

Anàlisi territorial del transport ferroviari de mercaderies a l'àrea de Tarragona: revisió d'alternatives



Estudi encarregat per l'Autoritat Portuària de Tarragona al Grup de Recerca en Anàlisi Territorial i Estudis Turístics del Departament de Geografia de la Universitat Rovira i Virgili.

Conveni T24119S de 2024 de la Fundació Universitat Rovira i Virgili.

Coordinació:

Aaron Gutiérrez. *Departament de Geografia. Universitat Rovira i Virgili.*

Equip de treball:

Joan Alberich González. *Departament de Geografia. Universitat Rovira i Virgili.*

Òscar Saladié Borraz. *Departament de Geografia. Universitat Rovira i Virgili.*

Lluís Salvat Garcia. *Departament de Geografia. Universitat Rovira i Virgili.*

Benito Zaragozaí. *Departament de Geografia. Universitat Rovira i Virgili.*



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI
Departament de Geografia



INDEX

1. INTRODUCCIÓ	7
1.1. Definició del problema	7
1.2. Objectius	8
2. ANTECEDENTS	10
2.1. El ferrocarril com a sistema complex. Alguns conceptes bàsics	10
2.2. Breu història del transport de mercaderies per ferrocarril	11
2.3. El transport de mercaderies a Espanya i a Catalunya	13
2.4. El transport de mercaderies perilloses per ferrocarril	18
2.5. El Corredor del Mediterrani i el transport de mercaderies	20
2.6. El tercer fil	25
2.7. El context tarragoní. Les alternatives ferroviàries	28
2.7.1. Alternativa provisional	29
2.7.2. Alternatives del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible	29
2.7.3. Alternativa de la Plataforma Mercaderies per l'Interior	30
3. METODOLOGIA	30
3.1. Fonts de dades i recopilació d'informació	30
3.1.1. Distribució de la població	31
3.1.2. Infraestructures viàries i ferroviàries existents	32
3.1.3. Classificació del sòl	33
3.1.4. Usos del sòl i activitats econòmiques	37
3.1.5. Valors ambientals	40
3.1.6. Dades sobre riscos	43
3.1.7. Equipaments públics	45
3.1.8. Patrimoni cultural	50

3.2. Construcció de la xarxa topològica (SIG)	51
3.3. Estadístiques zonals	53
3.4. Definició dels indicadors	55
3.5. Priorització de trams i alternatives	58
4. RESULTATS	59
4.1. Anàlisi comparativa basada en SIG	60
4.1.1. Població afectada	60
4.1.2. Infraestructures viàries i ferroviàries	61
4.1.3. Classificació del sòl segons planejament urbanístic vigent	62
4.1.4. Usos del sòl i activitats	64
4.1.5. Riscs	65
4.1.6. Equipaments	66
4.1.7. Valors ambientals	67
4.1.8. Patrimoni cultural	69
4.2. Priorització de trams i alternatives	69
5. DISCUSSIÓ	71
5.1. Acotacions de l'aportació del treball	71
5.2. Limitacions i recomanacions per a estudis futurs	73
6. CONCLUSIONS	74
REFERÈNCIES.....	76
ANNEXOS	78
A.1. Cartografia	78

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Definició del problema

El sud de Catalunya es troba enfront d'un desafiament creixent en relació al transport ferroviari de mercaderies. L'augment previst en el trànsit pel Corredor Mediterrani amenaça de saturar l'actual línia ferroviària que travessa zones poblades i àrees costaneres. Aquesta situació presenta reptes importants en aspectes com la salut pública, la conservació de l'entorn natural protegit, la preservació del patrimoni històric i la connectivitat ecològica amb la façana marítima.

Amb aquests reptes exposats, es plantegen noves estratègies de planificació de la infraestructura ferroviària. Una d'aquestes propostes, que afecta a l'entorn de Tarragona, és desplaçar part del volum de trànsit de mercaderies cap a una línia alternativa que discorre per l'interior i lluny de les zones poblades, mentre que la línia costanera actual es reservaria, principalment, per als serveis de passatgers, quedant potencialment menys saturada i proporcionant un servei més còmode i ràpid.

En aquest context, l'Autoritat Portuària de Tarragona encarrega el present estudi a l'abril de 2024. L'estudi que té com a objectiu comparar diferents alternatives per al transport de mercaderies que aprofitarien al màxim les infraestructures existents. L'anàlisi comparada inclou els traçats proposats pel Ministeri de Transports, Mobilitat i Agenda Urbana¹ i una alternativa proposada per la Plataforma Mercaderies per l'Interior.

El mètode principal d'aquest estudi serà l'ús de Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG), que permetrà crear una varietat d'indicadors territorials per realitzar una comparació àmplia entre les alternatives per la connexió ferroviària pel transport de mercaderies entre el nus de Vila-seca i l'enllaç a l'Arboç, i les seves implicacions. Aquests indicadors contemplaran diverses dimensions, com l'afectació sobre espais d'interès natural o connectors ecològics, la població afectada, els espais construïts o urbanitzables, el patrimoni cultural i paisatgístic, les activitats i els usos del sòl.

