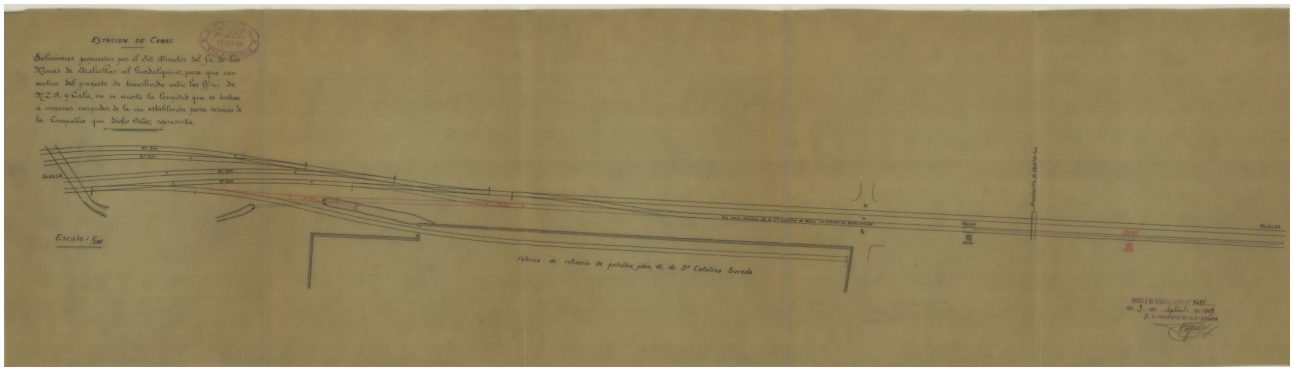
Otro aspecto interesante a destacar, fue la funcionalidad del denominado vagón vago, una ingeniosa solución que permitía mezclar material rodante de diferentes anchos de vía en tramos de vía mixto. Este tipo de vagón estaba especialmente diseñado para adaptarse a la convivencia de trenes de ancho métrico y ancho ibérico, disponiendo de cuatro topes en total: dos exteriores, correspondientes al estándar de vía ancha, y dos sistemas de enganches centrales diferenciados, que permitían acoplar tanto a vagones de vía métrica como a los de vía ancha. Así, el vagón vago actuaba como un vehículo de transición dentro de una misma composición, facilitando la interoperabilidad entre trenes sin necesidad de realizar complejas maniobras de desenganche o transbordo.

Su uso evitaba, además, tener que adaptar o modificar las propias locomotoras, lo cual habría supuesto un coste mucho mayor tanto en términos económicos como técnicos. Gracias a esta solución, se garantizaba una conectividad eficiente y económica dentro de estaciones estratégicas como Camas, donde coexistían líneas de distintos anchos y compañías ferroviarias, y donde la flexibilidad operativa era esencial.

Ilustración 36: Vagón vago.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Por último, era una práctica común que las industrias colindantes a la estación solicitasen una vía de servicio que conectara directamente sus instalaciones con la playa de vías principal. Esta solución permitía una carga y descarga más eficiente de productos, eliminando trasbordos intermedios y facilitando la logística de suministro y distribución. Un ejemplo significativo de ello lo encontramos en la fábrica de aceite, orujo, jabón y petróleo propiedad de Doña Catalina Sureda, viuda de Salas, que contó con una vía auxiliar dedicada para conectar sus instalaciones industriales con la red ferroviaria, reflejo del grado de integración funcional que llegó a alcanzar la estación de Camas con su entorno productivo inmediato.



Dibujo 36: Plano en planta de la vía de servicio a la fábrica de Doña Catalina Sureda.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

8. ***<u>Estación de San Juan de Aznalfarache (P.K 96+400).</u>***

La última estación de la línea minera, San Juan de Aznalfarache, constituía el gran centro de operaciones y nodo logístico final del ferrocarril de Cala. Su importancia estratégica no radicaba únicamente en ser la terminal del trazado, sino en actuar como punto de enlace directo entre la red ferroviaria y el sistema de embarque hacía el río Guadalquivir, a través del embarcadero situado a escasos metros. Esta estación no solo recibía el grueso del tráfico de minerales de las minas de Cala y de los ramales intermedios, sino que centralizaba las tareas de organización de trenes, clasificación de vagones y transferencia de cargas hacía los vapores. Todo ello, queda reflejado con claridad en los planos históricos que se muestran a continuación, donde puede observarse la disposición detallada de las vías, edificios e instalaciones auxiliares.

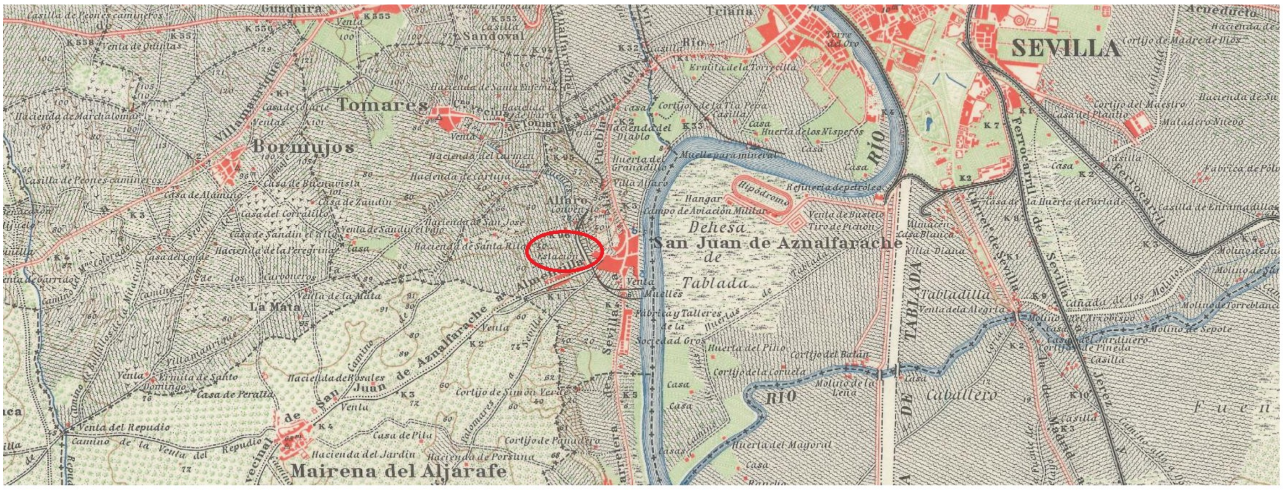
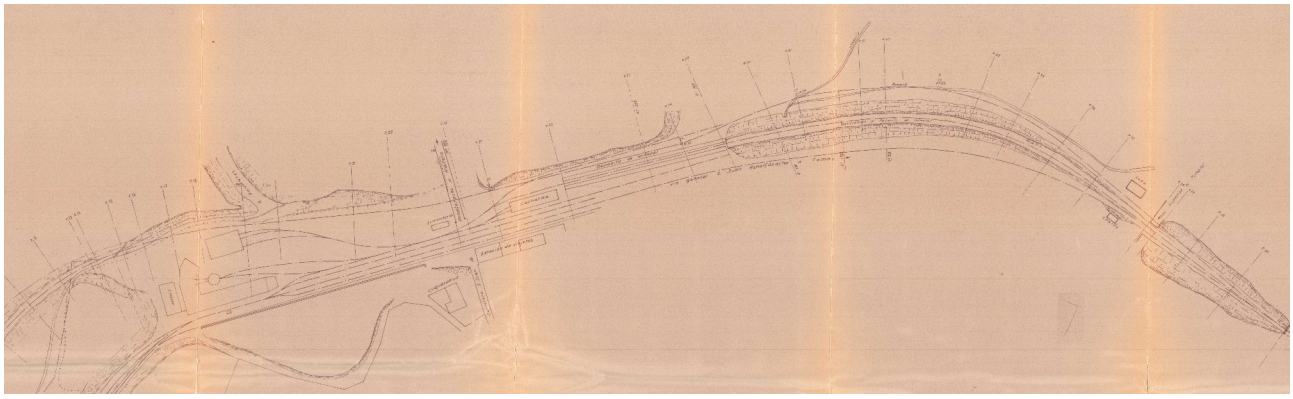


Figura 15: Localización de la Estación de San Juan de Aznalfarache.

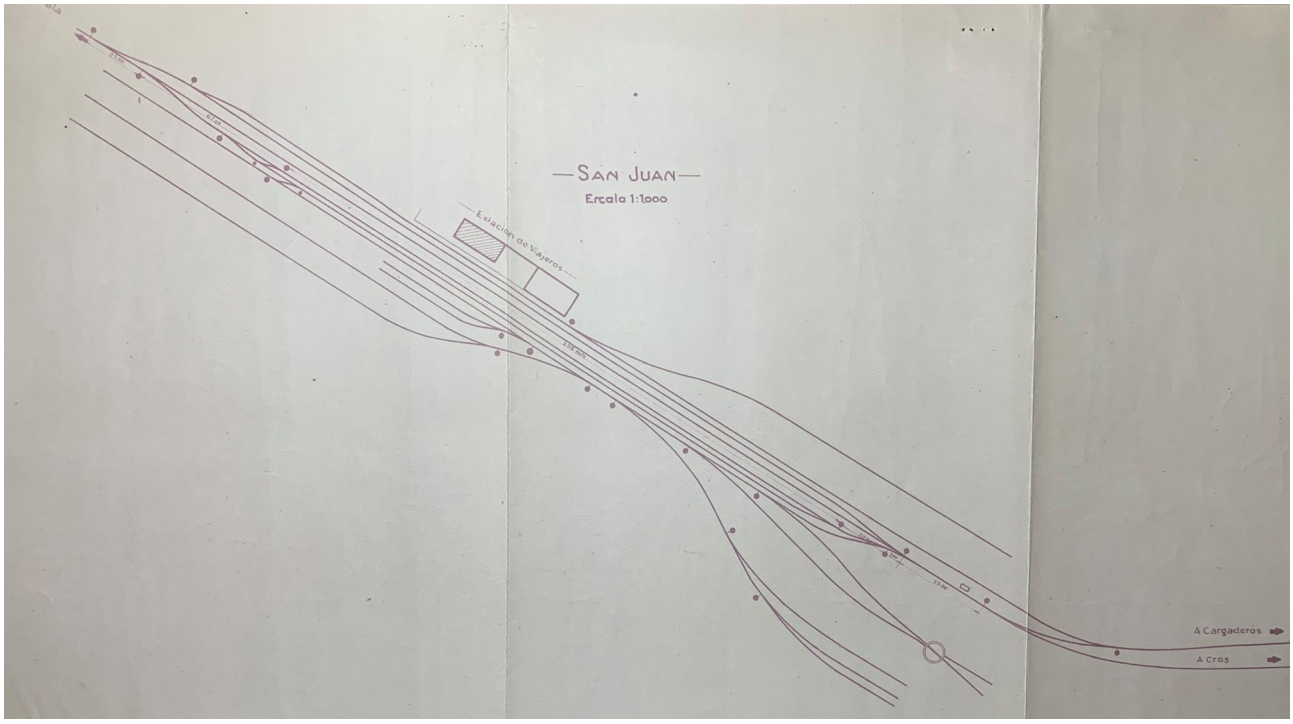
Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Dicha estación contaba con una amplia playa de vías, rematada con talleres, cocheras, depósitos y demás elementos auxiliares, lo que le otorgaba una notable autonomía operativa. Uno de los elementos clave en esta organización era la placa giratoria, instalada en las proximidades de los talleres. Esta estructura permitía la reorientación de locomotoras y otros vehículos ferroviarios, facilitando las maniobras de inversión de marcha y el acceso eficiente a las distintas vías de servicio. Su presencia era esencial en un entorno de tráfico tan intenso y aún más siendo una estación terminal, donde era necesario reordenar o devolver locomotoras sin necesidad de complejas maniobras de retroceso.



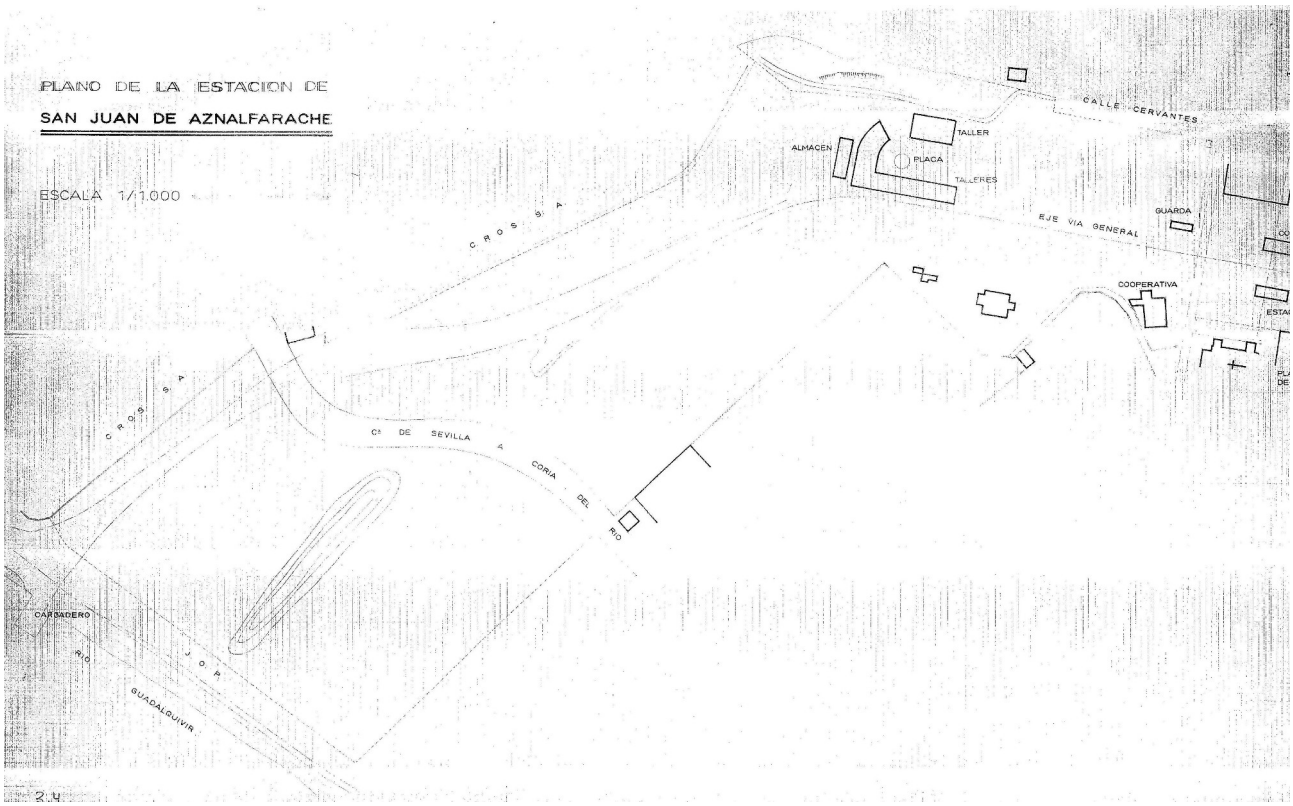
Plano 37: Playa de vías de la Estación de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 38: Playa de vías de la Estación de San Juan de Aznalfarache con el detalle de las direcciones.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 39: Edificaciones ferroviarias anexas a la playa de vías de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

A diferencia de otras estaciones de mayor confluencia ferroviaria como Camas, en San Juan de Aznalfarache únicamente operaba la Compañía de Minas de Cala S.A., lo que confería al recinto una gestión centralizada y especializada, orientada específicamente a la logística minera. Su ubicación estratégica, próxima al núcleo urbano de Sevilla y en una zona industrial en expansión —junto a la fábrica de productos químicos y abonos de Cros S.A.— reforzaba su carácter intermodal y facilitaba la integración del ferrocarril con otras formas de transporte, tanto terrestre como fluvial.

Todo ello hacía de San Juan de Aznalfarache una pieza clave e insustituible dentro del engranaje del sistema logístico y operativo de la línea minera de Cala.

Ilustración 37: Estación de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Tras más de un siglo desde la puesta en marcha del ferrocarril de Cala, las estaciones que componían su trazado han experimentado un destino dispar, en muchos casos marcado por el abandono, las transformaciones del entorno o la acción directa del ser humano. De las doce estaciones originales, únicamente se conservan con una mínima integridad estructural las de Minas de Cala, La Junta y El Gergal. Curiosamente, estas tres, situadas en el tramo más montañoso y apartado de la población, presentan un estado de conservación relativamente bueno, y en algunos casos, con una rehabilitación adecuada, podrían ser perfectamente recuperables para nuevos usos como bares, restaurantes, alojamientos rurales o centros de interpretación.

Por el contrario, otras estaciones han desaparecido total o parcialmente por distintas causas, puesto que algunas quedaron sumergidas bajo embalses, como la estación de Zufre —bajo las aguas del embalse homónimo— o la de Zufre-Cataveral, donde se erige actualmente la presa del mismo embalse. Otras han sido absorbidas por el crecimiento urbano y transformaciones de los municipios circundantes, como es el caso de las estaciones de Guillena, Santiponce, Camas o San Juan de Aznalfarache. En estos casos, la expansión del tejido urbano ha eliminado casi por completo los vestigios visibles de estas infraestructuras, aunque aún pueden observarse restos puntuales con una mirada atenta.

Existen, además, ejemplos de estaciones demolidas de forma deliberada. Tal fue el caso de las estaciones de Ronquillo y Ronquillo-Empalme, que fueron desmanteladas durante la creación de la actual Vía Verde del Ronquillo. En ese momento se consideraron estructuras en mal estado que podrían suponer un riesgo para los usuarios, y se optó por su eliminación. No obstante, en el

emplazamiento de la antigua estación de El Ronquillo se ha construido un bar-restaurante que, si bien no respeta el diseño original, sí mantiene una estética ferroviaria que rinde cierto homenaje al pasado.

Especial mención merece la estación de La Rigüela, que fue demolida sin justificación aparente hacia los años 2019-2020 por el propietario de la finca en la que se encontraba. Este acto impulsó una importante reacción ciudadana que fue el germen de la actual lucha por la conservación del patrimonio ferroviario de la línea y su puesta en valor como vía verde.

4.2.2 Puentes, pontones, alcantarillas y tajeas

A lo largo del trazado del ferrocarril de Cala, la necesidad de atravesar cauces, arroyos, vaguadas y puntos bajos del terreno obligó a la construcción de un conjunto diverso de obras de paso, cuya función principal era asegurar la continuidad de la plataforma ferroviaria y garantizar la correcta evacuación de las aguas. Estas infraestructuras, aunque a menudo discretas en escala o presencia, son parte esencial de la ingeniería de línea y reflejan con claridad las decisiones técnicas adoptadas en función del terreno, del caudal a salvar y del esfuerzo económico disponible en cada tramo.

Desde el punto de vista técnico y terminológico, es importante establecer una distinción entre los distintos tipos de estructuras:

- **Caño**: se trata de tubos de sección circular, utilizados para evacuar pequeños caudales de agua. Representan la forma más básica de drenaje, normalmente integrada en cunetas o pasos menores bajo la plataforma.
- **Tajea**: es una obra de drenaje simple, compuesta por pequeñas conducciones o pasos inferiores de fábrica, sin cámara visitable. Se emplea para la evacuación de aguas pluviales o corrientes muy modestas, con una anchura libre inferior a 1 metro.
- **Alcantarilla**: permite el paso de cursos de agua de carácter estacional o escorrentías más significativas. Su sección suele ser circular o cuadrada, y su luz se encuentra habitualmente entre 1 y 3 metros.
- **Pontón**: estructura intermedia entre una alcantarilla y un puente, empleada para el cruce de arroyos o cauces secundarios. Generalmente construidos con bóvedas de ladrillo, piedra o fábrica mixta, presentan luces comprendidas entre 3 y 10 metros.
- **Puente**: constituye la infraestructura de mayor entidad, concebida para salvar ríos, barrancos u otros accidentes geográficos importantes. Con luces superiores a los 10 metros, suelen ejecutarse con soluciones estructurales más complejas, como vigas metálicas, arcos de fábrica o marcos de hormigón armado.

En este apartado se analizarán ejemplos representativos de cada uno de estos elementos a lo largo del trazado, valorando sus características constructivas, materiales empleados y estado actual de conservación. Además, se reflexionará sobre su papel dentro del conjunto patrimonial y su potencial como testigos del modo de construir en el ámbito ferroviario industrial de comienzos del siglo XX.

PUENTES

Presentan una tipología mixta, que combina estructuras de obra de fábrica (mampostería) en los estribos con tableros metálicos apoyados sobre los mismos, adaptándose así a las condiciones topográficas y geológicas del entorno. En términos generales, la tipología estructural predominante en la línea está compuesta por celosías metálicas hiperestáticas, apoyadas sobre estribos de mampostería hidráulica careada, configurando un sistema constructivo eficiente y robusto, característico de la ingeniería ferroviaria de comienzos del siglo XX.

En el sector norte del trazado (entre Cala y El Gergal), donde predominan los valles estrechos y profundos, se opta por soluciones más elaboradas: estribos macizos y tableros metálicos de mayor luz. Algunos de estos puentes presentan estribos enteramente macizos, como el Puente del kilómetro 4, el del kilómetro 7 y el del Arroyo Molinillo. Otros casos, como el Puente del Trueno y el Puente del Burro, incorporan estribos con arcos aligerados, lo cual permitía reducir materiales y aligerar empujes, sin comprometer la estabilidad.

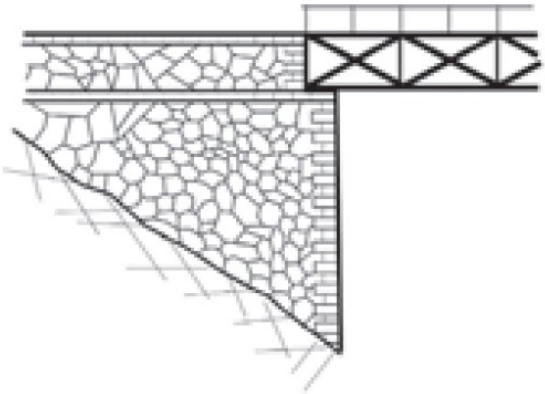


Ilustración 38: Estribos macizos tipo.

Fuente: Los ferrocarriles en la provincia de Huelva, un recorrido por el pasado.

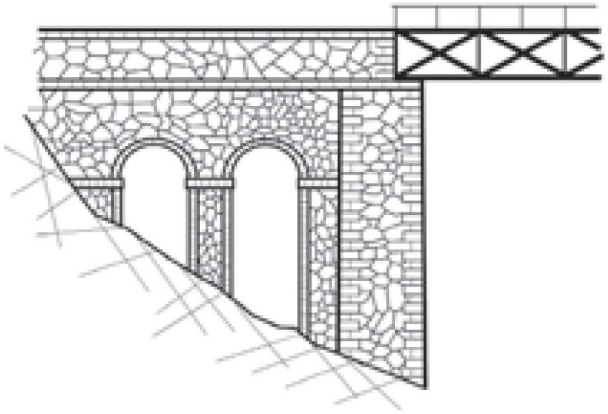


Ilustración 39: Estribos aligerados tipo.

Fuente: Los ferrocarriles en la provincia de Huelva, un recorrido por el pasado.

En cambio, en el sector sur del trazado (más próximo a Sevilla), donde el relieve es más suave, con valles más anchos y menos encajados, se recurrió a estructuras más sencillas y modulares, como los llamados pontones. Un ejemplo de esta solución constructiva es el Puente sobre el Arroyo Molinos, situado en el kilómetro 83 del trazado, donde la magnitud del obstáculo no requería soluciones de gran envergadura.

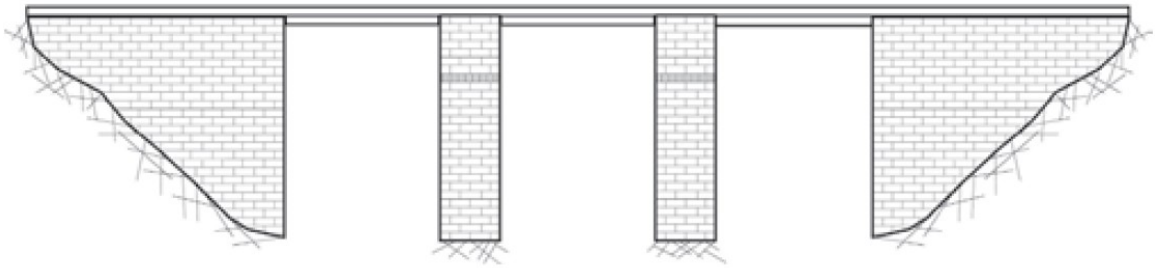


Ilustración 40: Pontón en la vega del Guadalquivir.

Fuente: Los ferrocarriles en la provincia de Huelva, un recorrido por el pasado.

En cuanto a la clasificación de los puentes según la longitud de su tablero —es decir, la luz estructural que debían salvar—, pueden distinguirse tres tipos fundamentales:

- **Puentes de 10 metros de luz:** fueron los más frecuentes a lo largo del trazado. Se emplearon para salvar cauces como la Ribera de Hierro y la Ribera de Huelva, así como numerosos barrancos y arroyos de menor entidad. Su sencillez estructural los hizo idóneos para una amplia variedad de localizaciones.
- **Puentes de 20 metros de luz:** se construyeron dos ejemplares, ambos destinados a salvar grandes barrancos, como los del Barranco del Madero y el Barranco del Burro, donde la topografía requería soluciones de mayor luz.
- **Puente de 30 metros de luz:** solamente se ejecutó un puente de esta tipología, cuya envergadura respondía a la necesidad de salvar la Ribera de Huelva de forma esviada, justo en el punto donde hoy se ubica la presa del embalse de Guillena. Esta obra constituye la solución más ambiciosa dentro del repertorio de puentes de la línea, tanto por su longitud como por su estructura.

A continuación, se desarrollará un análisis detallado de algunos de los ejemplos más significativos que permiten ilustrar las tipologías y soluciones constructivas adoptadas en los puentes del ferrocarril de Cala. No obstante, antes de abordar cada caso concreto, resulta necesario ofrecer una explicación breve y concisa sobre la tipología estructural empleada en la construcción de estos elementos.

En función de la luz a salvar, los tableros metálicos utilizados en la línea se clasificaban fundamentalmente en tres categorías: de 10, 20 y 30 metros de luz. Para los puentes de menor luz, es decir, los de 10 metros, se recurrió a vigas de alma llena, que consistían en un cajón metálico conformado por chapas laterales y de fondo de 10 mm de espesor, rigidizadas mediante elementos transversales. Esta tipología ofrecía un comportamiento estructural adecuado para luces moderadas, manteniendo una buena relación entre sencillez constructiva y capacidad resistente.

Sin embargo, al aumentar la luz —casos de 20 y 30 metros— también debía incrementarse el canto del cajón para resistir los mayores momentos flectores. Este aumento de dimensión implicaba un aumento en altura también de las chapas, tanto laterales como inferior, lo que daba lugar a una mayor esbeltez del conjunto. En consecuencia, surgía un riesgo considerable de inestabilidades locales por abolladura de las chapas, lo que obligaba a incorporar un número creciente de rigidizadores, tanto transversales como longitudinales, para garantizar la estabilidad estructural.

Llegado a cierto umbral de luz y exigencia estructural, el empleo de vigas de alma llena dejaba de ser una solución eficiente, tanto desde el punto de vista técnico como económico. Por ello, en los puentes de mayor envergadura se optó por tableros metálicos de celosía. Esta tipología, al distribuir mejor los esfuerzos y reducir el peso estructural, permitía salvar mayores luces con menor cantidad de material, ofreciendo además un comportamiento más favorable frente a cargas dinámicas.

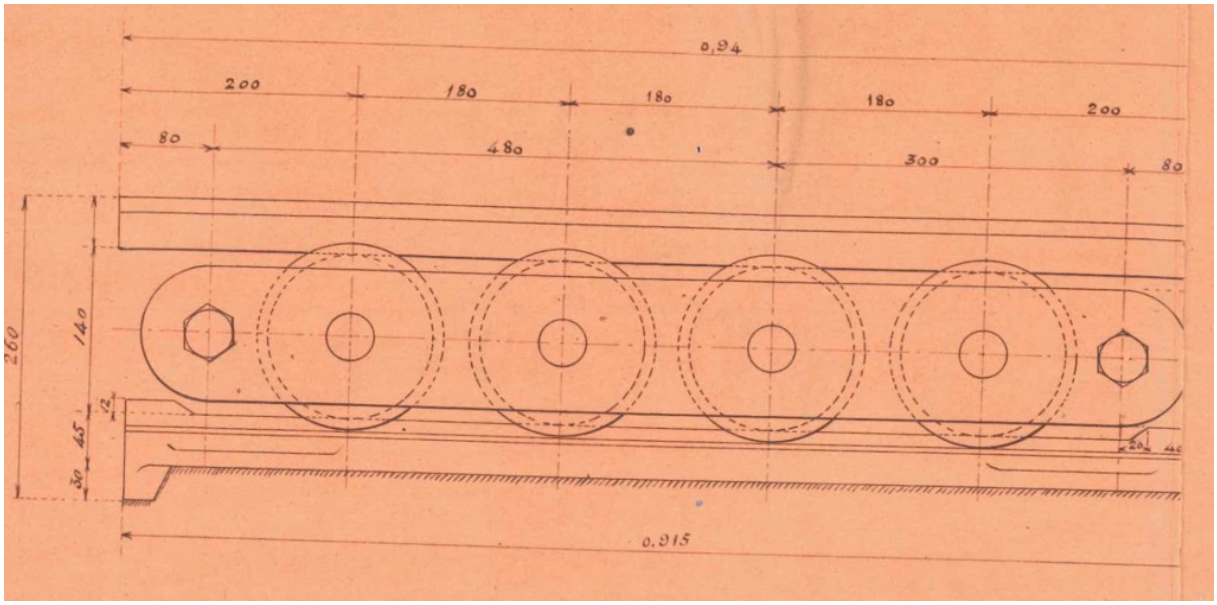
En este contexto, se recurrió a **celosías hiperestáticas**, que presentaban una ventaja significativa frente a las isostáticas: una mayor seguridad estructural. En una celosía isostática, la triangulación es mínima y cada barra es esencial para la estabilidad del conjunto. Si una diagonal de arriostramiento fallaba —algo especialmente crítico en los apoyos donde se concentran los mayores

esfuerzos cortantes—, el colapso de la estructura era prácticamente inevitable. En cambio, las celosías hiperestáticas incorporaban más barras de las estrictamente necesarias desde un punto de vista estático, lo que permitía que, ante el fallo de una barra, otras pudieran asumir su carga, aumentando así la seguridad global del puente.

No obstante, esta mayor seguridad implicaba también una complejidad constructiva considerable. El montaje de estas celosías requería que cada barra estuviera cortada con gran precisión. Si una pieza era ligeramente más corta o más larga de lo previsto, obligaba a forzar el ensamblaje, introduciendo tensiones y deformaciones no deseadas en la estructura. Por tanto, aunque desde el punto de vista estructural y funcional las celosías hiperestáticas eran superiores, su ejecución demandaba una mano de obra cualificada y un control geométrico mucho más riguroso.

A pesar de estas dificultades, las celosías metálicas hiperestáticas fueron empleadas con éxito en los puentes de 20 metros de luz, como los del barranco del Burro y del Madero, y en el puente singular de 30 metros sobre el río Rivera de Huelva, demostrando la capacidad técnica de los ingenieros de la época para adaptar la solución estructural a las exigencias específicas del terreno y del trazado ferroviario.

Otro aspecto de interés en el análisis estructural de los puentes es el sistema de apoyo empleado entre el tablero metálico y los estribos de fábrica. Este consistía en el uso de aparatos de apoyo mecánicos, concretamente sistemas de rodillos, que permitían un comportamiento isostático del tablero ante las dilataciones y contracciones térmicas. Dicho dispositivo consistía en disponer un extremo del tablero sobre una placa fija —normalmente anclada al estribo mediante pernos o grapas metálicas— mientras que el otro extremo se apoyaba sobre un conjunto de rodillos metálicos alojados en una cuna de acero. De este modo, el tablero podía desplazarse longitudinalmente sin generar empujes horizontales indeseados sobre los estribos, evitando así la aparición de esfuerzos axiles adicionales por deformaciones impuestas, debidas a las variaciones de temperatura u otros efectos diferenciales.



Plano 40: Aparato de apoyo de rodillos tipo.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Este sistema de rodillos resultaba eficaz en un contexto donde aún no existían soluciones modernas de apoyo basadas en materiales elastoméricos. En la actualidad, los sistemas de apoyo más habituales en puentes son los neoprenos zunchados, dispositivos compuestos por láminas de acero confinadas en un volumen de elastómero que permiten pequeñas deformaciones internas dentro del régimen elástico del material. Estas deformaciones son reversibles, lo que permite al tablero del puente adaptarse a las variaciones térmicas, cargas vivas y asentamientos sin comprometer su integridad estructural ni la de sus apoyos.

Uno de los aspectos fundamentales para comprender el comportamiento mecánico de estos elementos estructurales en contacto es el estudio de las tensiones que se generan en dichas zonas. En este sentido, la teoría de Hertz, formulada en 1.882 por Heinrich Hertz, resulta clave para el análisis de las tensiones de contacto que se producen entre dos cuerpos elásticos sometidos a una carga. Esta teoría tiene aplicaciones directas en ingeniería estructural, tribología, mecánica de materiales y, en el caso que nos ocupa, en el diseño y dimensionamiento de elementos ferroviarios como los apoyos de los puentes metálicos.

La teoría de Hertz parte de la idea de que, cuando dos superficies curvas —como una esfera o un cilindro— o una curva y una plana entran en contacto bajo una carga, dicha interacción no se produce en un punto o línea ideal, sino en una zona finita con forma elíptica o circular, según la geometría. En esta área de contacto, la presión no es constante: alcanza su valor máximo en el centro y disminuye progresivamente hacia los bordes. Bajo esta superficie se desarrollan tensiones normales y tangenciales, cuya magnitud y distribución dependen de parámetros como el radio de curvatura de las superficies, las propiedades mecánicas de los materiales (módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson) y la carga aplicada.

Uno de los factores más influyentes en esta distribución de tensiones es, precisamente, el radio de curvatura. A mayor radio —es decir, superficies con una curvatura más suave— la zona de contacto se amplía, lo que permite repartir mejor la carga y reducir la presión máxima. Por el contrario, con radios pequeños la zona de contacto se reduce, aumentando significativamente la concentración de tensiones y el riesgo de fallo por fatiga o deformación plástica.

Esta relación puede entenderse fácilmente mediante una analogía: presionar una pelota grande y blanda contra el suelo distribuye la carga de forma amplia y segura, mientras que presionar una canica concentra toda la carga en un punto reducido, generando una presión muy elevada. En diseño estructural, esta observación es fundamental para justificar por qué se incrementa el radio de curvatura en aquellos elementos sometidos a esfuerzos repetidos en contacto, como los rodamientos o los sistemas de apoyo de los puentes.

En el caso de los puentes del ferrocarril de Cala al Guadalquivir, este principio se aplica de forma directa: conforme los puentes aumentan en luz —y por tanto, en las cargas transmitidas— el radio de los rodillos empleados como aparatos de apoyo también se incrementa. Esta estrategia permite reducir la presión de contacto entre el tablero metálico y la cuna de acero del estribo, asegurando así una transmisión de cargas más uniforme, una mayor estabilidad estructural y una menor probabilidad de aparición de concentraciones críticas de esfuerzo.

Puentes de 10 metros de luz

A continuación, se presenta un recorrido por los diferentes puentes de 10 metros de luz que se localizan a lo largo del trazado. Los cuales, fueron ejecutados con una tipología estructural uniforme basada en vigas metálicas de alma llena, diseñados para salvar cauces menores, barrancos y arroyos distribuidos en los tramos más accidentados del trazado.

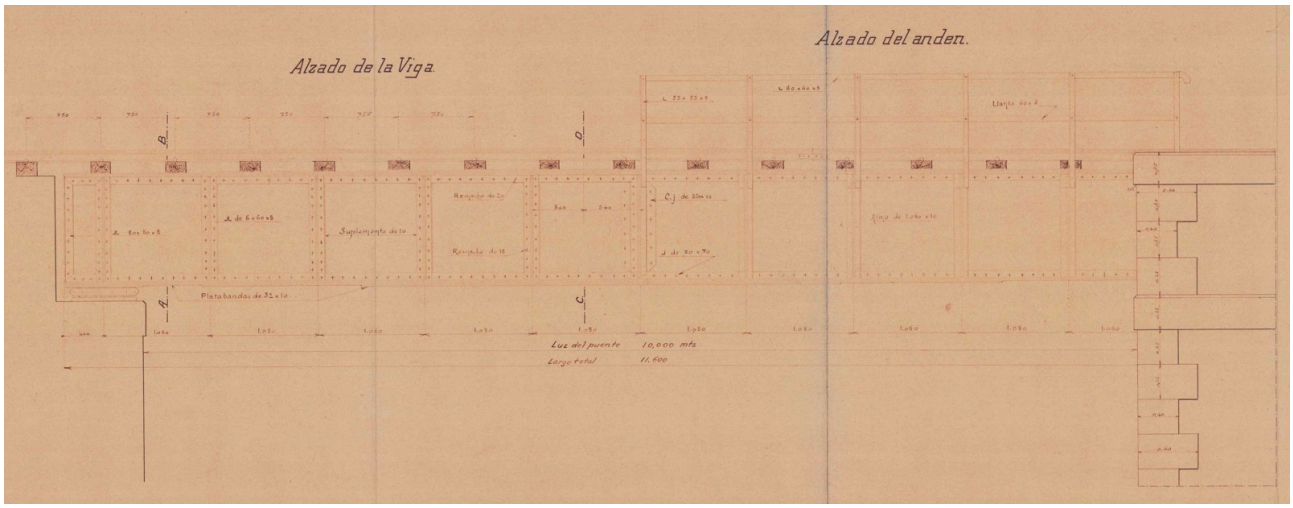
Se listan los siguientes:

- El puente del kilómetro 4.
- El puente del kilómetro 7.
- El puente sobre el barranco del Trueno.
- El puente sobre el barranco de Los Morenos.
- El puente sobre el arroyo Molinillo.
- El puente sobre el barranco de Agua Fría.
- El puente sobre el arroyo Galapagar.

Tal como se ha comentado anteriormente, todos estos puentes comparten la solución estructural de cajones metálicos de sección rectangular, compuestos por chapas laterales y de fondo de aproximadamente 10 mm de espesor, rigidizadas transversalmente para garantizar su estabilidad estructural frente a las solicitaciones externas.

A continuación, se incluyen para cada puente una serie de planos técnicos e imágenes que permiten apreciar tanto su morfología como su integración en el paisaje ferroviario.

No obstante, se muestran los planos propios de la estructura de 10 metros, comunes a todo ellos.



Plano 41: Alzado tablero metálico de viga de alma llena. 10 metros de luz.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

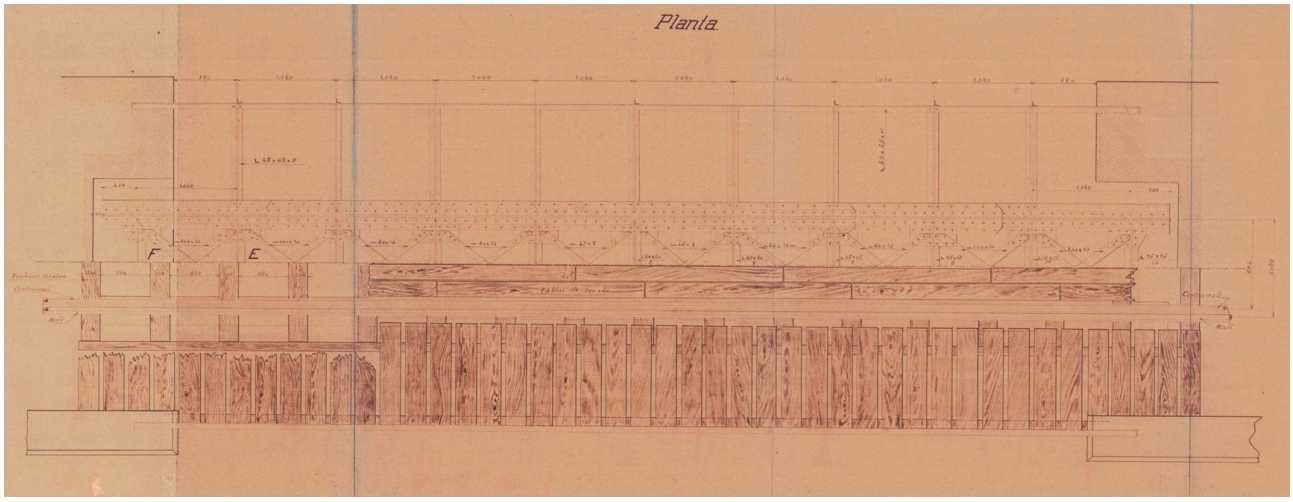
Como se puede observar en este plano, la vigas de alma llena que conforma el cajón estructural está compuesta por chapas laterales y de fondo de 10 mm de espesor y 1,080 metros de canto, reforzadas para garantizar su estabilidad frente a cargas dinámicas y estáticas, mediante rigidizadores

transversales. Los dispuestos verticalmente estaban constituidos por perfiles en L de 80 × 80 × 8 mm en las zonas extremas, mientras que en los tramos intermedios se optó por perfiles más ligeros en L dobles de 60 × 60 × 8 mm, reforzados en los puntos centrales con un suplemento de 10 mm.

En cuanto a los rigidizadores longitudinales, que actúan como cordón inferior de la viga, estaban formados por perfiles en L de 70 × 70 mm.

Por otra paste, el tablero se completaba con barandillas de seguridad también formadas por perfiles en L de 60 × 60 × 8 mm en los tramos longitudinales, y de 55 × 55 × 8 mm en los tramos transversales. Como refuerzo adicional, las llantas longitudinales intermedias eran planchas rectangulares de 60 × 8 mm.

El tablero metálico tiene una longitud total de 11,60 metros, con una luz estructural efectiva de 10 metros, y las traviesas que soportaban la vía estaban dispuestas con una separación aproximada de 75 cm entre ejes.



Plano 42: Planta tablero metálico de viga de alma llena. 10 metros de luz.

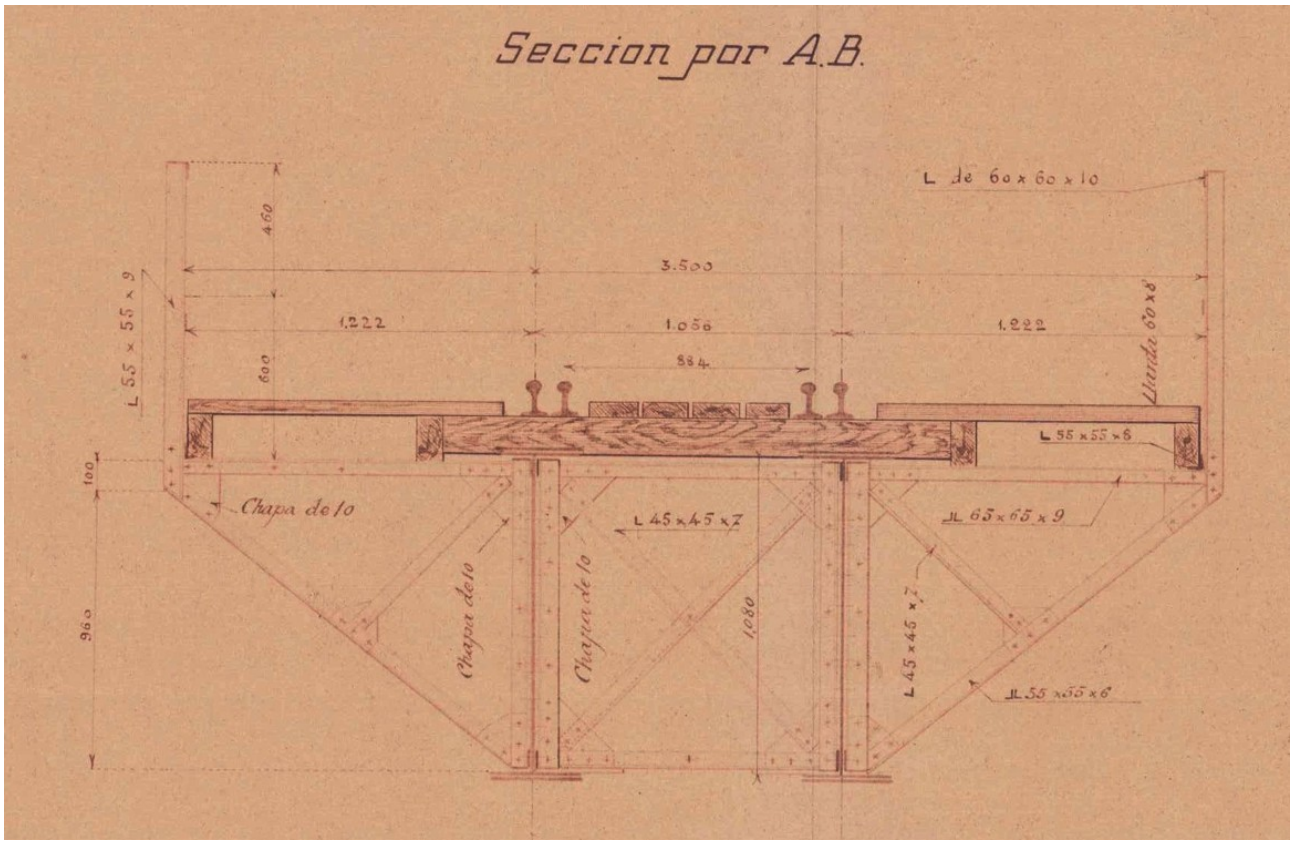
Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Como se puede observar en la vista en planta, la viga de alma llena se arriostraba en su plano superior mediante cruces de San Andrés, formadas por perfiles laminados planos. Los dos arriostramientos más extremos estaban conformados por perfiles de 100x10 mm, los dos intermedios por perfiles de 60x10 mm y el más central por perfiles de 45x8 mm. De este modo, se disponía un total de cinco cruces de San Andrés a cada lado del eje del tablero, conformando un conjunto simétrico de diez cruces en total.

En cuanto a los voladizos, estos se ejecutaban mediante perfiles transversales en L de 65x65x9 mm, unidos entre sí por perfiles longitudinales también en L de 55x55x11 mm, formando una estructura reticular ligera y eficaz.

Las traviesas, de sección 120x200 mm, seguían una disposición también simétrica: las dos primeras se encontraban separadas 350 mm entre sí, la separación entre la segunda y la tercera era de 530 mm, y a partir de la tercera, las traviesas centrales mantenían una separación constante de 550 mm hasta el eje, repitiéndose la misma disposición hacia el extremo opuesto del tablero.

Finalmente, el tablero del puente se remataba con tablones de madera dispuestos transversalmente en los voladizos laterales y longitudinalmente entre los raíles de la vía, lo que permitía el acceso peatonal seguro al puente en todo momento y facilitaba las labores de mantenimiento.



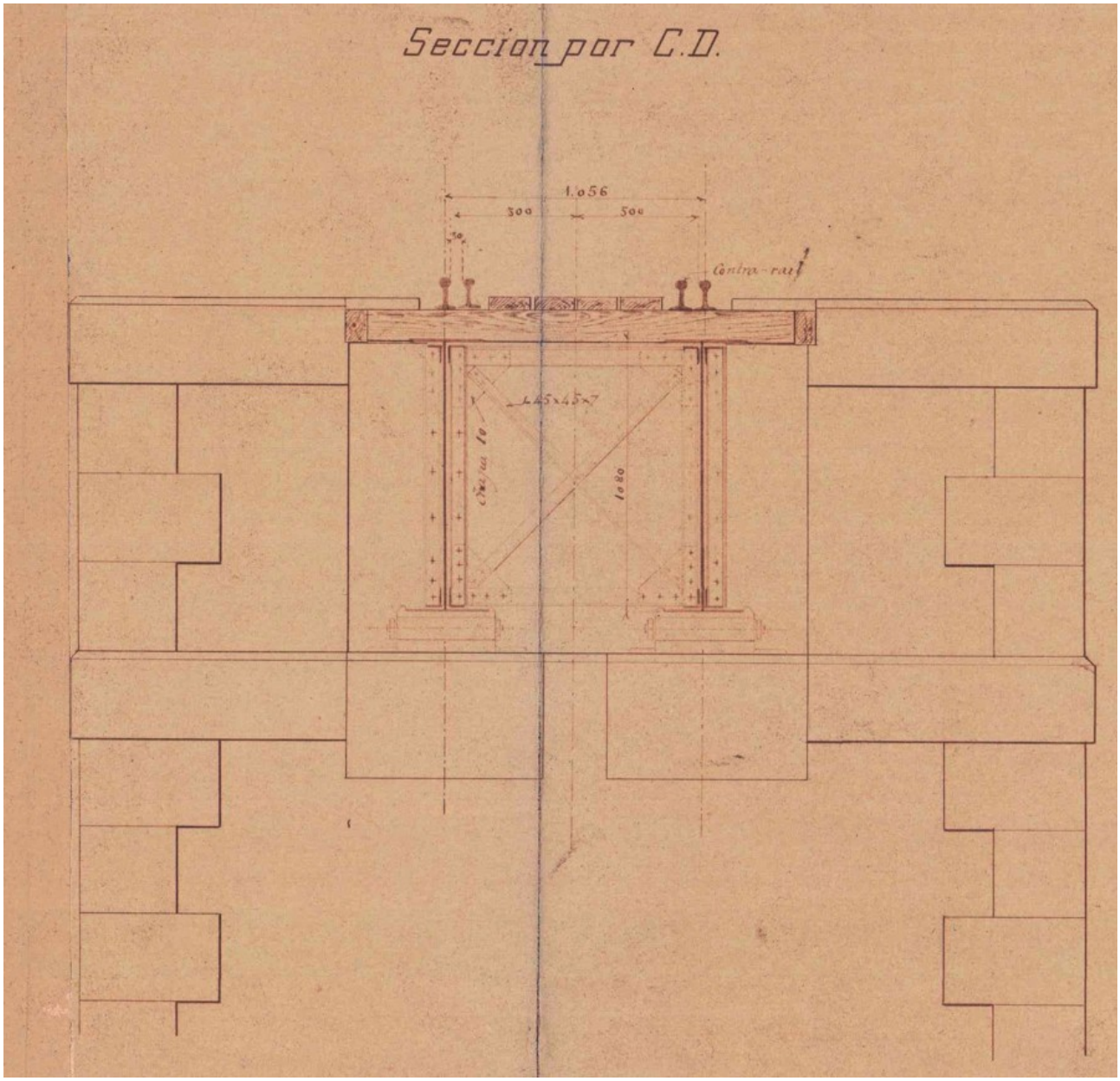
Plano 43: Sección cajón metálico de viga de alma llena. 10 metros de luz.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Respecto a la sección transversal por el corte AB, se aprecia que el cajón metálico de la viga de alma llena se arriostraba también interiormente mediante cruces de San Andrés, conformadas en este caso por perfiles en L de 45x45x7 mm. Los voladizos, por su parte, presentaban una triangulación estructural compuesta por perfiles en L de 65x65x9 mm, 55x55x6 mm y 45x45x7 mm, reforzada con cartelas de acero de 10 mm de espesor, lo que garantizaba una adecuada transmisión de esfuerzos y estabilidad frente a cargas laterales.

El canto total del cajón metálico era de 1,060 m. En cuanto a los voladizos laterales, estos presentaban un ancho útil de 1,222 m y se remataban con vigas de madera longitudinales sobre las que descansaban los tablones. Dichas vigas de madera se encastraban sobre perfiles en L de 55x55x8 mm, que proporcionaban el apoyo estructural necesario.

Como elemento de protección, se disponían barandillas de seguridad a lo largo de ambos voladizos, con una altura de 1,060 m, formadas por perfiles en L de 55x55x9 mm, lo que completaba el sistema de seguridad peatonal del tablero.



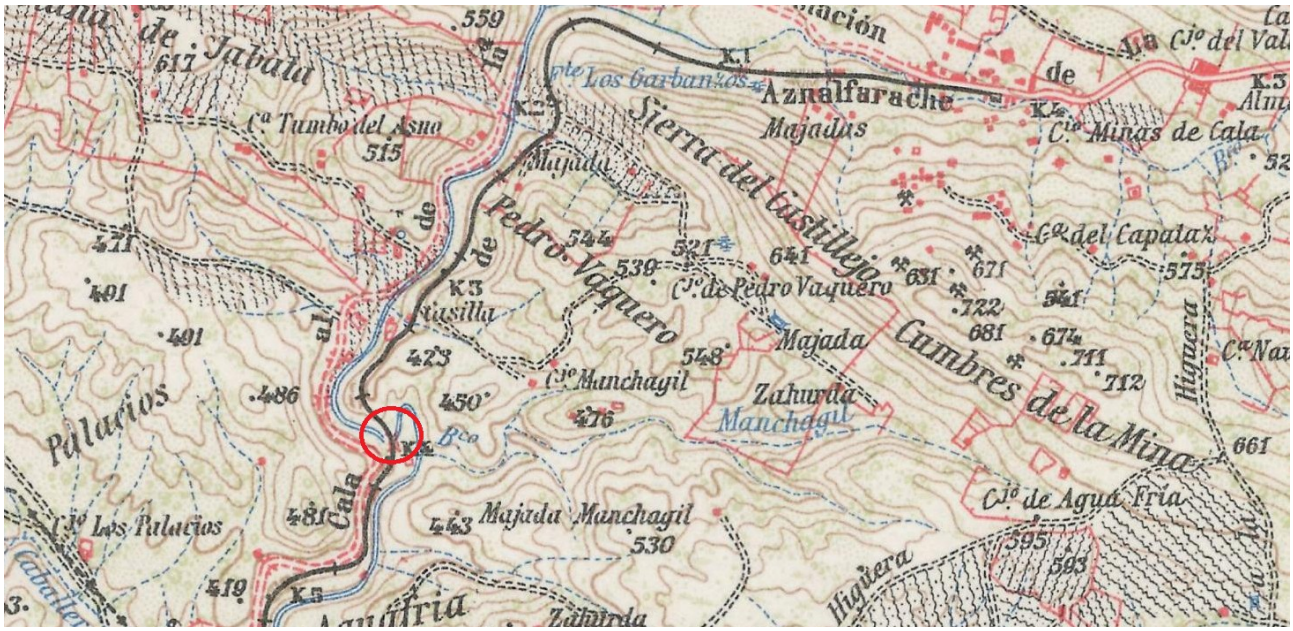
Plano 44: Sección cajón (en estribos) metálico de viga de alma llena. 10 metros de luz.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

En cuanto a la sección transversal por el corte CD, esta replicaba la configuración estructural del corte AB en lo que respecta al cajón metálico y su sistema de arriostramiento mediante cruces de San Andrés. Sin embargo, en este caso, no se disponían los voladizos laterales, ya que en esta zona el tablero quedaba encajado entre los estribos del puente. Así, el propio tablero metálico descansaba directamente sobre los aparatos de apoyo anteriormente descritos, compuestos por rodillos metálicos y placas de anclaje, que permitían la libre dilatación y contracción del tablero sin inducir esfuerzos indeseados en la estructura.

Puente del kilómetro cuatro (P.K 4+000)

Este puente, conocido popularmente como el *puente del cuatro*, se ubica, como su nombre indica, a la altura del kilómetro cuatro del recorrido, salvando el río Ribera de Hierro.

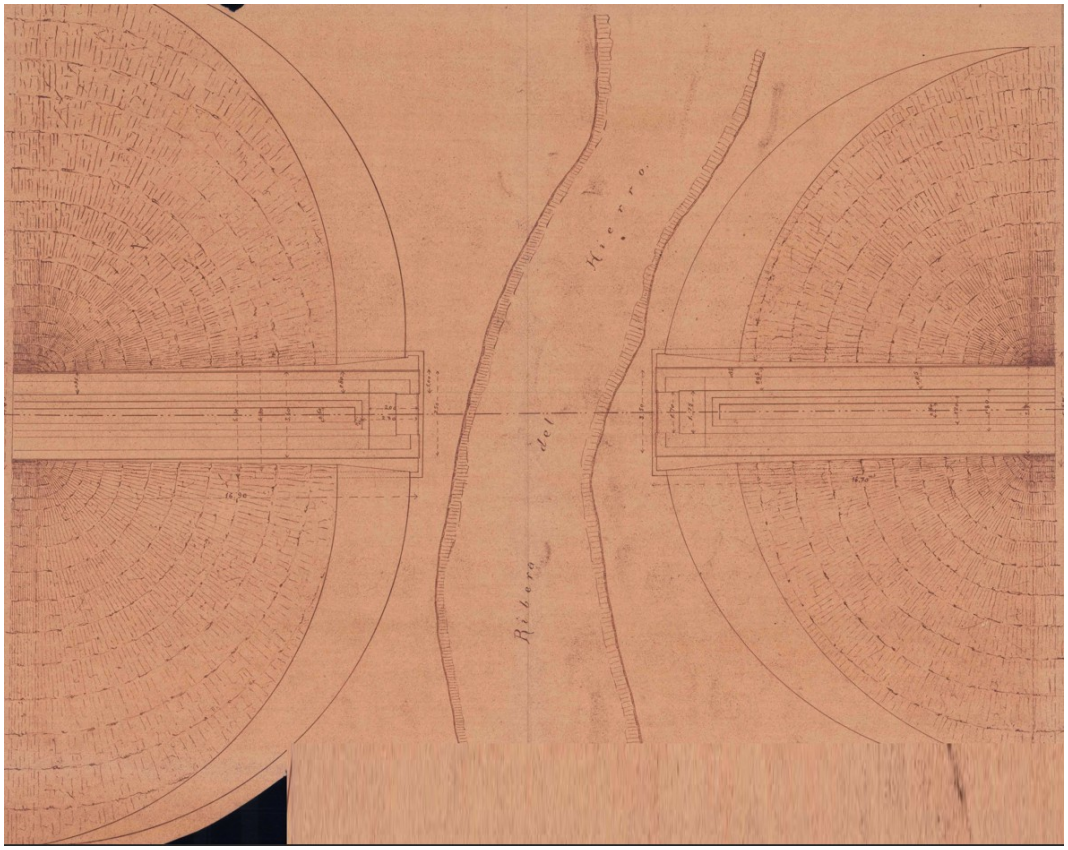


Mapa 16: Localización del puente del 4.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

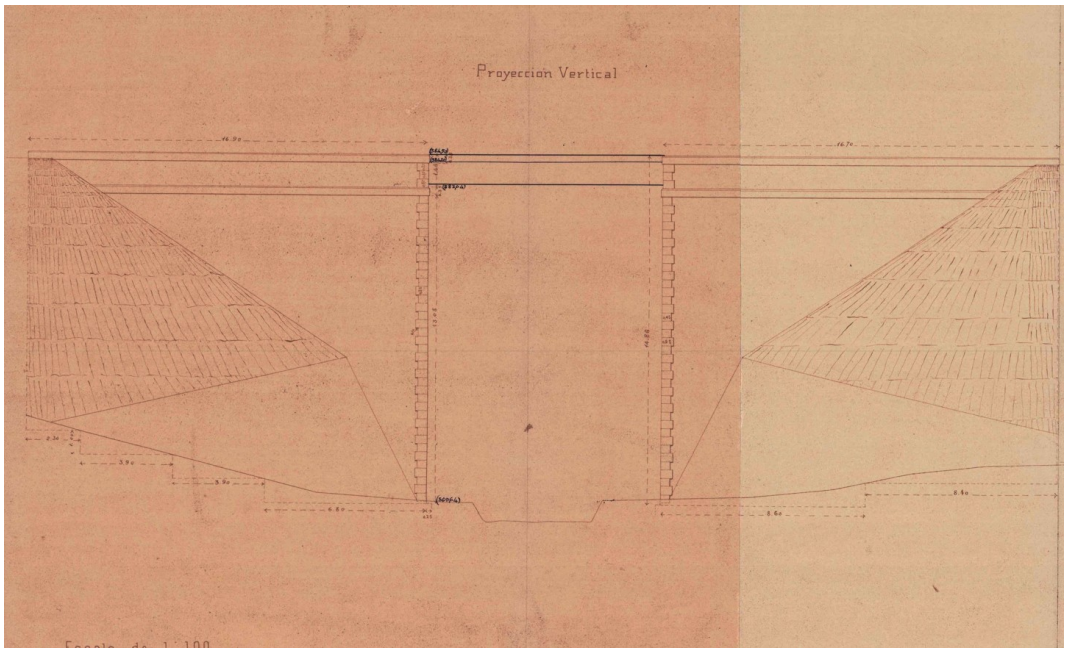
Ilustración 41: Puente del 4.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.



Plano 45: Planta del puente del 4.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



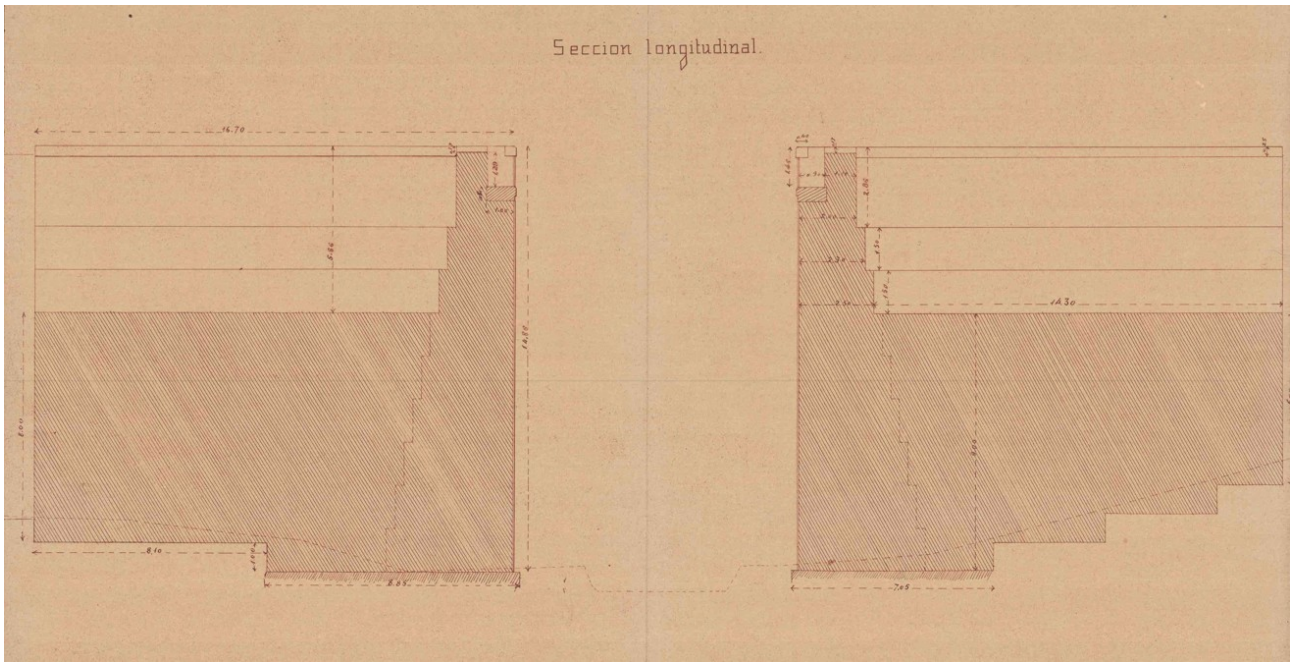
Plano 46: Proyección vertical del puente del 4.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Como se puede observar en los planos de los estribos, estos alcanzaban una altura de 14,86 metros sobre el cauce del Ribera de Hierro. Se trataba de estructuras de mampostería de cuerpo macizo, aunque aligeradas en su parte superior mediante un vaciado longitudinal.

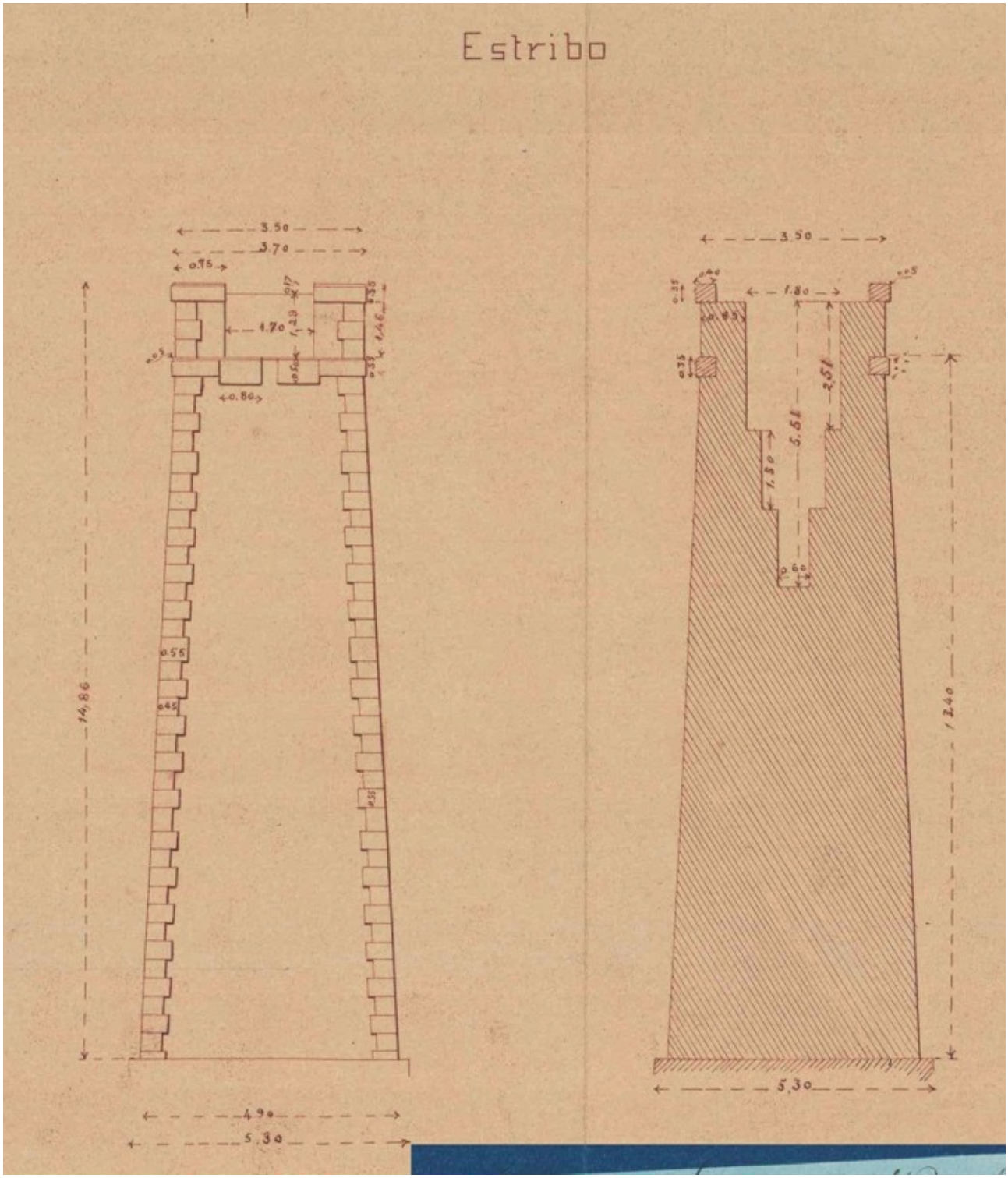
La sección transversal de los estribos presenta una forma trapezoidal, con un ancho de cimentación de 5,30 metros que se reduce progresivamente hasta los 3,50 metros en su coronación. Esta disposición permitía una correcta transmisión de cargas y una estabilidad eficaz frente a las solicitaciones horizontales del tablero.

Un aspecto notable del diseño es la presencia de refuerzos en forma de semicírculos de mampostería maciza adosados a la base de cada estribo. Estos elementos contribuían al equilibrio del conjunto, actuando como contrafuertes que mejoraban la resistencia a los empujes horizontales y reforzaban la estabilidad global frente a los esfuerzos transmitidos por el tablero metálico del puente.



Plano 47: Sección longitudinal del puente del 4.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 48: Alzado de estribos del puente del 4.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Puente del kilómetro siete (P.K 7+000)

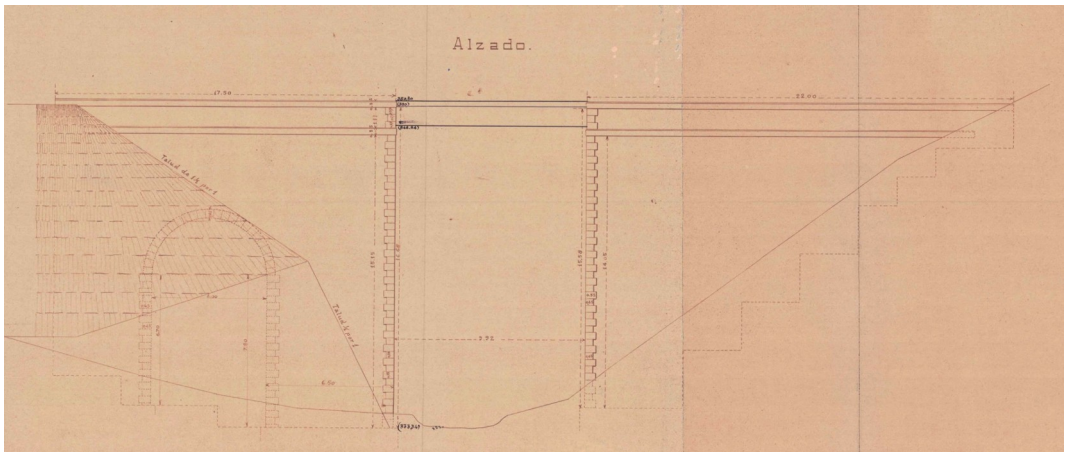
De igual manera que el puente anterior, a éste se le conoce popularmente como el puente del siete, ya que se localiza como su nombre indica, a la altura del kilómetro siete del recorrido, salvando el río Ribera de Hierro.

Mapa 17: Localización del puente del 7.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

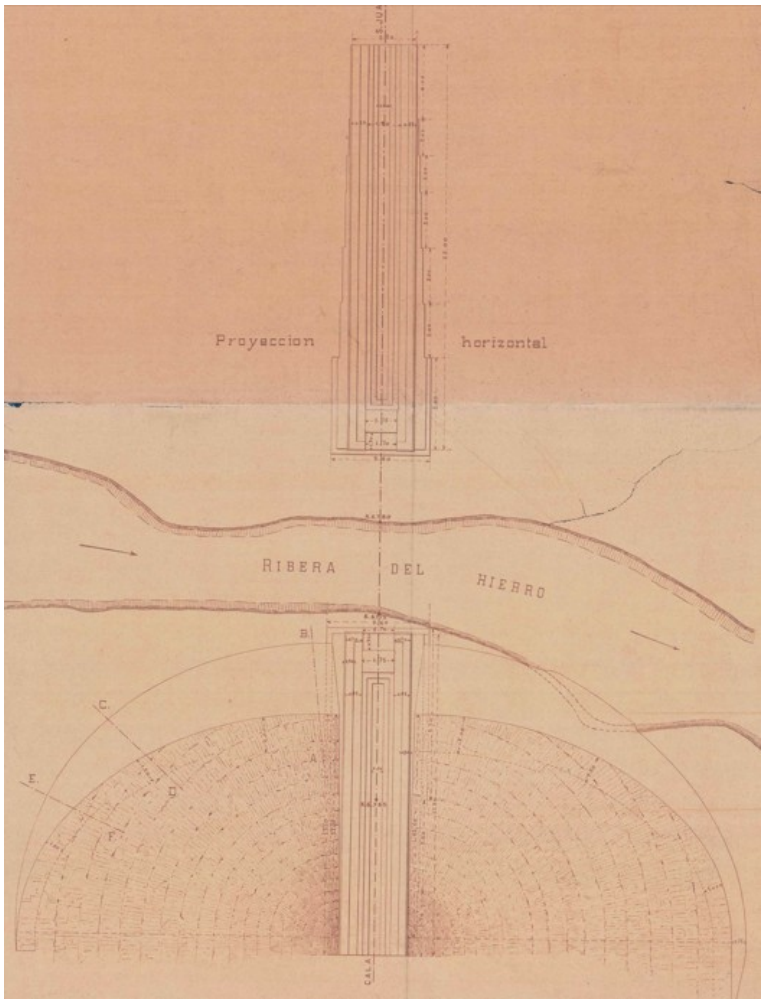
Como se puede apreciar en los planos, la tipología estructural de los estribos del puente del kilómetro siete es similar a la del puente del kilómetro cuatro, con la diferencia de que, en este caso, ambos estribos presentan alturas distintas, siendo de 16,68 m y 15,58 m, para el margen derecho e izquierdo, respectivamente, siendo éstas, superiores a las del puente anterior.

Un aspecto destacable de esta estructura es la presencia de un arco de aligeramiento en el estribo de la margen derecha que presenta la particularidad de apoyarse a distintos niveles, lo que pone de manifiesto el enfoque ingenieril orientado al ahorro de materiales y recursos constructivos. Aunque actualmente el arco queda enterrado como consecuencia de la ejecución posterior del estribo, su inclusión respondía a criterios técnicos de eficiencia y economía estructural. Además, su construcción fue viable gracias a que el terreno en esa margen era más competente, permitiendo la transmisión de cargas puntuales sin inducir asientos diferenciales significativos ni provocar fenómenos de hundimiento.



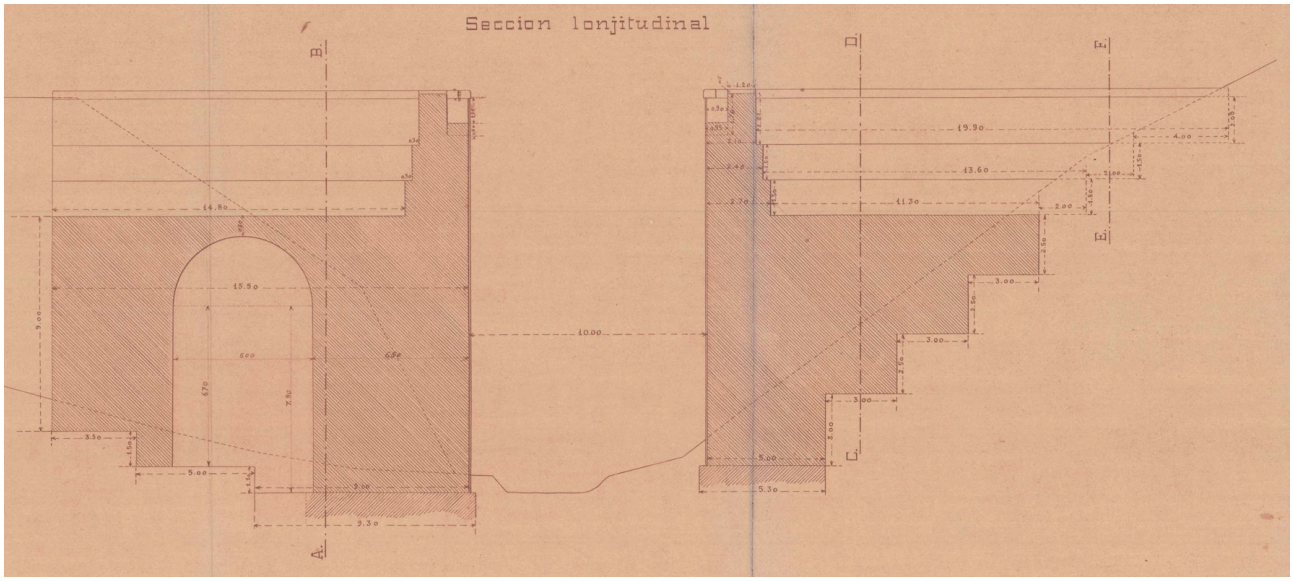
Plano 49: Proyección vertical del puente del 7.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



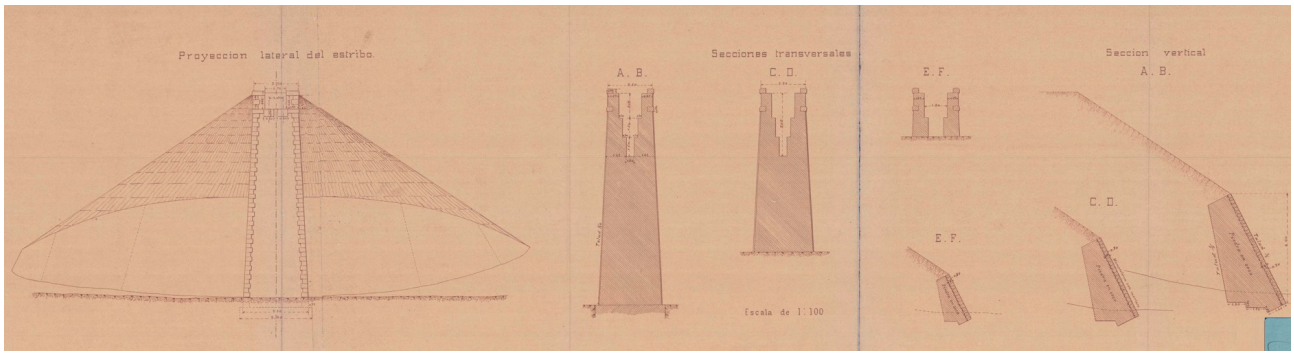
Plano 50: Planta del puente del 7.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 51: Sección longitudinal del puente del 7.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



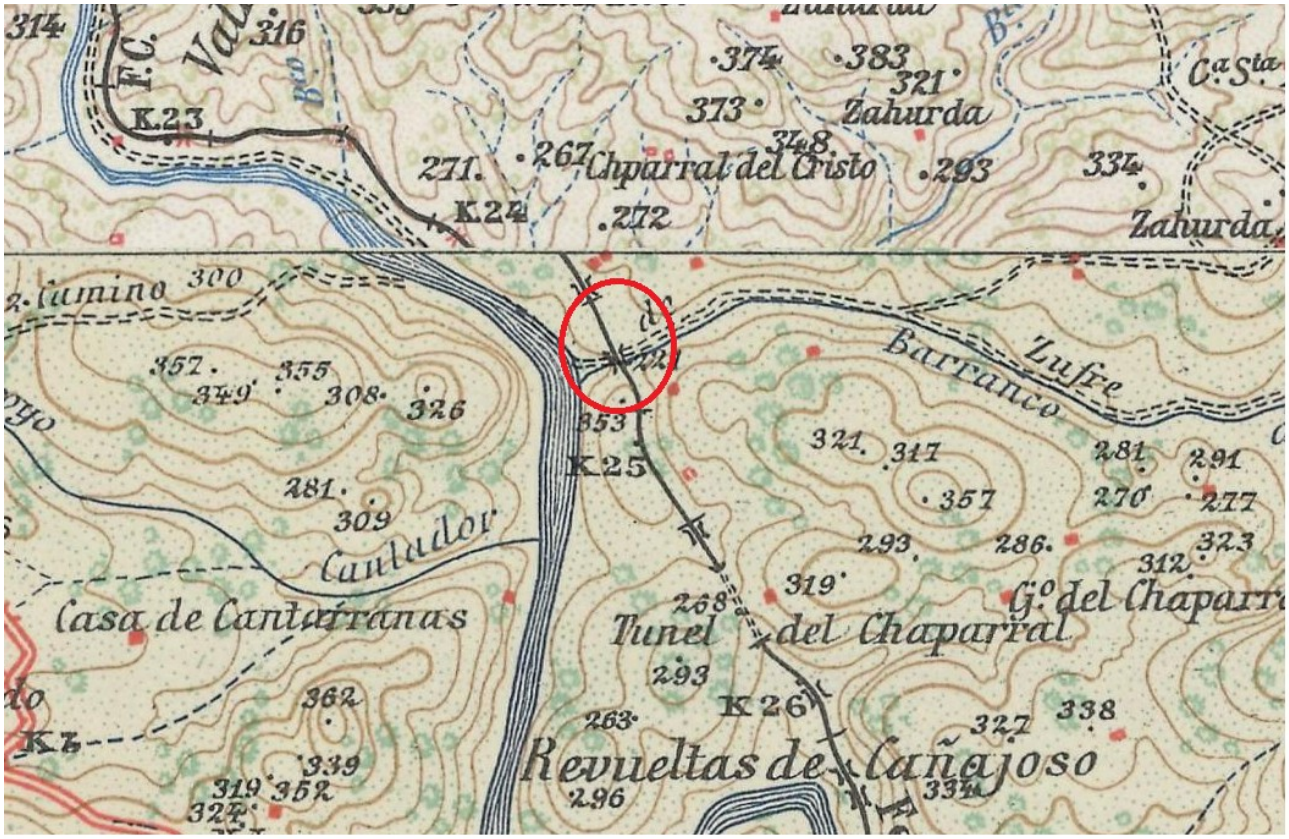
Plano 52: Muros de contención del puente del 7.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Otro aspecto a destacar de los planos es la variación en el volumen de piedra seca dispuesta en el trasdós de los muros de contención de mampostería de los estribos. Esta diferencia queda reflejada en las secciones AB, CD y EF, donde se puede observar cómo la cantidad de material varía en función de la topografía del terreno y de las exigencias estructurales de cada estribo. La disposición de la piedra seca cumple una doble función: por un lado, actúa como elemento drenante, permitiendo el paso del agua y evitando presiones hidrostáticas no deseadas; y por otro, contribuye a estabilizar el conjunto estructural al ejercer un empuje controlado y distribuido sobre el trasdós de los muros. Esta solución constructiva evidencia el cuidado diseño de los estribos y la adaptación al entorno natural del ferrocarril.

Puente sobre el barranco de El Trueno (P.K 25+000)

Este puente, actualmente desaparecido por la construcción del embalse de Zufre, debe su nombre, precisamente, al accidente geográfico que sortea: el barranco del Trueno. Presenta estribos de mampostería con una altura considerable, alcanzando los 12,95 metros en la margen izquierda y 15,96 metros en la margen derecha. Esta diferencia de cotas entre ambos márgenes refleja la adaptación de la infraestructura a la topografía abrupta del terreno, garantizando así la estabilidad del tablero y la correcta funcionalidad de la estructura.

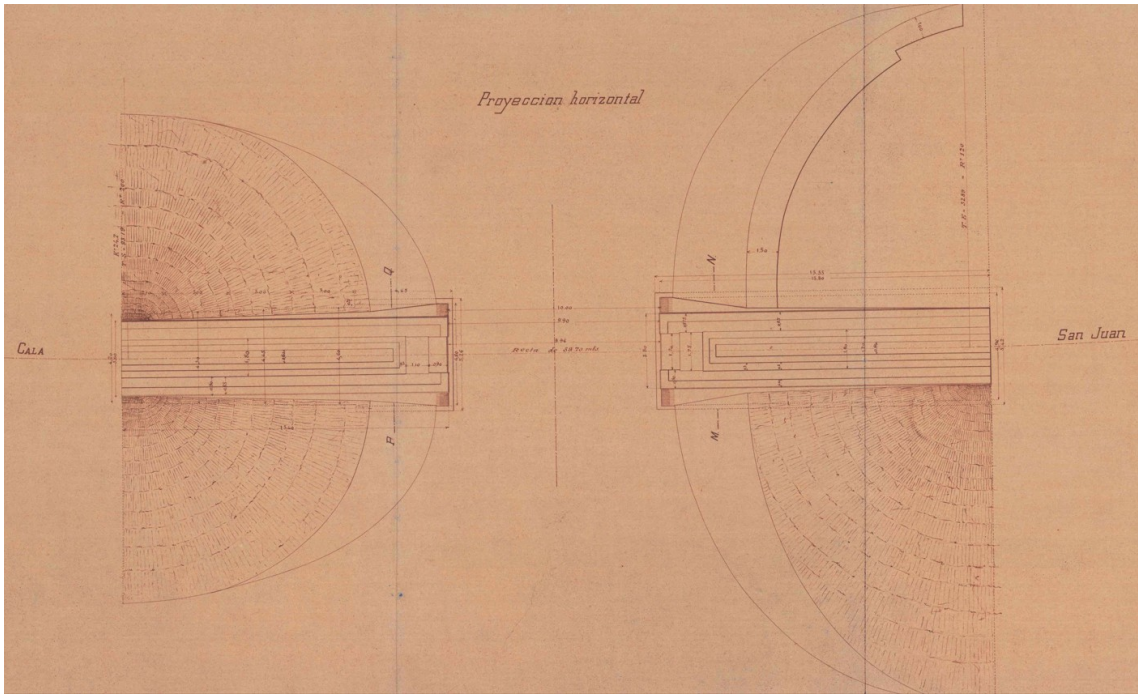


Mapa 18: Localización puente sobre el barranco de El Trueno.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

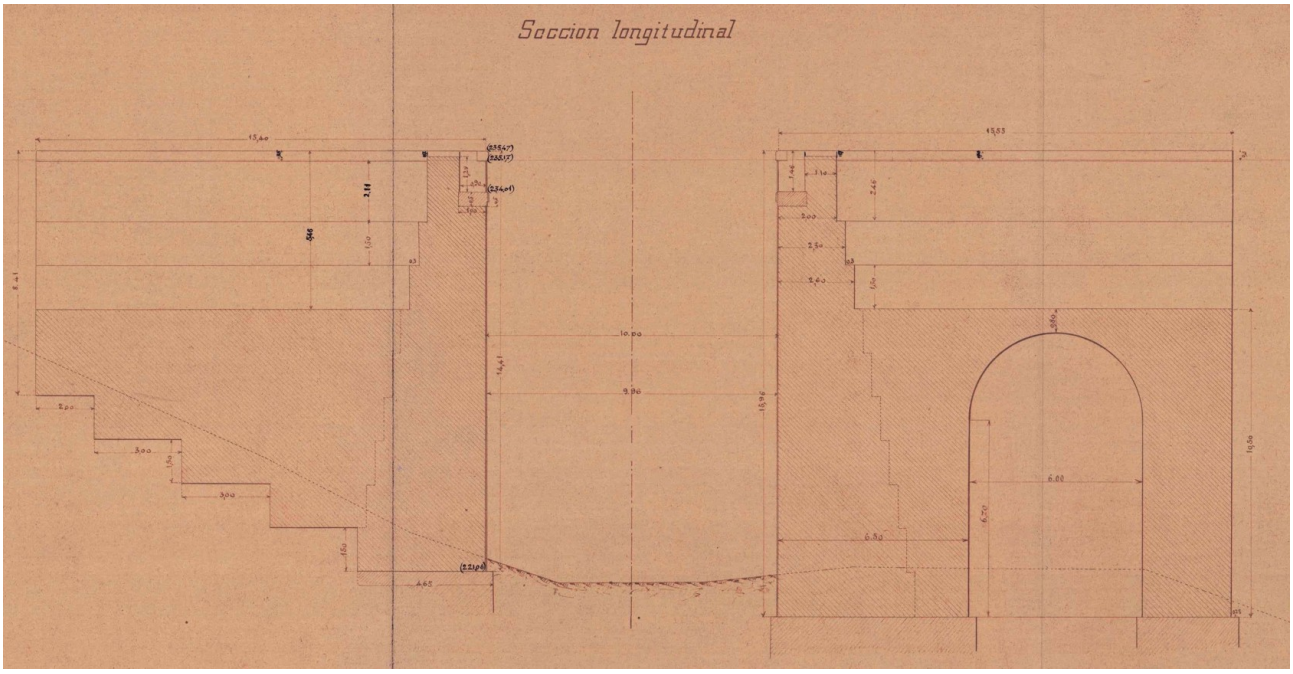
Ilustración 42: Puente sobre el barranco de El Trueno.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.



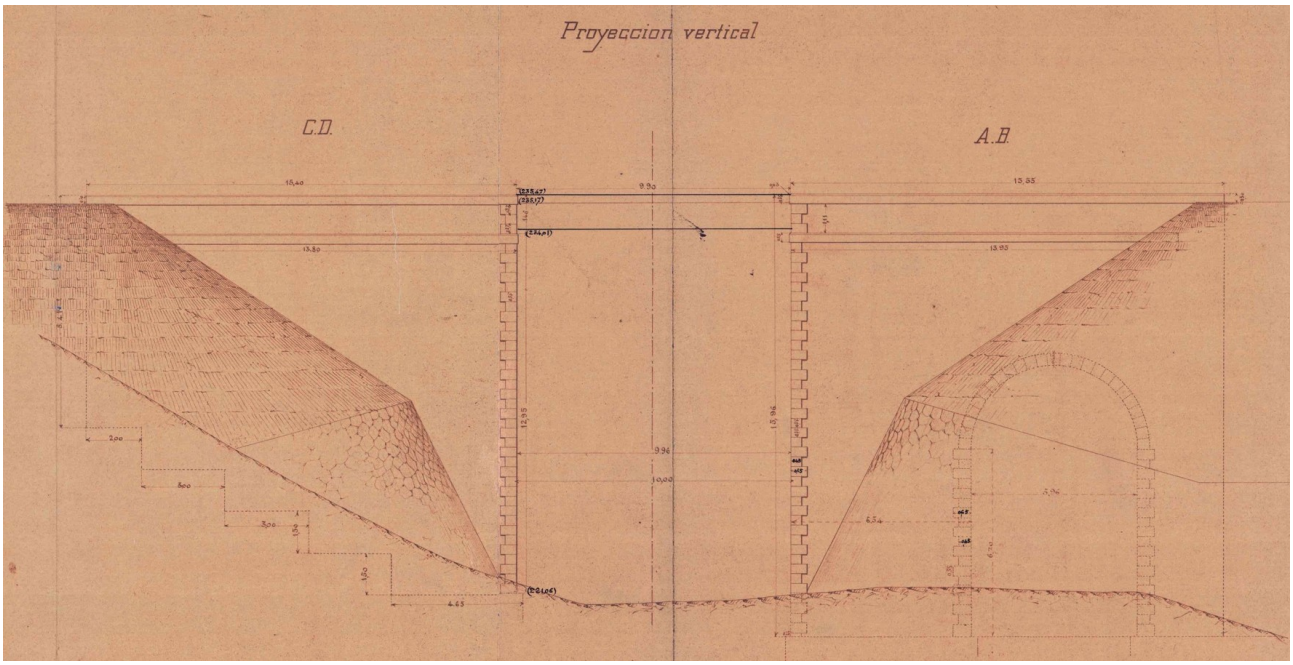
Plano 53: Planta del puente El Trueno

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 54: Sección longitudinal puente de El Trueno.