Aquest estudi es configura com una avaluació *ex-ante* centrada en variables territorials i ambientals, orientada a proporcionar una visió preliminar de les implicacions

¹ El **Ministeri de Transports, Mobilitat i Agenda Urbana d'Espanya** ha experimentat diversos canvis en la seva denominació i estructura els darrers anys.

L'any **2019**, es va anunciar que l'antic **Ministeri de Foment** passaria a denominar-se **Ministeri de Transports, Mobilitat i Agenda Urbana**, amb l'objectiu de centrar els esforços en desenvolupar una mobilitat sostenible, eficient i segura.

Posteriorment, l'any **2024**, es va aprovar el **Reial decret 253/2024, de 12 de març**, que desenvolupa l'estructura orgànica bàsica del Ministeri de Transports i Mobilitat Sostenible, modificant el **Reial decret 1009/2023, de 5 de desembre**, que establia l'estructura orgànica bàsica dels departaments ministerials.

territorials i els impactes potencials de les alternatives ferroviàries proposades. Aquest estudi s'enfoca en criteris territorials (com riscos, demografia, valors ambientals, accessibilitat, o ús del sòl), sense considerar factors estrictament tècnics o econòmics, com els que serien típics d'un estudi d'enginyeria o una anàlisi cost-benefici. És de suposar que aquest tipus de variables també hauran sigut considerades en els estudis realitzats o que realitzaran les institucions que proposen dites alternatives.

Aquesta aproximació permet identificar els trams i alternatives més sensibles o adequats des d'un punt de vista territorial, oferint informació complementària que pot ser integrada en fases posteriors d'anàlisi, com ara estudis de viabilitat tècnica o econòmica, també podria ser un document útil per a recomanacions d'alternatives i presa de decisions informades sobre alternatives de transport.

Així, la finalitat d'aquest estudi no és determinar la rendibilitat econòmica de les alternatives, sinó proporcionar criteris fonamentats en l'ordenació del territori per ajudar en la presa de decisions i garantir que les propostes s'ajustin a les necessitats del context local. Això permet incorporar consideracions socioambientals i territorials des de les primeres etapes de planificació.

Les alternatives ferroviàries analitzades en aquest estudi es troben a una escala de treball de 1:25.000 (o menor), que és una escala adequada per a proporcionar una avaluació preliminar dels impactes territorials. Aquesta informació serveix com a base per a futures fases de planificació, on un disseny més detallat dels traçats haurà de reproduir la metodologia proposada per afinar els resultats i garantir una anàlisi més precisa i adaptada al context local.

1.2. Objectius

L'objectiu principal d'aquest estudi és avaluar les alternatives de traçat ferroviari proposades (veure secció 2.7) amb una **perspectiva territorial**, integrant criteris de potencial afectació a la població o espais de valor ambiental o patrimonial. Aquesta avaluació busca identificar els impactes potencials de cada alternativa sobre el territori, proporcionant una base per a la presa de decisions que garanteixi la sostenibilitat i l'adequació a les necessitats locals.

Per a fer aquesta priorització s'han abordat els següents objectius metodològics:

1. Exploració de la informació pública i fonts de dades oficials (població, territori, infraestructures, valors ambientals, riscos, usos del sòl, patrimoni cultural, economia local i regional, equipaments públics...).
2. Disseny d'una metodologia de priorització qualitativa de les alternatives a partir de la valoració individualitzada dels trams d'1 km de longitud de les mateixes.
3. Recopilació de l'opinió d'experts per a parametritzar la priorització dins del context tècnic i territorial.

4. Anàlisi la informació territorial elaborada.

Un objectiu complementari d'aquest estudi és establir una metodologia robusta i reproduïble que pugui ser utilitzada en futures fases de planificació amb traçats ferroviaris més detallats. Tot i que l'escala de treball actual és de 1:25.000, pròpia d'una avaluació preliminar, aquesta metodologia, les dades i els indicadors proposats seran útils per afinar els resultats i ajustar les decisions a una escala més precisa en etapes posteriors del projecte.

2. ANTECEDENTS

2.1. El ferrocarril com a sistema complex. Alguns conceptes bàsics

El ferrocarril entès com un sistema de transport complex ha requerit d'un seguit d'elements necessaris per a la seva correcta explotació. Tal com indiquen García (1999) i Ubach (1984), són tres les categories bàsiques en què poden integrar-se els diferents elements del ferrocarril com a sistema: la infraestructura, la superestructura i el material mòbil.

La infraestructura fa referència, essencialment, a la plataforma, amb els seus desmunts i terraplens, i, en general, a totes les obres d'explanació, de fàbrica o metàl·liques necessàries per l'establiment de la superfície sobre la que se situa la via. Per la seva banda, la superestructura inclou, d'una banda, la via i tots els seus elements (rails, travesses, balast...) i, de l'altra, tots els elements necessaris per assegurar la circulació dels trens (com ara els senyals, els enclavaments...) així com totes les edificacions que requereix l'explotació (estacions, dipòsits de locomotores...). Finalment, el material mòbil fa referència als vehicles (ja siguin motors o remolcats) que circulen per la via.