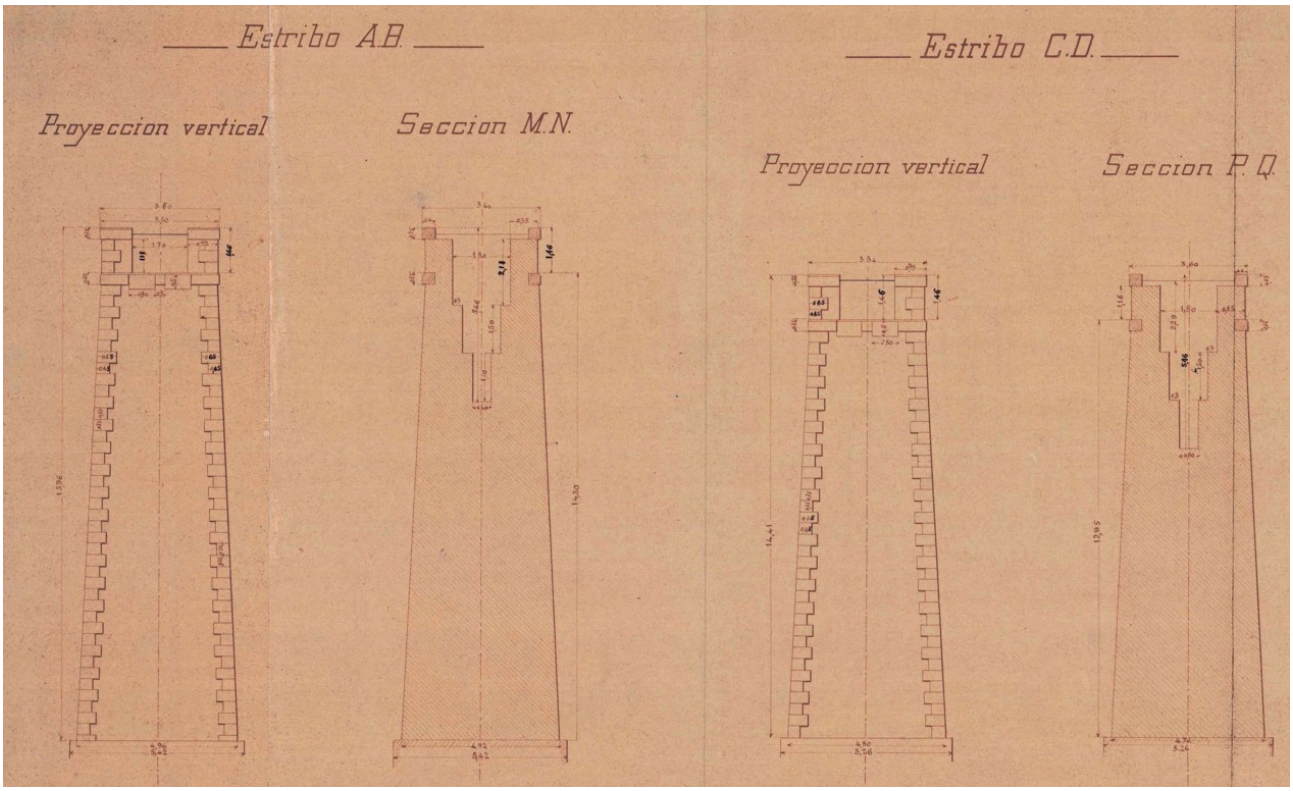
Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 55: Proyección vertical del puente de El Trueno.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Lo más destacable de este puente respecto a los anteriores, además del arco que aligera estructuralmente el estribo situado en la margen de San Juan, es la diferencia de radios en los semicírculos de mampostería que refuerzan ambos estribos. Esta variación se debe a que la diferencia de cota entre la coronación del estribo de San Juan y el terreno natural es mayor que la existente en el estribo de Cala. Como consecuencia, al ser necesario rellenar un mayor volumen de material y mantener una inclinación de talud constante en ambos casos, el radio del semicírculo de refuerzo del lado de San Juan alcanza los 120 metros, frente a los 100 metros del lado de Cala. Esta solución evidencia el criterio ingenieril aplicado para optimizar el equilibrio de empujes y garantizar la estabilidad del conjunto estructural.

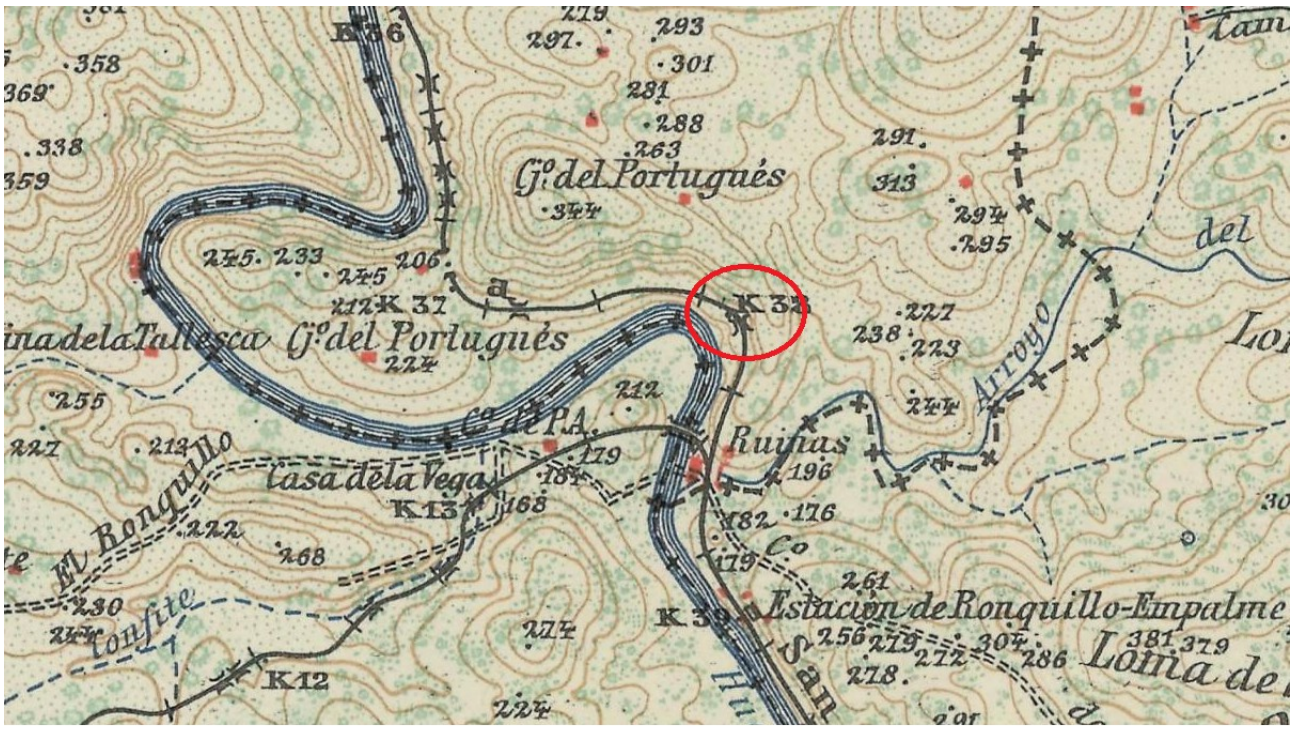


Plano 56: Alzado de estribos del puente de El Trueno.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Puente sobre el barranco de Los Morenos (P.K 39+000)

Este puente, que toma su nombre del barranco que salva —el Barranco de los Morenos—, se caracteriza por ser el más sencillo de todos los analizados. Su simplicidad estructural se justifica por las condiciones geotécnicas favorables del entorno, con un encajonamiento natural del barranco sobre suelos especialmente competentes. Esta circunstancia permitió prescindir de elementos de refuerzo adicionales, como los habituales semicírculos de mampostería o los arcos de aligeramiento.



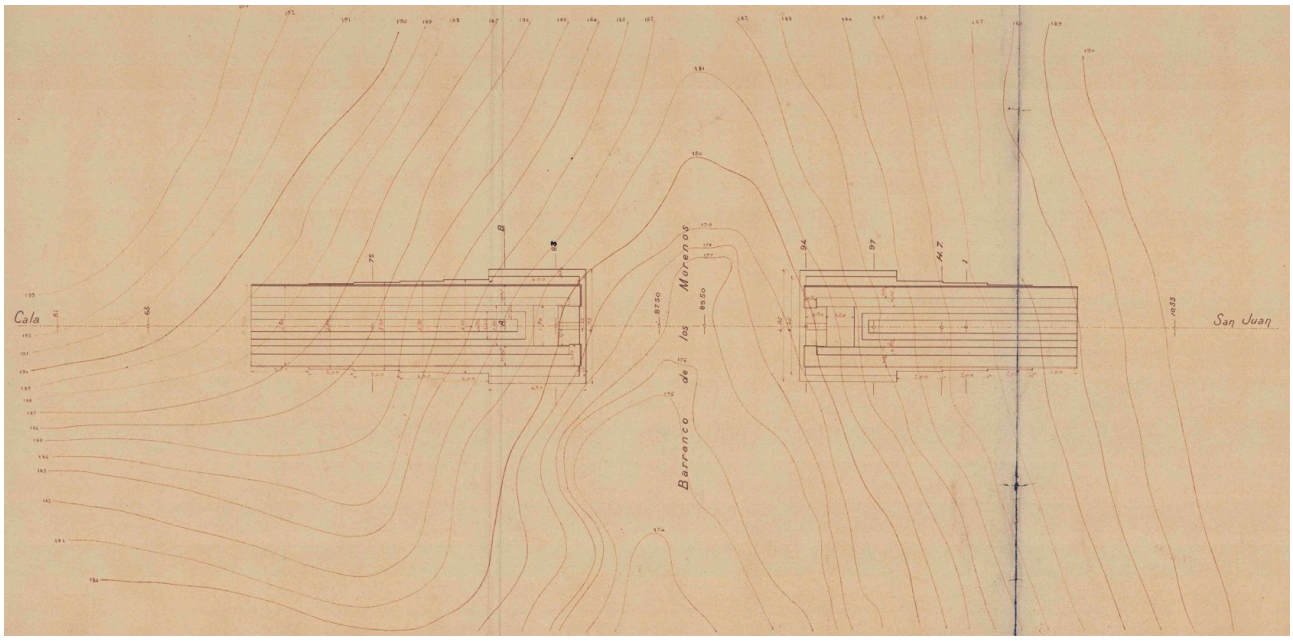
Mapa 19: Localización del puente sobre el barranco de Los Morenos.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Ilustración 43: Puente sobre el barranco de Los Morenos.

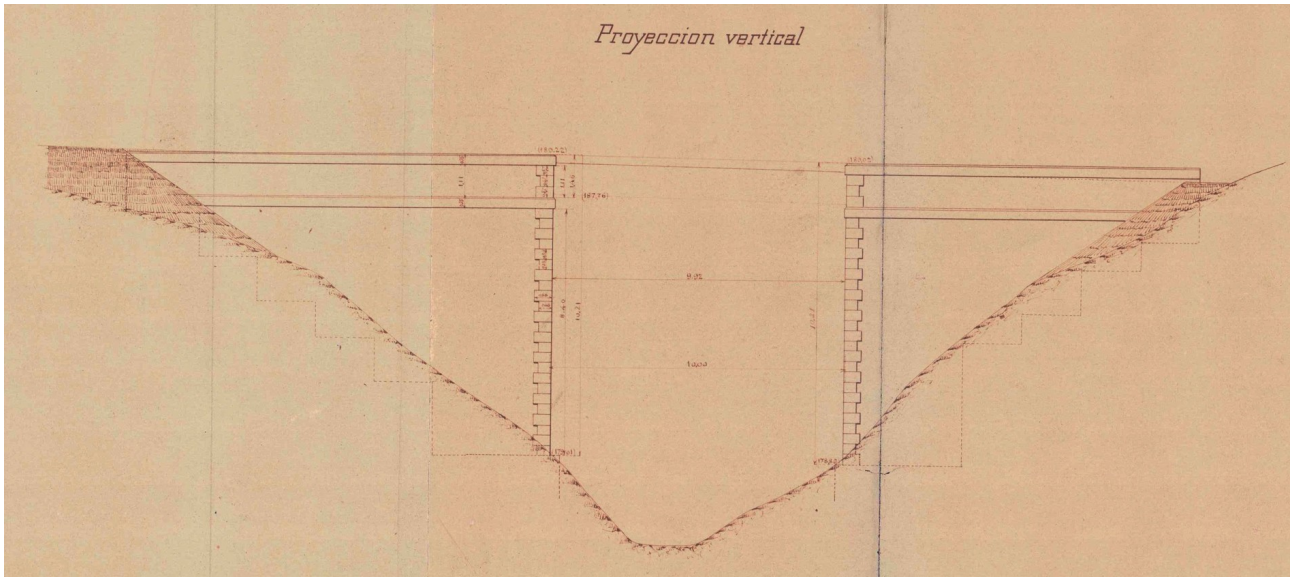
Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

La solución adoptada consistió únicamente en la ejecución de dos estribos macizos de sección trapezoidal, suficientes para garantizar la estabilidad y resistencia de la estructura. De hecho, es uno de los puentes con menor altura de estribos del trazado, junto con el del arroyo Galapagar. Tiene unas dimensiones de 10,21 metros y 10,31 metros respectivamente, lo que reafirma la idoneidad de una solución constructiva simple y eficaz en este punto del recorrido.



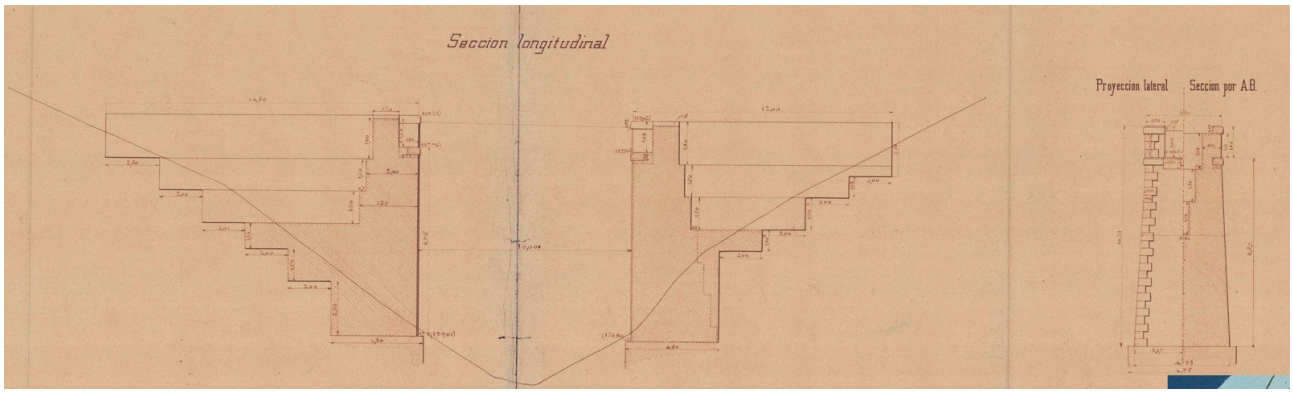
Plano 57: Planta del puente de Los Morenos.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 58: Proyección vertical del puente de Los Morenos.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 59: Sección longitudinal del puente de Los Morenos.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Puente sobre el arroyo Molinillo (P.K 39+724)

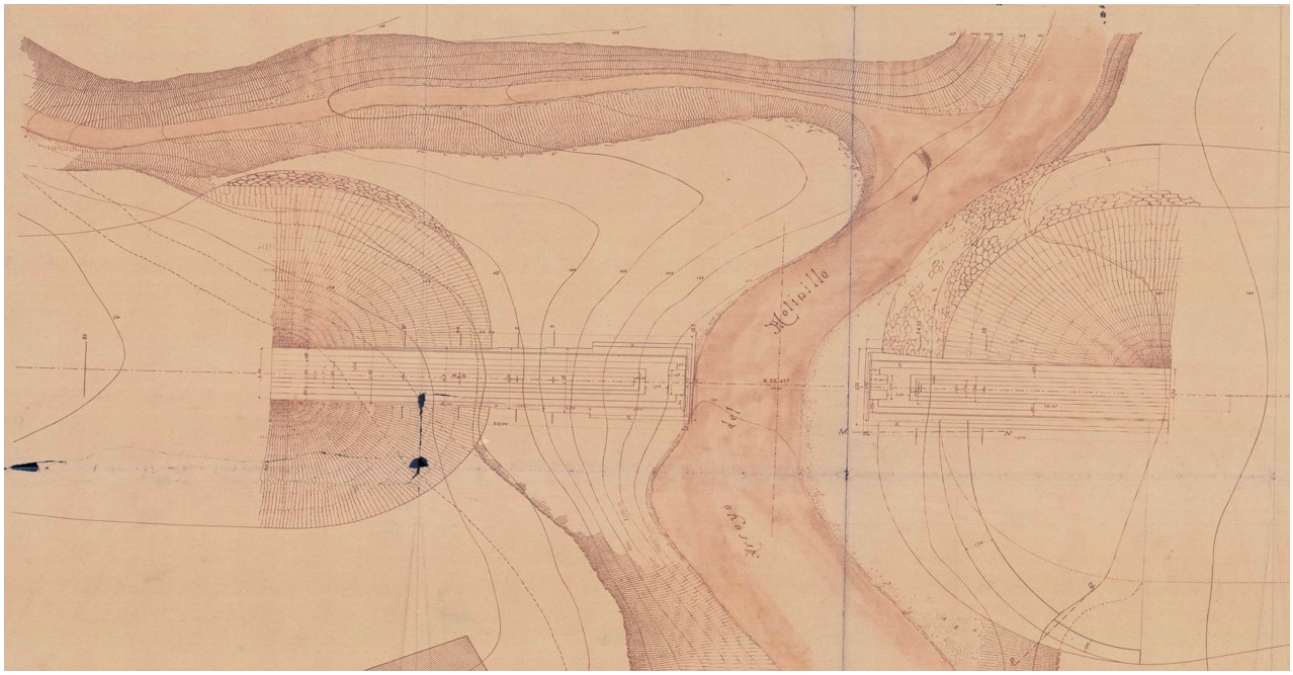
El puente sobre el arroyo del Molinillo presenta estribos con una altura aproximada de 14 metros, encargados de salvar el cauce de dicho arroyo.

Mapa 20: Localización del puente sobre el arroyo Molinillo.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Ilustración 44: Puente sobre el arroyo Molinillo.

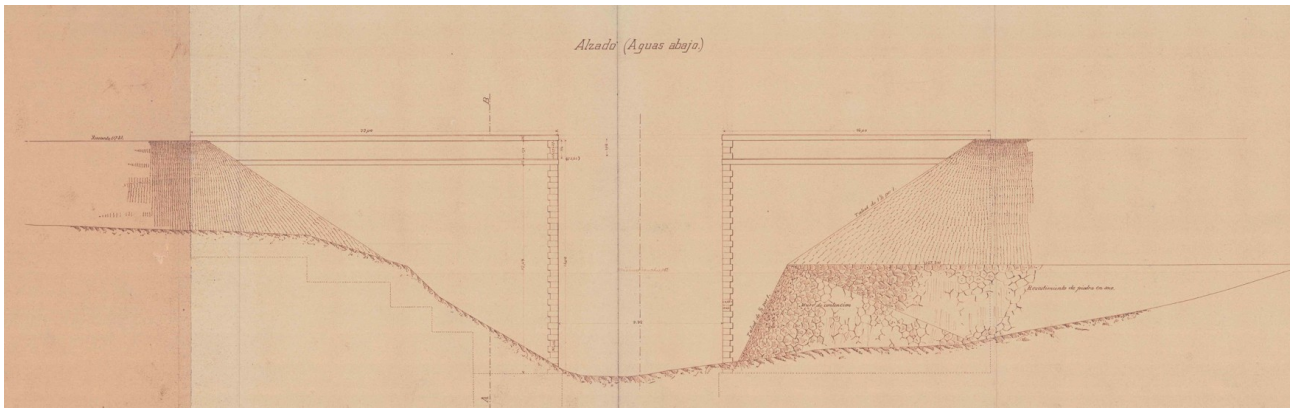
Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.



Plano 60: Planta del puente Molinillo.

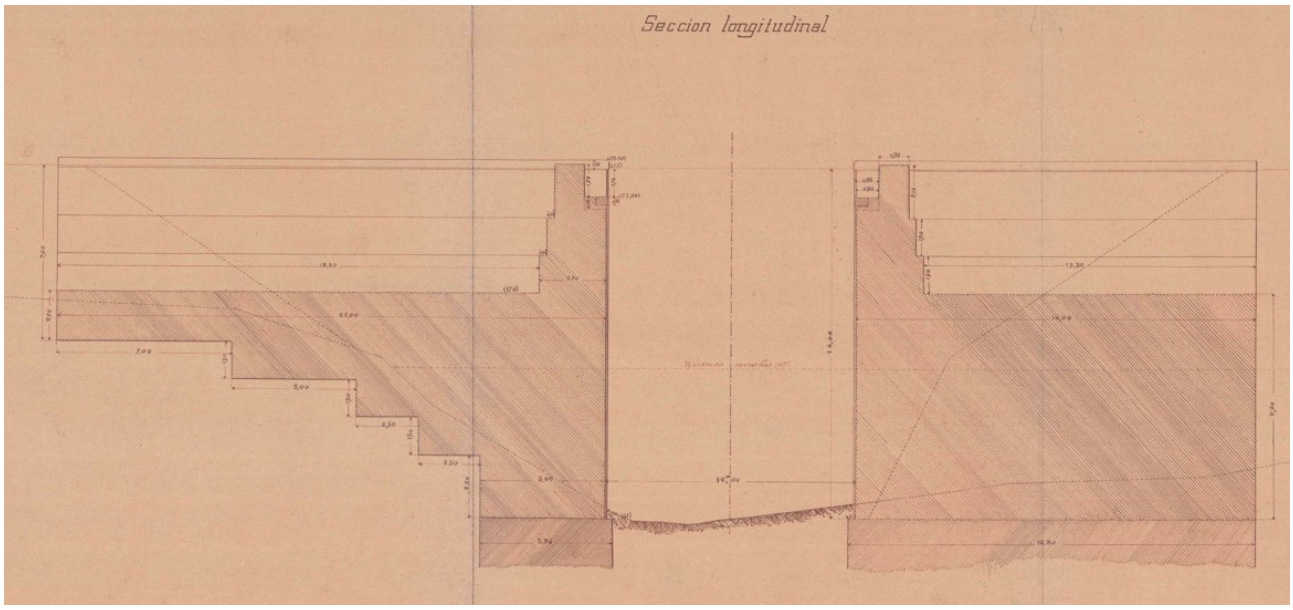
Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

En este punto del trazado, el valle adopta una configuración más amplia, generando una explanada considerable (arenas y limos) que justifica la necesidad de estructuras de mayor volumen y robustez. Por este motivo, los estribos fueron ejecutados como cuerpos puramente macizos, sin aligeramientos interiores. Además, el conjunto estructural se refuerza mediante la disposición de potentes semicírculos de mampostería.



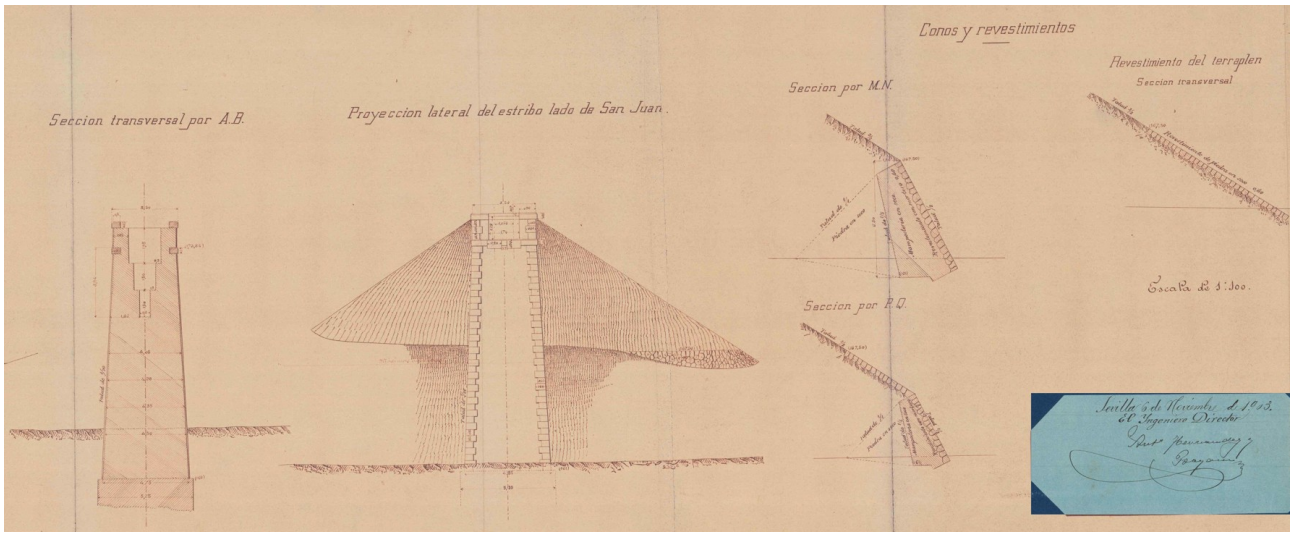
Plano 61: Proyección vertical del puente Molinillo.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 62: Sección longitudinal del puente Molinillo.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 63: Muros de contención del puente Molinillo.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Puente sobre el barranco de Agua-Fría (P.K 51+000)

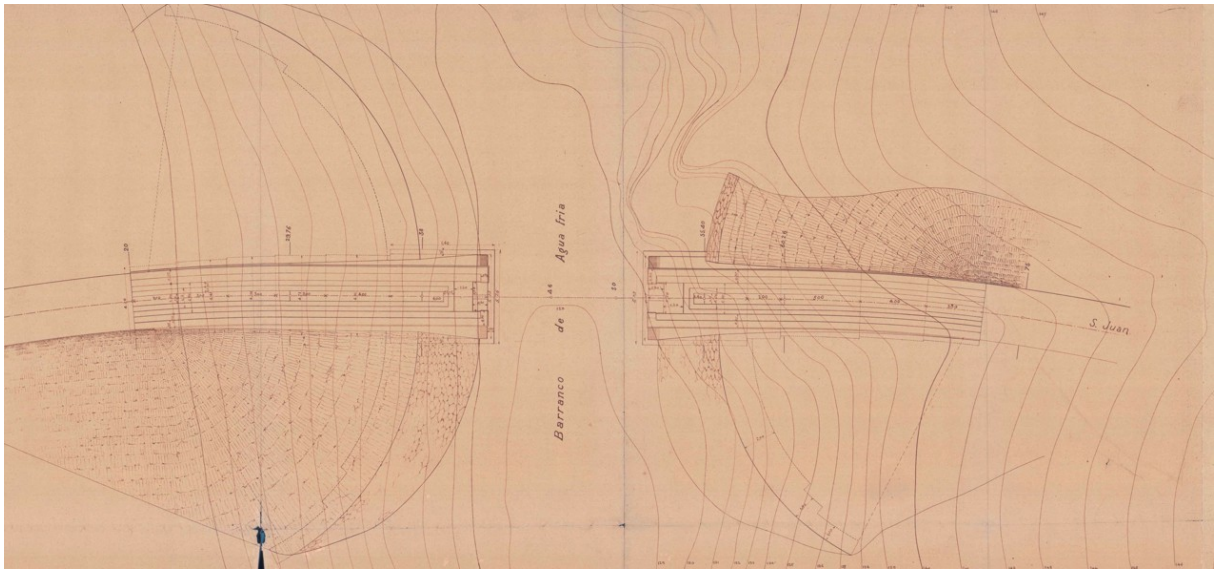
El puente sobre el barranco de Agua Fría es, con diferencia, el más alto de todos los puentes de 10 metros de luz del trazado ferroviario, alcanzando una altura en estribos de 18,26 metros. Esta estructura destaca no solo por su envergadura vertical, sino también por la geometría de sus accesos, ya que ambos extremos del tablero presentan una ligera curvatura, adaptándose a la traza curva del ferrocarril en este tramo.

Mapa 64: Localización del puente sobre el barranco de Agua-Fría.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

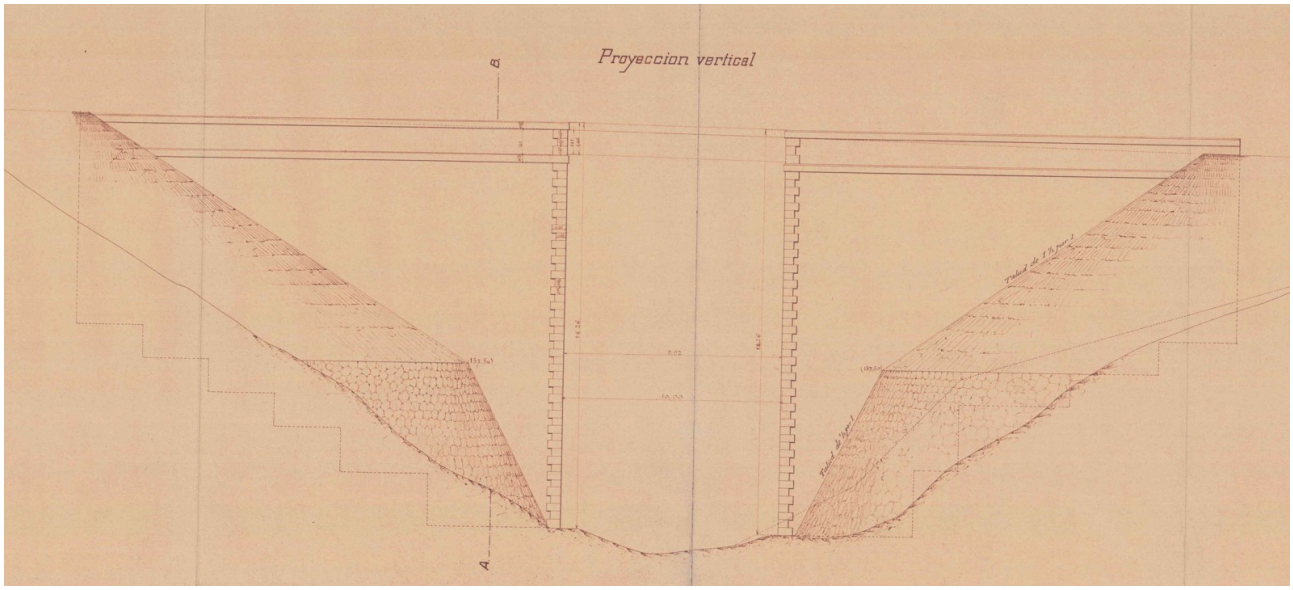
Ilustración 45: Puente sobre el barranco de Agua-Fría.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez. Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.



Plano 65: Planta del puente de Agua-Fría.

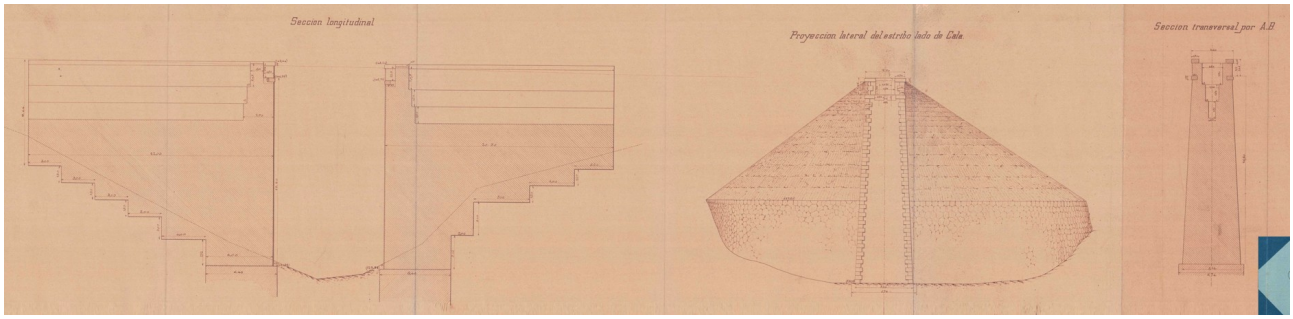
Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 66: Proyección vertical del barranco de Agua-Fría.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Los estribos, al igual que en otros casos, están reforzados mediante sendos muros semicirculares de mampostería rellena, que contribuyen a estabilizar el conjunto y distribuir adecuadamente los empujes del terreno. Asimismo, el puente se cimenta sobre una base sólida con cimientos de hasta 6,40 metros de potencia, lo que garantiza su estabilidad estructural incluso en un entorno topográficamente exigente como el de este barranco.

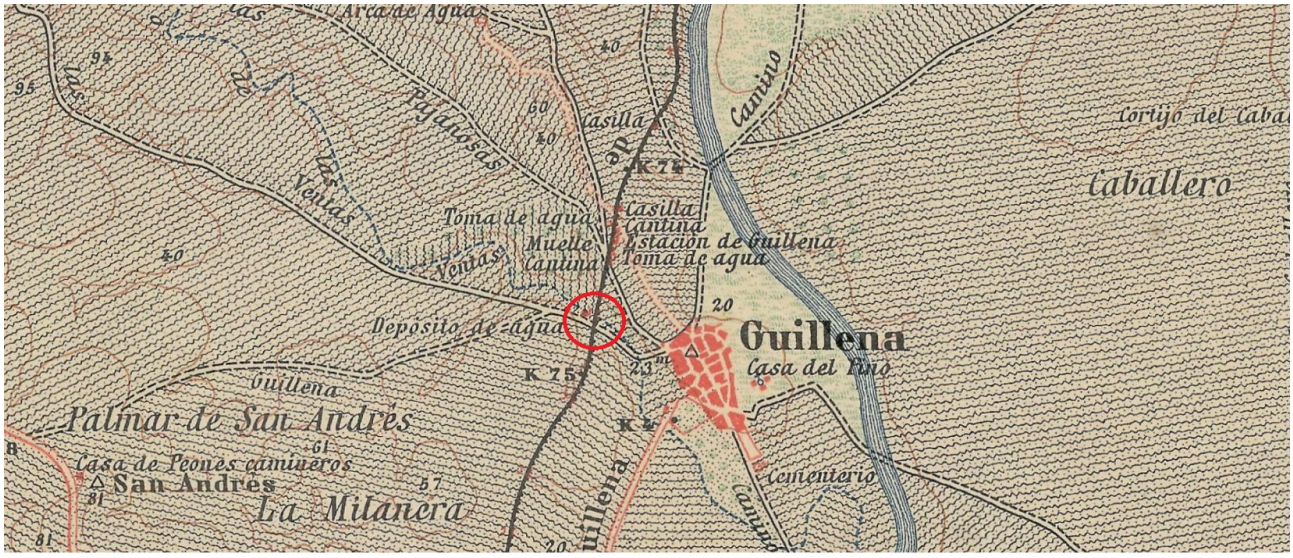


Plano 67: Muros de contención del puente de Agua-Fría.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Puente sobre el arroyo Galapagar (P.K 75+000)

El puente sobre el arroyo Galapagar constituye el último de los puentes de 10 metros de luz, y, de hecho, es la última estructura de este tipo presente en el trazado ferroviario antes de alcanzar la estación de San Juan de Aznalfarache. Ubicado en las proximidades del municipio de Guillena, es también el más reducido en altura, con estribos que alcanzan los 9,16 metros.

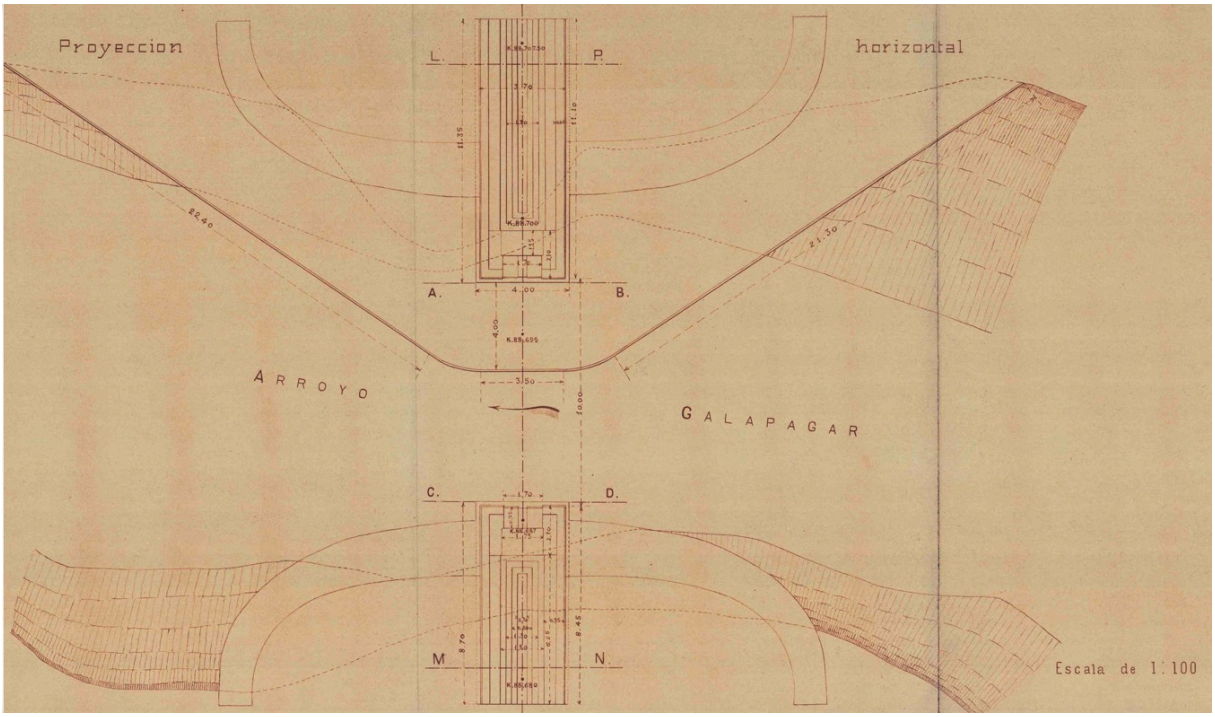


Mapa 21: Localización del puente sobre el arroyo Galapagar.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

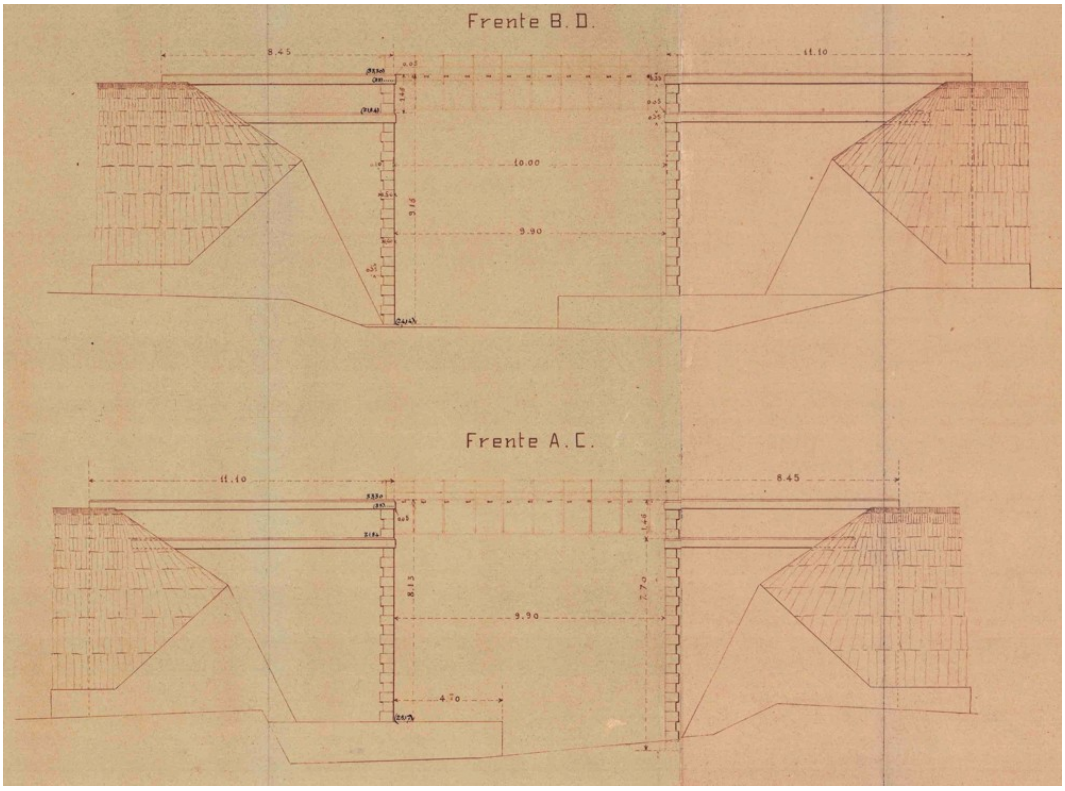
Ilustración 46: Puente sobre el arroyo Galapagar.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.



Plano 68: Planta del puente Galapagar.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

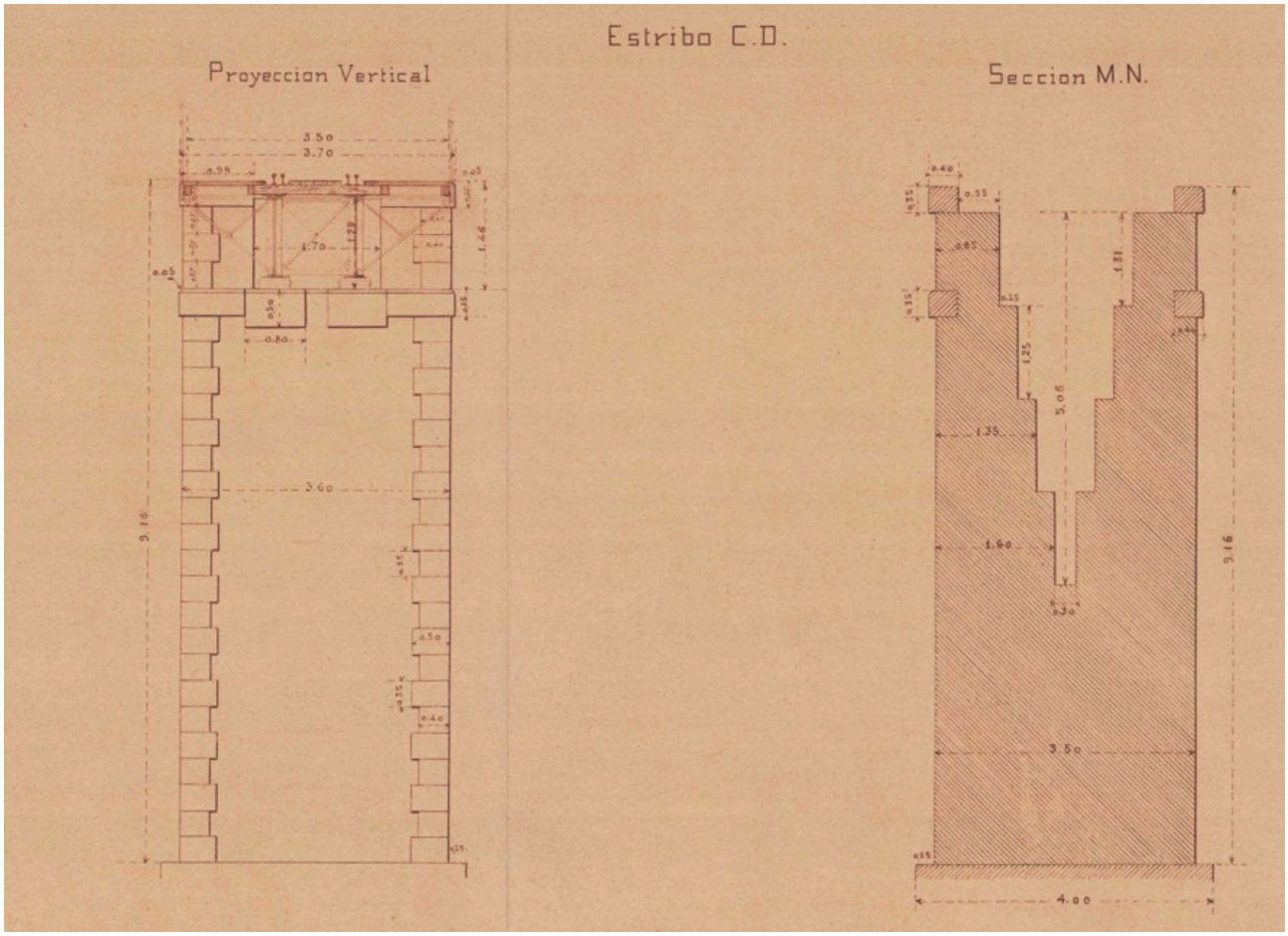


Plano 69: Proyección vertical del Galapagar.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

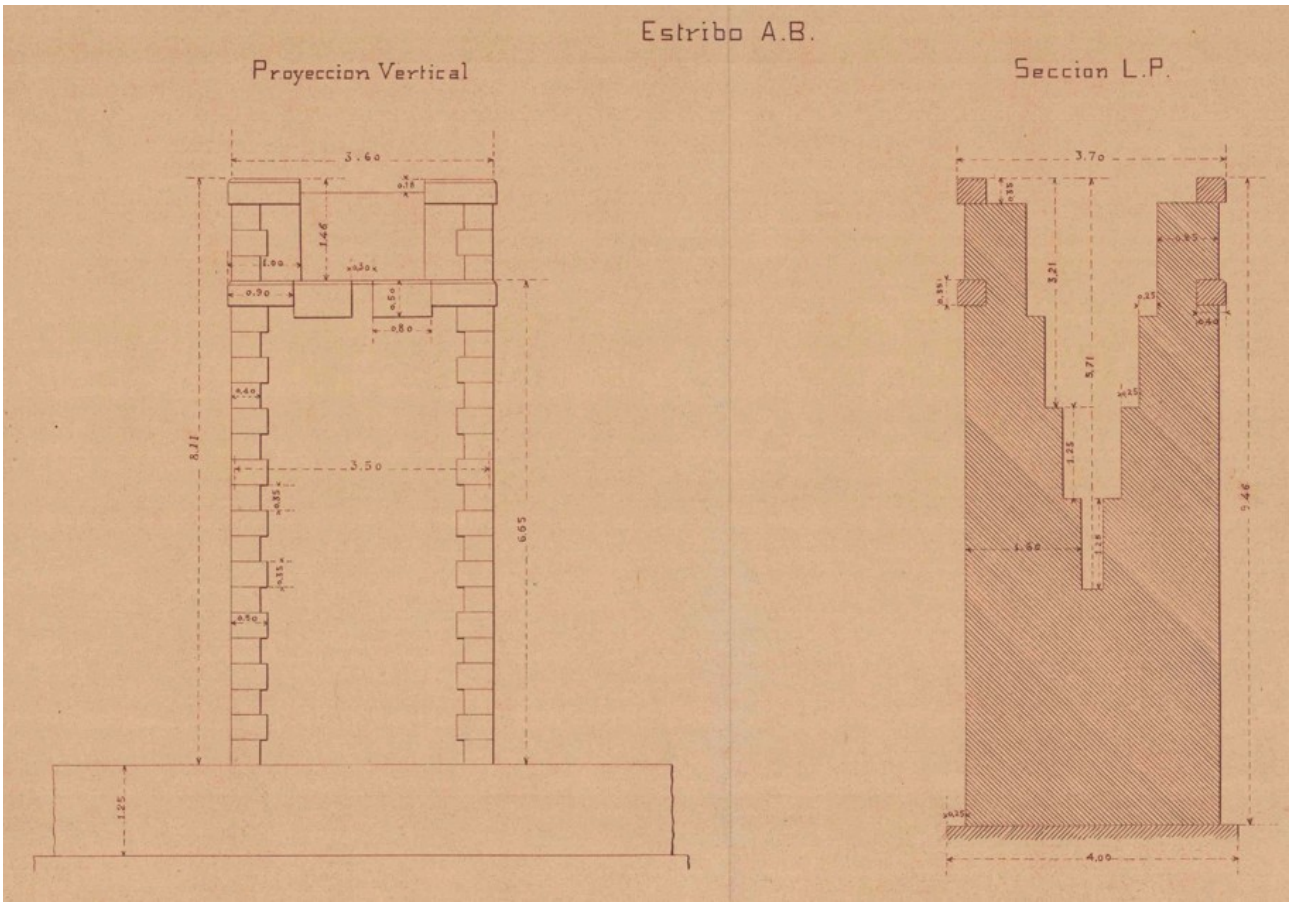
A pesar de su menor dimensión, no puede considerarse el más sencillo estructuralmente, ya que sus estribos presentan los característicos refuerzos mediante muros semicirculares de mampostería, así como trasdosados de piedra seca para mejorar la estabilidad del terreno. Estos estribos son macizos, sin aligeramientos mediante arcos.

Un elemento singular de este puente es la plataforma adosada de 4,70 metros de ancho, de planta semicircular, dispuesta para permitir el paso del denominado “camino de las Ventas”, una vía tradicional que comunicaba el núcleo de Guillena con el municipio de Las Pajanosas. Esta solución evidencia la integración funcional del ferrocarril con la red de caminos preexistente, resolviendo de manera eficaz la coexistencia de ambas infraestructuras.



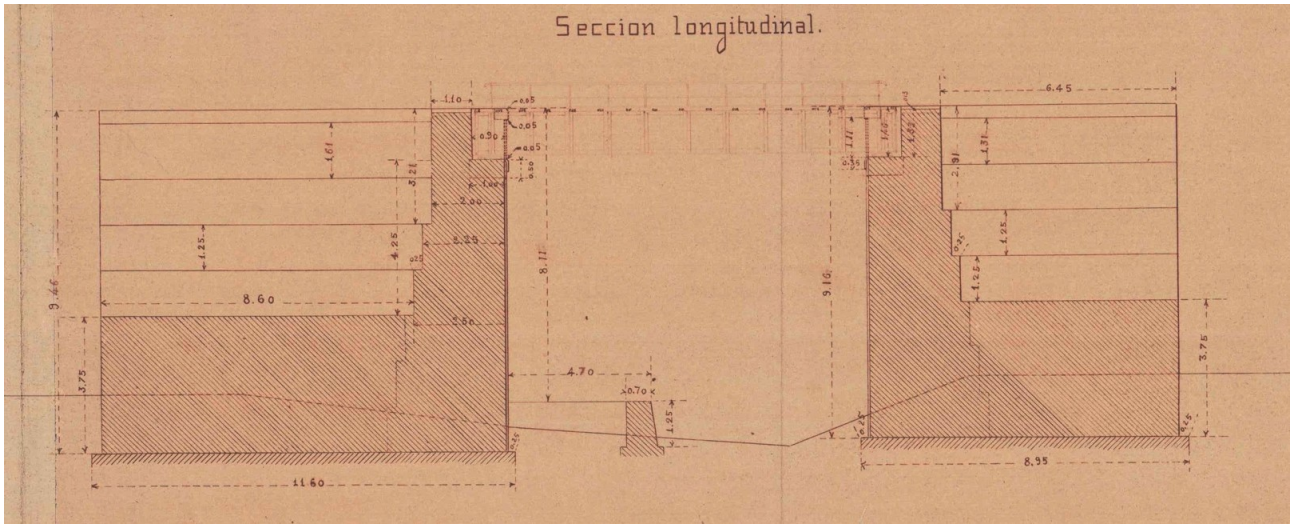
Plano 70: Estribos puente Galapagar por corte C-D.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Dibujo 71: Estribos puente Galapagar por corte A-B.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Planoo 72: Sección longitudinal Galapagar.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Por último, se presenta una recopilación de los esquemas de cálculo empleados para dimensionar los estribos de los distintos puentes analizados, a través de las dos imágenes siguientes. En la primera de ellas se recogen los datos correspondientes al puente del kilómetro 4, al puente del kilómetro 7 y al puente sobre el barranco del Trueno, permitiendo visualizar tanto las cargas actuantes como la configuración estructural de cada uno de los estribos.

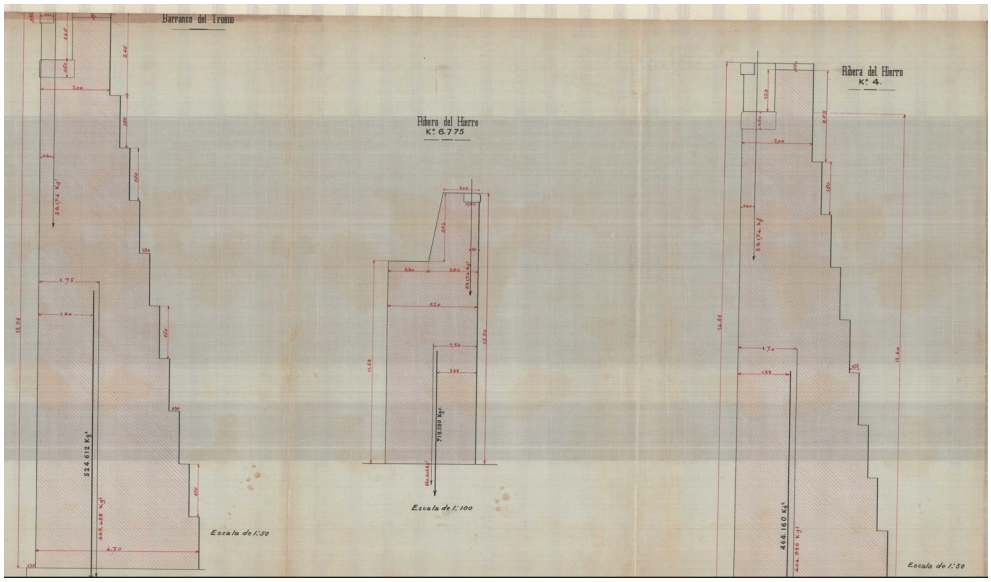
En primer lugar, resulta relevante destacar que el esfuerzo cortante transmitido a los aparatos de apoyo es idéntico en todos los casos, con un valor de 59.174 kg. Esta coincidencia responde al hecho de que los tres puentes comparten una luz de 10 metros y una misma tipología estructural basada en vigas metálicas de alma llena, lo que conlleva unas cargas actuantes similares: peso propio del tablero, cargas muertas y sobrecarga de uso.

Sin embargo, las diferencias entre ellos radican en la altura de los estribos y en el volumen de material empleado en su ejecución, lo cual influye directamente en el peso propio de cada estribo, parámetro fundamental para contrarrestar los empujes pasivos del terreno y alcanzar el equilibrio estructural necesario.

Así, por ejemplo:

- El puente del kilómetro 4 presenta un peso propio del estribo de 464.160 kg.
- El puente del kilómetro 7, con estribos de mayor altura, alcanza un peso propio de 719.580 kg.
- El puente sobre el barranco del Trueno, a pesar de contar también con una gran elevación, tiene un peso propio de 524.612 kg, posiblemente debido a unas condiciones geotécnicas más favorables que permiten una sección estructural algo más esbelta.

En cualquier caso, todos los estribos analizados alcanzan un peso propio suficiente para asegurar el equilibrio global de fuerzas, cumpliendo adecuadamente su función dentro del sistema estructural del puente.



Plano 73: Cálculo de estribos de los puentes: 4, 7 y El Trueno.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

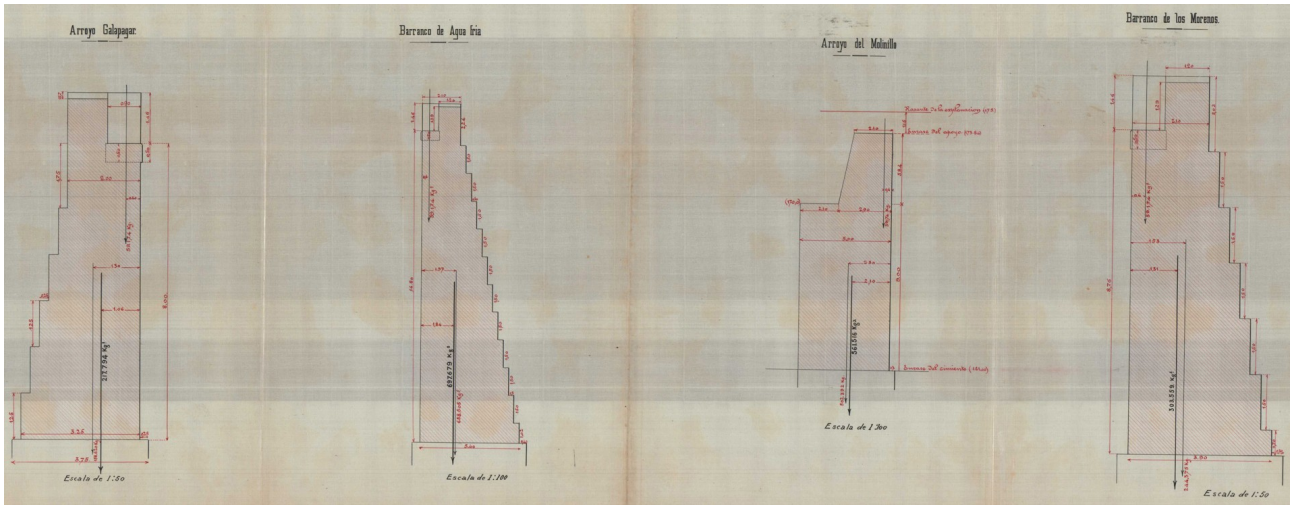
Por otra parte, en la segunda imagen se representan los esquemas de cálculo correspondientes a los estribos del resto de los puentes analizados, concretamente los del puente sobre el barranco de los Morenos, el puente sobre el arroyo del Molinillo, el puente sobre el barranco de Agua Fría y el puente sobre el arroyo de Galapagar.

A modo ilustrativo, los valores de peso propio de los estribos son los siguientes:

- Puente sobre el barranco de los Morenos: 333.559 kg
- Puente sobre el arroyo del Molinillo: 561.516 kg
- Puente sobre el barranco de Agua Fría: 697.679 kg
- Puente sobre el arroyo de Galapagar: 217.799 kg

Estos valores permiten establecer una correlación directa entre la altura de los estribos y el volumen de material estructural necesario para asegurar la resistencia frente a los empujes del terreno. Así, el puente del arroyo de Galapagar, que es el más pequeño del conjunto, presenta el menor peso propio, con tan solo 217.799 kg. Algo similar ocurre con el puente del barranco de los Morenos, que por su modesta altura es también uno de los más ligeros estructuralmente.

Un caso llamativo es el del puente sobre el barranco de Agua Fría, que, pese a ser el puente de mayor altura del conjunto de 10 metros de luz, presenta un peso propio ligeramente inferior al del puente del kilómetro 7 (analizado anteriormente), cuyo peso era de 719.580 kg. Esta diferencia puede explicarse por la mayor competencia geotécnica del terreno sobre el que se cimenta el puente del barranco de Agua Fría, lo cual permitiría un diseño estructural más esbelto sin comprometer la estabilidad general.



Plano 74: Cálculo de estribos puentes: Los Morenos, Molinillo, Agua-Fría y Galapagar.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Puentes de 20 metros de luz

Una vez analizados los puentes con tableros de 10 metros de luz, pasamos a describir los correspondientes a los dos únicos ejemplos del trazado cuya luz alcanza los 20 metros: el puente sobre el barranco del Madero y el puente sobre el barranco del Burro. Al igual que en el caso anterior, se presentan a continuación una serie de planos que recogen el detalle del tablero, que en esta ocasión es común a ambas estructuras.

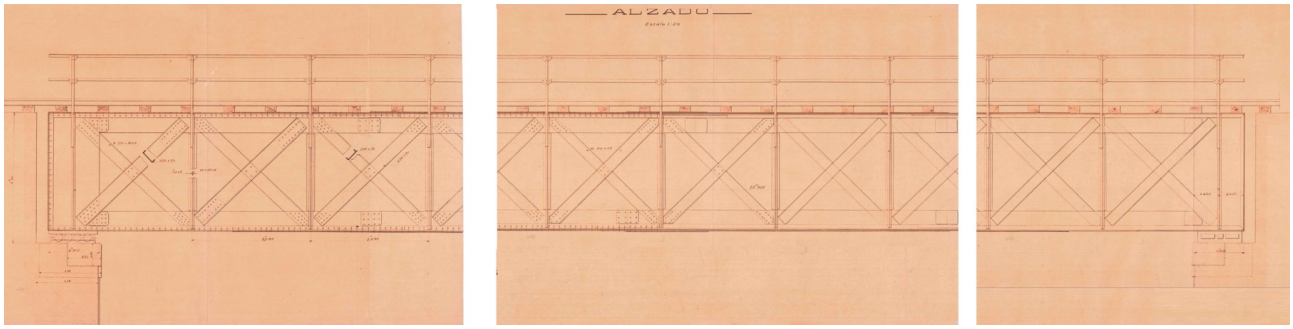
Como ya se ha mencionado previamente, el incremento en la longitud del vano a 20 metros imposibilita la utilización eficiente de la tipología estructural de viga de alma llena, empleada en los tableros de 10 metros. Esto se debe a que una mayor luz implica un incremento proporcional del canto del cajón metálico, así como del espesor de las chapas que lo componen, lo cual conlleva la necesidad de introducir un número considerable de rigidizadores internos para evitar fenómenos de inestabilidad local como la abolladura o el pandeo. Llegado a este punto, la solución más racional desde el punto de vista estructural y constructivo es recurrir al empleo de estructuras metálicas de celosía, en este caso de tipo hiperestático.

La celosía hiperestática empleada en estos tableros está conformada por arriostramientos en forma de cruces de San Andrés, cuyos elementos principales son perfiles laminados en U (tipo C). Estos arriostramientos se disponen a intervalos regulares de 2,090 metros, distribuidos a lo largo de todo el tablero. Cada una de las diagonales que conforman la cruz de San Andrés presenta una configuración diferenciada según su posición en el tablero.

Por ejemplo:

- En los arriostramientos extremos, la diagonal que va de izquierda a derecha y de abajo a arriba, está formada por un perfil C 250×50 mm, mientras que la diagonal opuesta (de abajo a arriba y de derecha a izquierda) es un perfil C 220×80×90 mm.
- En los arriostramientos intermedios, se observa una disminución gradual en las dimensiones de los perfiles. Así, en la tercera pareja de cruces desde el extremo (es decir, la intermedia entre el extremo y el centro del tablero), se emplean perfiles C 250×80 y C 200×75 respectivamente.
- Finalmente, en el arriostramiento central, ambas diagonales están ejecutadas con perfiles más esbeltos, del tipo C 160×65, lo cual responde a la distribución más favorable de esfuerzos en esta región.

Un aspecto constructivo relevante es que todas estas diagonales están roblonadas sobre chapas metálicas de 450 mm de ancho, que recorren el perímetro del cajón estructural, garantizando una unión rígida y segura entre los distintos elementos estructurales de la celosía.



Plano 75: Alzado tablero metálico en celosía de 20 metros.

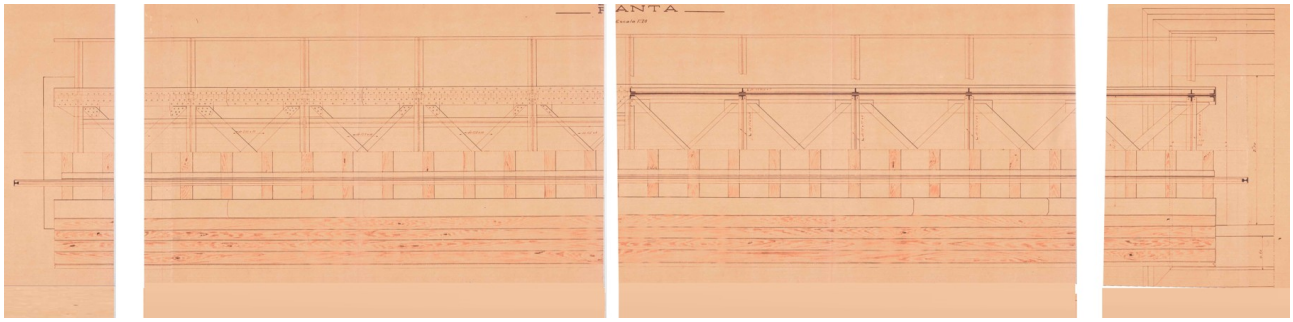
Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Según se desprende del análisis del plano en planta, el tablero del puente de 20 metros de luz, al igual que ocurría en los puentes de 10 metros, también se encuentra arriostrado en su plano superior mediante cruces de San Andrés. Estas cruces están constituidas por perfiles planos laminados cuya sección varía en función de su posición a lo largo del tablero, conforme a la lógica estructural que busca una mayor rigidez en los extremos, donde se concentran mayores esfuerzos.

En total, se disponen cinco cruces de San Andrés a cada lado del eje central del tablero (diez en total, por simetría), organizadas de la siguiente manera:

- Las dos primeras cruces (más cercanas a los apoyos) presentan diagonales de 200×10 mm.
- La tercera y cuarta cruz cuentan con diagonales de 125×10 mm.
- La cruz central está conformada por perfiles más esbeltos, de 65×8 mm.

Entre cada una de estas cruces se intercalan perfiles angulares en L de 75×75×8 mm, dispuestos transversalmente como rigidizadores secundarios. En los extremos del tablero, estos perfiles adoptan una sección ligeramente superior, de 80×80×10 mm, con el fin de reforzar las zonas de apoyo y absorción de esfuerzos cortantes más significativos. Sobre esta estructura metálica se disponen tablones de madera dispuestos de forma longitudinal al eje del puente, a diferencia de lo observado en los puentes de 10 metros, donde los tablones se colocaban transversalmente en los voladizos, permitiendo el tránsito sobre el puente. Y, respecto a los carriles, éstos se apoyan directamente sobre las vigas principales del tablero, garantizando así la correcta distribución de cargas hacia la estructura metálica.



Plano 76: Planta tablero metálico en celosía de 20 metros.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

En lo que respecta a la sección transversal tipo del tablero correspondiente a los puentes de 20 metros de luz, se observa que el canto estructural total del cajón metálico alcanza una altura de 2,090 metros. Esta sección muestra, al igual que en las vistas en planta y alzado, un sistema de arriostramiento mediante cruces de San Andrés, conformadas por perfiles planos laminados de 60×10 mm, anclados en cartelas metálicas de 9 mm de espesor, que aseguran su correcta transmisión de esfuerzos y estabilidad global del conjunto.

Los voladizos laterales presentan una configuración más sencilla en comparación con los puentes de 10 metros. En este caso, cada voladizo está compuesto por un único perfil en L de 55×55×8 mm, dispuesto en diagonal, el cual asciende hasta conectar con un perfil superior en L de 65×65×9 mm, formando el soporte directo sobre el que se disponen los tablones de paso.

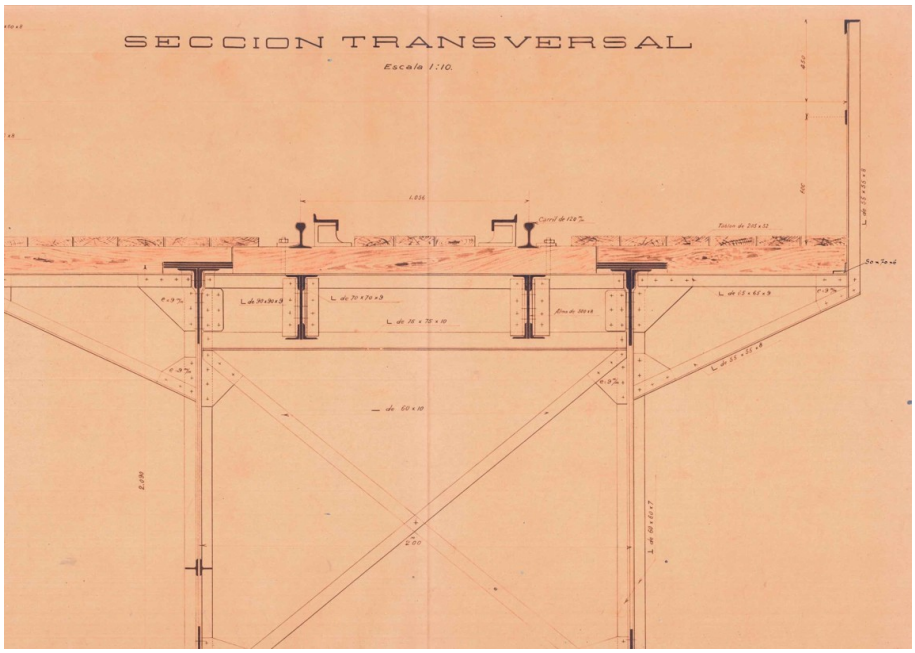
La superficie transitable del tablero está constituida por tablones de madera de 205×52 mm, los cuales se disponen de forma longitudinal al eje del puente. A diferencia de los puentes de 10 metros, donde se empleaban vigas longitudinales y tablones transversales, en este caso el sistema se invierte: las vigas de madera se colocan transversalmente, descansando sobre perfiles metálicos en L de 50×70×6 mm, y sobre estas se disponen los tablones de forma longitudinal, configurando una superficie homogénea de paso.

En cuanto al sistema de barandillas de seguridad, éstas están compuestas por perfiles en L de 55×55×8 mm y alcanzan una altura de 1,5 metros, asegurando una protección adecuada para el tránsito ocasional sobre el tablero.

Entre los carriles de la vía se disponen también tablones de madera longitudinales, de manera que toda la superficie superior del tablero queda completamente recubierta de madera, favoreciendo la transitabilidad y protección del sistema estructural metálico.

Por último, las vigas sobre las que descansan los carriles y el contracarril se componen por la unión de perfiles angulares en L de 90×90×9 mm, dispuestos de forma doble para resistir adecuadamente las cargas transmitidas. Los elementos laterales de rigidización se materializan mediante perfiles en T de 60×60×7 mm, que aportan rigidez adicional al conjunto estructural frente a solicitaciones laterales y de torsión.

Este conjunto evidencia una solución estructural optimizada para salvar luces intermedias, que combina economía de materiales, facilidad de montaje y un comportamiento estructural seguro bajo las cargas propias del ferrocarril.



Plano 77: Sección del cajón metálico de puente de 20 metros.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

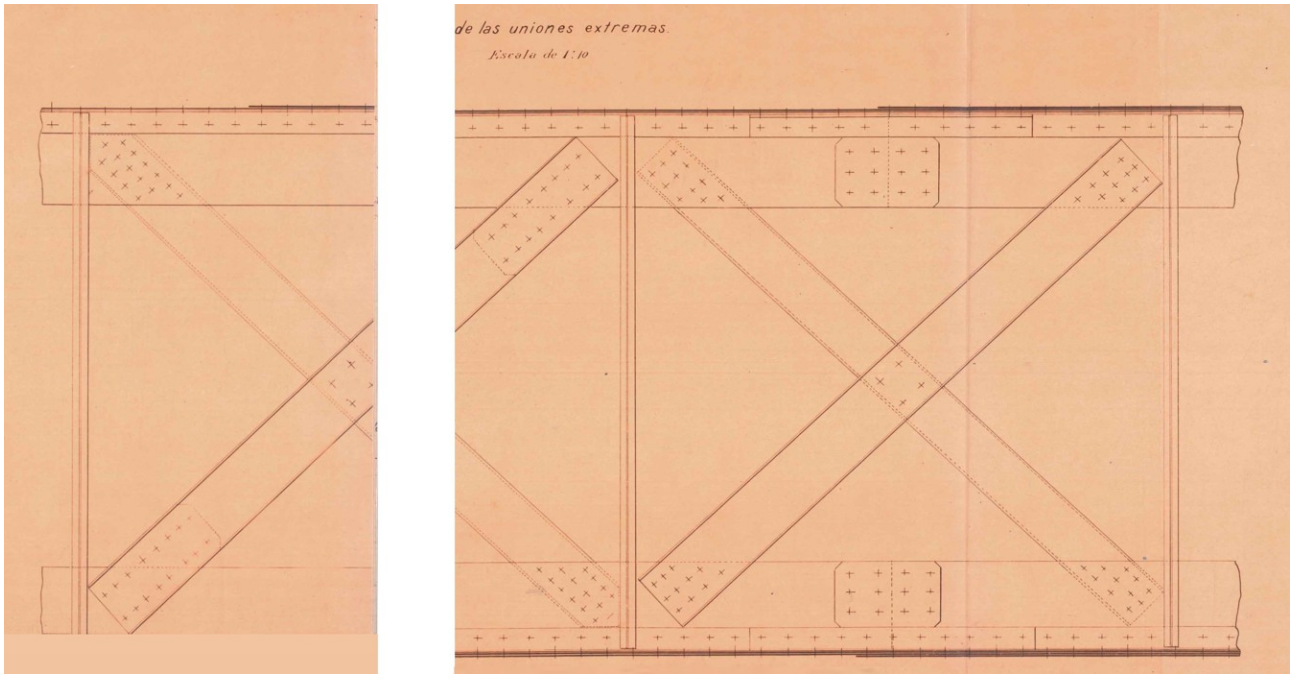
Un último aspecto relevante a considerar en la descripción de los tableros metálicos de los puentes del ferrocarril de Cala es el sistema constructivo empleado para la unión de los distintos perfiles que conformaban la estructura. En aquella época, la técnica habitual no era la soldadura, sino el roblonado, una solución mecánica que permitía ensamblar con precisión y rigidez los diferentes elementos metálicos.

El roblonado consistía en la inserción de un cilindro de acero incandescente —el roblón— a través de los orificios previamente alineados de las piezas a unir. Este se introducía en caliente y, mientras un operario sujetaba una de sus cabezas mediante un tope (o yunque), otro lo martilleaba por el lado opuesto hasta deformarlo, formando una segunda cabeza. De esta forma, se lograba una unión extremadamente firme, con alta capacidad de transmisión de esfuerzos, sin necesidad de alterar el material base de los perfiles metálicos, como sí ocurre en el caso de la soldadura, que implica la fusión parcial de los bordes.

Además de su eficacia estructural, el roblonado resultaba particularmente ventajoso en el montaje de estructuras complejas como las celosías hiperestáticas, donde la precisión en el ensamblaje era fundamental. Como se explicó anteriormente, estas celosías requerían un ajuste milimétrico de todos sus componentes, ya que cualquier desviación dimensional podía inducir esfuerzos no deseados, deformaciones impuestas o tensiones internas que comprometieran el comportamiento global de la estructura. En este contexto, el roblonado permitía absorber pequeñas imperfecciones de montaje, garantizando una unión segura sin debilitar las secciones, a diferencia de la soldadura,

que además de mayor dificultad técnica, consume parte del material estructural, reduciendo su sección efectiva.

En suma, la elección del roblonado como sistema de unión no solo respondía a la tecnología disponible a principios del siglo XX, sino que también constituía una solución óptima desde el punto de vista estructural y constructivo, especialmente en puentes metálicos de gran precisión como los del ferrocarril de Cala. Su aplicación refuerza el valor técnico e histórico de estas infraestructuras, muchas de las cuales se mantienen en pie hasta nuestros días como testimonio de una ingeniería rigurosa, robusta y duradera.

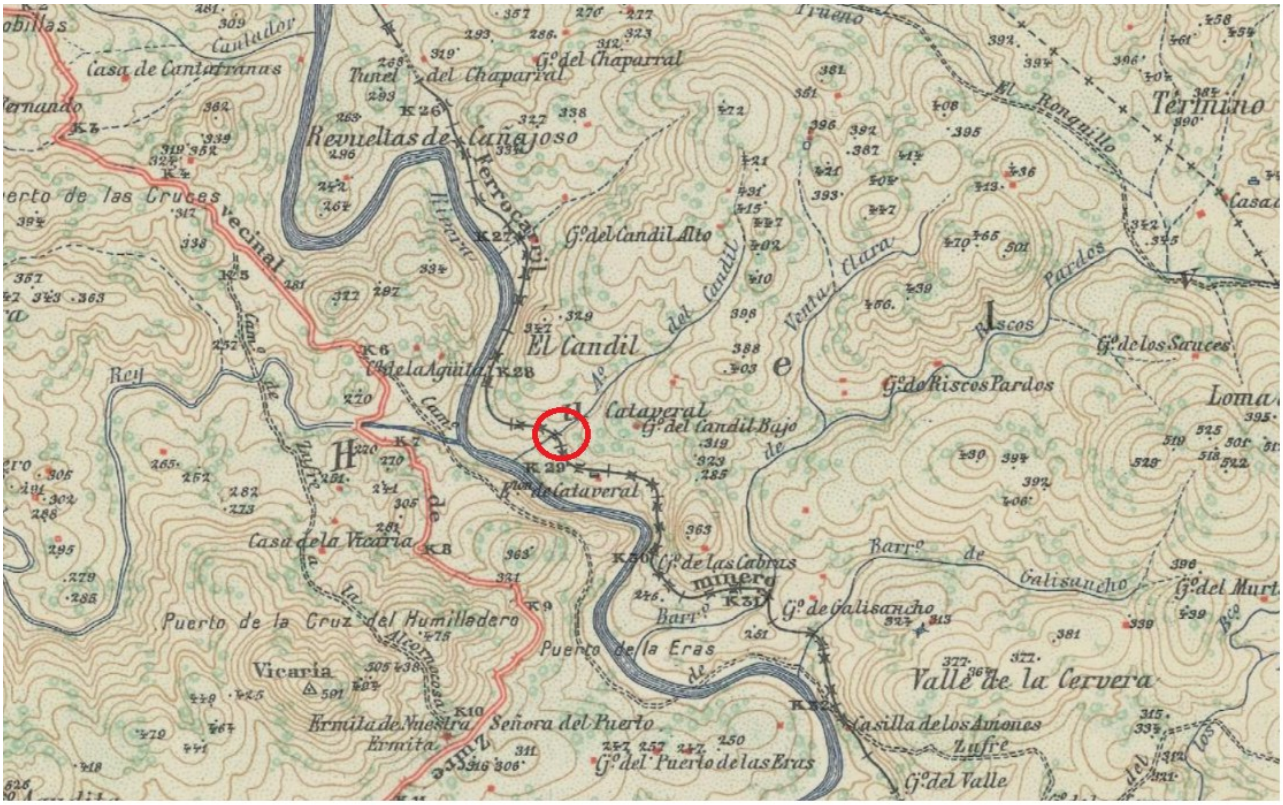


Plano 78: Detalle montaje de celosía, roblonado.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Puente sobre el barranco de El Madero (P.K 29+000)

A continuación, se presenta una descripción general del primero de los dos puentes con luz de 20 metros: el puente sobre el barranco del Madero. Este viaducto, actualmente desaparecido debido a la construcción del embalse de Zufre, constituye un ejemplo significativo de las soluciones adoptadas para salvar accidentes geográficos de mayor envergadura, tanto en términos de luz del tablero como de altura estructural. En este caso, ambos estribos alcanzaban una altura de 22,52 metros, lo cual pone de manifiesto la necesidad de superar una topografía mucho más acusada que la afrontada por los puentes de menor luz.

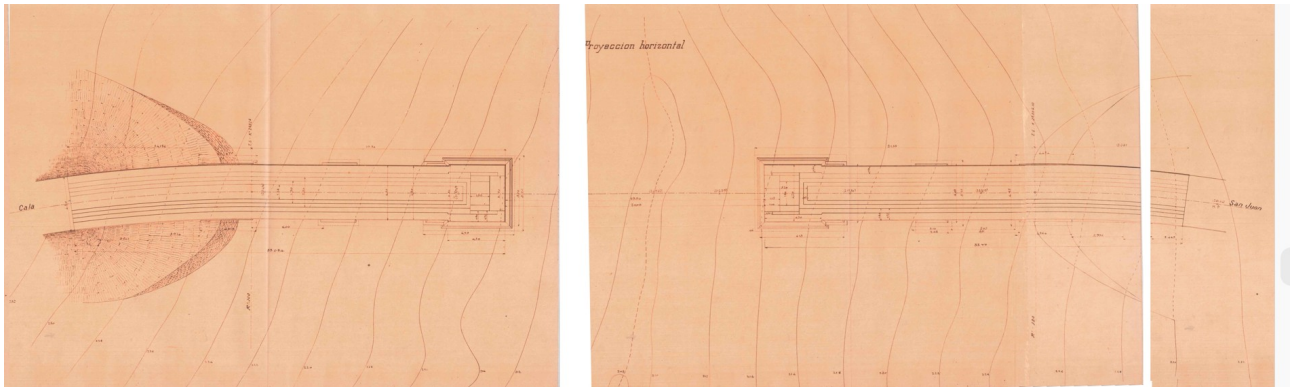


Mapa 22: Localización del puente sobre el barranco de El Madero.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

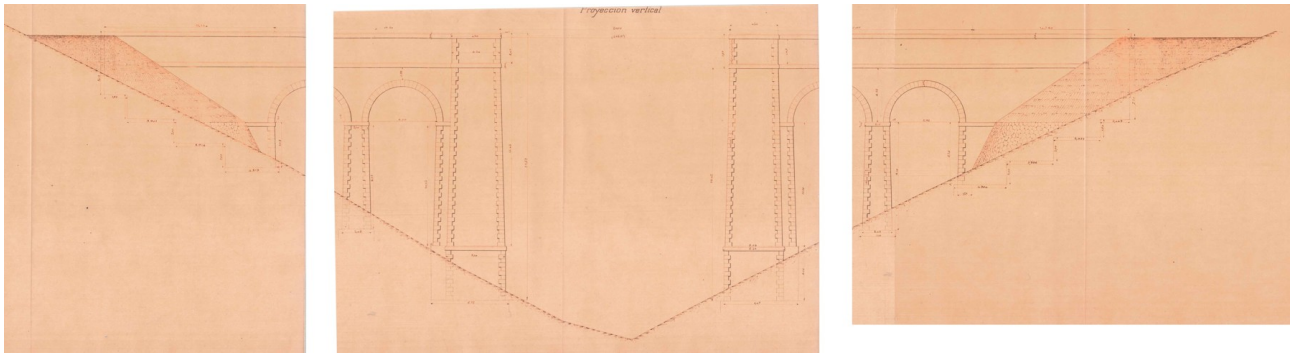
Ilustración 47: Puente sobre el barranco de El Madero.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.



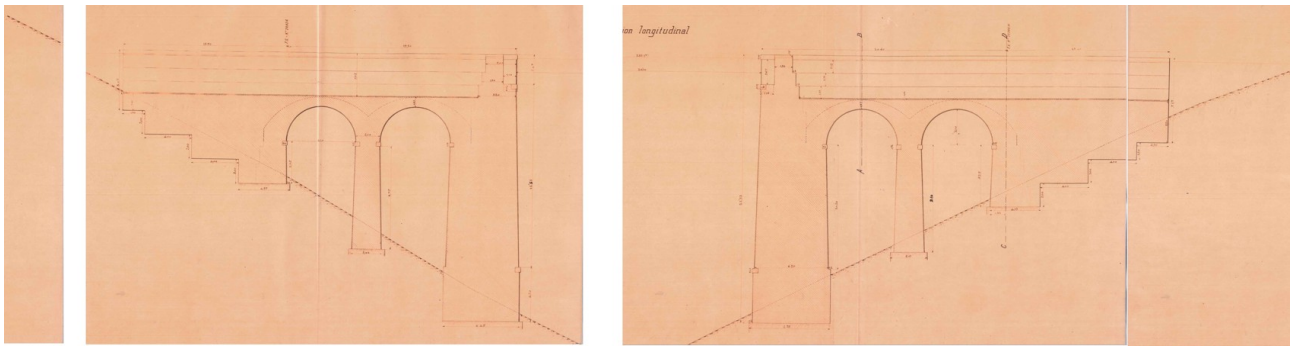
Plano 79: Planta de El Madero.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 80: Proyección vertical de El Madero.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



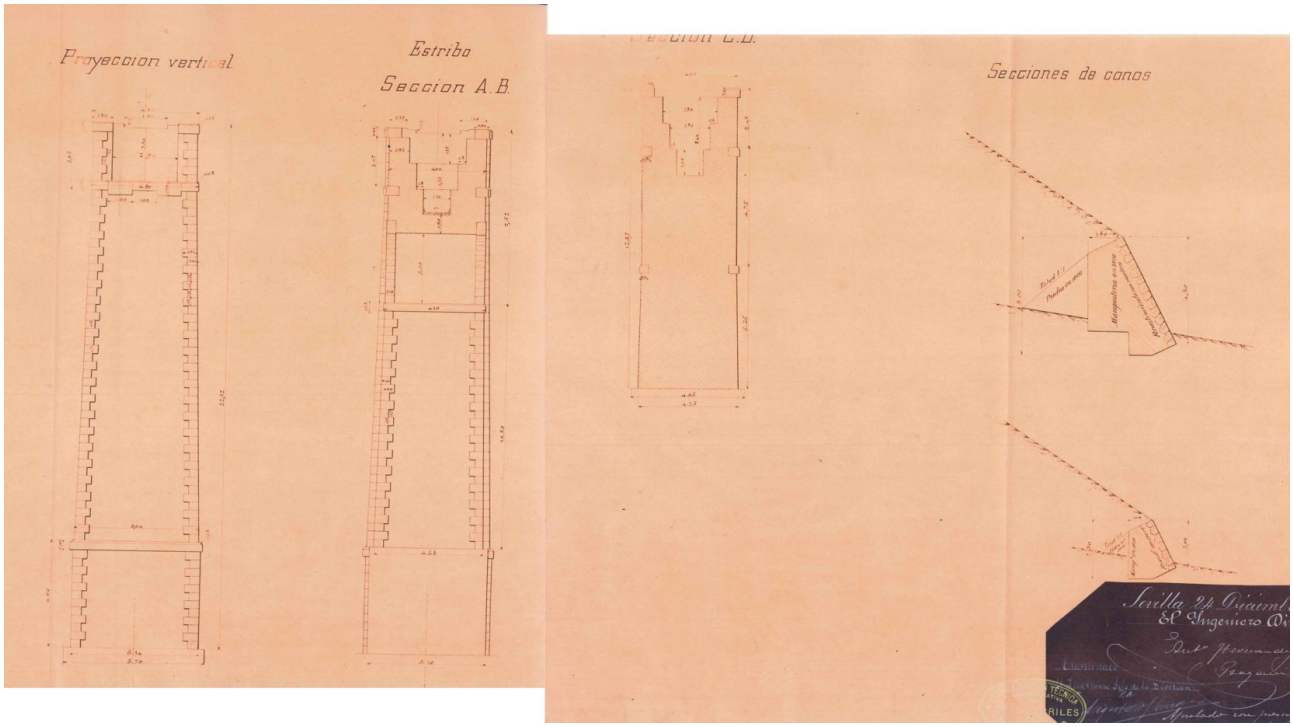
Plano 81: Sección longitudinal de El Madero.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Los estribos, de forma trapezoidal, presentan una cimentación de planta cuadrada de 6,75 metros de lado. Su sección se ensancha en la base hasta alcanzar los 5,20 metros de ancho, reduciéndose progresivamente hasta los 4,20 metros en coronación. Como es habitual en este tipo de estructuras, estos estribos se aligeraban longitudinalmente con objeto de aumentar la eficiencia de los mismos en términos de ahorro de material y por tanto ecónomico.

Una de las características más destacables del puente sobre el barranco del Madero es la presencia de sendos arcos de aligeramiento que preceden al tablero principal. Estos arcos fueron construidos mediante cimbras de madera apoyadas sobre cimentaciones de planta cuadrangular de 3,10 metros de lado. El primero de los arcos presentaba un diámetro de 6 metros y alcanzaba una altura de aproximadamente 10,50 metros, mientras que el segundo, ligeramente más reducido, tenía un diámetro de 5,96 metros y una altura de 9,10 metros. Ambos estaban separados entre sí por una distancia de unos 2,50 metros, y su disposición obedecía tanto a criterios estructurales como estéticos y funcionales, facilitando la transición entre el terreno natural y el tablero metálico principal.

Al igual que en otros viaductos del trazado, estos arcos de aligeramiento estaban rematados, en su parte más alejada del tablero, con potentes refuerzos de planta semicircular de mampostería, completados con trasdos de piedra seca. Esta solución aportaba masa y resistencia adicional al conjunto, garantizando su durabilidad y comportamiento frente a los empujes del terreno.

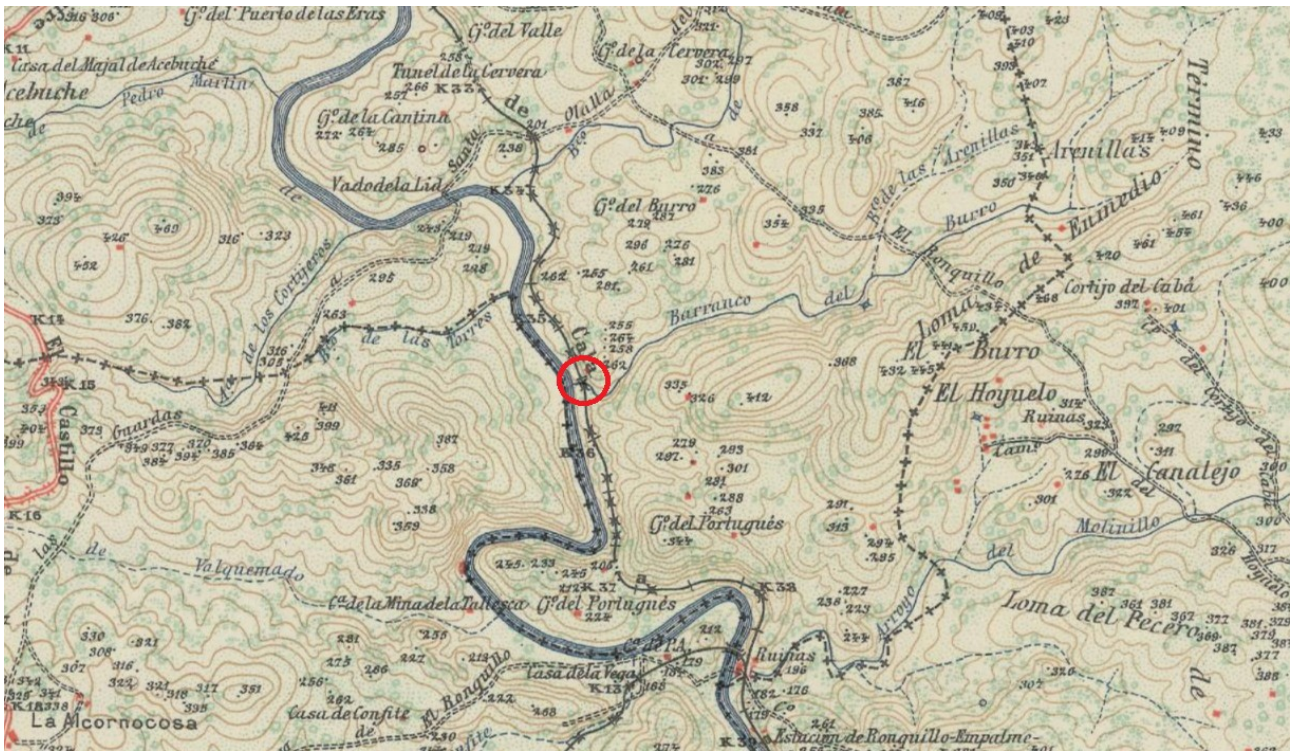


Plano 82: Muros de contención de El Madero.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Puente sobre el barranco de El Burro (P.K 36+000)

El segundo de los puentes de 20 metros de luz es el majestuoso puente sobre el barranco del Burro, una estructura que, a diferencia del puente del Madero, permanece aún en pie, constituyendo uno de los elementos más singulares y reconocibles del antiguo trazado ferroviario. Este viaducto, de gran valor patrimonial e histórico, alcanza una altura de 24,97 metros, superando incluso la del puente del barranco anterior, lo que da cuenta de la magnitud del accidente geográfico que salva.

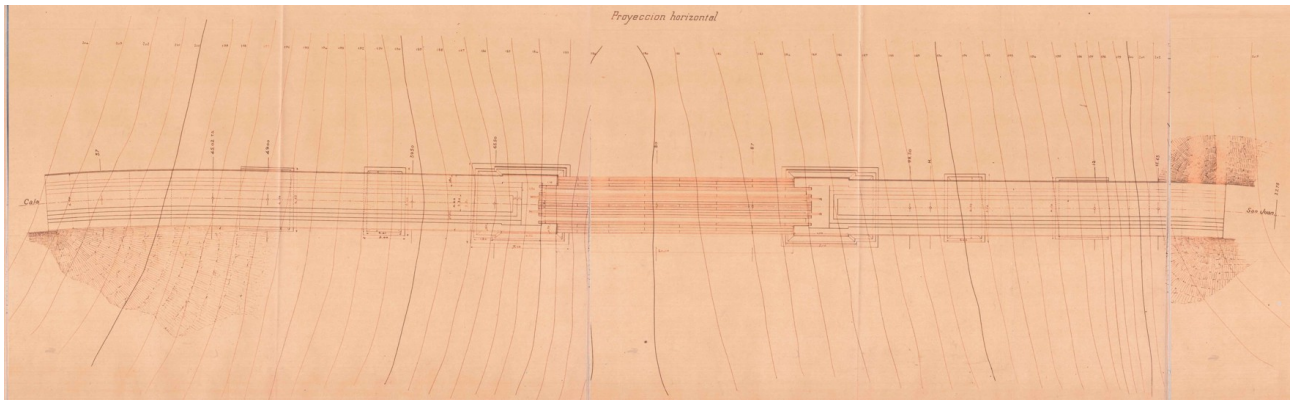


Mapa 23: Localización del puente sobre el barranco de El Burro.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

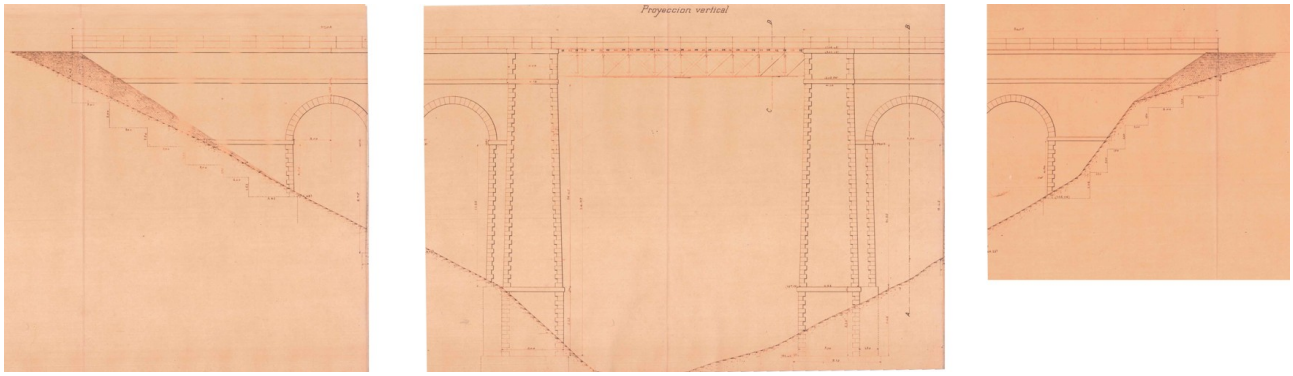
Ilustración 48: Puente sobre el barranco de El Burro.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.



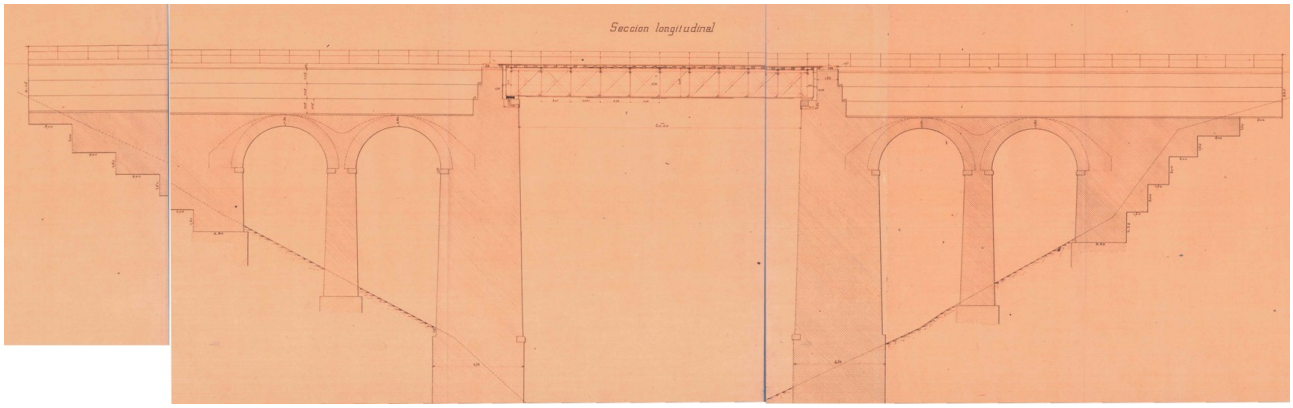
Plano 83: Planta de El Burro.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 84: Proyección longitudinal de El Burro.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

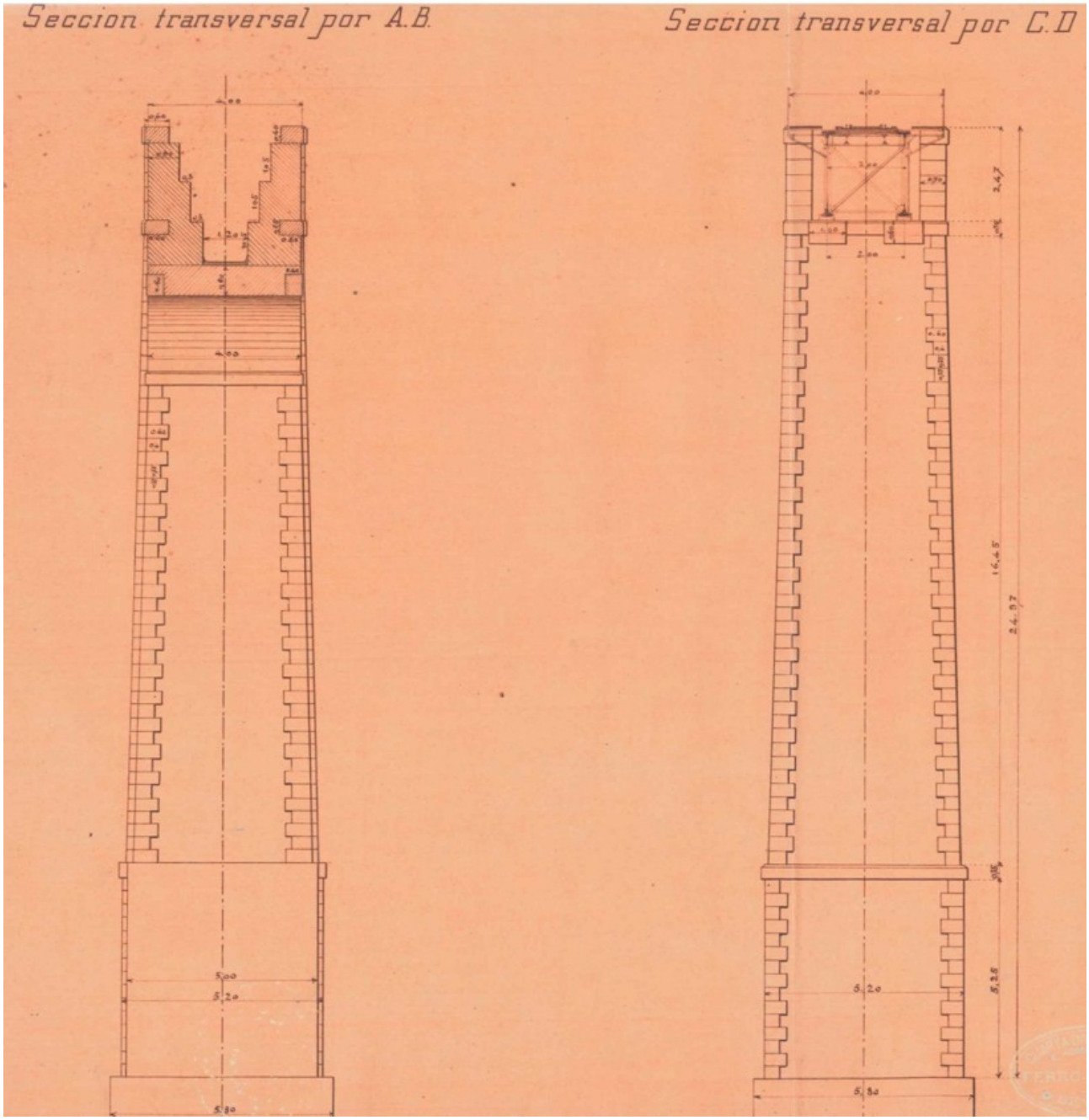


Plano 85: Sección longitudinal de El Burro.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Desde el punto de vista tipológico, mantiene el esquema estructural descrito para el caso anterior: tablero metálico resuelto mediante una celosía hiperestática, apoyado sobre estribos y precedido por dos arcos de aligeramiento de fábrica. El primero de estos arcos presenta una altura de 11,55 metros, mientras que el segundo alcanza los 8,75 metros. Ambos cuentan con un diámetro de 6 metros, y se ejecutaron mediante cimbras de madera, cimentadas sobre estructuras de planta cuadrada, tal y como también se hizo en el puente del Madero.

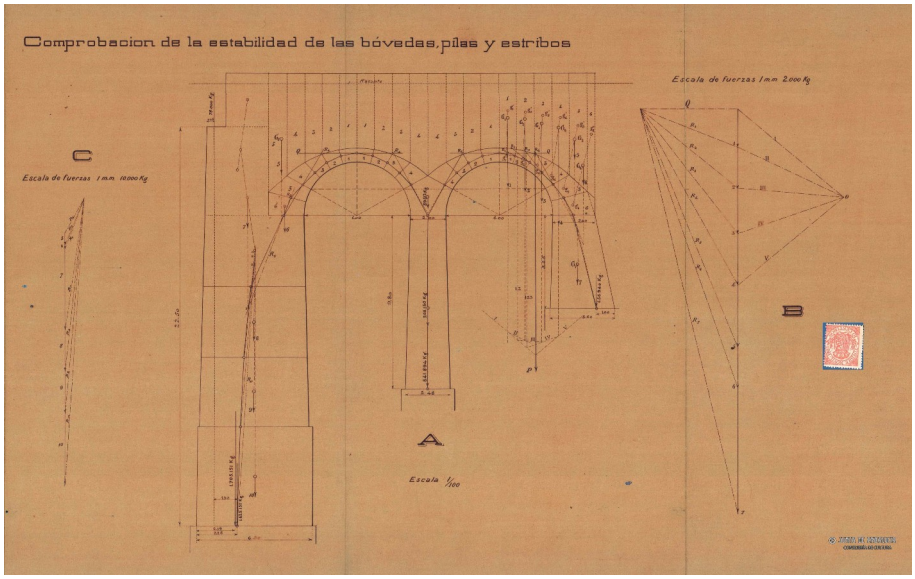
Una diferencia significativa entre ambos viaductos es la ausencia, en este caso, de los refuerzos circulares de mampostería (muros de planta semicircular) con trasdós de piedra seca que sí estaban presentes en el puente del Madero. Esta omisión puede interpretarse como un indicio del buen comportamiento geotécnico del terreno en esta zona. De hecho, a escasa distancia se encuentra el túnel de la Cervera, cuya ejecución no requirió sostenimientos, lo que reafirma la competencia geológica de este sector del trazado.



Plano 86: Alzado estribos de El Burro.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Desde el punto de vista estructural, resulta también de interés el análisis de la estabilidad de las bóvedas, pilas y estribos, tal como se representaba en los esquemas de cálculo de la época. En ellos, se ilustran las distintas cargas actuantes sobre los distintos elementos estructurales del puente. Por ejemplo, sobre la cimentación intermedia que enlaza ambos arcos de aligeramiento, se aplicaba una carga vertical total de 641.894 kg. Esta cifra justifica la necesidad de cimentaciones de planta cuadrada de 2,48 metros de lado. En el caso de la cimentación de los estribos principales, la carga ascendía a 1.625.151 kg, por lo que se recurría a cimentaciones aún más robustas, de planta cuadrada de 6,50 metros.



Plano87: Detalle de diagrama histórico de cálculo para bóvedas de estribos.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Por otro lado, la carga transmitida al terreno desde la zona de salida del viaducto, ya alejada del tablero y en transición hacia el terreno natural, era de 456.940 kg, lo que permitía reducir progresivamente las dimensiones de los elementos estructurales. Este tipo de esquemas, aunque no se emplean actualmente con el mismo formato, resultan de gran valor documental e ilustrativo, ya que permiten comprender los métodos de cálculo y diseño que se utilizaban en la ingeniería de puentes a principios del siglo XX.

En conjunto, el puente del Burro constituye no solo una pieza clave desde el punto de vista estructural y funcional dentro del trazado, sino también un excelente testimonio del conocimiento técnico y de la adaptación al medio que caracterizó la ingeniería ferroviaria de la época.

Puentes de 30 metros de luz

A lo largo del trazado del ferrocarril de Cala, los distintos puentes construidos —tanto los de 10 metros de luz como los de 20 y 30 metros—, pese a sus diferencias tipológicas, comparten un mismo principio estructural de comportamiento. Todos ellos responden a un esquema estático en el que la distribución de esfuerzos internos condiciona la geometría y el dimensionado de sus elementos resistentes.

En general, la flexión es máxima en la zona central del vano, lo que implica que los cordones superior e inferior del tablero —ya sean chapas en las vigas de alma llena o cordones en celosías metálicas— sean los elementos encargados de resistir estos momentos flectores. Por ello, es habitual observar cómo estos cordones presentan mayor espesor en el centro del vano que en sus extremos, adaptándose así a la variación del momento flector a lo largo del eje del puente.

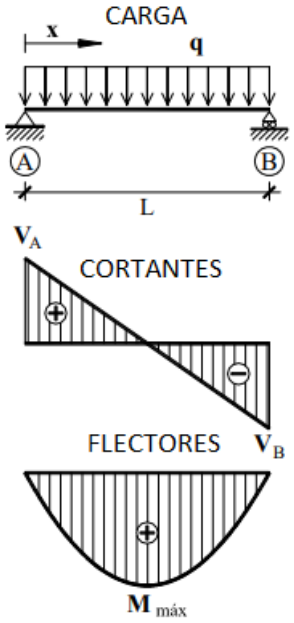


Ilustración 49: Diagrama de esfuerzos de una viga simple apoyada.

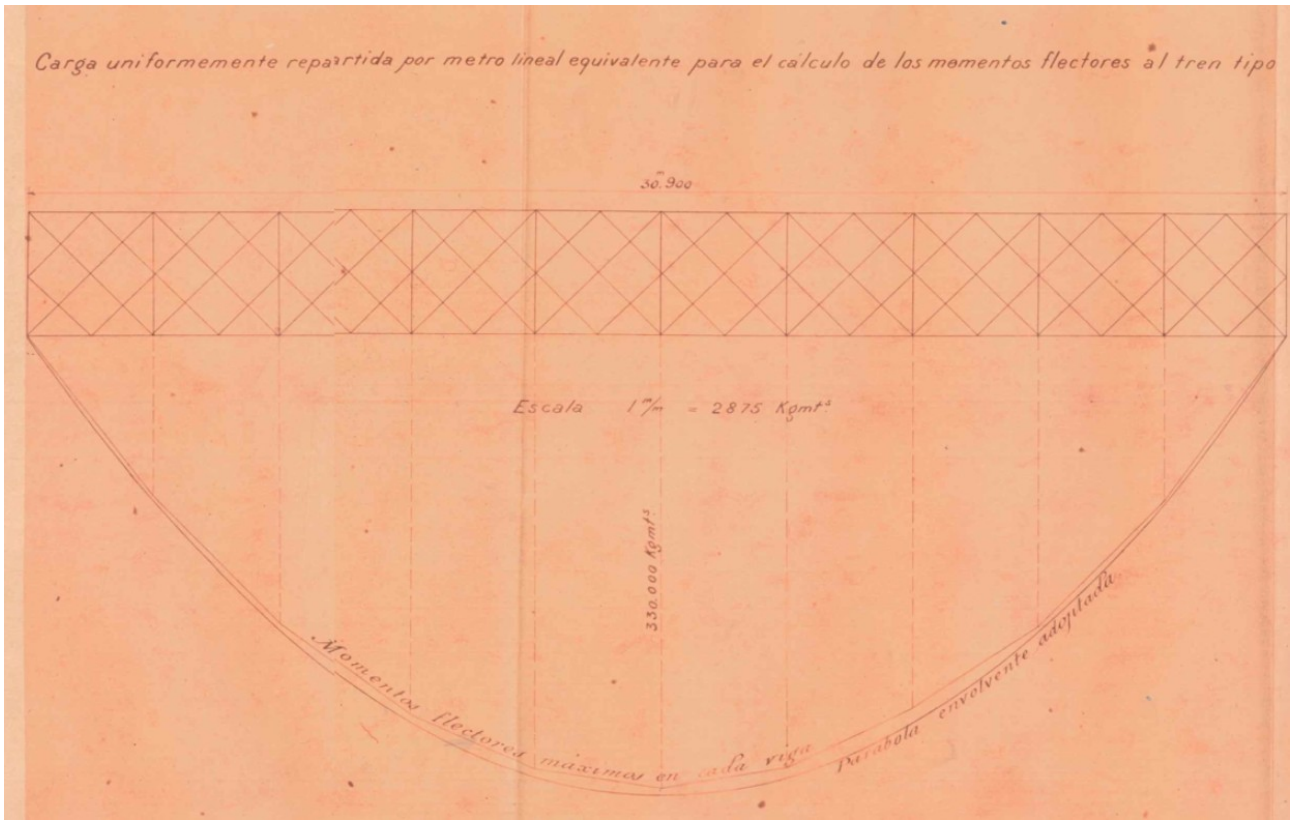
Fuente: Prontuario básico de estructuras simples.

Por el contrario, los esfuerzos cortantes tienden a ser nulos en el centro del vano y alcanzan su valor máximo en las proximidades de los apoyos. En este sentido, son los montantes y, sobre todo, las diagonales de arriostramiento —habitualmente dispuestas en forma de cruces de San Andrés— las encargadas de resistir estas solicitaciones. Este hecho explica una curiosidad técnica que a menudo puede resultar contraintuitiva: los perfiles de las cruces de San Andrés son progresivamente más esbeltos hacia el centro del vano, mientras que se refuerzan y aumentan de sección hacia los extremos. Esta disposición no es arbitraria, sino que responde con precisión al comportamiento real de la estructura frente a los esfuerzos cortantes.

Así, esta lógica estructural, tan rigurosa como eficiente, permite comprender por qué, independientemente del tipo de puente —ya sean de vigas de alma llena en los vanos más pequeños o de celosías hiperestáticas en los de mayor luz—, se repite una misma estrategia constructiva basada en la adaptación del dimensionado al reparto de esfuerzos internos. Esta lectura técnica del comportamiento estructural permite valorar con mayor profundidad la ingeniería aplicada en el diseño y ejecución de los puentes del ferrocarril de Cala.

Tanto es así que, en el presente estudio, se han podido recopilar los planos originales que recogen el cálculo detallado de los esfuerzos internos actuantes en los tableros de los puentes de 30 metros de luz. Dichos documentos reflejan de forma clara cómo, en función de las envolventes de esfuerzos flectores y cortantes, se determinó el dimensionamiento óptimo de los distintos elementos estructurales que componen el tablero. Así, se definieron con precisión las secciones de los cordones superior e inferior, las cartelas, los montantes y las diagonales, adaptando sus dimensiones

a la magnitud y localización de las solicitaciones, en una muestra evidente del rigor técnico aplicado en el diseño de estas infraestructuras.

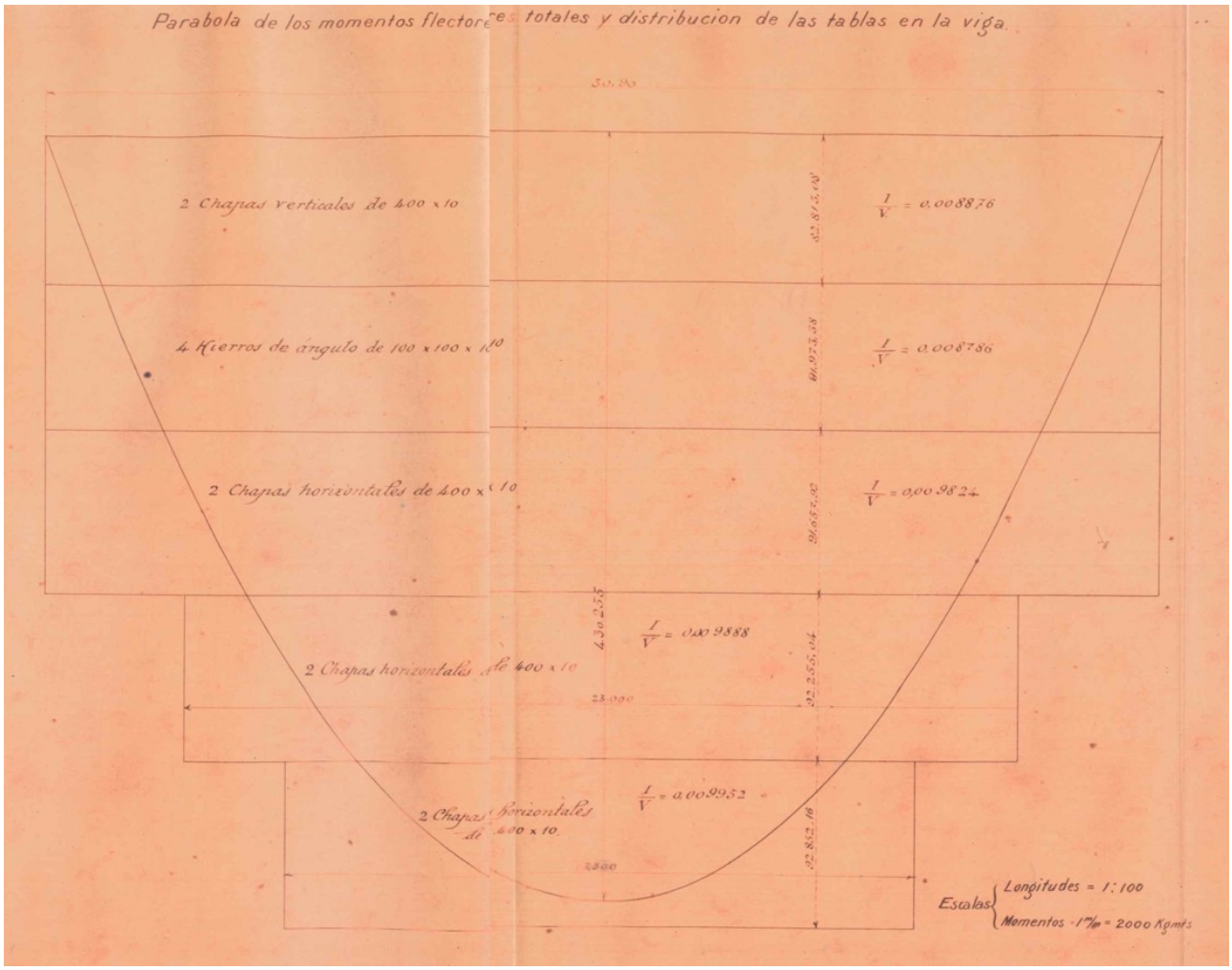


Plano 88: Detalle de diagrama de cálculo de momentos flectores en puente de 30 metros.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

En cuanto al análisis de los esfuerzos flectores, se presenta un diagrama, en el que se emplea una carga uniforme distribuida por metro lineal equivalente al tren tipo, permitiendo así obtener una envolvente de momentos flectores clara y manejable.

A partir de este enfoque se deduce que el momento flector máximo alcanzado en la viga es de 330.000 kilogramos por metro. Este valor fue clave para determinar la sección resistente necesaria del elemento principal del tablero, dando lugar al dimensionamiento definitivo de los distintos componentes que conforman la viga metálica. En consecuencia, se definió el número y tipo de chapas horizontales (por ejemplo, de 400 mm de ancho por 10 mm de espesor), así como la disposición de hierros angulares de 100x100x10 mm en las zonas superiores e inferiores del cajón metálico. Estas decisiones de diseño estructural responden directamente a la necesidad de equilibrar el momento resistente con el momento flector máximo obtenido, garantizando así la seguridad y la eficiencia del conjunto estructural frente a las cargas ferroviarias previstas.



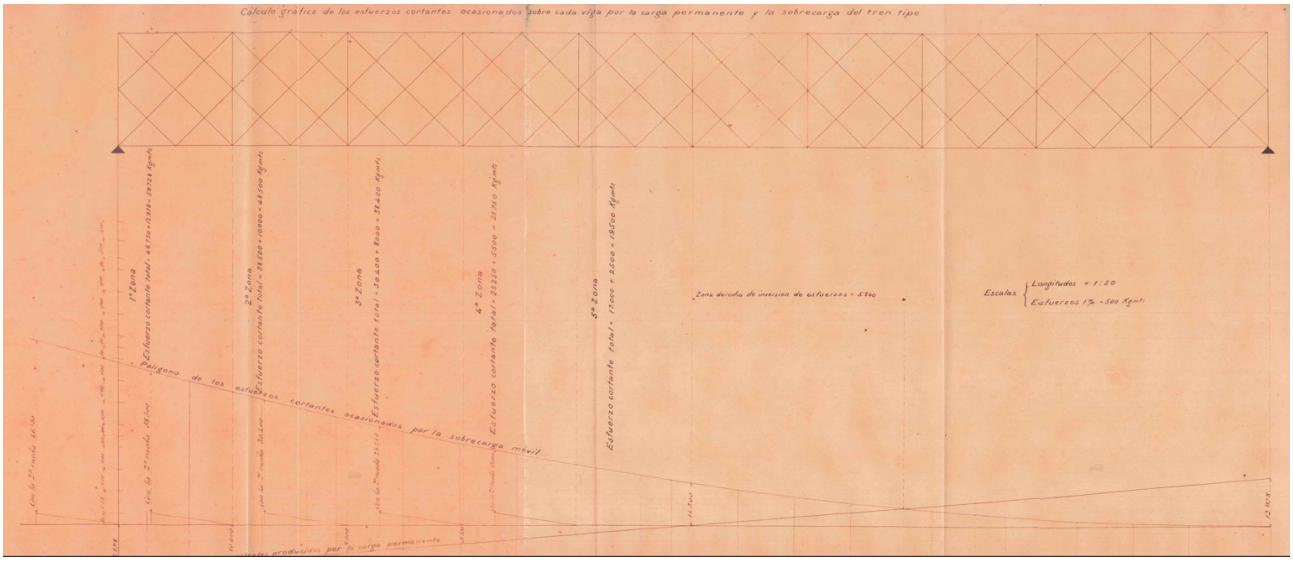
Plano 89: Envolvente de momentos flectores y distribución de las tablas en puente de 30 metros.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

El análisis del plano siguiente permite comprobar empíricamente la evolución de los esfuerzos cortantes a lo largo del vano. Tal y como reflejan los diagramas de cálculo, estos esfuerzos disminuyen progresivamente a medida que nos alejamos de los apoyos y nos acercamos al centro del tablero, lo cual resulta coherente con el comportamiento estructural esperado en este tipo de estructuras. En concreto, se observa que en la zona 1 —la más próxima al anclaje— el esfuerzo cortante alcanza un valor máximo de 59.728 kilogramos por metro. En la zona 2, este valor se reduce a 48.500 kg/m; en la zona 3 a 38.400 kg/m; en la zona 4 a 28.750 kg/m; y, finalmente, en la zona central (zona 5), se registra un valor mínimo de 19.500 kg/m. Esta clara disminución justifica directamente la elección de perfiles estructurales de menor entidad conforme se avanza hacia el centro del vano, tanto en montantes como en diagonales de arriostramiento, siguiendo un criterio de eficiencia estructural y económica.

Además, estos diagramas de esfuerzos fueron calculados considerando tanto los efectos dinámicos del paso de la segunda rueda del tren —es decir, la solicitación máxima en una situación de carga móvil crítica— como los efectos estáticos asociados a la carga permanente del tablero. Así, los esfuerzos cortantes totales en cada sección del puente son el resultado de la superposición de estas

dos contribuciones: las cargas móviles generadas por la circulación ferroviaria y las cargas permanentes derivadas del peso propio de la estructura.



Plano 90: Detalle cálculo de esfuerzos cortantes.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Tal como se ha venido explicando, en el caso particular del puente metálico de 30 metros de luz —el de mayor envergadura de toda la línea férrea— se adoptó una solución estructural especialmente compleja: una doble celosía metálica hiperestática. A diferencia de los puentes de 20 metros, que contaban con una única celosía, en este caso se recurrió a una configuración duplicada de cruces de San Andrés por cada zona, reflejando tanto la magnitud de la luz a salvar como el nivel de sofisticación constructiva alcanzado por los ingenieros del momento. Esta duplicidad estructural no solo incrementaba la capacidad resistente del conjunto, sino que también proporcionaba una mayor rigidez frente a cargas dinámicas y solicitaciones externas, como viento o asentamientos diferenciales.

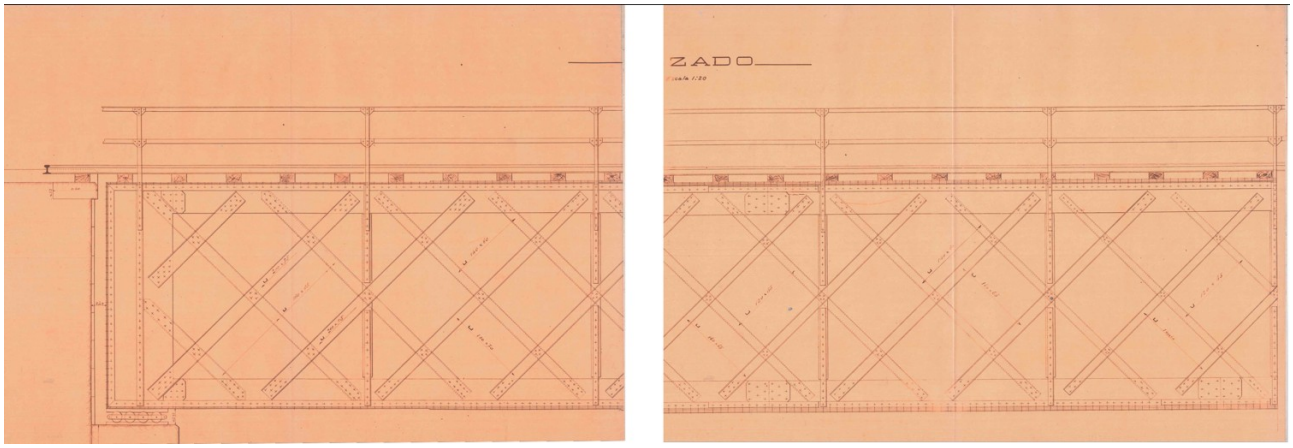
Del análisis de los planos originales se desprende un progresivo adelgazamiento de los perfiles de arriostramiento conforme se avanza hacia la zona central del vano, en concordancia con la distribución de esfuerzos cortantes ya descrita. En la zona 1, la más próxima al apoyo, las diagonales mayores (ascendentes de izquierda a derecha) están conformadas por perfiles en U de 200×75 mm, mientras que las menores (ascendentes de derecha a izquierda) son de 160×65 mm. Esta tendencia decreciente continúa en la zona 2, donde los perfiles mayores se reducen a 180×70 mm y los menores varían entre 140 y 160 mm, si bien se advierte una posible errata en los planos que atribuye a las diagonales menores de la zona 3 una sección inferior (120×55 mm), cuando lo coherente sería mantener la progresión con perfiles de 140×60 mm. En las zonas 3 y 4, los perfiles mayores se estabilizan en 160×65 mm y los menores en 120×55 mm, mientras que en la zona central del tablero, que corresponde al mínimo esfuerzo cortante, los perfiles llegan a su sección más reducida: 140×60 mm para las diagonales principales y 120×55 mm para las secundarias.

Este escalonamiento meticuloso de perfiles no solo es fiel reflejo del criterio estructural basado en la variación de esfuerzos internos a lo largo del tablero, sino que también ilustra la precisión con la

que se ejecutaba el diseño y la fabricación de estos elementos, considerando incluso el más mínimo ahorro de material sin comprometer la estabilidad del conjunto. La doble celosía hiperestática empleada en este puente es, por tanto, una muestra paradigmática de la ingeniería estructural de principios del siglo XX, en la que se conjugaban economía de medios, capacidad técnica y una cuidada adaptación al entorno y a las necesidades del trazado ferroviario.

De igual manera que en el caso del puente del Burro, todos y cada uno de los perfiles que conformaban la doble celosía del puente de 30 metros se unían mediante la técnica tradicional del roblonado a unas chapas perimetrales metálicas, que servían como elementos de conexión estructural y soporte. Estas chapas, con un ancho aproximado de 60 milímetros, recorrían el contorno del cajón metálico y actuaban como base de anclaje para las distintas diagonales, montantes y cordones que integraban el entramado de la celosía. Este mismo sistema constructivo se observa también en los puentes de 20 metros, como el del Madero y el del Burro, donde los elementos resistentes —ya fuesen perfiles en U, ángulos o chapas— se fijaban mediante roblones a estas chapas estructurales, garantizando una transmisión eficaz de esfuerzos y una unión rígida entre piezas. El empleo del roblonado, además de ser el procedimiento estándar de la época, ofrecía una solución fiable y duradera frente a las solicitaciones repetidas propias de los puentes ferroviarios, asegurando así la integridad del conjunto incluso en condiciones de carga dinámica y exposición prolongada a los agentes atmosféricos.

A esta descripción del sistema de ensamblaje mediante roblonado y chapas perimetrales, debe añadirse un aspecto clave que también puede apreciarse claramente en los planos de alzado del tablero: la adaptación progresiva del espesor de los cordones superior e inferior en función de la distribución de momentos flectores. Siguiendo la ley de momentos flectores en una viga biapoyada, el momento es máximo en el centro del vano y decrece hacia los extremos. Por ello, en los puentes metálicos de celosía —como el singular puente de 30 metros— se observa cómo, conforme se avanza hacia la zona central del vano, se incrementa el número de platabandas dispuestas tanto en el cordón superior como en el inferior. Esta estrategia permite reforzar localmente estas zonas sometidas a mayores esfuerzos, aumentando el espesor efectivo de los cordones y, por tanto, su capacidad resistente frente a la flexión. Así, el espesor de los cordones no es constante a lo largo del tablero, sino que responde directamente a la envolvente de esfuerzos, reflejando una concepción estructural perfectamente adaptada a las solicitaciones internas. Esta solución no solo optimiza el uso de material, sino que demuestra el rigor técnico y la eficiencia constructiva con la que fueron concebidos estos puentes ferroviarios.



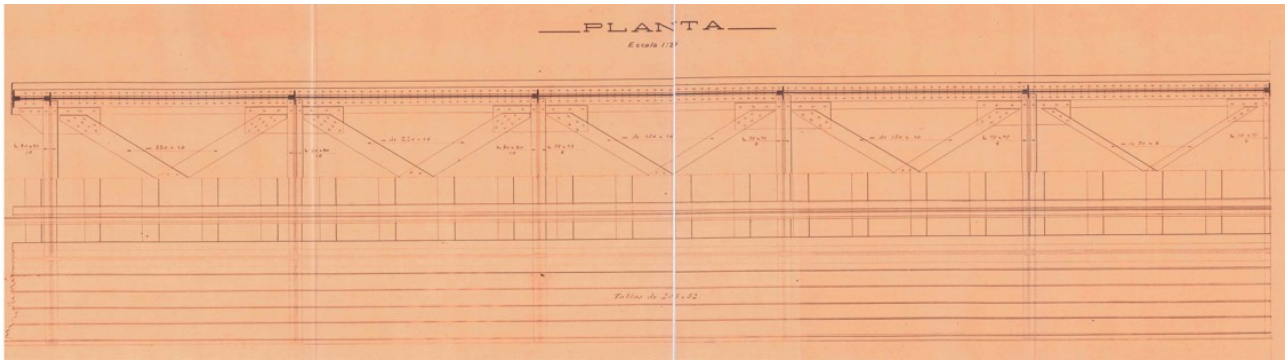
Plano 91: Alzado de tablero metálico en celosía de 30 metros.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

En cuanto al plano en planta del tablero se puede observar también que se disponen de cruces de San Andrés en su parte superior, las cuales se componen de diagonales metálicas iguales por pareja. En las zonas más próximas a los apoyos (zonas 1 y 2), las diagonales están conformadas por perfiles planos de 220x10 mm, lo cual responde al incremento de esfuerzos cortantes en estas regiones. A partir de la tercera cruz de San Andrés, los perfiles se reducen a 150x10 mm, manteniéndose así también en la cuarta, mientras que en la cruz central —zona de menor cortante— las diagonales se resuelven mediante perfiles planos de 70x8 mm. Esta progresiva disminución de la sección transversal de las diagonales responde, nuevamente, a la lógica estructural que adapta el dimensionado a la distribución real de esfuerzos.

Respecto a los rigidizadores transversales, estos se ejecutan con perfiles angulares en L. En las zonas extremas, los primeros tres rigidizadores son perfiles de 80x80x10 mm. A partir de la tercera zona se combina un perfil de 80x80x10 mm con otro de 75x75x8 mm, evidenciando una transición en el dimensionado hacia secciones más ligeras. Desde ese punto y hasta el centro del vano, los rigidizadores transversales se resuelven únicamente con perfiles en L de 75x75x8 mm, manteniendo así la coherencia con la disminución de solicitaciones hacia la zona central del tablero.

Por último, sobre toda esta subestructura metálica se colocan tablones de madera de 205x52 mm, dispuestos longitudinalmente al eje del puente. Estos tablones cubren tanto la zona entre carriles como los voladizos laterales, replicando la misma solución constructiva que en los tableros de 20 metros. Esta disposición garantiza una superficie de rodadura continua y robusta, al tiempo que permite una fácil inspección y sustitución de elementos de madera cuando fuera necesario.



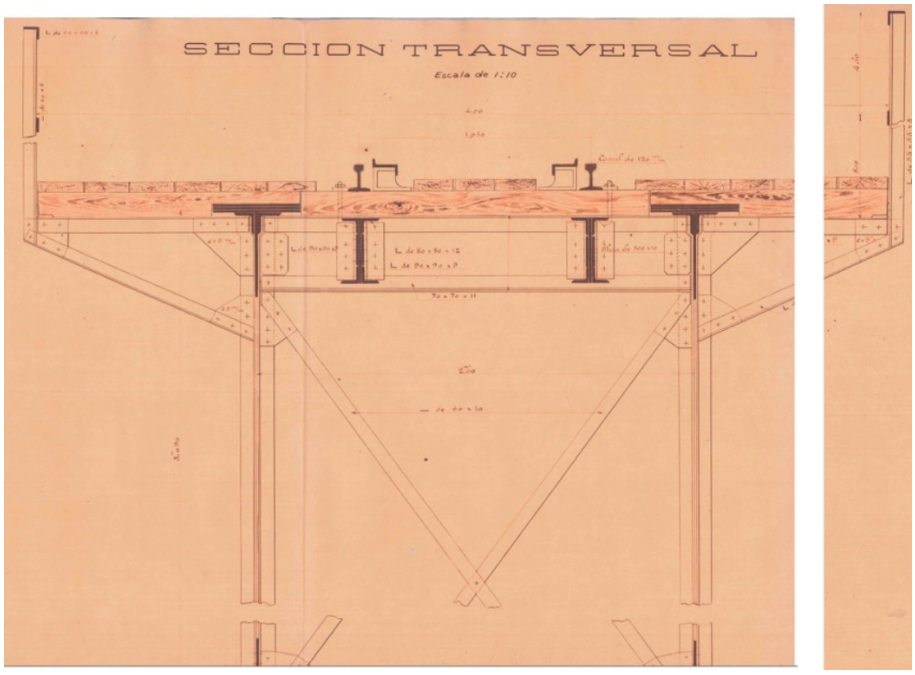
Plano 92: Planta de tablero metálico en celosía de 30 metros.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

En lo que respecta a la sección transversal tipo, según se aprecia en el plano siguiente, el puente de 30 metros presenta un canto total de 3,090 metros. Esta dimensión incluye unos voladizos laterales cuya disposición constructiva guarda gran similitud con la adoptada en los puentes de 20 metros. Así, cada voladizo se resuelve mediante una única diagonal ejecutada con un perfil angular en L, que conecta con otro perfil en L dispuesto horizontalmente en la parte superior del voladizo. Ambos perfiles se unen mediante una cartela metálica de 9 mm de espesor, asegurando la continuidad estructural del conjunto. Como sistema de protección, se instala una barandilla de seguridad de 1,50 metros de altura, también conformada por perfiles angulares de 55x55x8 mm.

En cuanto al sistema de entablado, se sigue la misma lógica constructiva que en los puentes de 20 metros: se disponen tablones de madera transversalmente, sobre los cuales se fijan tablones longitudinales que conforman la superficie de puente, cubriendo tanto la zona entre carriles como los voladizos.

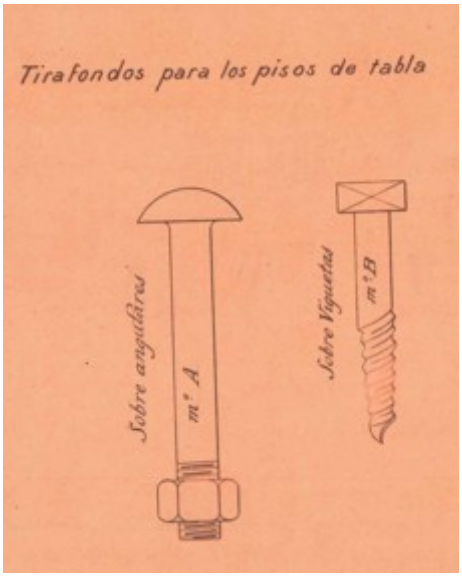
La estructura resistente de los cordones superiores se conforma mediante un conjunto de perfiles metálicos roblonados: perfiles en L de 80x80x12 mm en combinación con un alma intermedia de 300x10 mm, rematados con otros perfiles angulares de 90x90x9 mm, formando así una sección compuesta de elevada rigidez. Finalmente, el arriostramiento interno del cajón estructural se ejecuta mediante diagonales de 60x10 mm, que garantizan la estabilidad global frente a deformaciones por carga dinámica o esfuerzos de pandeo local.



Plano 93: Sección cajón metálico de puente de 30 metros.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Finalmente, se incluye una imagen representativa que muestra el detalle de los tirafondos utilizados para la fijación del entablado superior del tablero. Estos elementos metálicos permitían el atornillado de los tablones de madera a la estructura metálica subyacente, asegurando su estabilidad frente a cargas dinámicas y vibraciones inducidas por el paso del material rodante. Este sistema, aunque sencillo, era eficaz para garantizar la fijación de las piezas de madera sin comprometer la integridad de la estructura principal.



Plano 94: Detalle tirafondos para los pisos de tablas.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Asimismo, se presenta una tabla específica correspondiente al diseño del roblonado empleado en el puente de 30 metros de luz, en la cual se recoge con precisión el número de roblones en función de las barras a emplear en cada una de las zonas de la celosía.

Esta tabla constituye un documento técnico interesante, ya que permite observar cómo se establecía el tipo y el diámetro de los roblones en función de la posición de los elementos estructurales: ya fueran montantes, almas, cordones o chapas. Además, se detalla la disposición de los roblones en las uniones críticas de los largueros superiores e inferiores, lo que evidencia el nivel de precisión y la lógica estructural con la que se abordaban las conexiones en esta tipología de puentes.

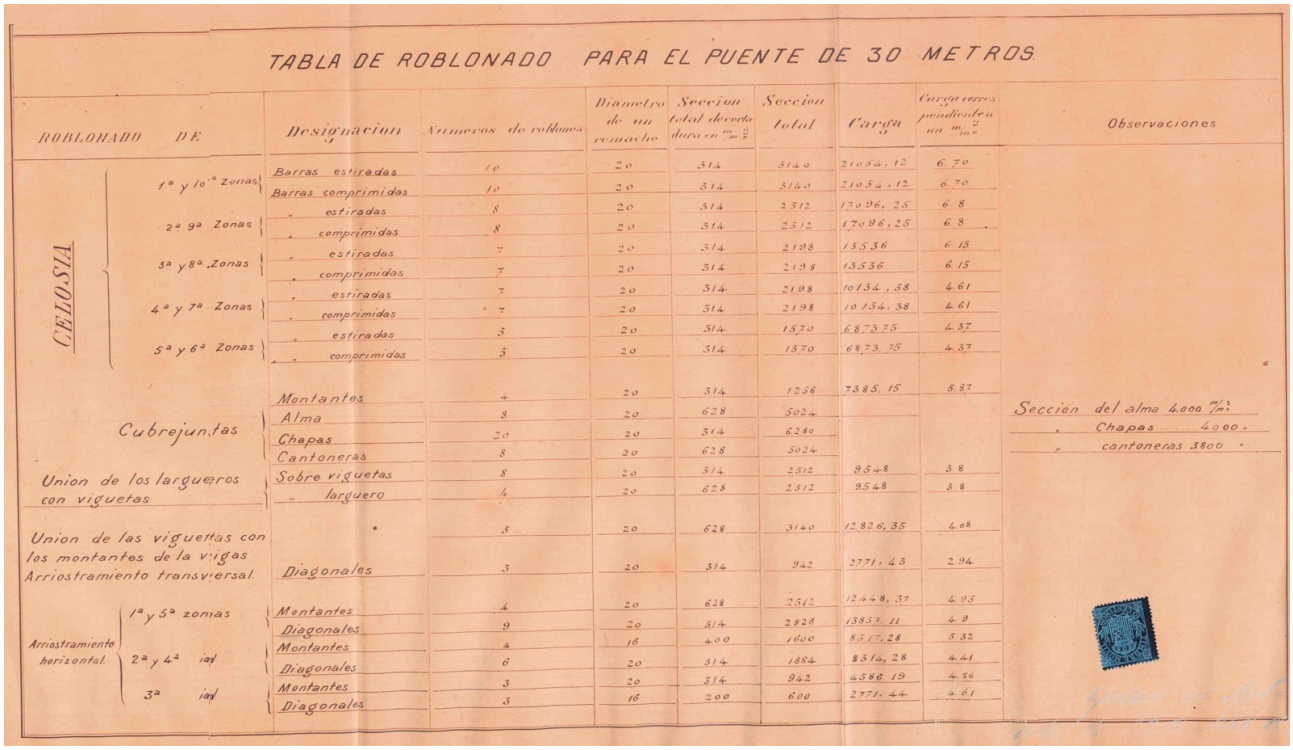


TABLA DE ROBLONADO PARA EL PUENTE DE 30 METROS

Roblonado de		Designacion	Numeros de roblones	Diametro de un remache	Seccion total de cada dura en m/m²	Seccion total	Carga	Carga verts. pendiente a un m/m²	Observaciones
Celosia	1ª y 10ª Zonas	Barras estiradas	10	20	314	3140	21054,12	6.70	
		Barras comprimidas	10	20	314	3140	21054,12	6.70	
	2ª 9ª Zonas	" estiradas	8	20	314	2512	17096,25	6.8	
		" comprimidas	8	20	314	2512	17096,25	6.8	
	3ª y 8ª Zonas	" estiradas	7	20	314	2198	13536	6.15	
		" comprimidas	7	20	314	2198	13536	6.15	
	4ª y 7ª Zonas	" estiradas	7	20	314	2198	10134,38	4.61	
		" comprimidas	7	20	314	2198	10134,38	4.61	
	5ª y 6ª Zonas	" estiradas	5	20	314	1570	6873,75	4.37	
		" comprimidas	5	20	314	1570	6873,75	4.37	
Cubrejuntas		Montantes	4	20	314	1256	7385,15	5.87	
		Alma	8	20	628	5024			Seccion del alma 4.000 m/m²
		Chapas	20	20	314	6280			" Chapas 4000 "
		Cantoneras	8	20	628	5024			" cantoneras 3800 "
Union de los largueros con viguetas		Sobre viguetas	8	20	314	2512	9548	3.8	
		" larguero	4	20	628	2512	9548	3.8	
Union de las viguettas con los montantes de la vigas			5	20	628	3140	12826,35	4.08	
Arriostramiento transversal		Diagonales	3	20	314	942	2771,43	2.94	
Arriostramiento horizontal	1ª y 5ª zonas	Montantes	4	20	628	2512	12448,37	4.95	
		Diagonales	9	20	314	2826	13853,11	4.9	
	2ª y 4ª id	Montantes	4	16	400	1600	8517,28	5.32	
		Diagonales	6	20	314	1884	8514,28	4.41	
	3ª id	Montantes	3	20	314	942	4586,19	4.86	
		Diagonales	3	16	200	600	2771,44	4.61	

Ilustración 50: Tabla de roblonado para puente de 30 metros.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Puente sobre el río Ribera de Huelva (P.K 62+000)

Dentro del conjunto de puentes con luz de 30 metros, el único que llegó a construirse a lo largo de toda la línea férrea fue el que cruzaba el río Ribera de Huelva, en el punto donde actualmente se sitúa la contrapresa del embalse de Guillena. Precisamente por este motivo, el puente fue finalmente demolido, perdiéndose así uno de los elementos más singulares e imponentes de toda la infraestructura ferroviaria de la línea de Cala.

Mapa 24: Localización del puente sobre el Ribera de Huelva.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

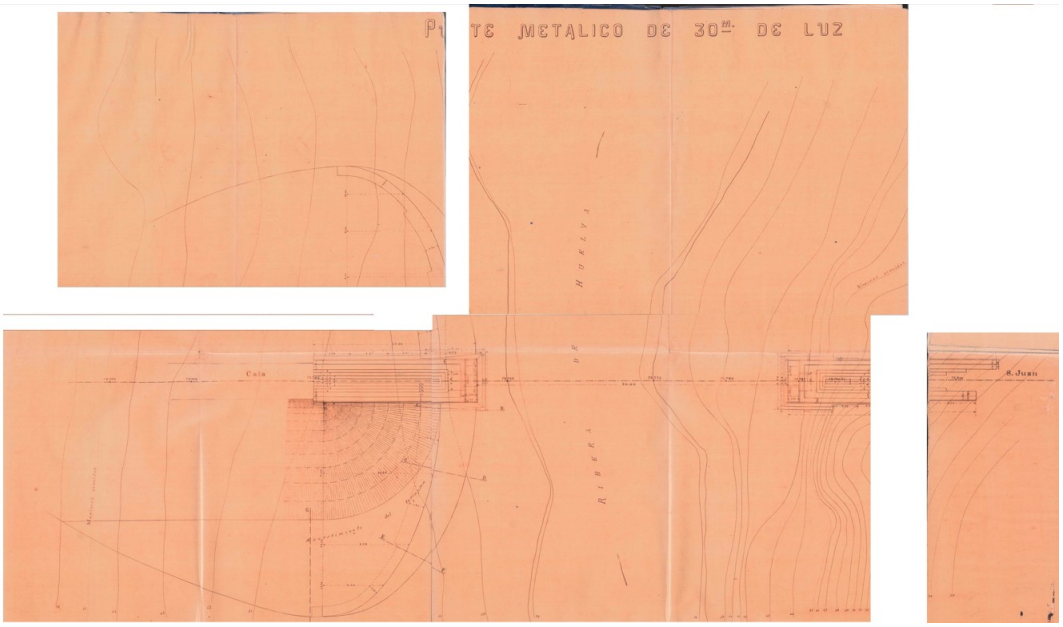
Se trata, sin lugar a dudas, de una pérdida lamentable desde el punto de vista patrimonial e ingenieril, ya que este puente representaba la culminación técnica del sistema estructural empleado a lo largo del trazado: una doble celosía metálica hiperestática, capaz de salvar una luz de 30 metros con un nivel de esbeltez, complejidad y refinamiento estructural considerable. Todo el análisis técnico que hemos expuesto en este trabajo pone de manifiesto el nivel de precisión, cálculo y ejecución que implicó su construcción.

Además, este puente presentaba otra singularidad notable: era uno de los pocos del trazado que cruzaba de forma esviada un cauce fluvial importante, en este caso, la ribera de Huelva. A diferencia de la mayoría de los demás puentes, excepto el del kilómetro 4 o el del kilómetro 7, salvaban barrancos perpendiculares al eje del ferrocarril o bordeaban los cursos de agua sin atravesarlos directamente, este puente ofrecía una solución clara y decidida al cruce de un obstáculo natural de gran entidad.

Como puede apreciarse en la imagen siguiente, y como ha quedado demostrado a lo largo del presente análisis, la presencia de este puente debió de ser, en su momento, verdaderamente majestuosa. Su desaparición constituye, por tanto, una muestra más de la fragilidad del patrimonio industrial cuando no se reconoce a tiempo su valor técnico, histórico y cultural.

Ilustración 51: Puente sobre el Ribera de Huelva.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.



Plano 95: Planta del Ribera de Huelva.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

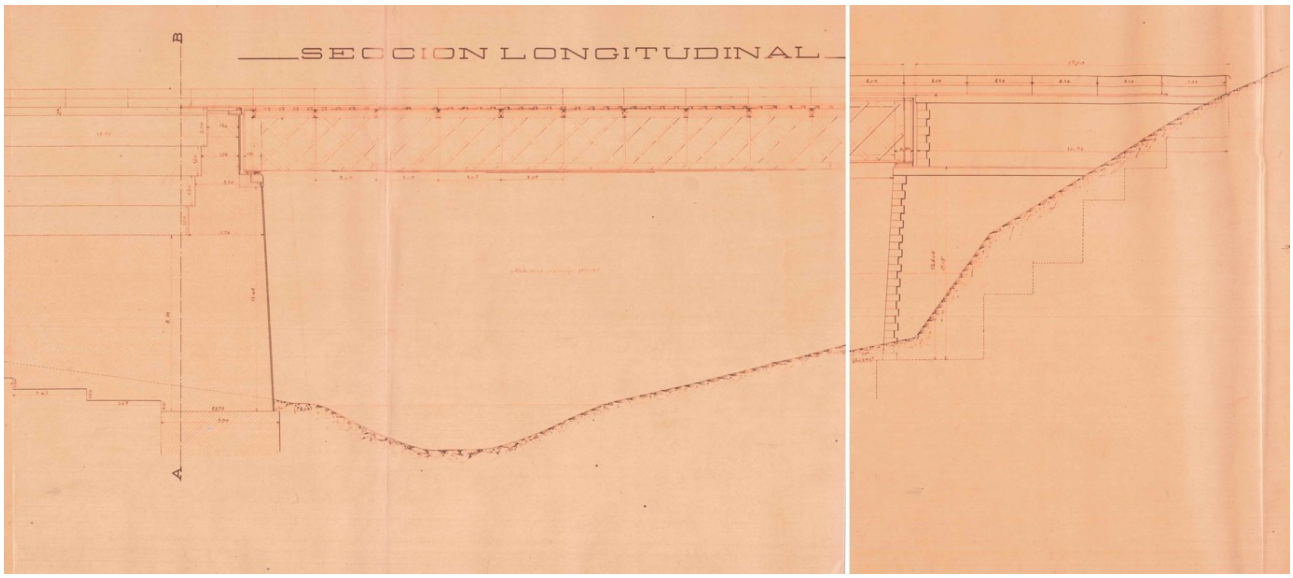
Ya por último, tal como se puede apreciar en los planos que se presentan, el puente sobre la ribera de Huelva alcanzaba una altura libre de paso de 14,30 metros que sumados a los 3,090 metros del canto del cajón se obtiene una altura total del conjunto de 17,39 metros, lo que refuerza la magnitud y escala de esta obra en comparación con el resto de los puentes de la línea.

En planta, se observa además cómo este puente contaba con un refuerzo en su margen izquierda mediante el ya conocido sistema de muros de contención de planta semicircular, cuya estabilidad estructural se aseguraba mediante el uso de piedra en seco en su trasdós. Esta solución, además de garantizar la resistencia frente a empujes del terreno, aportaba un componente estético integrado en el entorno natural.

Por otro lado, los estribos del puente se cimentaban sobre basamentos macizos de 5,90 metros de ancho, sin emplear ningún tipo de aligeramiento mediante arcos, como sí se observa en otros casos de la línea, especialmente en los puentes de 20 metros de luz. La única reducción de masa se producía longitudinalmente, mediante el vaciado interno característico.

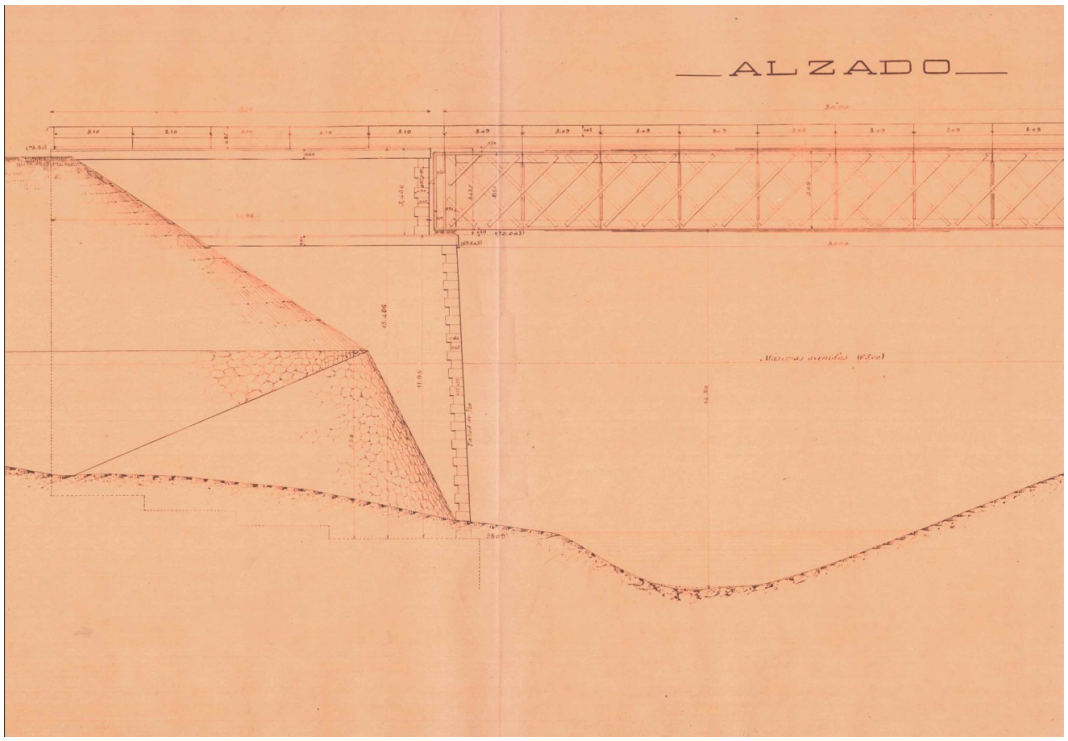
Una peculiaridad reseñable de este puente es la morfología de sus estribos, que se aleja de la configuración habitual con forma trapezoidal ascendente sobre planta cuadrada o rectangular. En este caso, los planos muestran claramente una composición en dos cuerpos macizos superpuestos. El cuerpo inferior es completamente sólido y de mayor volumen, mientras que el cuerpo superior, también macizo, aparece ligeramente más estrecho y, aparentemente, aligerado, aunque sin llegar a adoptar una configuración trapezoidal clásica. Esta solución estructural, posiblemente condicionada por la topografía del terreno o la naturaleza del cruce esviado del cauce, refuerza el carácter singular de este puente dentro del conjunto de la línea.

Con todo ello, se pone en evidencia que el puente sobre la ribera de Huelva no solo fue el más ambicioso desde el punto de vista estructural por su luz y complejidad geométrica, sino también una pieza excepcional por su configuración constructiva y su adaptación a las exigencias del entorno.



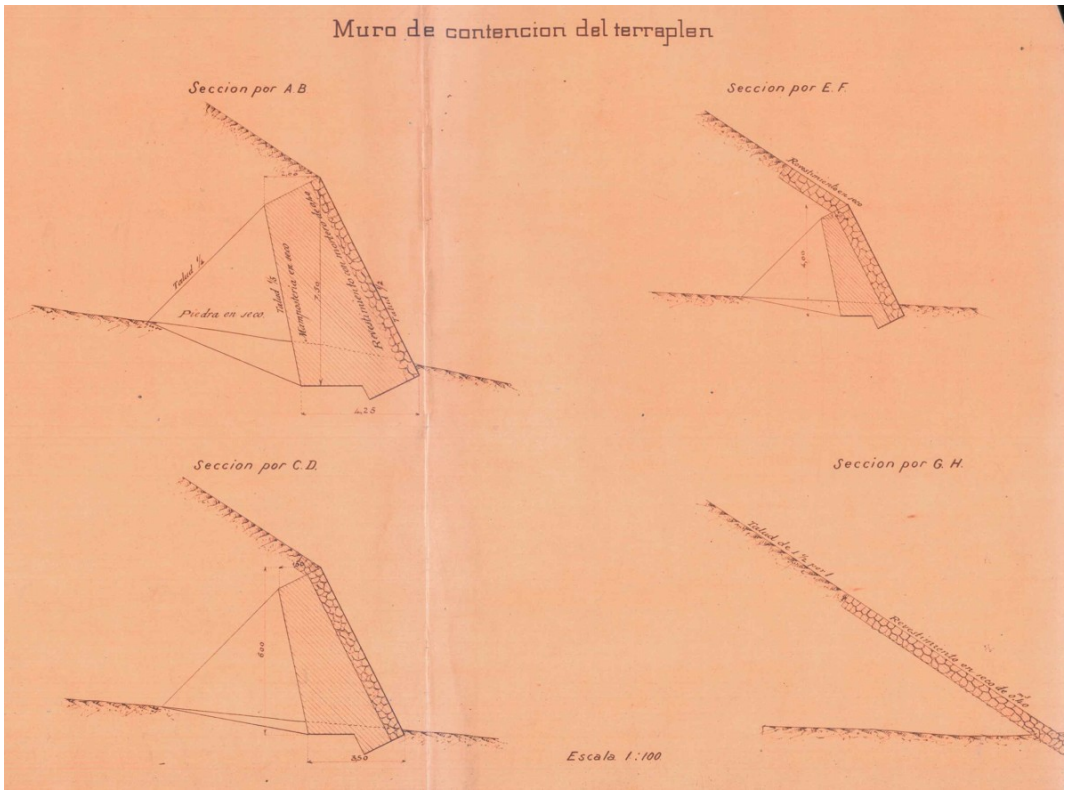
Plano 96: Sección longitudinal del Ribera de Huelva.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 97: Proyección vertical del Ribera de Huelva.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 98: Muros de contención del Ribera de Huelva.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

PONTONES

En este apartado se presenta el análisis de los distintos pontones distribuidos a lo largo del trazado ferroviario, los cuales, si bien poseen una menor entidad estructural que los puentes anteriormente descritos, cumplen una función esencial en la continuidad del recorrido. Estas pequeñas obras de paso permitían salvar cauces menores, barrancos de escasa profundidad o vaguadas sin necesidad de recurrir a grandes estructuras metálicas, adaptándose con eficiencia a las condiciones topográficas del terreno.

Entre los ejemplos más representativos destacan el pontón del Cucharero, el pontón situado junto a las casas de Palmareto, el pontón sobre el barranco del Beso, el pontón sobre el barranco El Hoyo, el del barranco El Chorrón, el pontón en el barranco Cinco Veces y, especialmente, el pontón sobre el arroyo Molinos, que presentaba la particularidad de estar compuesto por tres pontones consecutivos.

En términos constructivos, la mayoría de estos pontones fueron ejecutados mediante fábrica de ladrillo y mampostería. La solución estructural adoptada en todos ellos es la de una bóveda de cañón simple, construida con tres hileras de ladrillos colocados a soga (la cara vista es la testa del ladrillo) que configuran el intradós del paso. Estas bóvedas de ladrillo, perfectamente visibles en la actualidad, muestran una ejecución cuidada que garantizaba tanto la capacidad resistente como la durabilidad del conjunto frente a las acciones hidráulicas.

Las embocaduras de los pontones se rematan, en todos los casos, con aletas triangulares de ladrillo a cara vista, cuya función es contener el talud del terraplén ferroviario y evitar procesos de erosión o desprendimientos que pudieran comprometer la estabilidad del terraplén. Estas aletas se prolongan hacia la coronación del pontón, también resuelta en ladrillo a cara vista, aportando rigidez y continuidad al conjunto estructural.

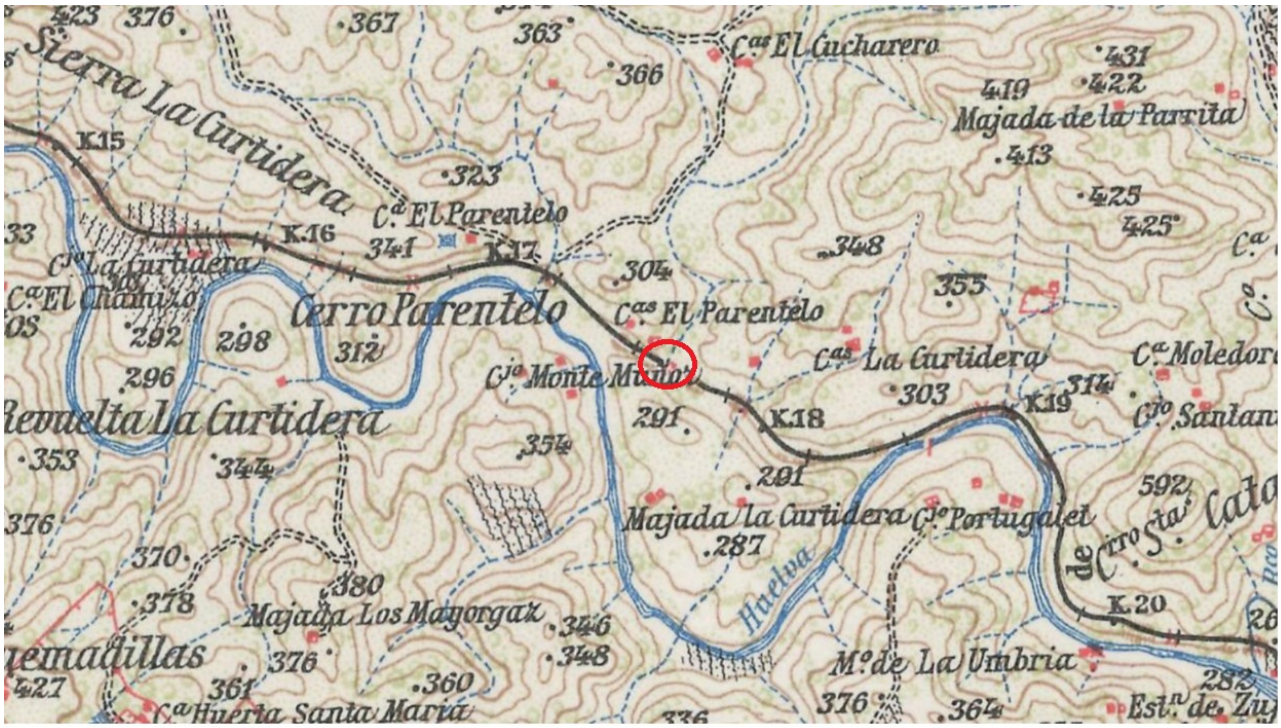
Por otro lado, el cuerpo macizo que da volumen al conjunto y forma tanto el trasdós de la bóveda, como el cuerpo de las aletas, se construía generalmente mediante encachado de piedra en seco, una técnica habitual en obras de fábrica de la época, que permitía lograr una masa resistente y estable sin recurrir a materiales derivados del cemento. Esta disposición se aprecia claramente en los restos visibles de estos pontones y pone de manifiesto la combinación de racionalidad técnica y economía de medios característica de las infraestructuras ferroviarias de principios del siglo XX.

Esta revisión permitirá apreciar cómo, incluso en obras de menor entidad como estos pontones, se aplicaron principios constructivos coherentes con el resto de infraestructuras de la línea, mostrando un alto grado de adaptación técnica y eficiencia constructiva.

Pontón del Cucharero (P.K. 17+675)

El pontón del Cucharero, actualmente sumergido bajo las aguas del embalse de Zufre, presenta un estado de conservación notablemente bueno, como puede apreciarse en la imagen. Este pontón responde plenamente a la tipología constructiva más extendida entre los pasos hidráulicos menores del trazado, tal como se ha descrito en la introducción general: una estructura compuesta por bóveda de cañón de fábrica de ladrillo combinada con un cuerpo de mampostería, más la disposición de aletas en ambos emboquilles. Esto último se debe a la disposición del pontón completamente en

terraplén, haciendo que ambos extremos del pontón requiriesen estabilización activa del terreno para garantizar la seguridad y continuidad del trazado.



Mapa 25: Localización del pontón del Cucharero.

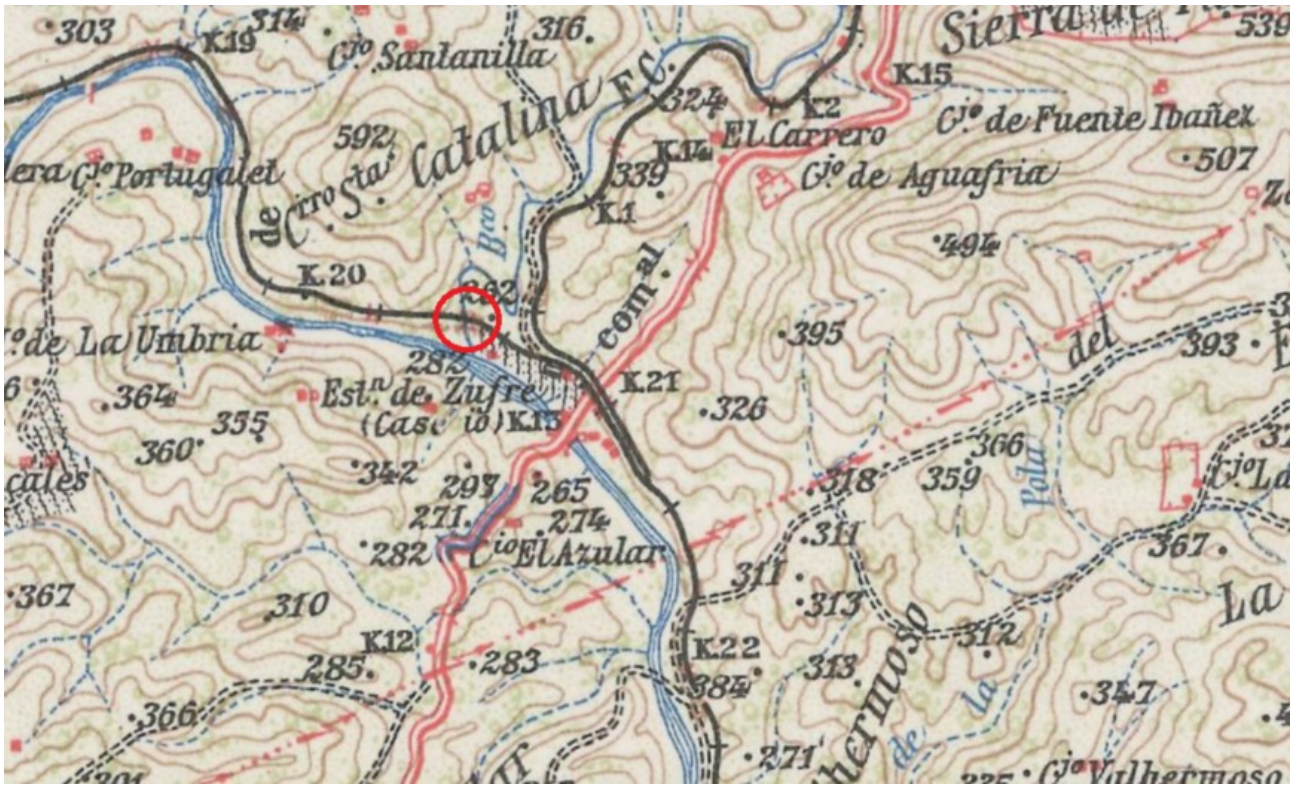
Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Ilustración 52: Pontón del Cucharero.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Pontón en el barranco del Beso (P.K. 20+500)

Uno de los ejemplos más representativos y singulares dentro del conjunto de pontones que jalonan el trazado ferroviario es el pontón sobre el barranco del Beso.



Mapa 26: Localización del pontón en el barranco de El Beso.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Este pontón presenta una tipología ligeramente distinta a la predominante en el resto de pasos menores de la línea, ya que, a diferencia de los más comunes construidos en fábrica de ladrillo, en este caso toda la estructura parece haberse ejecutado íntegramente en mampostería, empleando piedra labrada de distintos formatos.

La bóveda de cañón que configura el paso hidráulico se resuelve mediante un arco compuesto por dovelas de sillería de piedra, bien labradas, dispuestas de forma radial. Esta solución sustituye a la triple hilera de ladrillo visto en otros pontones, como los de El Hoyo o El Chorrón. El uso de piedra labrada en lugar de ladrillo otorga al conjunto una apariencia más robusta y masiva, a la vez que una mayor durabilidad frente a agentes climáticos.

En cuanto a las embocaduras, se aprecia que uno de los hastiales del pontón está rematado con las típicas aletas de piedra —elementos en forma de triángulo rectángulo que aseguran la contención del terraplén ferroviario y evitan fenómenos de erosión—, mientras que en el lado opuesto no se dispone de estas aletas. Esta diferencia podría explicarse por la configuración topográfica del entorno, siendo probable que ese lado se encontrase en desmonte natural, lo que eliminaba la necesidad de refuerzo adicional.

Otra característica notable del pontón es su considerable envergadura, perfectamente perceptible al compararse con la escala humana ofrecida por la figura de una persona visible en la imagen siguiente. Esta dimensión sugiere que, aunque se tratase de un paso menor, el caudal que debía evacuar no era despreciable, por lo que se optó por una solución estructural más ambiciosa y resistente.

Actualmente, el pontón sobre el barranco del Beso se encuentra sumergido bajo las aguas del embalse de Zufre, situación que ha favorecido su conservación material. La acción protectora del agua ha reducido la exposición directa a agentes atmosféricos, permitiendo que el conjunto conserve un notable estado de integridad. Este fenómeno también se ha observado en otros casos, como el pontón del Cucharero, que comparte una ubicación próxima a la antigua estación de Zufre y permanece igualmente sumergido.

Ilustración 53: Pontón en el barranco de El Beso.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Pontón junto a Casas de Palmareto (P.K. 40+922)

El pontón situado junto a las Casas de Palmareto presenta una tipología constructiva prácticamente idéntica a la del pontón del Cucharero, con el que guarda notables similitudes tanto en su morfología como en su ejecución material. Se trata de una estructura resuelta mediante una bóveda de cañón de fábrica de ladrillo compuesta por tres hileras visibles, apoyada sobre muros de encachado de mampostería. Las aletas, igualmente ejecutadas en ladrillo a cara vista y con forma triangular, rematan las embocaduras y permiten contener los taludes del terraplén ferroviario, asegurando la estabilidad del conjunto.

Mapa 27: Localización del pontón junto a Casas de Palmareto.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Actualmente, este pontón se encuentra en un estado de conservación notablemente bueno, favorecido por su localización en un entorno relativamente protegido y sin grandes intervenciones contemporáneas. Se sitúa prácticamente en la cola del embalse de La Minilla, lo que ha podido contribuir también a su preservación estructural.

Ilustración 54: Pontón junto a Casas de Palmareto.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Pontón en el barranco El Hoyo (P.K. 42+187)

El pontón sobre el barranco del Hoyo responde, en lo esencial, a la misma tipología constructiva que otros ejemplos analizados como el pontón del Cucharero o el ubicado junto a las Casas de Palmareto. En él se repite la solución basada en una bóveda de cañón ejecutada con fábrica de ladrillo apoyada sobre muros de encachado de mampostería. Las aletas, también de fábrica de ladrillo a cara vista y de geometría triangular, rematan las embocaduras y estabilizan el terraplén ferroviario.

No obstante, lo que confiere singularidad a este pontón es, por un lado, el imponente terraplén que lo sobrevuela, cuya altura alcanza aproximadamente los ocho metros. Este dato revela la envergadura de las obras de fábrica, incluso en pasos hidráulicos menores, y la necesidad de dotar a estos elementos de una capacidad portante considerable. Por otro lado, destaca la presencia de un muro adosado a una de las aletas, cuya función es la de canalizar adecuadamente las aguas de escorrentía procedentes del barranco del Hoyo hacia la embocadura del pontón, minimizando así posibles procesos erosivos en la base del terraplén, evitando así el descalzamiento del mismo.

Mapa 28: Pontón en el barranco de El Hoyo.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Ilustración 55: Pontón en el barranco de El Hoyo.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Pontón en el barranco El Chorrón (P.K. 52+000)

El pontón del Chorrón responde también a la tipología generalizada de los pontones de fábrica de ladrillo con muros de encachado de mampostería. Sin embargo, presenta una serie de características singulares que justifican su particular interés. En primer lugar, destaca por su considerable altura libre de paso, lo que ya de por sí lo convierte en una obra de fábrica de cierta entidad dentro del conjunto de pontones. Pero, además, la peculiaridad principal de este elemento radica en su integración con la propia topografía del terreno.

Mapa 29: Localización del pontón en el barranco El Chorrón.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Tal y como se puede observar en la imagen que lo acompaña, el terraplén ferroviario que lo sobrevuela no presenta el habitual paquete de balasto como base de asiento de la vía, sino que está formado directamente por la roca natural de la ladera. Este hecho permite considerar, como ya apuntaban los ingenieros del ferrocarril en su momento, que nos encontramos ante un ejemplo de "túnel-pontón": una estructura construida no tanto como un pontón convencional, sino como una obra híbrida entre un paso hidráulico y una galería excavada en la roca.

Todo indica que el barranco del Chorrón ya evacuaba naturalmente sus aguas mediante una red de grietas y cárcavas en la propia roca madre. Sin embargo, con la construcción de la infraestructura ferroviaria, los ingenieros estimaron necesario intervenir para garantizar la capacidad de desagüe y evitar cualquier posible socavación o inestabilidad en la explanación. De este modo, se procedió a excavar un paso artificial a través de la roca y a dotarlo de una bóveda de ladrillo que canalizara de forma segura las aguas de escorrentía. Como resultado, se creó una estructura mixta de gran solidez, asentada sobre un macizo natural de roca viva, lo que a su vez incrementa notablemente la competencia geotécnica del terreno en este tramo del trazado.

Ilustración 56: Pontón El Chorrón.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez. Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Pontón en el barranco Cinco Veces (P.K. 62+000)

El pontón sobre el barranco Cinco Veces es una estructura de menor entidad en comparación con otros elementos como el del Chorrón o el del Barranco del Beso. Por sus dimensiones y características constructivas, se asemeja más a los pontones del Cucharero, el de las Casas de Palmareto o a otros de tipología común a lo largo del trazado.

Desde el punto de vista constructivo, este pontón presenta una bóveda ejecutada en fábrica de ladrillo, aunque con ciertas particularidades. A diferencia del sistema habitual de triple hilera de ladrillo visto en otros casos, aquí el arco se conforma mediante dobelas en las que es visible únicamente la tabla del ladrillo. No obstante, el intradós de la bóveda sí parece estar realizado íntegramente en ladrillo. El resto del cuerpo del pontón está constituido mayoritariamente por mampostería de piedra, probablemente obtenida de cantera local, lo que refuerza la robustez del conjunto.

Sobre la estructura se dispuso el terraplén ferroviario convencional, con su correspondiente capa de balasto para asiento de la vía, a diferencia de lo que ocurría en el pontón del Chorrón, donde la explanación se resolvía sobre la propia roca madre. Esta diferencia refleja la adecuación de la solución constructiva al entorno geotécnico concreto de cada tramo.

En cuanto a los elementos de contención, en uno de los hastiales se construyó una aleta —ejecutada también en mampostería— que actúa como elemento de transición entre la estructura y el talud del terraplén, evitando la erosión y el desprendimiento del mismo. En el hastial opuesto, sin embargo, no se observa la presencia de aletas, lo que sugiere que ese lateral del trazado se encontraba en desmonte. De hecho, en la imagen se aprecia claramente una trinchera excavada en la roca natural, lo que haría innecesaria la construcción de aletas en ese punto, al estar garantizada la estabilidad por la propia configuración del terreno.

Mapa 30: Localización del pontón en el barranco Cinco Veces.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Ilustración 57: Pontón Cinco Veces.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez. Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Pontón sobre el arroyo Los Molinos (P.K. 81+000)

Por último, cabe destacar el caso singular del pontón sobre el arroyo Los Molinos, cuya configuración se aparta de la tipología habitual de los pontones distribuidos a lo largo del trazado. Este elemento se caracteriza por estar formado por la sucesión de tres estructuras metálicas, que en conjunto constituyen un pequeño viaducto que permite la continuidad del paso ferroviario sobre un cauce más amplio de lo habitual.

Dicho viaducto, se compone de tres tableros metálicos, cada uno de ellos conformado por cuatro largueros que apoyan sobre sendos estribos cuadrangulares y dos pilas intermedias. Sobre estas pilas destaca la forma singular de sus tajamares, las cuales fueron redondeadas deliberadamente con el objetivo de reducir el coeficiente de rozamiento hidráulico, favoreciendo el paso de agua durante situaciones de crecida, y aumentando la capacidad hidráulica del arroyo.

La disposición de este sistema estructural responde directamente a las características morfológicas y topográficas del entorno, situado ya en las inmediaciones de la Vega del Guadalquivir. En esta zona, de relieve mucho más suave y regular que en los tramos serranos, la construcción de un puente elevado —como los descritos anteriormente— habría resultado innecesaria e incluso desproporcionada. Por el contrario, la solución adoptada, basada en la disposición de tres pequeños tableros consecutivos, permite salvar eficazmente el cauce más amplio del arroyo con una estructura de baja altura, bien adaptada al entorno, al paisaje y a los requerimientos funcionales del trazado.

En cuanto a los materiales empleados, tanto las pilas como los estribos se ejecutaron en fábrica de ladrillo, siguiendo las técnicas tradicionales de la época, mientras que los tableros metálicos descansan sobre largueros también metálicos, que constituyen el soporte estructural principal. Esta combinación de soluciones constructivas dota al conjunto de una lógica técnica eficiente y sobria, en consonancia con las exigencias hidráulicas, estructurales y de integración paisajística propias del tramo.

Mapa 31: Localización del pontón sobre el arroyo Los Molinillos.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Ilustración 58: Pontón Los Molinillos.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

ALCANTARILLAS Y TAJEAS

A continuación, se ofrece una breve referencia a otras obras de paso menores, como son las alcantarillas y tajeas, que forman parte del sistema de drenaje transversal del trazado ferroviario. Estas estructuras, de entidad muy reducida en comparación con los puentes y pontones anteriormente descritos, cumplían la función de permitir el paso del agua bajo la vía en puntos donde los cauces eran mínimos o inexistentes la mayor parte del año, tratándose en la mayoría de los casos de escorrentías superficiales o barranquillos de poca entidad.

Ilustración 59: Alcantarilla.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Su frecuencia a lo largo del recorrido es elevada, dada la necesidad de asegurar un adecuado drenaje en todo momento, especialmente en tramos en terraplén, donde la acumulación de agua podía comprometer la estabilidad del talud. No obstante, debido a su estandarización y reducida variabilidad tipológica, se considera innecesario llevar a cabo una recopilación exhaustiva de todas ellas.

En términos constructivos, las tajeas se ejecutaban generalmente en fábrica de ladrillo y disponían de aletas laterales para garantizar la estabilidad del terraplén ferroviario. Estas aletas solían disponerse formando un ángulo recto con respecto al eje longitudinal de la vía, debido a las reducidas dimensiones del paso hidráulico que presentan estas estructuras. En cambio, en el caso de las alcantarillas, cuyo ancho de paso es mayor, las aletas se disponían con una ligera desviación respecto al eje de la vía, formando un ángulo oblicuo. Esta disposición oblicua respondía a una necesidad técnica: repartir mejor los empujes del terreno y ofrecer mayor estabilidad al conjunto del terraplén en estructuras de mayor envergadura.

Ilustración 60: Tajea.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Además, tanto en las alcantarillas como en las tajeas, la contrabóveda —es decir, la solera o base de paso— solía ejecutarse mediante encachados de mampostería de piedra. Esta solución constructiva, como se puede apreciar en la siguiente imagen, permitía facilitar la evacuación de las aguas y minimizar el riesgo de colmatación por sedimentos. Al mejorar la escorrentía superficial y evitar estancamientos, estas contrabóvedas de piedra contribuían de manera eficaz a la funcionalidad y durabilidad de estas pequeñas pero fundamentales infraestructuras.

Ilustración 61: Interior de Tajea.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

PASOS SUPERIORES E INFERIORES

Como complemento al apartado dedicado a las obras de drenaje transversal, resulta pertinente hacer mención a otro tipo de estructuras que también pueden considerarse obras de paso, si bien no vinculadas directamente al desagüe de aguas, sino al cruce e intersección de distintas infraestructuras de transporte. Nos referimos en este caso a los pasos inferiores y superiores que permitían resolver las interferencias entre la plataforma ferroviaria y otras vías de comunicación, tales como carreteras, caminos o incluso otras líneas de ferrocarril.

Este tipo de soluciones estructurales respondía a la necesidad de garantizar la continuidad funcional y segura de todos los trazados implicados, sin comprometer la operatividad de la línea ferroviaria ni interrumpir el tránsito rodado o peatonal preexistente. Así, se ejecutaron pasos superiores o inferiores, según las características topográficas del entorno y el tipo de vía a cruzar.

Entre los ejemplos más representativos de estos casos cabe destacar el paso inferior construido para salvar la antigua carretera Sevilla-Badajoz, situado en las inmediaciones de lo que hoy es el bar-restaurante La Estación. Esta infraestructura permitía que la vía férrea cruzara por debajo de la carretera, garantizando así la continuidad del tráfico rodado sin interferencias.

Otro caso singular es el paso inferior que se ejecutó para permitir el cruce de la línea de Cala bajo las antiguas líneas ferroviarias del ferrocarril de Aznalcóllar al Guadalquivir y del ferrocarril Sevilla-Huelva. Este cruce múltiple evidencia la complejidad de la red ferroviaria en la zona durante la primera mitad del siglo XX, así como el esfuerzo técnico realizado para compatibilizar todas las trazas sin conflictos operativos.

Asimismo, debe mencionarse el paso superior que permitía al ferrocarril de Cala salvar el antiguo Camino Viejo de Tomares a Sevilla. En este caso, el trazado ferroviario se imponía por encima del camino, lo cual requería la construcción de un pequeño paso elevado.

Paso inferior bajo la carretera Sevilla - Badajoz (P.K. 48+000)

El paso inferior bajo la antigua carretera Sevilla-Badajoz constituye un claro ejemplo de las soluciones estructurales adoptadas para resolver las intersecciones entre el trazado ferroviario y las vías de comunicación preexistentes. En este caso, el paso se resolvió mediante una bóveda de cañón, configurando un paso inferior en el que la vía ferroviaria discurría por debajo del nivel de la carretera.

Mapa 32: Localización del paso inferior bajo la Ctra. Sevilla-Badajoz.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

La estructura de la bóveda se compone de dovelas de sillería, que conforman tanto el arco de entrada como el de salida. Los tímpanos laterales del paso —es decir, los muros que cierran los espacios entre la bóveda y el terreno natural— están ejecutados en mampostería de piedra, garantizando así su resistencia y durabilidad. El relleno superior, que cubre la bóveda, se componía inicialmente de material granular, fundamentalmente arena o tierras seleccionadas, sobre el cual se asentaba el firme de la carretera. Esta solución permitía transmitir las cargas del tránsito rodado de manera segura al intradós de la bóveda sin comprometer su estabilidad.

Para mejorar la seguridad de los usuarios de la vía, especialmente en los extremos del paso, se proyectaron y ejecutaron sendos muros laterales, a modo pretiles, que protegían el borde de la calzada y evitaban posibles caídas.

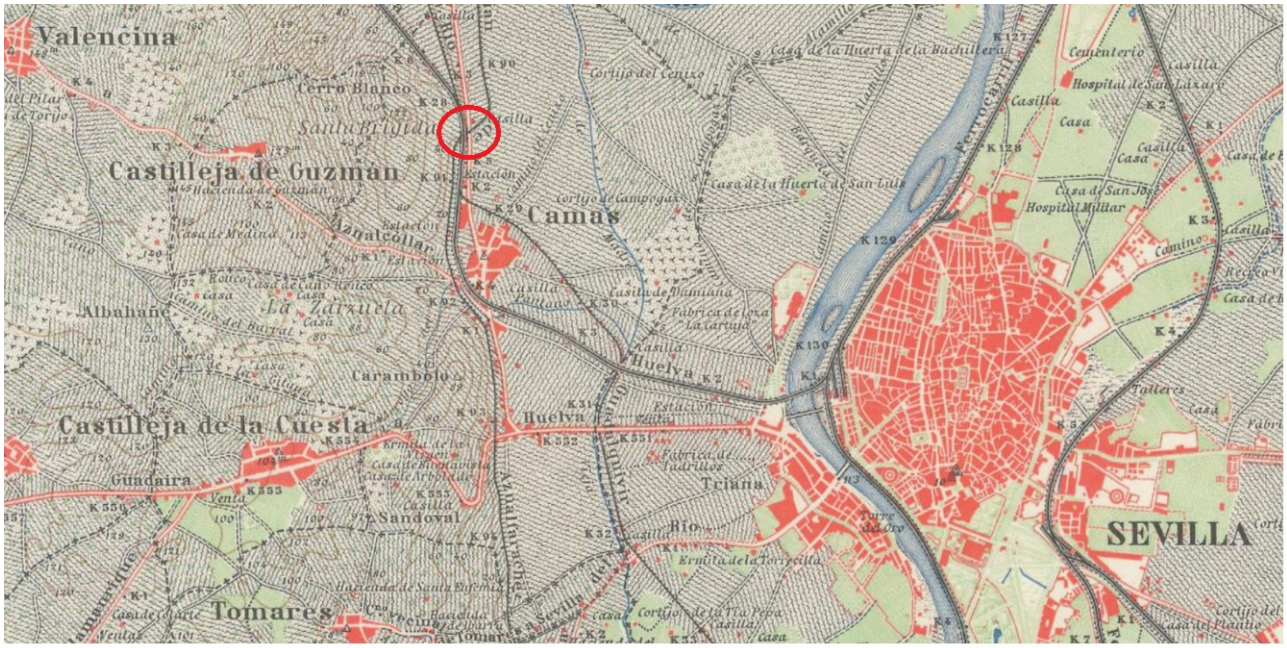
Ilustración 62: Paso inferior bajo la Ctra. Sevilla-Badajoz.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Actualmente, esta estructura aún se conserva, aunque ha sido objeto de una ampliación significativa mediante técnicas contemporáneas. Con la evolución del tráfico y el ensanchamiento de la vía, el paso ha sido complementado con una estructura de hormigón armado de nueva ejecución, propia del siglo XXI. Esta intervención se ha integrado con el paso original para permitir el trazado de la actual carretera nacional N-630 (Vía de la Plata), asegurando así la funcionalidad y adaptabilidad del conjunto a las necesidades del tráfico moderno sin renunciar por completo al patrimonio estructural original.

Paso inferior bajo los FF.CC Aznalcóllar y Sevilla-Huelva (P.K. 90+700)

Otro de los pasos inferiores destacados se encuentra en el término municipal de Camas, justo por debajo de los antiguos pontones metálicos correspondientes a los ferrocarriles de Aznalcóllar y Sevilla-Huelva, en las proximidades de la actual glorieta norte de salida del municipio en el entorno del Polígono Los Girasoles.



Mapa 33: Localización del paso inferior bajo los FF.CC Anzalcóllar y Sevilla -Huelva.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

En la actualidad, el único vestigio visible de este conjunto es uno de los antiguos pontones, si bien presenta un estado completamente alterado respecto a su configuración original. El puente conservado corresponde a una posterior remodelación vinculada a la línea Sevilla-Huelva, perteneciente en su día a la red de MZA (Compañía de los Ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y Alicante). Dicha estructura ha sido profundamente modificada, adaptándose a las nuevas condiciones urbanas del entorno, por lo que resulta difícil reconocer en ella los elementos constructivos originales del sistema ferroviario primitivo.

Según se aprecia en la imagen, el pontón que aparece al frente se corresponde con el ferrocarril Sevilla-Huelva, mientras que el que se encuentra al fondo se corresponde con el de Aznalcóllar.

Ilustración 63: Paso inferior bajo los FF.CC. Aznalcóllar y Sevilla Huelva.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Paso superior sobre el Camino Viejo (P.K. 94+500)

Finalmente, la última estructura singular del trazado, en lo que respecta a obras de paso peculiares, es el paso superior sobre el antiguo Camino Viejo de Tomares a Sevilla.

Mapa 34: Localización del paso superior sobre el Camino Viejo.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Como se puede observar en la imagen, se trataba de una estructura modesta pero funcional, diseñada para permitir el cruce del ferrocarril por encima del camino sin interferencias. Esta obra consistía en un pequeño pontón cuyos estribos, que cumplían también la función de aletas, estaban ejecutados en fábrica de ladrillo a cara vista, alcanzando una altura aproximada de entre 3 y 4 metros. Sobre estos estribos descansaba un tablero metálico compuesto por cuatro largueros, en una disposición muy similar a la que se observa en el pontón sobre el arroyo Los Molinos.