Els treballs necessaris per executar la infraestructura ferroviària són similars als de construcció de qualsevol camí ordinari, sempre i quan es respectin unes condicions bàsiques pel que fa al traçat i al perfil de la via. Així, pel que fa a les corbes, la resistència de circulació augmenta a mesura que en disminueix el radi, augmenta l'ample de via o la separació entre eixos del vehicles. Per la seva banda, en relació amb les rampes, la resistència és proporcional a la inclinació, de manera que, donada l'escàs contacte entre la roda i el carril, el pendent assumible per als ferrocarrils convencionals —és a dir, sense suports addicionals a la tracció, com poden ser els Ferrocarrils de cremallera— és del 3,5 %, és a dir, de 35 mil·lèsimes per metre lineal. Per tal d'assolir aquests paràmetres ideals dels traçats, sovint és necessari la construcció de talussos i trinxeres, que poden anar acompanyats de terraplens o murs de contenció per a prevenir possibles esllavissades o corriments de terra. Quan això no és possible, cal la perforació de túnels i, en sentit contrari, per permetre el pas sobre una depressió del terreny, la construcció d'obres de fàbrica, que segons la seva longitud són coneguts com a viaductes, ponts, pontons o clavegueres.

L'estudi present se centrarà, principalment, en l'anàlisi de les infraestructura de les diferents alternatives plantejades per al Corredor Mediterrani, i, dins d'aquesta, en les qüestions relacionades amb el traçat, però no pas en les qüestions tècniques (pendents, etcètera) sinó en les seves característiques morfològiques sobre el terreny (= la línia).

En relació a la superestructura, el principal element que defineix el ferrocarril enfront a altres mitjans de transport terrestre, és la utilització de carrils metàl·lics que fan de guia

per a la circulació del vehicles. La via està formada pel balast (sovint pedra triturada que proporciona l'assentament necessari a les travesses, alhora que crea una capa permeable que permet la circulació de l'aigua i permet repartir sobre el terreny la pressió de les càrregues que ha de suportar la via), les travesses (bigues, de fusta, ciment o formigó, sobre les que es recolzen els carrils), els carrils (el pes dels quals determinarà al seu torn el pes màxim dels trens que hi poden circular) i petit material divers (tirafons, escàrpies...). Formen part de la superestructura tots els elements necessaris per a la circulació i l'explotació ferroviàries, com ara els senyals, els canals de comunicació i informació i tots aquells altres relacionats amb els edificis relacionats amb l'explotació, el manteniment i la reparació de tot el conjunt del sistema.

Finalment, el material mòbil inclou tot el conjunt de vehicles que circulen per la via i se sol distingir, d'una banda, entre material motor i material remolcat, i, de l'altra, entre els vehicles destinats al transport de viatgers i els utilitzats per al transport de mercaderies.

El desenvolupament paral·lel dels tres elements (infraestructura, superestructura i material mòbil) ha determinat, al llarg de la història, la capacitat de transport del ferrocarril, tant pel que fa als viatgers com al de mercaderies, tema, aquest últim, sobre el que ens centrarem en els següents apartats.

2.2. Breu història del transport de mercaderies per ferrocarril

Podríem afirmar, sense por d'equivocar-nos, que el ferrocarril va néixer per al transport de mercaderies: ja des del Neolític i l'Edat del Bronze (3000 – 900 anys abans de Crist) hi ha constància de l'ús d'uns rudimentaris llistons de fusta en zones forestals d'Anglaterra i Alemanya que permetien salvar àrees pantanoses per al transport de tot tipus de mercaderies i béns. Anys més tard, a l'illa de Malta, però també a moltes zones de Grècia i Sicília, així com a l'antic Egipte, s'usaren rodades paral·leles de pedra que incloïen, fins i tot, apartadors per a facilitar l'encreuament de dos vehicles que circulessin en sentit contrari (Moreno, 1986).

L'objectiu d'un i altre mecanisme era doble i defineix, alhora, dues de les principals característiques del sistema ferroviari: en primer lloc, tant els taulons de fusta, primer, com els carrils metàl·lics, posteriorment, així com les citades rodades permeten el guiatge de les rodes; i, en segon lloc, permeten reduir la fricció entre la superfície de rodatge i les pròpies rodes, fet que permet reduir la força necessària aplicada per a l'avanç de tot el sistema.

No obstant això, no és fins a principis del segle XIX quan, amb la Revolució Industrial i el desenvolupament de la mineria, el sistema es perfecciona, amb l'adopció d'una sèrie de millores que definiran les característiques principals del ferrocarril actual: l'ús de carrils metàl·lics, de major resistència i durada que els anteriors de fusta; l'adopció de

rodes dotades de pestanya, que asseguraven un major guiatge i una major seguretat en la circulació; i, finalment, la invenció de la màquina de vapor de James Watt (1769), aplicada per primer cop a la tracció ferroviària l'any 1804, de la mà de Richard Trevithick (Salmerón, 2024).

Fou precisament l'ús d'aquest últim sistema de tracció —en detriment de la força de braços o la força animal— la que permeté que el sistema ferroviari evolucionés ràpidament, i tan sols dues dècades més tard, el 1825, l'enginyer britànic George Stephenson va inaugurar el que es considera el primer ferrocarril modern, entre el port d'Stockton i les mines de Darlington, de 40 quilòmetres de longitud, al Nordest d'Anglaterra, prop de la frontera amb Escòcia. Curiosament, si bé des del primer moment els trens de mercaderies circularen remolcats per locomotores de vapor, el menor pes dels trens de viatgers determinà que aquest seguissin sent tirats per cavalls, fins l'adopció definitiva del nou sistema de tracció l'any 1833.

Des de llavors, el nou sistema de transport s'estengué per tot Europa, i, en poques dècades, per tot el món, en paral·lel al desenvolupament econòmic, industrial i financer de cada país. En la seva expansió, la xarxa ferroviària mantingué la seva doble vocació de servei: en primer lloc, mantenia l'objectiu amb el que va néixer. És a dir, comunicar de manera eficient, ràpida i segura la producció industrial cap als punts de consum (les ciutats, principalment) o d'exportació (ports marítims, primordialment), consolidant l'intercanvi comercial, el creixement industrial i, en definitiva, el desenvolupament econòmic. En segon lloc, però, el ferrocarril anà guanyant pes en la mobilitat de les persones, apropant ciutats i pobles entre si, reduint les distàncies físiques, però també les socials i culturals entre els territoris.

Aquest període expansiu, fruit tant de la inversió de grans capitals privats —en la majoria dels casos— com de la iniciativa pública —amb un paper generalment més secundari— es trenca, però, a mitjans del segle xx, quan les administracions públiques, fortament pressionades per la indústria del transport per carretera, arraconaren el ferrocarril amb una sèrie de polítiques abusives, per un costat, i la desinversió econòmica, per l'altra, que acabaren provocant la disminució de la seva rendibilitat econòmica. Amb el temps, aquest fet provocà la pèrdua generalitzada de l'interès del capital privat en la gestió de la xarxa ferroviària, que fou traspassada progressivament a l'Administració Pública —sovint en unes pèssimes condicions financeres, d'escàs manteniment tant de la superestructura com de la infraestructura i el material mòbil—, que es veié obligada a clausurar milers de quilòmetres de via a tot el món.

Afortunadament, però, una sèrie de constatacions negatives, com ara les successives crisis del petroli a partir de la dècada dels anys setanta i els primers indicis de la crisi climàtica van permetre constatar l'error comès els anys anteriors i tan sols en les últimes dècades s'han engegat polítiques més o menys decidides de recuperació de línies i tràfics abandonats. Aquest fet, a més, ha vingut acompanyat, de la mà de la investigació

per la indústria ferroviària, per una sèrie d'avenços tècnics, com ara els vehicles d'ample de via variable, el material motor dual (que combina els motors dièsel i elèctric), multitensió (capaç de circular per xarxes amb diferents voltatges) i multisenyal (dotat amb els diferents sistemes de seguretat adoptats per les diferents administracions ferroviàries), la recuperació d'energia per frenat o l'adopció de nous vehicles adaptats pels serveis d'autopista ferroviària i a les noves necessitats logístiques (Salmerón, 2021).

Tots els elements esmentats han permès que el ferrocarril hagi recuperat, durant el present segle XXI, part del protagonisme perdut, erigint-se com un sistema de transport fiable, segur i net, i amb una elevada capacitat de transport i càrrega que, combinada amb uns elevats nivells d'eficiència energètica, permet presentar una de les petjades ecològiques més baixes entre tots els sistemes de transport.

2.3. El transport de mercaderies a Espanya i a Catalunya

El que s'ha exposat, necessàriament de manera breu, sobre la història del transport de mercaderies per ferrocarril a escala mundial és encara més punyent en el cas espanyol.

En efecte, el baix nivell d'industrialització del país en comparació a bona part del territori europeu determinà que tant la capacitat d'inversió del capital local com l'atracció d'inversió estrangera fos summament baixa, fet que unit a una xarxa urbana força dèbil i a una orografia complicada donà com a resultat una xarxa ferroviària molt poc densa i, en aquest sentit, amb una capacitat de càrrega i de transport limitada. A més, l'intercanvi amb la resta del continent europeu es veié clarament damnificada per la decisió —motivada per una sèrie de consideracions tècniques, estratègiques i militars— d'adopció d'un ample de via diferent a l'emprat a la resta de la xarxa europea (amb l'excepció, imposada, de Portugal), que dificultava, encaria i alentia el transport de mercaderies en els diferents passos fronterers.