Ilustración 64: Paso superior sobre el Camino Viejo.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

El ancho de paso de este camino se estima en torno a los dos metros, suficiente para permitir el tránsito de los carros y peatones que utilizaban esta vía de comunicación local. Se trataba, por tanto, de una solución estructural sencilla y económica, pero perfectamente adaptada a las necesidades funcionales del momento. La elección de materiales y el sistema constructivo empleado garantizaban una buena durabilidad, y su disposición elevada respecto al camino permitía un paso seguro sin necesidad de cortes ni interrupciones en la vía ferroviaria.

4.2.3 Túneles

A lo largo del trazado del ferrocarril se construyeron diversos túneles con el fin de atravesar alineaciones montañosas o colinas cuya excavación a cielo abierto (desmonte) o rodeo suponía un coste económico y técnico superior. En total, el trazado contaba con siete túneles distribuidos estratégicamente para garantizar un perfil longitudinal óptimo y minimizar pendientes excesivas en los tramos más accidentados del recorrido. Por orden kilométrico, estos túneles son: el túnel El Chaparral, el túnel de la Cervera, el túnel del Portugués, el túnel de las Baterías, el túnel del Manzano, el túnel de la Junta y el túnel de San Juan de Aznalfarache.

Su ejecución se llevó a cabo por medios manuales mediante el empleo de picos y palas, y sobresaliendo el empleo de barrenos, sistemas habituales en la ingeniería ferroviaria del primer tercio del siglo XX. Éstos consistían en la perforación manual o semimecanizada de la roca con dinamita para el avance del frente. Algunos túneles, como el de la Cervera, excavado directamente en roca firme, no requirieron ningún tipo de sostenimiento, permaneciendo hasta hoy a roca viva y en sorprendente buen estado de conservación.

En cambio, los túneles excavados en terrenos de menor cohesión —como limos, arcillas o areniscas alteradas— precisaron un revestimiento estructural. En estos casos, la tipología constructiva más repetida consistía en hastiales laterales (muros de carga) realizados con encachado de piedra plana trabada con mortero, mientras que la bóveda superior era ejecutada en mampostería de ladrillo, una solución técnica común por su ligereza y resistencia estructural.

Así, se describen de manera somera los hitos más relevantes de estos túneles.

1. ***Túnel del Chaparro (P.K 26+000)***

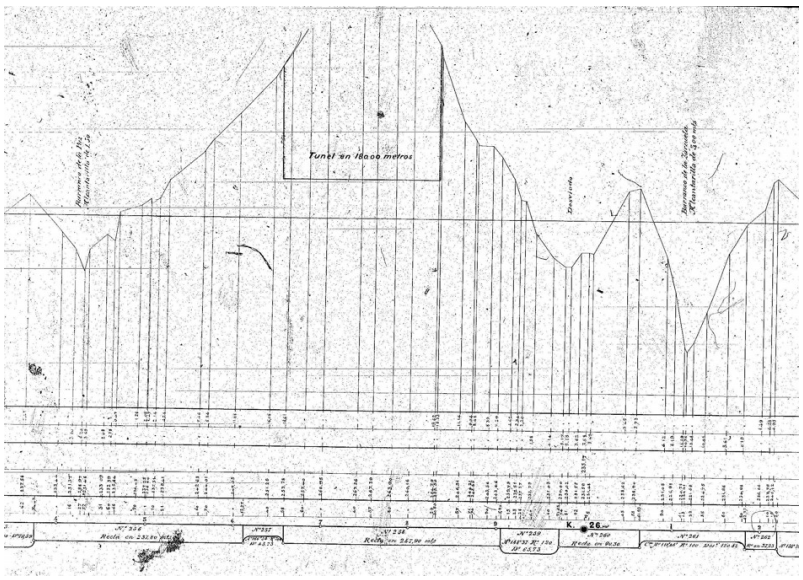
El Túnel del Chaparro, con una longitud total de 180 metros, fue construido para salvar los cerros de Revueltas de Cañajoso, cuya orografía abrupta hacía inviable un trazado superficial sin incurrir en grandes desmontes o rodeos costosos.

Dicho túnel atraviesa formaciones geológicas asociadas a los skarns de hierro, típicos de la zona, los cuales se formaron por la interacción entre fluidos hidrotermales y rocas carbonatadas, generando un entorno de rocas metamórficas relativamente competentes. Esta composición geológica favoreció una excavación relativamente estable, aunque con presencia puntual de zonas alteradas.

Mapa 35: Localización del túnel del Chaparro.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Como se puede observar en el perfil longitudinal del trazado, el túnel del Chaparro permitía salvar una diferencia de cota de aproximadamente 10 metros. Esta solución resultaba significativamente más económica que cualquier otra alternativa, como el rodeo del cerro o la ejecución de grandes desmontes, lo que justificó plenamente su ejecución.



Plano 99: Perfil longitudinal del túnel del Chaparro.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Actualmente, este túnel se encuentra sumergida bajo las aguas del embalse de Zufre, haciendo que su boca de Cala quede cegada y la de San Juan abierta, como se puede apreciar en las siguientes imágenes.

Ilustración 65: Túnel del Chaparro

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Ilustración 66: Túnel del Chaparro en la actualidad

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Ilustración 67: Interior del túnel de Chaparro

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Como se puede apreciar en la imagen anterior, los primeros metros de las bocas del túnel, al igual que ocurre en el túnel de la Cervera, fueron ejecutados en obra de fábrica, generalmente mediante hastiales de mampostería y bóveda de ladrillo. Esta solución constructiva se aplicaba especialmente en las zonas más próximas a la superficie, donde el terreno era más inestable o existía riesgo de desmoronamiento por erosión, escorrentías o movimientos del talud.

Sin embargo, conforme se avanzaba en el interior del túnel, la calidad geomecánica del macizo rocoso —formado por estratos de gran resistencia y cohesión— permitía que no fuera necesario ejecutar ningún tipo de sostenimiento adicional. De este modo, el túnel fue dejado a roca viva, confiando su estabilidad a las propiedades propias del terreno. Esta solución, además de reducir los costes de ejecución, facilitó una mayor rapidez de avance y ha demostrado ser duradera, dado que muchos de estos túneles continúan en pie sin alteraciones significativas pese al paso de los años y a la falta de mantenimiento.

Este recurso técnico era habitual en zonas donde predominaban rocas metamórficas o ígneas, como esquistos, pizarras compactas o cuarcitas, que ofrecían una resistencia natural muy superior a la de los terrenos sedimentarios o arcillosos, donde sí era imprescindible revestir todo el túnel.

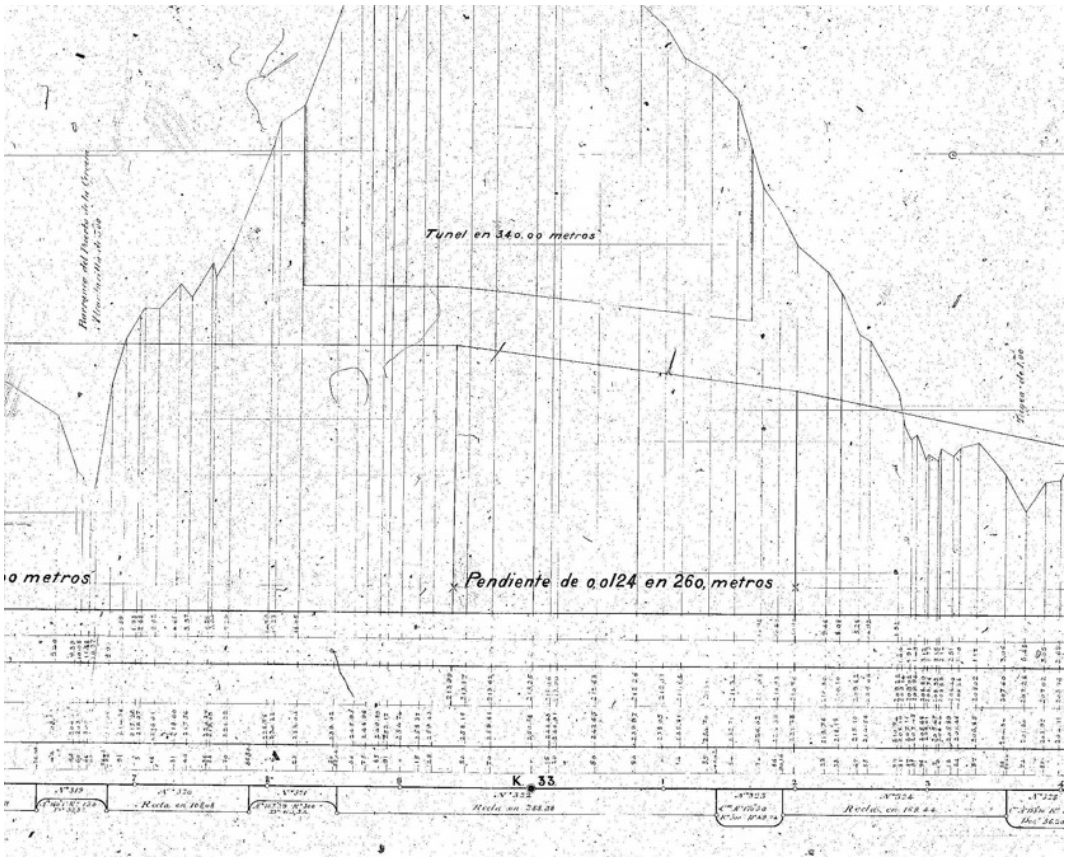
2. ***<u>Túnel de la Cervera (P.K 33+000)</u>***

El túnel de la Cervera, que debe su nombre al valle homónimo, cuenta una longitud total de 340 metros, es el túnel más largo de todo el trazado del ferrocarril minero de Cala. Su ejecución respondió a la necesidad de salvar el cerro de la Cervera, un accidente geográfico de notable altitud cuya superación mediante rodeos o desmontes habría implicado un coste económico y técnico considerablemente mayor, como se puede observar en el plano.

Mapa 36: Localización Túnel de la Cervera.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

De hecho, el túnel salva un desnivel total de 39 metros, como se aprecia en el perfil longitudinal, lo que hace evidente la ventaja de esta solución frente a otras alternativas más costosas, como el alargamiento del trazado para buscar pendientes suaves o la excavación de grandes desmontes, que habrían requerido actuaciones de estabilización de taludes especialmente complejas.



Plano 100: Perfil longitudinal del túnel de la Cervera.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Este túnel constituye un ejemplo paradigmático de cómo, pese al esfuerzo técnico que implica su perforación, un túnel puede resultar más rentable y seguro a largo plazo. En este caso concreto, además, el coste de ejecución se redujo notablemente gracias a las características geológicas del terreno, ya que el cerro de la Cervera al estar formado mayoritariamente por materiales metamórficos duros, en concreto pizarras y esquistos de buena competencia estructural, permitió excavar el túnel sin necesidad de ningún tipo de revestimiento ni sostenimiento (salvo en los primeros metros de ambas bocas), puesto que la propia resistencia de la roca garantizaba la estabilidad del conjunto.

Ilustración 68: Interior túnel de la Cervera.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez. Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

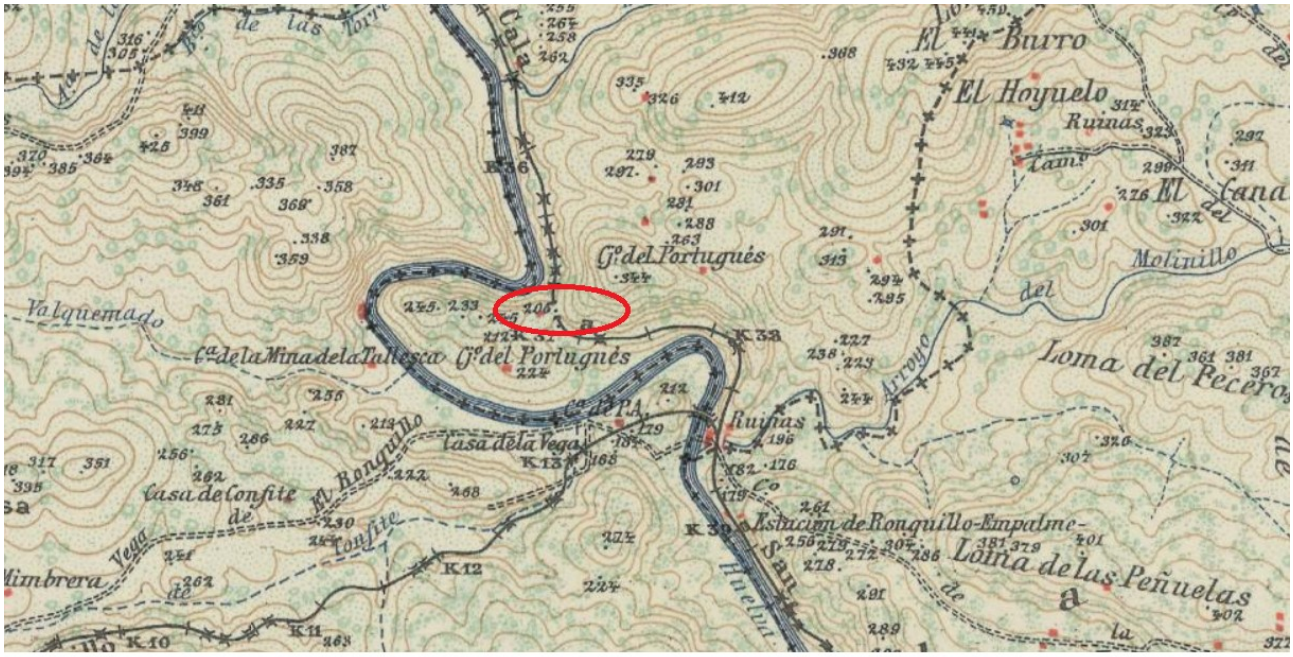
Ilustración 69: Túnel de la Cervera. Boca San Juan.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez. Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

El Túnel de la Cervera se presenta así como una obra de ingeniería que no solo destaca por su longitud, sino también por su adecuación técnica al entorno geológico y topográfico. Su ejecución puso de manifiesto el conocimiento preciso del terreno por parte de los ingenieros del proyecto, y su trazado forma parte de los tramos más singulares y técnicamente relevantes de todo el ferrocarril minero de Cala.

3. ***Túnel del Portugués (P.K 38+000)***

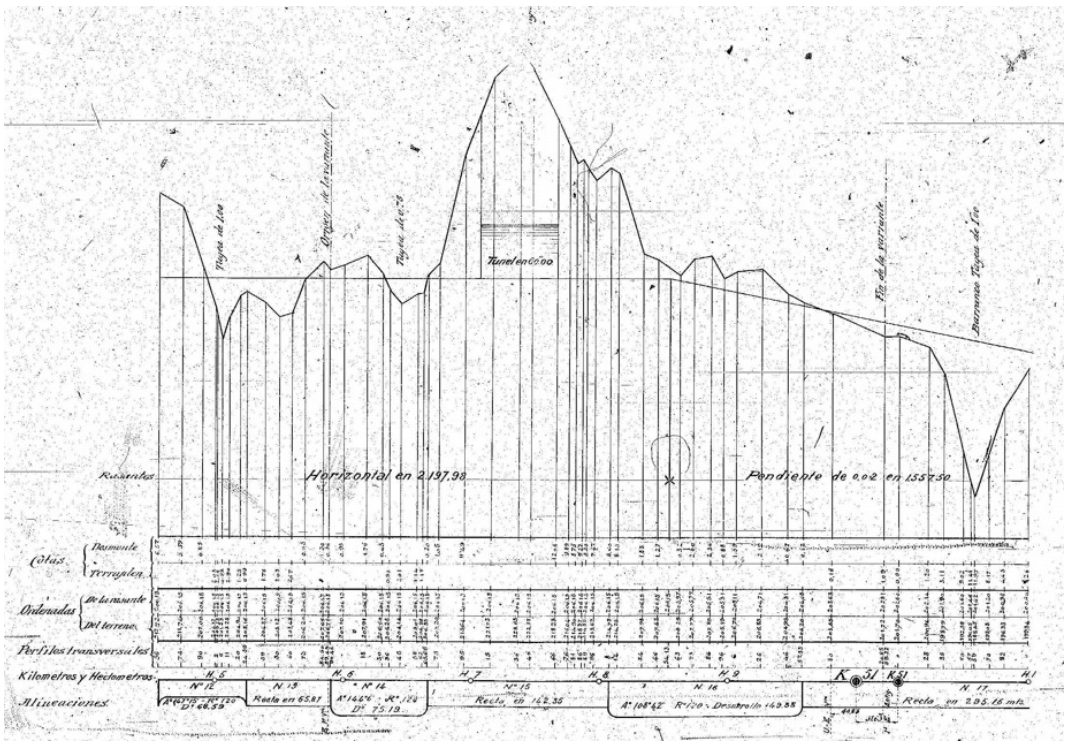
El túnel de El Portugués, con una longitud total de 60 metros, es uno de los túneles intermedios del trazado del ferrocarril de Cal —justo antes de llegar a la cola del embalse de la Minilla— y cumple una función clave al permitir atravesar el collado del Portugués, un paso natural en la sierra.



Mapa 37: Localización del túnel de El Portugués.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Este túnel salva una diferencia de cota de aproximadamente 10 metros, lo que lo convertía en una solución técnica y económica más eficaz que cualquier desmonte profundo o rodeo del cerro, dadas las pendientes del terreno y la necesidad de mantener la continuidad del perfil longitudinal de la vía.



Plano 101: Perfil longitudinal de El túnel de El Portugués.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Geológicamente, el túnel atraviesa una zona compuesta por materiales pizarrosos, esquistosos y margosos, que presentan cierta estabilidad en masa, pero también riesgo localizado de laderismo o pequeños desprendimientos, especialmente en las zonas de corte. Por esta razón, al igual que en otros túneles de la línea, se empleó un sostenimiento mixto: los hastiales se construyeron con encachado de piedra y mortero, mientras que la bóveda se ejecutó con mampostería de ladrillo, solución que permitía resistir los empujes laterales y las cargas verticales sin comprometer la estructura.

Ilustración 70: Interior de el túnel de El Portugués.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Un aspecto especialmente interesante del túnel del Portugués es la diferencia entre sus dos bocas. La boca norte, del lado de Cala, cuenta con aletas laterales en ambos extremos de los hastiales, lo que evidencia un diseño orientado a reforzar el sostenimiento de los taludes y contener posibles deslizamientos o desprendimientos. Esta configuración sugiere que el desmonte en esta zona fue más acusado y que el terreno requería mayor protección. En cambio, la boca sur, orientada hacia San Juan, presenta una estructura mucho más sencilla, sin aletas laterales y formada únicamente por el muro frontal, lo que indica una mayor estabilidad geotécnica del terreno y un desmonte menos profundo.

Ilustración 71: Túnel de El Portugués. Boca Cala.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Ilustración 72: Túnel de El Portugués en la actualidad.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

En relación a lo ya comentado sobre los túneles, y particularmente sobre la ventaja técnica y económica que puede ofrecer un túnel frente a otras soluciones como grandes desmontes o largos rodeos, el caso del túnel del Portugués se presenta como un ejemplo paradigmático. En el plano de trazado original, que se muestra a continuación, se pueden apreciar dos alternativas que se barajaron

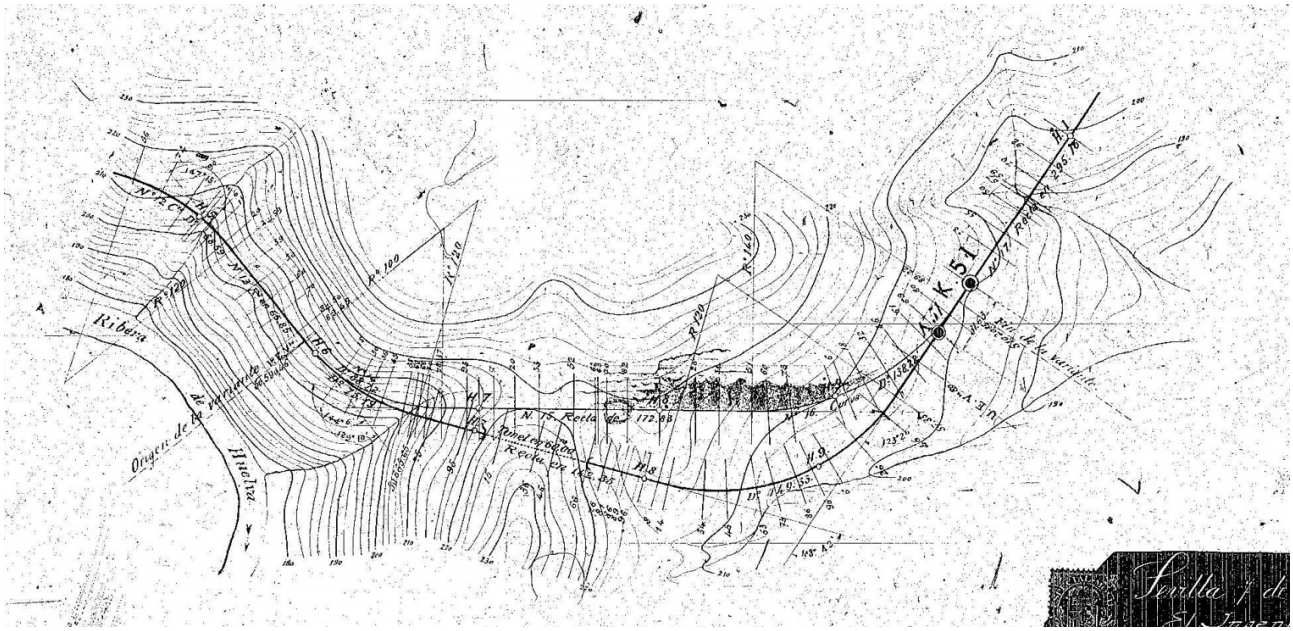
para salvar el collado del Portugués, ambas claramente diferenciadas en cuanto a geometría y soluciones constructivas.

La primera alternativa consistía en ejecutar un gran desmonte, en el que la vía debía describir una curva de entrada, viniendo desde Cala, de 100 metros de radio, bastante cerrada, y una curva de salida de 140 metros de radio, algo más abierta. No obstante, el desmonte requerido era considerablemente profundo, lo cual suponía un importante riesgo geotécnico, dado el posible laderismo y los deslizamientos asociados a la excavación de taludes de gran altura. Esta opción, aunque viable desde el punto de vista del trazado, requería un alto grado de intervención en el terreno, así como medidas de estabilización costosas y potencialmente complejas, especialmente teniendo en cuenta la época en la que se construyó.

Frente a esta opción, se planteó una segunda alternativa, que es la que finalmente se adoptó; la ejecución del túnel del Portugués, con una longitud de 60 metros. Esta solución permitía mantener la traza a una cota más constante, evitando la necesidad de grandes movimientos de tierra. En este caso, la curva de entrada al túnel tiene un radio de 120 metros, más abierta que en la opción del desmonte, mientras que la curva de salida se ajusta ligeramente, con un radio también de 120 metros, un poco más cerrado que la alternativa anterior. Sin embargo, este pequeño ajuste geométrico se compensaba con las ventajas operativas, económicas y de estabilidad que ofrecía el túnel.

Adicionalmente, el túnel se ejecutó en un entorno geológico que, como ya se ha descrito, presenta materiales pizarrosos y margosos de cierta competencia, lo que permitió reducir los costes de sostenimiento.

Así, el túnel del Portugués constituye un claro ejemplo de cómo, la elección de un túnel puede representar una solución más eficiente y segura, tanto desde el punto de vista económico como técnico, especialmente cuando se trata de atravesar formaciones topográficas complejas.



Plano 102: Alternativas de trazado de El Portugués.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

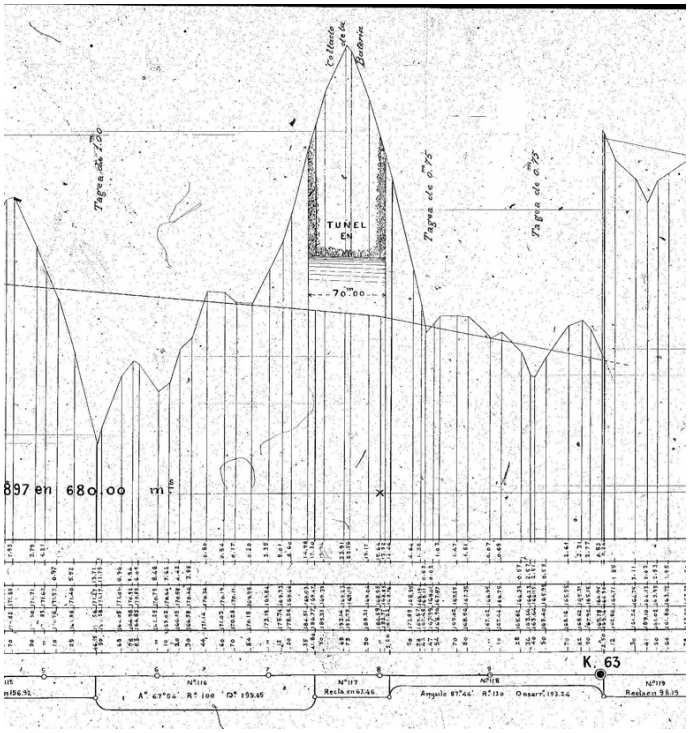
4. ***Túnel de la Batería (P.K 50+000)***

El túnel de La Batería, con una longitud de 70 metros, constituye uno de los pasos subterráneos más singulares del ferrocarril de Cala, no solo por sus características técnicas, sino también por la carga histórica y estratégica asociada a su localización.

Mapa 38: Localización de el túnel de la Batería.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Este túnel fue diseñado para salvar un desnivel de aproximadamente 14 metros, uno de los más acusados en todo el trazado ferroviario, lo que justifica plenamente la elección de esta solución frente a otras alternativas más costosas y menos seguras como grandes desmontes o rodeos con mayor longitud de vía.



Plano 103: Perfil longitudinal del túnel de la Batería.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

El nombre de este túnel responde a una referencia histórica directa, ya que durante la Guerra Civil española (y posiblemente en conflictos anteriores), en la zona donde se localiza el túnel se instalaron una serie de baterías de artillería —es decir, cañones fijos o semimóviles— con el objetivo de controlar y proteger el entorno. La ubicación no era casual, debido a que desde este punto se dominaba visualmente una amplia panorámica sobre el Puerto de la Media Fanega, un paso natural clave por donde discurría la antigua carretera Sevilla–Badajoz, lo que convertía al lugar en una posición estratégica de vigilancia y defensa. Este hecho, además de aportar un interesante valor testimonial, ha dejado una huella toponímica perdurable en la infraestructura ferroviaria.

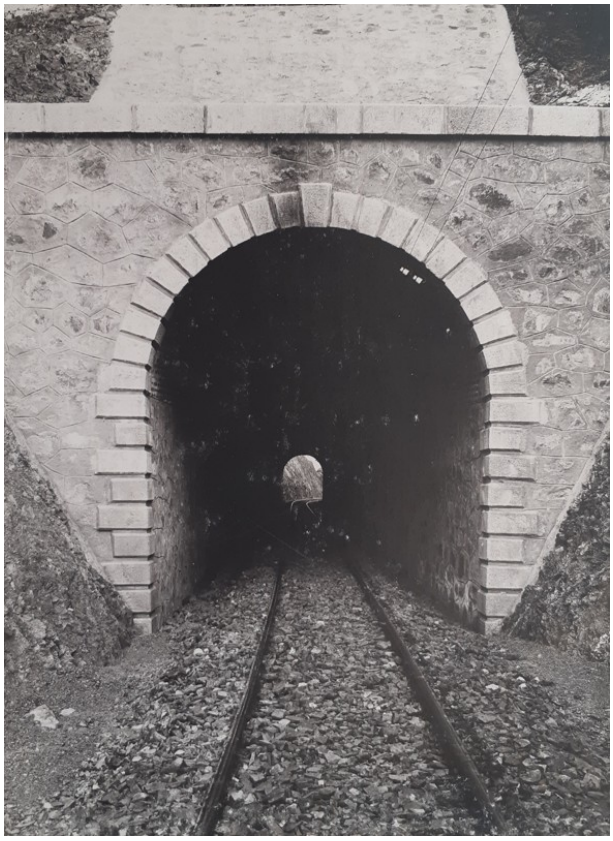


Ilustración 73: Túnel de la Batería.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez. Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

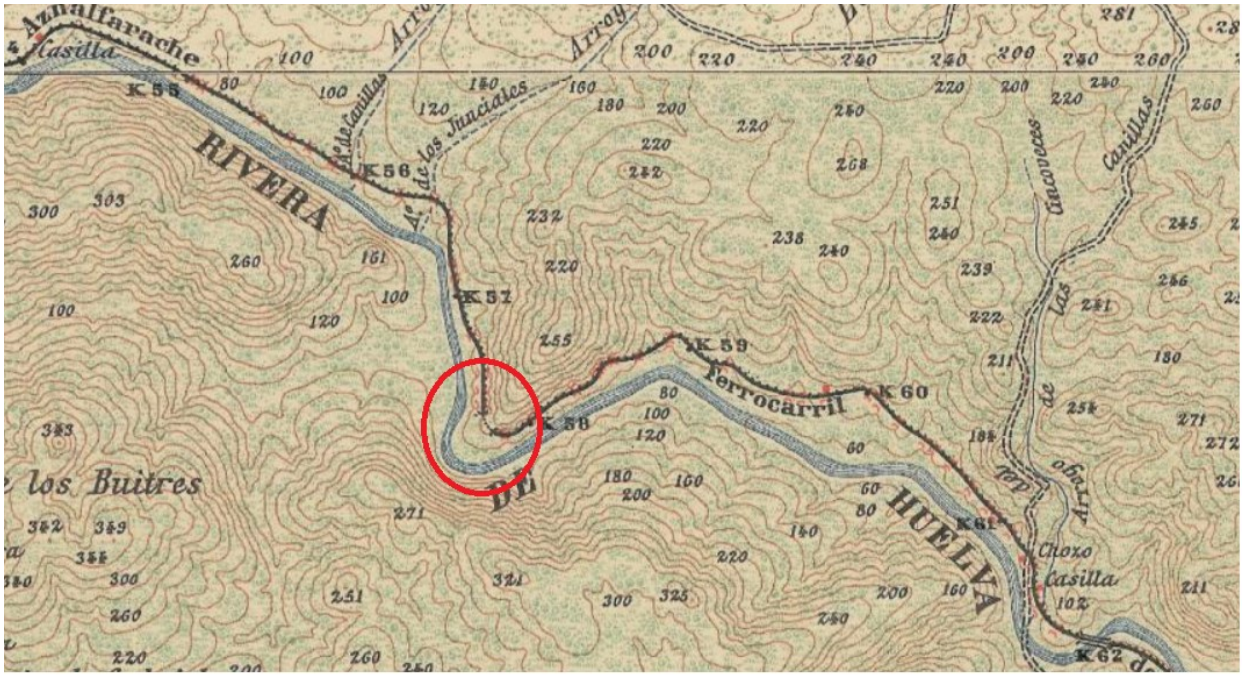
Otro aspecto relevante y contemporáneo del túnel es su modificación estructural posterior. Con la construcción de la autovía A-66 (Ruta de la Plata), que discurre a escasos metros del trazado original del ferrocarril, fue necesario prolongar el túnel original mediante un paso inferior ejecutado en hormigón armado que diera continuidad a la traza bajo la autovía. Esta intervención permitió mantener la funcionalidad del corredor ferroviario, especialmente en el actual uso como vía verde, y muestra un claro ejemplo de adaptación de infraestructuras históricas a las exigencias contemporáneas del territorio.

Desde el punto de vista geológico, el túnel de Las Baterías atraviesa materiales mayoritariamente pizarrosos con intercalaciones de lutitas y margas, característicos de esta zona de Sierra Morena. Esta composición permitió la ejecución del túnel con técnicas tradicionales de barreno y piqueta, como era habitual en la época, y exigió el revestimiento interior con mampostería de ladrillo en la

bóveda y encachado de piedra en los hastiales, especialmente en los sectores donde el terreno ofrecía menor compacidad o mostraba indicios de fracturación.

5. ***Túnel del Manzano (P.K 58+000)***

Hasta este punto, todos los túneles analizados en el trazado del ferrocarril de Cala presentaban un trazado rectilíneo en planta. Sin embargo, los dos casos casos siguientes —el túnel del Manzano y el túnel de La Junta— se caracterizan por un trazado curvilíneo.



Mapa 39: Localización del túnel del Manzano.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

En concreto, el túnel del Manzano destaca por ser el que mayor desnivel salva de toda la línea, con una diferencia de cota de aproximadamente 30 metros. Este notable desnivel se justifica por la orografía abrupta de la zona que atraviesa, situada a orillas del actual embalse de Guillena. Este tramo es posiblemente el más complejo desde el punto de vista geográfico y geomorfológico, ya que atraviesa un valle muy encajado y de laderas pronunciadas, modelado por el Ribera de Huelva, que serpentea por esta parte de Sierra Morena formando pronunciados desfiladeros como el de las Talliscas de las Palomas, donde se instalaron muros como el de la imagen siguiente, para evitar posibles desplazamientos del terreno que pudieran hacer colapsar la línea y llevarla caída abajo hacía el propio río.

Ilustración 74: Desfiladero de las Talliscas de las Palomas.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Además, el túnel del Manzano se sitúa muy próximo a la actual central hidroeléctrica de Guillena, una estación de bombeo de gran importancia dentro del sistema de abastecimiento metropolitano de agua del área de Sevilla, lo que refuerza el interés técnico y estratégico de esta zona tanto en el pasado como en el presente.

Ilustración 75: Túnel del Manzano. Boca San Juan.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Desde el punto de vista geológico, el túnel atraviesa una formación compleja, compuesta por pizarras intensamente diaclasadas, cuarcitas y niveles de esquistos, con presencia puntual de materiales blandos en zonas de falla. Esta heterogeneidad justificó la necesidad de aplicar un revestimiento mixto, con encachado de piedra en hastiales y mampostería de ladrillo en la bóveda, como era habitual en los túneles de mayor complejidad de la línea. A pesar de su longitud relativamente moderada, el trazado en curva y el desnivel pronunciado exigieron una planificación precisa y una ejecución meticulosa, evidenciando la alta capacidad técnica del equipo de ingeniería que diseñó la infraestructura.

6. ***<u>Túnel de la Junta de las Riberas (P.K 64+000)</u>***

Al igual que ocurría con la estación de la Junta, este túnel debe su nombre, en este caso, a la confluencia de los ríos Ribera de Huelva y Ribera de Cala, en la inmediaciones de la cola del actual embalse de El Gergal.

Mapa 40: Localización del túnel de la Junta.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Dicho túnel salva, de manera curvilínea y con una longitud de 68 metros, un cerro que representa una diferencia de cota de unos 20 metros.

Ilustración 76: Túnel de la Junta.
Boca San Juan.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Desde el punto de vista geológico, el túnel atraviesa una secuencia litológica compuesta principalmente por materiales metamórficos del Complejo Esquisto-Grauváquico, con presencia predominante de pizarras y filitas, acompañadas en menor medida por niveles de cuarcitas. Esta litología, relativamente compacta pero fracturada, favoreció la excavación por medios mecánicos tradicionales (pico, pala y barreno), pero exigió el uso de revestimiento estructural. Como en la mayoría de los túneles de la línea, se optó por encachado de piedra con mortero de cal en los hastiales y bóveda de ladrillo en la parte superior para resistir los empujes del terreno y los efectos de la humedad subterránea, frecuente en esta zona.

Ilustración 77: Túnel de la Junta en la actualidad.
Boca Cala.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Ilustración 78: Interior túnel de la Junta.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Un detalle interesante que se puede observar en la siguiente imagen del túnel de La Junta es la presencia de pequeños nichos o refugios laterales, conocidos coloquialmente como aisladores. Estos elementos estaban diseñados con la finalidad de proteger a los operarios que pudieran encontrarse realizando labores de mantenimiento o inspección dentro de los túneles. En caso de que un tren circulara mientras los trabajadores se hallaban en el interior, podían apartarse de la vía y resguardarse en estos huecos habilitados en la pared de los mismos, evitando así cualquier riesgo de atropello o accidente.

Ilustración 79: Nichos de seguridad. Túnel de la junta.

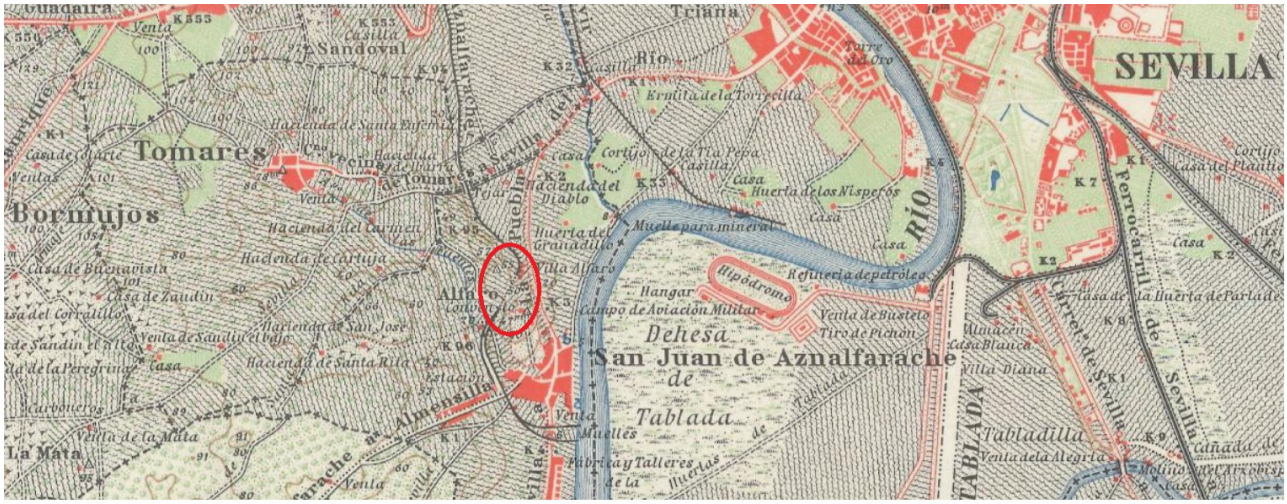
Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

La inclusión de estos refugios pone de manifiesto el nivel de precaución y previsión que caracterizaba a la ingeniería ferroviaria de la época, especialmente en tramos de visibilidad reducida

y donde no existía margen para maniobras de evasión fuera de la sección del túnel. Estos detalles, a menudo pasados por alto, forman parte del conjunto de soluciones técnicas implementadas para garantizar la seguridad del personal ferroviario en situaciones comprometidas.

7. ***Túnel de San Juan de Aznalfarache (P.K 95+600)***

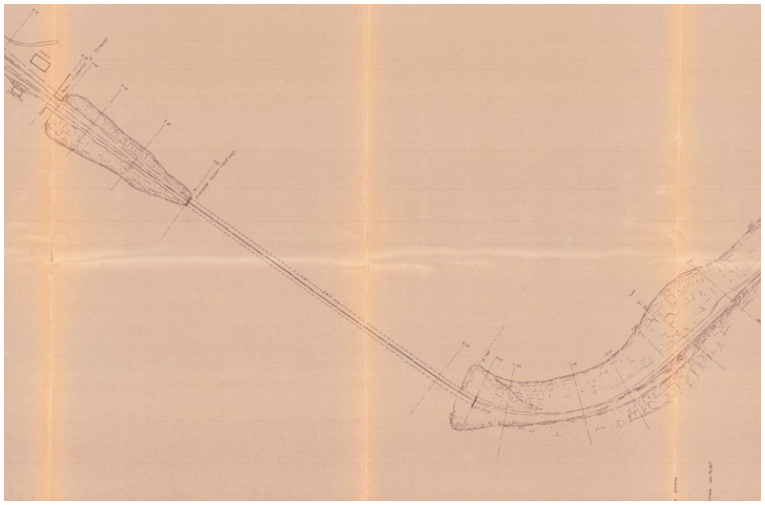
El túnel de San Juan de Aznalfarache constituye el último gran túnel del trazado, con una longitud de 260 metros, su trazado era rectilíneo, atravesando el cerro de San Juan justo antes de llegar a la estación homónima y su correspondiente playa de vías.



Mapa 41: Localización túnel de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

A diferencia de otros túneles de la línea que todavía son transitables, este túnel permanece actualmente cegado en ambas bocas, debido a su emplazamiento en una zona plenamente urbana, dentro del municipio de San Juan de Aznalfarache. Esta clausura responde a razones de seguridad y control urbano, con el fin de evitar posibles usos indeseados, actos vandálicos o asentamientos espontáneos.



Plano 104: Recta del túnel de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Desde el punto de vista geológico, el túnel de San Juan de Aznalfarache atraviesa principalmente materiales miocenos y cuaternarios, típicos del borde sur de la cornisa del Aljarafe. En concreto, se trata de terrenos compuestos por margas, arcillas compactas y limos calcáreos, con la presencia ocasional de niveles de arenisca o costra caliche, materiales todos ellos relativamente blandos y fácilmente excavables, pero que exigen soluciones de sostenimiento si se quiere evitar desprendimientos, sobre todo en las zonas próximas a la boca y en los puntos donde el túnel rompe con el terreno natural.

Este tipo de litología, menos competente que la roca viva presente en túneles como el de la Cervera, requirió revestimientos estructurales, probablemente de mampostería de ladrillo en bóveda y piedra en hastiales, como es común en otros túneles de la línea. Además, al atravesar una zona urbana y de fuerte pendiente, el trazado tuvo que diseñarse con especial cuidado en el drenaje y contención del terreno, lo que explica tanto su recorrido rectilíneo como la cota elegida para la perforación del cerro.

Ilustración 80: Túnel de San Juan de Aznalfarache. Boca sur.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Un elemento singular en las proximidades del túnel es la casa conocida como Villa Chaboya, una construcción de inspiración regionalista atribuida al célebre arquitecto Aníbal González, que se encuentra muy próxima a la antigua traza ferroviaria y a escasos metros de la boca de entrada del túnel por el lado de Cala. Y que fue residencia de Otto Engelhardt, un cónsul alemán que renegó de Hitler y vivió más de 20 años en San Juan de Aznalfarache.

En la actualidad, el edificio se halla en estado ruinoso, aunque mantiene un notable interés patrimonial. Su posible recuperación y puesta en valor representaría un paso importante tanto para

la memoria ferroviaria como para la protección del patrimonio arquitectónico del entorno urbano de San Juan.

Ilustración 81: Villa Chaboya.

Fuente: El Correo de Andalucía.

4.2.4 Embarcadero de San Juan de Aznalfarache

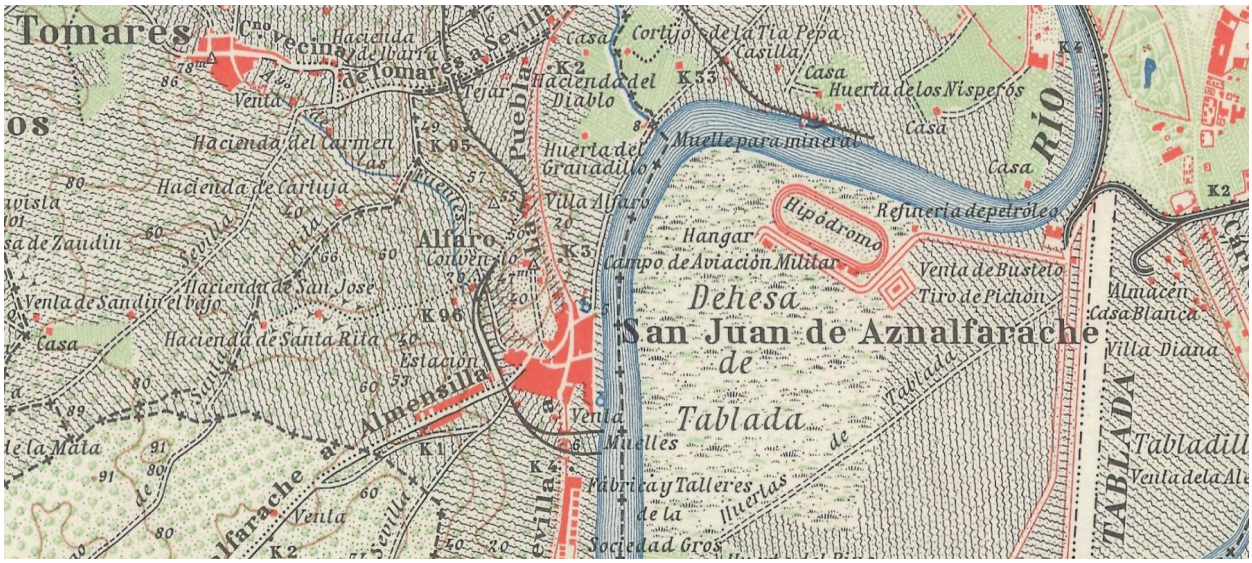
En este apartado se expone una breve descripción del embarcadero de San Juan de Aznalfarache, gracias a la información extraída del artículo que publicó el propio Juan Manuel de Zafra en la Revista de Obras Públicas del 16 de noviembre de 1.905 en su página 381, donde documentó con gran rigor técnico y claridad expositiva tanto el diseño como la ejecución de esta destacada infraestructura.

Ilustración 82: Embarcadero de San Juan de Aznalfarache. Viaductos, terraplén intermedio y basculador.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Dicho embarcadero, obra del mencionado ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, se proyectó como un elemento clave dentro del sistema logístico de la línea minera, al garantizar una transferencia ágil y eficiente del mineral desde los vagones de mercancías hasta los vapores que remontaban el estuario del Guadalquivir.

La instalación se ubicaba estratégicamente en la margen derecha de este río, unos 5 kilómetros aguas abajo de Sevilla y a 95 kilómetros del Océano Atlántico, en las inmediaciones de la fábrica de productos químicos y abonos de la Sociedad Cros S.A. Su emplazamiento obedecía tanto a razones operativas como económicas, al estar próximo a un nodo industrial y portuario de gran actividad, lo que facilitaba la exportación del mineral hacia los centros de transformación o directamente al mercado exterior a través de la vía fluvial.



Mapa 42: Localización del embarcadero de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

El embarcadero del ferrocarril de Cala se situaba en un entorno fluvial exigente: el cauce mayor del Guadalquivir en esta zona alcanzaba una anchura de hasta 5 kilómetros, siendo el canal navegable ordinario de 130 metros en régimen de marea, con un calado de 6,50 metros incluso en bajamar escorada. Su margen derecha distaba unos 500 metros de la ladera por la que se desarrollaba el trazado.

El terreno presentaba condiciones geotécnicas muy delicadas, compuesto por varias capas de fango —a veces mezcladas con arena— de gran espesor, asentadas sobre gravas y cantos rodados, lo que dificultaba la estabilidad de cualquier cimentación directa.

El programa de obra planteado por el ingeniero Zafra contemplaba dos objetivos esenciales:

1. La construcción de una plataforma elevada a 15 metros sobre la bajamar, dotada de un basculador para vagones de hasta 15 toneladas y una grúa rotativa de 10 toneladas.
2. La disposición de dos vías en viaducto —una para vagones cargados y otra para los vacíos— con movimiento por gravedad, lo que permitía optimizar la explotación ferroviaria sin necesidad de tracción mecánica adicional en el tramo final.

Debido a la gran altura requerida para la rasante, la baja resistencia del terreno y la necesidad de no interferir con el cauce durante las avenidas del río, se optó por una solución mayoritariamente en viaducto. No obstante, por razones económicas, se adoptó finalmente una alternativa intermedia: dos viaductos separados por un terraplén ya construido, lo que condicionó el diseño posterior.

Inicialmente previsto en madera, el sistema estructural fue sustituido —previa decisión de Minas de Cala S.A.—por hormigón armado a propuesta del propio proyectista. Se solicitaron presupuestos a diversas empresas especializadas (como Hennebique, y Ribera y Compañía, de Sestao), pero fue el propio equipo de Zafra quien asumió el proyecto por ofrecer mejores condiciones económicas y de plazos, manteniendo las restricciones impuestas por la preexistencia del terraplén.

Los viaductos fueron diseñados para soportar cargas elevadas, incluyendo trenes compuestos por 20 vagones, con 4,40 metros entre topes, de 20 toneladas cada uno, arrastrados por locomotoras de maniobras de 22 toneladas. No obstante, con el objetivo de facilitar la explotación, se reemplazó estas locomotoras ligeras de maniobras, inicialmente previstas, por las propias locomotoras que explotaban y traían las composiciones a lo largo de la línea.

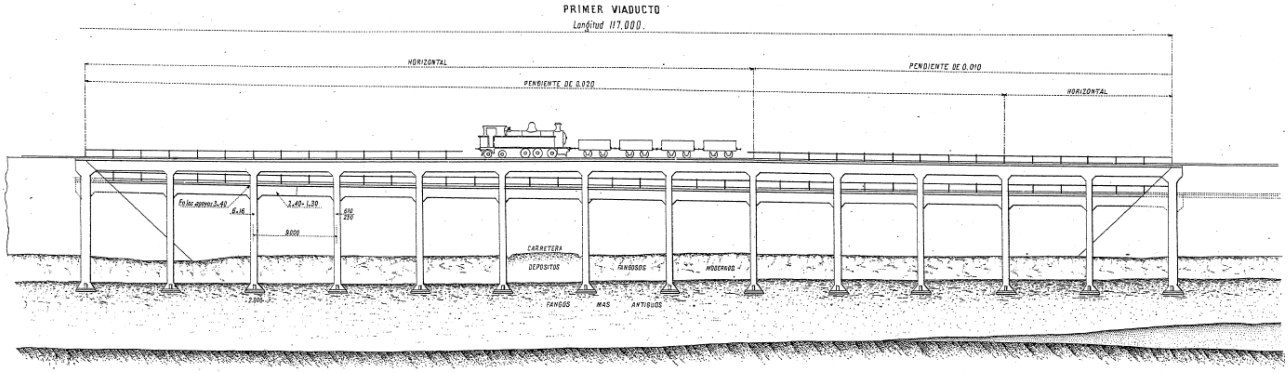
Ilustración 83: Viaductos del embarcadero de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Estas locomotoras de 43 toneladas, contaban con tres ejes acoplados (distribuyendo 56 toneladas sobre 2,85 metros), además de un carretón de 12 toneladas con una distancia entre ejes de 1,60 metros. Esta configuración permitía mayor facilidad operativa, evitando cambios de locomotoras en el embarcadero, pero aumentaba significativamente las cargas transmitidas a la infraestructura, lo que ponía de manifiesto desde el inicio la necesidad de una estructura resistente y fiable.

Por ello, el conjunto estructural se compuso de las siguientes tres partes diferenciadas:

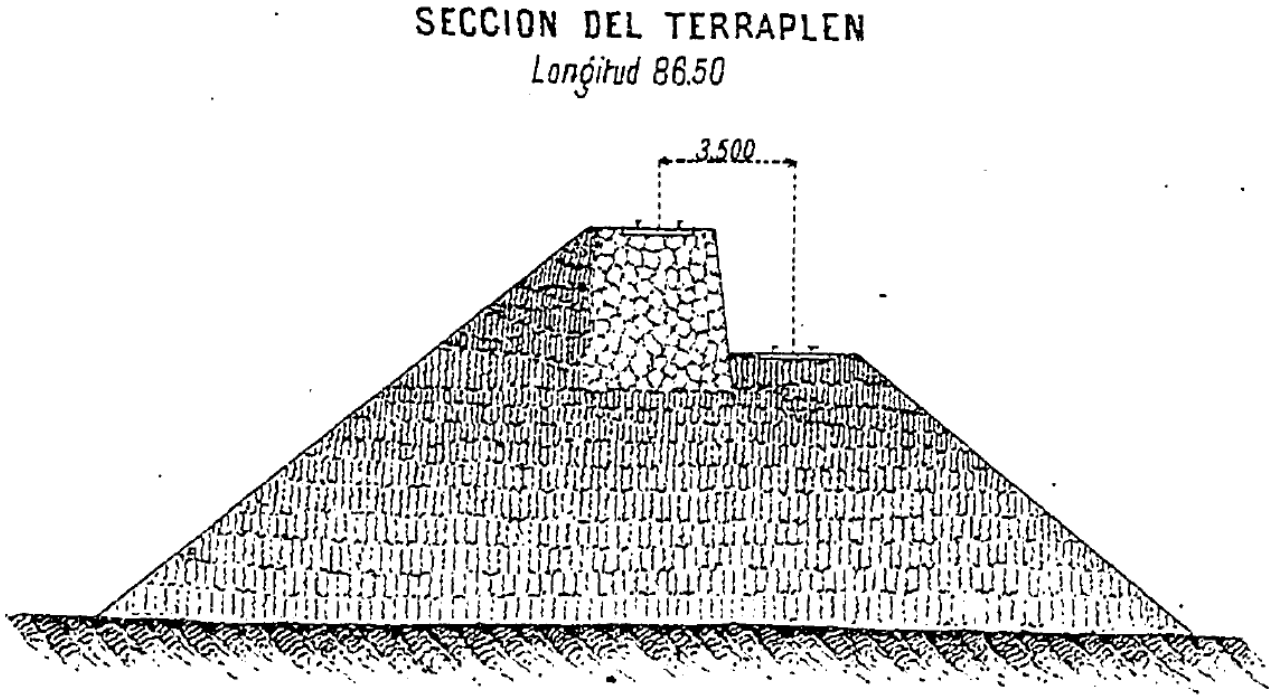
- **Primer viaducto:** 13 tramos y 117 metros longitud entre ejes extremos.
- **Terraplén intermedio:** en curva, de 86,50 metros de desarrollo y coronado en parte por un muro de piedra en seco para sostener la vía superior.
- **Segundo viaducto:** 9 tramos y 72 metros longitud entre ejes extremos.
- **Embarcadero:** ejecutado con 18 apoyos.



Plano 105: Primer viaducto del embarcadero de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Revista de Obras Públicas. 16 de noviembre de 1.905. Página 381.

Los viaductos se compusieron de tramos idénticos de 9,00 metros de luz entre ejes de pilas, con sección en forma de "I" de 1,20 metros de altura y 3,50 metros de ancho, formados por dos nervios de 0,25 metros de espesor. Los seis primeros pares de tramos, previos a la carretera de San Juan de Aznalfarache a Gelves, estaban ubicados en una curva de 190 metros de radio, cuya geometría fue sustituida por un polígono pseudoregular con lazos de 2 y 6 metros. Esta disposición respondió a la necesidad de adaptarse a un terraplén intermedio preexistente, aunque desde el punto de vista técnico resultó desfavorable.

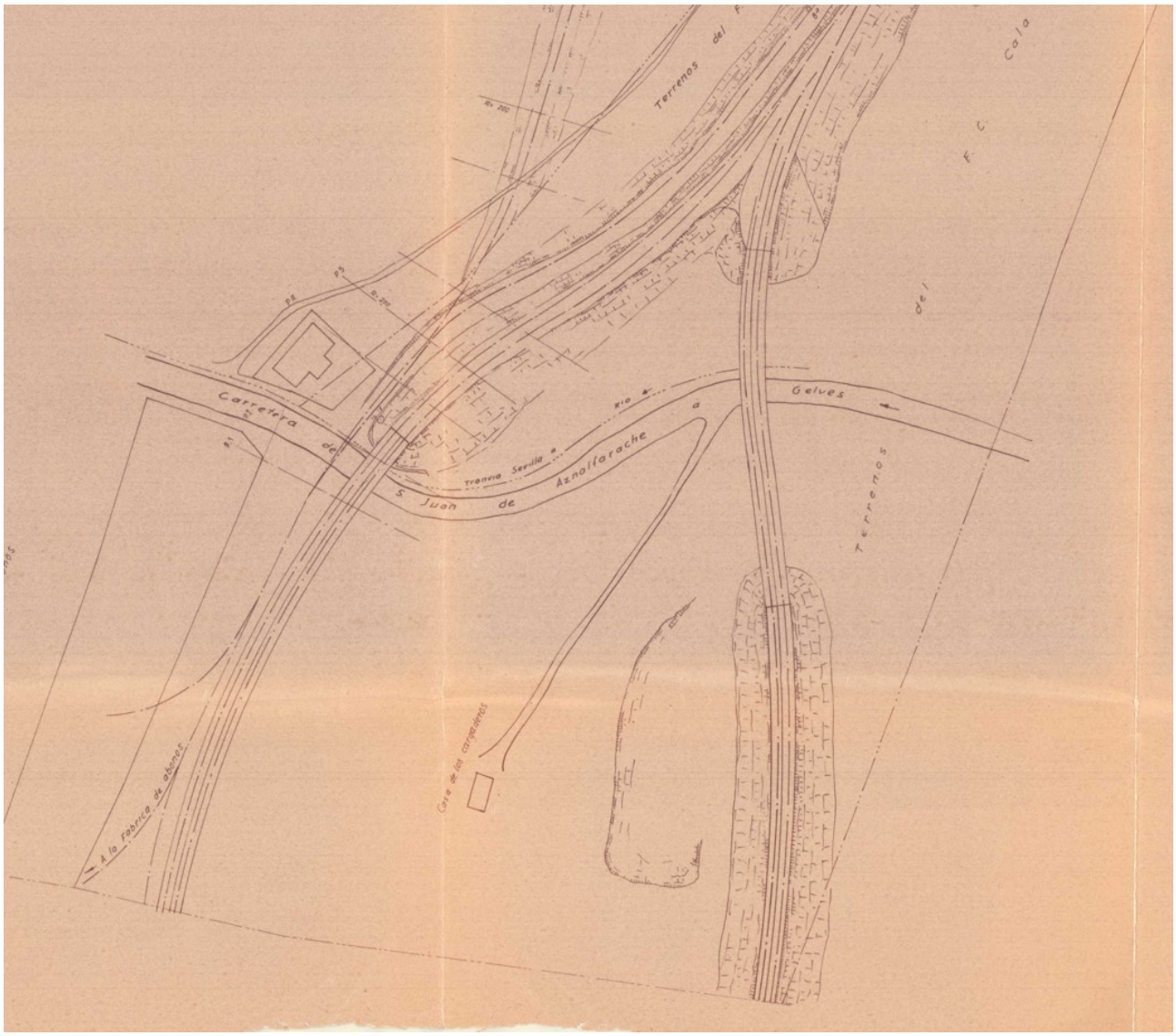


Plano 106: Detalle de la sección del terraplén intermedio del embarcadero de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Revista de Obras Públicas. 16 de noviembre de 1.905. Página 381.

Los pilares, con sección rectangular de 0,67 × 0,23 metros, estaban unidos mediante chaflanes que reducían las tensiones por fatiga en los vértices de los nudos. Las pilas dobles se configuraban con cuatro pilares colocados en alturas escalonadas entre 8 y 13 metros sobre la bajamar. En el caso de

la vía más elevada —reservada a los vagones cargados— se añadía una riostra adicional para garantizar estabilidad.

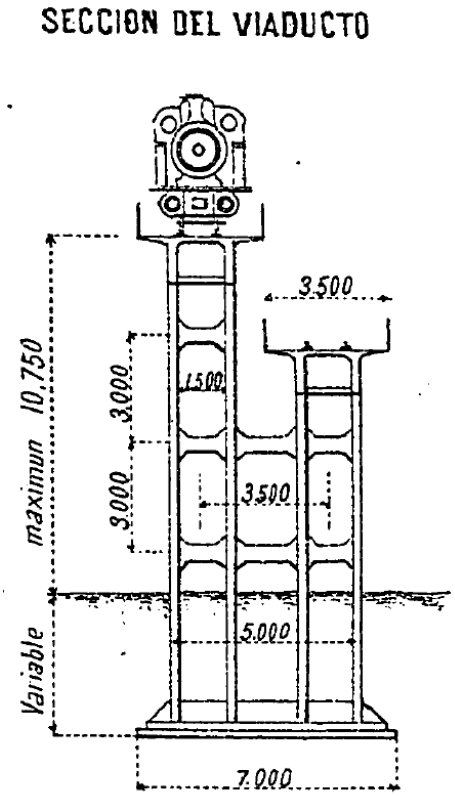


Plano 107: Planta del embarcadero de San Juan de Aznalfarache. Primer viaducto y terraplén intermedio.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Debido a que la separación entre ejes de pilares (1,50 metros) era mayor que el ancho de vía, surgían esfuerzos de tracción laterales que, sin la conexión mediante riostras, habrían provocado flexiones individuales en los pilares. Se evitó una disposición más cerrada (de 1,00 metro), que habría resultado excesivamente atrevida para las pilas más altas, que alcanzaban hasta 5,33 metros por encima del último arriostramiento.

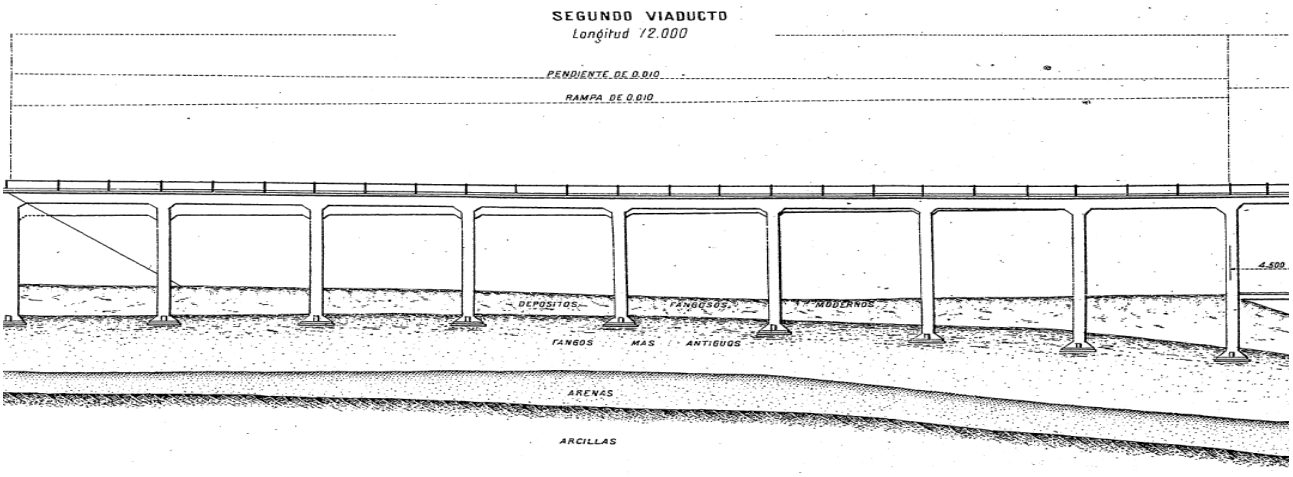
Cada doble pila arrancaba de una zapata de 0,20 metros de espesor y 1,75 × 6,75 metros de superficie, con nervaduras que le conferían alta rigidez. Esta base se apoyaba sobre una falsa zapata no armada, de 2,00 × 7,00 metros y 0,50 metros de espesor, cuya función era distribuir la carga al terreno con una presión uniforme de 0,15 kg/cm².



Plano 108: Detalle de la sección tipo de los viaductos.

Fuente: Revista de Obras Públicas. 16 de noviembre de 1.905. Página 381.

La sección del embarcadero que se correspondía con el segundo viaducto, era la más exigente técnicamente. Estaba formada por 14 pilares que alcanzaban hasta 27 metros de altura conectados por dos niveles de arriostramiento y soportaban forjados con nervaduras diseñadas para grandes sobrecargas.

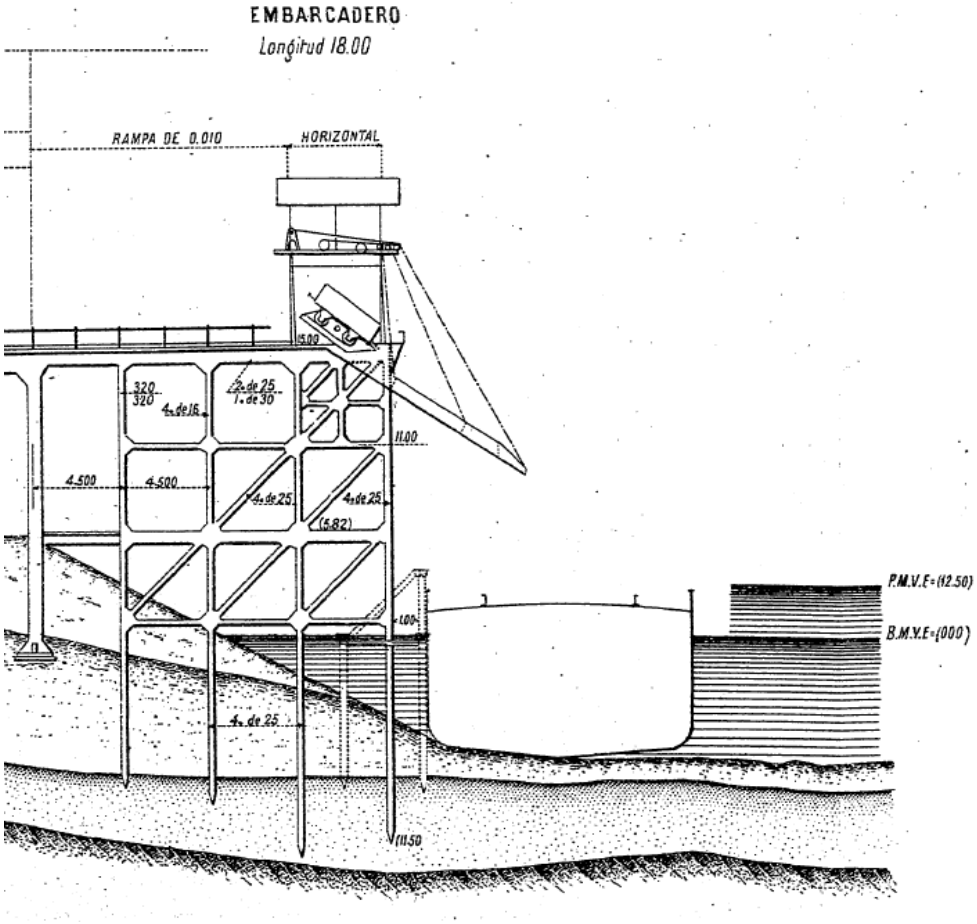


Plano 109: Detalle del segundo viaducto del embarcadero de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Revista de Obras Públicas. 16 de noviembre de 1.905. Página 381.

La cimentación del embarcadero se resolvió mediante pilotes de hormigón armado de 0,32 metros de lado, que formaban la parte inferior de cada uno de los pilares. Estos pilotes eran hincados al terreno tras un periodo de curado de dos meses, utilizando un martinete de maza de 1.250 kilogramos y con ayuda de inyección de agua a presión, lo que mejoraba la penetración en los estratos inferiores del terreno, compuesto por fangos y arenas blandas.

Los pilares estaban dispuestos con una separación de 3,50 metros en el eje paralelo al río y de 4,50 metros en sentido transversal. Para asegurar la rigidez estructural del conjunto, se establecieron dos niveles de arriostramiento horizontal a 1 y 9 metros sobre la cota de bajamar. Las riostras utilizadas, también de 0,32 metros de escuadría, se disponían ortogonalmente entre los pilares, sin recurrir a triangulación, lo cual ofrecía una solución sencilla pero eficaz para resistir esfuerzos horizontales moderados.



Plano 110: Detalle del embarcadero de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Revista de Obras Públicas. 16 de noviembre de 1.905. Página 381.

El piso inferior del embarcadero se construyó como un forjado armado de 0,12 metros de espesor, apoyado sobre nervios de 0,52 × 0,32 metros. Este forjado conectaba rígidamente los 14 pilares, proporcionando continuidad estructural y permitiendo una circulación segura entre tierra y los barcos atracados para la carga de mineral. Además, estaba diseñado para soportar sobrecargas de hasta 900 kg/m², lo que garantizaba su funcionalidad incluso en condiciones operativas intensas.

Respecto a, la plataforma superior del embarcadero fue diseñada para soportar cargas elevadas, entre ellas el paso de una grúa rodante con una capacidad de 10 toneladas, una sobrecarga comparable al peso de una locomotora de 48 toneladas o a una carga distribuida de 3.600 kg/m². El forjado superior tenía un espesor de 20 cm y descansaba sobre nervios cuya altura variaba hasta los 52 cm, ajustada mediante contraflechas al final de la plataforma para compensar la flexión.

Por otra parte, la superestructura ferroviaria incluía carriles americanos de 32,2 kg/m montados sobre traviesas de pino tea fijadas con pasadores embebidos en el hormigón.

Ilustración 84: Línea de atraque de vapores y basculador del embarcadero de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Como se puede apreciar en la imagen, en la zona donde se ubicaba el basculador, los dos órdenes de pilares eran reforzados con diagonales de 0,32 metros de escuadría, formando un sistema de triangulación que redistribuía los esfuerzos generados durante el vuelco de los vagones, en particular hacia los pilares traseros. Esta triangulación absorbía parte de los empujes provocados por la caída del mineral a través de la vertedera.

Los nervios que soportaban el basculador también estaban especialmente reforzados, ya que sus ménsulas estaban sometidas a elevados esfuerzos de torsión durante la operación. La maniobra del vertido se realizaba con suavidad gracias a un freno doble que permitía detener el vagón en

cualquier punto del recorrido con la fuerza de un solo operario. Desde una ligera armadura metálica instalada sobre el bastidor del basculador, se controlaba la vertedera mediante tres tornos manuales.

Todo este sistema —diseñado por el Sr. Mariano del Corral de Bilbao— funcionó con gran eficacia. En condiciones óptimas se llegó a descargar un vagón cada dos minutos y medio, lo que equivalía a un rendimiento teórico de 360 toneladas por hora. Aunque esta cifra no era sostenible durante una jornada completa debido a interrupciones y tareas auxiliares, se estimaba que, con el personal bien entrenado, el rendimiento diario alcanzaría entre 2.000 y 2.500 toneladas.

Asimismo, el funcionamiento del sistema de descarga se organizaba en torno a un recorrido perfectamente optimizado. Los trenes accedían al embarcadero por la vía más meridional, donde un basculador permitía el vuelco controlado de los vagones para verter directamente el mineral sobre los vapores atracados en el muelle. Este dispositivo, operado de forma manual mediante un freno doble, basculaba lateralmente el vagón gracias a su diseño específico: una tolva basculante ideada por el ingeniero Mariano del Corral, que permitía la rotación hacia delante del cuerpo del vagón sobre su propio eje. Esta solución garantizaba una descarga rápida, precisa y segura del mineral, minimizando la intervención del personal.

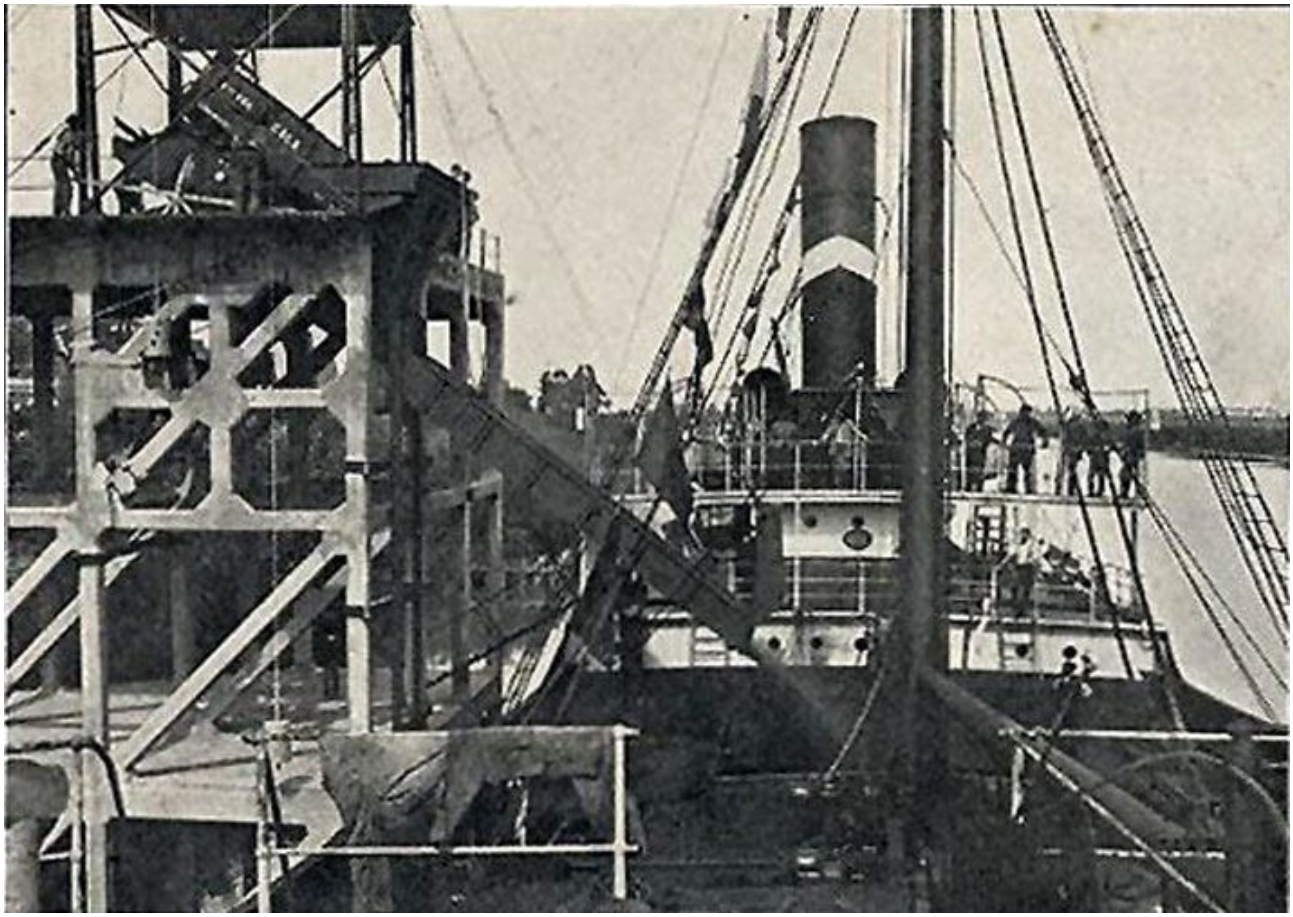


Ilustración 85: Carga de vapor en el embarcadero de San Juan de Aznalfarache.

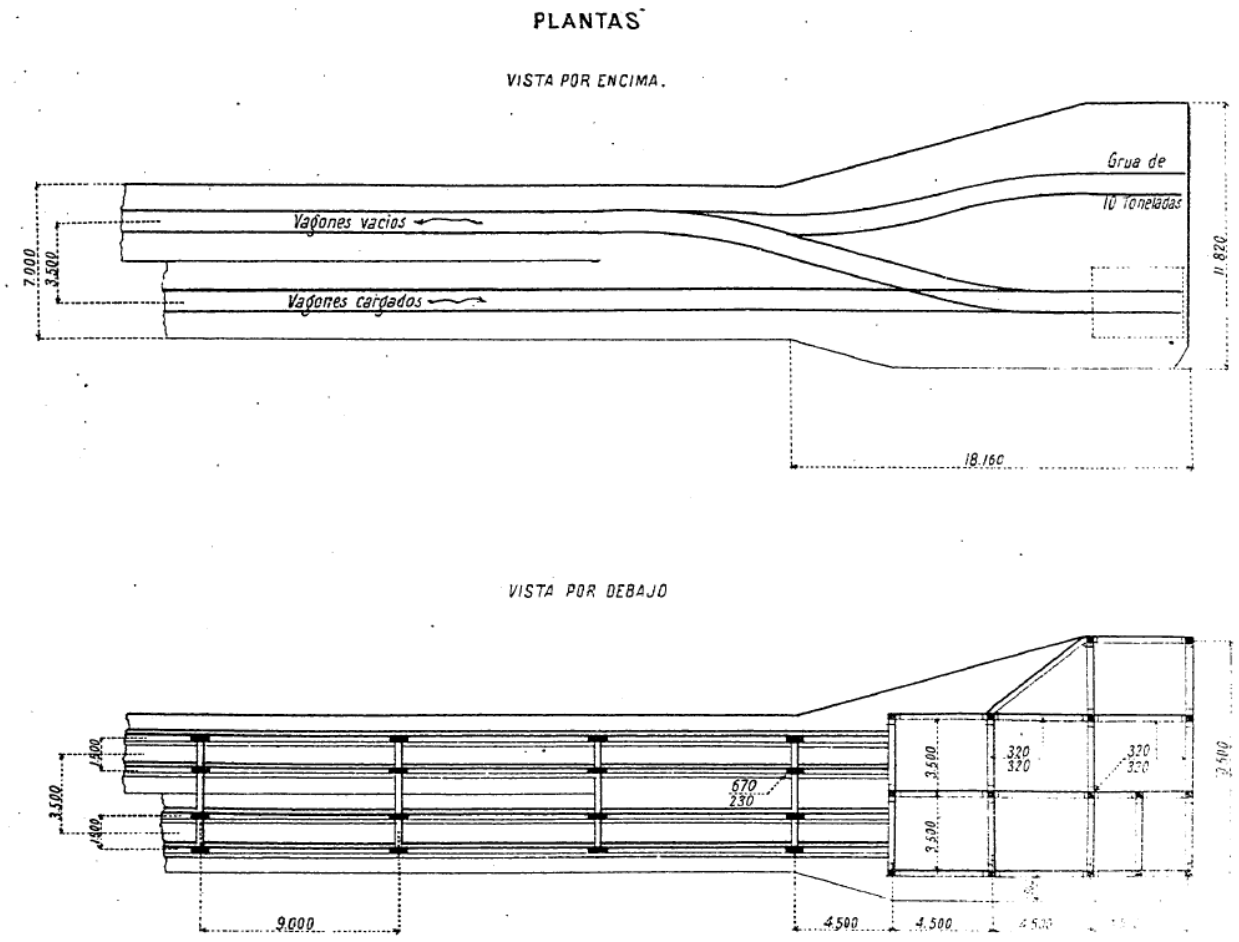
Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Una vez vaciados, los vagones retrocedían por la misma vía y, a través de un desvío estratégicamente dispuesto, se incorporaban a la vía paralela situada más al norte. Allí se

reorganizaban en una nueva composición, ya descargada, que sería remolcada de regreso a las minas, completando así el ciclo logístico de explotación.

Junto a este sistema de descarga directa se disponía una grúa pórtico de 10 toneladas de capacidad, instalada sobre la vía más exterior del embarcadero. Esta grúa complementaba al basculador al permitir la manipulación de cargas no granuladas, es decir, mercancías envasadas, embaladas o en piezas sueltas que no podían ser vertidas por gravedad. De esta forma, se aseguraba la versatilidad del embarcadero para tratar no solo con mineral a granel, sino también con materiales diversos.

Además, aunque su uso principal era la descarga desde los vagones hacia los vapores, la grúa también podía operar en sentido inverso de manera ocasional, cargando desde los barcos hacia los trenes mercancías específicas destinadas a la explotación de la línea: repuestos de maquinaria, materiales de mantenimiento o suministros necesarios para la infraestructura ferroviaria. Su diseño robusto y su integración con la plataforma superior del embarcadero hacían de esta grúa un elemento auxiliar clave para ampliar la operatividad del conjunto, más allá del tráfico exclusivo de mineral.



Plano 111: Detalle del propio embarcadero de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Revista de Obras Públicas. 16 de noviembre de 1.905. Página 381.

En cuanto a la línea de atraque para los vapores, estaba formada por cuatro castilletes construidos con pilotes de pino tea, sólidamente arriostrados y protegidos por una defensa de madera independiente de la estructura principal de hormigón armado. Esta defensa, además de absorber impactos, ofrecía suficiente rigidez y elasticidad para evitar daños ante maniobras erróneas durante el atraque o la separación de los barcos.

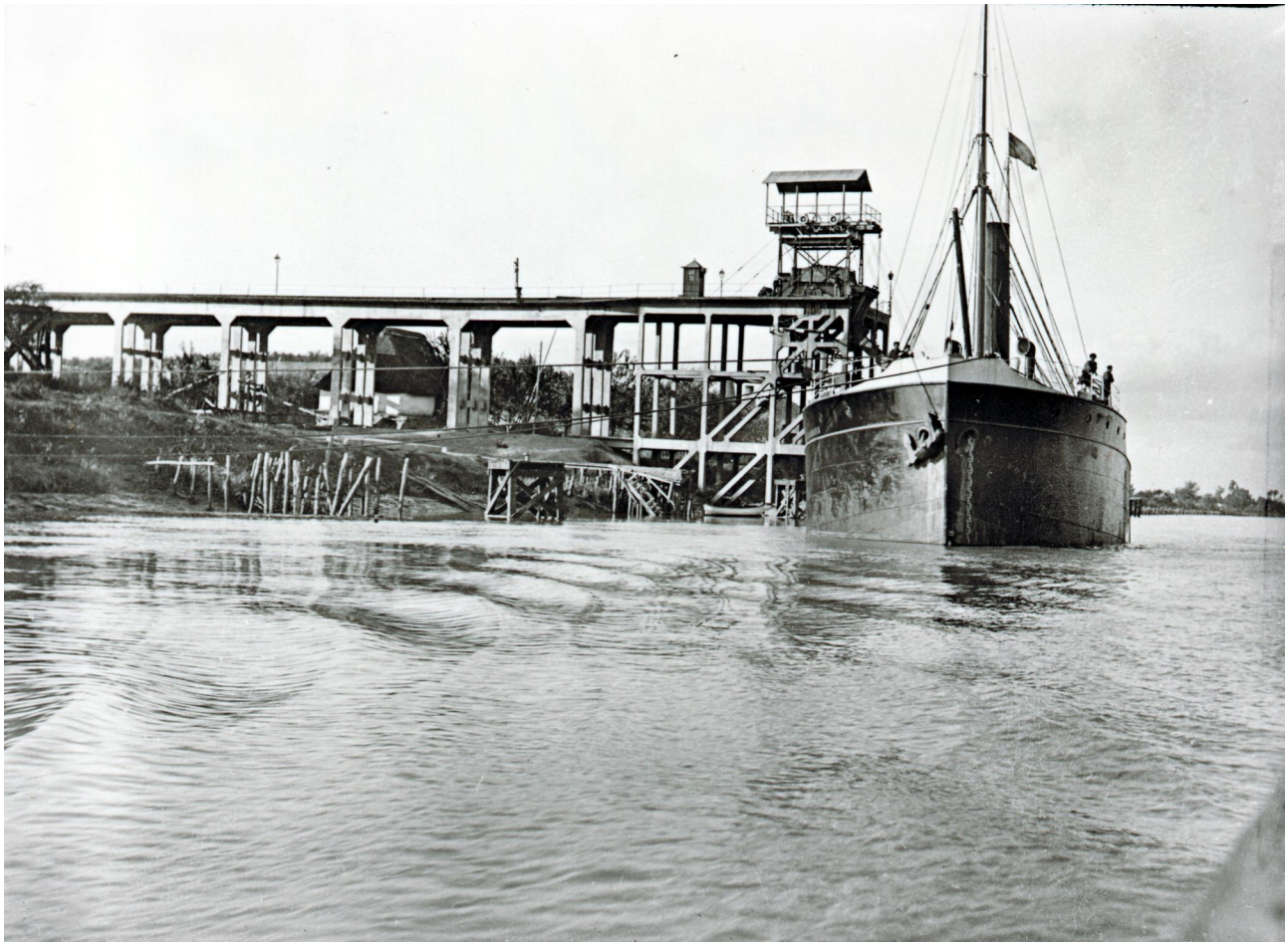


Ilustración 86: Vapor atracado en el embarcadero de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

El proyecto incluía, también, la previsión de construir un segundo embarcadero, idéntico al primero, pero sin terraplén intermedio y desarrollado sobre 23 tramos dobles en curva de 400 metros de radio. Dado lo innovador de la estructura y la desconfianza aún existente en el hormigón armado (acentuada tras el colapso del tercer depósito del Canal de Isabel II en Madrid), se realizaron pruebas rigurosas y numerosas para comprobar la fiabilidad de la obra.

Se eligió para las pruebas un tramo con defectos constructivos y condiciones desfavorables (en curva y con pilas altas), cargándose de diversas maneras:

- Simulando la carga de una locomotora de 48 toneladas que dio como resultado que la flecha fuera de 26 mm, sin variación después de 72 horas.
- Manteniendo el tramo durante tres meses con sobrecarga equivalente a una locomotora de 22 toneladas. No se apreció descensos medibles.

- Cargado con 72 toneladas (1,5 veces el peso máximo operativo), la flecha alcanzó solo 40 mm.

En pruebas dinámicas, se detuvo, arrancó y circuló un tren completo con locomotora de 48 toneladas y 20 vagones de 20 toneladas en múltiples ocasiones. La estructura mostró un comportamiento elástico sólido, sin vibraciones ni oscilaciones significativas, incluso en las zonas más elevadas. La deformación máxima bajo la locomotora fue de 26 mm, lo que equivale a una flecha de 1/3.460 de la luz, y bajo los vagones no superó los 15 mm.

Los cálculos se basaron en los trabajos de M. Considère. Las armaduras eran de acero Martin Siemens, con barras rectas, curvas y estribos. La dosificación del hormigón oscilaba entre 250 y 350 kg de cemento por m³.

La construcción se llevó a cabo en condiciones térmicas extremas, con temperaturas estivales al sol de hasta 65 °C y mínimas invernales de –5 °C. El hormigón fue protegido y regado durante el curado, y no se observaron daños por contracción ni dilatación térmica. La dilatación total medida fue coherente con la variación de temperatura media (no máxima), estimándose un coeficiente térmico de 0,000010.

Con todo ello, los costes fueron los siguientes:

- Duración de la obra: 8 meses y medio.
- Viaductos (incluyendo excavaciones y accesorios): 172.500 pesetas → 975 ptas/m lineal de viaducto doble.
- Embarcadero (sin aparatos mecánicos): 60.000 ptas → 375 ptas/m².
- Pilotaje (longitudes de 10,5 a 12 m): 75 ptas/m lineal.
- Costo total de la construcción de hormigón armado (con accesorios, sin defensa de madera): 232.500 ptas.
- Precios unitarios: acero a 0,31 ptas/kg; cemento a 70 ptas/tonelada.

Ilustración 87: Final del segundo viaducto y embarcadero de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Ilustración 88: Principio del primer viaducto del embarcadero de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Ilustración 89: Entramado de pilares del embarcadero de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

4.2.5 Otros elementos destacables

A continuación, se presenta un apartado dedicado a otros elementos singulares del antiguo ferrocarril de Cala, cuyo estudio permite comprender con mayor profundidad no solo el funcionamiento técnico de la línea, sino también la compleja red de infraestructuras complementarias que sostenían la operación diaria del tren.

Más allá del trazado y las estaciones, existía un entramado de instalaciones auxiliares y estructuras especializadas que respondían a las necesidades tanto técnicas como humanas del sistema ferroviario. Desde las casillas, casetas y casas de ferroviarios, que daban alojamiento a operarios vinculados al mantenimiento de la vía, hasta las aguadas, grúas hidráulicas y carboneras, indispensables para el abastecimiento de agua y carbón de las locomotoras de vapor, pasando por las cocheras, talleres y placas giratorias, que formaban los núcleos operativos de mantenimiento y maniobra.

También se abordan elementos como los aparatos de vía y semáforos, claves para la seguridad y regulación del tráfico ferroviario, o los planos inclinados, fundamentales en los terrenos con gran desnivel propios de las minas. Del mismo modo, se analizan infraestructuras destinadas al servicio de personas y animales, como los embarcaderos de ganado, cantinas y posadas, y otros componentes funcionales como los topes de vía.

Todos ellos, también, conforman el universo material del ferrocarril de Cala y reflejan su dimensión tanto técnica como social, permitiendo reconstruir un paisaje ferroviario completo, complejo y profundamente humano.

Casillas, Casetas y Casas

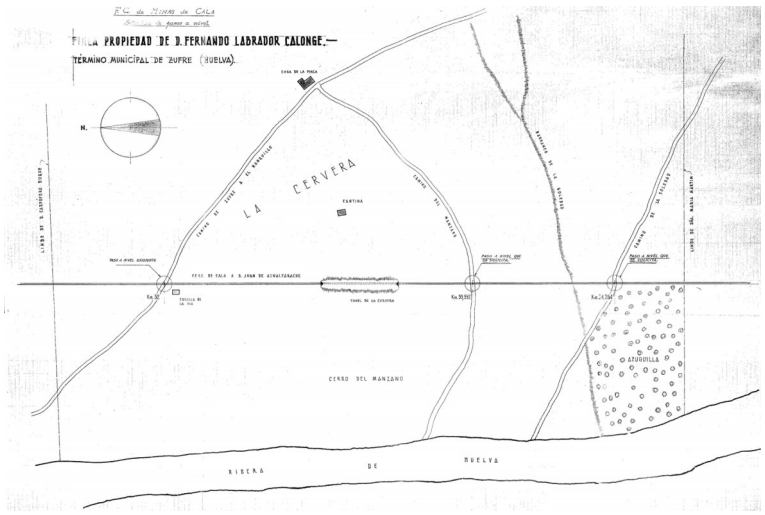
Las casillas ferroviarias eran pequeñas edificaciones distribuidas a lo largo del trazado ferroviario, concebidas principalmente para alojar a los trabajadores encargados del mantenimiento y vigilancia de determinados tramos de vía. Estas construcciones no solo cumplían una función técnica, sino también residencial. En líneas secundarias o de bajo tráfico, eran habitadas por guardavías, peones camineros o trabajadores de vía y obras, que desempeñaban su labor a lo largo de varios kilómetros. Por ello, las casillas solían disponer de los elementos básicos de una vivienda: cocina, chimenea, dormitorios y pequeñas dependencias, permitiendo así que el personal residiera en ellas con sus familias.

Ilustración 90: Casilla del P.K 3+261.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

En el caso de las casillas de pasos a nivel, normalmente vivía una guardesa o un guardabarreras, cuya principal función era la de cerrar el paso de vehículos y peatones cuando se aproximaba un tren. Dado que en muchas líneas el tráfico era escaso —con apenas unos pocos trenes al día—, estos trabajadores solían compatibilizar sus tareas ferroviarias con labores domésticas o agrícolas, como el cultivo de huertos o la cría de animales en torno a la casilla. La baja velocidad de los trenes y la previsibilidad de su horario permitía atender el paso a nivel sin desatender estas otras ocupaciones.

Por su parte, las garitas de pasos a nivel eran construcciones de menor entidad que podían estar adosadas a una casilla o aisladas. Se encontraban en pasos donde la vigilancia debía mantenerse más allá de una jornada laboral ordinaria, ya fuera de forma continua o intermitente. En estos casos, el guardabarreras ya no residía en el lugar. Las garitas servían de abrigo contra las inclemencias del tiempo y estaban equipadas con estufa de carbón o butano, documentación del servicio (horarios, reglamentación de circulación, botiquín, banderines, petardos, etc.) y una mínima infraestructura que permitía al personal permanecer allí durante la jornada laboral.



Mapa 43: Ubicación de garitas de pasos a nivel.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

También existían garitas en las zonas de agujas de las estaciones, utilizadas por los mozos de agujas. Su finalidad era protegerlos mientras esperaban la llegada del tren para establecer el itinerario correspondiente (a vía general o desviada) o verificar el correcto acoplamiento de las agujas. Estas garitas eran más pequeñas que las de paso a nivel, pues estaban pensadas para estancias breves.

En paralelo, se empleaban otras edificaciones menores denominadas casetas, que solían tener un apellido en función de su uso: caseta de enclavamiento, caseta de maniobras, caseta de señales, caseta de vía y obras, caseta de relé, etc. Estas albergaban herramientas, útiles e instrumentos específicos según su finalidad: desde palas y picos hasta tirafondos, juntas o plataformas de mantenimiento.

Ilustración 91: Casilla de los Pajaritos.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Ilustración 92: Casilla del Parentero.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Finalmente, el término "casa" dentro del ámbito ferroviario aludía a edificaciones con un uso más definido o asignado a personal específico, como la casa del director, casa del capataz, casa de ferroviarios, que daban nombre y función a determinados inmuebles dentro del complejo mundo de la infraestructura ferroviaria.