Com en la majoria dels països europeus, la construcció de la xarxa ferroviària espanyola estigué en mans, en els seus orígens, del capital privat: un promotor, associat sovint amb un grup inversor —sovint relacionat amb la banca o amb les principals fortunes del país— sol·licitava, construïa i explotava un determinat traçat ferroviari amb l'objecte d'obtenir-ne el màxim benefici econòmic, però sense un veritable sentit de xarxa ni de servei públic. No fou fins l'ampliació dels traçats originals, i el consegüent establiment d'enllaços físics entre ells, que les empreses ferroviàries s'anaren fusionant i absorbint entre si, donant com a resultat cinc grans companyies privades que explotaven pràcticament la totalitat de la xarxa de via ampla del país: la *Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España* (o simplement, Nord), la *Compañía de los Ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y a Alicante* (MZA), la *Compañía de los Ferrocarriles Andaluces*, la *Compañía de los Ferrocarriles del Oeste* y el *Ferrocarril Central de Aragón*. Subsidiàries

de la xarxa principal explotada per aquestes cinc companyies, des de l'últim quart del segle XIX sorgí un gran nombre de línies secundàries o econòmiques —sovint construïdes amb un ample de via menor a l'estàndard— que apropaven pobles i ciutats i la seva producció (agrícola, ramadera, minera...) a aquella per a la seva distribució per tot el territori nacional i/o de cara a l'exportació (Pascual, 2016).

Aquest panorama, però, canvià dràsticament després de la Guerra Civil, ja que l'any 1941 el nou govern franquista decidí nacionalitzar la totalitat de la xarxa de ferrocarril per mitjà de la creació de l'empresa estatal Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles (Renfe). Després d'uns primers anys força precaris, amb els esforços centrats en la reconstrucció de la xarxa i del seu material fix i mòbil, la nova companyia emprengué, en el marc del desenvolupisme, una important política de modernització del ferrocarril espanyol, amb la renovació dels traçats —en què destaca la construcció de nombrosos bypass i enllaços—, la duplicació de via en molts trams de la xarxa, la dieselització i electrificació de bona part de la xarxa en detriment de la tracció a vapor, la millora en la senyalització i la seguretat i la compra de nou material mòbil. Tot plegat redundà en la millora general del servei i, en el cas de les mercaderies, la captació de nous serveis, essent una fita en aquest sentit l'adopció generalitzada dels contenidors de mides estandarditzades que permeté la creació de trens purs.

No obstant, aquesta inversió en la xarxa ferroviària no és gens comparable amb la que es dugué a terme durant aquells mateixos anys en la xarxa viària del país, amb la construcció de grans autopistes i autovies que promocionaven el transport privat, no tant sols a escala particular sinó, sobretot, en matèria de transport col·lectiu tant de viatgers com de mercaderies. La major flexibilitat del transport de mercaderies per carretera, no subjecte a despeses fixes lligades al manteniment de les infraestructures, així com la seva major capil·laritat en el territori —que permet l'establiment de serveis «porta a porta»—, determinà que Espanya dugués a terme des de mitjans de la dècada dels anys seixanta del segle passat una política de tancament de milers de quilòmetres de línies ferroviàries deficitàries o, simplement, poc rendibles econòmicament, fet que afectava, de retruc, a molts ramals que donaven servei a empreses que exportaven part de la seva producció per mitjà de petits ramals industrials que les connectaven amb la xarxa principal (Salmerón, 2000). Es perdia, d'aquesta manera, l'oportunitat de vertebrar una autèntica xarxa ferroviària per al transport de viatgers i de mercaderies, alhora que s'afavoria l'accentuació dels desequilibris demogràfics i territorials dels països.

No obstant això, el canvi de paradigma sorgit en el marc de la crisi energètica global i l'emergència climàtica, i que s'ha traduït en una major conscienciació ambiental i la recerca del desenvolupament sostenible, va començar a plasmar-se a finals de la dècada dels anys noranta i a principis del segle actual en un ressorgiment del ferrocarril: el declivi anterior no havia estat motivat, majoritàriament, per qüestions tècniques o econòmiques, sinó ideològiques, de manera que en la nova situació global va ser la

pròpia societat qui va percebre la importància no tan sols del manteniment sinó també de la millora de les xarxes de transport públic com un pas necessari i just de cara a assolir les noves fites mediambientals (Salmerón, 2024).

A casa nostra, però, les noves inversions en ferrocarril s'han centrat els darrers anys en dos àmbits concrets: l'establiment d'un servei de rodalies, amb una elevadíssima freqüència de pas, entorn de les principals aglomeracions urbanes del país; i, de l'altra, en la construcció, partint de zero en molts casos, d'una xarxa d'alta velocitat —apta, en molts casos, per a assolir els 350 quilòmetres per hora— que connecti entre si la major part de les capitals provincials, però sense abandonar la concepció radiocèntrica de la xarxa clàssica, en detriment de la creació d'una autèntica malla ortogonal d'eixos ferroviaris que no passin necessàriament per la capital estatal.

Alhora, un fet no menor ha contribuït a la revifalla del transport de viatgers per ferrocarril: la divisió en dues empreses diferents de l'antiga Renfe, separant la propietat i la gestió de la infraestructura ferroviària (que recaigué en mans de l'empresa pública Adif) del que era la seva explotació (que mantingué la nova empresa operadora Renfe) permeté, seguint directrius europees, la progressiva liberalització del sector ferroviari i l'entrada en joc de nous operadors privats, primer en el cas del servei de mercaderies i, posteriorment, en el sector de l'alta velocitat.

Aquesta inversió multimilionària en noves infraestructures, però, s'ha fet en detriment de les millores a la xarxa convencional, que progressivament ha vist com s'ha anat degradant el manteniment de la infraestructura i, de retruc, la qualitat del servei públic que s'hi presta. Més enllà de la pèrdua de trens regionals i de mitja distància i la completa desaparició de relacions de llarga distància —a Espanya l'últim tren nocturn de viatgers deixà de circular l'any 2021—, el principal damnificat de tot plegat ha estat el transport de mercaderies, i això malgrat l'entrada de noves empreses operadores privades (Captrain, Transfesa, Continental Train..., per citar-ne algunes) que s'han fet càrrec de serveis abandonats per Renfe i que, fins i tot, n'han creat de nous.

Fruit de tot plegat, les xifres oficials constaten que l'any 2022 —últim període disponible en el moment de redactar aquestes línies—, el conjunt de deu operadors que prestaren servei a la xarxa ferroviària d'interès general transportaren un total de 23,993 milions de tones netes de mercaderies, xifra que representa un 6,9 % menys que l'any anterior. En canvi, les tones netes/quilòmetre —indicador que té en compte la distància recorreguda per la mercaderia— assoliren els 10.527 milions, un 0,9 % més que l'any 2021 (Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, 2023).

En termes de quota de mercat, el transport de mercaderies per ferrocarril a Espanya tan sols representa el 4 % del total, ja que el 92 % correspon al transport per carretera i el 4 % restant al transport per canonada. Són xifres que queden molt lluny tant de la mitjana europea (UE28), on el 17 % correspon al ferrocarril (i el 72 % a la carretera) com dels principals països del continent: Alemanya (23 % i 62 %, respectivament), França (14 % i

77 %) i Itàlia (12 % i 81 %). Entre els factors que expliquen el predomini del transport de mercaderies per carretera hi ha la seva majora flexibilitat (no es necessita una sol·licitud anticipada, sovint un mateix camió i un mateix conductor poden circular per tota la Unió Europea sense limitacions i hi ha possibilitat de servei porta a porta), un menor cost, una major freqüència, un millor servei al client i, finalment, un temps de transport més competitiu.

Figura 1. Evolució del transport de mercaderies per ferrocarril a Espanya, 2011-2022.



Font: Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (2023).

L'evolució de l'activitat al llarg de l'última dècada (figura 1) mostra la recuperació dels trànsits passada la crisi de 2008 i fins a 2015, un període de lleugera caiguda i una estabilització posterior entre 2017 i 2019. Després de la forta caiguda registrada en 2020 pel COVID-19 i la recuperació de 2021, aquestes tendències s'accentuen encara més. La discrepància entre els dos indicadors assenyalats es deu al fet que es transporten menys productes de més tonatge, com els siderúrgics o el carbó.

Del volum total de tones de mercaderies transportades només un 15,4 % correspon a trànsit internacional. Pel que fa als productes transportats per ferrocarril, convé fer una primera distinció entre vagó complet i vagó intermodal: el primer fa referència al vagó que s'ajusta a la mercaderia a transportar, i del qual existeixen molts tipus (furgons, góndoles, caixes tràiler, etc.) segons les necessitats de la mercaderia (protecció contra el medi ambient, líquids, mercaderies perilloses.... mentre que el vagó intermodal està dissenyat per a transportar contenidors amb dimensions estàndard que faciliten el transport multimodal pel fet que el seu transport, manipulació i magatzematge se simplifica notablement.

Així, en els últims anys el vagó intermodal havia anat guanyant pes respecte al vagó complet, de manera que el 2022 representa el 57,7% del total de tones/quilòmetre, si bé en tones netes representa tan sols un 52,8% del total.

El comportament dels indicadors tona neta i tona/quilòmetre es pot explicar pel canvi de composició de la mercaderia transportada. Si es transporten mercaderies menys pesades que en el passat es pot incrementar el valor de les tones/quilòmetre (transportant aquestes mercaderies a més distància) malgrat que es redueixin les tones netes (ja que les mercaderies en si pesen menys).

En termes generals, el vagó intermodal presenta menys càrrega per tren que el vagó complet, així que la creixent importància del primer portarà associada una caiguda de les tones netes enfront de les tones/quilòmetre netes. D'altra banda, fins i tot dins del vagó complet, s'aprecia una transició al transport de mercaderies més lleugeres.

Els productes en general més pesats són la siderúrgia i els granel·ls. La caiguda dels productes siderúrgics, que el 2022 representen un 34% de les tones netes enfront del 44% que representaven en 2021, ha estat major que el creixement experimentat pels granel·ls, que representen en 2022 el 26% de les tones totals enfront del 20% del 2021.

En tones netes transportades el trajecte més important és entre Barcelona i Saragossa, on fins a cinc empreses presten servei. Sis són les empreses que presten servei en el trajecte Madrid-València, el segon en importància. En tots dos casos la presència de vagó intermodal és notable.