Ilustración 93: Casa del Director.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez. Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Aguadas y grúas hidráulicas

En el contexto del ferrocarril de Cala, como en todas las líneas ferroviarias explotadas con locomotoras de vapor, el abastecimiento de agua fue un aspecto fundamental del funcionamiento técnico-operativo, ya que las locomotoras de vapor utilizaban carbón para calentar agua contenida en un serpentín o caldera, generando vapor a alta presión que movía los pistones conectados a las ruedas motrices. Este proceso requería un suministro constante de agua, debido al elevado consumo de agua de las locomotoras durante sus recorridos.

Para garantizar dicho abastecimiento, se instalaron depósitos de agua en las doce estaciones y en los complejos ferroviarios con talleres y cocheras. Estos depósitos almacenaban grandes cantidades de agua, que luego era suministrada a las locomotoras mediante grúas hidráulicas ubicadas junto a las vías, que permitían llenar el tender de las locomotoras de forma rápida y segura antes de reanudar su marcha.

Ilustración 94: Depósito de agua típico.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

El agua almacenada procedía, en su mayoría, de los cursos fluviales que discurrían próximos al trazado ferroviario. Este es, de hecho, uno de los motivos por los cuales muchas líneas —como la de Cala— se diseñaban siguiendo el curso de los ríos. En este caso, la Rivera del Hierro abastecía a estaciones como La Junta, mientras que la Rivera de Huelva cubría las necesidades de la mayor parte del trazado restante. En los tramos finales, más próximos al área metropolitana de Sevilla, es posible que se utilizara agua del río Guadalquivir.

Dado que los ríos se encontraban a una cota inferior respecto a las estaciones, fue necesario implementar sistemas de bombeo para elevar el agua desde los cauces fluviales hasta los depósitos elevados. Estos sistemas estaban basados en bombas de vapor que contaban con su propia caldera auxiliar, en la que se generaba vapor de agua a presión. Este vapor accionaba un impulsor que permitía aspirar el agua del río y conducirla hasta el depósito mediante una tubería de impulsión. Aunque no se conserva documentación específica sobre el modelo exacto de bomba utilizado en el ferrocarril de Cala, es probable que se tratara de un sistema como el de la siguiente imagen. El cual, se alojaba en el interior de una cámara de válvulas anexa, junto al cauce de los ríos, donde se tomaba el agua.

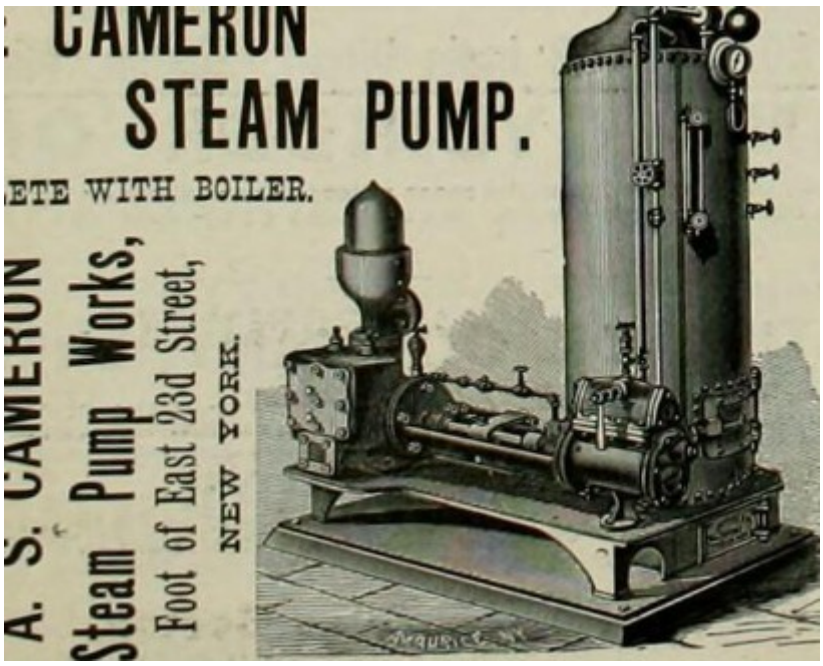


Ilustración 95: Grupo de bombeo agua.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Una vez el agua llegaba al depósito, la grúa hidráulica —por gravedad— la vertía directamente en el compartimento del tender destinado a su almacenamiento, completando así el ciclo de abastecimiento.

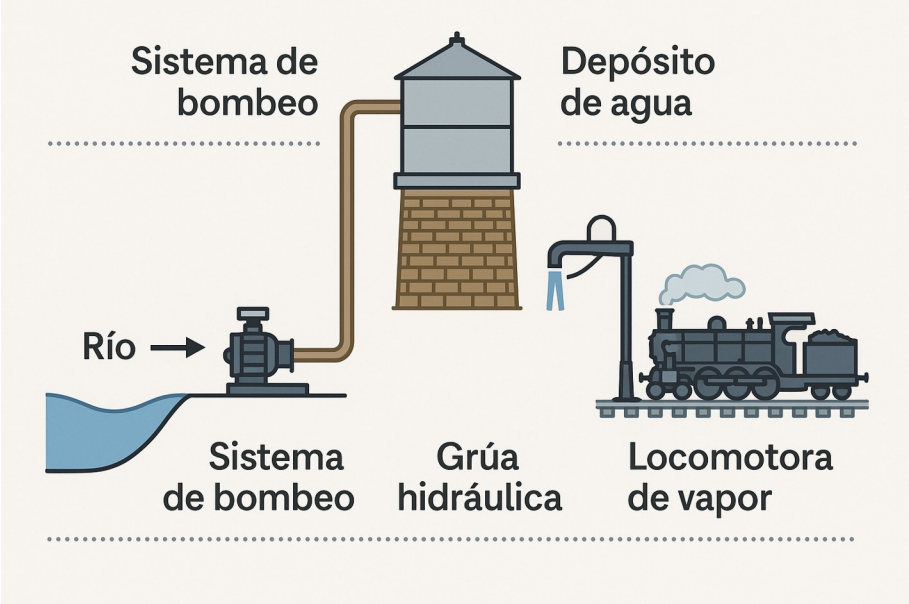


Ilustración 96: Sistema de bombeo de agua.

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 97: Depósito de la estación El Gergal.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Ilustración 98: Sistema de bombeo de agua de la estación Ronquillo Empalme.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Ilustración 100: Cámara de grupo de bombeo de la estación Ronquillo Empalme.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Ilustración 99: Interior de cámara de grupo de bombeo de la estación Ronquillo Empalme.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

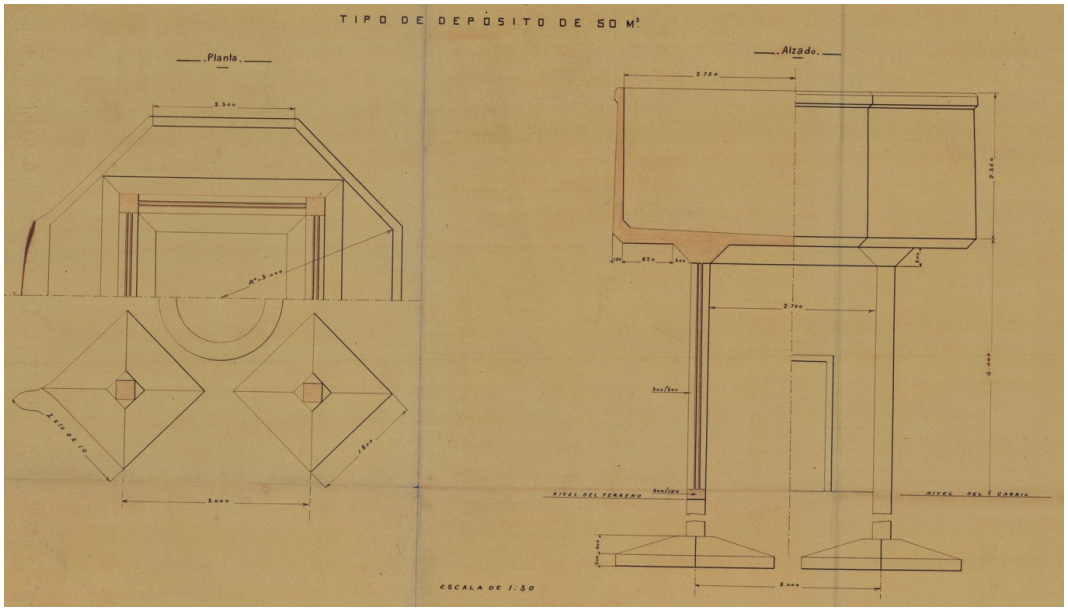
Ilustración 101: Sistema de bombeo de la estación Ronquillo Empalme.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Los depósitos de agua distribuidos a lo largo del trazado del ferrocarril de Cala fueron proyectados y ejecutados por el ingeniero de Caminos, Canales y Puertos: Juan Manuel de Zafra, quien aplicó al igual que con el embarcadero de San Juan de Aznalfarache, la innovadora técnica del hormigón armado.

El diseño de estos depósitos, de 50 m^3, consistía en un cuenco de base hexagonal construido completamente en hormigón armado que descansaba sobre un sistema de cuatro pilas dispuestas en planta de forma cuadrangular que proporcionaba una elevada estabilidad estructural y una distribución homogénea de cargas. La elección del hormigón armado no solo supuso una solución avanzada para la época, sino que también garantizó una mayor durabilidad frente a las condiciones ambientales, el uso intensivo y el desgaste mecánico.

A continuación, se adjuntan varios planos originales del proyecto, en los que puede apreciarse con detalle la disposición del armado en las distintas partes del depósito: losas de fondo, paredes laterales, pilas de soporte y vigas riostras intermedias.



Plano 112: Planta y alzado de los depósitos tipo.

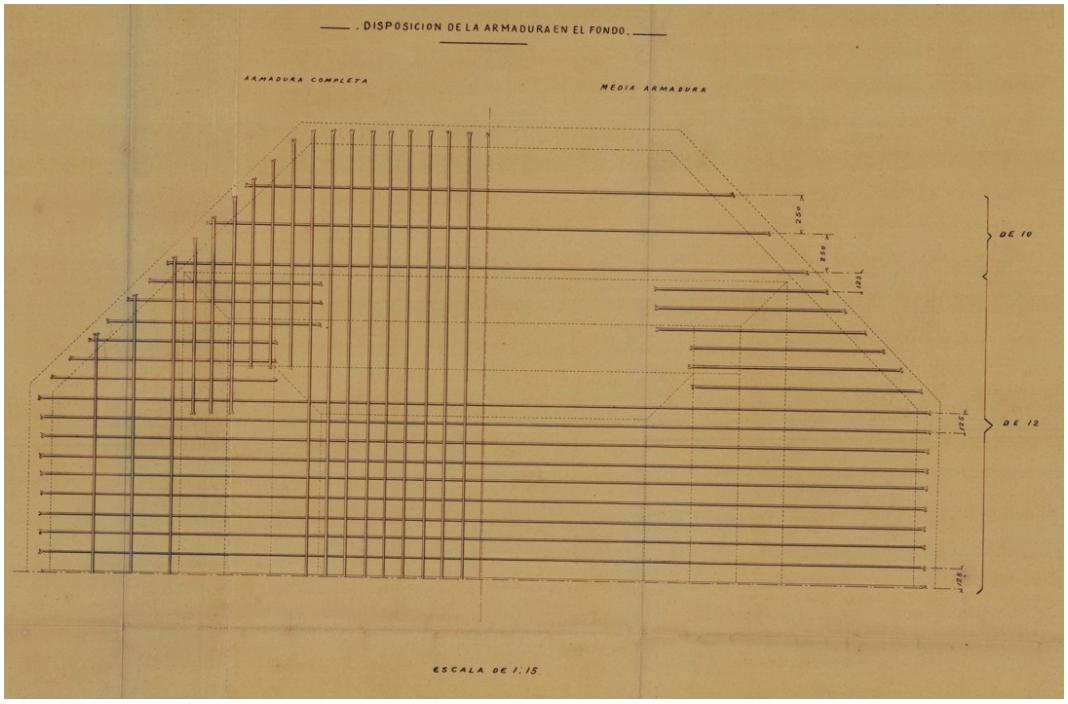
Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Como puede observarse en los planos originales del proyecto, el proyecto estructural del depósito evidencia una cuidadosa adaptación del armado a las solicitaciones específicas de cada elemento, en función de las cargas hidrostáticas y estructurales que debía soportar la estructura.

Así, por ejemplo, el cuenco superior del depósito presentaba una planta hexagonal regular cuyos lados medían 2,30 metros, mientras que el radio, es decir, la distancia desde el centro del depósito hasta cualquiera de sus vértices, alcanzaba los 3,00 metros. Este volumen principal de almacenamiento se encontraba elevado, descansando sobre una estructura portante de hormigón armado dispuesta en forma cuadrangular.

Dicha base estructural consistía en un marco de 3,00 metros de lado sobre las cuatro pilas verticales, también de hormigón armado, de planta cuadrada de 30 x 30 centímetros, separadas entre sí 3 metros (medidos entre ejes), que a su vez se apoyaban en zapatas individuales, asegurando una transmisión uniforme de cargas al terreno.

En cuanto a las dimensiones verticales, desde la rasante ferroviaria (nivel del carril) hasta el fondo del depósito se tiene una altura de 4 metros. A esta cota hay que sumarle los 2,35 metros de altura de las paredes laterales del cuenco.



Plano 113: Armado de losa de fondo de los depósitos tipo.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

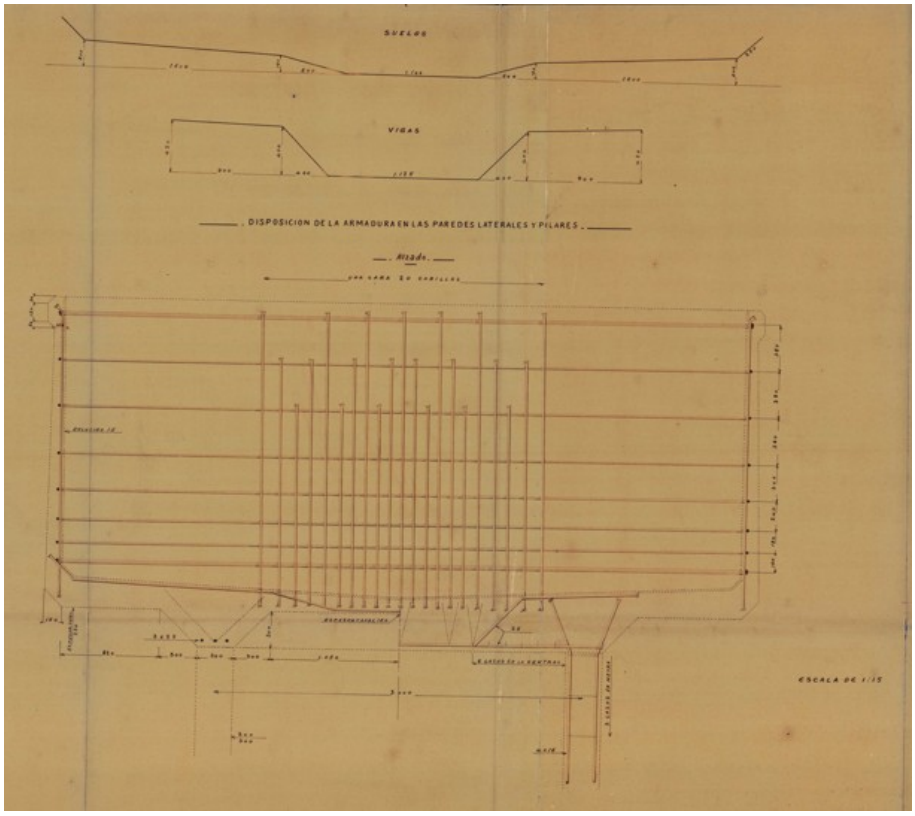
En la losa de fondo, el armado se organizaba mediante un entramado de barras longitudinales y transversales dispuestas en malla. En la zona central de la losa —donde el volumen de agua acumulada y, por tanto, la presión ejercida sobre el fondo eran mayores— se utilizaron barras de 12 mm de diámetro, separadas entre sí cada 12,5 cm. En cambio, en las zonas periféricas, con menor carga, se emplearon barras de menor diámetro (10 mm), separadas a 25 cm. Esta disposición permitía una distribución óptima de esfuerzos, adaptada al gradiente de presiones que genera el almacenamiento de agua.

En cuanto a las paredes laterales del cuenco, el armado consistía en un doble sistema: por un lado, una serie de varillas verticales —aproximadamente 20 por cada cara lateral— y, por otro, barras longitudinales dispuestas de forma concéntrica, siguiendo la geometría hexagonal del depósito. La separación de ellas variaba en función de la profundidad. Conforme se descendía hacia la base del depósito, el empuje hidrostático aumentaba, y con él la densidad del armado. Así, mientras que en la parte superior las barras se separaban 38 cm, en las zonas inferiores esta separación se reducía progresivamente hasta los 15–19 cm, siguiendo un diseño racional y coherente con las solicitaciones teóricas.

Adicionalmente, las barras verticales también respondían a la ley de presión hidrostática, pero en sentido horizontal. Esto se traducía en una disposición donde la separación entre barras era mayor en los extremos de cada pared lateral, y menor en la zona central —donde se concentra mayor empuje transversal. De este modo, en el centro de cada panel las varillas verticales estaban separadas unos 10 cm. A partir de un cuarto de la longitud de la pared, esta separación comenzaba a incrementarse progresivamente: a 12,5 cm en la parte intermedia, y hasta 15 cm entre las últimas

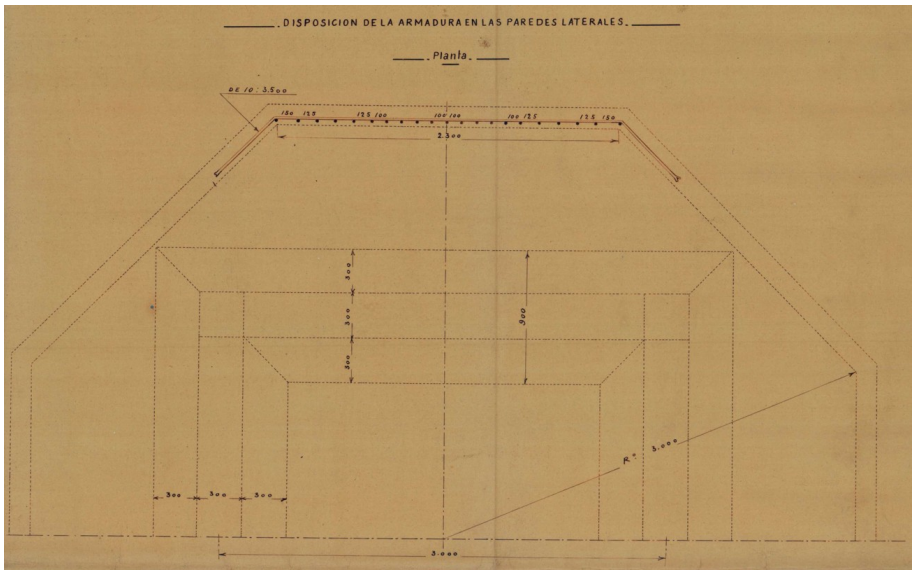
barras próximas a los vértices. Esta distribución permitía optimizar el uso del material sin comprometer la resistencia estructural.

Por último, el armado de las pilas estructurales mostraba una solución sencilla pero eficaz: cada pilar contaba con cuatro barras longitudinales de 16 mm de diámetro, una por cara, dispuestas verticalmente. Estas barras se anclaban y prolongaban hasta el interior de la losa de fondo del depósito, donde finalizaban con un ligero giro curvo, diseñado para evitar concentraciones de tensiones y mejorar la transferencia de esfuerzos entre los distintos elementos estructurales.



Plano 114: Alzado del armado de las paredes y pilares de los depósitos tipo.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



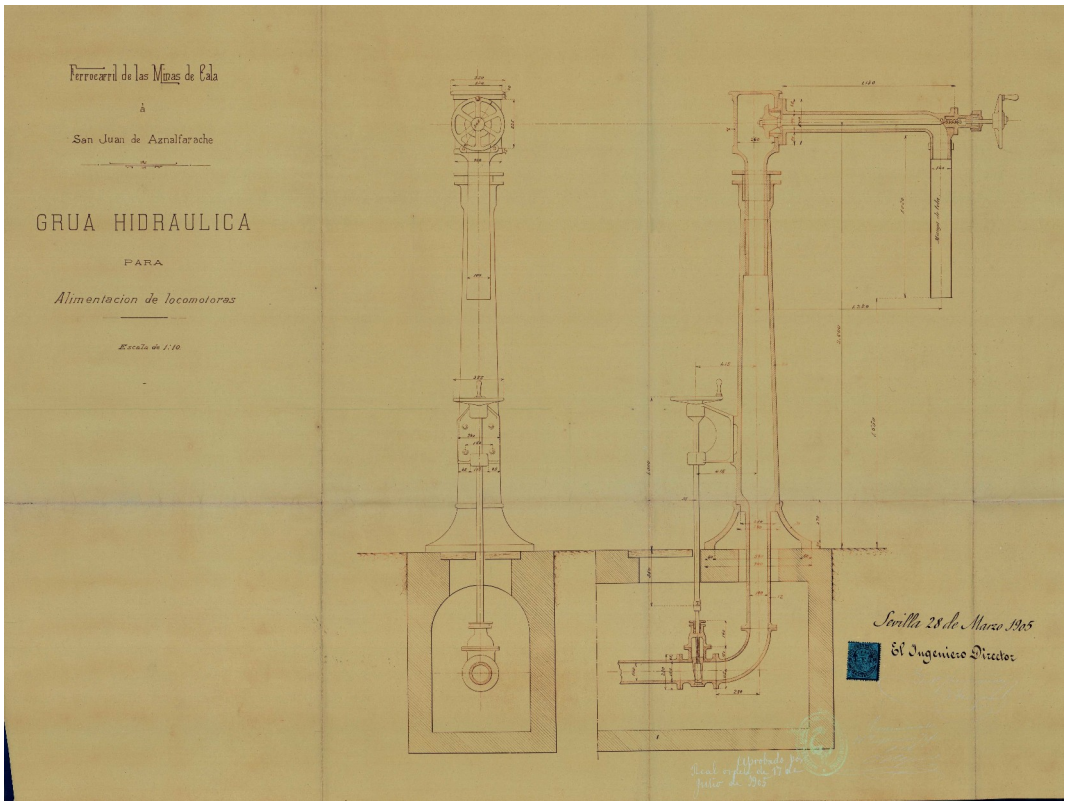
Plano 115: Planta del armado de las paredes de los depósitos tipo.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Por último, en el siguiente plano se puede observar el esquema de cómo eran las grúas hidráulicas utilizadas para abastecer de agua a las locomotoras de vapor. Estas grúas, conectadas directamente al depósito elevado, permitían el suministro de agua por gravedad, sin necesidad de bombeo adicional. La cota elevada del depósito generaba una columna de presión suficiente para que el agua fluyera con fuerza hacia el tender de la locomotora, llenando rápidamente sus calderas.

Estas grúas hidráulicas eran habitualmente fabricadas en fundición dúctil o acero colado, materiales robustos capaces de soportar el uso intensivo y las condiciones variables de presión y temperatura. El brazo giratorio de la grúa, rematado con una manga de tela, permitía orientar el caño directamente sobre la boca del depósito de la locomotora, y su manejo se realizaba a través de dos válvulas manuales —una para apertura y otra para cierre—, asegurando un control preciso del caudal.

En cuanto a su cimentación, estas grúas se apoyaban sobre un dado de hormigón armado, diseñado para resistir las cargas verticales y las solicitaciones por giro del conjunto. Dado el carácter innovador que tuvo la introducción del hormigón armado en el ferrocarril de Cala —impulsado por el ingeniero Juan Manuel de Zafra—, es lógico suponer que también estos dados estructurales se ejecutaron con este mismo material, reforzando la coherencia técnica del conjunto.



Plano 116: Detalles de las grúas hidráulicas tipo.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Carboneras

Las carboneras ferroviarias eran instalaciones fundamentales para el funcionamiento de las locomotoras de vapor, ya que servían como puntos de almacenamiento y suministro de carbón, el combustible indispensable para alimentar las calderas y generar el vapor necesario para mover los trenes.

Estas estructuras estaban habitualmente situadas en estaciones estratégicas del trazado: tanto en las terminales (como Minas de Cala o San Juan de Aznalfarache) como en aquellas estaciones intermedias que cumplían funciones logísticas relevantes (Guillena, Zufre, Ronquillo-Empalme, entre otras). Su ubicación respondía a la necesidad de reabastecer a las locomotoras en trayectos largos o exigentes, especialmente en zonas montañosas o con pendientes pronunciadas, donde el consumo de combustible era mayor.

Las carboneras podían tener diferentes formas y tamaños según la importancia de la estación. En las más sencillas, el carbón se almacenaba directamente en pilas a cielo abierto, protegidas a veces por muros bajos o cercas. En los complejos de mayor entidad, el carbón se depositaba en cajones de obra o tolvas, desde donde se cargaba directamente al tender de las locomotoras mediante palas manuales, correderas, o incluso mediante grúas pequeñas o sistemas de volcadores.

Ilustración 102: Carbonera de la Estación de Zufre.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

El carbón solía llegar a estas instalaciones por vagones carboneros, y en muchos casos, eran los propios mozos del ferrocarril quienes se encargaban de trasladarlo manualmente desde los vagones hasta la zona de almacenamiento.

Talleres, cocheras y placas giratorias

En este apartado se abordará el estudio de los talleres y cocheras vinculados a la operación del ferrocarril de Cala, elementos fundamentales para el mantenimiento y la operatividad diaria del parque móvil ferroviario. Estas instalaciones se localizaban preferentemente en los tres principales nodos logísticos y operativos de la línea: Minas de Cala, Camas y San Juan de Aznalfarache, estaciones que concentraban el mayor volumen de maniobras, almacenamiento y circulación de locomotoras y vagones.

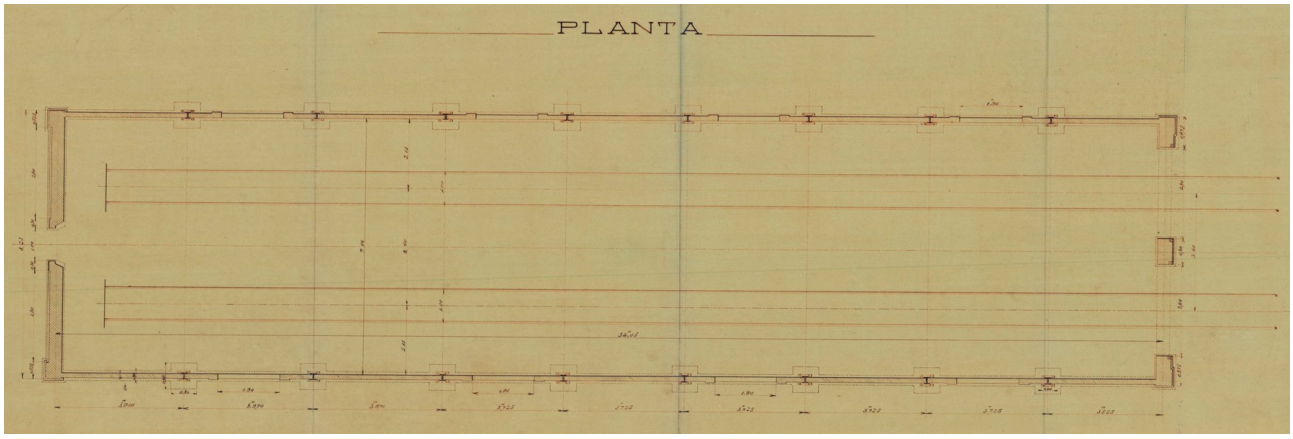
En dichas estaciones era habitual encontrar cocheras para la protección y resguardo de locomotoras y material rodante, así como talleres equipados para llevar a cabo tareas de mantenimiento ordinario, reparaciones menores e incluso operaciones más complejas como ajustes mecánicos, sustitución de piezas o revisiones periódicas. La estación terminal de San Juan de Aznalfarache, por ejemplo, no solo servía como punto de llegada del mineral, sino que también centralizaba gran parte de la logística y, por tanto, contaba con una amplia dotación de instalaciones técnicas y auxiliares, entre ellas un conjunto de talleres y una cochera principal.

Del mismo modo, la estación de Camas, al ser un punto de confluencia de varias líneas ferroviarias y por donde transitaban distintas compañías, albergaba infraestructuras especialmente desarrolladas, entre las que se incluían un muelle de transbordo, depósitos de agua y carbón, así como espacios dedicados a la reparación y mantenimiento de locomotoras. Por su parte, en Minas de Cala, al tratarse del origen del recorrido y lugar de carga principal del mineral, también se disponía de al menos una cochera y posiblemente un pequeño taller para atender las necesidades más inmediatas del material traccionado.

De igual modo, otras estaciones intermedias con cierta entidad como la de Zufre, contaron también con este tipo de cocheras y talleres.

A continuación se presentan una serie de imágenes y esquemas representativos de los talleres y cocheras típicos, instalaciones esenciales para la protección y mantenimiento del material rodante. Una de las edificaciones documentadas, que probablemente funcionó como taller-cochera, presentaba una configuración longitudinal y albergaba en su interior dos vías de ancho métrico, dispuestas en paralelo con una separación entre ejes de 3,60 metros. La distancia desde el eje de cada vía hasta las paredes laterales era de 2,13 metros, lo cual permitía realizar cómodamente operaciones de inspección y mantenimiento a ambos lados de los vehículos.

La longitud útil de vía resguardada bajo cubierta era de 32,00 metros, mientras que la longitud total de la nave era de 34,05 metros con un ancho de 7,86 metros, lo que evidencia su aprovechamiento espacial máximo. La estructura permitía el acceso de locomotoras y vagones mediante puertas de 2,80 metros de luz, separadas entre sí por arcos intermedios de 3,60 metros. Dichas puertas, posiblemente de madera reforzada o metálicas, cerraban los accesos principales para proteger el interior.

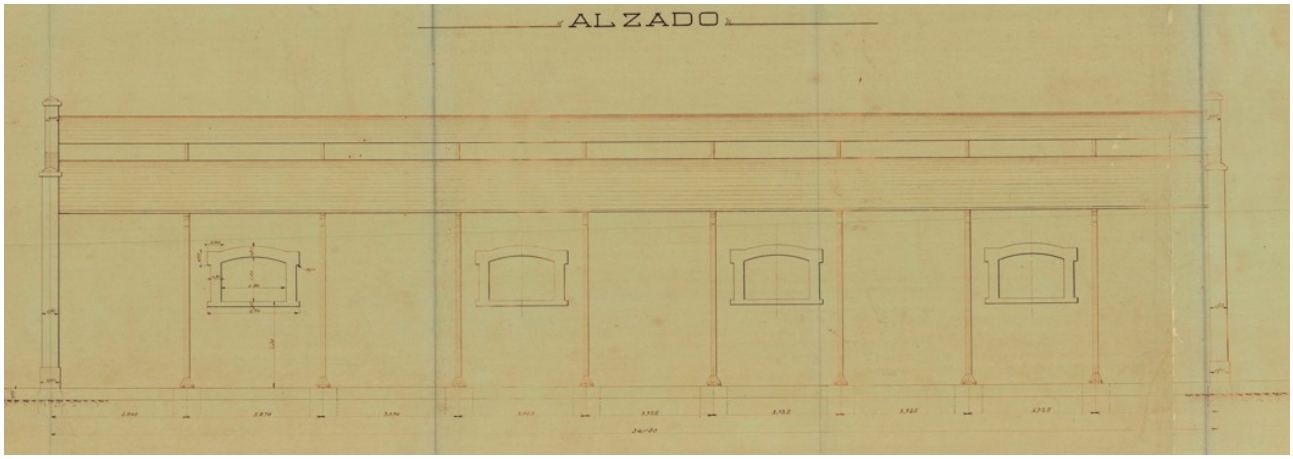


Plano 117: Planta de cochera en la estación de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

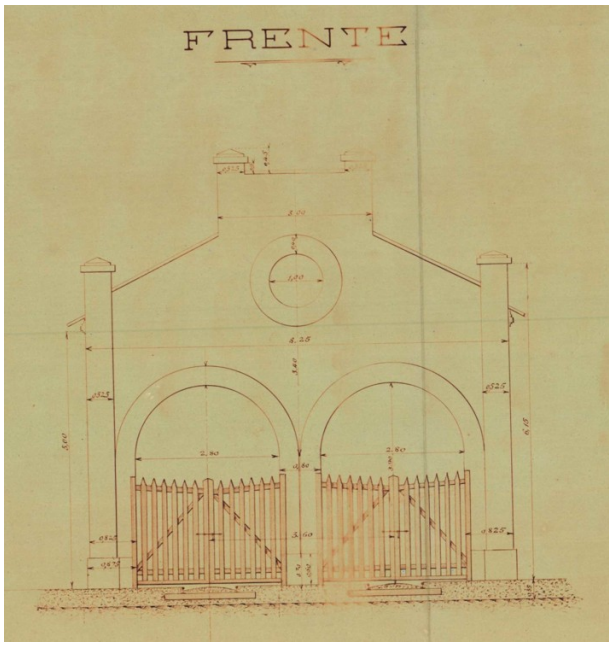
En cuanto al alzado del edificio, la altura total de la cochera alcanzaba 8,20 metros, proporcionando la altura necesaria para albergar locomotoras con sus sistemas de escape y posibles dispositivos superiores. Además, contaba con una ventana frontal tipo claraboya que garantizaba la entrada de luz cenital, y cuatro ventanas laterales dispuestas simétricamente a ambos lados del edificio para favorecer la iluminación y ventilación natural.

En la parte posterior de la cochera se disponía una puerta peatonal de servicio, destinada al acceso del personal ferroviario sin necesidad de abrir los portones principales. Esta disposición denota una concepción funcional y racional del espacio, adaptada a las necesidades de operatividad diaria de la línea.



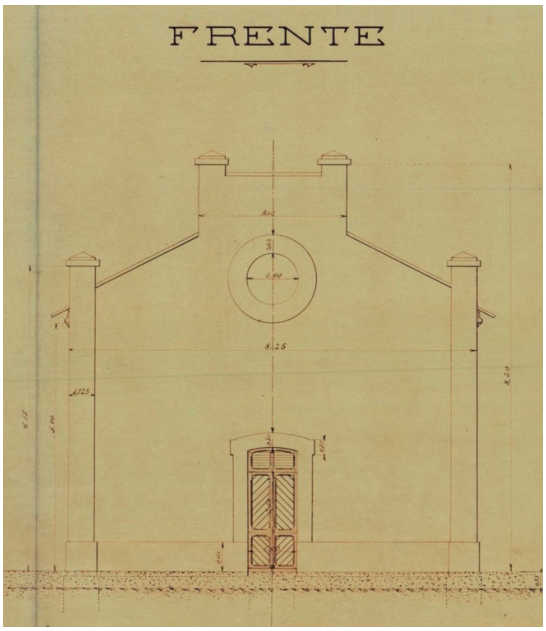
Plano 118: Alzado de cochera de la estación de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 119: Alzado frontal de cochera de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 120: Alzado trasero de cochera de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

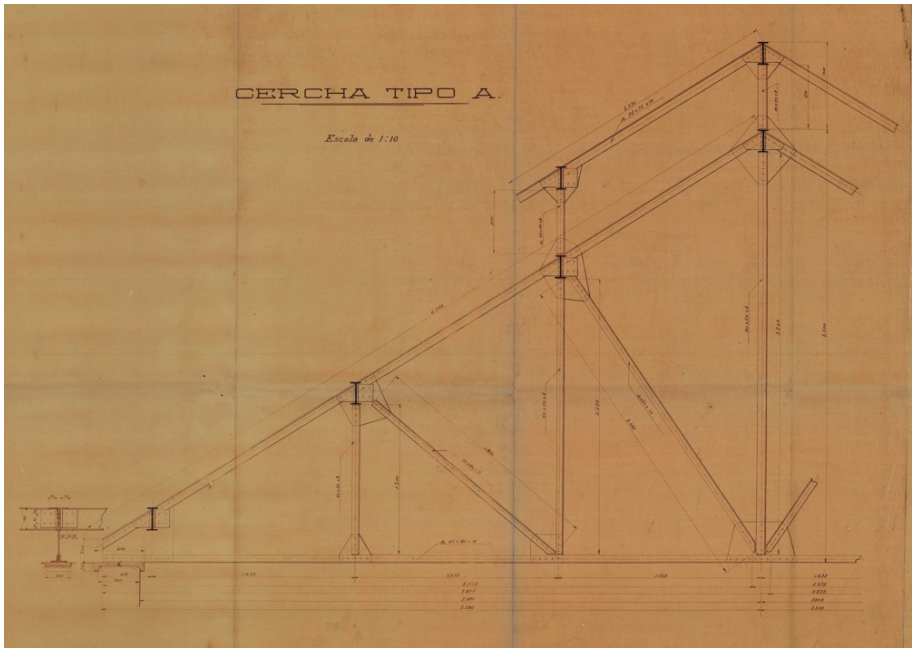
En lo que respecta a la estructura portante de la cochera, esta estaba compuesta por un sistema de cerchas metálicas, elemento fundamental en la estabilidad y rigidez del edificio. Las cerchas se disponían de forma transversal a lo largo de la nave, con una separación entre ejes de 3,725 metros, conformando un total de diez cerchas que definían la estructura.

Cada cercha descansaba sobre pilares metálicos de unos 5 metros de altura, formando un conjunto de pórticos estructurales con una luz aproximada de 7 metros, lo que permitía cubrir con holgura el ancho útil de la cochera. Tanto los cordones superiores e inferiores como los montantes y diagonales interiores de las cerchas estaban realizados con perfiles laminados tipo C, un tipo de sección muy común en este tipo de estructuras.

Se distinguían tres tipos de cerchas: tipo A, tipo B y tipo C. donde la cercha tipo A presentaba una estructura más compleja visualmente, al incorporar una segunda cercha de menor tamaño en su parte superior, a modo de coronación sobre los montantes centrales. La cercha tipo B tenía los montantes más próximos entre sí, con una separación de 1,633 metros, frente a la cercha tipo C, cuyos montantes estaban más separados, 1,966 metros.

A pesar de esa mayor separación entre elementos, la cercha tipo C era la que ofrecía mayor rigidez y capacidad portante, gracias a que todos los perfiles que conformaban sus distintos elementos —pares, pendolón y diagonales— eran ligeramente más gruesos que los utilizados en las cerchas tipo A y B. Esta mejora dimensional en los perfiles respondía a una necesidad estructural: soportar mayores cargas. Así lo confirman los diagramas de esfuerzos que acompañan a los planos originales, donde se observa que las cerchas tipo C trabajan con mayores valores de compresión y tracción que los otros dos tipos, lo que valida su función como elementos de mayor resistencia dentro del conjunto constructivo.

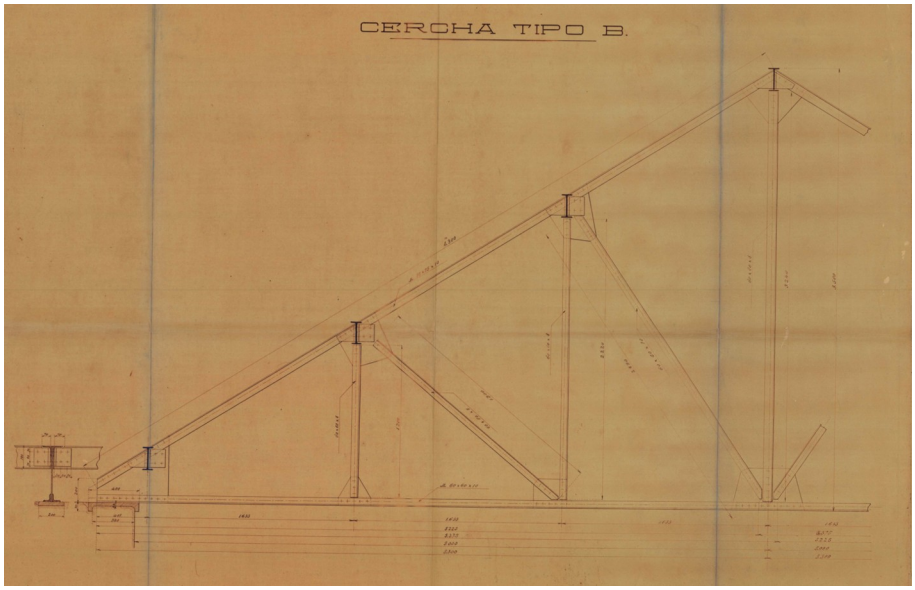
- La cercha tipo A era la más compleja y robusta, y se caracterizaba por una doble altura estructural. Sobre la cercha principal se añadía una segunda celosía de menor tamaño colocada en su eje central, apoyada sobre los cuatro montantes centrales. Esta configuración permitía absorber mayores esfuerzos y servía también para alojar una linterna o ventilación cenital superior.



Plano 121: Cercha metálica tipo A de cochera.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

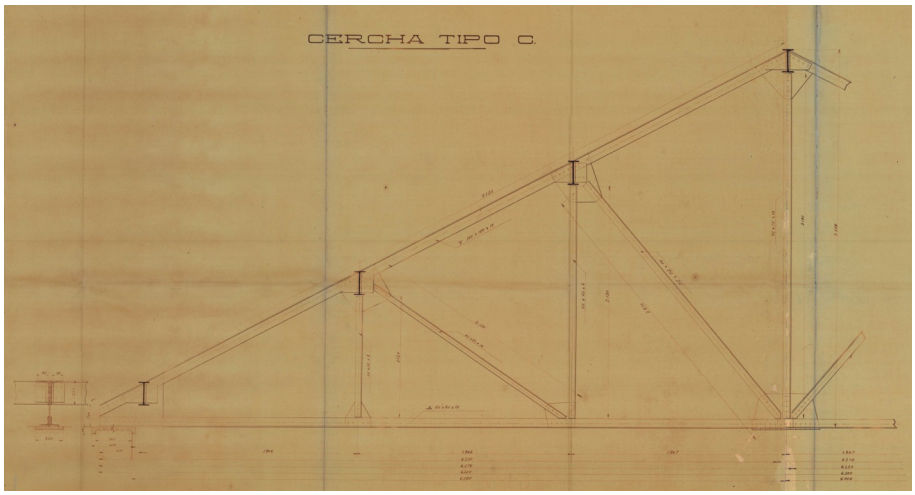
- La cercha tipo B tenía una disposición de montantes más densa, con una separación entre ellos de 1,633 metros. Conservaba la geometría básica de la tipo A, pero sin la celosía superior, presentando un diseño más compacto.



Plano 122: Cercha metálica tipo B de cochera.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

- La cercha tipo C, pese a su separación mayor de los montantes, 1,966 metros, era la que mayor rigidez ofrecía, debido a su perfiles más gruesos, de 100x100x10, 60x60x10 y 75x75x10 para los pares, diagonales y pendolón respectivamente.

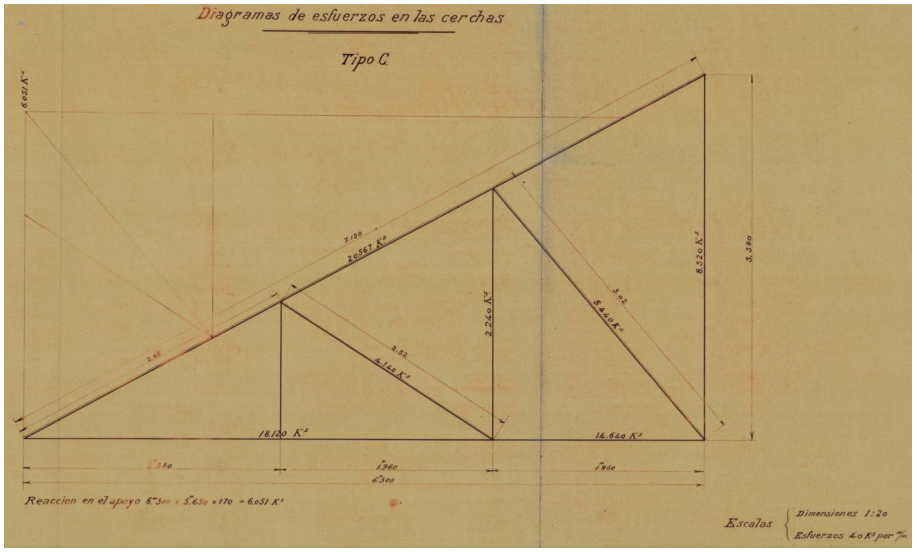


Plano 123: Cercha metálica tipo C de cochera.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

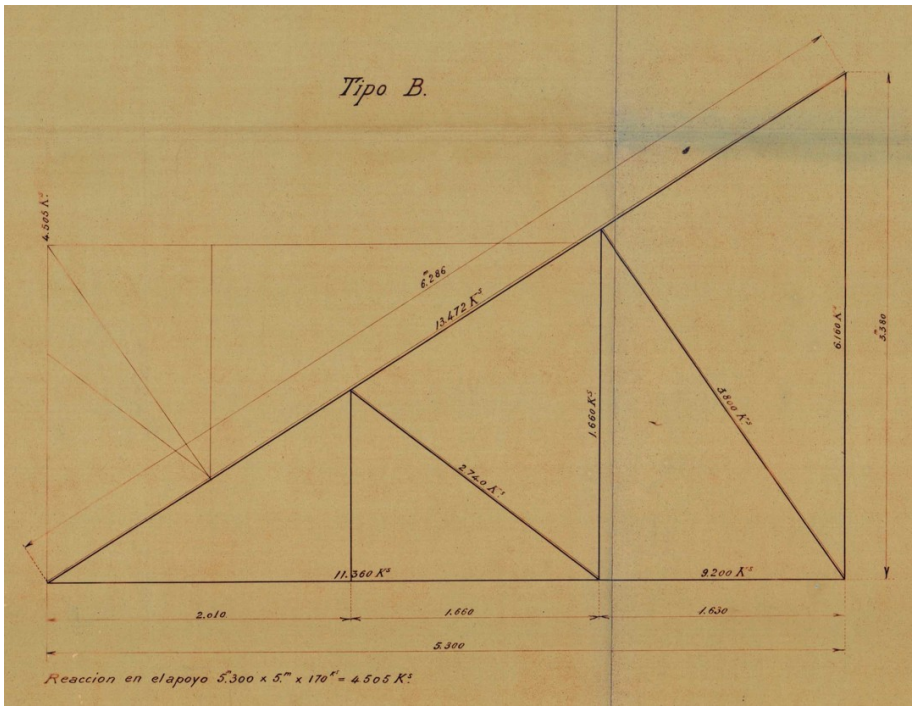
Este sistema de cerchas, combinado con una disposición regular de pilares y el uso de materiales normalizados, permitía una construcción eficaz, económica y resistente, adaptada a las necesidades logísticas del ferrocarril de Cala. Además, su modulación clara facilitaba el mantenimiento y posibles ampliaciones.

También se dispone en este documento de los diagramas de esfuerzos correspondientes a cada uno de los tres tipos de cerchas metálicas descritas. Estos diagramas constituyen una herramienta esencial para comprender el comportamiento estructural de cada tipología bajo las cargas actuantes. En ellos, se puede observar cómo los distintos elementos que conforman las cerchas —cordones, montantes y diagonales— trabajan principalmente a esfuerzos de tracción y compresión, propios de este tipo de estructura triangulada. La correcta distribución y dimensionamiento de estos elementos permitía garantizar la estabilidad de la cubierta, reduciendo al mínimo las deformaciones y evitando esfuerzos de flexión indeseados. A continuación, se presentan dichos diagramas, que permiten visualizar con detalle las magnitudes y direcciones de las cargas internas que cada cercha debía resistir en servicio.



Plano 124: Cálculo de esfuerzos en cercha tipo C.

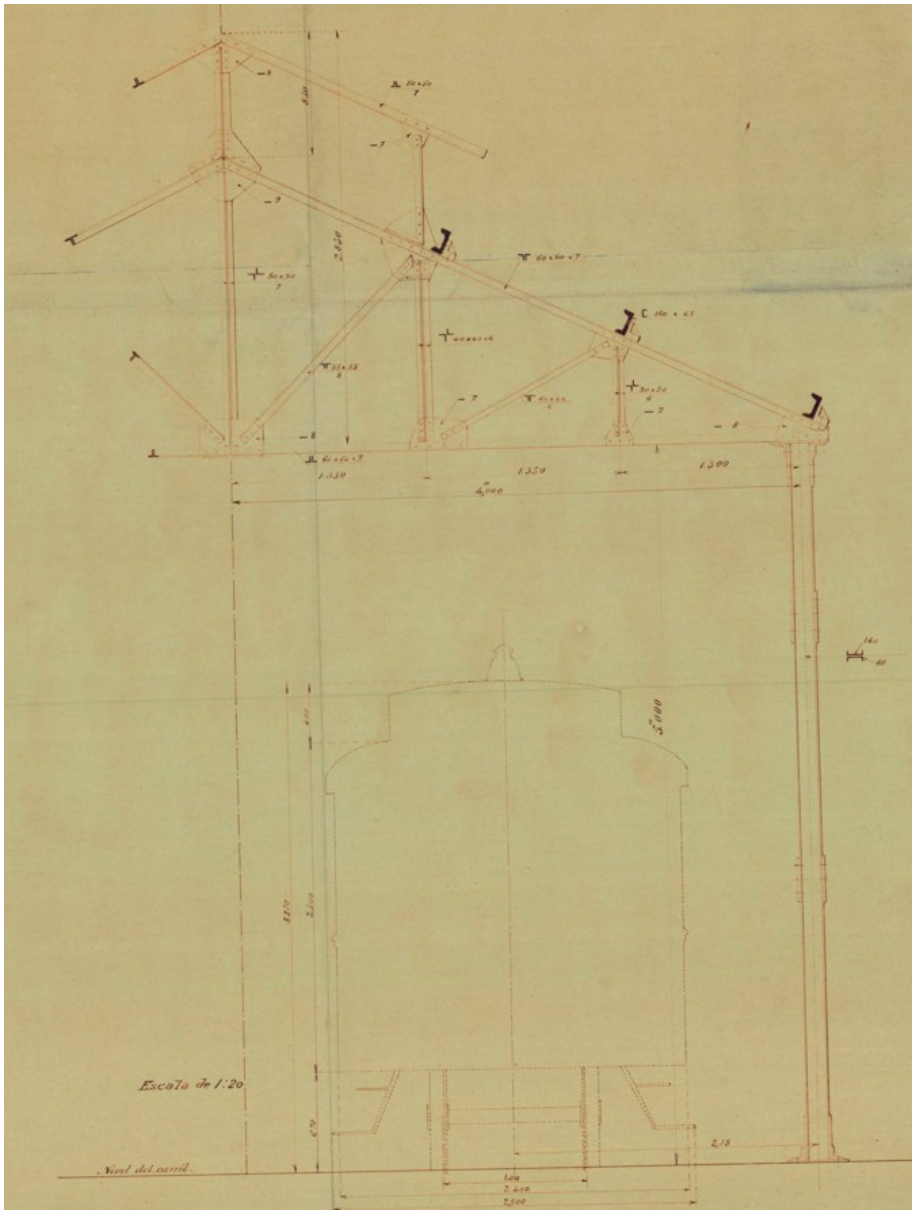
Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 125: Cálculo de esfuerzos en cercha tipo B.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Un último detalle interesante a destacar es la imagen que se muestra a continuación, en la que puede apreciarse el conjunto formado por la cercha, los pilares metálicos de apoyo y un vagón situado en el interior de la cochera. Esta representación gráfica permite visualizar con claridad las dimensiones relativas entre los distintos elementos constructivos y el material rodante, así como entender mejor la escala funcional del edificio. La imagen simula con fidelidad cómo quedaría un vagón dispuesto bajo la estructura de la cercha, evidenciando la altura libre disponible, la separación entre vías y la disposición estructural general del cobertizo ferroviario.



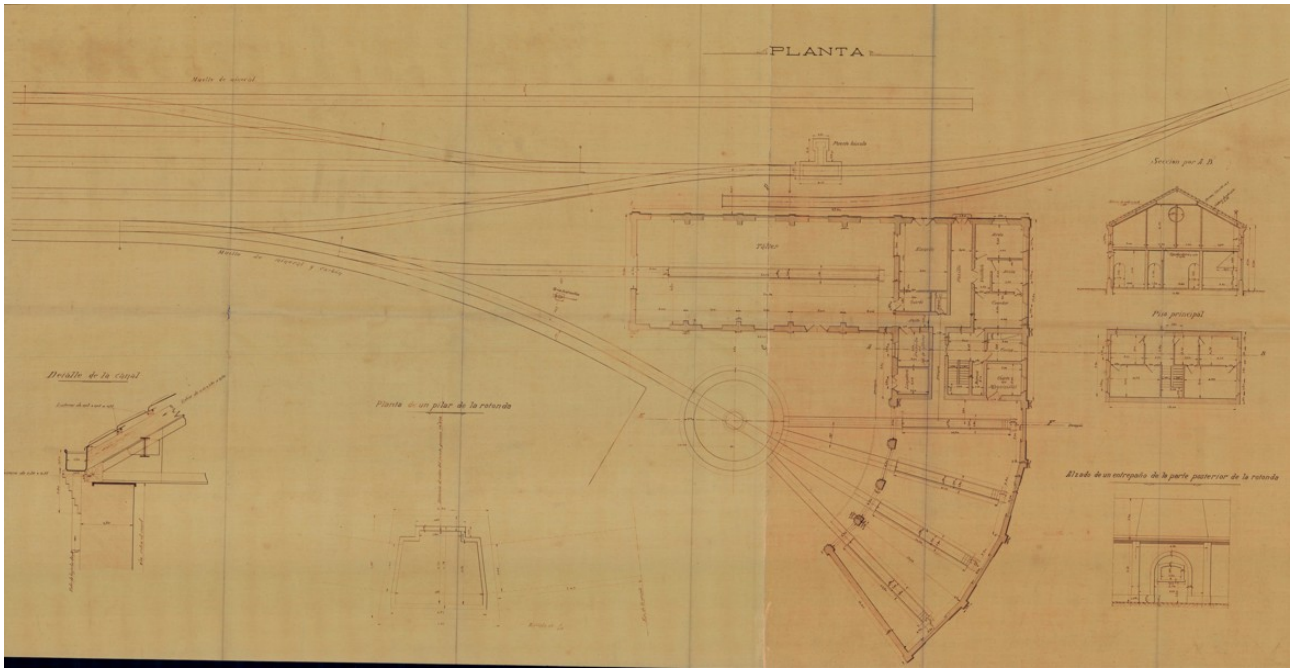
Plano 126: Conjunto de cercha tipo A sobre pilares.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Hasta ahora, dentro de este apartado, se ha mostrado el esquema tanto en planta como en alzado de lo que constituiría una cochera simple de dos vías, detallando su estructura metálica y dimensiones funcionales. A continuación, se presentan una serie de imágenes y planos que ilustran el caso particular de la cochera-taller ubicada en la playa de vías de la estación de San Juan de

Aznalfarache, la cual representaba una instalación de mayor complejidad y entidad dentro de la línea.

Este taller, a diferencia del anterior, estaba diseñado para una sola vía, pero disponía de un amplio espacio interior que permitía realizar operaciones de mantenimiento en condiciones óptimas. De hecho, aunque la planta general mantenía ciertas similitudes con la cochera básica ya descrita, el edificio incorporaba múltiples espacios anexos funcionales y habitacionales, tales como almacenes, lampistería, comedor, cocinas, varias alcobas, cuartos para maquinistas, despachos para el jefe de talleres y otras estancias administrativas o de servicio. En definitiva, se trataba de una auténtica cochera-taller, mucho más completa y especializada.



Plano 127: Planta de taller, cocheras y placa giratoria en la estación de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

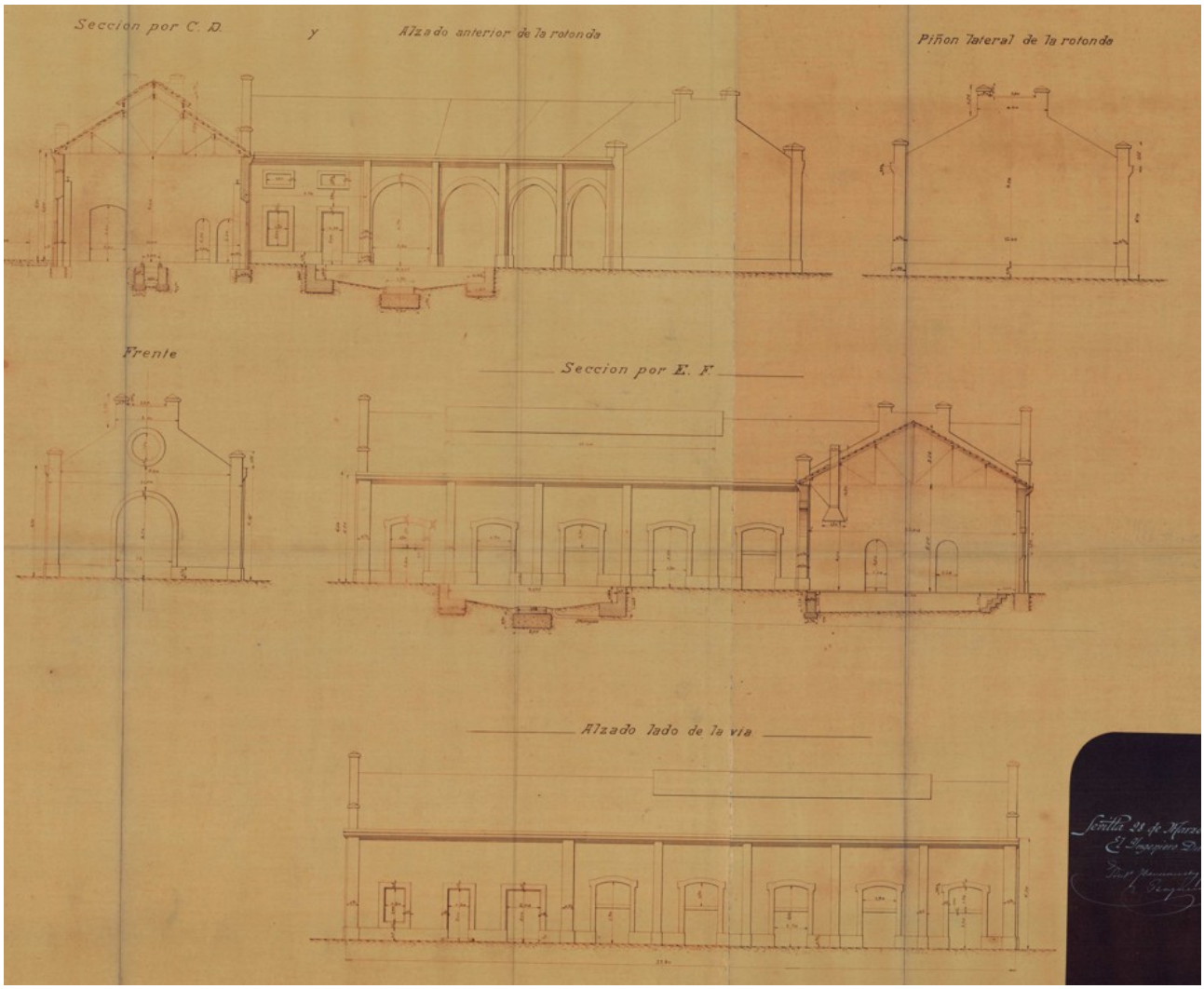
La vía protegida en su interior tenía una longitud de unos 22 metros, y contaba con un foso de mantenimiento de 0,80 metros de ancho, que permitía a los operarios acceder al material rodante desde la parte inferior. La anchura total del edificio era de 10 metros, y las cerchas metálicas de la cubierta estaban dispuestas con una separación de 5 metros entre ejes. El conjunto se desarrollaba en dos alturas, aunque mantenía el mismo lenguaje arquitectónico y estructural que el modelo de cochera anteriormente analizado.

A diferencia de otras cocheras más sencillas, esta cochera se caracterizaba por disponer no tanto de ventanas como de grandes puertas, dispuestas en los distintos módulos funcionales. Las puertas principales alcanzaban una altura aproximada de 3,5 metros y una anchura de 1,90 metros, permitiendo el tránsito cómodo de operarios y equipos.

Anexo al taller se encontraba un edificio conectado mediante un pasillo, que albergaba una nave, de forma circular en rotonda, con capacidad para guardar hasta cuatro locomotoras. Cada una de estas posiciones contaba también con su propio foso individual para tareas de revisión y reparación. El

acceso a esta cochera se realizaba mediante una placa giratoria, elemento clave en la operativa ferroviaria de este punto.

Además, en la rotonda donde se almacenaban las locomotoras, las puertas de acceso de las mismas se remataban en arcos de 4,70 metros de altura y 3,20 metros de ancho, lo que facilitaba la entrada y salida de las locomotoras con total holgura y seguridad.



Planta 128: Alzado de taller, cocheras y placa giratoria en la estación de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

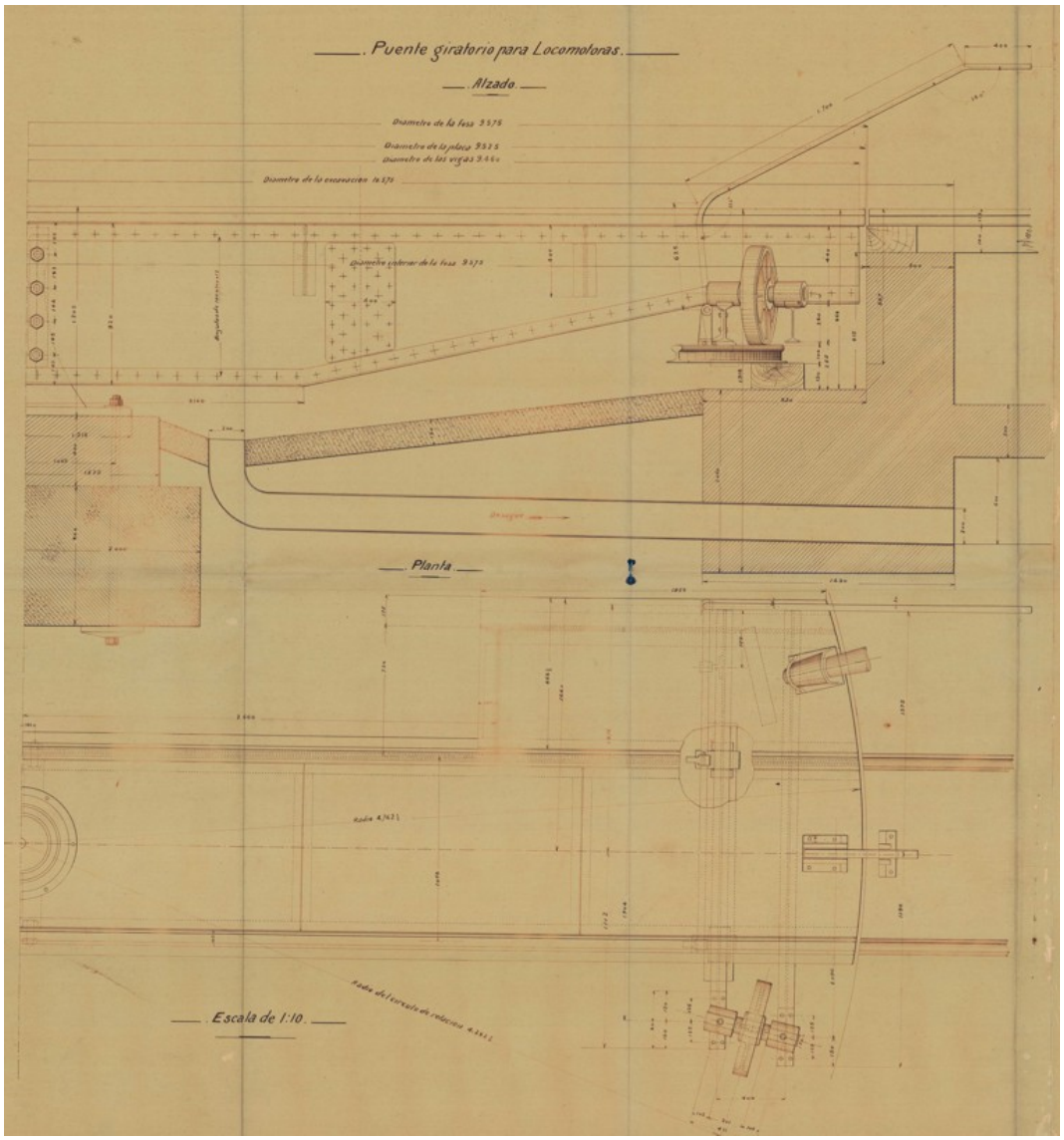
Finalmente, dentro de este apartado, cabe destacar la presencia y funcionalidad de la placa giratoria, un elemento clave en las operaciones ferroviarias, especialmente en las estaciones terminales como Minas de Cala y San Juan de Aznalfarache. A continuación, se muestran una serie de planos y detalles técnicos que ilustran el diseño y sistema de funcionamiento de esta infraestructura.

La placa giratoria permitía el giro completo de las locomotoras sobre su eje central, hasta 360 grados, facilitando de esta forma su reorientación sin necesidad de realizar complejas maniobras en las playas de vías. Esta capacidad de giro hacía posible no solo la inversión del sentido de marcha de la locomotora —lo que era especialmente útil en las estaciones terminales—, sino también su

inserción precisa en cocheras, talleres o vías auxiliares, como las que se encontraban dispuestas en forma de rotonda en la estación de San Juan.

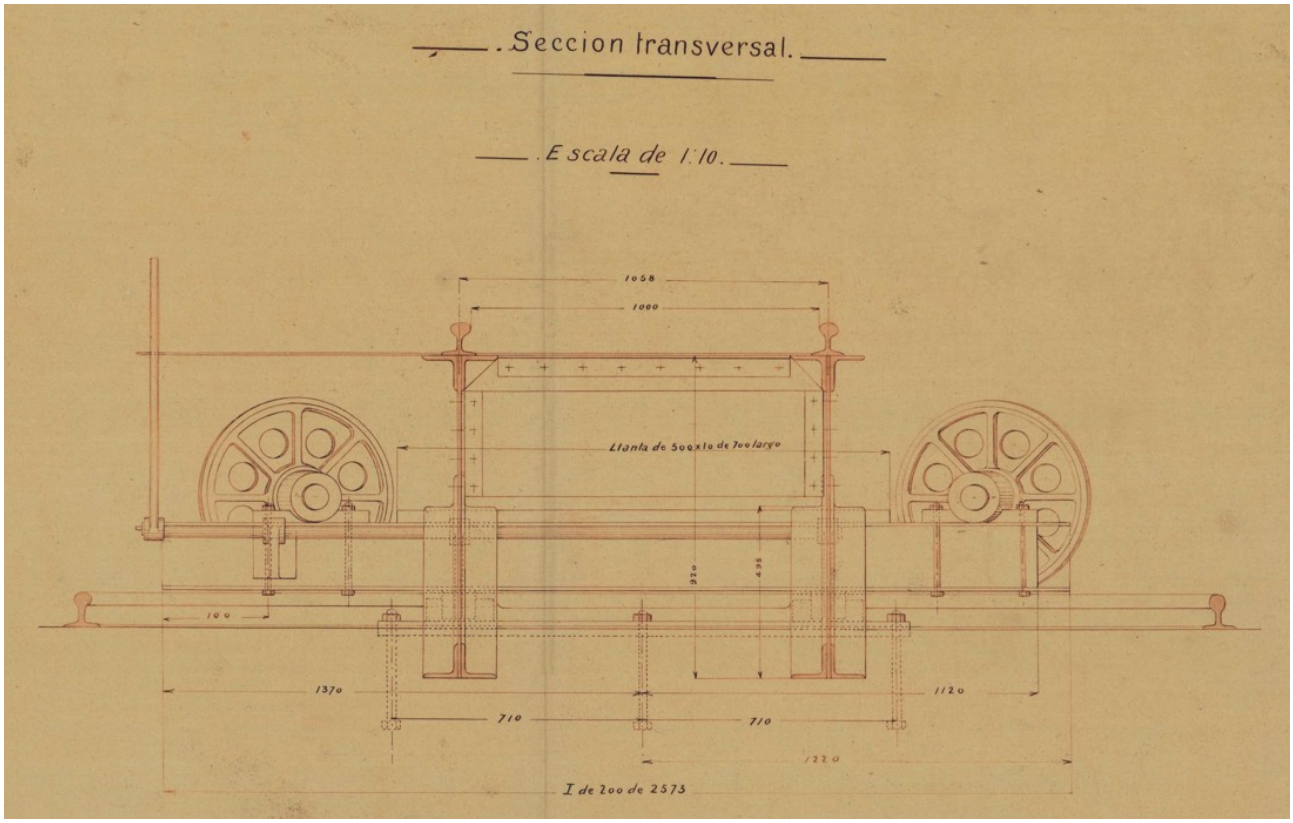
El funcionamiento consistía en que la locomotora accedía sobre la propia plataforma giratoria, la cual, mediante un sistema de rodadura y pivote central, podía ser girada manual o mecánicamente hasta alinearse con la vía deseada. Esta solución técnica, aunque sencilla en su concepto, resultaba sumamente eficaz para optimizar el espacio y reducir el tiempo de maniobra en puntos clave de la red.

El empleo de placas giratorias en San Juan de Aznalfarache y Minas de Cala refleja la importancia estratégica de ambas estaciones, no solo como terminales de línea, sino como centros de mantenimiento y reorganización del tráfico ferroviario. En particular, su presencia estaba estrechamente relacionada con la existencia de cocheras, talleres y playas de vías con múltiples ramales, lo que exigía soluciones versátiles para la gestión de locomotoras.



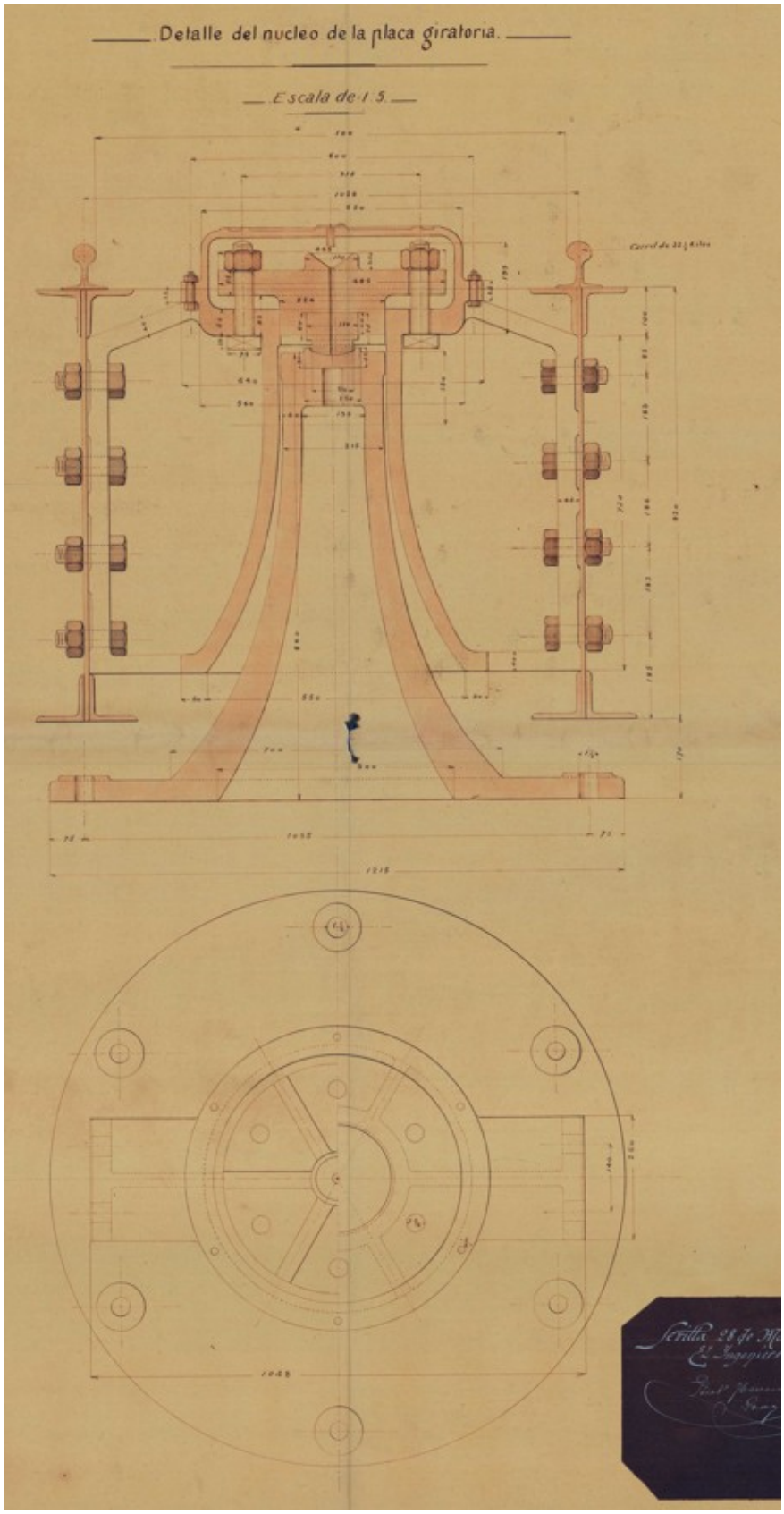
Plano 129: Alzado de placa giratoria.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 130: Sección transversal de placa giratoria.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 131: Detalle núcleo de placa giratoria.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Planos inclinados

Uno de los elementos técnicos más singulares del complejo minero de Minas de Cala era el plano inclinado situado en las inmediaciones del núcleo de extracción. Este sistema de transporte interno permitía salvar el desnivel existente entre las zonas de carga del mineral —ubicadas en cotas más altas y alejadas de la playa de vías— y el conjunto ferroviario principal donde se realizaba el transbordo a los vagones del tren minero.

El plano inclinado consistía en dos vías paralelas dispuestas sobre una fuerte pendiente. En una de ellas descendían por gravedad las vagonetas cargadas de mineral, mientras que en la otra ascendían los vagones vacíos gracias al efecto de contrapeso generado por el peso de las primeras. Este sistema permitía el movimiento continuo y sucesivo de vagonetas sin necesidad de tracción mecánica adicional, optimizando así el transporte del mineral desde el frente de explotación hasta las zonas de acopio y transferencia.

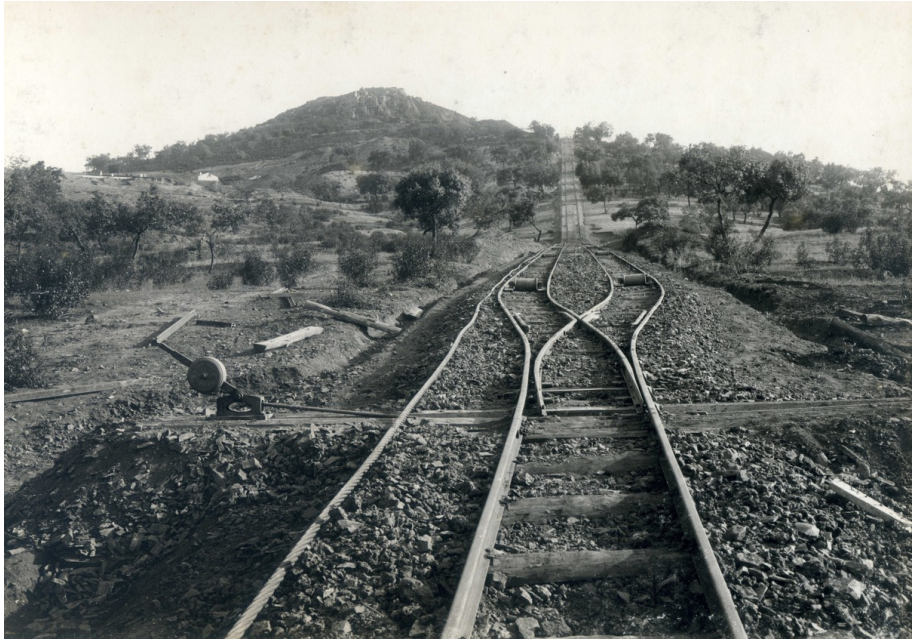


Ilustración 103: Plano inclinado de Minas de Cala.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Una vez que las vagonetas cargadas alcanzaban el extremo inferior del plano inclinado (vía más frontal en la imagen anterior), continuaban su recorrido por una vía secundaria hasta llegar a la estacada o punto de descarga. Allí, gracias a su sistema de cajas basculantes laterales, vertían directamente el mineral sobre el suelo o sobre montones de acopio, como se observa en la imagen adjunta. Posteriormente, el material era palado manualmente y cargado en los vagones del tren, que partían desde la estación de Minas de Cala rumbo al embarcadero de San Juan de Aznalfarache para su posterior embarque.

Ilustración 104: Estacada de Minas de Cala.

Fuente: fotografía de D. Diego Calle Sánchez.
Archivo de D. Miguel Giménez Yanguas y D. Diego Calle Guijarro.

Este plano inclinado constituye un excelente ejemplo de solución técnica adaptada al terreno y a las necesidades del transporte minero en origen, evidenciando la lógica funcional y la ingeniería práctica de la época.

Embarcaderos de ganado

Los embarcaderos de ganado eran infraestructuras complementarias incorporadas en algunas estaciones del ferrocarril de Cala, especialmente aquellas situadas en zonas de actividad agropecuaria relevante. Su función principal era facilitar la carga y descarga de animales —principalmente porcino, ovino y bovino— desde los vagones ganaderos hacia corrales temporales o directamente a instalaciones ganaderas próximas.

Ilustración 105: Embarcadero de la estación de la Junta.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Estas instalaciones consistían, generalmente, en una rampa de acceso con pendiente suave, construida en obra de fábrica o madera, que permitía a los animales subir o bajar del vagón de forma segura. A los lados de la rampa se disponían muros de guía o vallas para canalizar el movimiento del ganado, y en algunos casos se complementaban con cercados, corrales auxiliares o bebederos, para permitir el descanso o la clasificación del ganado antes o después del viaje ferroviario.

Ilustración 106: Embarcadero de la estación de La Junta sobre el trazado.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Los embarcaderos de ganado eran comunes en estaciones situadas en entornos rurales o serranos, como por ejemplo La Junta, Zufre o Ronquillo Empalme, donde la ganadería constituía una de las actividades económicas principales. Su presencia demuestra cómo el ferrocarril no solo fue un medio de transporte minero, sino también un vehículo clave en la economía agrícola y ganadera del territorio, contribuyendo al comercio y a la movilidad de productos cárnicos en la región.

Ilustración 107: Embarcadero de la estación de Zufre.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Cantinas y Posadas

Las cantinas eran pequeños establecimientos, generalmente ubicados en las inmediaciones o incluso dentro de las propias estaciones ferroviarias, que cumplían una función social y logística muy relevante en el contexto ferroviario de principios y mediados del siglo XX. Su existencia respondía a la necesidad de ofrecer alimentos, bebidas y descanso tanto al personal ferroviario como a viajeros y trabajadores de paso.

En las líneas mineras o rurales, como el caso del ferrocarril de Cala, las cantinas eran especialmente útiles en aquellas estaciones donde, por razones técnicas, se producían detenciones prolongadas —por ejemplo, para el cruce de trenes en vía única, el abastecimiento de agua o carbón, o la espera de órdenes telegráficas para continuar la marcha—. Durante esos intervalos, maquinistas, fogoneros y otros operarios podían descansar, tomar café o una comida caliente.

Además, en algunas estaciones más aisladas, las cantinas eran el único punto de encuentro social y aprovisionamiento del entorno, y en ocasiones, sus instalaciones compartían espacio o se encontraban anejas a las propias viviendas del personal ferroviario (como casillas o dependencias de estación).

Su aspecto era muy sencillo: una barra, algunas mesas y bancos de madera, una cocina básica, y una despensa abastecida con productos esenciales. Muchas de ellas fueron regentadas por mujeres, en muchos casos esposas de ferroviarios, lo que refuerza la dimensión familiar y comunitaria de estos espacios dentro del ecosistema ferroviario tradicional.

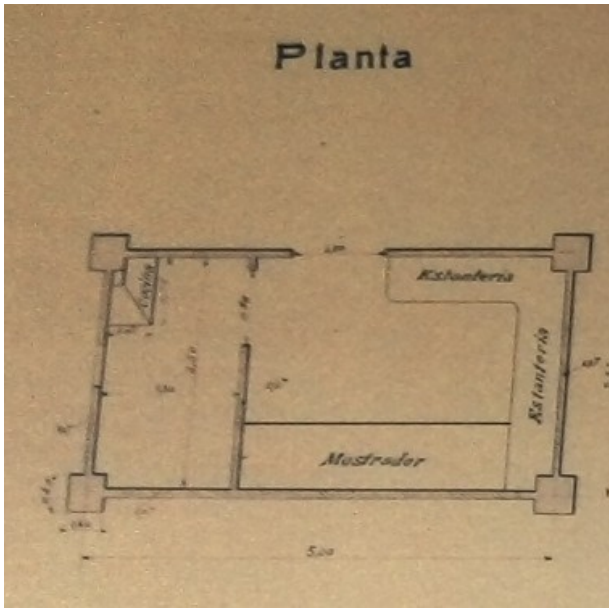
En el caso concreto del ferrocarril de Cala, se tiene constancia de la existencia de cantinas en varios puntos estratégicos del trazado. Por ejemplo, en la estación de Ronquillo-Empalme, donde confluía el ramal hacia el Castillo de las Guardas, y que actuaba como punto de enlace y cruce ferroviario frecuente, la cantina era un espacio fundamental para el personal de maniobras y circulación.

Ilustración 108: Cantina de la estación de Ronquillo Empalme.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

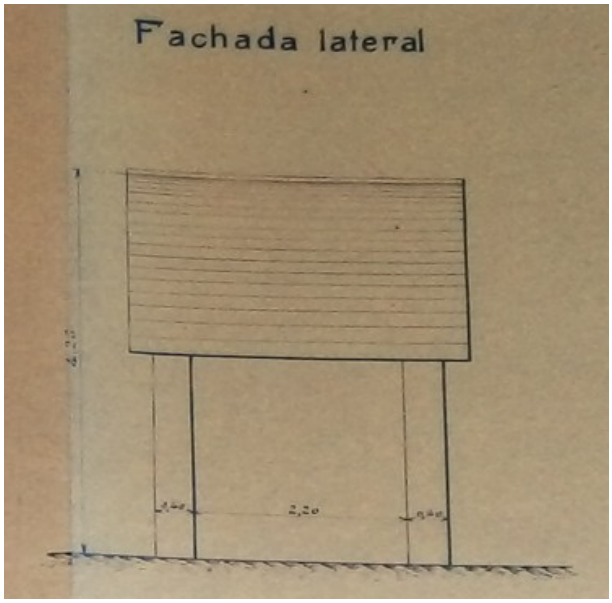
También se encontraban cantinas en las estaciones terminales de Minas de Cala y San Juan de Aznalfarache, dada su importancia operativa, número de trabajadores y volumen de tránsito. Asimismo, existía una cantina en la estación de Zufre, que actuaba como enclave intermedio de referencia y donde confluían también operaciones relacionadas con el ramal de Teuler.

Estos pequeños espacios de servicio y sociabilidad, aunque a menudo olvidados en los estudios técnicos, forman parte del patrimonio inmaterial del ferrocarril, reflejando el modo de vida cotidiano ligado al mundo ferroviario.



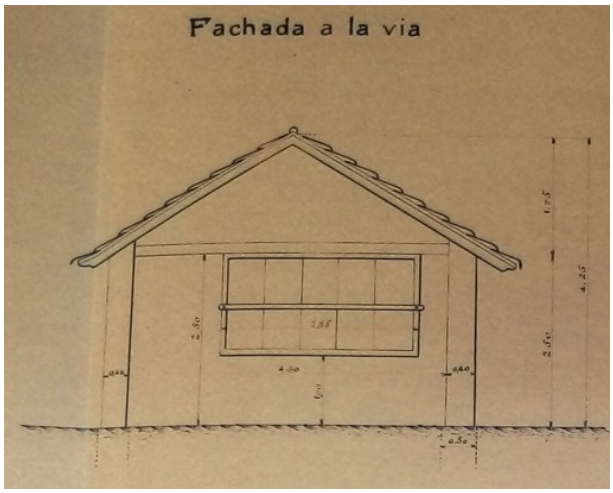
Plano 132: Planta de casilla ferroviaria.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 133: Fachada lateral de casilla ferroviaria.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 134: Fachada a la vía de casilla ferroviaria.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Por otra parte, las posadas eran edificaciones o dependencias vinculadas a algunas estaciones de ferrocarril que ofrecían alojamiento y manutención básica tanto a trabajadores ferroviarios como a pasajeros o arrieros en tránsito. En líneas de carácter rural o industrial como la del ferrocarril de Cala, estas posadas adquirían especial relevancia por la escasa oferta hotelera en muchos de los pequeños núcleos de población a los que daban servicio las estaciones.

Aunque no todas las estaciones disponían de una posada propiamente dicha, era común que en los centros neurálgicos o estaciones intermedias con alta actividad —como Zufre, Ronquillo-Empalme, Minas de Cala o San Juan de Aznalfarache— existiesen espacios habilitados para el descanso del personal ferroviario, especialmente maquinistas, guardafrenos y operarios de mantenimiento que necesitaban pernoctar durante los relevos de servicio. También se beneficiaban de estas instalaciones viajeros que no podían completar su trayecto en una sola jornada o que debían esperar transbordos.

Estas posadas eran generalmente modestas, a menudo integradas dentro del propio recinto ferroviario o en las inmediaciones de la estación, y podían contar con habitaciones colectivas, comedores comunes, cocinas rudimentarias y, en algunos casos, incluso patios o establos donde dejar animales de carga o carros.

En este sentido, las posadas reflejan el papel del ferrocarril como infraestructura vertebradora del territorio, no solo en términos de transporte, sino también como centro de vida social y logística, especialmente en zonas aisladas donde la presencia ferroviaria suponía uno de los pocos puntos de actividad permanente.

Ilustración 109: Posada de la estación de Zufre.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Aparatos de vía

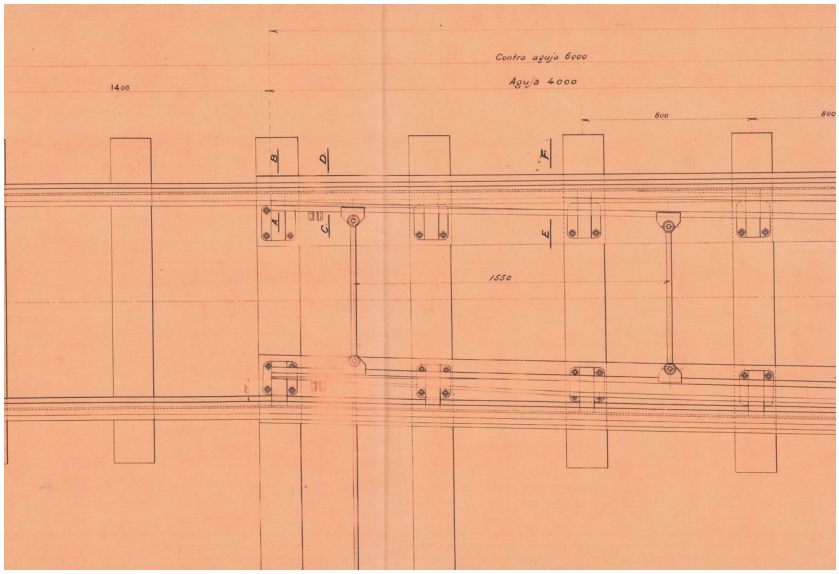
Los aparatos de vía son los elementos que permiten modificar el itinerario de un tren dentro de una red ferroviaria, facilitando el paso de un vehículo de una vía a otra. Estos dispositivos resultaban fundamentales en estaciones, apartaderos, playas de vías o entornos donde fuera necesaria una maniobrabilidad elevada, como talleres o cocheras.

En la línea del ferrocarril de Cala, los aparatos de vía incluían principalmente desvíos o cambios de aguja, cruces y aparatos mixtos, adaptados a la coexistencia de varios anchos de vía. Esto es especialmente relevante en puntos como la estación de Camas, donde confluían líneas de diferente ancho (métrico e ibérico), lo que obligó al uso de vías estuchadas y desvíos combinados. En estos casos, los desvíos estaban compuestos por cuatro carriles —dos interiores para el ancho métrico y dos exteriores para el ancho ibérico—, lo que requería una ingeniería compleja para garantizar una transición segura y funcional.

Estos desvíos eran operados de forma manual, mediante palancas de cambio situadas en garitas o casetas de maniobras, o bien integrados en sistemas de enclavamiento mecánico en estaciones de mayor entidad. En estaciones más pequeñas o con menor tráfico, el manejo se realizaba localmente por el mozo de agujas o el personal de circulación.

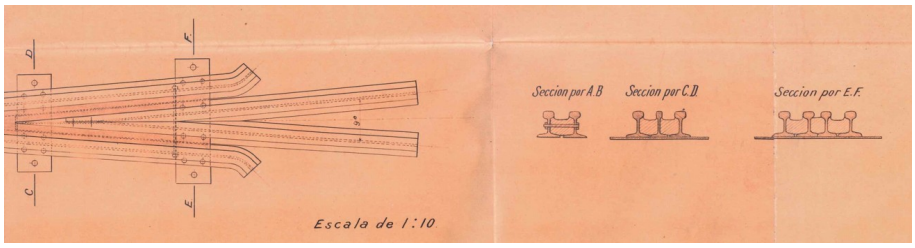
Cabe destacar también la existencia de topes de vía, plataformas giratorias, y otros elementos auxiliares que completaban el sistema ferroviario y facilitaban tanto la circulación como el estacionamiento y el mantenimiento del material rodante.

A continuación, se muestran varios planos detalle sobre aparato de vía tipo, correspondiente al ancho métrico, en el que se pueden apreciar los distintos componentes del sistema: la disposición de los carriles principales, las patillas del desvío, y varios cortes transversales que ilustran con precisión cómo se resolvía el paso de una vía a otra mediante estos dispositivos. Este plano permite comprender mejor el grado de detalle técnico que se aplicaba en la construcción de estos elementos, fundamentales para la operatividad y seguridad del trazado ferroviario.



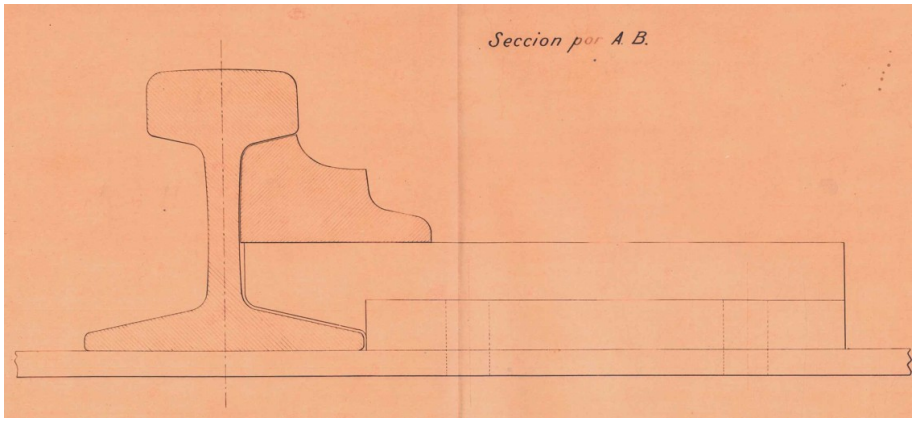
Plano 135: Agujas de aparatos de vía.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



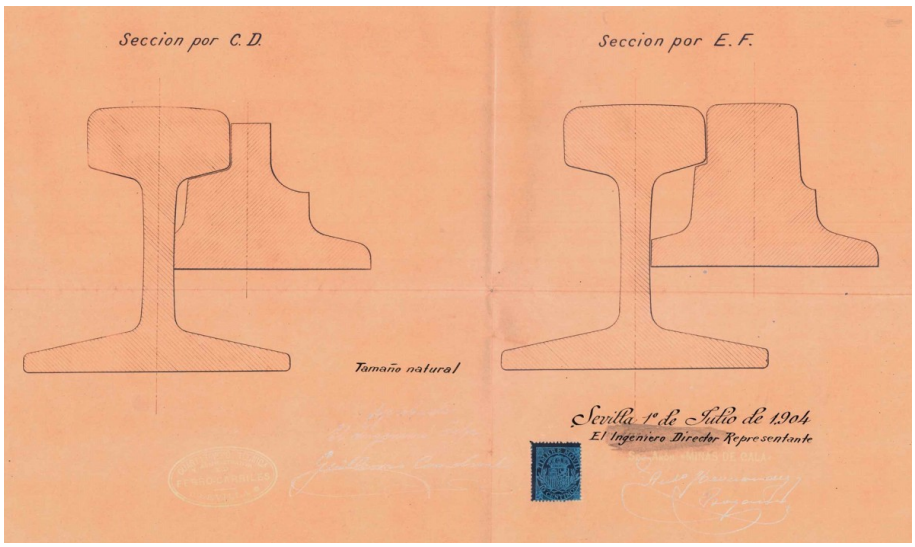
Plano 136: Detalle del corazón metálico de aparato de vía.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 137: Sección transversal de raíles en aparato de vía. A-B.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.