Pel que fa a l'indicador de tones netes transportades, els trajectes curts adquireixen major importància. És el cas del Barcelona-Tarragona (transport intermodal, de granel·ls i siderúrgics), La Corunya-Pontevedra (intermodal, granel·ls i altres productes), Barcelona-Barcelona (peces i components d'automoció, granel·ls i productes químics) o Astúries-Astúries (granel·ls i siderúrgics). Per la seva banda, en prendre en consideració l'indicador tona/quilòmetre la distància del trajecte, els trajectes més importants amb aquesta mètrica són més llargs. Barcelona-Saragossa i Madrid-València continuen sent els més importants, però uns altres trajectes de llarg recorregut com els que uneixen València amb Astúries o Biscaia, o les connexions de Madrid amb el País Basc o Cadis, prenen importància.

2.4. El transport de mercaderies perilloses per ferrocarril

Catalunya és un territori de connexió entre la península Ibèrica i la resta d'Europa, que afavoreix que el transport de mercaderies a través de les vies de comunicació catalanes

sigui elevat, ja que, a banda del transport destinat al consum intern de Catalunya, també hi circula el transport de mercaderies que té origen i destí fora del territori català.

Aquest fet, juntament amb la important activitat de la indústria química a Catalunya i una infraestructura viària i ferroviària desenvolupada, marca el flux elevat de mercaderies perilloses que transiten pel territori català. El transport de mercaderies perilloses porta associat un doble perill: d'una banda, cal considerar el perill de la mateixa mercaderia que es transporta (normalment per la seva naturalesa química), i, d'altra banda, el perill del medi de transport utilitzat —terrestre (carretera o ferrocarril), aeri o naval.

El transport de mercaderies perilloses per ferrocarril ve regulat, en el cas espanyol, pel Reial Decret 412/2001, de 20 d'abril de 2001,² que, al seu torn deroga dos textos anteriors dels anys 1989 i 1998.

El text defineix les mercaderies perilloses com «aquelles matèries i objectes el transport per ferrocarril de les quals està prohibit o autoritzat exclusivament sota les condicions establertes en el Reglament relatiu al transport internacional de mercaderies perilloses per ferrocarril annex al Conveni relatiu als transports internacionals per ferrocarril, firmat a Berna el 9 de maig de 1980» (article 2). Dit en unes altres paraules, es consideren mercaderies perilloses «totes aquelles substàncies que, en cas d'accident durant el seu transport, per carretera o ferrocarril, puguin comportar riscos per a la població, els béns i el medi ambient, i que, per aquesta raó, les seves condicions de transport estan regulades a la legislació vigent» (Direcció General de Protecció Civil, 2024).

Concretament, el decret en regula els següents aspectes:

- Les normes de circulació (capítol II).
- Les normes tècniques sobre unitats de transport, envasos i embalatges i grans recipients per a granel (capítol III).
- Normes d'actuació en cas d'avaria o accident (capítol IV).
- Operacions de càrrega i descàrrega (capítol V)
- Règim sancionador (capítol VI)

Respecte al primer punt, el Decret estableix que «els trens que transporten mercaderies perilloses hauran d'utilitzar necessàriament, quan existeixin, les línies que circumval·lin les poblacions, excepte quan hagin de realitzar operacions de càrrega i descàrrega en les dites poblacions». Igualment, s'hi estableix que les empreses ferroviàries no poden planificar ni programar parades en túnels de més de 100 metres, ni circulacions de trens que incloguin estacionament, en una estació d'un nucli habitat o quan aquesta estigui situada a menys de 500 metres de distància del nucli més proper de població agrupada.

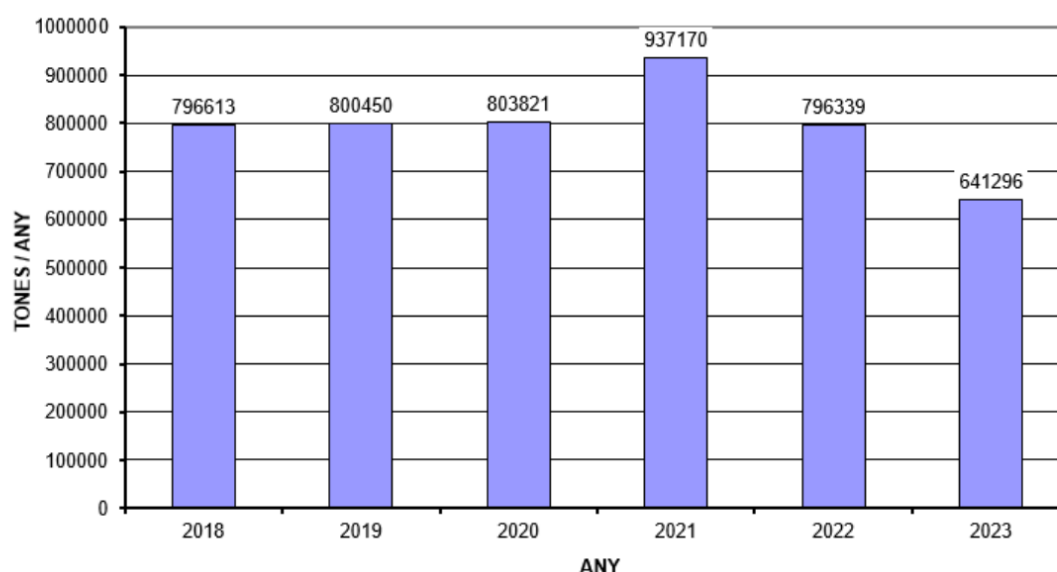
² «Real Decreto 412/2001, de 20 de abril, por el que se regulan diversos aspectos relacionados con el transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril», publicat al *Boletín Oficial del Estado* de 8 maig de 2001. <<https://www.boe.es/eli/es/rd/2001/04/20/412/con>> (consulta: 23 d'octubre de 2023).