Plano 138: Sección transversal de raíles en aparato de vía. C-D y E-F.

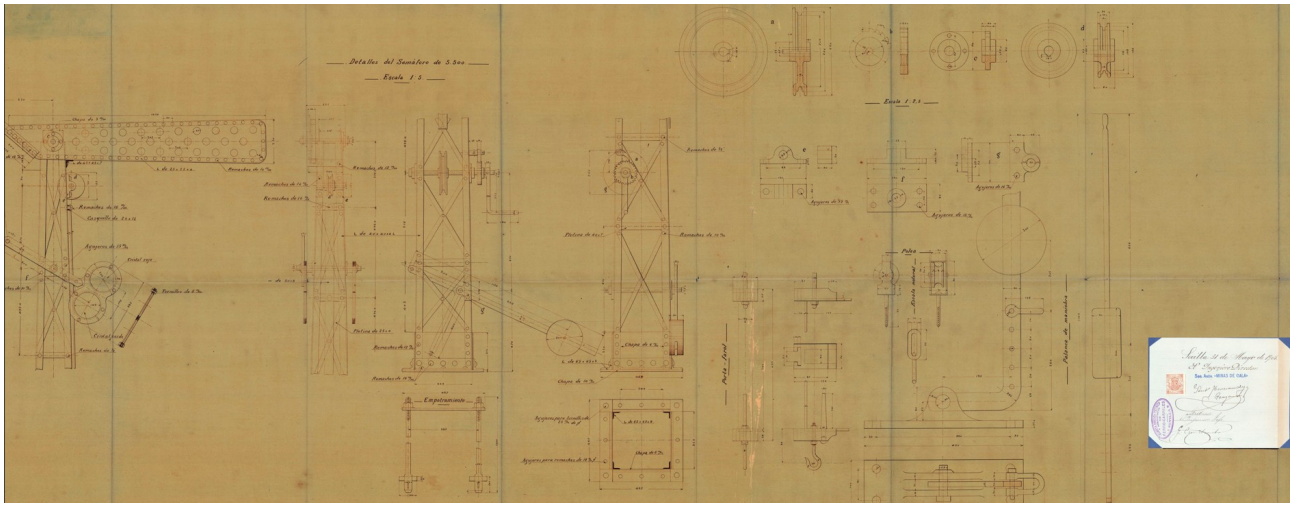
Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Cabe destacar también la existencia de topes de vía y otros elementos auxiliares que completaban el sistema ferroviario y facilitaban tanto la circulación como el estacionamiento y el mantenimiento del material rodante.

Semáforos

Los semáforos ferroviarios eran dispositivos fundamentales para la regulación del tráfico en las líneas férreas, especialmente en aquellas de vía única, como la del ferrocarril de Cala. Su principal función era indicar a los maquinistas si podían avanzar o debían detenerse, basándose en el estado del cantón siguiente, es decir, el tramo de vía entre dos estaciones o puntos de control.

En el ferrocarril de Cala se utilizaban semáforos de brazo mecánico, también conocidos como semáforos de pala, cuya presencia y tipología específica queda recogida en los planos originales que se incluyen en la presente memoria. Estos dispositivos consistían en un mástil vertical con un brazo móvil que se colocaba en posición horizontal para indicar "parada" o en ángulo para señalar "vía libre". Los brazos estaban pintados en colores llamativos (rojo y blanco, principalmente), y estaban equipados con faroles con lentes de colores (rojo y verde) para garantizar su visibilidad tanto de día como de noche.



Plano 139: Detalles de semáforo tipo.

Fuente: Proyecto Original. Archivo Histórico Provincial de Sevilla.

Estos semáforos se accionaban de forma manual desde las casetas de enclavamiento, donde el personal ferroviario —normalmente el jefe de estación o el mozo de agujas— operaba un sistema de palancas mecánicas que permitía cambiar la posición del brazo a distancia mediante varillas y poleas. Todo este sistema se integraba con la red de comunicación telegráfica, cuya infraestructura sigue siendo parcialmente visible gracias a los postes metálicos que recorrían el trazado.

De este modo, las estaciones podían coordinarse eficazmente entre sí, garantizando que ningún tren accediera a un cantón ya ocupado, y permitiendo así una circulación segura en una línea de gran longitud y complejidad orográfica como era la de Cala. Estos sistemas de señalización, aunque rudimentarios desde el punto de vista actual, eran extremadamente eficaces y constituyen uno de los elementos más reconocibles del paisaje ferroviario tradicional.

4.3 Material Rodante

En este apartado se describen de manera general los aspectos más relevantes relacionados con el material rodante que prestó servicio durante la explotación del ferrocarril, incluyendo tanto las locomotoras como los vagones de mercancías y coches de viajeros.

Según consta en una nota publicada en la *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería* (Tomo 58, página 215), con motivo de la Junta General de Accionistas de la Compañía del Ferrocarril de Cala en el año 1.906, se rinde cuenta de la situación operativa y económica de la línea, incluyendo una relación detallada del parque móvil disponible hasta esa fecha.

En concreto, se señala que el material rodante estaba compuesto por:

- Ocho locomotoras grandes (destinadas presumiblemente a la tracción de trenes pesados de mineral).
- Tres locomotoras pequeñas (posiblemente para maniobras o líneas secundarias).
- Un coche salón.
- Cuatro coches mixtos de 1.ª y 2.ª clase para el transporte de viajeros.
- Cuatro furgones para equipajes y paquetería.
- 26 vagones cerrados.
- 6 vagones tipo jaula (posiblemente empleados para el transporte de ganado).
- 32 vagones cuna.
- 25 vagones plataforma.
- 231 vagones tipo “tipping” (vagones volquete), en los que se incluían 50 unidades contratadas a la Sociedad Minera del Castillo de las Guardas.

A esto se sumaba un vagón contraste, utilizado posiblemente para labores de calibración de peso, y se informa que estaban pendientes de entrega dos locomotoras grandes adicionales que se encontraban en proceso de construcción en ese momento.

Este inventario pone de manifiesto la clara orientación minera y logística de la línea, con una abrumadora mayoría de vagones de mercancías frente a los escasos vehículos para transporte de viajeros. El uso de vagones tipping, cuna y plataforma refleja la diversidad de materiales transportados, principalmente mineral en distintas formas, aunque también otros bienes como maquinaria, suministros y animales.

Locomotoras

El ferrocarril de Cala, de vía métrica y con un trazado condicionado por una orografía montañosa y accidentada, necesitaba locomotoras versátiles, robustas y adaptadas tanto al arrastre de trenes de mercancías pesadas como al tráfico mixto de pasajeros. Para ello, la compañía Minas de Cala S.A. recurrió a algunos de los fabricantes más prestigiosos de Europa en el ámbito ferroviario industrial y minero, como Borsig, Orenstein & Koppel y Krauss, los cuales dotaron a la línea de un parque motor variado y eficaz.

La empresa alemana Borsig, fundada en Berlín en 1837 y una de las firmas más destacadas en la historia de la locomoción europea, fue el proveedor más prolífico de la línea. Fabricó buena parte de las primeras locomotoras del ferrocarril de Cala, especialmente aquellas del tipo 0-3-2-T (rodaje habitual en locomotoras tanque de vía estrecha con buena adherencia y capacidad de maniobra). A partir de 1904, Borsig entregó las locomotoras “Conde de Rodas”, “Cala”, “Zufre”, “Ronquillo”, “Guillena”, “Itálica” y “Dominesa”, seguidas por otras con rodaje 1-3-1-T como “Bilbao” y “Camas”, que ofrecían mayor estabilidad y confort para recorridos más largos. Estas máquinas se distinguían por su construcción robusta, buena potencia para el arrastre de minerales y facilidad de mantenimiento. También suministró locomotoras tipo 0-2-0-T para servicios auxiliares o ramales, como “Aznalfarache” o “Minas del Castillo”.

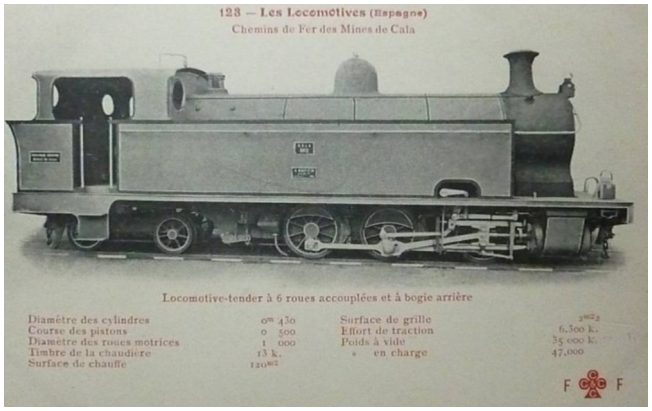


Ilustración 110: Locomotora Borsing 032T

Fuente: Spanish Railways.

Por otro lado, la firma también alemana Orenstein & Koppel, especializada en locomotoras industriales y de pequeño tamaño, participó en la dotación de la línea con locomotoras de configuración más liviana, como la 0-3-0-T o la 0-2-0-T. Estas locomotoras eran ideales para labores de maniobra en estaciones, cocheras, talleres o en los ramales mineros, donde se requería agilidad más que potencia. Un ejemplo representativo es “El Teuler”, construida en 1911, que destaca por su diseño compacto y eficiencia operativa en tramos cortos y exigentes.

Ilustración 111: Locomotora Orestein 020T.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Finalmente, la también prestigiosa Krauss, de origen bávaro, aportó locomotoras de mayor tonelaje tipo “140T”, destinadas a cubrir servicios más exigentes en términos de carga y pendiente. Las locomotoras fabricadas en 1912 por esta empresa —números de fábrica 6700 y 670— estaban diseñadas para afrontar trayectos prolongados con elevadas cargas de mineral, ofreciendo un rendimiento especialmente bueno en tramos con desniveles acusados.

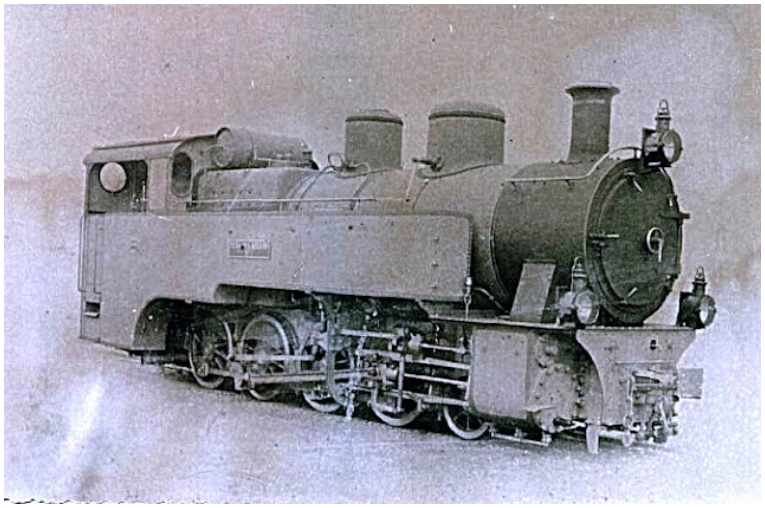


Ilustración 112: Locomotora Krauss 140T.

Fuente: Trenes y tiempos.

Así, se tuvo el siguiente parque móvil de locomotoras:

N.º	NOMBRE	RODAJE	FABRICANTE	AÑO FAB.	Nº FAB.
1	Conde de Rodas	0-3-2-T	Borsig	1904	5318
2	Cala	0-3-2-T	Borsig	1904	5319
3	Zufre	0-3-2-T	Borsig	1904	5320
4	Ronquillo	0-3-2-T	Borsig	1904	5321
5	Guillena	0-3-2-T	Borsig	1904	5322
6	Itálica	0-3-2-T	Borsig	1904	5323
7	Dominesa	0-3-2-T	Borsig	1906	5377
8	Bilbao	1-3-1-T	Borsig	1906	6470
9		1-3-1-T	Borsig	1907	6471
10	Camas	1-3-1-T	Borsig	1911	8027
11	Candelaria	0-3-0-T	Orenstein & Koppel	1921	7683
21		140T	Krauss	1912	6700
22		140T	Krauss	1912	670
31	Aznalfarache	0-2-0-T	Borsig	1904	5377

32	Minas del Castillo	0-2-0-T	Borsig	1906	5902
33	Guadalquivir	0-2-0-T	Borsig	1906	6028
34	Barrenera	0-2-0-T	Borsig	1911	8029
	El Teuler	0-2-0-T	Orenstein & Koppel	1911	4261

Tabla 14: Inventario de locomotoras utilizadas.

En resumen, la selección de locomotoras del ferrocarril de Cala evidencia una planificación técnica cuidada, donde se combinaron modelos de distinta potencia, tracción y peso para cubrir de forma eficaz los distintos retos topográficos y operativos del trazado ferroviario, tanto en línea principal como en ramales y estaciones.

Vagones de mercancías

La naturaleza del ferrocarril de Cala, concebido como línea minera, condicionó profundamente el diseño y la tipología del material remolcado. El transporte prioritario era el del mineral procedente de las minas de Cala, Teuler y Castillo de las Guardas hasta el embarcadero de San Juan de Aznalfarache, por lo que el parque de vagones se adaptó mayoritariamente a cargas pesadas, voluminosas y a granel. Entre los vagones de mercancías destacan:

- Vagones tipo "tipping" (volquete): fabricados por Talleres Mariano de Corral, eran el tipo más numeroso, con un total de 231 unidades registradas en 1.906, muchos de ellos suministrados por la Sociedad Minera del Castillo. Su característica principal era su capacidad de basculamiento lateral o frontal, lo que permitía una descarga rápida del mineral, especialmente útil tanto en los cargaderos de origen como en las estacadas de descarga intermedia o en el embarcadero de San Juan. Su uso estaba claramente orientado al tráfico mineral, siendo el núcleo logístico del ferrocarril. Y contaban con una capacidad de carga de 10-15 toneladas.

Ilustración 113: Vagón volquete simulando descarga.

Fuente: Spanish Railways.

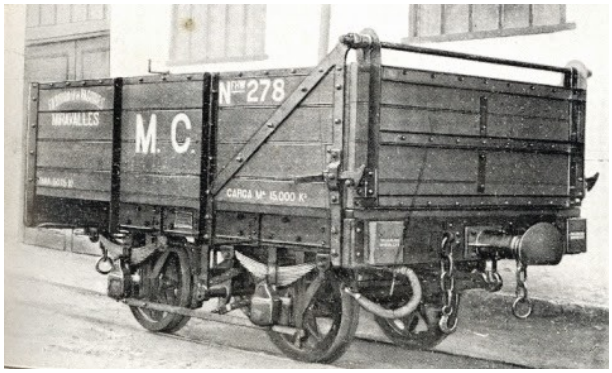


Ilustración 115: Vagón volquete.

Fuente: Spanish Railways.

Ilustración 114: Vagón volquete cargado.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

- Vagones plataforma: con al menos 25 unidades, eran usados para transportar maquinaria, materiales de vía, traviesas, herramientas, sacos u otros elementos de grandes dimensiones no susceptibles de ser contenidos en vagones cerrados. También podían utilizarse de forma ocasional para el traslado de ganado si se adaptaban con barandillas desmontables.

Ilustración 116: Vagón plataforma.

Fuente: Spanish Railways.

- Vagones cerrados: se contabilizan 26 unidades, destinados al transporte de mercancías empaquetadas, enseres, productos agrícolas o manufacturados que requerían cierta protección contra las inclemencias del tiempo. Eran utilizados tanto en los puntos de carga agrícola de la vega del Guadalquivir como en las zonas intermedias del recorrido.

Ilustración 117: Vagón cerrado.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

- Vagones jaula: existían 6 unidades de este tipo, especialmente diseñadas para el transporte de animales vivos. Disponían de barrotes y ventilación, lo que permitía llevar desde reses menores (ovejas, cabras) hasta ganado mayor en trayectos relativamente cortos. Este tipo de vagón muestra la vocación mixta del ferrocarril, dando servicio también al sector agropecuario del entorno.

Ilustración 118: Vagón jaula.

Fuente: Spanish Railways.

- Vagones cuna: con 32 unidades, estaban preparados para el transporte de grandes bloques o elementos cilíndricos, como tubos, vigas, bobinas o piezas de maquinaria. La "cuna" central de su chasis les permitía sujetar la carga de forma estable, lo que facilitaba su traslado en los tramos de mayor pendiente o curva cerrada del recorrido.
- Vagón contraste: figura en el inventario un único vagón de este tipo. Se trataba probablemente de un vagón especial, usado para comprobar pesos en básculas o para pruebas de resistencia y carga dentro de la línea. Su existencia revela la atención técnica al control del tráfico y la seguridad de la explotación.

En conjunto, el parque de vagones del ferrocarril de Cala refleja una clara especialización minera, pero también una diversidad operativa que permitía atender necesidades logísticas adicionales, propias del territorio por el que discurría la línea. Esta combinación de eficiencia técnica y flexibilidad funcional fue clave en la durabilidad del servicio y su impacto territorial.

Coches de pasajeros

Aunque el ferrocarril de Cala tuvo una vocación eminentemente minera, su trazado contempló también un uso mixto que incluyó el transporte de viajeros, bien fueran operarios de las minas, trabajadores de los entornos rurales o ciudadanos que se desplazaban entre núcleos del interior y la capital. Esta función de servicio público quedó reflejada en la dotación de material rodante para pasajeros, adaptado a las dimensiones y particularidades de la línea.

- Coches mixtos de 1ª y 2ª clase: en el inventario de 1.906 se mencionan cuatro unidades de coches mixtos que ofrecían plazas tanto de primera como de segunda clase. Estos coches eran de pequeño formato, con acceso lateral mediante plataformas abiertas, asientos de madera, ventanas correderas y estructura adaptada al ancho métrico. La disposición mixta era común en líneas rurales o de baja densidad, permitiendo optimizar el espacio y ofrecer un servicio básico, pero diferenciado, a los distintos tipos de viajeros. Su uso era habitual en las estaciones más próximas a núcleos habitados como Guillena, Santiponce o San Juan, así como en servicios internos para el personal de explotación.

Ilustración 119: Coche de pasajeros de 1ª y 2ª clase.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

- Coches mixtos de 1ª, 2ª y 3º clase: además, existió un vagón mixto de tres clases, que condensaba en un solo vehículo el abanico completo de clases sociales ferroviarias. Este tipo de coche, más raro en líneas principales, era sin embargo muy útil en líneas secundarias como la de Cala, donde la demanda era limitada pero diversa. Permitía dar cobertura tanto a pasajeros de mayor poder adquisitivo como a obreros, sin necesidad de multiplicar unidades.

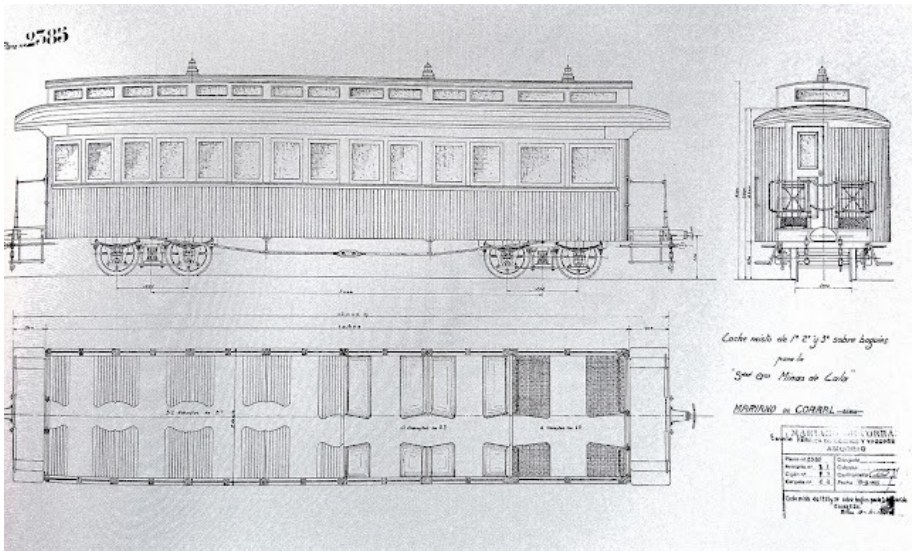


Ilustración 120: Coche mixtos de 1ª, 2ª y 3ª clase.

Fuente: Trenes y tiempos.

- Furgones: existían cuatro unidades, cuya función era doble: transporte de equipaje y paquetería, y espacio reservado para el jefe de tren. Estos furgones acompañaban tanto a los coches de pasajeros como a los convoyes mixtos. Contaban con puertas de doble hoja, ventanillas pequeñas y compartimento cerrado para el guarda o interventor. Su inclusión reafirma el carácter mixto de la línea y su mínima pero presente infraestructura de apoyo al tráfico de personas.

Ilustración 121: Furgón.

Fuente: Trenes y tiempos.

- Coche salón: Especial mención merece la existencia de un coche salón, reflejado también en los documentos de la junta de accionistas de 1.906. Este tipo de coche, de carácter excepcional, estaba destinado a altos cargos de la compañía, ingenieros o visitas institucionales. Contaba con un interior más lujoso, probablemente compartimentado, con asientos tapizados, iluminación interior, y posiblemente un pequeño escritorio o salón para reuniones. Su presencia evidencia el interés por dotar a la línea de cierta representación institucional y capacidad para realizar inspecciones de forma cómoda.

A pesar de su número reducido, estos vehículos permitieron mantener una comunicación territorial básica entre zonas rurales y urbanas, y ofrecieron una alternativa de transporte en una época donde las comunicaciones por carretera eran escasas o deficitarias. Así, los coches de pasajeros del ferrocarril de Cala, modestos pero funcionales, representan una dimensión social poco visible pero fundamental dentro de un sistema ferroviario eminentemente minero.

Por último, se muestras varias imágenes sobre las composiciones más típicas que recorrían la línea.

Ilustración 122: Composición de coches de pasajeros en estación de San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Ilustración 123: Composición de coches de pasajeros más vagones vagones volquete.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Ilustración 124: Composición de vagones volquetes en San Juan de Aznalfarache.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

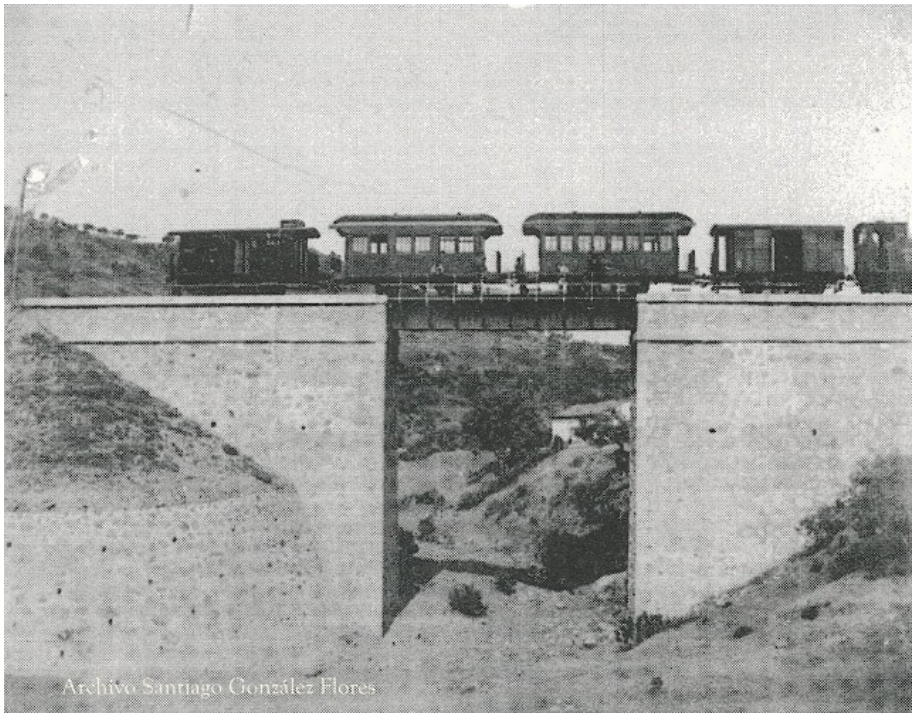


Ilustración 125: Típica composición de tren sobre el arroyo Molinillo.

Fuente: Archivo de D. Santiago González Flores.

5 PATRIMONIO DEL FERROCARRIL DE CALA AL GUADALQUIVIR

El antiguo ferrocarril minero de Cala al Guadalquivir constituye hoy un conjunto de bienes de alto interés histórico, técnico y cultural andaluz, siendo un ejemplo excepcional de ingeniería ferroviaria vinculada al desarrollo económico de principios del siglo XX. Concebido y ejecutado por la compañía *Sociedad Anónima Minas de Cala*, esta infraestructura articulaba un corredor logístico entre las minas de Cala, en la Sierra Morena occidental (Huelva), y el puerto fluvial de San Juan de Aznalfarache, en el entorno metropolitano de Sevilla. Más allá de su función original como eje de transporte mineral, el ferrocarril representa un sistema complejo de transformación del paisaje, que integra elementos técnicos, culturales y sociales característicos del modelo industrial de la época.

Su trazado, aún reconocible en muchos puntos del territorio, constituye por sí mismo un valor patrimonial de primer orden. Pensado con gran pericia topográfica, el itinerario discurre adaptándose a la morfología del terreno a través de los valles de los ríos Ribera de Hierro, Huelva y Cala, evitando pendientes pronunciadas y recurriendo a curvas de distinto radio. Esta estrategia no solo facilitó el tránsito de locomotoras de vapor con tracción limitada, sino que permitió una mínima alteración del entorno, integrando el ferrocarril de forma armónica en el paisaje serrano. A medida que la línea abandonaba la zona montañosa y se aproximaba a la Vega del Guadalquivir, el trazado se acomodaba a un relieve más suave mediante estructuras hidráulicas menores y pasos a distinto nivel, manteniendo siempre una lógica funcional coherente y eficaz.

El valor del ferrocarril de Cala no se limita al trazado, sino que se manifiesta también en el conjunto de sus infraestructuras y elementos constructivos, muchos de los cuales han llegado a nuestros días. Entre ellos destacan los puentes metálicos con celosías hiperestáticas —como el Puente del Burro —, los pontones de ladrillo y mampostería como los del Cucharero, Palmareto o el del Hoyo, las estaciones de Cala, La Junta o El Gergal, las casillas, los pasos superiores e inferiores, las alcantarillas y tajeas. Esta diversidad estructural responde a una lógica unitaria: reproducir los patrones técnicos y funcionales del modelo ferroviario británico, adaptado a las condiciones del medio andaluz y a las exigencias de la explotación minera.

La singularidad técnica de estas infraestructuras se refleja en soluciones avanzadas para su tiempo, como el uso de apoyos metálicos sobre rodillos según los principios de la teoría de Hertz, o la utilización de perfiles modulares estandarizados para facilitar el montaje y el mantenimiento. Al mismo tiempo, las obras de fábrica más tradicionales muestran un dominio pleno del uso de materiales locales, integrando ladrillo visto, piedra labrada o encachado de mampostería en estructuras de drenaje y contención que revelan una alta calidad constructiva y un respeto por el entorno. En su conjunto, estos elementos constituyen un ejemplo sobresaliente de patrimonio industrial lineal, caracterizado por su coherencia tipológica, su adecuación territorial y su carga simbólica.

Pero el valor patrimonial del ferrocarril de Cala no se agota en su dimensión técnica. Su presencia en el territorio transformó la estructura social y económica de las comarcas que atravesaba. En torno a las estaciones surgieron nuevos núcleos de población, espacios de sociabilidad obrera y dinámicas

laborales asociadas tanto al trabajo ferroviario como a la actividad minera. En este sentido, el ferrocarril actuó como agente de modernización y articulación territorial, promoviendo una forma específica de ocupación del espacio y de organización del trabajo que dejó una huella indeleble en las comunidades locales. Este legado, tangible e intangible, forma parte de la identidad colectiva de muchos municipios vinculados históricamente al trazado ferroviario.

Todo ello encaja con lo dispuesto en la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía, que reconoce como parte integrante del patrimonio cultural andaluz aquellos bienes inmuebles, muebles, infraestructuras y paisajes vinculados con la historia técnica y económica del territorio. En virtud de sus artículos 6 y 7, el ferrocarril de Cala reúne sobradamente las condiciones para ser declarado como Lugar de Interés Industrial, figura jurídica que permitiría activar su protección legal, favorecer su conservación preventiva, e impulsar su integración en programas de reutilización cultural, educativa o turística, como vías verdes, rutas patrimoniales o museos del territorio.

El estado de conservación de buena parte de sus estructuras, su visibilidad en el paisaje rural y su potencial como recurso de desarrollo local refuerzan esta propuesta. Además, la ley prevé que cualquier administración, entidad académica o asociación ciudadana pueda promover expedientes de protección, lo que abre la puerta a procesos participativos de reconocimiento y valorización de este legado. El ferrocarril de Cala no es solo una obra del pasado, sino una infraestructura viva, cuya memoria técnica y social permanece inscrita en el territorio, esperando ser reactivada como parte de una nueva cultura del patrimonio industrial andaluz.

Reconocer esta línea ferroviaria como Lugar de Interés Industrial supone no solo dar cumplimiento a una obligación legal de conservación, sino también asumir un compromiso ético con la historia, la técnica y la identidad de Andalucía. Salvaguardar este conjunto significa proteger una narrativa esencial de la relación entre el ser humano, el paisaje y la industria, y abrir nuevas posibilidades para la educación, el turismo sostenible y la cohesión territorial.

5.1 Patrimonio Inmueble Industrial.

Al amparo de lo establecido en la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía, y en particular de lo recogido en su Título III, Capítulo I, relativo a la clasificación y ámbito de los Bienes de Interés Cultural, se entiende como Lugar de Interés Industrial aquellos parajes, espacios, construcciones o instalaciones vinculados a modos de extracción, producción, comercialización, transporte o equipamiento que merezcan ser preservados por su relevante valor industrial, técnico o científico. Por ende, a la luz de esta definición, se plantea la protección como Bien de Interés Cultural, con la clasificación de Lugar de Interés Industrial, el conjunto patrimonial inmueble aún identificable o recuperable localizado en los términos municipales de Cala, Zufre, El Ronquillo, Guillena, Salteras, Santiponce, Camas, Tomares y San Juan de Aznalfarache, asociados al Ferrocarril de Minas de Cala a San Juan de Aznalfarache, conformado por la plataforma ferroviaria y las infraestructuras singulares.

En base a ello, por un lado, se tiene la propia plataforma ferroviaria que sea identificable, o recuperable si la ocupación de la misma es indebida. Para ello, se expone a continuación un inventario con una columna Estado que indica su estado actual y si se considera protegible o no, dicho inventario debe considerarse orientativo y completarse con la correspondiente investigación

conjunta con las administraciones locales para determinar el estado real y si es protegible o no. De tal modo que:

- **Son protegibles a priori** los tramos que figuran en el inventario con el *Estado Visible* o *Labrado*.
- **Se descartan** aquellos tramos con el *Estado*:
  - *Urbano/Infraestructuras públicas*, son tramos que han sido ocupados o integrados en suelo urbano o infraestructuras públicas, generalmente de comunicación como carreteras o autovías.
  - *Irrecuperable*, son tramos que han sido ocupados o destruidos por actividades autorizadas, como la minería.
  - *Sumergido*, son tramos sumergidos por embalses.

Así, para mayor claridad, se especifica de manera previa en esta tabla el sentido de la columna Estado del inventario del trazado.

Estado	Descripción
Visible	Se conserva la plataforma ferroviaria, o no se conserva pero el espacio que ocupó se puede identificar con facilidad y no está ocupado por usos incompatibles con las instrucciones particulares. Puede estar cruzada por caminos y carreteras secundarias.
Labrado	La plataforma está destruida ocupada por cultivos u otras actividades que no la han sepultado o levantado edificaciones, presumiblemente de forma irregular, puesto que no se revirtió y su titular debe ser el Estado.
Urbano/Infr. Pública	La plataforma está destruida y ocupada por suelo urbano e infraestructuras públicas, normalmente carreteras.
Irrecuperable	La plataforma ha sido destruida o sepultada por actividades autorizadas, como la minería.
Sumergido	La plataforma está sumergida y/o destruida en algún pantano o por el desvío de algún río.

Tabla 15: Tipos de estado para el inventario del trazado.

INVENTARIO DEL TRAZADO SOBRE LAS PARCELAS CATASTRALES

Empieza	Termina	Longitud	Estado	Parcela	Municipio	Observaciones
0	0,1	0,1	Irrecuperable	21016A01200030	Cala	
0,1	0,1	0	Irrecuperable	21016A01209010	Cala	
0,1	3,3	3,2	Urbano/Infr. Pública	21016A01209005	Cala	Como carretera HV-3126 hasta el km 2
3,3	3,3	0	Visible	21016A01209016 / 21016A00909001	Cala	
3,3	5,7	2,4	Visible	21016A00909005	Cala	300 metros más paralela a la siguiente
5,7	5,9	0,2	Visible	21016A00909005 / 21078A00309004	Cala y Zufre	Paralela a la anterior
5,9	6,7	0,8	Urbano/Infr. Pública	21078A00300052	Zufre	Como carretera HV-3126
6,7	6,7	0	Visible	21078A00309006	Zufre	
6,7	11,2	4,5	Visible	21078A00409002	Zufre	Pequeños trozos en 21078A00400003, 21078A00400001, 21078A00400003 por estar mal trazada la 21078A00409002
11,2	11,5	0,3	Visible	21078A00409009	Zufre	
11,5	11,5	0	Visible	21078A00409006 / 21078A00509005	Zufre	
11,5	12,8	1,3	Visible	21078A00509013	Zufre	
12,8	12,8	0	Visible	21078A00509012 / 21078A04009001		
12,8	16,5	3,7	Visible	21078A04009002	Zufre	
16,5	17,1	0,6	Visible	2P21078M01ZFRE / 21078A04000008	Zufre	Alternando ambas parcelas
17,1	17,5	0,4	Visible	21078A04000026	Zufre	
17,5	17,6	0,1	Sumergido	2P21078M01ZFRE	Zufre	
17,6	17,7	0,1	Visible	21078A04100042		

Empieza	Termina	Longitud	Estado	Parcela	Municipio	Observaciones
17,7	19,2	1,5	Sumergido	2P21078M01ZFRE	Zufre	
19,2	20,1	0,9	Sumergido	21078A04100042	Zufre	
20,1	25,5	5,4	Sumergido	2P21078M01ZFRE	Zufre	
25,5	25,7	0,2	Sumergido	21078A01300023	Zufre	Túnel anegado bajo tierra que emerge
25,7	29,2	3,5	Sumergido	2P21078M01ZFRE	Zufre	
29,2	32,3	3,1	Visible	21078A01309026	Zufre	Trozos en 21078A01300162, 21078A01309019, 21078A01300137, 21078A01309021, 21078A01300138, 21078A01300187, 21078A04600019 por estar mal trazada la 21078A01309026
32,3	32,7	0,4	Visible	21078A04609002	Zufre	
32,7	33,1	0,4	Visible	21078A04600019	Zufre	Túnel
33,1	34,4	1,3	Visible	21078A04609006	Zufre	Tozos en 21078A04600002, 21078A04600019, 21078A04600026, 21078A04600005 por estar mal trazada la 21078A04609006
34,4	38,5	4,1	Visible	21078A01509006	Zufre	Trozos en 21078A01500009, 21078A01500004, 21078A01500011, 21078A01500025, 21078A01500029, 21078A01500047, 21078A01500052, 21078A01500051 por estar mal trazada la 21078A01509006.
38,5	38,6	0,1	Visible	41083A00809004	El Ronquillo	Atraviesa DPH de arroyo 100 metros
38,6	41	2,4	Visible	41083A00800062	El Ronquillo	
41	41,1	0,1	Visible	2P41031P03MINI	El Ronquillo	
41,1	42,1	1	Visible	41083A00800062	El Ronquillo	

Empieza	Termina	Longitud	Estado	Parcela	Municipio	Observaciones
42,1	42,1	0	Visible	41083A00709002	El Ronquillo	
42,1	42,3	0,2	Visible	41083A00700001	El Ronquillo	
42,3	42,3	0	Visible	41083A00709003	El Ronquillo	
42,3	48	5,7	Visible	41083A00700058	El Ronquillo	Pequeños trozos en 2P41031P03MINI
48	48	0	Visible	41083A00709005	El Ronquillo	Paso N-630
48	48,6	0,6	Visible	41083A00700056	El Ronquillo	
48,6	48,9	0,3	Visible	41049A00109006	Guillena	
48,9	49,2	0,3	Visible	41049A00109019	Guillena	Túnel bajo autopista.
49,2	61,1	11,9	Visible	41049A00109007	Guillena	Trozos en 41049A00100030, 41049A00100006, 41049A00100021, 41049A00100029, 41049A00100180, 41049A00100180, 41049A00100040, 41049A00100019, 41049A00109014, 41049A00100038 por estar mal trazada la 41049A00109007
61,1	61,4	0,3	Visible	41049A00109007 / 41049A00209019	Guillena	Parcelas paralelas
61,4	61,6	0,2	Visible	41049A00100011	Guillena	
61,6	62	0,4	Sumergido	2P41049M01GUIL	Guillena	Un trozo en la 41049A00100011
62	62,1	0,1	Visible	41049A01100011	Guillena	
62,1	62,3	0,2	Visible	41049A01100126	Guillena	
62,3	65,7	3,4	Visible	41049A01200001	Guillena	Trozos en 41049A01200002, la divisoria debe ser el trazado, pero está mal trazada
65,7	65,8	0,1	Visible	41049A01209006	Guillena	
65,8	71,8	6	Sumergido	2P41049M01GERG	Guillena	

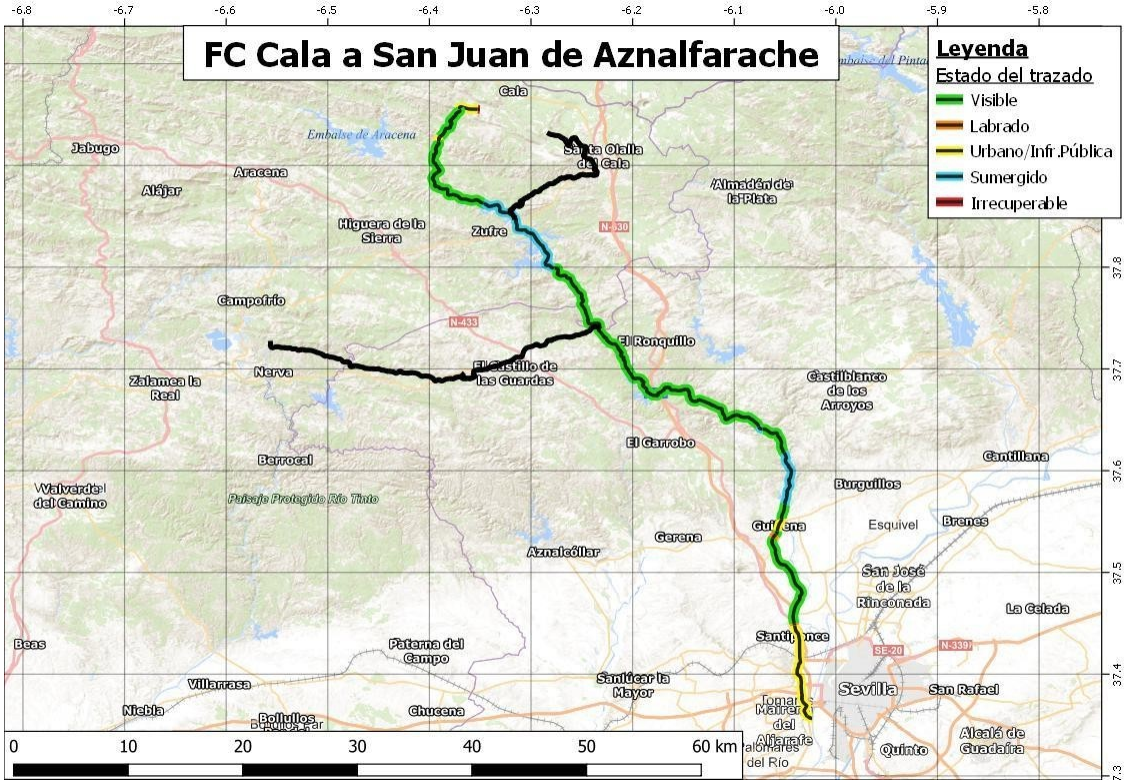
Empieza	Termina	Longitud	Estado	Parcela	Municipio	Observaciones
71,8	72,2	0,4	Visible	41049A01200100	Guillena	
72,2	73,5	1,3	Visible	41049A01209014	Guillena	Parcela 9000
73,5	74,8	1,3	Urbano/Infr. Pública	Urbano	Guillena	Núcleo urbano
74,8	75,2	0,4	Visible	41049A01409003	Guillena	Últimos 100 m labrado
75,2	75,3	0,1	Labrado	41049A01400009	Guillena	Labrado
75,3	75,4	0,1	Labrado	41049A01409011	Guillena	Labrado
75,4	75,4	0	Labrado	41049A01409509	Guillena	Labrado
75,4	77	1,6	Visible	41049A01409010	Guillena	Primeros 200 m labrado Trozos en 41049A01400046 por estar mal trazada
77	77,2	0,2	Urbano/Infr. Pública	41049A00709002	Guillena	Cruce de carretera
77,2	78,9	1,7	Visible	41049A00709009	Guillena	
78,9	78,9	0	Visible	41049A00709008	Guillena	
78,9	79,9	1	Visible	41049A00709010	Guillena	
79,9	81,1	1,2	Visible	41085A00509001	Salteras	
81,1	81,1	0	Visible	41085A00509003	Salteras	
81,1	83,5	2,4	Visible	41085A00709001	Salteras	Trozo en 41085A00500003, 41085A00700032, por estar mal trazada
83,5	83,8	0,3	Visible	41085A00500025	Salteras	Por estar mal trazada la 41085A00709001
83,8	84,1	0,3	Visible	41085A00500019	Salteras	Por estar mal trazada la 41085A00709001
84,1	84,1	0	Visible	41085A00709011	Salteras	
84,1	85	0,9	Visible	41085A00500020	Salteras	Por estar mal trazada la

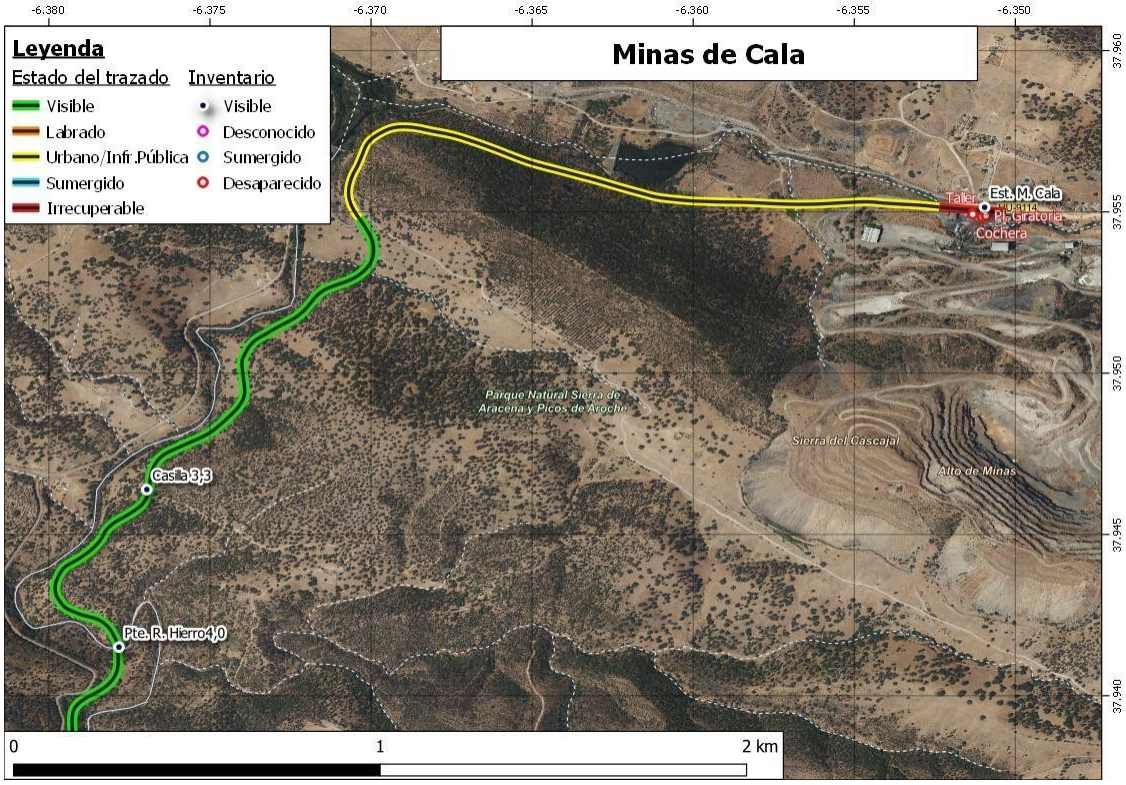
Empieza	Termina	Longitud	Estado	Parcela	Municipio	Observaciones
						41085A00709001
85	85,1	0,1	Visible	41085A00500021	Salteras	
85,1	85,1	0	Visible	41085A00509011	Salteras	Cruce por debajo de A-8079
85,1	85,6	0,5	Visible	41085A00600008	Salteras	Camino y estación de bombeo
85,6	85,6	0	Visible	41085A00609021	Salteras	
85,6	85,7	0,1	Visible	41085A00600010	Salteras	
85,7	86,1	0,4	Visible	41089A00409010	Santiponce	Zona y cruce A-66
86,1	86,1	0	Labrado	41089A00400014	Santiponce	Labrado
86,1	86,2	0,1	Labrado	41089A00400159	Santiponce	Labrado
86,2	86,2	0	Labrado	41089A00400019	Santiponce	Labrado
86,2	88,5	2,3	Urbano/Infr. Pública	41089A00409003 / Urbano	Santiponce	N-630 y urbano
88,5	89,4	0,9	Urbano/Infr. Pública	Sin referencia	Valencina de la Concepción	N-630 lateral derecho sin usar
89,4	90,6	1,2	Urbano/Infr. Pública	Sin referencia / 41021A00209003	Camas	N-630 lateral derecho, hay parcelas con el espacio sin usar
90,6	94,3	3,7	Urbano/Infr. Pública	Urbano	Camas	Urbano
94,3	94,8	0,5	Urbano/Infr. Pública	Urbano	Tomares	Urbano
94,8	96,6	1,8	Urbano/Infr. Pública	Urbano	San Juan de Aznalfarache	Urbano
96,6	97,3	0,7	Urbano/Infr. Pública	3491014QB6339S / 3690026QB6339S	San Juan de Aznalfarache	Embarcaderos

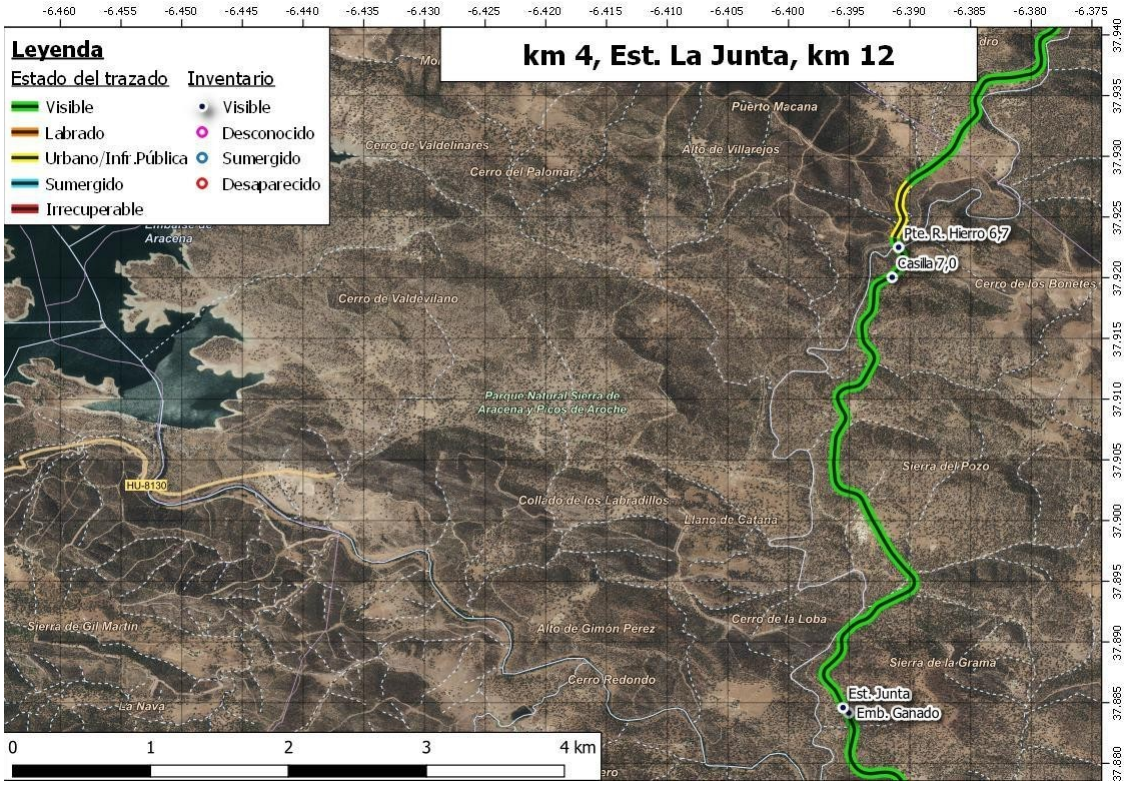
Tabla 16: Inventario del trazado.

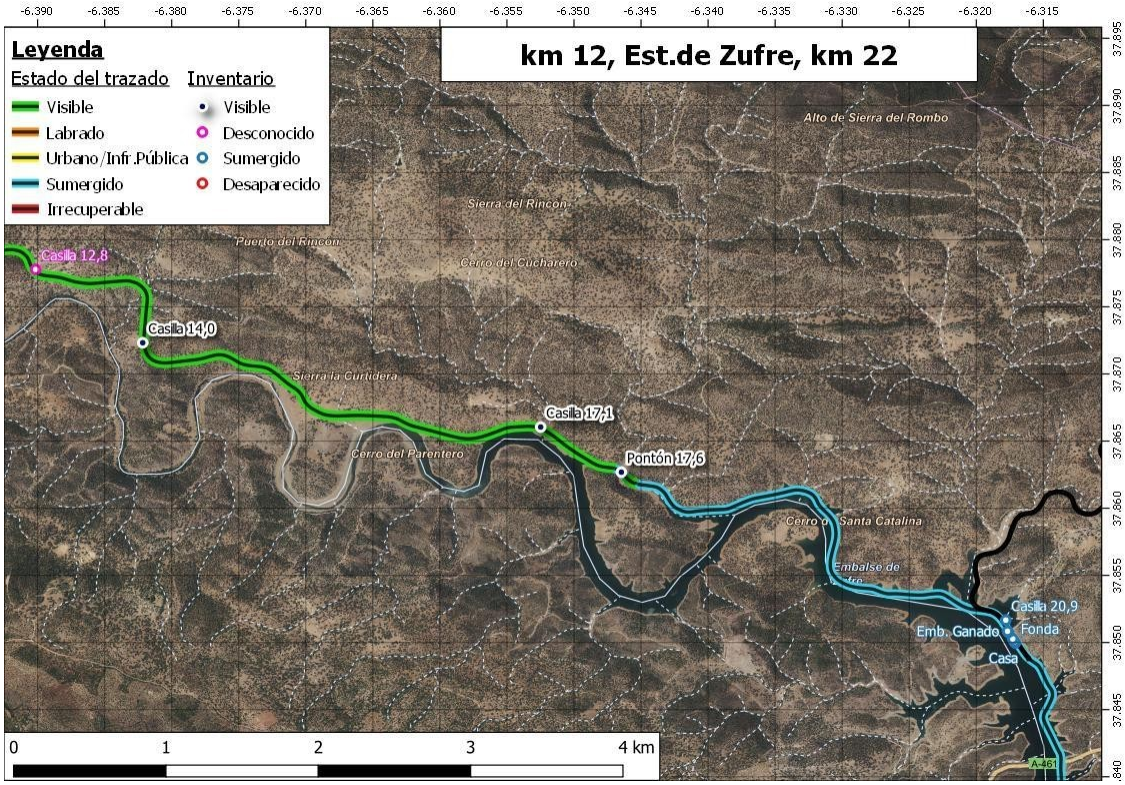
A continuación, y con el fin de aportar una mayor claridad expositiva al conjunto de este epígrafe, se presenta una cartografía que recoge de manera ilustrativa el trazado completo del ferrocarril inventariado anteriormente, así como las infraestructuras singulares asociadas al mismo y que se describen con mayor detalle en el inventario que sigue a esta representación.

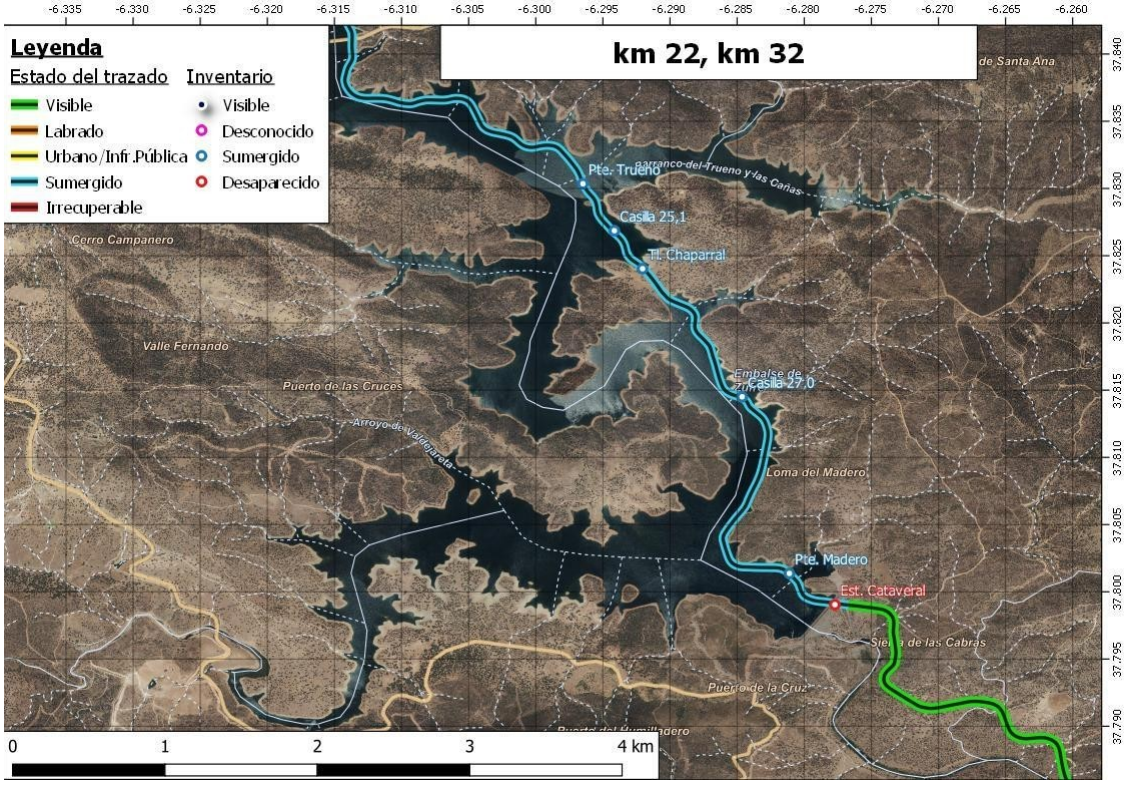
Esta cartografía se ha situado estratégicamente, entre ambos inventarios, con el objetivo de ofrecer al lector una visión más dinámica y menos lineal del contenido, permitiéndole visualizar de forma integrada lo ya analizado y anticipar lo que se desarrollará a continuación. De este modo, se facilita una mejor comprensión del conjunto patrimonial al que se hace referencia, reforzando el vínculo entre la documentación escrita y su reflejo espacial sobre el territorio.

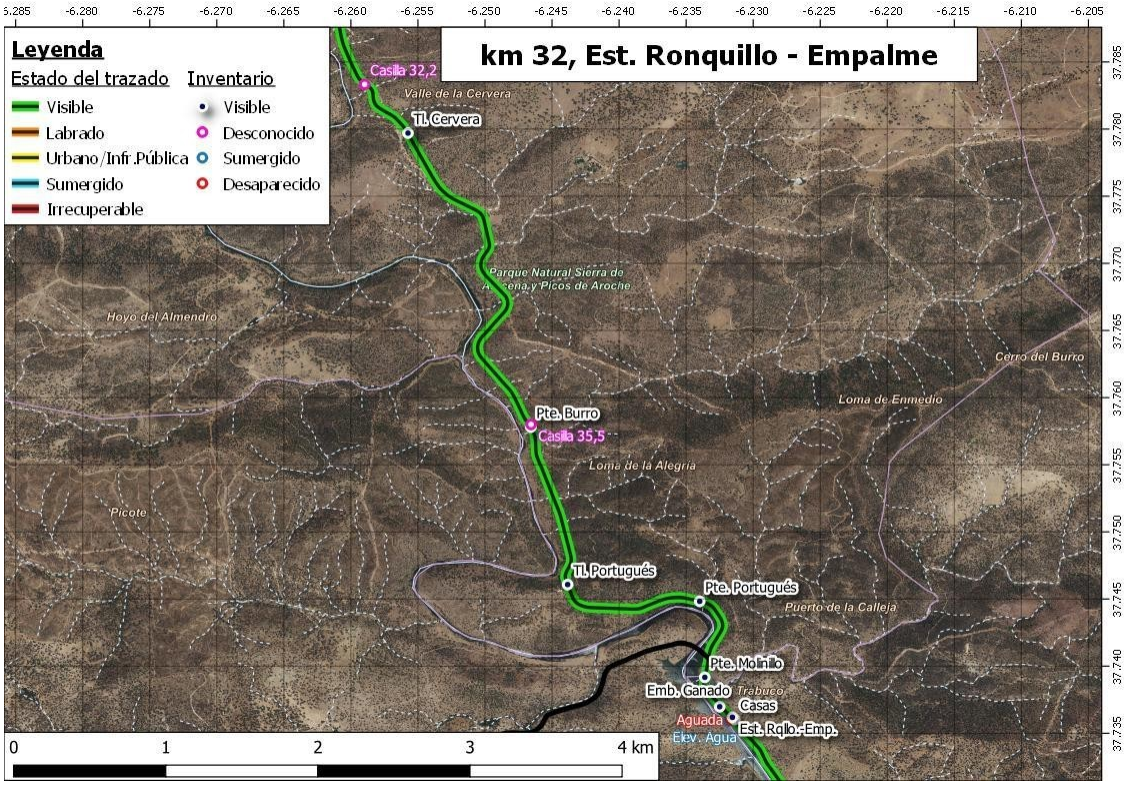


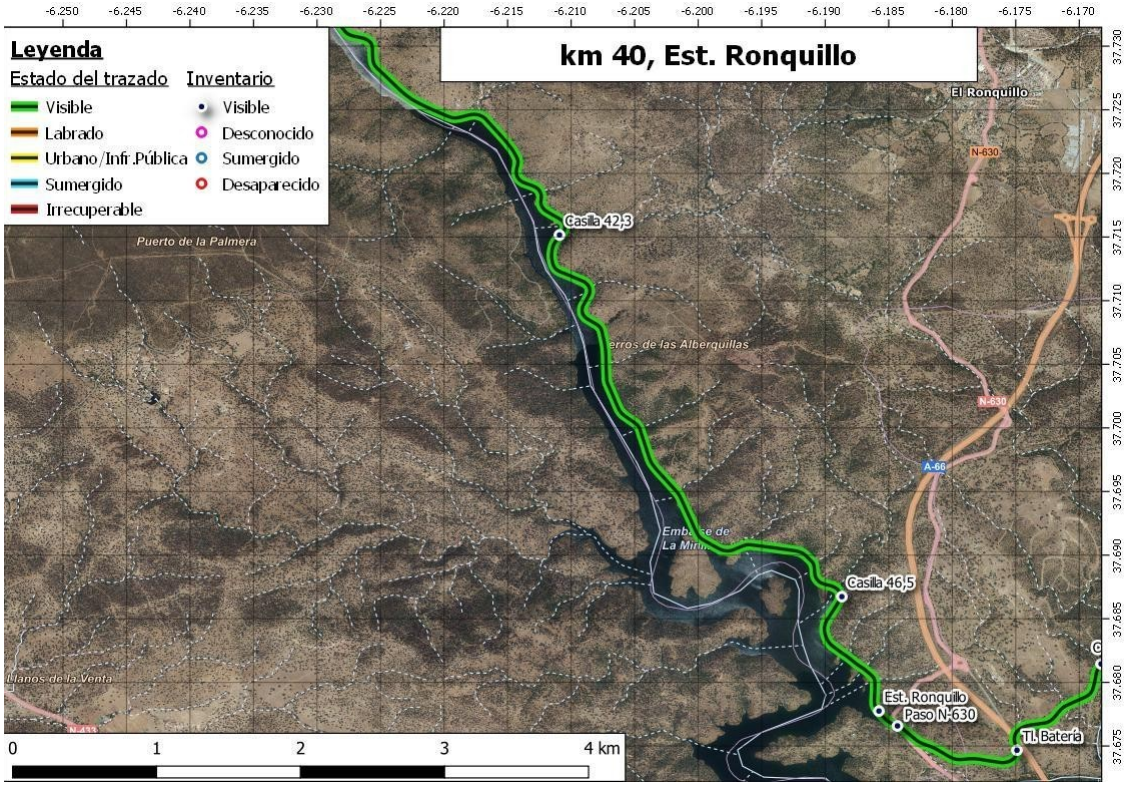

Minas de Cala
Leyenda
Estado del trazado
Visible
Labrado
Urbano/Infr.Pública
Sumergido
Irrecuperable
Inventario
Visible
Desconocido
Sumergido
Desaparecido
Est. M. Cala
Cochera
Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche
Sierra del Cascajal
Alto de Minas
Casilla 3,3
Pte. R. Hierro 4,0
0
1
2 km

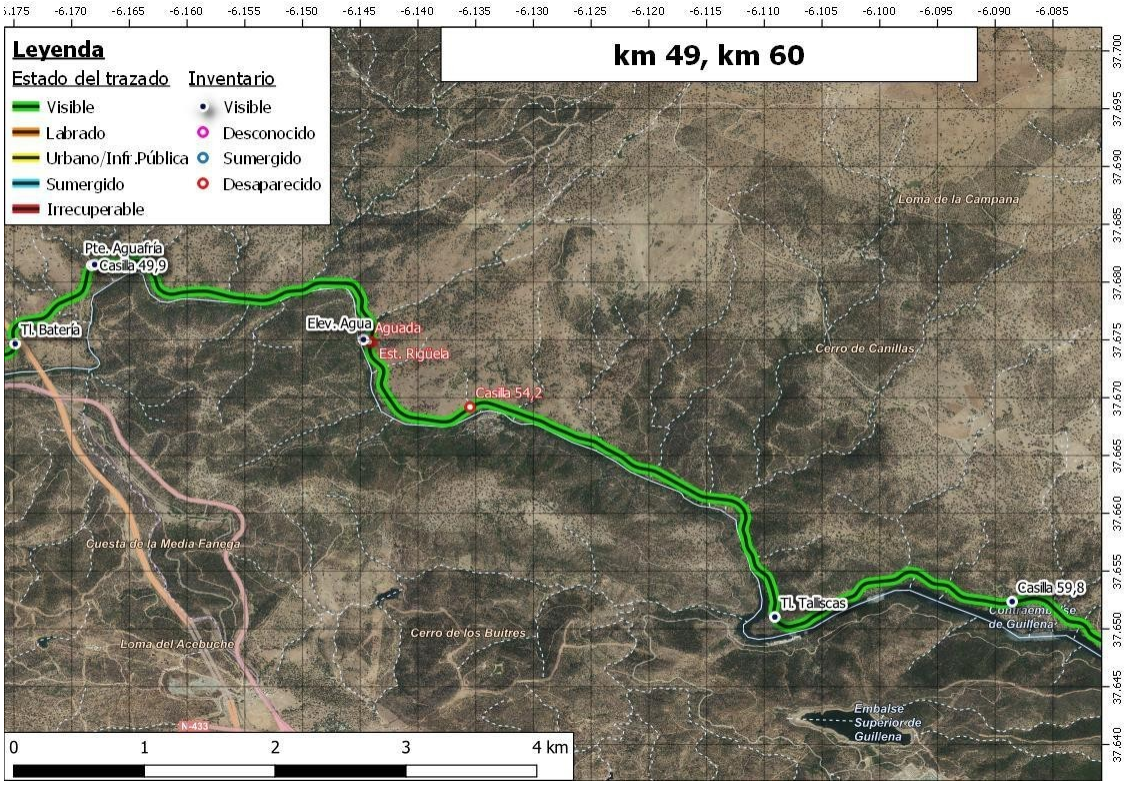

km 4, Est. La Junta, km 12
Leyenda
Estado del trazado
Visible
Labrado
Urbano/Infr.Pública
Sumergido
Irrecuperable
Inventario
Visible
Desconocido
Sumergido
Desaparecido
Puèrto Macana
Cerro de Valdelinares
Alto de Villarejos
Cerro del Palomar
Aracena
Pte. R. Hierro 6,7
Casilla 7,0
Cerro de los Bonetes
Cerro de Valdevilano
Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche
Sierra del Pozo
HU-8130
Collado de los Labradillos
Llano de Catana
Sierra de Gil Martin
Alto de Gimón Perez
Cerro de la Loba
Sierra de la Grama
Cerro Redondo
La Nava
Est. Junta
Emb. Ganado
0
1
2
3
4 km

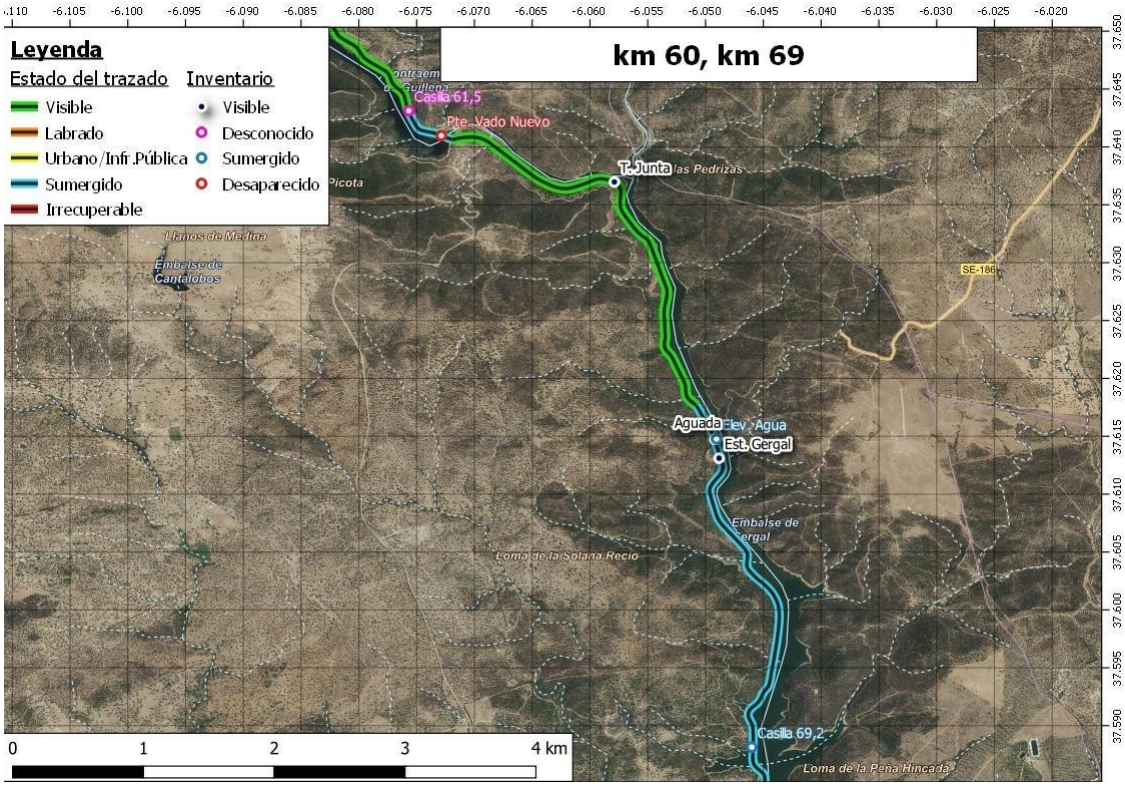

km 12, Est.de Zufre, km 22
Leyenda
Estado del trazado
Visible
Labrado
Urbano/Infr.Pública
Sumergido
Irrecuperable
Inventario
Visible
Desconocido
Sumergido
Desaparecido
Alto de Sierra del Rombo
Sierra del Rincon
Puerto del Rincon
Cerro del Cucharero
Casilla 12,8
Casilla 14,0
Sierra la Curtidera
Casilla 17,1
Cerro del Parentero
Pontón 17,6
Cerro de Santa Catalina
Embalse de
Casilla 20,9
Emb. Ganado
Fonda
Casa
A-461
0
1
2
3
4 km

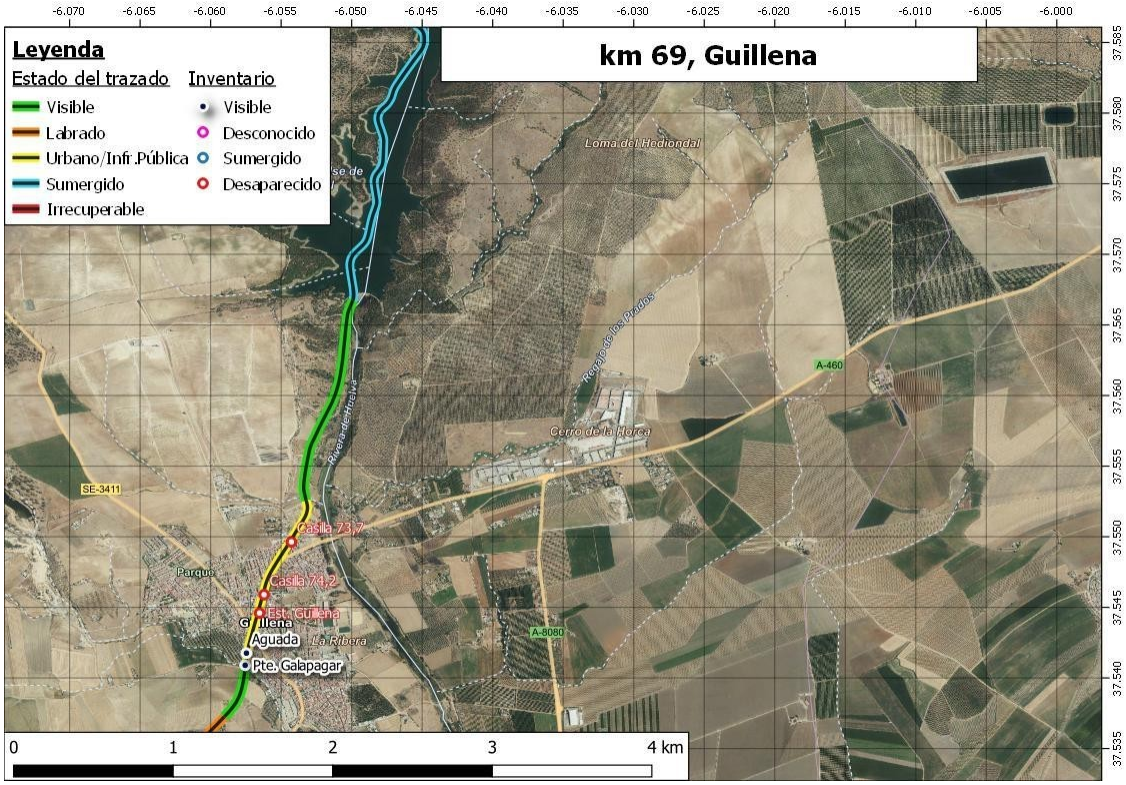

km 22, km 32
Leyenda
Estado del trazado
Visible
Labrado
Urbano/Infr.Pública
Sumergido
Irrecuperable
Inventario
Visible
Desconocido
Sumergido
Desaparecido
de Santa Ana
Barranco del Trueno y las Cañas
Pte. Trueno
Casilla 25,1
Tl. Chaparral
Cerro Campanero
Valle Fernando
Puerto de las Cruces
Arroyo de Valdecarreta
Embalse de
Casilla 27,0
Loma del Madero
Pte. Madero
Est. Cataveral
Sierra de las Cabras
Puerto de la Cruz
0
1
2
3
4 km

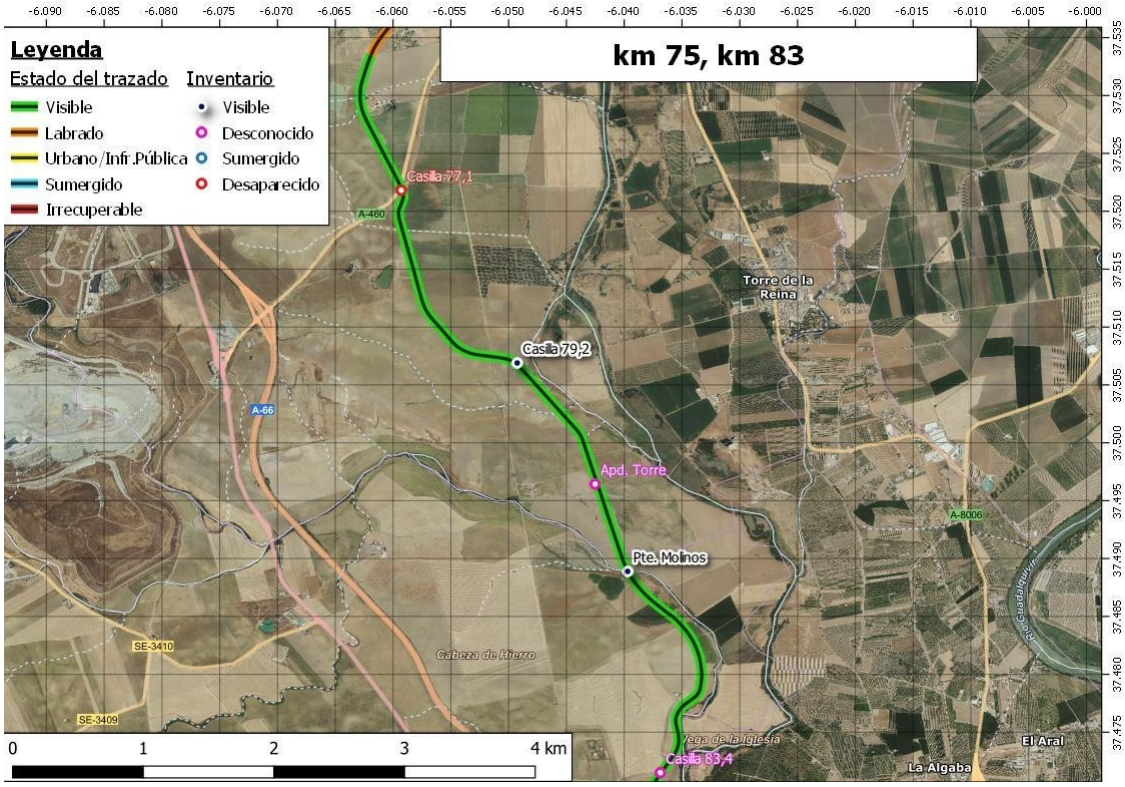

km 32, Est. Ronquillo - Empalme
Leyenda
Estado del trazado
Visible
Labrado
Urbano/Infr.Pública
Sumergido
Irrecuperable
Inventario
Visible
Desconocido
Sumergido
Desaparecido
Casilla 32,2
Valle de la Cervera
Tl. Cervera
Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche
Hoyo del Almendro
Cerro del Burro
Loma de Enmedio
Pte. Burro
Casilla 35,5
Loma de la Alegría
Picote
Tl. Portugués
Pte. Portugués
Puerto de la Calleja
Pte. Molinillo
Emb. Ganado
Trabuco
Casas
Aguada
Elev. Agua
Est. Rqllo.-Emp.
0
1
2
3
4 km

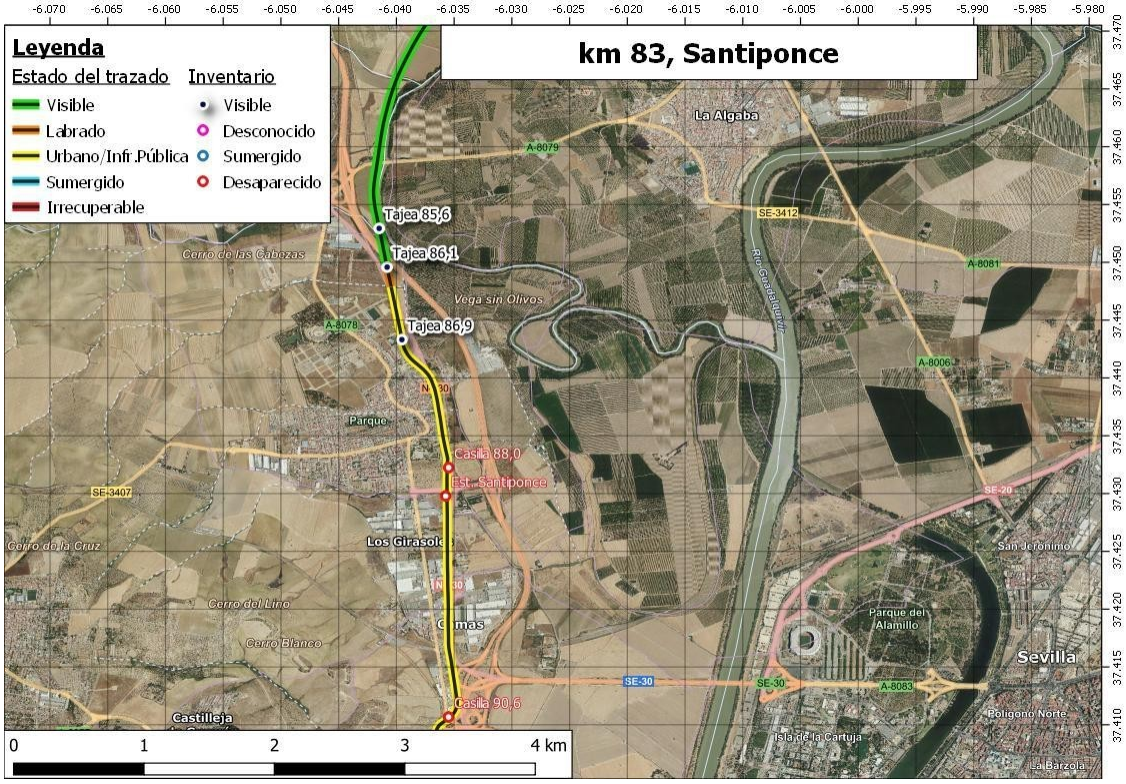

km 40, Est. Ronquillo
Leyenda
Estado del trazado
Visible
Labrado
Urbano/Infr.Pública
Sumergido
Irrecuperable
Inventario
Visible
Desconocido
Sumergido
Desaparecido
El Ronquillo
N-630
Casilla 42,3
Puerto de la Palmera
Cerros de las Alberquillas
A-66
Embalse de La Minilla
Casilla 46,5
Llanos de la Venta
Est. Ronquillo
Paso N-630
Tl. Batería
0
1
2
3
4 km

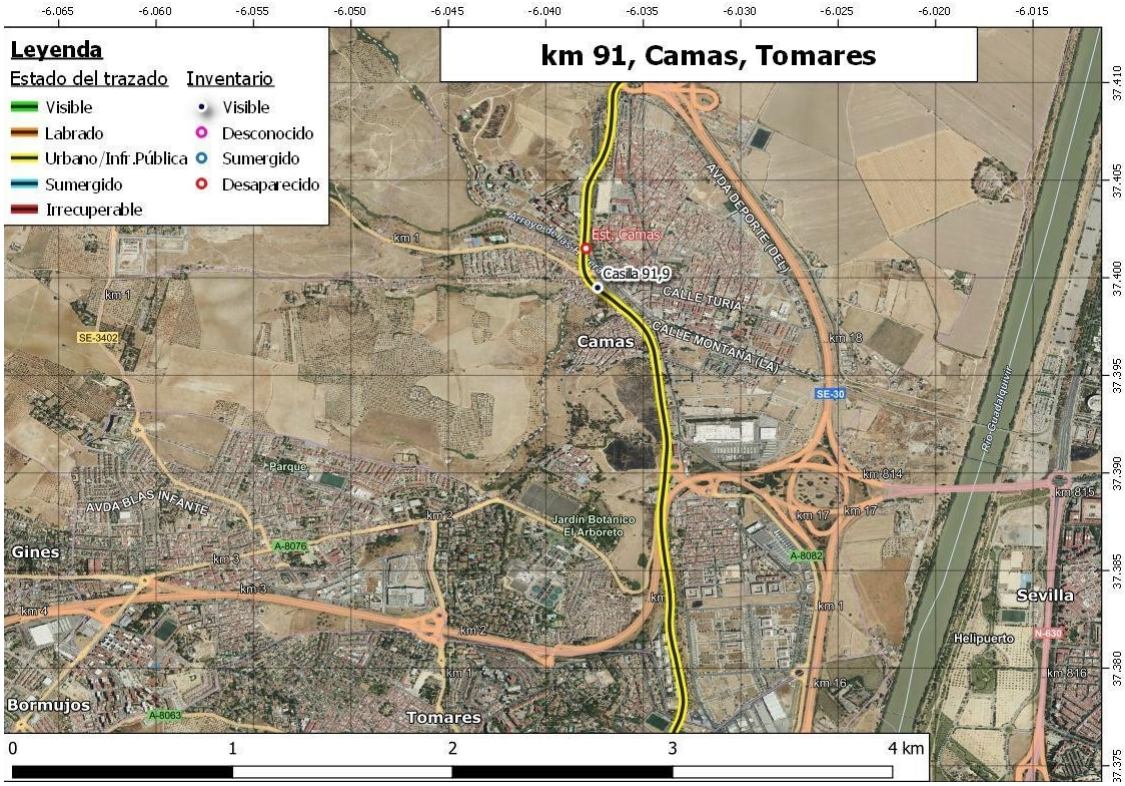

km 49, km 60
Leyenda
Estado del trazado
Visible
Labrado
Urbano/Infr.Pública
Sumergido
Irrecuperable
Inventario
Visible
Desconocido
Sumergido
Desaparecido
Pte. Aguafría
Casilla 49,9
Tl. Batería
Elev. Agua
Aguada
Est. Rigüela
Casilla 54,2
Tl. Taliscas
Casilla 59,8
Loma de la Campana
Cerro de Canillas
Cuesta de la Media Fanega
Loma del Acebuche
Cerro de los Buitres
Embalse Superior de Guillena
0
1
2
3
4 km

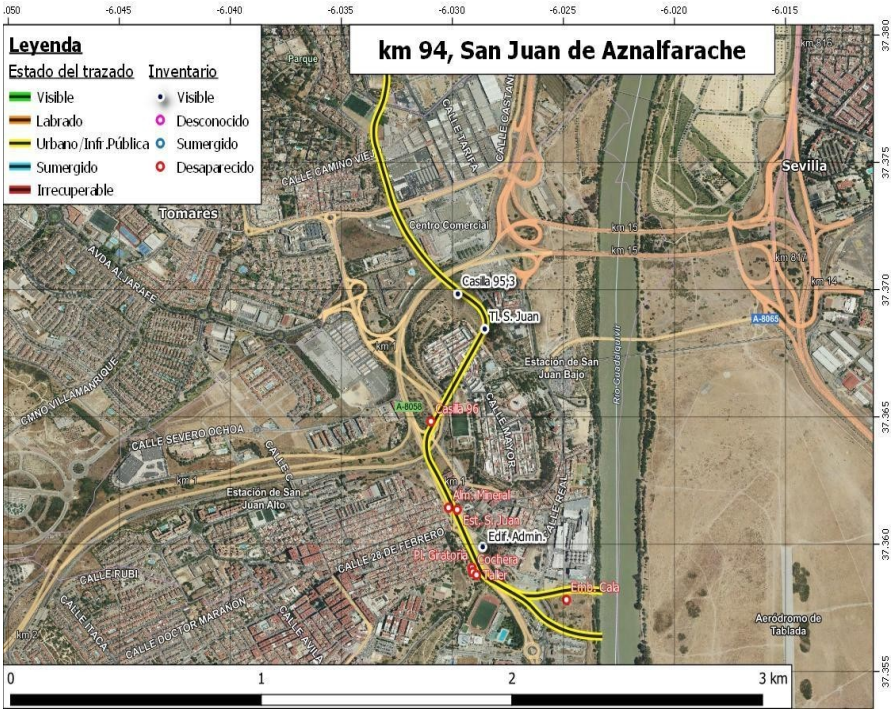

km 60, km 69
Leyenda
Estado del trazado
Visible
Labrado
Urbano/Infr.Pública
Sumergido
Irrecuperable
Inventario
Visible
Desconocido
Sumergido
Desaparecido
Casilla 61,5
Pte. Vado Nuevo
T. Junta
Llanos de Medina
Embalse de Cantalobos
Aguada
Elev. Agua
Est. Cergal
Embalse de Cergal
Loma de la Solana Recio
Casilla 69,2
Loma de la Peña Hincada
0
1
2
3
4 km


km 69, Guillena
Leyenda
Estado del trazado
Visible
Labrado
Urbano/Infr.Pública
Sumergido
Irrecuperable
Inventario
Visible
Desconocido
Sumergido
Desaparecido
Loma del Hediondal
Cerro de la Horca
A-460
SE-3411
Casilla 73,7
Casilla 74,2
Est. Guillena
Guillena
Aguada
Pte. Galapagar
A-8080
0
1
2
3
4 km


km 75, km 83
Leyenda
Estado del trazado
Visible
Labrado
Urbano/Infr.Pública
Sumergido
Irrecuperable
Inventario
Visible
Desconocido
Sumergido
Desaparecido
Casilla 77,1
A-460
Torre de la Reina
Casilla 79,2
A-66
Apd. Torre
Pte. Molinos
A-8006
SE-3410
Cabeza de Hierro
SE-3409
Vega de la Iglesia
Casilla 83,4
El Aral
La Algaba
0
1
2
3
4 km


km 83, Santiponce
Leyenda
Estado del trazado
Visible
Labrado
Urbano/Infr.Pública
Sumergido
Irrecuperable
Inventario
Visible
Desconocido
Sumergido
Desaparecido
Tajea 85,6
Tajea 86,1
Tajea 86,9
Casilla 88,0
Est. Santiponce
Casilla 90,6
La Algaba
Los Girasoles
Camas
Castilleja
Sevilla
Parque del Alamillo
Isla de la Cartuja
Polígono Norte
San Jerónimo
La Barzola
Cerro de las Cabezas
Vega sin Olivos
Cerro de la Cruz
Cerro del Lino
Cerro Blanco
Parque
Río Guadalquivir
0
1
2
3
4 km


km 91, Camas, Tomares
Leyenda
Estado del trazado
Visible
Labrado
Urbano/Infr.Pública
Sumergido
Irrecuperable
Inventario
Visible
Desconocido
Sumergido
Desaparecido
Est. Camas
Casilla 91,9
Camas
Gines
Bormujos
Tomares
Sevilla
Helipuerto
Jardín Botánico El Arboreto
AVDA. DE PORTE (DEL)
CALLE TURIA
CALLE MONTAÑA (LA)
AVDA. BLAS INFANTE
Río Guadalquivir
0
1
2
3
4 km



Por otro lado, según se ha podido ver en la cartografía anterior, se catalogan los depósitos de agua para locomotoras, cocheras y talleres, así como estaciones, puentes, viaductos, embarcaderos (náuticos y ganaderos), casillas de vía y otras construcciones identificables. Para ello, se expone a continuación un inventario con una columna Estado que indica su estado actual y si se considera protegible o no, dicho inventario debe considerarse orientativo y completarse con la correspondiente investigación conjunta con las administraciones locales para determinar el estado real y si es protegible o no. De tal modo que:

- Son protegibles a priori las construcciones que figuran en el inventario con el *Estado Visible*.
- **Se descartan** aquellas con el *Estado Sumergido* o *Desaparecido*.
- **Quedan pendiente de análisis** aquellas con *Estado Desconocido*.

Así, para mayor claridad, se especifica de manera previa en esta tabla el sentido de la columna Estado del inventario de las infraestructuras.

Estado	Descripción
Visible	El elemento o algún resto es identificable
Sumergido	Sumergido totalmente en algún pantano
Desaparecido	Desaparecido totalmente
Desconocido	No se conoce cómo está

Tabla 17: Tipo de estado para el inventario de las infraestructuras.

INVENTARIO DE LAS INFRAESTRUCTURAS SINGULARES DEL TRAZADO

Ref.	Nombre	Nombre Abreviado	Descripción	Estado	Longitud	Latitud	Municipio	Parcela	Observaciones
PK000	Estación Minas de Cala	Est. M. Cala	Estación Minas de Cala	Visible	-6,35095	37,95514	Cala	21016A01200030	
PK001	Placa Giratoria	Pl. Giratoria	Placa de giro de locomotoras	Desaparecido	-6,3509	37,95488	Cala		
PK002	Cocheras de Minas de Cala	Cochera	Cocheras de Minas de Cala	Desaparecido	-6,35102	37,95485	Cala		
PK003	Taller	Taller	Taller	Desaparecido	-6,35132	37,95	Cala		
PK033	Casilla km 3,3	Casilla 3,3	Casilla de vía	Visible	-6,37696	37,95	Cala	21016A01200068	
PK040	Puente Ribera de Hierro km 4	Pte. R. Hierro4,0	Puente de unos 10 m	Visible	6,377825	37,941506	Cala	21016A00909005	
PK067	Puente Ribera de Hierro km 6,7	Pte. R. Hierro 6,7	Puente de unos 10 m	Visible	-6,39092	37,9225	Zufre	21078A00309006 / 21078A00409002	
PK070	Casilla km 7,0	Casilla 7,0	Casilla de vía	Visible	-6,39145	37,92	Zufre		
PK118	Estación de La Junta	Est. Junta	Estación de La Junta	Visible	-6,3955	37,88458	Zufre	21078A00500005	
PK119	Embarcadero de ganado de La Junta	Emb. Ganado	Embarcadero de ganado de La Junta	Visible	-6,39503	37,88415	Zufre	21078A00500006	
PK128	Casilla km 12,8	Casilla 12,8	Casilla de vía	Desconocido	-6,39015	37,88	Zufre		
PK140	Casilla km 14,0	Casilla 14,0	Casilla de vía	Visible	-6,38216	37,87232	Zufre	21078A04000004	

Ref.	Nombre	Nombre Abreviado	Descripción	Estado	Longitud	Latitud	Municipio	Parcela	Observaciones
PK171	Casilla km 17,1	Casilla 17,1	Casilla de vía	Visible	-6,35248	37,86604	Zufre	2P21078M01ZFRE	
PK176	Pontón km 17,6	Pontón 17,6	Pontón km 17,6	Visible	-6,34646	37,86268	Zufre	2P21078M01ZFRE	
PK208	Casilla km 20,9	Casilla 20,9	Casilla de vía	Sumergido	-6,31779	37,85	Zufre		
PK209	Embarcadero de ganado de Zufre	Emb. Ganado	Embarcadero de ganado de Zufre	Sumergido	-6,32	37,85	Zufre		
PK211	Aguada de Zufre	Aguada	Aguada de Zufre	Sumergido	-6,31759	37,85	Zufre		
PK212	Estación de Zufre	Est. Zufre	Estación de Zufre	Sumergido	-6,31727	37,85	Zufre		
PK213	Casa de peones Zufre	Casa	Casa de peones Zufre	Sumergido	-6,31716	37,85005	Zufre		
PK214	Fonda de Zufre	Fonda	Fonda de Zufre	Sumergido	-6,31708	37,85	Zufre		
PK246	Puente Barranco del Trueno km 28,8	Pte. Trueno	Puente de unos 10 m	Sumergido	-6,29648	37,83035	Zufre		
PK251	Casilla km 25,1	Casilla 25,1	Casilla de vía	Sumergido	-6,29414	37,83	Zufre		
PK255	Túnel del Chaparral km 25,5	Tl. Chaparral	Túnel de 239 m	Sumergido	-6,29204	37,82403	Zufre		
PK270	Casilla km 27,0	Casilla 27,0	Casilla de vía	Sumergido	-6,28462	37,81	Zufre		Situación aproximada

Ref.	Nombre	Nombre Abreviado	Descripción	Estado	Longitud	Latitud	Municipio	Parcela	Observaciones
PK288	Puente de El Madero km 28,8	Pte. Madero	Puente de 20 m de luz	Sumergido	-6,2811	37,80136	Zufre		
PK292	Estación de Cataveral	Est. Cataveral	Estación de Cataveral	Desaparecido	-6,27771	37,79904	Zufre		
PK322	Casilla km 32,2	Casilla 32,2	Casilla de vía	Desconocido	-6,25897	37,78	Zufre		
PK327	Túnel de La Cervera km 32,7	Tl. Cervera	Túnel de 387 m	Visible	-6,25574	37,7797	Zufre	21078A04600019	Mal trazada la 21078A04609002
PK355	Casilla km 35,5	Casilla 35,5	Casilla de vía	Desconocido	-6,24656	37,76	Zufre		
PK356	Puente de El Burro km 35,6	Pte. Burro	Puente de 20 m de luz	Visible	-6,24657	37,7578	Zufre	21078A01509006	
PK369	Túnel de El Portugués km 36,9	Tl. Portugués	Túnel de 62 m	Visible	-6,24383	37,74607	Zufre	21078A01509006	
PK377	Puente de El Portugués	Pte. Portugués	Puente de unos 10 m	Visible	-6,23398	37,74482	Zufre	21078A01509006	
PK386	Puente arroyo Molinillo	Pte. Molinillo	Puente de unos 10 m	Visible	-6,2336	37,73916	Zufre	21078A01509006	
PK389	Embarcadero de ganado Ronquillo - Empalme	Emb. Ganado	Embarcadero de ganado	Visible	-6,23249	37,73697	El Ronquillo	41083A00800062	
PK390	Estación	Est. Rqllo.-	Estación	Visible	-6,23154	37,73618	El Ronquillo	41083A00800062	Demolida sólo

Ref.	Nombre	Nombre Abreviado	Descripción	Estado	Longitud	Latitud	Municipio	Parcela	Observaciones
	Ronquillo - Empalme	Emp.	Ronquillo - Empalme						queda la explanación y el borde de andén
PK391	Aguada Ronquillo - Empalme	Aguada	Aguada Ronquillo - Empalme	Desaparecido	-6,23167	37,736	El Ronquillo		Demolida
PK392	Elevadora de agua	Elev. Agua	Elevadora de agua	Sumergido	-6,23183	37,73592	El Ronquillo		
PK393	Casas empleados Rqllo - Emp.	Casas	Casas empleados Rqllo - Emp.	Visible	-6,23137	37,73603	El Ronquillo	41083A00800062	
PK423	Casilla km 42,3	Casilla 42,3	Casilla de vía	Visible	-6,21091	37,71516	El Ronquillo		Queda la explanación con un merendero
PK465	Casilla km 46,5	Casilla 46,5	Casilla de vía	Visible	-6,18868	37,68673	El Ronquillo		Queda la explanación con un merendero
PK477	Estación de El Ronquillo	Est. Ronquillo	Estación de El Ronquillo	Visible	-6,18576	37,67774	El Ronquillo	41083A00700058	Desconocemos qué queda de la original
PK480	Paso N-630 km 48,8	Paso N-630	Paso superior de unos 17 m	Visible	-6,1843	37,67657	El Ronquillo	41083A00709005	
PK489	Túnel de La Batería km 48,9	Tl. Batería	Túnel de 63 m	Visible	-6,17489	37,67466	Guillena		
PK499	Casilla km 49,9	Casilla 49,9	Casilla de vía	Visible	-6,16827	37,68144	Guillena		Queda la explanación
PK500	Puente barranco	Pte. Aguafría	Puente de unos 10 m	Visible	-6,16801	37,68151	Guillena	41049A00109007	

Ref.	Nombre	Nombre Abreviado	Descripción	Estado	Longitud	Latitud	Municipio	Parcela	Observaciones
	Aguafría								
PK527	Elevadora de agua	Elev. Agua	Elevadora de agua	Visible	-6,14472	37,67502	Guillena		
PK528	Aguada	Aguada	Aguada	Desaparecido	-6,14422	37,67483	Guillena		Demolida por particular
PK529	Estación de la Rigüela	Est. Rigüela	Estación de la Rigüela	Desaparecido	-6,144	37,67481	Guillena		Demolida por particular
PK542	Casilla km 54,2	Casilla 54,2	Casilla de vía	Desaparecido	-6,13549	37,67	Guillena		
PK577	Túnel de Las Talliscas km 57,7	Tl. Talliscas	Túnel de 105 m	Visible	-6,10908	37,65102	Guillena	41049A00100019	
PK598	Casilla km 59,8	Casilla 59,8	Casilla de vía	Visible	-6,08852	37,65235	Guillena	41049A00100019	
PK615	Casilla km 61,5	Casilla 61,5	Casilla de vía	Desconocido	-6,07567	37,64	Guillena		Aproximada
PK619	Puente Ribera de Huelva Vado Nuevo km 61,9	Pte. Vado Nuevo	Puente de 20 m de luz	Desaparecido	- 6,072855	37,640969	Guillena		
PK634	Túnel de La Junta km 63,4	T. Junta	Túnel de 65 m	Visible	-6,05788	37,63697	Guillena	41049A01200002	
PK660	Aguada de Gergal	Aguada	Aguada de Gergal	Visible	-6,04918	37,61474	Guillena	2P41049M01GERG	
PK661	Elevadora de agua	Elev. Agua	Elevadora de agua	Sumergido	-6,04904	37,61476	Guillena		

Ref.	Nombre	Nombre Abreviado	Descripción	Estado	Longitud	Latitud	Municipio	Parcela	Observaciones
PK662	Estación de la Gergal	Est. Gergal	Estación de la Gergal	Visible	-6,04882	37,6131	Guillena	41049A01200035	
PK692	Casilla km 69,2	Casilla 69,2	Casilla de vía	Sumergido	-6,04599	37,59	Guillena		Aproximada
PK737	Casilla km 73,7	Casilla 73,7	Casilla de vía	Desaparecido	-6,05427	37,55	Guillena		
PK742	Casilla km 74,2	Casilla 74,2	Casilla de vía	Desaparecido	-6,05621	37,55	Guillena		
PK743	Estación de Guillena	Est. Guillena	Estación de Guillena	Desaparecido	-6,05653	37,54459	Guillena		
PK746	Aguada de Guillena	Aguada	Aguada de Guillena	Visible	-6,05746	37,54175	Guillena	Sin referencia	
PK747	Puente arroyo Galapagar	Pte. Galapagar	Puente de unos 10 m	Visible	-6,05755	37,54089	Guillena	Sin referencia	
PK771	Casilla km 77,1	Casilla 77,1	Casilla de vía	Desaparecido	-6,05929	37,52	Guillena		
PK792	Casilla km 79,2	Casilla 79,2	Casilla de vía	Visible	-6,04925	37,51	Guillena	41049A00700024	
PK802	Apeadero de La Torre	Apd. Torre	Apeadero de La Torre	Desconocido	-6,04251	37,49643	Guillena		
PK811	Puente arroyo Los Molinos	Pte. Molinos	Puente de unos 15 m	Visible	-6,03969	37,48888	Salteras	41085A00509003	
PK834	Casilla km 83,4	Casilla 83,4	Casilla de vía	Desconocido	-6,03687	37,47	Salteras		
PK859	Tajea km 85,6	Tajea 85,6	Tajea km 85,6	Visible	-6,04149	37,45	Salteras	41085A00609021	
PK861	Tajea km 86,1	Tajea 86,1	Tajea km 86,1	Visible	-6,0408	37,44958	Santiponce	41089A00400014	Convertida en casa

Ref.	Nombre	Nombre Abreviado	Descripción	Estado	Longitud	Latitud	Municipio	Parcela	Observaciones
									de labranza
PK869	Tajea km 86,9	Tajea 86,9	Tajea km 86,9	Visible	-6,03952	37,44	Santiponce	2083106TG6428S	
PK880	Casilla km 88,0	Casilla 88,0	Casilla de vía	Desaparecido	-6,03547	37,43	Santiponce		
PK883	Estación Santiponce	Est. Santiponce	Estación de Santiponce	Desaparecido	-6,03573	37,42978	Santiponce		
PK906	Casilla km 90,6	Casilla 90,6	Casilla de vía	Desaparecido	-6,03548	37,41	Camas		
PK915	Estación de Camas	Est. Camas	Estación de Camas	Desaparecido	6,037934	37,401503	Camas		
PK919	Casilla km 91,9	Casilla 91,9	Casilla de vía	Visible	-6,03734	37,4	Camas	2335701QB6423N	
PK953	Casilla km 95,3	Casilla 95,3	Casilla de vía	Visible	-6,02975	37,36983	San Juan de Aznalfarache	Sin referencia	
PK955	Túnel de San Juan km 95,5	Tl. S. Juan	Túnel de 261 m	Visible	-6,02854	37,36845	San Juan de Aznalfarache	Sin referencia	Boca Cala semisepultada, boca San Juan sepultada
PK960	Casilla km 96	Casilla 96	Casilla de vía	Desaparecido	-6,03096	37,36482	San Juan de Aznalfarache		
PK962	Descargadero y almacén de mineral	Alm. Mineral	Descargadero y almacén de mineral	Desaparecido	-6,03017	37,36143	San Juan de Aznalfarache		
PK963	Estación S. Juan de Aznalfarache	Est. S. Juan	Estación de San Juan de Aznalfarache	Desaparecido	-6,02978	37,36135	San Juan de Aznalfarache		
PK964	Edificio administrativo	Edif. Admin.	Edificio administrativo	Visible	-6,02863	37,35989	San Juan de Aznalfarache	3291601QB6339S	
PK965	Placa Giratoria	Pl. Giratoria	Placa de giro	Desaparecido	-6,02911	37,35907	San Juan de		

Ref.	Nombre	Nombre Abreviado	Descripción	Estado	Longitud	Latitud	Municipio	Parcela	Observaciones
			de locomotoras				Aznalfarache		
PK966	Cocheras	Cochera	Cochera	Desaparecido	-6,02907	37,3589	San Juan de Aznalfarache		
PK967	Taller	Taller	Taller	Desaparecido	-6,02891	37,35879	San Juan de Aznalfarache		
PK967	Embarcadero Minas de Cala	Emb. Cala	Embarcadero de Minas de Cala	Desaparecido	-6,02486	37,35781	San Juan de Aznalfarache		

Tabla 18: Inventario de infraestructuras singulares.

A modo de conclusión, puede afirmarse que el conjunto de bienes inmuebles descritos —entre los que se incluyen tanto el propio trazado ferroviario como las distintas infraestructuras asociadas al mismo— constituye un patrimonio claramente identificable dentro de lo que la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía, contempla como patrimonio industrial. Tal consideración se fundamenta, en particular, en lo dispuesto en los artículos 65, 66, 67 y 68 del Título VII, donde se desarrolla el régimen específico de los bienes integrantes del patrimonio industrial andaluz, y que merecen, sobradamente, ser expuestos a continuación.

Artículo 65. Definición.

> 1. El Patrimonio Industrial está integrado por el conjunto de bienes vinculados a la actividad productiva, tecnológica, fabril y de la ingeniería de la Comunidad Autónoma de Andalucía en cuanto son exponentes de la historia social, técnica y económica de esta comunidad.
>
> 2. El paisaje asociado a las actividades productivas, tecnológicas, fabriles o de la ingeniería es parte integrante del patrimonio industrial, incluyéndose su protección en el Lugar de Interés Industrial.

Artículo 66. Clasificación.

> 1. Son bienes inmuebles de carácter industrial las instalaciones, fábricas y obras de ingeniería que constituyen expresión y testimonio de sistemas vinculados a la producción técnica e industrial. Son bienes muebles de carácter industrial los instrumentos, la maquinaria y cualesquiera otras piezas vinculadas a actividades tecnológicas, fabriles y de ingeniería.
>
> 2. Su inscripción en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz se efectuará, cuando sus valores así lo justifiquen, en alguna de las categorías que, a tal efecto, se establecen en la presente Ley.

Artículo 67. Especial protección.

Serán especialmente protegidos aquellos conocimientos o actividades de carácter técnico, fabril o de ingeniería que estén en peligro de desaparición, auspiciando su estudio y difusión, como parte integrante de la cultura tecnológica andaluza. A tal fin se promoverá su investigación y la recogida de los mismos en soportes materiales que garanticen su transmisión a las futuras generaciones.

Artículo 68. Adecuación del planeamiento.

La inscripción en el Catálogo General del Patrimonio Histórico de un Lugar de Interés Industrial llevará aparejada la necesidad de tener en consideración los valores que se pretendan preservar en el planeamiento urbanístico, adoptando las medidas necesarias para su protección y potenciación.

En virtud de estos preceptos, resulta evidente que el antiguo ferrocarril de Cala al Guadalquivir —tanto por su ingeniería civil, como por su funcionalidad, su integración paisajística y su impacto en la organización del territorio— encaja plenamente en la definición y clasificación de patrimonio industrial. Más aún, no se trata de un conjunto de elementos inconexos, sino de un **sistema**

ferroviario completo, en el que cada infraestructura cumple una función dentro de una lógica técnica y territorial unificada.

Es esta condición sistémica la que justifica, en su conjunto, la propuesta de su declaración como **Lugar de Interés Industrial**, figura especialmente adecuada para acoger este patrimonio inmueble dentro del Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz. **Así, cada estación, cada puente, cada tramo del trazado, más allá de su valor individual, adquiere pleno sentido dentro de una red técnica planificada que articula un modelo productivo propio de su tiempo y un legado técnico que debe ser preservado.**

En consecuencia, este conjunto ferroviario no solo constituye un testimonio material de una etapa histórica determinada, sino que representa una manifestación ejemplar del patrimonio industrial andaluz en su doble dimensión técnica y paisajística, cuya conservación y reconocimiento jurídico es hoy un paso necesario para asegurar su transmisión a las generaciones futuras.

5.2 Patrimonio Mueble Industrial.

Una vez abordado el patrimonio inmueble vinculado al sistema ferroviario del Ferrocarril de Cala, corresponde ahora detenerse brevemente en aquellos elementos que, por sus características materiales y su función dentro del propio ferrocarril, pueden ser considerados como patrimonio mueble. A pesar de la escasez de este tipo de vestigios conservados hasta la actualidad, resulta pertinente dedicar un apartado específico a este tipo de patrimonio, en tanto que constituye una categoría reconocida y protegida por la legislación vigente.

En este sentido, el artículo 42 de la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía, establece que forman parte del Patrimonio Histórico los bienes muebles “que por su singularidad o significación histórica, artística, científica, técnica o social merezcan su conservación y protección”, precisando además que estos pueden encontrarse vinculados a bienes inmuebles o constituir testimonios autónomos del pasado.

Del mismo modo, el artículo 27 de dicha ley, en lo relativo al contenido de la inscripción de los Bienes de Interés Cultural, indica expresamente en su punto 2 que, en el caso de los bienes inmuebles, se harán constar también aquellos bienes muebles que, por su íntima vinculación, deban quedar adscritos al mismo, adquiriendo así la condición unificada de Bien de Interés Cultural.

Sobre esta base legal, se justifica la inclusión de este apartado en el que se recogen —de forma preliminar y no exhaustiva— aquellos elementos muebles aún identificables, conservados o documentados, que estuvieron asociados directamente al funcionamiento y explotación del Ferrocarril de Cala. Aunque el legado material en este ámbito es reducido, su existencia contribuye a completar la comprensión del sistema ferroviario como conjunto funcional y técnico, reforzando la necesidad de su preservación e investigación.

Este epígrafe, por tanto, se sitúa como transición entre el análisis del patrimonio inmueble y el patrimonio etnológico, sirviendo de puente entre la dimensión física de las infraestructuras y la dimensión cultural, simbólica y social que será abordada en los siguientes apartados.

De este modo. se anotan los elementos recuperados más relentes:

- Placa de construcciones de Mariano del Corral: construcciones Mariano de Corral era una empresa ubicada en Bilbao, que fabricó cantidad de material para ferrocarriles y minas de toda España, incluyendo para los FFCC de Cala. Destaca el mecanismo de volteo de vagonetas de los cargaderos de San Juan de Aznalfarache, las vagonetas de descarga frontal diseñadas para este mecanismo, vagonetas para trasiego de mineral en las minas y los furgones de pasajeros y carga que circularían en las vías.

Ilustración 126: Placa de construcciones de Mariano del Corral.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

- Bomba de Agua: típica bomba de agua que servía para impulsar el agua de las diferentes riveras y masas de agua hasta los depósitos de agua para el abastecimiento de las locomotoras. La de la imagen se corresponde concretamente con la bomba de agua de la estación de Ronquillo Empalme.

Ilustración 127: Bomba de agua.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

- Placa conmemorativa de José Manuel de Zafra y Esteban: 1.968 -1.923, ingeniero de caminos, canales y puertos, trabajó en el Puerto de Sevilla y diseñó los espectaculares embarcaderos de mineral ubicados en San Juan de Aznalfarache. Pioneras obras en hormigón armado. También diseñó los depósitos de agua que se ubicaban en las diferentes estaciones del ferrocarril de Cala a San Juan de Aznalfarache. Fue precisamente en estas aguadas donde se instalaron placas conmemorativas dedicadas a J. M. de Zafra y su obra en hormigón armado. Casi todos los depósitos de aguada han sido destruidos, y esta placa ha logrado ser rescatada a tiempo de que desapareciera junto a los depósito. En la foto, la aguada de la estación de La Rigúela, poco antes de ser destruida, junto a la estación, por el propietario de la finca colindante

Ilustración 128: Placa conmemorativa de José Manuel de Zafra y Esteban.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

- Teléfono de Campaña: inicialmente las diferentes estaciones estaban comunicadas por un sistema de telegrafía y, posteriormente, telefónicamente. Esta conexión se servía de una línea que recorría paralelamente todo el trazado de la vía. Esto permitía que en cualquier punto del recorrido, el maquinista pudiera conectarse a los cables con la ayuda de unas pértigas y comunicar cualquier incidencia. El teléfono de campaña expuesto, modelo C-03101 (EE 107) fabricado por Standard Eléctrica en 1937 es muy posible que fuera utilizado en las locomotoras para establecer contacto de emergencia con las estaciones. Ha sido cedido amablemente como patrimonio mueble por Juana Alfonso. Su familia ha vivido en El Palmareto (El Ronquillo), Junto a la vía del tren. Conservan la casa familiar y son propietarios de un terreno en el que hay una antigua mina. Son unos enamorados del ferrocarril y su historia y van a convertir la vivienda en un pequeño museo. GRACIAS POR SU COMPROMISO.

Ilustración 129: Teléfono de campaña.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

- Campana: se trata de una campana de mano de pequeño tamaño, realizada en latón, con un mango torneado en madera de una sola pieza. Su diseño sencillo pero funcional responde al tipo de piezas utilizadas habitualmente en estaciones de tren y espacios ferroviarios a principios del siglo XX, destinadas a emitir señales acústicas de aviso o coordinación. En su superficie metálica aparece grabada la palabra “CALA”, lo que sugiere su pertenencia a las instalaciones del Ferrocarril de las Minas de Cala, probablemente empleada por personal ferroviario en la estación o entorno inmediato.

Ilustración 130: Campana de mano.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

- Sello del Jefe de Estación: sello de tipografía invertida con la inscripción “EL JEFE DE ESTACIÓN”. La inscripción, clara y funcional, remite a la figura del jefe de estación como autoridad máxima en cada parada del trazado, encargado de la gestión y seguridad del tráfico ferroviario, sellando documentos oficiales, billetes, órdenes de paso u otras funciones.

Ilustración 131: Sello del Jefe de Estación.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

- Placa señalización pendiente: durante el trayecto, el maquinista necesitaba conocer si el trazado de la vía discurría en horizontal, en pendiente de subida o rampa de bajada, para controlar la fuerza del vapor o la cantidad de frenada a aplicar a la locomotora. Cuando el desnivel era de una cierta importancia, se colocaban junto a la vía unas placas en las que se indicaba la pendiente o rampa, y el grado de desnivel. Esta era la función de esta placa, rescatada por Don Santiago González Flores de la chatarra acumulada en la estación de la Junta, cuando se procedió al levantamiento del ferrocarril. Indica 1 en 500, que quiere decir que por cada 50 metros avanzados, el desnivel subiría o bajaría un metro. Puede apreciarse que falta la mitad, donde pondría pendiente o rampa, según el caso.

Ilustración 132: Placa de señalización de pendientes.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

- Tirafondos de sujeción de las vías: los tirafondos servían para fijar el rail a las traviesas de madera. Normalmente se ayudaban de unas placas de anclajes, que daban mayor solidez a la sujeción, aunque en la foto podemos comprobar que en esta ocasión no se usaron. Con esta precariedad, no eran de extrañar los frecuentes descarrilamientos que se sufrieron durante los últimos años de la explotación. A raíz del levantamiento de los FF.CC mineros de Cala y Aznalcóllar, el Estado, que pasó a ser el propietario de la concesión del ferrocarril. Procedió a la venta de todo el material móvil y fijo, como chatarra. Actualmente no queda en todo el trazado un solo metro de vía que testimonie la existencia del ferrocarril, aunque todavía es posible encontrar algunos tirafondos como los expuestos, que se extraviaron librándose de terminar fundidos.

Ilustración 133: Tirafondos de anclaje.

Fuente: Archivo de la Asociación La Rigüela.

Además de los objetos singulares ya descritos, no debe olvidarse que el patrimonio mueble vinculado al ferrocarril de Cala abarca un conjunto documental y gráfico de incuestionable valor histórico y técnico. Este fondo documental constituye una parte esencial de la memoria material del sistema ferroviario y refuerza su carácter de bien patrimonial integrado.

Entre estos elementos destacan los planos técnicos e ingenieriles del trazado y de las infraestructuras del ferrocarril, muchos de los cuales han sido analizados lo largo de este trabajo, así como álbumes de fotografía histórica —como los recopilados por Don Diego Calle— que documentan visualmente tanto el paisaje ferroviario como la vida cotidiana en torno a la vía. Junto a estos, deben incluirse también diversos manuales operativos y reglamentos internos, partes de accidentes laborales, billetes originales, tarifas aplicadas a los usuarios y documentos relacionados con el suministro de combustible, como los registros de compra de carbón por parte de la compañía S.A Minas de Cala.

Todo este conjunto de piezas y documentos configura un fondo mueble que, si bien disperso en la actualidad, representa una fuente de información fundamental para comprender el funcionamiento,

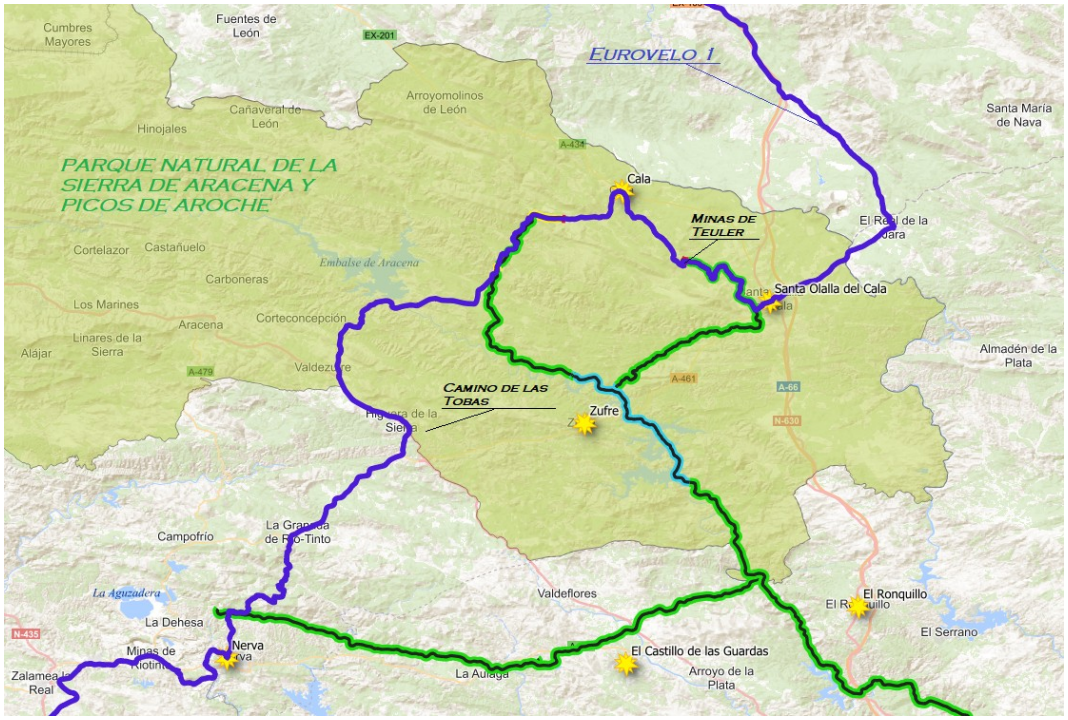
la cultura laboral y el impacto económico y social del ferrocarril de Cala. Por tanto, se propone su consideración y protección como parte integrante del patrimonio mueble asociado al sistema ferroviario, en consonancia con lo dispuesto en el artículo 42 de la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía, y en coherencia con los criterios de adscripción contemplados en el artículo 27 de dicha ley.

5.3 Patrimonio Etnológico.

Como toda propuesta de declaración de Bien de Interés Cultural, la presente debe atender no solo a los valores históricos, técnicos y materiales del patrimonio inmueble y mueble, sino también a aquellos elementos de carácter etnológico que, por su íntima vinculación con dicho patrimonio, merecen ser igualmente considerados. Esta exigencia queda claramente recogida, como se ha comentado en el epígrafe anterior, en el artículo 27.2 de la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía, donde se establece que: *"En la inscripción de dichos bienes inmuebles se harán constar, además, aquellos bienes muebles y las actividades de interés etnológico que por su íntima vinculación con el inmueble deban quedar adscritos al mismo, gozando de la consideración de Bien de Interés Cultural."*

En virtud de este artículo, resulta no solo pertinente, sino imprescindible, abordar el análisis del patrimonio etnológico asociado al sistema ferroviario del ferrocarril minero de Minas de Cala al Guadalquivir. Al entender este conjunto como un sistema técnico, territorial y funcional unitario —es decir, como un único bien inmueble dotado de coherencia interna—, deben considerarse igualmente las expresiones culturales, las prácticas sociales, los saberes tradicionales y los modos de vida históricamente vinculados a su entorno geográfico, el cual se rodea de las siguientes figuras de especial relevancia.

Parque Natural de la Sierra de Aracena y Picos de Aroche, en cuya vertiente sureste se localiza el origen del ferrocarril minero de Cala, constituye uno de los máximos exponentes del patrimonio etnológico andaluz. Situado en la sección más occidental de Sierra Morena, en la provincia de Huelva, este parque presenta un equilibrio sostenido entre intervención humana y naturaleza, resultado de siglos de actividad agroganadera tradicional. Paisajes como la dehesa, los olivares, los pinares, las huertas escalonadas y, especialmente, los castañares —símbolo vegetal del parque— conforman un mosaico productivo de gran valor cultural.



Mapa 44: Parque Natural de la Sierra de Aracena y Picos de Aroche.

Fuente: Elaboración propia.

En este territorio, el patrimonio etnológico se manifiesta en múltiples formas: desde la arquitectura popular en piedra hasta los caminos históricos, pasando por lavaderos, fuentes, corrales, norias, hornos y molinos. Todo ello configura un tejido rural denso y armónico, donde el conocimiento vernáculo y el entorno natural se funden de manera inseparable. El sur del parque destaca, además, por ser la zona más habitada y contener las mayores masas de castañar, así como por integrar diez pueblos declarados Bien de Interés Cultural por la Consejería de Cultura. A ello, se suman enclaves singulares de alto valor patrimonial y simbólico como la Gruta de las Maravillas, en Aracena, y la Peña de Arias Montano, en Alájar.

También merecen una mención especial los castillos de Cala y Santa Olalla del Cala, notables ejemplos de arquitectura defensiva medieval que no solo dominan visualmente el paisaje, sino que también dan testimonio de la compleja historia fronteriza de esta zona durante la Edad Media. Estas fortalezas forman parte del imaginario colectivo del territorio y son hitos fundamentales en la configuración histórica y cultural del entorno del ferrocarril.

Igualmente relevante es la existencia de zonas húmedas de ribera donde prosperan especies vegetales como los fresnos, alisos y chopos, y una fauna piscícola autóctona de notable interés, con especies como el jarabugo, el barbo comiza, la pardilla o el calandrio. Este ecosistema es también hábitat natural de la nutria y de la cigüeña negra, de la que existe una de las poblaciones más significativas del suroeste peninsular.

La abundancia de restos arqueológicos en los 28 municipios del parque revela una ocupación humana milenaria, estrechamente relacionada con la actividad minera desde época romana. De la Edad Media perduran numerosos testimonios materiales, como la mezquita del siglo X en Almonaster la Real, así como fortificaciones y edificios religiosos. Estas trazas históricas han dado

lugar a conjuntos urbanos de gran coherencia, cuya arquitectura popular mantiene elementos identitarios desde el periodo medieval.

En este contexto, el trazado ferroviario del ferrocarril de Cala al Guadalquivir se inserta como una infraestructura que no irrumpe en el paisaje cultural, sino que se adapta a sus formas y lógicas. La elección del recorrido —que aprovecha los valles fluviales de las riveras de Hierro, Huelva y Cala — se superpone a antiguas rutas tradicionales, de carácter agrícola, ganadero o comercial, dialogando con ellas y prolongando sus dinámicas territoriales.

Entre las actividades de interés etnológico que se desarrollan en el entorno inmediato del ferrocarril en su tramo inicial por el Parque Natural, destacan diversas rutas de senderismo que reflejan usos tradicionales del espacio rural. Dos de ellas, especialmente próximas al trazado ferroviario, son el Camino de las Tobas —entre los términos municipales de Higuera de la Sierra y Zufre, muy próximo a Higuera— y el sendero de las Minas de Teuler, que sigue uno de los ramales históricos del ferrocarril. Ambas rutas conservan la memoria del aprovechamiento minero y agroganadero de la zona, y constituyen formas contemporáneas de conexión con el territorio a través del senderismo interpretativo y la actividad recreativa sostenible.

Junto a ello, destaca especialmente la coincidencia del primer tramo del trazado ferroviario con el recorrido de la ruta cicloturística EuroVelo 1, conocida como la "Ruta de la Costa Atlántica", que conecta Noruega con el Algarve atravesando toda la fachada occidental de Europa. Esta ruta, de carácter internacional, comparte aproximadamente los primeros siete kilómetros de la futura vía verde del Ferrocarril de Cala, lo que convierte a este antiguo trazado minero en una **puerta de entrada natural hacia Sevilla para los usuarios de EuroVelo 1**. Esta circunstancia otorga una dimensión transnacional al proyecto de valorización del ferrocarril, y refuerza su potencial como infraestructura cultural y turística de largo recorrido.

Por todo ello, el patrimonio etnológico del Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche, especialmente en su vertiente sureste, no solo enriquece la comprensión del sistema ferroviario de Cala, sino que justifica su inclusión en la propuesta de declaración como Bien de Interés Cultural, según lo establecido en la normativa vigente. Tanto los elementos tangibles como las actividades culturales asociadas al territorio constituyen un valor añadido que debe ser protegido, difundido y puesto en valor de forma coherente con los principios del patrimonio cultural andaluz.

Por otra parte, y en estrecha relación con este entorno natural, destacan especialmente los cursos de los ríos Rivera de Hierro y Rivera de Huelva, cuya presencia y morfología desempeñaron un papel fundamental en la definición y trazado del ferrocarril minero de Cala. La adaptación de la infraestructura ferroviaria a la geografía fluvial de estos ríos no fue un hecho casual, sino una decisión técnica y territorial de gran trascendencia, que aprovechó los corredores naturales modelados por siglos de interacción entre el agua, la vegetación y las actividades humanas. A continuación, se ofrece una descripción detallada del interés etnológico que presentan estos cursos fluviales, así como de su influencia directa en la configuración funcional y patrimonial del sistema ferroviario que vertebra este estudio.

Rivera de Hierro es un curso fluvial del suroeste de la península ibérica que pertenece a la cuenca hidrográfica del Guadalquivir y discurre por el norte de la provincia de Huelva. Nace en la Sierra de Aracena, concretamente en el término municipal de Arroyomolinos de León, en la confluencia entre

la rivera de Mariprado y el arroyo de Valdelamadera, y recorre unos 25 kilómetros en dirección norte-sur, atravesando los términos municipales de Cala y Zufre hasta desembocar en la Rivera de Huelva, aguas abajo de la presa de Aracena.

Su toponimia parece estrechamente ligada a la intensa tradición minera de su entorno, especialmente por conectar el importante yacimiento arqueológico de El Trastejón con las minas de Cala, en cuyas inmediaciones se han hallado vestigios de minería prehistórica. Esta función histórica como corredor natural para el transporte y la actividad metalúrgica puede justificar su denominación, ya que probablemente desempeñó un papel estratégico en el aprovisionamiento y desplazamiento de mineral de hierro desde épocas remotas.

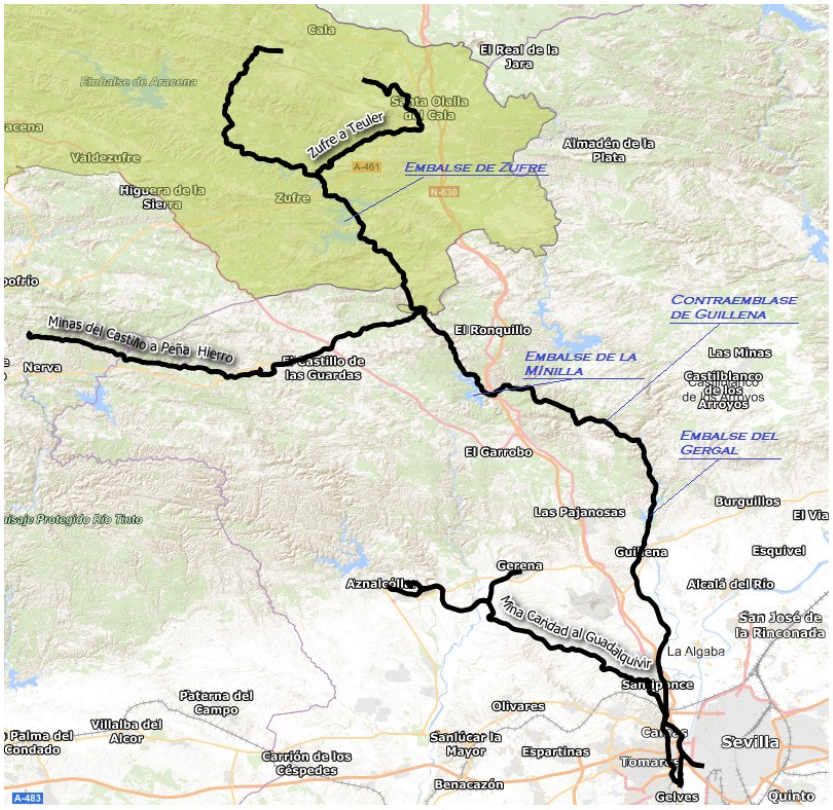
En términos ecológicos, la Rivera de Hierro mantiene un curso relativamente bien conservado, enmarcado en un entorno de media montaña mediterránea con suelos silíceos, donde predominan relieves suaves cubiertos por dehesas y zonas de matorral mediterráneo. En algunos tramos, su cauce está encajado, con presencia de vegetación riparia representada por fresnedas, alisedas y adelfares, que crean pequeños ecosistemas de gran valor ecológico y paisajístico. Su hidrología responde a un régimen pluvial mediterráneo, con caudales estacionales y zonas de alternancia entre rápidos, pozas y remansos naturales.

Desde el punto de vista patrimonial, la Rivera de Hierro guarda una profunda conexión con el trazado del ferrocarril minero de Cala, ya que discurre de forma paralela a los primeros kilómetros de la vía. Su relieve, su modelado fluvial y sus antiguos caminos mineros influyeron directamente en la elección del recorrido ferroviario.

Todo ello convierte a la Rivera de Hierro en un componente esencial del entorno geográfico y cultural del sistema ferroviario. Desde una perspectiva etnológica, puede considerarse como un elemento estructurador del paisaje, cuyas funciones hidráulicas, simbólicas y económicas han sido decisivas a lo largo de la historia local. Por esta razón, resulta imprescindible tenerla en cuenta dentro de cualquier propuesta de protección o interpretación integral del patrimonio del ferrocarril de Cala, ya que la rivera no solo acompaña su trazado sino que forma parte inseparable del contexto territorial que le da sentido.

Rivera de Huelva, además de su relevancia hidromorfológica, constituye un auténtico corredor ecológico de 126,5 km, con nacimiento en el término municipal de Fuenteheridos, y donde se desarrollan comunidades vegetales de altísimo valor botánico y biogeográfico. En sus márgenes se presentan formaciones riparias potenciales muy diversas: desde el tamujar (específico y exclusivo de estas zonas fluviales), al adelfar, fresnedas hidrófilas sudoccidentales, alisedas sudoccidentales, saucedas salvifolias hercínicas y mariánicas, loreras, abedulares, robledales hidrófilos y brezales blancos. Estas comunidades muestran el carácter complejo y rico del ecosistema propio de ríos de baja montaña mediterránea silícea –como es el caso– y revelan el grado de integración entre los usos humanos y el medio natural.

Sin embargo, en la actualidad, la vegetación riparia existente está más reducida, destacando principalmente las alisedas sudoccidentales y los adelfares occidentales. Estas últimas han sobrevivido a pesar de las transformaciones ambientales, particularmente desde la década de 1.950, marcada por la construcción de varios embalses a lo largo del cauce.



Mapa 45: Ubicación de embalses.

Fuente: Elaboración propia.

Dichos embalses (masas de agua creadas mediante la construcción de una presa para almacenar agua con fines de abastecimiento, riego o generación de energía) —La Minilla, Zufre, Gergal y el contraembalse de Guillena— han modificado sustancialmente el régimen ecológico e hidráulico del río. A continuación, se incluyen sus fichas técnicas, así como una imagen ilustrativa sobre los niveles propios de un embalse.

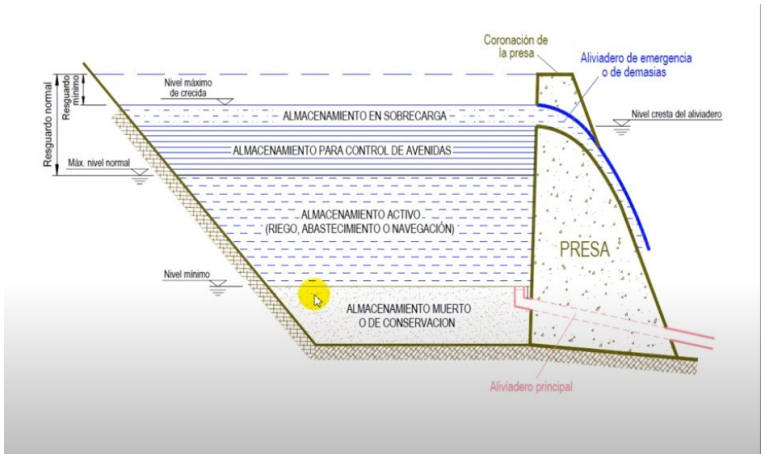


Ilustración 134: Esquema de niveles de explotación de una presa.

Fuente: Apuntes de clase.

- **Embalse de Zufre**: se construyó en el año 1.983 para reforzar el almacenamiento y el control en el curso alto del río. Su capacidad es de 175 hm³, con una presa de materiales sueltos con núcleo impermeable.

FECHA DE CONSTRUCCIÓN: 1983-1987
FECHA DE INICIO EXPLOTACIÓN: 1987

TIPO DE PRESA: Materiales con núcleo impermeable.
TIPO DE ALIVIADERO: Lámina libre.

DATOS TÉCNICOS PRESA:

Altura sobre el cauce:	63,30 m.
Altura sobre cimientos:	69,25 m.
Longitud de coronación:	460,00 m.
Ancho coronación	9,0 m.
Volumen de la presa:	1.385.900 m³.
Anchura en pie de presa:	224,53 m.
Cota de coronación:	265,45
Cota del cauce:	196,15
Cota del labio de aliviadero:	255,15
Cota de cimientos:	193,20

DATOS TÉCNICOS ALIVIADERO:

Perfil del labio (tipo)	Creager
Longitud del canal:	235,0 m.
Longitud del labio:	35 m
Nº de vanos y dimensiones:	1x35X5,3
Posición	independiente.
Cota de umbral	255,15
Caudal máximo	1.741 m³/s.
Compuertas:	No tiene
Escala para peces:	No tiene.

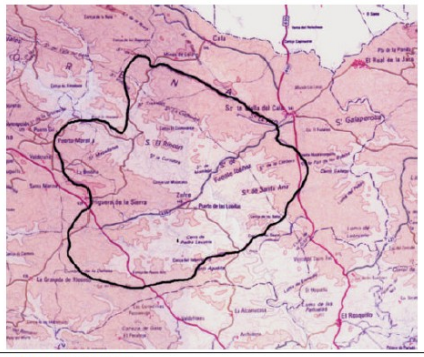
ZONA DE HUELVA

EMBALSE DE ZUFRE

Ilustración 135: Ficha técnica del embalse de Zufre.

Fuente: Junta de Andalucía.

PLANO DE SITUACIÓN:



DATOS ADMINISTRATIVOS:

Río:	Rivera de Huelva	Provincia:	Huelva
Municipio:	Zufre	Propietario:	Junta de Andalucía
Coordenadas:			
U.T.M.	X: 730.950 Y: 4.180.700	Geográficas:	37º43'14" Norte 6º17'0" Oeste

DATOS DE EXPLOTACIÓN:

- Usos de las láminas de agua:
  - Pesca
  - Deportes náuticos a vela en zona acotada
  - Baños
- Usos del agua desembalsada:
  - Abastecimiento (45 Hm³/año.) (1)
  - Electricidad (5.000 Kva).
- Caudal ecológico: 3 Hm³/año
- Datos técnicos del desagüe y tomas:

Tipo	Nº Conductos	Diámetro (mm.)	Longitud (m.)	Capacidad de desagüe (m3/s)	Cota (m.s.n.m)
Tomas de agua	2	1.200	343	-	Varias
Desagüe intermedio	1	2.000	342,5	16,23	217,60
Desagüe de fondo	2	1.200	252	69	205,15

CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA:

- Superficie de la Cuenca: 850 km².
- Cota máxima de la Cuenca: 1.100 m.s.n.m.
- Cota mínima de la Cuenca: 196,15 m.s.n.m.
- Precipitación media: 500 l/m²
- Coeficiente de escorrentía media: 0,26
- Aportación media anual: 130 Hm³.
- Máxima avenida de proyecto (m3/sg. Periodo de retorno): 1.745 (T=500 años)-
- Geología de la Cuenca: calizas, dolomías, margas y areniscas

ESPACIOS PROTEGIDOS EN EL ENTORNO DEL EMBALSE:

RAMSAR	No
ZEPA	Sí
LIC	Si
Programa MaB	No
Legislación nacional/autónoma	Sí
PEPMF	Sí

EFECTOS SOCIOECONÓMICOS:

Núcleos desaparecidos;	No
Creación de nuevos núcleos:	No
Nº de viviendas inundadas	-
Nº de habitantes desplazados:	-
Superficie expropiada:	-

Vías de comunicación afectadas: antiguo ferrocarril a Sevilla, Carretera Zufre a Castillo de los Guardas y Zufre a Santa Olalla

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DE LA CUENCA:

- Paisaje: relieve montañoso
- Vegetación: comunidades vegetales catalogados. Vegetación climática 30%.
- Fauna: especies catalogadas de interés
- Geología: pizarras y cuarcitas.
- Hidrogeología: -
- Edafología: uso forestal.

DATOS TÉCNICOS DEL EMBALSE:

Cota n.m.n.	255,15
Superficie n.m.n.:	968,0 Has.
Capacidad n.m.n.:	175 Hm³.
Perímetro n.m.n.:	100 km.
Cota n.m.e.:	260,45

USOS TURÍSTICOS-RECREATIVOS:

Pesca	Sí
Navegación	a vela en zona acotada
Baño	Sí
Pic-nic	Sí
Restaurantes	Sí
Otros:	No

ELEMENTOS CULTURALES:

Existencia de Vías Pecuarias.

Ilustración 136: Plano de situación del embalse de Zufre.

Fuente: Junta de Andalucía.

- **Embalse de La**

Minilla: del año 1.957, ubicado en el tramo intermedio de la Rivera, su objetivo principal fue regular el caudal para regadío y abastecimiento, así como para el control de avenidas. Tiene un volumen de unos 57,8 hm³, confinados por una presa de gravedad.

FECHA DE CONSTRUCCIÓN: 1957
FECHA DE INICIO EXPLOTACIÓN: 1957

TIPO DE PRESA: de Gravedad
TIPO DE ALIVIADERO: Regulado por compuertas

DATOS TÉCNICOS PRESA:

Altura sobre el cauce:	49,35
Altura sobre cimientos:	61,55
Longitud de coronación:	256,7
Ancho coronación	12
Volumen de la presa:	260 m3 (10^3)
Anchura en pie de presa:	-
Cota de coronación:	160,05
Cota del cauce:	110,7
Cota del labio de aliviadero:	153
Cota de cimientos:	98,5

DATOS TÉCNICOS ALIVIADERO:

Perfil del labio (tipo)	Creager
Longitud del canal:	-
Longitud del labio:	-
Nº de vanos y dimensiones:	4 x 15,75
Posición	Centrada
Cota de umbral	153
Caudal máximo	2100 m3/s

Compuertas: Deslizantes con carpetas abatibles.

Escala para peces: No tiene

ZONA DE SEVILLA

EMBALSE DE LA MINILLA

Ilustración 137: Ficha técnica del embalse de La Minilla.

Fuente: Junta de Andalucía.

PLANO DE SITUACIÓN:

DATOS DE EXPLOTACIÓN:
- Usos de las láminas de agua: -
- Usos del agua desembalsada: -
- Caudal ecológico: -
- Datos técnicos del desagüe y tomas:

CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA:
- Superficie de la Cuenca: 1054
- Cota máxima de la Cuenca: -
- Cota mínima de la Cuenca: -
- Precipitación media: -
- Coeficiente de escorrentía media: -
- Aportación media anual: -
- Máxima avenida de proyecto (m3/sg. Periodo de retorno): 2100

Tipo	Nº Conductos	Diámetro (mm.)	Longitud (m.)	Capacidad de desagüe (m3/s)	Cota (m.s.n.m)
Desagüe de fondo	1	Alto1,5 a2,0 Ancho0,95 a 1,5	37	25	115
Tomas de agua	-	2,4x1,6	-	-	151,1x135,0

ESPACIOS PROTEGIDOS EN EL ENTORNO DEL EMBALSE:

RAMSAR	No
ZEPA	No
LIC	Sí
Programa MaB	No
Legislación nacional/autónoma	Sí
PEPMF	Sí

EFECTOS SOCIOECONÓMICOS:

Núcleos desaparecidos;	-
Creación de nuevos núcleos:	-
Nº de viviendas inundadas	-
Nº de habitantes desplazados:	-
Superficie expropiada:	-
Vías de comunicación afectadas:	-

DATOS ADMINISTRATIVOS:

Río: Ribera de Huelva
Municipio: El Garrobo, El Ronquillo, Zufre, El Castilla de las Guardas
Provincia: Sevilla y Huelva
Propietario: -
Coordenadas:
U.T.M. X: 219037,355 Y: 4173548,652
Geográficas: - -

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DE LA CUENCA:
- Paisaje: relieve ondulado.
- Vegetación: comunidades vegetales catalogados. Vegetación climácica (40%)
- Fauna: especies catalogadas de interés
- Geología: -
- Hidrogeología: dendrítica
- Edafología: formaciones de matorral denso con arbolado.

DATOS TÉCNICOS DEL EMBALSE:

Cota n.m.n.	159
Superficie n.m.n.:	-
Capacidad n.m.n.:	57,8
Perímetro n.m.n.:	-
Cota n.m.e.:	159

USOS TURÍSTICOS-RECREATIVOS:

Pesca	-
Navegación	-
Baño	-
Pic-nic	-
Restaurantes	-

ELEMENTOS CULTURALES:
No se tiene constancia

Ilustración 138: Plano de situación del embalse de La Minilla.

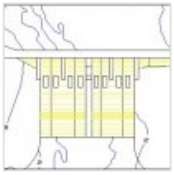
Fuente: Junta de Andalucía.

- **Contraembalse de Guillena:** del año 1.972, es la penúltima infraestructura antes de entrar en la vega del Guadalquivir, diseñado principalmente como dispositivo de laminación de avenidas para preservar zonas agrícolas y urbanas bajas, con un nivel de umbral más bajo y capacidad inferior al de los embalses anteriores. Desataca por su aprovechamiento hidroeléctrico con la central de bombeo de Guillena. Cuenta con un volumen de embalsado de 5 hm³, con presa de gravedad.

Datos generales

Tipo de presa:	Gravedad
Fase vida presa:	Explotación
Titular:	ENDESA GENERACION S.A.
Categoría riesgo potencial:	B
Fecha finalización obras:	31/12/1972
Usos infraestructura:	Hidroeléctrico
Usuarios infraestructura:	ENDESA, ---, ---

Planos:



Datos técnicos

Superficie de la cuenca hidrográfica (km2):	1.058 km^2
Caudal punta avenida de proyecto (m3/s):	2.150 m^3/s
Cota coronación (m):	70 m
Altura desde cimientos (m):	31 m
Longitud de coronación (m):	161 m
Cota cimentación (m):	39 m
Cota del cauce en la presa (m):	47 m
Volumen del cuerpo presa (1000 m3):	27,63 1000 m^3
Superficie del embalse a NMN (ha):	53 ha
Capacidad a NMN (hm3):	5 hm^3
Cota del NMN (m):	67 m
Número total de aliviaderos en la presa:	1
Regulación aliviaderos:	Compuertas.
Capacidad aliviaderos (m3/s):	2.150 m^3/s
Número total de desagües en la presa:	1
Capacidad desagües (m3/s):	12 m^3/s

Ilustración 139: Ficha técnica del contraembalse de Guillena.

Fuente: EMASESA

- **Embalse de El Gergal**: del año 1.979, es el último embalse del curso del Rivera de Huelva. Sirve para complementar el sistema de regulación hídrica y proporcionar capacidad de resguardo en caso de avenidas intensas. Embalsa 35,041 hm³, gracias a su presa de arco gravedad.

FECHA DE CONSTRUCCIÓN: 1979
FECHA DE INICIO EXPLOTACIÓN: 1979

TIPO DE PRESA: arco de gravedad
TIPO DE ALIVIADERO: fijo

DATOS TÉCNICOS PRESA:

Altura sobre el cauce:	48
Altura sobre cimientos:	62,5
Longitud de coronación:	288
Ancho coronación	6
Volumen de la presa:	110 m3 (x10³)
Anchura en pie de presa:	-
Cota de coronación:	56
Cota del cauce:	8
Cota del labio de aliviadero:	50
Cota de cimientos:	6,5

DATOS TÉCNICOS ALIVIADERO:

Perfil del labio (tipo): Creager con trampolín de lanzamiento	
Longitud del canal:	-
Longitud del labio:	-
Nº de vanos y dimensiones:	6x13,9
Posición	Centrado
Cota de umbral	50
Caudal máximo	2325
Compuertas:	No tiene
Escala para peces:	No tiene

ZONA DE SEVILLA

EMBALSE DE GERGAL

Ilustración 140: Ficha técnica del embalse de El Gergal.

Fuente: Junta de Andalucía.

PLANO DE SITUACIÓN:

DATOS ADMINISTRATIVOS:

Río:	Ribera de Huelva	Provincia:	Sevilla
Municipio:	Guillena y Castilblanco de los Arroyos	Propietario:	-
Coordenadas:			
U.T.M.	X: 230875,0	Geográficas:	-
	Y: 4162550,0		-

DATOS DE EXPLOTACIÓN:
- Usos de las láminas de agua: -
- Usos del agua desembalsada: -
- Caudal ecológico: -
- Datos técnicos del desagüe y tomas:

Tipo	Nº Conductos	Diámetro (mm.)	Longitud (m.)	Capacidad de desagüe (m3/s)	Cota (m.s.n.m)
Desagüe de fondo	2	2x1,25	10	49,02x49,02	17
Tomas de agua	-	-	2x1,5	-	39,50x24

CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA:
- Superficie de la Cuenca: 1755
- Cota máxima de la Cuenca: -
- Cota mínima de la Cuenca: -
- Precipitación media: -
- Coeficiente de escorrentía media: -
- Aportación media anual: -
- Máxima avenida de proyecto (m3/sg. Periodo de retorno): 2325 (T= 500 años)

ESPACIOS PROTEGIDOS EN EL ENTORNO DEL EMBALSE:

RAMSAR	No
ZEPA	No
LIC	No
Programa MaB	No
Legislación nacional/autónoma	No
PEPMF	Sí

EFECTOS SOCIOECONÓMICOS:

Núcleos desaparecidos;	-
Creación de nuevos núcleos:	-
Nº de viviendas inundadas	-
Nº de habitantes desplazados:	-
Superficie expropiada:	-
Vías de comunicación afectadas:	-

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DE LA CUENCA:
- Paisaje: sin elementos destacables.
- Vegetación: comunidades vegetales catalogados. Vegetación climácica (40%)
- Fauna: especies catalogadas de interés
- Geología: -
- Hidrogeología: dendrítica
- Edafología: formaciones de matorral denso con arbolado.

DATOS TÉCNICOS DEL EMBALSE:

Cota n.m.n.	50
Superficie n.m.n.:	2,5
Capacidad n.m.n.:	35,041
Perímetro n.m.n.:	-
Cota n.m.e.:	55

USOS TURÍSTICOS-RECREATIVOS:

Pesca	-
Navegación	-
Baño	-
Pic-nic	-
Restaurantes	-

ELEMENTOS CULTURALES:
No se tiene constancia

Ilustración 141: Plano de situación del embalse de El Gergal.

Fuente: Junta de Andalucía.

Como se aprecia en las fichas técnicas, los embalses de La Minilla, Zufre, Gergal y el contraembalse de Guillena, construidos entre las décadas de 1.950 y 1.980 sobre el cauce de la Rivera de Huelva, desempeñan funciones fundamentales en la regulación hídrica del sistema. Cada uno cumple un papel en el control de avenidas, el abastecimiento, la reserva para riego o el aprovechamiento hidroeléctrico, pero presentan una característica común que merece especial atención: ninguno de ellos cuenta actualmente con usos de carácter lúdico o recreativo autorizados.

Este hecho, evidente en las fichas técnicas y en la normativa vigente, representa una oportunidad de mejora en el futuro marco de planificación hídrica. En este sentido, sería deseable que el próximo ciclo del Plan Hidrológico de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir valore la incorporación de usos lúdicos y recreativos compatibles en estos embalses, como ocurre en otras cuencas, fomentando así el aprovechamiento público del recurso hidráulico, el desarrollo sostenible de los territorios ribereños y la conexión con proyectos como la futura vía verde del ferrocarril de Cala, que discurre muy próxima a algunos de estos embalses.

En su tramo final, el antiguo ferrocarril de Minas de Cala se adentra en la **Vega Baja del Guadalquivir**, una de las áreas más humanizadas y culturalmente densas del valle del gran río andaluz. Este territorio, transformado progresivamente desde época romana, ha sido históricamente un eje estratégico para las comunicaciones, el transporte fluvial, la agricultura intensiva y, posteriormente, la expansión urbana y rural. A partir de la presa del embalse del Gergal, en el término municipal de Guillena, el trazado ferroviario desciende por los municipios de Guillena, Santiponce, Camas, Tomares y San Juan de Aznalfarache, adentrándose en un paisaje marcado por siglos de intervención humana. La presencia de numerosas villas agrícolas romanas, calzadas, infraestructuras hidráulicas y, más tarde, núcleos urbanos con carácter industrial (alguno de ellos), evidencia un proceso de construcción del territorio estrechamente ligado a la actividad productiva y al control del agua. En este contexto, la infraestructura ferroviaria —como prolongación técnica de esta lógica— no solo responde a criterios funcionales, sino también patrimoniales, al insertarse en un corredor histórico y cultural de larga duración.

Asimismo, el tramo final del ferrocarril atraviesa espacios naturales de gran valor ecológico, como la Zona Especial de Conservación (ZEC) Bajo Guadalquivir, incluida en la Red Natura 2000 y parcialmente integrada en la Reserva de la Biosfera de Doñana. Esta ZEC, que se extiende desde la presa de Alcalá del Río hasta la desembocadura del río en el Atlántico, comprende hábitats fluviales y marismeños de enorme importancia ambiental. Alberga especies piscícolas amenazadas como la lamprea marina o el blenio de río, así como aves emblemáticas como la cigüeña negra, la garceta común, el martín pescador, el avetorillo o el alimoche. La vegetación riparia incluye sauces blancos, tarajales, álamos y orillas dominadas por sauce llorón, mientras que los caños, marismas y pastizales de Spartina constituyen hábitats protegidos a nivel europeo. Todo ello se combina con un entorno rural-urbano en proceso de transformación, donde la presión de las parcelaciones residenciales sobre antiguos regadíos ha modificado la configuración tradicional del paisaje.

En consecuencia, el tramo final del ferrocarril de Cala, lejos de ser un simple elemento de ingeniería, debe leerse también como un testimonio material integrado en este paisaje cultural e histórico de la Vega Baja del Guadalquivir, reflejo del modo en que las infraestructuras modernas dialogan con el patrimonio etnológico, ecológico y productivo del territorio.

Finalmente, el sistema ferroviario del Ferrocarril de Minas de Cala no solo se articula a través de una compleja red de infraestructuras técnicas e industriales, sino también a través de un paisaje cultural profundamente marcado por la presencia del ser humano a lo largo de los siglos. Desde las estribaciones de la Sierra de Aracena y Picos de Aroche —donde las dehesas, los castañares, los caminos históricos y los oficios tradicionales configuran un territorio de altísimo valor etnológico—, hasta las márgenes fluviales de las riveras de Hierro, Huelva y Cala —donde los corredores naturales se entrelazan con antiguos usos ganaderos, mineros y agrícolas—, el patrimonio inmaterial forma parte inseparable del entorno ferroviario.

Esta dimensión etnológica se prolonga en la Vega Baja del Guadalquivir, donde el ferrocarril atraviesa un espacio igualmente modelado por siglos de agricultura intensiva, colonización agraria, navegación fluvial y expansión urbana. Las huellas de las distintas culturas que han habitado este territorio —romana, islámica, medieval y moderna— perviven en los saberes técnicos, en los modos de vida tradicionales y en los propios asentamientos humanos que jalonan el recorrido del tren.

Todo ello conforma una red de vínculos entre cultura, territorio y tecnología, en la que el ferrocarril de Cala debe entenderse no solo como una infraestructura de transporte, sino como un eje cultural que atraviesa diversos paisajes históricos. Por tanto, a la luz de lo dispuesto en el artículo 27 de la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía, este patrimonio etnológico, íntimamente vinculado al bien inmueble que se propone declarar como Lugar de Interés Industrial, debe formar parte del reconocimiento y protección legal, en tanto en cuanto contribuye de forma determinante a comprender el valor completo del sistema ferroviario como expresión integral del patrimonio cultural andaluz.

5.4 Instrucciones Particulares.

Estas Instrucciones Particulares se establecen en cumplimiento del artículo 11 de la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía, y su contenido desarrolla lo preceptuado en el artículo 16 del Decreto 19/1995, de 7 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección y Fomento del Patrimonio Histórico de Andalucía, concretando la forma en que deben materializarse las obligaciones generales previstas en la citada Ley para las personas propietarias, titulares de derechos o simples poseedoras de bienes afectos al Lugar de Interés Industrial del ferrocarril de Minas de Cala al Guadalquivir.

La peculiar idiosincrasia minera, industrial e ingenieril de este Lugar de Interés Industrial se erige en el factor determinante que sustancia y motiva su protección, constituyendo su especificidad. Por ello, es la propia actividad minera e industrial la que debe preservarse, por lo que resulta coherente el mantenimiento de la misma, adecuándose su desarrollo a las determinaciones concretas de la Consejería competente en materia de patrimonio histórico que, como tutora del mismo, posibilitará, dentro de sus competencias, la convivencia entre pasado, presente y futuro, para que, preservando el legado histórico, la Lugar de Interés Industrial pueda seguir siendo reflejo de la evolución de la actividad minera, industrial e ingenieril de sus técnicas actuales y futuras, para las generaciones venideras. Tal naturaleza diacrónica y evolutiva es la que define el hecho cultural, intrínsecamente dinámico.

- El peculiar origen minero de este ferrocarril y sus ramales es factor determinante y conforma su especificidad, especialmente su ancho de vía (más fácil acceso a las cortas, y menor coste de implantación), su perfil (buscando la pendiente favorable en carga), y su origen (cortas mineras). Por ello, la propia actividad minera debe preservarse, por lo que

resulta coherente el mantenimiento de la misma, adecuándose su desarrollo a las determinaciones concretas de la Consejería competente en materia de patrimonio histórico que, como tutora del mismo, posibilitará, dentro de sus competencias, la convivencia entre pasado, presente y futuro, para que, preservando el legado histórico, las zonas de origen o carga de este ferrocarril puedan seguir siendo reflejo de la evolución de la actividad minera y de sus técnicas actuales y futuras para las generaciones venideras. Tal naturaleza diacrónica aportaría una riqueza adicional al Bien protegido.

- Se permita y se aconseje la conversión del trazado protegido en Vía Verde, como mejor opción, dada su longitud, para su conocimiento y difusión, enriquecimiento y uso como bien social y factor de desarrollo sostenible.

- Se permitan las actuaciones de conservación, restauración, rehabilitación o puesta en valor de las edificaciones e instalaciones incluidas en el ámbito de protección, así como un cambio de uso que asegure su conservación y posibilite su uso y disfrute por parte de la ciudadanía.

- Se permita en las fincas colindantes al trazado protegido los usos y aprovechamientos tradicionales del suelo, tanto agrícolas, como forestales y ganaderos, que no supongan un impacto sobre la integridad o la distorsión de los valores patrimoniales y paisajísticos del Bien, siendo excepcionales las intervenciones y actividades que conlleven el cambio en los usos y aprovechamientos tradicionales, así como la roturación de terrenos forestales con fines agrícolas y de repoblación forestal.

- Se permitan las actividades de uso público y social para la educación cultural y ambiental que no supongan un impacto sobre la integridad o la distorsión de los valores patrimoniales y paisajísticos del Bien.

- Se permita que su trazado protegido, como vía de comunicación e infraestructura de desarrollo que fue, pueda de nuevo participar en el desarrollo rural en la medida que posibilite su no degradación y conservación, permitiendo la incorporación al mismo de infraestructuras de telecomunicación, energía o transporte de fluidos, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

    - Que sea de forma soterrada e invisible.

    - Que no afecte a las construcciones singulares del trazado protegido (puentes, alcantarillas, túneles, etc.), o se incorporen de forma invisible a los mismos.

    - Que no afecte a las edificaciones, o se incorporen de forma invisible a las mismas.

    - Que se reponga el trazado protegido según los estándares constructivos y de calidad de Vías Verdes.

- Se limite la circulación por el trazado protegido al habitual de las Vías Verdes, es decir, peatones, ciclistas, jinetes…

- Sólo se permita el paso por el trazado protegido de motos y vehículos de 4 ruedas para las labores de vigilancia, mantenimiento del trazado y emergencias, y si no se dispone de otro acceso, para el mantenimiento de infraestructuras cercanas y acceso a las fincas colindantes.

- Cualquier actuación que cruce o afecte longitudinalmente el trazado protegido, y sus trincheras, terraplenes, túneles, estribos y pilares de los puentes, alcantarillas, tajeas, etc., deberá rehabilitar el trazado protegido según los estándares constructivos y de calidad de Vías Verdes, y restaurar y estabilizar las trincheras, terraplenes, túneles, estribos y pilares de los puentes, alcantarillas, tajeas, etc. en condiciones de seguridad para los mismos y el trazado protegido.

- Durante el periodo de anotación preventiva no se verán afectadas ni suspendidas las licencias y actuaciones ya previstas compatibles con estas Instrucciones particulares.

- En cumplimiento del artículo 19 de la Ley de Patrimonio Histórico de A, Contaminación visual o perceptiva, las administraciones competentes en los ámbitos urbano o rural velarán que las obras y/o actividades económicas no contaminen visual o perceptivamente el Bien, degradando sus valores.

  Se debe minimizar el impacto, en relación al tamaño, orden y distribución de todos los elementos, construcciones o instalaciones tanto en ámbito urbano como territorial, que supongan afección negativa y/o degradación de los valores del Bien, así como toda interferencia que impida o distorsione su contemplación, apreciación o estudio.

  Se debe planificar la localización y definir las características de estos elementos, construcciones e instalaciones no de forma singularizada, sino siempre en referencia al ámbito del Bien, en el marco de una regulación coherente del espacio público y del privado.

  Mientras esto se suele interpretar de forma correcta en el ámbito urbano, en el ámbito rural es preciso considerarlo desde los valores bien, que discurre (su trazado protegido) actualmente en un entorno agrícola, natural o minero, por lo que no se debe permitir a menos de 100 m del mismo actividades o edificaciones que alteren el entorno actual y degraden su valor, como plantas energéticas, construcciones industriales, ganaderas o agrícolas de gran tamaño, etc., o acumulación de las mismas; o bien su autorización debe exigir una compensación paisajística entre las mismas y el trazado protegido.

El Ferrocarril de Minas de Cala al Guadalquivir constituye un legado patrimonial de extraordinario valor histórico, territorial, técnico y cultural para Andalucía, albergando en su conjunto una notable diversidad de bienes que deben ser abordados desde una óptica integral. Su condición de infraestructura minera e industrial es inseparable del territorio por el que discurre, dejando como resultado una riqueza patrimonial múltiple que combina elementos inmuebles, muebles y etnológicos en una lógica sistémica, perfectamente reconocible y jurídicamente protegible.

Desde el punto de vista del **patrimonio inmueble**, el trazado ferroviario, las estaciones, los ramales, túneles, puentes, trincheras, casillas y otras estructuras de ingeniería civil constituyen testimonios singulares de una forma de entender el territorio y de una época marcada por la expansión minera y la lógica funcional del ferrocarril industrial. Se trata de un sistema técnico coherente, fruto de decisiones ingenieriles ajustadas a la orografía y a las necesidades extractivas, donde cada elemento responde a un modelo racional de explotación y transporte de recursos. Estos

valores hacen plenamente justificable su protección como **Lugar de Interés Industrial**, conforme a lo establecido en la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía.

En paralelo, el **patrimonio mueble** asociado al ferrocarril contribuye a enriquecer el relato del ferrocarril como hecho cultural y técnico, aportando un material tangible y evocador que permite comprender su operativa diaria, su organización funcional y su contexto social. Estos objetos, en su mayor parte conservados por particulares, forman parte esencial del universo ferroviario de Cala y deben entenderse como piezas integrantes del mismo bien cultural.

Asimismo, el **patrimonio etnológico** que se despliega a lo largo de su trazado, desde los valles y cumbres del Parque Natural de la Sierra de Aracena y Picos de Aroche, pasando por las riveras de Hierro, Huelva y Cala, hasta alcanzar la Vega Baja del Guadalquivir, otorga una dimensión territorial y humana insustituible a este ferrocarril. El conocimiento tradicional, las formas de vida rural, la arquitectura popular, los usos del suelo y las actividades agroganaderas y mineras configuran un paisaje cultural en el que el ferrocarril no fue un cuerpo extraño, sino un vector de transformación profundamente integrado en la dinámica del medio. Este valor se incrementa con la presencia de rutas como EuroVelo 1, itinerarios históricos y enclaves de alto valor etnográfico, convirtiendo el ferrocarril en un eje cultural de articulación entre cultural, técnico y simbólico.

En este marco, los embalses vinculados al recorrido —como La Minilla, Zufre, contraembalse de Guillena y Gergal— suponen otra pieza más del paisaje técnico e hidráulico asociado al trazado. Sin embargo, estas masas de agua carecen actualmente de uso lúdico o recreativo autorizado. En este sentido, se propone que el **próximo Plan Hidrológico** contemple la posibilidad de habilitar estos embalses para actividades compatibles con la conservación, como el baño, el piragüismo o la pesca regulada, permitiendo así su integración funcional y sostenible dentro del sistema de usos. Esto no solo enriquecería la experiencia del visitante y fomentaría la economía local, sino que reforzaría el vínculo entre infraestructura, paisaje y sociedad.

Por todo ello, y a la luz de lo establecido en los artículos 11 de la Ley 14/2007 y 16 del Decreto 19/1995, las Instrucciones Particulares para la protección del Ferrocarril de Cala como Lugar de Interés Industrial deben concebirse no como un conjunto de restricciones, sino como una guía para compatibilizar la conservación de este bien con su funcionalidad social, paisajística y educativa. La propia naturaleza evolutiva y técnica del ferrocarril hace necesario proteger no solo lo que fue, sino lo que puede llegar a ser, siempre en diálogo con su origen minero e ingenieril.

En este sentido, se contempla con especial interés su posible **reutilización como Vía Verde**, lo que favorecería tanto su conservación física como su divulgación pública, activando procesos de desarrollo sostenible, educación ambiental y dinamización local. La reconversión en infraestructura cultural no debe ser entendida como una pérdida de su carácter industrial, sino como una ampliación de sus posibilidades funcionales en el presente.

Así mismo, el mantenimiento de los usos tradicionales del suelo en su entorno, la posibilidad de realizar intervenciones compatibles con su protección, el fomento de actividades educativas y culturales, o la incorporación soterrada de infraestructuras modernas que no alteren su imagen ni su estructura, son aspectos esenciales para garantizar que este bien siga formando parte activa del territorio, y no quede relegado a una mera ruina patrimonial.

En conclusión, el Ferrocarril de Cala, con su red de elementos tangibles e intangibles, debe ser protegido como un sistema patrimonial complejo y vivo, donde la memoria del trabajo, la cultura ferroviaria, el legado técnico y la transformación del paisaje se entrelazan en una narrativa común. Su declaración como Lugar de Interés Industrial no sólo es deseable, sino necesaria, para que generaciones futuras puedan seguir entendiendo, interpretando y habitando este valioso testimonio de la historia industrial andaluza.

6 VÍA VERDE DE CALA

Una vez abordados en profundidad los distintos aspectos históricos, técnicos y patrimoniales del ferrocarril de Cala —desde su concepción como infraestructura minera, su desarrollo ingenieril, hasta la pervivencia actual de sus bienes inmuebles, muebles y etnológicos— resulta evidente que nos encontramos ante un legado de gran valor territorial, cultural y social. A lo largo de este trabajo se ha puesto de manifiesto no solo la riqueza y singularidad de este sistema ferroviario, sino también la oportunidad que representa su recuperación desde una perspectiva integradora y sostenible. En este contexto, la conversión del antiguo trazado ferroviario en una Vía Verde se revela como la vía más adecuada para garantizar su conservación activa, su difusión pública y su aprovechamiento como recurso social, educativo y económico.

La creación de una posible "Vía Verde de Cala al Guadalquivir", como nombre provisional, no solo permitiría preservar y mantener los elementos físicos del trazado —plataforma, estribos, terraplenes, casillas, estaciones, puentes, etc.— sino que también fomentaría el acceso ciudadano a este patrimonio, consolidando un modelo de desarrollo rural sostenible alineado con las actuales estrategias de ordenación del territorio. En los siguientes epígrafes se presentará qué son las Vías Verdes, su implantación en el territorio español y andaluz, el estado actual de la red, sus ejemplos más relevantes y el potencial que tendría esta vía concreta para sumarse a la misma.

Más allá de los aspectos técnicos de rehabilitación, reconstrucción, mantenimiento y seguridad que deberán abordarse para hacer viable su conversión, la Vía Verde de Cala podría reforzarse institucionalmente mediante su inclusión en distintos programas de planificación estratégica. Entre ellos, destaca la Estrategia para una Minería Sostenible en Andalucía, impulsada por la Junta de Andalucía, en la que esta iniciativa encajaría perfectamente como ejemplo de valorización patrimonial y reconversión de antiguas infraestructuras mineras hacia usos sostenibles. Asimismo, esta Vía Verde podría integrarse en el marco del programa de "Puertas Verdes de Andalucía", que articula corredores ecológicos y culturales entre espacios naturales, así como en el catálogo de "Paisajes de Interés Cultural", dado su fuerte componente territorial, identitario y etnológico.

Igualmente, resulta oportuno mencionar como referencia inspiradora el exitoso proyecto de recuperación ferroviaria en la comarca del Matarraña (Aragón), donde una antigua vía férrea minera fue transformada en una Vía Verde de gran calidad, articulando patrimonio, naturaleza y dinamización económica local. Este modelo, adaptado al contexto andaluz y a las especificidades del Ferrocarril de Cala, puede servir de hoja de ruta para poner en valor un patrimonio ferroviario único, dotándolo de un nuevo uso coherente con los principios de sostenibilidad, accesibilidad e integración paisajística.

En definitiva, en este punto del trabajo se abordará el concepto y desarrollo de las Vías Verdes como estrategia de recuperación de patrimonio ferroviario en desuso, su marco de implantación en España y Andalucía, y las actuaciones necesarias para hacer posible la puesta en marcha de una vía verde que conecte el corazón minero de la Sierra de Huelva con el Guadalquivir, abriendo un nuevo corredor cultural, ambiental y social para el siglo XXI.

6.1 ¿Qué son las vías verdes?

Las Vías Verdes son antiguos trazados ferroviarios en desuso que proporcionan nuevas fórmulas de ocio y movilidad mediante su reconversión en itinerarios ecoturísticos para ser recorridos mediante sistemas no motorizados, es decir, caminando, en bicicleta, con silla de ruedas, con patines, a caballo...

La utilización de las Vías Verdes impulsa la movilidad sostenible y el ejercicio en la naturaleza entre los ciudadanos, contribuyendo a la dinamización de los pueblos cercanos y a la creación de empleo a nivel local. Respetando las tradiciones y culturas locales, y potenciando el comercio local.

Estas infraestructuras son idóneas para fomentar la práctica de un turismo activo y sostenible, promoviendo una movilidad más respetuosa con el medio ambiente y unos hábitos más saludables para la sociedad en general.

Gracias a su origen ferroviario, las Vías Verdes ofrecen unos recorridos que no requieren de un gran esfuerzo físico, debido especialmente a que, las pendientes que conforman sus trazados son suaves. Favoreciendo la accesibilidad a todo tipo de personas independientemente de su condición física, de hecho, sus diseños son tales que priorizan la inclusión de personas con movilidad reducida (niños, ancianos, invidentes, personas con diversidad funcional…), siendo rutas seguras, y muy atractivas, ya que suelen discurrir por paisajes rurales de gran belleza natural donde cada persona pueda aprender observando el ecosistema que visita.

Las Vías Verdes son itinerarios llenos de magia, salpicados de impresionantes túneles y espectaculares viaductos por los que antaño circulaban los trenes. Es posible acceder a algunas Vías Verdes mediante tren, siendo éste el medio más recomendable para disfrutar plenamente del viaje y reducir la contaminación en nuestros desplazamientos.

Muchas de las antiguas estaciones han sido rehabilitadas y ofrecen servicios de información, alojamiento, restauración, alquiler de bicicletas, venta de productos locales, etc. Y otras, han sido convertidas en interesantes centros de interpretación que complementan la oferta turística y cultural en torno a estos recorridos históricos.

Las Vías Verdes son recursos excelentes para desarrollar actividades educativas y de sensibilización ambiental con estudiantes de cualquier nivel formativo y con personas de todas las edades y capacidades físicas.

Ilustración 142: Vía Verde de la Sierra Sur.

Fuente: Fundación Vía Verde de la Sierra.

6.2 Vías Verdes en España.

En España existían en 1.993 más de 7.600 kilómetros de líneas en desuso, o que nunca llegaron a prestar servicio por quedar inconclusas las obras de construcción. El Programa Vías Verdes nació como una iniciativa de reutilización y puesta en valor de este patrimonio ferroviario. Un patrimonio de gran valor histórico y cultural, que se está rescatando del olvido y la desaparición total dado el enorme potencial que ofrece para desarrollar iniciativas de reutilización con fines de movilidad y ocio activo y sostenible, acordes a las nuevas demandas sociales de las últimas décadas.

Mapa 46: Ferrocarriles en desuso en España.

Fuente: Vías Verdes – Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

La recuperación de este patrimonio y su puesta a disposición de la ciudadanía es el objetivo del Programa Vías Verdes, desarrollado desde 1.993 por el anterior Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, en el que actualmente ha cobrado un papel predominante el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, como máximo inversor en la recuperación de estas antiguas líneas de ferrocarril a través del Programa de Caminos Naturales, implantado en 2.004.

Asimismo, en el pasado jugaron un papel fundamental Renfe y Feve, papel que ahora le corresponde a Adif, entidad que en colaboración con los promotores de estos proyectos proporciona a través de contratos de arrendamiento los terrenos y edificaciones sobre los que se asientan estas vías verdes.

Pero, todo este Programa de Vías Verdes sería irrealizable sin la activa participación de los promotores y gestores de las vías verdes; es decir las comunidades autónomas, diputaciones forales y provinciales y ayuntamientos, que impulsan la puesta en marcha de los proyectos de vías verdes y se hacen cargo del mantenimiento, gestión y promoción de las rutas, así como de los colectivos ciclistas, ecologistas, defensores del patrimonio y colectivos ciudadanos, que impulsan decididamente también la puesta en marcha de muchos de estos proyectos de vías verdes.

Mapa 47: Vías Verdes de España.

Fuente: Vías Verdes – Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

El Programa Vías Verdes, que promueve, dinamiza y divulga a escala estatal la Fundación de los Ferrocarriles Españoles, proporciona a las diferentes iniciativas de vías verdes en España varios valores fundamentales. Por un lado, unas señas de identidad homogéneas que permiten distinguirlas por su origen ferroviario y definirlas como recurso novedoso y de calidad, seguro y accesible para todos. Por otro, labores de asesoría técnica y un importante proceso de implicación y participación de las instituciones y los colectivos ciudadanos a nivel local. Además, ofrece la posibilidad de integrarse en acciones de comunicación y promoción conjunta de estos itinerarios que desarrolla de manera continuada la Gerencia de Vías Verdes de la Fundación.

Las vías verdes constituyen un instrumento ideal para promover en nuestra sociedad una cultura nueva del ocio y del deporte al aire libre, de la movilidad activa, saludable y sostenible. Representan un claro apoyo a la cultura de la bicicleta, al generalizar su uso entre toda la ciudadanía, desempeñando un importante papel educativo, en especial para los más jóvenes. Son, también, una herramienta de gran importancia para el desarrollo de pueblos y comarcas rurales, pues contribuyen al desarrollo rural sostenible, la creación de empleo “verde” local, el emprendimiento y la lucha contra la despoblación en la llamada “España vacía o vaciada”.

Un buen ejemplo en este sentido es la Vía Verde de la Sierra (Cádiz-Sevilla) que proporciona actualmente 25 empleos directos en la gestión, mantenimiento y gestión de las estaciones ya rehabilitadas y arroja unas cifras de unos 300.000 usos/año. Otro caso de éxito es la red de Vías

Verdes de Girona, cuyo impacto anual se valora en cerca de 3,5 millones de euros, la creación de 62 puestos de trabajo directos y cerca de 1.000.000 de usos/año.

Ilustración 143: Vía Verde del Carrilet Girona - Sant Feliu de Guíxols.

Fuente: Vías Verdes – Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

6.3 Vías Verdes en Andalucía.

La Red de Vías Verdes de Andalucía está formada por 26 itinerarios, que suman ya una longitud superior a los 650 km. La construcción, mantenimiento y promoción de estas infraestructuras es fruto de las inversiones de la Administración Central, la Junta de Andalucía y las administraciones locales. Además, se sigue promoviendo el desarrollo de nuevas Vías Verdes sobre cerca de 1.000 km de trazados ferroviarios en desuso existentes en Andalucía, como es el caso de este estudio. La Vías Verde de Cala al Guadalquivir.

Actualmente existen 3.300 km de Vías Verdes en España, distribuidos en 132 itinerarios repartidos por todo el país. Son el resultado de las actuaciones desarrolladas en el marco del Programa Vías Verdes, que coordina y dinamiza desde 1.993 la Fundación de los Ferrocarriles Españoles, con la activa colaboración de los sucesivos Ministerios con competencias en medio ambiente y desarrollo rural y otras administraciones públicas.

Mapa 48: Vías Verdes de Andalucía.

Fuente: Vías Verdes – Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

Huelva

1. Vía Verde Guadiana (16,7 km): por los montes onubenses del Andévalo Occidental hasta la orilla del Guadiana. Entre la aldea Puerto de la Laja y la aldea La Isabel.
2. Vía Verde El Litoral (48,7 km): sufre problemas de mantenimiento. Desde el rio Odiel hasta la frontera portuguesa en el río Guadiana. Entre Ayamonte y Gibraleón.
3. Vía Verde Molinos del Agua (36 km): a través de un antiguo tren minero desde tierras de campiña a la Serranía de Huelva. Entre San Juan del Puerto y Valverde del Camino.

Ilustración 144: Vñia Verde El Litoral.

Fuente: Turismo de Andalucía.

Cádiz

4. Vía Verde Entre Ríos (16,2 km): un recorrido de Rota a Chipiona con sabor a mar, junto a Costa Ballena. Entre los municipios de Rota y Chipiona.
5. Vía Verde Matagorda (3,6 km): entre marismas y pinares, cerca de las vías del tren y de la Universidad, en el Parque Metropolitano de Marismas de Los Toruños y Pinar de La Algaida, entre El Puerto de Santa María y Puerto Real.
6. Vía Verde Puerto Real – San Fernando (8,3 km): un paseo marismeño y marinero en pleno Parque Natural de la Bahía de Cádiz, en paralelo al ferrocarril. Entre las estaciones de tren de Puerto Real y San Fernando.

Ilustración 145: Vía Verde Entre Ríos.

Fuente: Turismo de Andalucía.

Cádiz - Sevilla

7. Vía Verde de la Sierra (36 km): reconocida entre las mejores de Europa, sorprende con sus túneles, viaductos y estaciones rehabilitadas. Entre Olvera y Puerto Serrano.

Ilustración 146: Peñon de Zaframagón. Vía Verde de la Sierra.

Fuente: Fundación Vía Verde de la Sierra.

Sevilla

8. Vía Verde Las Lagunas (11 km): un paseo entre olivares por un suave paisaje de campiña. Entre La Roda de Andalucía y Pedrera.
9. Vía Verde Itálica (2,75 km): un viejo trazado ferroviario desde la Isla de la Cartuja a las ruinas del Imperio Romano. Entre Sevilla y el municipio de Camas.
10. Vía Verde El Ronquillo (9,2 km): a las orillas del embalse de la Minilla, con la compañía constante del agua, dehesas y encinas. Entre la antigua estación de ferrocarril de El Ronquillo (crta. N-630, Km 775) y embalse de La Minilla.
11. Vía Verde Norte de Sevilla (18,7 km): el más sugerente recorrido en el corazón del Parque Natural Sierra Norte de Sevilla. Entre la estación ferroviaria de Cazalla-Constantina y el Monumento Natural del Cerro del Hierro.

Ilustración 147: Vía Verde de la Sierra Norte.

Fuente: Vías Verdes – Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

<u>Sevilla - Córdoba</u>

12. Vía Verde Campiña (91,4 km): travesía de la campiña sevillana y cordobesa entre pueblos con valioso patrimonio cultural e histórico. Entre el Azud de Casillas en Córdoba (próxima conexión con el casco urbano) hasta Marchena.

Ilustración 148: Vía Verde de la Campiña.

Fuente: Turismo Fuentes de Andalucía.

<u>Córdoba</u>

13. Vía Verde Fuente Ovejuna (4,5 km): un tramo de la que será una larga Vía Verde a través de un paisaje mediterráneo. En las afueras del pueblo, a 1,5 k del inicio de la Carretera Fuente Obejuna-Los Blázquez.
14. Vía Verde Peñarroya – Pueblonuevo (3,2 km): travesía urbana del antiguo trazado minero de vía estrecha. Entre la estación de Peñarroya-Pueblonuevo y la Avenida de Andalucía.
15. Vía Verde La Maquinilla (8 km): viaje a uno de los patrimonios industriales más importantes de España. Desde el Área Industrial San Antonio (Belmez) hasta el Cerco Industrial de Peñarroya-Pueblonuevo.
16. Vía Verde La Minería (14,6 km): entre dehesas y encinas hacia las estribaciones de Sierra Morena. Entre Estación de El Soldado y Castillo de Mala Salsa.

Ilustración 149: Vía Verde La Maquinilla.

Fuente: Vías Verdes – Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

Córdoba - Jaén

17. Vía Verde Aceite (128 km): la más larga de Andalucía, discurre entre campiñas, olivares, agrestes sierras (Jaén, Subbética) y pueblos blancos. Entre la Estación de Campo Real y la ciudad de Jaén, con ramal de Luque a Baena.

Ilustración 150: Vía Verde del Aceite.

Fuente: Vías Verdes – Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

Jaén

18. Vía Verde Guadalimar (15,3 km): del bosque galería del río Guadalimar a la vega aceitunera del Guadalquivir. Entre la estación de Linares y Vereda de Pajareros.
19. Vía Verde de Linares (6,6 km): el sinuoso descenso de Linares al Guadalimar. Entre Barriada San Gonzalo y Estación de Linares-Baeza.
20. Vía Verde Vadollano (6,7 km): de Linares al paraje de Vadollano entre un paisaje de alomados olivares. Entre Linares y el paraje de Vadollano.
21. Vía Verde Segura (27 km): entre infinitas lomas de olivar y por el parque natural Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas. Entre Arroyo del Ojanco y el límite provincial de Jaén con Albacete en Villarrodrigo.

Ilustración 151: Vía Verde Segura.

Fuente: Vías Verdes – Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

Granada

22. Vía Verde Sierra Nevada (1,65 km): a orillas del Genil, la mejor vía de acceso a las más altas cumbres de la península. Entre la cola del embalse de Canales y Estación de Maitena.
23. Vía Verde Sierra de Baza (42 km): por un paisaje estepario en las inmediaciones del Parque Natural Sierra de Baza. Entre Baúl y el límite con la provincia de Almería (VV Valle del Almanzora).

Ilustración 152: Vía Verde Sierra Nevada.

Fuente: Vías Verdes – Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

Almería

24. Vía Verde Valle de Almanzora (38,5 km): a través del Valle del Almanzora, tierras esteparias ricas en mármoles y cultivos, cerca de la Sierra de los Filabres. Ente El Hijate y Fines.
25. Vía Verde Huércal – Overa (13 km): un tramo con vegetación mediterránea sobre blancas tierras de yesos que se adentra en la vecina Murcia. Desde la Autovía A7 por Huércal Overa hasta la pedanía de Las Norias.

26. Vía Verde Lucainena de las Torres (5 km): a la sombra de la Sierra de Alhamilla por el antiguo ferrocarril minero que llegaba a Agua Amarga. Lucainena de las Torres-Puente del Saltador en Rambla Honda.

Ilustración 153: Vía Verde Valle de Almanzora.

Fuente: Vías Verdes – Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

6.4 La Vía verde de Cala al Guadalquivir

Tras haber analizado en detalle el concepto de Vías Verdes, su desarrollo en el ámbito estatal y andaluz, así como las iniciativas más destacadas implantadas hasta la fecha, el presente estudio se detiene ahora en una propuesta concreta: la creación de la Vía Verde de Cala al Guadalquivir. Esta vía se plantea como una nueva incorporación al catálogo andaluz de Vías Verdes, recuperando el trazado del antiguo ferrocarril minero de Cala, con sus ramales y conexiones, y transformándolo en un eje de desarrollo territorial, cultural y sostenible.

El origen de este proyecto, en cierto modo, se remonta a un hecho lamentable que tuvo lugar en torno al año 2020, cuando un particular procedió a la demolición injustificada de la antigua Estación de La Regüela, uno de los hitos patrimoniales del trazado del ferrocarril de Cala, tal y como se ha podido estudiar en apartados anteriores del trabajo. Este suceso generó una reacción inmediata entre diversas entidades sociales y culturales, que decidieron coordinarse para evitar que se repitieran agresiones similares contra este legado. Así, organizaciones como ASEDECA, A Contramano, Ecologistas en Acción Sevilla y la Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía, entre otras, aunaron esfuerzos para constituir una mesa de trabajo con el objetivo de promover la protección, rehabilitación y puesta en valor del trazado ferroviario.

Esta mesa de trabajo fue ampliándose con la implicación de los ayuntamientos de los 18 municipios implicados en el proyecto, ya que la propuesta no se limita exclusivamente al ferrocarril de Cala en sentido estricto, sino que incluye también sus ramales hacia las Minas de Teuler y las Minas del Castillo, así como el trazado del ferrocarril de Aznalcóllar, conformando así un conjunto integral de ejes ferroviarios históricos con alto potencial de recuperación. El proyecto ha buscado además la colaboración de distintas administraciones públicas, con el fin de convertir esta iniciativa en una propuesta compartida, viable y estratégica a medio y largo plazo.

La Vía Verde de Cala al Guadalquivir abarcaría unos 175 km de trazado ferroviario histórico, vertebrando un espacio de más de 2.000 km² y con influencia directa sobre una población superior a los 850.000 habitantes, además de constituirse como la puerta de entrada a Sevilla para los visitantes que cada año recorren la ruta cicloturista EuroVelo 1, que en este territorio conecta con Santolalla del Cala, Nerva y Minas de Cala. Esta vía verde, por tanto, no solo recupera una infraestructura histórica para su uso recreativo, sino que también se convierte en una infraestructura sostenible de conexión territorial, social, cultural y económica.

Siendo sus objetivos fundamentales los siguientes:

- La protección y valorización del patrimonio minero, industrial, ferroviario y etnológico.
- La restauración del entorno ambiental degradado.
- La creación de una red segura y continua de movilidad no motorizada.
- El fomento del turismo activo, cultural y de naturaleza.
- El impulso de la economía local en torno a actividades sostenibles.
- La mejora de la calidad de vida y el acceso al ocio saludable en el entorno rural y periurbano de Huelva y Sevilla.

La propuesta se enmarca, además, en diversas estrategias y planes vigentes como el Plan Estratégico de la Minería Sostenible de Andalucía, el programa de Puertas Verdes y la iniciativa de Paisajes de Interés Cultural, todo ello sin olvidar las políticas europeas de cohesión y transición ecológica.

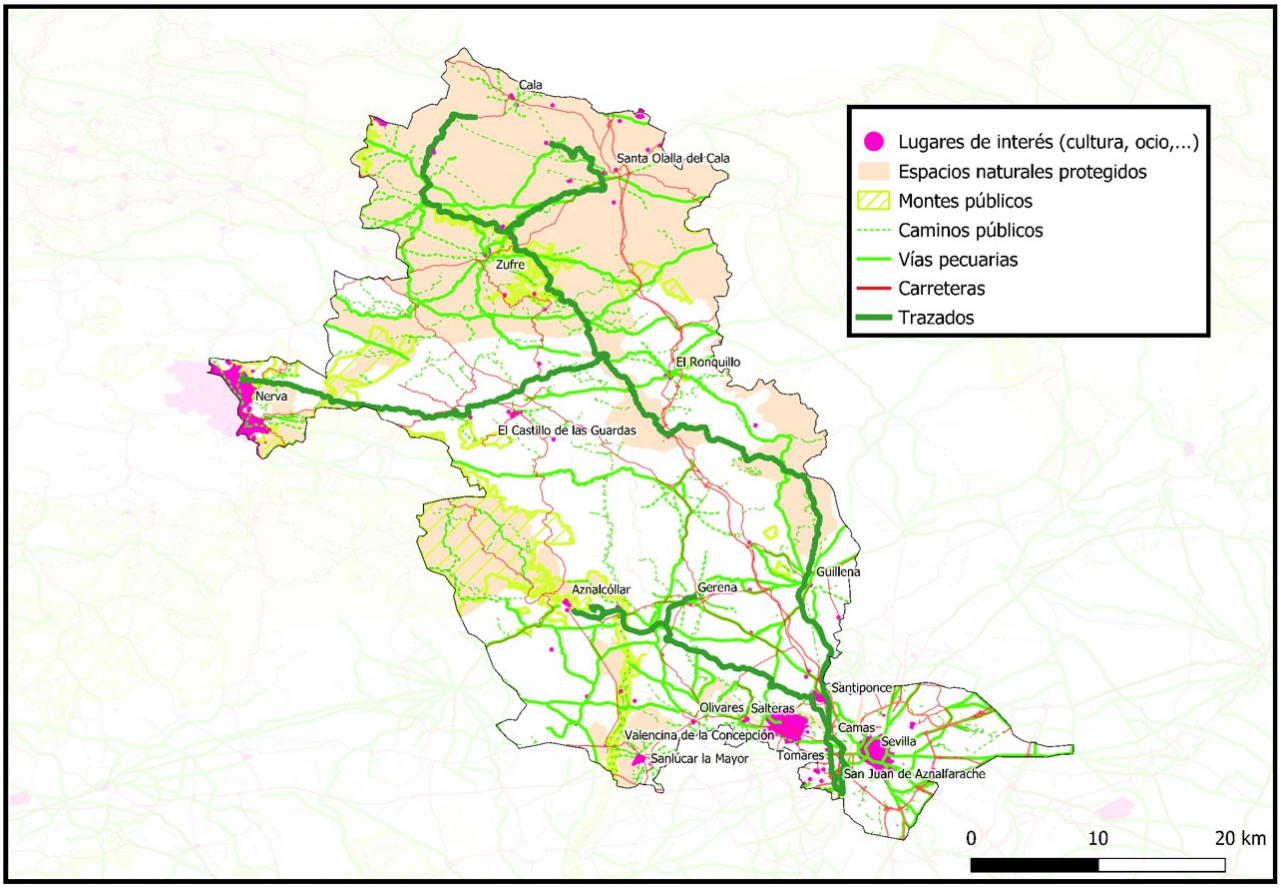
Las acciones llevadas a cabo hasta la fecha incluyen marchas reivindicativas, exposiciones itinerantes, reuniones con los ayuntamientos implicados, contactos con las diputaciones de Huelva y Sevilla, así como con cinco grupos parlamentarios, lo que demuestra el creciente consenso institucional y ciudadano en torno al proyecto.

Este proyecto tiene, asimismo, un impacto potencial muy relevante: además de sus beneficios ambientales y patrimoniales, se proyecta como un gran proyecto de desarrollo rural, equiparable en potencial turístico y dinamizador a iniciativas consolidadas como la de Zona Cero BTT en el Pirineo Aragonés. Su trazado de suaves pendientes —herencia de la ingeniería ferroviaria— lo hace ideal para todas las edades y condiciones físicas, generando una alternativa segura a la red viaria convencional para el ocio, el deporte y la movilidad cotidiana.

A ello, se suman las oportunidades de negocio vinculadas al cicloturismo, uno de los sectores de mayor crecimiento en Europa, con mayor gasto medio por visitante que el turismo convencional. Sevilla y su área metropolitana no solo serían usuarios principales, sino también beneficiarios económicos de esta red: comercios deportivos, restauración, alojamiento, transporte, servicios turísticos, etc.

Finalmente, la consecución de esta nueva vía verde como columna vertebral del noroeste de Andalucía, traería consigo, la dinamización del patrimonio, la gastronomía, los productos locales, el empleo, la educación, la movilidad, y el aprovechamiento sostenible del paisaje, convirtiéndose en un proyecto integral de impacto transversal donde todos los sectores —agricultura, turismo, cultura,

servicios— salen beneficiados. Un modelo de regeneración territorial real, vivo y sostenible, que conecta pasado y futuro mediante una infraestructura al servicio del bien común.



Mapa 49: Red ciclosenderistas de los ferrocarriles de Cala y Aznalcóllar.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez expuestos los fundamentos históricos, patrimoniales, ingenieriles, territoriales y sociales que justifican sobradamente la puesta en valor del antiguo ferrocarril minero de Cala mediante su conversión en una Vía Verde, y tras haber analizado sus potencialidades como infraestructura vertebradora de desarrollo rural, movilidad sostenible y dinamización turística y cultural, resulta oportuno plantear ahora una primera aproximación a las actuaciones básicas que serían necesarias para hacer viable este ambicioso proyecto.

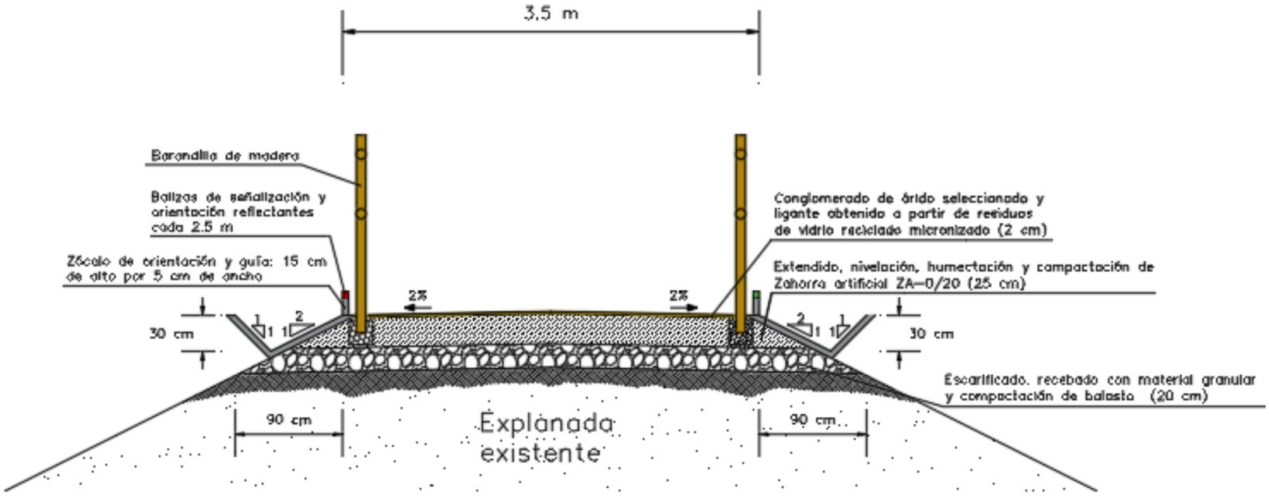
Estas actuaciones no pretenden ser aún un plan cerrado o definitivo, sino más bien una guía orientativa de los pasos a seguir, a modo de hoja de ruta general. Se trata, por tanto, de establecer un marco técnico y operativo que permita avanzar progresivamente en la recuperación, adecuación y acondicionamiento del trazado ferroviario, respetando siempre sus valores patrimoniales e incorporando criterios de sostenibilidad, accesibilidad y seguridad. A continuación, se describen de forma esquemática las principales líneas de intervención que podrían considerarse prioritarias para convertir este antiguo eje minero en una infraestructura verde de primer orden.

Explanadas, firmes y pavimentos

Actualmente y de manera general, la explanada del antiguo ferrocarril minero sigue existiendo, no siendo necesaria por tanto su construcción. Pero sí serán necesarias, las labores de limpieza, despeje y desbroce en todo el ancho de la explanada, más la retirada de tierra vegetal a ambos lados de la misma, de cara a poder incorporar las cunetas de drenaje longitudinal.

El hecho de que ya exista la explanada, permite a su vez que el posible balasto que pueda quedar sobre ella junto con la aplicación de un escarificado, recebado con material granular (balasto) y posterior recompactación del balasto, confieran las condiciones adecuadas para la formación de una subbase del firme de categoría suficiente, de balasto con un espesor de 20 cm.

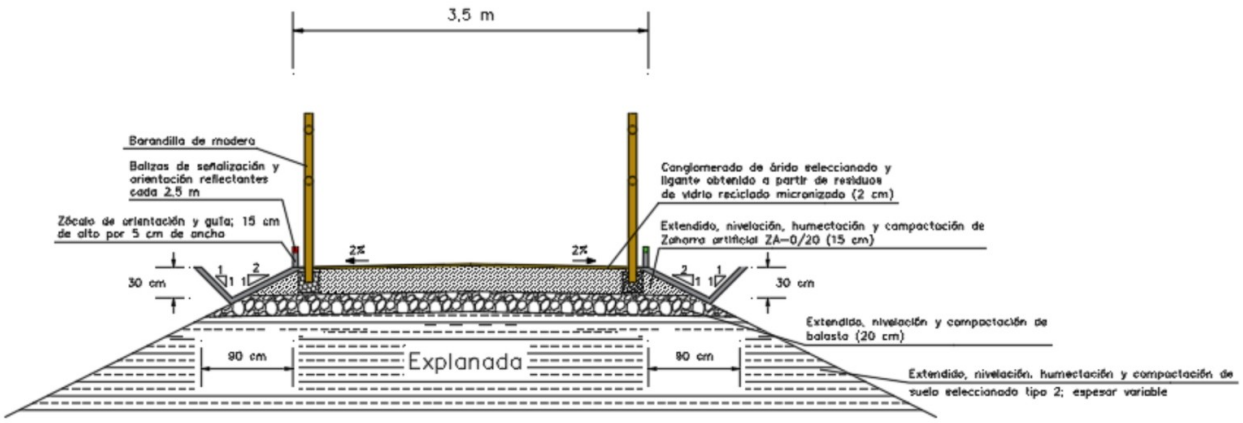
Sobre dicha subbase, se ejecutará tanto la base del firme, formada por una zahorra artificial ZA-0/20, como el posterior pavimento, el cual, tendrá un espesor de 2 cm, y consistirá en un conglomerado de árido seleccionado y ligante obtenido a partir de residuos de vidrio reciclado micronizado. Según específica el *Manual de aspectos constructivos de Caminos Naturales,* del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, así como la *Guía técnica y de diseño sobre accesibilidad en vías verdes,* de PREDIF y la Fundación de Ferrocarriles Españoles, quedando dichas secciones reflejadas en las siguientes figuras que se muestran a continuación.



Plano 140: Sección tipo sobre explanada existente.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, en aquellas partes del trazado donde no exista la antigua explanada del ferrocarril, por motivo de actividades de carácter antropológico, se ha de proyectar la siguiente sección tipo. La cual se caracteriza por emplear un suelo seleccionado tipo 2 como explanada, sobre la cual se dispone una subbase de 20 cm de balasto, una capa base de 15 cm de zahorra artificial ZA-0/20 y un firme de conglomerado de árido seleccionado de 2 cm, tal y como muestra la siguiente figura.



Plano 141: Sección tipo sobre explanada de nueva creación.

Fuente: Elaboración propia.

Drenaje

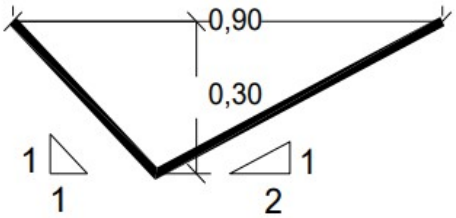
Como se puede observar en las secciones transversales anteriores, se ejecutan sendas cunetas longitudinales sobre el terreno, sin necesidad de ser revestidas, ya que a lo largo de la vía, no se dan pendientes mayores al 10%.

Dichas cunetas favorecerán la circulación del agua a lo largo de las mismas, de tal modo que, recogerán el agua procedente de la propia plataforma y de los taludes, canalizándola hasta los puntos de desagüe (cauces naturales, alcantarillas, tajeas y caños).

Éstas cunetas longitudinales, al ser de nueva construcción, se ejecutarán de sección triangular por presentar las siguientes ventajas:

- Mayor facilidad constructiva que otro tipo de geometría.
- Presentan menor tendencia a la sedimentación.
- Menor movimiento de tierras.

A continuación, se expone un esquema de la sección tipo empleada para dichas cunetas.



Plano 142: Cuneta de drenaje longitudinal.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, el antiguo trazado ferroviario conserva en la actualidad una notable parte de las obras de drenaje transversal originales, ejecutadas durante la vida operativa del ferrocarril. Estas infraestructuras, principalmente pontones, alcantarillas y tajeas, fueron diseñadas para permitir el

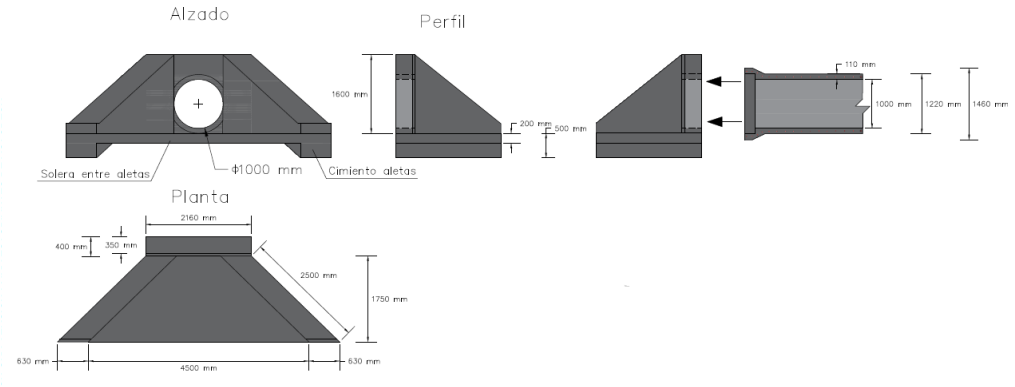
paso del agua bajo la plataforma ferroviaria en los puntos de cruce con arroyos y escorrentías, adecuándose en forma y sección a los caudales que debía vadear cada punto del trazado.

En términos generales, estas obras de drenaje se ubican en el fondo de los terraplenes, respetando la dirección natural de los cauces y facilitando así la continuidad del flujo hídrico con la menor alteración posible del régimen fluvial. Además, su diseño original evitaba tanto la sobreelevación del nivel del agua —que podría haber generado aterramientos— como las pendientes excesivas, minimizando así los riesgos de erosión aguas abajo.

No obstante, el estado actual de conservación de estas infraestructuras es variable. En algunos casos, se mantienen en condiciones funcionales aceptables, mientras que en otros presentan obstrucciones por acumulación de sedimentos, vegetación o restos orgánicos. Asimismo, en determinadas zonas estas obras han sido intencionadamente cegadas para la creación de charcas o puntos de abrevadero para el ganado de las fincas colindantes, lo que ha alterado su funcionalidad original.

Ante este panorama, las actuaciones propuestas para la adecuación de la Vía Verde en materia de drenaje transversal contemplan dos líneas de intervención:

1. **Mantenimiento y recuperación de las obras existentes**:
    - Limpieza interior de sedimentos y vegetación acumulada.
    - Desbroce de arbustos, cañas y hierbas en las bocas de entrada y salida, en una superficie estimada de 4 m² por punto.
    - Evaluación técnica del estado estructural para identificar posibles intervenciones adicionales de consolidación o reparación.
2. **Ejecución de nuevas obras de drenaje en tramos reconstruidos:** En aquellos sectores donde el trazado original se ha perdido por acciones antrópicas u otras causas, y sea necesario reponer la plataforma ferroviaria, se contemplará la construcción de nuevas obras de drenaje. Estas podrán resolverse mediante soluciones funcionales de hormigón armado, como tubos circulares de 1 metro de diámetro con aletas laterales prefabricadas, adecuándose siempre a las características hidráulicas del entorno y garantizando la durabilidad y seguridad de la infraestructura.



Plano 143: Obra de drenaje transversal de nueva creación.

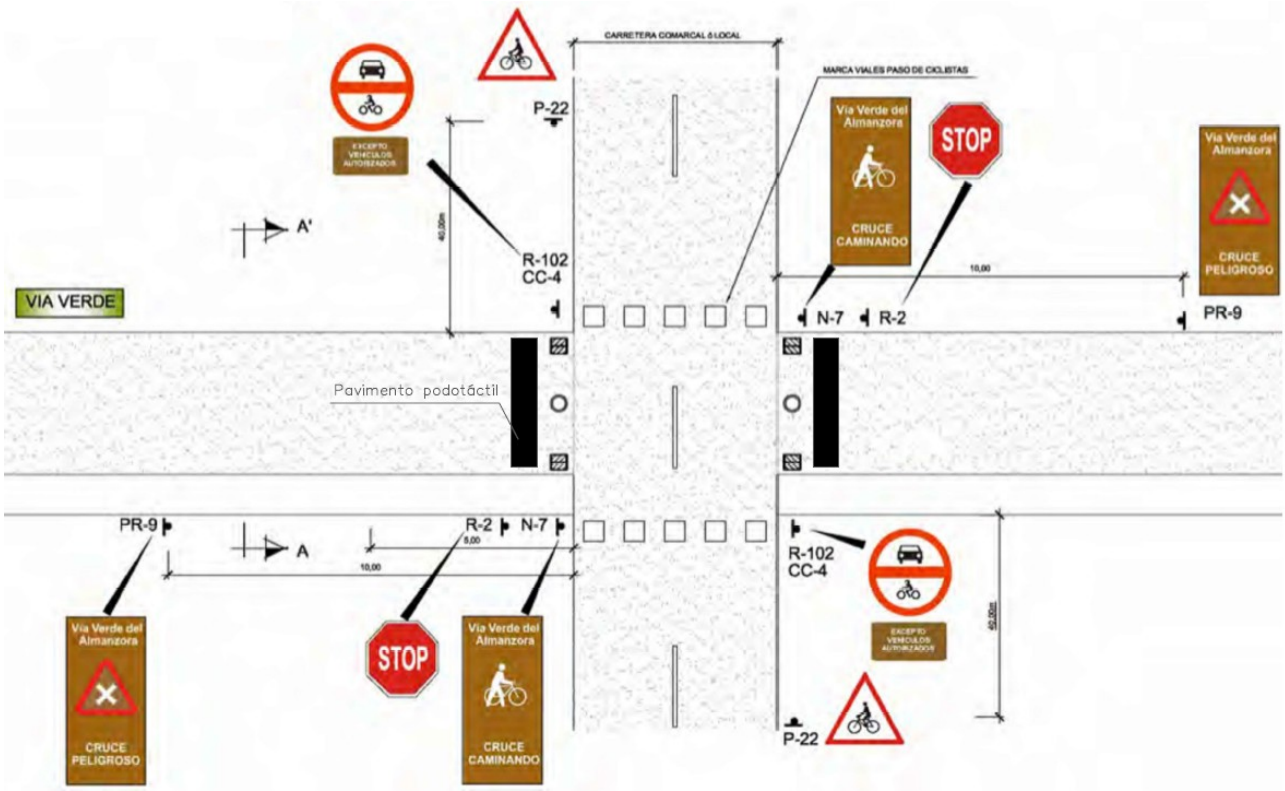
Fuente: Elaboración propia.

En cualquier caso, se priorizará la integración paisajística y el mínimo impacto ambiental en la ejecución de estas actuaciones, manteniendo el carácter histórico del trazado y su adecuación a los estándares técnicos de las Vías Verdes.

Intersecciones con otras vías motorizadas

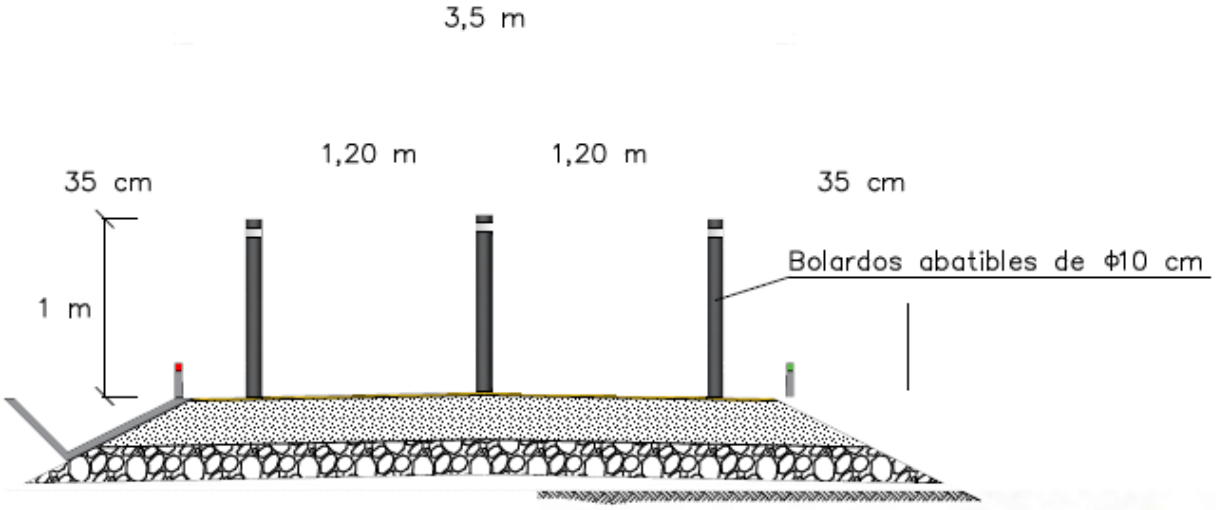
A lo largo del trazado propuesto pueden darse puntos de cruce con distintas infraestructuras viarias motorizadas, principalmente carreteras locales, comarcales y vías de comunicación secundarias. Aunque la densidad de intersecciones es relativamente baja, dada la naturaleza periurbana y rural de gran parte del trazado, resulta imprescindible considerar la resolución técnica de dichos cruces para garantizar la seguridad de todos los usuarios de la vía verde.

En términos generales, estas intersecciones se resolverán mediante pasos a nivel debidamente señalizados, que permitan la coexistencia segura entre el tráfico motorizado y los usuarios no motorizados de la vía (peatones, ciclistas, personas a caballo, etc.). Para ello, se prevé la implantación de un sistema de señalización conforme a los criterios establecidos en el *Manual de Señalización de las Vías Verdes de Andalucía*, concretamente bajo la Tipología Tipo L para pasos a nivel.



Plano 144: Intersección tipo L.

Fuente: Manual de Señalización de las Vías Verde de Andalucía.



Plano 145: Sección tipo en intersección con otros viales.

Fuente: Elaboración propia.

Este sistema contempla la colocación de señales verticales de advertencia, reguladas por la Dirección General de Carreteras, junto con marcas horizontales, elementos de calmado de tráfico cuando resulte necesario, y otras medidas complementarias destinadas a reforzar la visibilidad y la percepción del cruce, tanto por parte de los usuarios de la vía verde como por los conductores de vehículos.

Así, se establecen las siguientes tipologías de señales:

- Señalización para la Vía Verde:
    - Señal R-2: de STOP. Se coloca a 2,5 m de la intersección.
    - Señal N-7: advierte que el cruce debe realizarse caminando. Se coloca a 50 cm de la intersección.
    - Señal R-102 y CC4: que prohíbe el paso de vehículos a motor.
    - Señal PR-9: advierte de cruce peligroso. Se coloca a 10 m de la intersección.
    - Bolardos plegables, en la entrada de la vía verde para impedir el paso de vehículos motorizados, con una separación mínima entre ellos de 1,20 m y dispuestos de forma alineada.
    - Pavimento podotáctil previos a los bolardos para indicar del peligro a aquellos usuarios con discapacidad visual.
- Señalización para la carretera:
    - Señal P-22: de advertencia de paso de ciclista. Se coloca a 40 m de la intersección.
    - Señal R-301: limita la velocidad de la vía a 30 km/h. Se coloca a 150 m de la intersección.Por último, en este tramo ha de colocarse la cartelería y señalización propia de una Vía Verde, además de lo ya comentado para el caso de las talanqueras.

En todos los casos, el diseño de estas intersecciones se basará en criterios de accesibilidad, seguridad vial y mínima alteración del entorno, asegurando que las Vías Verdes se mantengan como itinerarios seguros, sostenibles y plenamente funcionales para su uso recreativo y de movilidad activa.

Áreas de descanso

En relación con las áreas de descanso previstas, estas se conciben como espacios acondicionados específicamente para ofrecer al usuario lugares de reposo, contemplación y disfrute del paisaje. Su diseño tiene como objetivo mejorar la experiencia del itinerario, dotando a la vía verde de puntos de parada que inviten a la calma y al esparcimiento por el entorno natural y patrimonial. Estas áreas estarán equipadas con mobiliario funcional —como bancos, mesas tipo merendero y elementos generadores de sombra— cuidadosamente dispuestos para favorecer el confort y la integración paisajística.

La planificación de estos puntos de descanso responde a un criterio tanto técnico como paisajístico, de hecho, su distribución a lo largo del trazado busca una implantación estratégica y equilibrada, ubicándolas aproximadamente cada 10 o 12 kilómetros. De este modo, se garantiza que cualquier usuario –ya sea senderista, ciclista o jinete– pueda encontrar una zona de reposo sin necesidad de desviarse del recorrido.

Además, se ha considerado el entorno inmediato como factor determinante para la ubicación de dichas áreas. Se han seleccionado emplazamientos que, por sus cualidades paisajísticas, históricas o ambientales, aportan un valor añadido a la experiencia de la ruta. Entre estos destacan enclaves como el emboquille norte del Túnel del Portugués, desde el cual se puede contemplar una espléndida panorámica del valle encajado del Ribera de Hierro; o el emboquille sur del Túnel de La Batería, donde las vistas se abren hacia el viaducto de la A-66 y el profundo cauce del Ribera de Huelva, generando una escena de gran belleza y verticalidad.

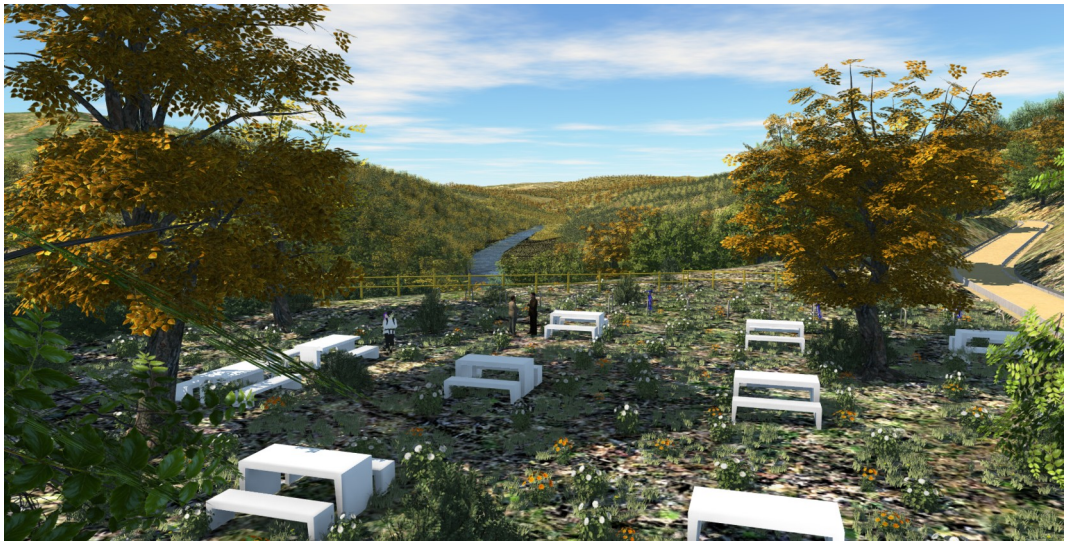


Ilustración 154: Modelo digital de la nueva área de descanso en el túnel de El Portugués.

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 155: Modelo digital de la nueva área de descanso en el túnel de la Batería.

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se contemplan áreas de descanso en antiguos emplazamientos ferroviarios como las estaciones de Minas de Cala, La Junta, El Gergal o La Rigüela. Estas localizaciones no solo favorecen la infraestructura funcional de la vía verde, sino que refuerzan su carácter patrimonial, permitiendo al visitante reconectar con la historia ferroviaria del lugar.

Ilustración 156: Modelo digital de la nueva área de descanso en la estación de La Junta.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los elementos constructivos, se prevé el uso de materiales resistentes al desgaste y al vandalismo, como el hormigón armado prefabricado para bancos y mesas, buscando soluciones de bajo mantenimiento y alta durabilidad.

Complementariamente, se ha considerado oportuno complementar las actuaciones de acondicionamiento de estas áreas de descanso en particular, así como del propio recorrido de la vía

verde en general, con la introducción de una vegetación de acompañamiento que cumpla una doble función: por un lado, proporcionar sombra durante los meses de verano, especialmente severos en esta región; y por otro, enriquecer la experiencia paisajística del itinerario mediante una otoñada cromáticamente atractiva.

Este trazado atraviesa una gran diversidad ecológica y paisajística, desde el Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche —caracterizado por su vegetación autóctona de monte mediterráneo y bosques caducifolios, como alcornoques, quejigos, robles y castaños— hasta las vegas bajas del Guadalquivir, pasando por corredores fluviales como los de la Rivera de Hierro y la Rivera de Huelva, donde el frescor de los cursos de agua da lugar a formaciones de ribera (adelfares, tamujares, alisedas…) con una presencia vegetal densa pero no continua.

En este contexto, la estrategia vegetal no puede ser homogénea, sino que debe adaptarse a las condiciones particulares de cada tramo. Así, en las zonas ya arboladas —como gran parte del Parque Natural y ciertos tramos de ribera— se priorizará la conservación, limpieza y manejo de la vegetación existente, actuando solo puntualmente en zonas calvas, deterioradas o con especies invasoras. En cambio, en tramos más expuestos, especialmente en la Campiña del Aljarafe y en la Vega Baja del Guadalquivir, se plantea la introducción de nuevas alineaciones o agrupaciones de árboles resistentes, capaces de integrarse paisajísticamente y responder a las exigencias climáticas del entorno.

En estas zonas de menor cobertura arbórea, donde predominan suelos calizos y condiciones áridas, se proponen especies de carácter mediterráneo, caducifolias y de bajo requerimiento hídrico, tales como:

- **Celtis australis** (almez): Resistente a la sequía y a suelos pobres, aporta sombra eficaz y otoñadas doradas.
- **Quercus canariensis** (quejigo andaluz): Autóctono y bien adaptado a las condiciones del suroeste andaluz, contribuye con tonos otoñales cálidos.
- **Koelreuteria paniculata**: Ornamental y tolerante, ofrece floración estival y buen comportamiento en condiciones secas.
- **Acer monspessulanum** (arce de Montpellier): Excelente para recuperación ecológica, con gran valor otoñal.
- **Cercis siliquastrum** (árbol de Judas): De floración primaveral llamativa, ideal para tramos donde no se requiera gran porte.

La vegetación se dispondrá en zonas estratégicas del recorrido: áreas de descanso, intersecciones con núcleos urbanos, accesos secundarios y tramos especialmente desprovistos de sombra. Se adaptará al relieve y la visibilidad del entorno, evitando interferencias con las vistas naturales o con el trazado.

La plantación deberá contemplar un riego de establecimiento durante los primeros años, el uso de acolchados orgánicos para conservar la humedad, y un seguimiento básico que garantice la viabilidad de las especies introducidas sin generar costes de mantenimiento excesivos.

Con ello, la vía verde no solo responderá a criterios funcionales y recreativos, sino que también se transformará en un verdadero corredor ecológico y paisajístico, integrando patrimonio natural, cultural e histórico en una infraestructura resiliente, accesible y estéticamente enriquecida.

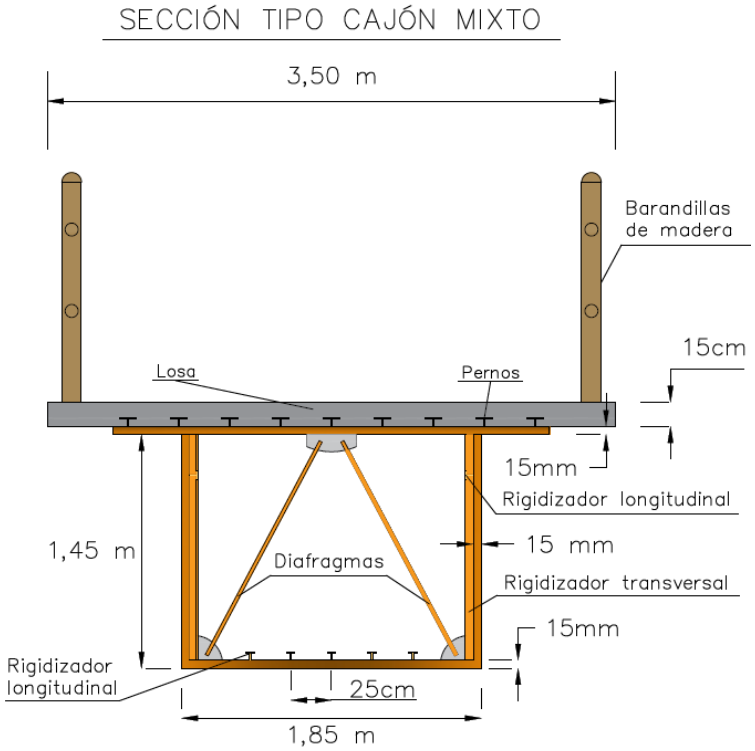
Rehabilitación y reconstrucción de puentes

Si bien la mayoría de los puentes conserva parte de su estructura metálica original, algunos presentan una pérdida significativa del tablero, lo que impide actualmente su tránsito y, en consecuencia, interrumpe la continuidad funcional de la futura vía verde. Entre los más representativos en este estado se encuentran los puentes situados en el kilómetro 4, kilómetro 7 o el puente del Burro, todos ellos con una ausencia total o parcial del tablero. Por el contrario, otras estructuras, como los puentes sobre el arroyo Molinillo, el barranco de los Morenos o el barranco de Agua Fría, sí conservan condiciones que permiten el paso.

Ante esta situación, se propone una serie de actuaciones encaminadas a su rehabilitación estructural, garantizando tanto la seguridad como la integración paisajística y patrimonial de estas obras singulares. En primer lugar, se recomienda la realización de un estudio técnico individualizado de cada uno de los puentes, con objeto de evaluar el estado de conservación de sus elementos —especialmente los estribos, pilas y estructuras metálicas principales— y definir el grado de intervención necesario.

Las principales actuaciones previstas podrían incluir:

- **Refuerzo o sustitución del tablero metálico original**, mediante la instalación de un nuevo cajón mixto de acero cortén con rigidizadores y diafragmas, que simule formal y estéticamente la antigua celosía metálica del ferrocarril.



Plano 146: Sección cajón metálico para puentes.

Fuente: Elaboración propia.

- **Rehabilitación y limpieza de los estribos y pilas** existentes, utilizando morteros específicos para sellado de fisuras y consolidación estructural, respetando la textura y cromatismo de los materiales originales.
- **Instalación de obra de drenaje integrada en el nuevo tablero**, que evite el encharcamiento y el deterioro prematuro del sistema.
- **Pavimentación sobre el tablero** con una losa de hormigón armado (HA-30) de 15 cm de espesor, sobre la que se aplicará una capa de acabado de 2 cm con árido seleccionado y ligante de residuos de vidrio micronizado.
- **Colocación de barandillas de madera tratada**, con pasamanos ergonómicos, como solución respetuosa con el entorno natural y patrimonial que atraviesan estas infraestructuras.
- **Colocación e pavimentos podotáctiles,** a la entrada y salida de los puentes.

Estas medidas permitirán recuperar la funcionalidad y el valor patrimonial de los puentes, respetando su configuración original en la medida de lo posible y reforzando la continuidad, seguridad y atractivo de la Vía Verde de Cala al Guadalquivir.

Ilustración 157: Modelo digital del puente sobre el barranco del Burro.

Fuente: Elaboración propia.

Rehabilitación y reconstrucción de túneles

El trazado del antiguo ferrocarril de Cala cuenta con un conjunto de túneles que, en su mayoría, presentan un estado estructural notablemente aceptable, lo que facilita su incorporación al futuro itinerario de vía verde sin necesidad de intervenciones estructurales de gran envergadura. Salvo el caso del túnel del Chaparro, que actualmente permanece sumergido bajo las aguas del embalse del Zufre, el resto se encuentra en condiciones razonables de conservación.

Entre los túneles mejor conservados destaca el del Portugués, cuyo acceso y estructura permiten una incorporación prácticamente inmediata, con mínimas actuaciones de limpieza y adecuación. Otros,

como el túnel de la Junta o el túnel del Manzano, presentan accesos parcialmente obstruidos por desprendimientos rocosos o vegetación acumulada, lo que requiere labores de desescombro y desbroce en sus bocas de entrada. En el caso del túnel de San Juan de Aznalfarache, aunque el interior permanece hueco, sus bocas se encuentran actualmente cegadas, por lo que sería necesario evaluar la viabilidad de su reapertura. Por su parte, el túnel de la Cervera presenta acceso restringido al encontrarse dentro de una finca privada (Coto de la Cervera), circunstancia que deberá resolverse mediante acuerdos de paso con la propiedad.

Las actuaciones generales a contemplar para su rehabilitación serían principalmente de carácter técnico y de bajo impacto: limpieza interior de escombros y vegetación, retirada de elementos inestables, relleno puntual de fisuras o pérdidas de material en los paramentos, consolidación de bóvedas si fuera necesario y aplicación de tratamientos antifúngicos o anti-humedad si se detectan afecciones por condensaciones internas.

Asimismo, se propone la instalación de un sistema de iluminación temporizado de bajo consumo en aquellos túneles de mayor longitud o escasa visibilidad, mediante sensores de movimiento que activen el encendido al paso del usuario, siguiendo el modelo exitoso de otras vías verdes como la Vía Verde de la Sierra. Esta medida no solo incrementaría la seguridad de los usuarios, sino que también mejoraría la experiencia de uso, manteniendo el equilibrio entre funcionalidad, conservación y sostenibilidad. Se colocarán también pavimentos podotáctiles a la entrada y salida de los túneles.

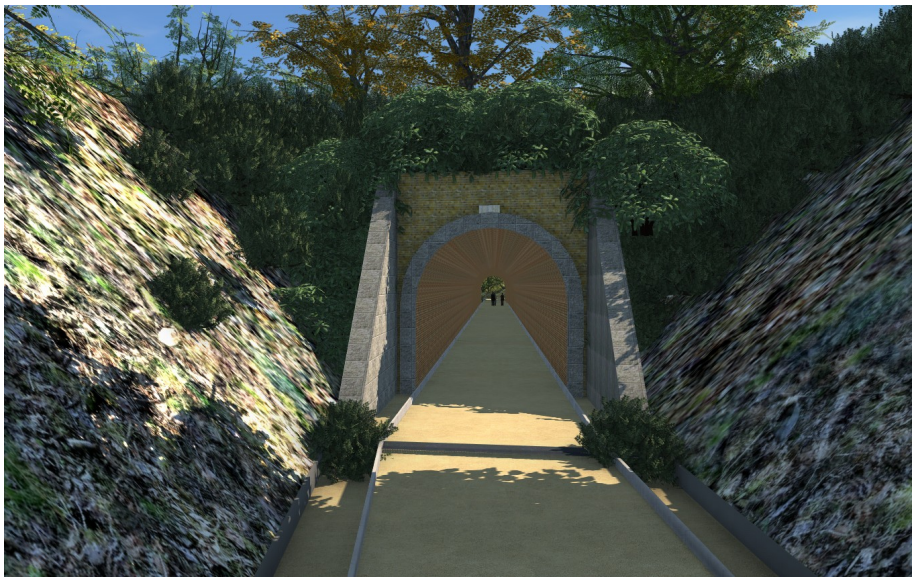


Ilustración 158: Modelo digital del túnel de El Portugués.

Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a la contrabóveda de los túneles, se ha considerado que, en términos generales, el estado de la explanada es aceptable, sin hundimientos ni patologías significativas que comprometan su integridad estructural o funcional. Por ello, no se estima necesaria una intervención de refuerzo profunda, como sería la reconstrucción total de la contrabóveda, bastando con una actuación de acondicionamiento superficial que garantice una plataforma estable y adecuada para el tránsito de los usuarios de la vía verde.

En este sentido, se plantea la aplicación de la sección tipo 1, especialmente diseñada para zonas donde la explanada se conserva en buen estado. Esta sección contempla un rasanteo y reafirmado de la plataforma existente, seguido de la extensión de una capa de zahorra artificial compactada que actúe como base de regularización. Sobre ella, se dispondrá un pavimento continuo de conglomerado de árido seleccionado y ligante de vidrio micronizado, con un espesor aproximado de 2 cm, idóneo para el uso ciclista y peatonal. Este tipo de solución proporciona una superficie estable, drenante y de fácil mantenimiento, además de ser respetuosa con el entorno natural del itinerario.

Rehabilitación y reconstrucción de estaciones y casillas

Dentro de las actuaciones previstas para el acondicionamiento de la Vía Verde de Cala al Guadalquivir, se contempla la recuperación y puesta en valor de las antiguas estaciones del trazado, no solo como elementos patrimoniales de alto valor histórico y arquitectónico, sino también como puntos estratégicos de servicio, descanso e interpretación para los usuarios del itinerario.

Actualmente, se conservan en pie tres estaciones principales: Minas de Cala, La Junta y El Gergal. Cada una presenta un estado de conservación dispar, lo que condiciona el tipo de intervención a realizar en cada caso:

- Estación de Minas de Cala: Es la mejor conservada de todas. A partir de la década de 1960 fue rehabilitada para servir como oficina de la empresa minera, lo que ha permitido que hoy conserve gran parte de su estructura y funcionalidad. Las actuaciones previstas aquí serían mínimas, consistentes en labores de limpieza, adecuación interior y reacondicionamiento de instalaciones para su nuevo uso turístico-cultural, sin alterar su morfología original.
- Estación de La Junta: Se encuentra en un estado más comprometido. Conserva la estructura básica (muros y parte de los cerramientos), pero ha perdido cubiertas, forjados y acabados. La intervención aquí deberá ser más exhaustiva, con reconstrucción de cubiertas, refuerzo estructural donde sea necesario, reposición de forjados, y sustitución de carpinterías. Todo ello siempre respetando la volumetría original del edificio. Será imprescindible un análisis técnico previo a través de inspecciones estructurales, pruebas de carga y levantamientos patológicos, que permitan asegurar una rehabilitación segura y sostenible.
- Estación de El Gergal: En mejor estado que La Junta, aunque requiere igualmente intervenciones puntuales de consolidación estructural, impermeabilización de cubiertas, restitución de elementos deteriorados, e incorporación de instalaciones básicas (electricidad, fontanería, climatización). Se podrán aplicar técnicas de rehabilitación compatibles con el entorno rural, como el uso de revocos tradicionales, sistemas de aislamiento pasivo y materiales locales.

Además de estas tres estaciones, se considera muy pertinente estudiar la reconstrucción total de otras estaciones desaparecidas, siempre respetando el formato, las proporciones y la estética original. Un caso especialmente destacado es la Estación de La Rigüela, demolida recientemente, cuyo punto kilométrico y ubicación convierten su posible recuperación en una pieza clave para la redistribución equitativa de servicios a lo largo del trazado, posicionándola como un punto óptimo para ofrecer servicios y equilibrar los ritmos de parada y descanso dentro del trazado.

En cuanto a las estaciones localizadas en entornos urbanos —como la de Guillena, Santiponce, Camas o San Juan de Aznalfarache—, no se considera prioritario promover su reconstrucción debido a la existencia cercana de infraestructuras y servicios complementarios (hostelería, hospedaje, restauración, centros culturales, etc.) que podrían asumir esas funciones sin necesidad de duplicar equipamientos.

En todos los casos, tanto las estaciones conservadas como las que se reconstruyan, se pretende dotarlas de usos funcionales vinculados al aprovechamiento turístico y cultural de la vía verde. Entre los principales usos propuestos destacan:

- Áreas de descanso y restauración: incorporación de merenderos de hormigón prefabricado, zonas de sombra arbolada y mobiliario resistente al vandalismo.
- Servicios de hostelería: pequeños bares, cafeterías o comedores autogestionados donde los usuarios puedan hacer una parada.
- Alojamiento rural: habilitación de habitaciones o módulos tipo albergue para pernocta de cicloturistas y senderistas.
- Centros de interpretación: espacios expositivos donde se pueda conocer la historia del ferrocarril, el entorno natural y el patrimonio industrial minero asociado.

Este modelo de reutilización de estaciones sigue el ejemplo de otras vías verdes consolidadas en España, como la Vía Verde de la Sierra o la de Ojos Negros, donde estaciones rehabilitadas funcionan como nodos de dinamización territorial. La clave está en convertir estas construcciones en elementos activos del trazado, integrándolas dentro del sistema de servicios de la vía, respetando siempre su identidad original.

Por último, se prevé que las estaciones funcionen también como nexos logísticos, donde ubicar infraestructuras auxiliares como puntos de alquiler o reparación de bicicletas, aseos públicos, puntos de información o incluso sistemas de carga para bicicletas eléctricas, reforzando así el papel de la vía verde como infraestructura moderna, sostenible e inclusiva.

Ilustración 159: Modelo digital de la Estación de la Rigüela.

Fuente: Elaboración propia.

Además de las antiguas estaciones, el trazado conserva un interesante número de casillas ferroviarias, repartidas estratégicamente a lo largo de la línea. Entre ellas destacan, por ejemplo, la casilla del P.K. 3+261, la conocida como casilla de Los Pajaritos o la casilla del Parenterero, entre otras muchas, cada una de ellas con su identidad y emplazamiento característico.

Estas pequeñas edificaciones, en su día destinadas a albergar a personal ferroviario (guardavía, peones camineros, vigilantes del trazado, etc.), suponen una gran oportunidad para ser reincorporadas al uso público dentro del nuevo marco de la vía verde, por su dispersión y por su presencia constante en zonas intermedias entre estaciones. Su rehabilitación permitiría dotar al itinerario de servicios complementarios que enriquecerían significativamente la experiencia del usuario, aumentando la seguridad, el confort y la funcionalidad de la infraestructura.

Entre los usos propuestos para estas casillas rehabilitadas destacan:

- Puntos de asistencia básica y primeros auxilios: Dotadas de botiquines, desfibriladores (DESA), sistema de aviso de emergencias y plano de situación.
- Lavabos de uso urgente, especialmente diseñados para facilitar su acceso a personas con enfermedades crónicas como el Crohn, garantizando que, entre estaciones y casillas, nunca haya más de 5-7 km sin acceso a servicios.
- Puntos de abastecimiento de agua potable (fuentes o dispensadores) y venta de productos de refrigerio mediante sistemas de autoservicio o máquinas expendedoras.
- Almacenes de mantenimiento y pequeños talleres de apoyo logístico, destinados al acopio de herramientas o a la atención técnica del trazado por parte del personal de conservación.
- Refugios de emergencia o paradas seguras ante condiciones meteorológicas adversas.
- Puntos de información turística, con paneles interpretativos del entorno, la historia del ferrocarril, o los recursos patrimoniales próximos.
- Miradores paisajísticos, especialmente en aquellas casillas que, por su ubicación, ofrecen vistas panorámicas del entorno natural o minero.

En cuanto a las intervenciones para su rehabilitación, estas seguirían un enfoque similar al de las antiguas estaciones: respetar la estructura, el tipo de fábrica y la estética original de cada casilla, reponiendo cubiertas, carpinterías o forjados cuando fuese necesario. Las intervenciones incluirían:

- Limpieza estructural y consolidación de muros mediante técnicas tradicionales compatibles con los materiales originales.
- Impermeabilización de cubiertas y mejora del aislamiento térmico.
- Instalación de puertas y ventanas antivandálicas de acero cortén o madera tratada, adaptadas al uso público.
- Acondicionamiento interior básico, en función del uso específico asignado a cada casilla.
- Dotación de paneles solares fotovoltaicos para cubrir necesidades mínimas de energía, como iluminación interior o funcionamiento de equipos médicos básicos.

- Sistema de cerraduras inteligentes o códigos de emergencia, en el caso de botiquines, baños de urgencia o puntos de asistencia sanitaria.

La recuperación funcional de estas casillas permitiría crear una red de pequeñas estaciones de apoyo al viajero, distribuidas homogéneamente a lo largo del trazado. Este sistema modular, basado en infraestructuras ya existentes, no solo reforzaría la identidad ferroviaria del recorrido, sino que incrementaría la resiliencia, la seguridad y el valor social de la futura vía verde, alineándose con los principios de economía circular, aprovechamiento patrimonial y sostenibilidad del proyecto.

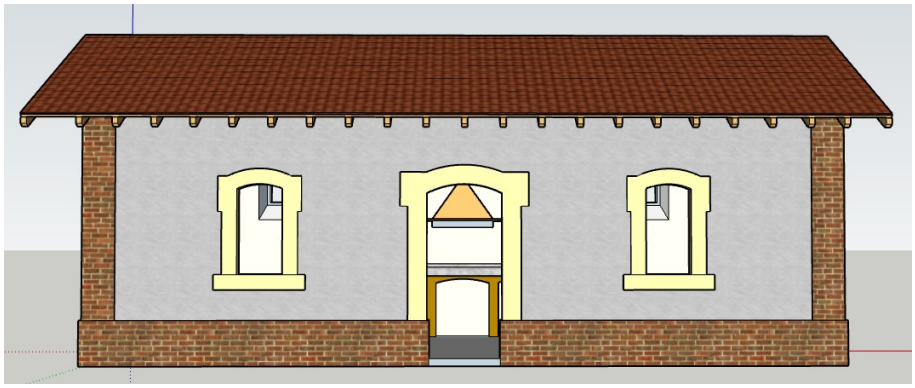


Ilustración 160: Modelo digital de casilla ferroviaria.

Fuente: Elaboración propia.

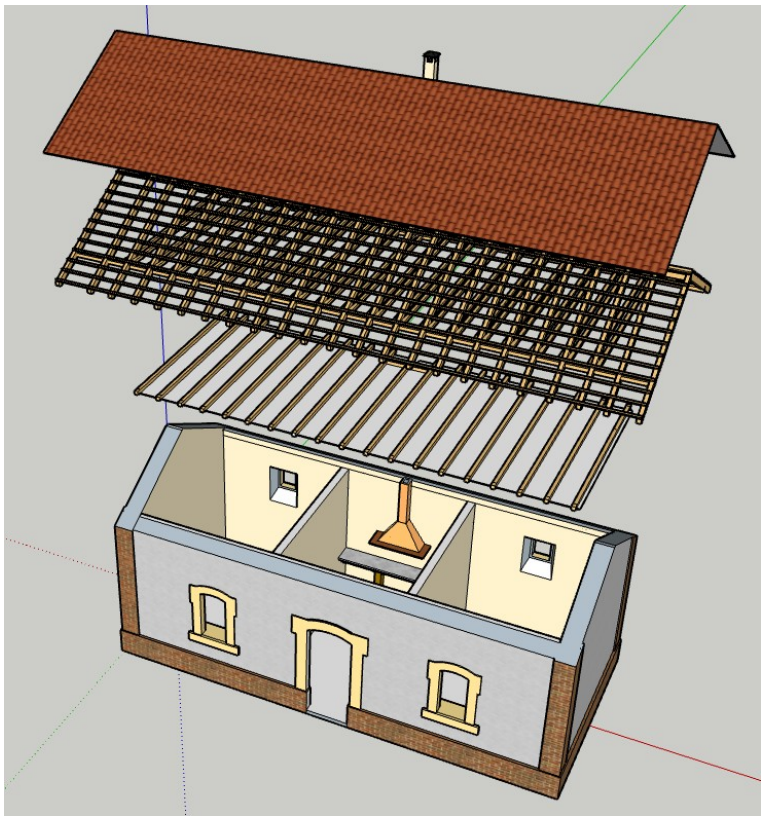


Ilustración 161: Modelo digital de la estructura de casillas ferroviarias.

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 162: Modelo digital de casilla ferroviaria integrada en el entorno.

Fuente: Elaboración propia.

Embalses y pantalanes

En el contexto del proyecto de esta nueva vía verde, se considera estratégico potenciar el uso lúdico y recreativo de los embalses existentes a lo largo del trazado, como elementos clave para el impulso del turismo activo y sostenible en la zona. Para ello, se propone que en el próximo Plan Hidrológico de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (2028–2033), se contemple la autorización expresa para usos recreativos en determinados embalses actualmente en desuso o infrautilizados, bajo condiciones de control y respeto al medio.

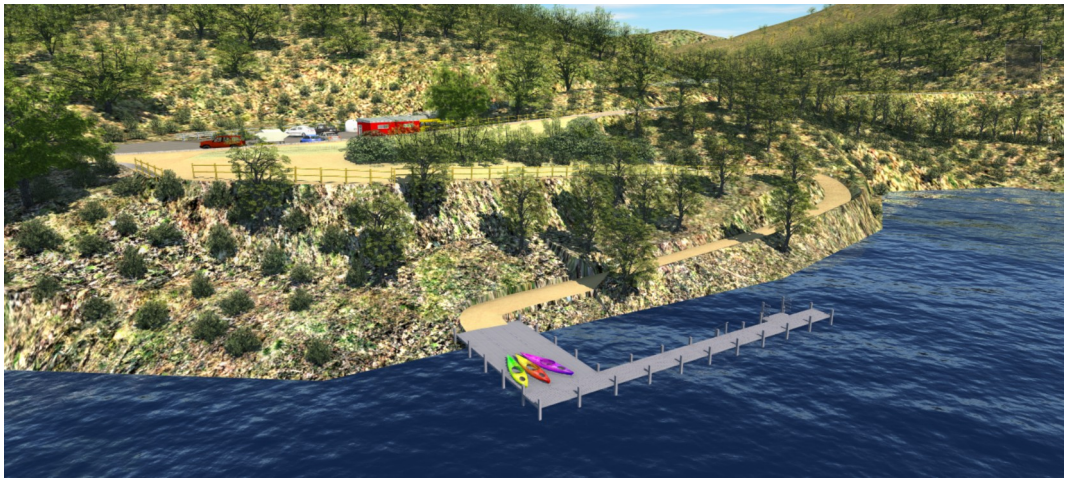


Ilustración 163: Modelo digital de pantalán para embarcaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Estos nuevos usos podrían incluir actividades como piragüismo, kayak, paddle surf o navegación con pequeñas embarcaciones sin motor, compatibles con la conservación ambiental del entorno y el carácter no intensivo del proyecto. Para su implementación, se propone la instalación de pantalanes

desmontables y accesibles, en puntos estratégicos del recorrido, que faciliten el acceso ordenado y seguro al agua.

La introducción de estos usos permitiría la aparición de empresas especializadas en turismo activo que ofrezcan alquiler de embarcaciones, rutas guiadas, formación náutica básica y otros servicios asociados, generando empleo local y consolidando una red de actividades complementarias a la vía verde.

No obstante, esta propuesta debe ser compatible con la prevención de especies exóticas invasoras, siendo el mejillón cebra (Dreissena polymorpha) —también conocido popularmente como “mejillón tigre”— uno de los principales riesgos ambientales y técnicos asociados a la navegación en embalses.

Esta especie invasora, presente en varias cuencas hidrográficas españolas, se caracteriza por su capacidad de adhesión masiva a infraestructuras hidráulicas, generando graves problemas en presas, tuberías, conducciones de agua y sistemas de refrigeración. Además, su presencia altera los ecosistemas acuáticos, compitiendo con especies autóctonas.

Para evitar su proliferación, se propone adoptar las siguientes medidas:

- Restringir la navegación exclusivamente a embarcaciones alquiladas in situ, gestionadas por operadores autorizados, que garanticen su limpieza, desinfección y secado tras cada uso, evitando así la entrada de ejemplares o larvas adheridas.
- Implantar puntos de control e información ambiental, donde se explique a los usuarios la importancia de estas medidas y se sensibilice sobre el impacto de las especies invasoras.
- Incluir en los pliegos de condiciones de los operadores de turismo activo la obligatoriedad de protocolos de bioseguridad, certificados por la autoridad competente.
- En caso de que se autorice la navegación con embarcaciones propias, exigir un sistema de control e inspección, que garantice que estas proceden de zonas libres de especies invasoras o han pasado por un protocolo de limpieza.

Estas acciones permitirían un uso racional y responsable del recurso hídrico, integrando el disfrute del paisaje y el desarrollo rural con la protección de los ecosistemas acuáticos y las infraestructuras hidráulicas.

De este modo, los embalses dejarían de ser únicamente infraestructuras técnicas para convertirse en espacios vivos, integrados en la experiencia de la vía verde, y nodos clave para dinamizar el territorio mediante el turismo sostenible y el ocio al aire libre.

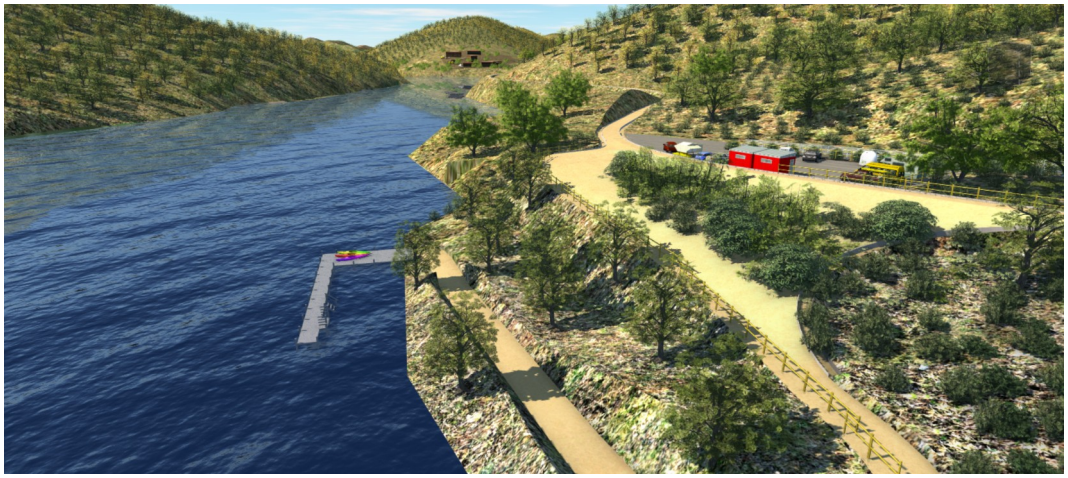


Ilustración 164: Modelo digital de área recreativa en el embalse de La Minilla.

Fuente: Elaboración propia.

Señalización y elementos auxiliares

Como cierre a las actuaciones generales contempladas para la adecuación de la futura vía verde, se considera fundamental prestar especial atención a la implementación de una señalización adecuada, coherente con los estándares técnicos y visuales de los Caminos Naturales y de las Vías Verdes en España. Esta señalización no solo cumple una función informativa y de orientación, sino que también constituye un elemento de identidad y cohesión visual del trazado, reforzando la experiencia del usuario y la percepción del itinerario como infraestructura unificada, segura y de calidad.

Para ello, se propone la aplicación sistemática de marcas corporativas que identifiquen la actuación, el promotor, los espacios naturales atravesados y los colaboradores implicados. Estas marcas deben aparecer:

- En los soportes verticales (señales tipo CN), aplicadas a una tinta o en negativo.
- En las placas pequeñas, con la marca principal visible.
- En las placas grandes, en la cabecera y la banda verde, indicando también los espacios naturales que recorre.
- En la columna de información, incluyendo los logos de los colaboradores institucionales.

Los colores a utilizar, así como los pictogramas informativos y de advertencia, estarán sujetos a los criterios técnicos definidos por el Manual de Señalización de Caminos Naturales y deberán reproducirse fielmente, para lo cual se exigirá la calibración adecuada de dispositivos de impresión (plotters, impresoras, etc.) y soportes (vinilo, papel, etc.). Si fuese necesario, se podrán solicitar muestras cromáticas oficiales a los responsables de maquetación y fabricación.

En los planos interpretativos se incluirá:

- La rosa de los vientos en blanco y negro en la esquina superior derecha.
- La flecha de localización con sombra y texto en uno o varios idiomas.

- Las carreteras, núcleos de población y elementos patrimoniales o naturales destacados.
- Una leyenda parcialmente transparente (80% de opacidad) que contenga únicamente los pictogramas utilizados.

Todas las señales se ejecutarán sobre paneles de chapa de acero galvanizado en caliente, de 1,8 mm de espesor y con un recubrimiento mínimo de zinc de 350 g/m², sin defectos superficiales. Los bordes de los paneles se reforzarán mediante un plegado perimetral de 25 mm en ángulo recto, y el contenido gráfico se realizará mediante serigrafía, vinilo y lámina protectora o lacado antigraffiti.

Asimismo, en la parte superior de los soportes de madera de señales tipo CN-02, CN-03, CN-05, CN-06, CN-07 y CN-08, se incorporará una vitola metálica (aluminio aleación 1050 estado H0) de 1,5 mm de espesor, esmaltada y protegida.

Junto a la señalización, se instalarán elementos auxiliares que garanticen la comodidad y funcionalidad del recorrido, entre los que destacan:

- Mesas y bancos rústicos, fabricados en madera o materiales resistentes al vandalismo y a la intemperie.
- Bicicleteros, que faciliten el estacionamiento seguro de bicicletas.
- Papeleras, paneles informativos y otros puntos de apoyo para el visitante.

Con todo ello, se persigue que la Vía Verde no solo se consolide como un itinerario de movilidad sostenible y recuperación patrimonial, sino también como un producto turístico de calidad, con una señalización homogénea, funcional y estéticamente integrada en el paisaje y el entorno natural que atraviesa.

La consecución de todas estas actuaciones generales, así como de otras más específicas que pudieran desarrollarse en fases posteriores, hacen que este proyecto represente mucho más que la simple reconversión de un antiguo trazado ferroviario en desuso. Supone la consolidación de una verdadera infraestructura verde integral, de carácter transversal, que conjuga movilidad sostenible, recuperación del patrimonio histórico-industrial, valorización del medio rural, dinamización turística y desarrollo territorial.

Esta vía verde no solo rescata una pieza clave del legado minero e ingenieril andaluz, sino que propone un modelo de desarrollo respetuoso con el entorno, centrado en las personas y sus comunidades. Ofreciendo oportunidades para:

- Reactivar el patrimonio mueble e inmueble ligado a este ferrocarril minero, poniéndolo al servicio de la ciudadanía.
- Impulsar el cicloturismo y el turismo activo como motores económicos del territorio.
- Conectar municipios y comarcas, fomentar el empleo, la hostelería y el comercio de proximidad.
- Fomentar la educación ambiental, la accesibilidad universal y la vida saludable.

En definitiva, se trata de una vía que no sólo recorre el territorio, sino que lo vertebra, lo recupera y lo proyecta hacia el futuro. Una puerta de entrada al corazón de Andalucía que invita al visitante a recorrer, entender y disfrutar de un paisaje lleno de historia, naturaleza y cultura viva.

7 LA VÍA VERDE EN EL ÁMBITO ESTRATÉGICO ANDALUZ

Además del análisis técnico y territorial del proyecto de la Vía Verde de Cala al Gudalquivir, resulta pertinente enmarcar su desarrollo dentro de las principales estrategias públicas de planificación territorial y sectorial que actualmente rigen en Andalucía. Esta visión permite reforzar la coherencia del proyecto, ampliar sus posibilidades de financiación, consolidar su dimensión estructural y optimizar su contribución a los objetivos regionales de sostenibilidad, patrimonio y desarrollo rural.

Concretamente, se identifican tres grandes marcos estratégicos en los que este proyecto puede encontrar un sólido encaje y potencial de sinergia:

- El **Programa de Puertas Verdes de Andalucía**, como red de corredores verdes que conectan lo urbano con lo rural.
- El **Registro de Paisajes de Interés Cultural**, que protege y pone en valor territorios marcados por la interacción histórica entre naturaleza y actividad humana.
- La **Estrategia para una Minería Sostenible en Andalucía 2030 (EMSA 2030)**, que contempla la reactivación del patrimonio minero como motor de desarrollo local en zonas tradicionalmente extractivas.

El análisis de estos tres instrumentos permite abrir nuevas líneas de reflexión y articulación institucional, al tiempo que refuerza la legitimidad del proyecto y su alineación con las políticas públicas actuales.

7.1 Programa de Puertas Verdes de Andalucía

El Programa de Puertas Verdes es una iniciativa de la Junta de Andalucía orientada a la creación de itinerarios no motorizados que conecten los núcleos urbanos andaluces de más de 50.000 habitantes con su entorno natural inmediato, tomando como base la extensa Red de Vías Pecuarias de la comunidad autónoma.

El programa busca articular corredores verdes que sirvan como transición entre los espacios urbanos y los ámbitos rurales, naturales y culturales próximos, fomentando un modelo de ciudad más amable, saludable y sostenible. Estos corredores permiten el acceso seguro a pie, en bicicleta o a caballo, hacia espacios como parques periurbanos, zonas agrícolas, campus universitarios, espacios metropolitanos y **puntos de interés cultural o paisajístico**.

Objetivos principales del programa:

- Establecer una nueva relación campo-ciudad, acercando a la población urbana a su entorno rural de forma sostenible.
- Incrementar la calidad de vida de los ciudadanos mediante la mejora de su entorno inmediato.

- Fomentar la práctica de actividades deportivas no motorizadas, como el senderismo o el ciclismo.
- Reducir las emisiones de CO_2 y la dependencia del vehículo privado en los desplazamientos de ocio.
- Mejorar el paisaje en los bordes urbanos y zonas degradadas del entorno metropolitano.

Actuaciones que contempla:

- Recuperación de terrenos en desuso o degradados.
- Acondicionamiento y limpieza de caminos públicos y vías pecuarias.
- Restauración paisajística mediante arbolado, revegetación o integración ambiental.
- Construcción de carriles bici y senderos accesibles.
- Señalización informativa, direccional y de interpretación ambiental o cultural.

En relación con el presente proyecto de vía verde, éste encaja de forma natural dentro del espíritu y los objetivos del Programa de Puertas Verdes, puesto que este eje vertebrador conecta diversos núcleos urbanos —algunos de ellos con más de 50.000 habitantes, como es el caso de Sevilla— con enclaves naturales, espacios rurales de alto valor paisajístico y zonas de interés patrimonial e industrial.

Además, su carácter no motorizado, su trazado continuo a través de antiguos itinerarios ferroviarios y su capacidad para fomentar la movilidad sostenible y el ecoturismo, convierten a esta futura vía verde en un candidato idóneo para integrarse en el programa como una gran puerta verde intercomarcal. Su incorporación permitiría, además, acceder a líneas de financiación específicas, asegurar su conservación a largo plazo y vincular su desarrollo con las estrategias andaluzas de sostenibilidad, ordenación territorial y lucha contra el cambio climático.

7.2 Registro de Paisajes de Interés Cultural de Andalucía

El Registro de Paisajes de Interés Cultural de Andalucía es una herramienta del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (IAPH) destinada a identificar, documentar y proteger aquellos paisajes andaluces que poseen un valor cultural relevante derivado de la interacción histórica entre el ser humano y su entorno natural.

Este registro forma parte de la política de gestión integrada del patrimonio que promueve la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía, especialmente en su título III, donde se aboga por ampliar la visión patrimonial más allá de monumentos y conjuntos hacia contextos territoriales amplios y culturalmente significativos.

Objetivos del Registro

1. Reconocer el valor cultural de ciertos paisajes andaluces (no solo estético o natural, sino histórico, etnológico, productivo…).
2. Favorecer su protección y puesta en valor, incluso sin necesidad de una declaración específica de Bien de Interés Cultural (BIC).

3. Orientar las políticas de planificación y ordenación del territorio, integrando criterios culturales en el desarrollo rural y urbano.
4. Dar visibilidad a paisajes que cuentan con patrimonio inmaterial, usos agrícolas tradicionales, sistemas hidráulicos históricos, etc.

¿Qué tipo de paisajes se incluyen?

El Registro está compuesto por fichas técnicas y cartográficas que recogen paisajes con valores:

- Históricos y arqueológicos (antiguos caminos, trazados mineros, campos de batalla…)
- Etnológicos (paisajes agrarios, cortijos, molinos, regadíos históricos…)
- Industriales (minería, ferrocarriles, zonas fabriles…)
- Simbólicos y culturales (paisajes literarios, sagrados, religiosos, etc.)

Un ejemplo muy representativo es el Paisaje Minero del Río Tinto, o el Paisaje del Olivar Andaluz, incluidos por su carácter productivo-histórico.

Aplicación práctica

El hecho de estar inscrito en el Registro no implica automáticamente una protección legal como BIC, pero sí influye en:

- La evaluación de impacto ambiental o territorial de proyectos.
- Las estrategias de desarrollo rural o sostenible.
- Las candidaturas a programas europeos de paisaje y cultura.
- Las iniciativas de turismo patrimonial.

En relación con el presente proyecto de vía verde, el trazado de ésta, al atravesar espacios mineros históricos, riberas, dehesas y antiguas zonas agrícolas, tiene un alto potencial para ser inscrito en este registro. De hecho, podría incluso aspirar a ser una unidad paisajística completa, articulando historia, naturaleza, actividad humana y recuperación territorial.

Incluir este corredor en el Registro serviría para:

- Reforzar su valor patrimonial y su dimensión territorial.
- Apoyar su integración en instrumentos de planificación cultural y ambiental.
- Dar mayor visibilidad y respaldo institucional al proyecto.

7.3 Estrategia para una Minería Sostenible en Andalucía

Como posible línea de desarrollo complementario, resulta pertinente considerar el potencial encaje del proyecto de la Vía Verde del Ferrocarril de Cala en el marco de la *Estrategia para una Minería Sostenible en Andalucía 2030 (EMSA 2030)*. Aunque esta estrategia está orientada principalmente a la actividad extractiva y a su transición hacia modelos más responsables y sostenibles, su enfoque transversal —que abarca también dimensiones sociales, patrimoniales, culturales y territoriales— abre la puerta a iniciativas de carácter integrador como la que aquí se propone.

En este contexto, cabría explorar las posibles sinergias entre la recuperación de antiguos trazados ferroviarios mineros y algunas de las líneas de acción contempladas en el Plan de Acción EMSA 2030, particularmente dentro del Eje 4: *Impulso social y económico de la actividad y del territorio*. Resultan especialmente relevantes las siguientes:

- Línea de actuación 4.6: *Optimización de los beneficios socioeconómicos en los ámbitos locales y colaboración de los proyectos mineros en el desarrollo rural y de las comarcas mineras*.
- Línea de actuación 4.7: *Apoyo a iniciativas de valorización del patrimonio minero y sus valores culturales y turísticos. Impulso al protagonismo del ecosistema minero en la sociedad andaluza*.

Aunque este planteamiento aún no ha sido desarrollado en detalle, sí permite vislumbrar una posible vía de colaboración institucional y de financiación pública que refuerce el carácter multifuncional de la Vía Verde, al insertarla en un modelo de minería más inclusivo, participativo y comprometido con la valorización de su legado histórico.

A continuación, se exponen algunas de las medidas específicas de desarrollo incluidas en estas líneas de actuación que podrían tener especial vinculación con el presente proyecto de recuperación y puesta en valor del patrimonio minero-ferroviario.

Medida de desarrollo	**4.6.1. Impulso del desarrollo local del territorio donde tiene lugar la actividad minera**
Línea de actuación	**4.6. Optimización de los beneficios socioeconómicos en los ámbitos locales y colaboración de los proyectos mineros en el desarrollo rural y de las comarcas mineras**
Eje de actuación	**4. IMPULSO SOCIAL Y ECONÓMICO DE LA ACTIVIDAD Y DEL TERRITORIO**

Objetivos de la medida

- Optimizar la incidencia socio-económica de las explotaciones mineras, en especial las de gran tamaño, como las metálicas, en su zona de influencia.

Descripción

Las alternativas que se planteen para potenciar el desarrollo de los territorios perseguirán transformar la realidad económico-productiva municipal. Con ello, no sólo se intentará compensar a los municipios por los recursos extraídos de su territorio, sino que se tratará de ayudarles a prepararse para un futuro cuando la actividad minera cese, en aras de minimizar la pérdida de renta y de población y basándose en las potencialidades de desarrollo local de los mismos. Por tanto, el impulso en materia de desarrollo local no se materializará en elementos fungibles, sino en infraestructuras o iniciativas empresariales.

Las actuaciones a desarrollar se regirán por lo dispuesto en el Decreto actualmente en tramitación, por el que se potencia el impacto económico, social y sobre el empleo de la minería sostenible en Andalucía, incluyendo el despliegue de medidas de apoyo económico o financiero para la ejecución de inversiones y actuaciones, pero también de iniciativas que faciliten el desarrollo de estructuras productivas eficientes y sostenibles, el fomento de las sinergias entre sectores industriales y actores de las cadenas de valor de bienes y servicios industriales, y la mejora del entorno para el desarrollo de los ecosistemas industriales y mineros. En estos ámbitos ha lugar a medidas como convocatorias de ayudas al desarrollo industrial y empresarial, facilidades para acceder a garantías financieras, mejora en el suministro de electricidad o mejora de los polígonos industriales o el impulso de programas de emprendimiento, entre otras.

Unidades de ejecución

- Dirección General de Minas (Consejería de Industria, Energía y Minas).
- Consejería con competencias en materia social y económica.
- Consejería con competencias en materia económica.
- Asociaciones empresariales.
- Red Andaluza de Municipios Mineros.

Destinatarios

- Empresas del sector minero.
- Comunidad local afectada por un proyecto minero.

Ilustración 165: Medida de desarrollo local del territorio donde tiene lugar la actividad minera.

Fuente: Consejería de Industria, Energía y Minas. Junta de Andalucía.

Medida de desarrollo	**4.7.1. Elaboración de un inventario de labores e instalaciones mineras dedicadas a fines turísticos en Andalucía**
Línea de actuación	**4.7. Apoyo a iniciativas de valorización del patrimonio minero y sus valores culturales y turísticos. Impulso al protagonismo del ecosistema minero en la sociedad andaluza**
Eje de actuación	**4. IMPULSO SOCIAL Y ECONÓMICO DE LA ACTIVIDAD Y DEL TERRITORIO**
Objetivos de la medida	
• Determinar la situación actual de este tipo de instalaciones a nivel andaluz.	
Descripción	
Se llevará a cabo un inventario de todas las instalaciones mineras dedicadas a usos turísticos existentes en Andalucía, tanto a cielo abierto como subterráneas e independientemente de si en la actualidad tienen una explotación económica (es decir, se cobra entrada, como en Peña de Hierro, en Huelva) o no (esto es, no se cobra entrada, como en el Cerro del Hierro, en Sevilla). De cada una de las instalaciones se registrarán, entre otros datos, su ubicación, su tipología, el estado en que se encuentra, el régimen de funcionamiento, el número de trabajadores empleados, el número de visitantes segregado por meses o el importe de las entradas segregado por tipología (para adultos, infantil, escolar, etc.). En el apartado del Portal Andaluz de la Minería (PAM) dedicado exclusivamente al patrimonio geológico y minero (en consonancia con la medida 1.3.1) se incluirá una capa georreferenciada con estas instalaciones, delimitándose éstos por medio de polígonos, siempre que se conozcan las coordenadas de su perímetro.	
Unidades de ejecución	
• Dirección General de Minas (Consejería de Industria, Energía y Minas). • Consejería con competencias en materia de turismo. • Fundación Minería y Vida.	
Destinatarios	
• Empresas dedicadas al turismo minero. • Red Andaluza de Municipios Mineros. • Ciudadanía. • Investigadores.	

Ilustración 166: Medida de desarrollo para inventario de labores e instalaciones mineras.

Fuente: Consejería de Industria, Energía y Minas. Junta de Andalucía.

Medida de desarrollo	**4.7.2. Difusión de iniciativas de puesta en valor de patrimonio geológico y minero en entornos mineros en foros sectoriales**
Línea de actuación	**4.7. Apoyo a iniciativas de valorización del patrimonio minero y sus valores culturales y turísticos. Impulso al protagonismo del ecosistema minero en la sociedad andaluza**
Eje de actuación	**4. IMPULSO SOCIAL Y ECONÓMICO DE LA ACTIVIDAD Y DEL TERRITORIO**

Objetivos de la medida

- Dar notoriedad al ecosistema minero en el seno de la sociedad andaluza, resaltando así la importancia de la minería en la identidad regional.
- Mejorar la imagen de la minería ante la sociedad.
- Dar a conocer las buenas prácticas en materia de puesta en valor de patrimonio geológico y minero en territorios mineros.

Descripción

Con esta medida se persigue difundir las iniciativas de puesta en valor del patrimonio geológico y minero en entornos mineros en foros sectoriales en Andalucía, para lo cual se procederá como a continuación se indica:

- Organización de sesiones específicas durante los foros sectoriales donde se presenten y discutan iniciativas exitosas de valorización del patrimonio geológico y minero. Estas sesiones podrían incluir presentaciones de proyectos, mesas redondas con expertos y testimonios de comunidades locales. Cabe señalar que el foro minero más importante de la región es el Salón Internacional de la Minería («Mining and Minerals Hall» o «MMH» por sus siglas), que periódicamente se celebra en Sevilla.
- Organización de exposiciones y ferias temáticas dentro de los foros sectoriales donde se exhiban proyectos y productos relacionados con la valorización del patrimonio geológico y minero. Esto proporcionará una plataforma física para mostrar iniciativas y promover el intercambio de conocimientos.
- Edición de publicaciones y materiales informativos, tanto impresos como en formato digital, que resuman las iniciativas destacadas, sus resultados y lecciones aprendidas, a modo de propuesta de buenas prácticas en materia de puesta en valor de patrimonio geológico y minero en territorios mineros. Estos materiales pueden distribuirse durante los foros y estar disponibles en línea para un acceso continuo en el Portal Andaluz de la Minería (PAM) (en consonancia con la medida 1.3.1).
- Establecimiento de premios o reconocimientos dentro de los foros sectoriales para destacar las mejores iniciativas de valorización del patrimonio geológico y minero. Esto podría motivar a otras organizaciones y comunidades a seguir el ejemplo y promover la innovación en el campo de rehabilitación de explotaciones mineras en proceso de abandono.

Unidades de ejecución

- Dirección General de Minas (Consejería de Industria, Energía y Minas).
- Asociaciones empresariales.
- Empresas del sector minero.
- Colegios profesionales de titulados en materia de minería y de geología.
- Universidades.

Destinatarios

- Asociaciones empresariales.
- Empresas del sector minero.
- Empleados públicos de la Administración minera (Delegaciones Territoriales y Consejería).
- Estudiantes de formación profesional y universitaria.
- Empresas especializadas en la puesta en valor de patrimonio minero.
- Colectivos conservacionistas.
- Ciudadanía.

Ilustración 167: Medida de desarrollo de iniciativas de puesta en valor del patrimonio minero.

Fuente: Consejería de Industria, Energía y Minas. Junta de Andalucía.

A partir del contenido de las medidas de desarrollo 4.6.1, 4.7.1 y 4.7.2 del *Plan de Acción EMSA 2.030*, pueden establecerse múltiples sinergias estratégicas entre el proyecto de la Vía Verde de Cala al Guadalquivir y la Estrategia para una Minería Sostenible en Andalucía, que permitirían reforzar la viabilidad institucional, técnica y económica del proyecto. A continuación, se detallan dichas sinergias:

Medida 4.6.1: Optimización de los beneficios socioeconómicos en los ámbitos locales:

- El proyecto de la Vía Verde propone infraestructuras permanentes no fungibles, como itinerarios ciclables, áreas de descanso, rehabilitación de estaciones y puesta en valor del patrimonio minero-ferroviario, perfectamente alineadas con esta medida.
- Esta actuación diversifica la economía local de los municipios mineros tradicionalmente dependientes del extractivismo, ofreciendo nuevas oportunidades vinculadas al turismo rural, cultural y activo.
- Facilita la transición post-extractiva de los territorios mineros mediante un modelo sostenible de desarrollo, basado en sus valores ambientales, históricos y culturales.
- Podría beneficiarse de las futuras ayudas y mecanismos de financiación recogidos en el Decreto en tramitación, al generar un impacto socioeconómico real en el medio rural.

Medida 4.7.1: Inventario de instalaciones mineras con uso turístico:

- El trazado del antiguo ferrocarril atraviesa o conecta con múltiples enclaves mineros (como Minas de Cala, Teuler, Andévalo, El Castillo, etc.) susceptibles de formar parte de ese inventario.
- La Vía Verde puede funcionar como eje vertebrador de estos recursos, enlazando diversas explotaciones, estaciones mineras y elementos patrimoniales, lo que facilita su integración funcional y turística.
- La inclusión del trazado en el Portal Andaluz de la Minería (PAM), con una capa georreferenciada, ayudaría a visibilizar el conjunto patrimonial, facilitando su protección y dinamización.

Medida 4.7.2: Notoriedad y visibilidad del ecosistema minero en la sociedad andaluza:

- El proyecto de la Vía Verde es en sí una iniciativa ejemplar de valorización patrimonial, ideal para ser presentada en foros sectoriales como el Mining and Minerals Hall (MMH).
- Aporta un modelo replicable de reconversión sostenible de infraestructuras mineras hacia usos culturales, turísticos y educativos.
- Podría formar parte de exposiciones, ferias o materiales de difusión como buena práctica de recuperación de patrimonio minero y herramienta de concienciación social.
- Su integración en esta medida permitiría además acceder a reconocimientos o premios que incentiven su visibilidad y financiación futura.

Estas sinergias evidencian que el proyecto de la Vía Verde de Cala al Guadalquivir no sólo es compatible con los objetivos de la *Estrategia EMSA 2030*, sino que refuerza su implementación,

especialmente en los ejes de impacto territorial, dinamización local y valorización del legado minero. Su inclusión en esta estrategia permitiría articular un modelo de desarrollo rural sostenible, posminero y resiliente, que revaloriza la memoria industrial andaluza desde una óptica contemporánea y útil para las generaciones futuras.

Por tanto, y a modo de conclusión sobre xxxx, la propuesta de reconversión del antiguo Ferrocarril de Cala en una vía verde trasciende su valor como simple infraestructura de ocio o movilidad no motorizada. Su encaje simultáneo en tres marcos estratégicos clave del territorio andaluz refuerza su legitimidad, viabilidad y potencial de impacto a largo plazo.

En primer lugar, el **Programa de Puertas Verdes de Andalucía** ofrece una plataforma idónea para canalizar esta actuación, al tratarse de una iniciativa orientada a conectar núcleos urbanos con su entorno rural mediante itinerarios sostenibles, reutilizando caminos históricos y vías pecuarias. Este proyecto de vías verdes cumple perfectamente con esta filosofía, al articular hasta 18 municipios y crear un eje vertebrador de movilidad activa y accesible en un territorio históricamente vinculado a la actividad minera.

En segundo lugar, el **Registro de Paisajes de Interés Cultural de Andalucía** proporciona una dimensión patrimonial y paisajística que complementa el valor técnico e histórico del trazado. Este proyecto permitiría poner en valor un paisaje cultural fuertemente caracterizado por la interacción prolongada entre minería, ferrocarril, naturaleza y población local. En este contexto, la Vía Verde puede consolidarse como un instrumento de salvaguarda y activación de esos paisajes, no sólo como testimonio del pasado, sino como recurso útil para el desarrollo presente y futuro de las comunidades que los habitan.

Por último, la **Estrategia para una Minería Sostenible en Andalucía 2030 (EMSA 2030)**, en sus líneas 4.6.1, 4.7.1 y 4.7.2, plantea un enfoque integrador donde el patrimonio industrial minero y su puesta en valor turística y social juegan un papel central. En este sentido, la recuperación del trazado ferroviario y de su entorno asociado representa una forma coherente de extender el legado minero más allá de la extracción, mediante iniciativas que promuevan el desarrollo local, la educación patrimonial, el emprendimiento verde y la cohesión territorial. La Vía Verde se alinea con esta visión al aprovechar el patrimonio existente como recurso dinamizador, generando oportunidades económicas y sociales en un entorno históricamente desfavorecido.

En conjunto, la Vía Verde de Cala al Guadalquivir se proyecta como un eje estratégico de transformación territorial que conjuga sostenibilidad ambiental, justicia patrimonial, conectividad verde y desarrollo rural, siendo plenamente compatible y sinérgico con las principales políticas públicas de Andalucía en materia de paisaje, movilidad, patrimonio y transición socioeconómica en entornos mineros.

8 CONCLUSIONES

El presente trabajo de fin de máster ha recorrido un arco amplio y multidisciplinar, abarcando desde la historia, la ingeniería y la configuración territorial del Ferrocarril de Cala hasta el diseño detallado de su posible transformación en una Vía Verde de gran proyección territorial, patrimonial y turística.

Dentro de la amplitud de ese arco, este estudio tiene una vocación clara: servir como base documental, técnica y estratégica para una posible declaración como Bien de Interés Cultural (BIC) —con clasificación de Lugar de Interés Industrial— del Ferrocarril de Cala en su conjunto, no solo como infraestructura lineal histórica, sino como un paisaje cultural donde confluyen elementos de valor industrial, etnológico, ambiental y social.

Durante décadas, este antiguo corredor ferroviario articuló la vida económica y minera de una parte significativa del territorio andaluz. Hoy, sus trazas, estaciones, puentes, túneles y estructuras anexas —aunque en diverso grado de conservación— siguen ofreciendo una lectura clara del pasado industrial que configuró buena parte del paisaje actual. Su recuperación como Vía Verde permitiría no solo la conservación activa de este legado, sino también su resignificación y reutilización en clave contemporánea.

La propuesta de Vía Verde se enmarca en una visión integral que entiende esta infraestructura como un eje vertebrador del desarrollo territorial, contribuyendo a la movilidad no motorizada, al turismo sostenible, a la educación ambiental y al fortalecimiento del tejido económico de los municipios que atraviesa. Su diseño contempla intervenciones adaptadas al estado de conservación de cada tramo y elemento patrimonial, proponiendo actuaciones concretas y viables en materia de accesibilidad, conectividad, paisaje, infraestructura y servicios complementarios.

Además, se ha demostrado su alineación y sinergías con marcos estratégicos clave de la Junta de Andalucía, como el Programa de Puertas Verdes, el Registro de Paisajes de Interés Cultural, y la Estrategia para una Minería Sostenible en Andalucía 2030 (EMSA 2030). Esta convergencia no solo refuerza la pertinencia del proyecto, sino que abre nuevas vías de colaboración interinstitucional y acceso a financiación pública.

En definitiva, la Vía Verde del Ferrocarril de Cala no es simplemente un proyecto de reconversión de una infraestructura obsoleta. Es una propuesta transversal de puesta en valor y planificación del territorio, que aúna la recuperación del patrimonio histórico-industrial, la dinamización turística, la mejora del entorno rural y la movilidad sostenible. Pero sobre todo, es una llamada a preservar la memoria de un legado singular, para que pueda ser conocido, recorrido y disfrutado por las generaciones presentes y futuras.

Así, este trabajo se consolida como una aportación útil y fundamentada a los procesos de protección, reconocimiento y activación del patrimonio minero-ferroviario andaluz, al tiempo que ofrece una hoja de ruta concreta para su transformación en un recurso vivo, sostenible y generador de oportunidades.

9 BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

El presente documento, se ha podido realizar gracias a una ardua labor de investigación por parte del alumno redactor del mismo, tomando como referencias bibliográficas los siguientes libros, leyes, notas de prensa, páginas webs, blogs, vídeos, etc.

- LIBROS Y DOCUMENTOS:
  - GARCÍA, S. *(2.024). Vía Verde de Cala y Aznalcóllar.* CYMA, Sevilla.
  - PEREJIL. A. (2.005). *El ferrocarril de Aznalcóllar al río Guadalquivir, 100 años de ferrocarril, Aznalcóllar 1905-2005.* Diputación de Sevilla, Sevilla.
  - ROMERO, E. (2.006). *Los ferrocarriles en la provincia de Huelva, un recorrido por el pasado. Collectania 96, Huelva.*
  - PINEDO, I. (1.963). Piritas de Huelva. Suma S.L, Madrid.
  - CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, JUNTA DE ANDALUCÍA. Parques Naturales de Andalucía, GUÍA DEL VIAJERO.
  - CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, JUNTA DE ANDALUCÍA. Cuaderno de senderos de los parques naturales de Andalucía.
  - CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES, JUNTA DE ANDALUCÍA. (2.008). EL RÍO Guadalquivir. Sevilla.
  - PREDIF. Guía técnica y de diseño sobre accesibilidad en vías verdes.
  - MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. (2.020). Manual de aspectos constructivos de caminos naturales.
  - VĚTVIČKA, V. (1.984). El gran libro de árboles y arbustos. AVENTINUM, Praga.
  - JUNTA DE ANDALUCÍA. Estrategia para una minería sostenible en Andalucía, plan de acción EMSA 2030.
  - JUNTA DE ANDALUCÍA. CONSEJERÍA DE CULTURA. (2.018). Registro de paisajes de interés cultural de Andalucía. Sevilla.
- *LEYES:*
  - Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía (España). https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2008-2494
  - Decreto 504/2012, de 16 de octubre, por el que se inscribe en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz como Bien de Interés Cultural, con la tipología de Zona Patrimonial, la Cuenca Minera de Riotinto-Nerva, en los términos municipales de Minas de Riotinto, Nerva y El Campillo (Huelva).
- *PÁGINAS WEBS Y BLOGS:*
  - *Vías Verdes – Fundación Ferrocarriles Españoles (12 de marzo de 2025):*

https://viasverdes.com/

- *Fundación Vía Verde de la Sierra (12 de marzo de 2025):* https://www.fundacionviaverdedelasierra.es/

- *Turismo de Andalucía (12 de marzo de 2025):* https://www.andalucia.org/

- *Turismo Fuentes de Andalucía (12 de marzo de 2025):* https://turismofuentesdeandalucia.com/

- *Asociación La Rigüela: patrimonio ferroviario de Cala y Aznalcóllar (3 de marzo de 2025):* https://www.xn--larigela-b6a.es/index.php/historia

- *Spanish Railways (15 de marzo de 2025):* https://www.spanishrailway.com/ferrocarril-de-minas-de-la-cala-a-san-juan-de-aznalfarache-2/

- *Trenes y Tiempo (5 de junio de 2025):* https://trenesytiempos.blogspot.com/2017/01/cronicas-de-la-via-estrecha-xiv-de-cala.html

- *OLALLAREAL (28 de febrero de 2025).* http://olallareal.blogspot.com/2018/12/nueva-via-verde-de-cala.html

- *Portal ambiental de Andalucía. Programa de puertas verdes (1 de julio de 2025).* https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/areas-tematicas/medio-forestal/vias-pecuarias-y-corredores-verdes/programa-puertas-verdes