Finalment, en cas que existeixin estacions d'origen, classificació o destinació, que es trobin en un nucli habitat o situades a menys de 500 metres d'aquell, en les que s'hagi de fer un estacionament, les empreses de transport ferroviari hauran de disposar de l'organització i mitjans necessaris per a, en cas d'accident, dur a terme les actuacions més urgents per a limitar-ne les conseqüències.

Actualment, les dades de transport de mercaderies perilloses per la xarxa ferroviària s'obtenen dels operadors ferroviaris per a aquest tipus de transport, els quals faciliten les dades anualment a la Direcció General de Protecció Civil de l'Estat, la qual al seu torn facilita les dades a la Direcció General de Protecció Civil de la Generalitat de Catalunya.

D'acord amb aquestes dades, es presenta el gràfic següent (figura 2) amb l'evolució anual dels fluxos de mercaderies perilloses per ferrocarril entre els anys 2018 i 2023, en el qual s'observa una lleugera tendència a l'alça durant els anys 2018, 2019 i 2020, que s'incrementa sensiblement al 2021 i una reducció sostinguda a partir de llavors.

Figura 2. Evolució del transport de mercaderies perilloses per ferrocarril a Catalunya, 2018-2023.



Font: Direcció General de Protecció Civil (2024).

2.5. El Corredor del Mediterrani i el transport de mercaderies

El foment de mitjans de transport més eficients i sostenibles, i en particular del transport per ferrocarril, ha estat un aspecte clau de la política de la Unió Europea des de principis de segle. Així, l'any 2007 la Comissió va adoptar una Comunicació en què es proposava un conjunt de mesures noves per a l'establiment d'una xarxa ferroviària europea amb atenció específica als corredors de mercaderies. Tres anys més tard, el Reglament (UE)

núm. 913/2010, sobre una xarxa ferroviària europea per a un transport de mercaderies competitiu, en la mateixa línia de la Comunicació de 2007, va fixar normes per a la selecció, organització, gestió i planificació indicativa de les inversions en relació amb nou corredors ferroviaris de mercaderies (CFM), definits com « totes les línies ferroviàries, incloses les línies de transbordament de ferrocarrils, designades en el territori dels estats membres o entre estats membres i, en el seu cas, en tercers països europeus, que enllacin dos o més terminals al llarg d'una ruta principal i, quan escaigui, rutes de desviament i els trams que les connecten, incloses les infraestructures ferroviàries i els seus equips i els serveis ferroviaris pertinents»³.

L'objectiu era millorar la cooperació entre les parts interessades en la gestió del trànsit, l'accés a la infraestructura i les inversions en infraestructures ferroviàries, millorar la continuïtat del trànsit en tots els estats membres i donar preferència al trànsit ferroviari de mercaderies. Igualment, a fi de facilitar les sol·licituds de capacitat d'infraestructura per a serveis internacionals de transport de mercaderies per ferrocarril, el reglament establí la creació d'una finestreta única per a cada corredor. Concretament, la creació d'aquesta finestreta ha de permetre als operadors sol·licitar un solc en forma de les denominades franges ferroviàries preestablertes (FFP) o reserves de capacitat per a trens de mercaderies que travessin almenys una frontera al llarg del corredor en un únic lloc i en una sola operació. Això significa que un operador de transport ferroviari de mercaderies que desitgi organitzar un recorregut d'un tren de mercaderies al llarg del corredor ja no necessita posar-se en contacte amb tots els administradors d'infraestructures en cada estat membre, sinó que pot presentar la seva sol·licitud de solc a la finestreta única. Les franges ferroviàries preestablertes no poden ser cancel·lades en els dos últims mesos previs a la data prevista de sortida del tren (Tribunal de Comptes Europeu, 2016).

Concretament, els nou corredors establerts inicialment eren els següents:

- CFM1 Rin-Alpí: Països Baixos, Bèlgica, Alemanya i Itàlia.
- CFM2 Mar del Nord-Mediterrani: Països Baixos, Bèlgica, Luxemburg i França.
- CFM3 Escandinàvia-Mediterrani (ScanMed): Suècia, Dinamarca, Alemanya, Àustria i Itàlia.
- CFM4 Atlàntic: Portugal, Espanya i França.
- CFM5 Bàltic-Adriàtic: Polònia, República Txeca, Eslovàquia, Àustria, Itàlia i Eslovènia.
- CFM6 Mediterrani: (Espanya, França, Itàlia, Eslovènia i Hongria).
- CFM7 Orient: República Txeca, Àustria, Eslovàquia, Hongria, Romania, Bulgària i Grècia.
- CFM8 Mar del Nord-Bàltic: Alemanya, Països Baixos, Bèlgica, Polònia i Lituània.

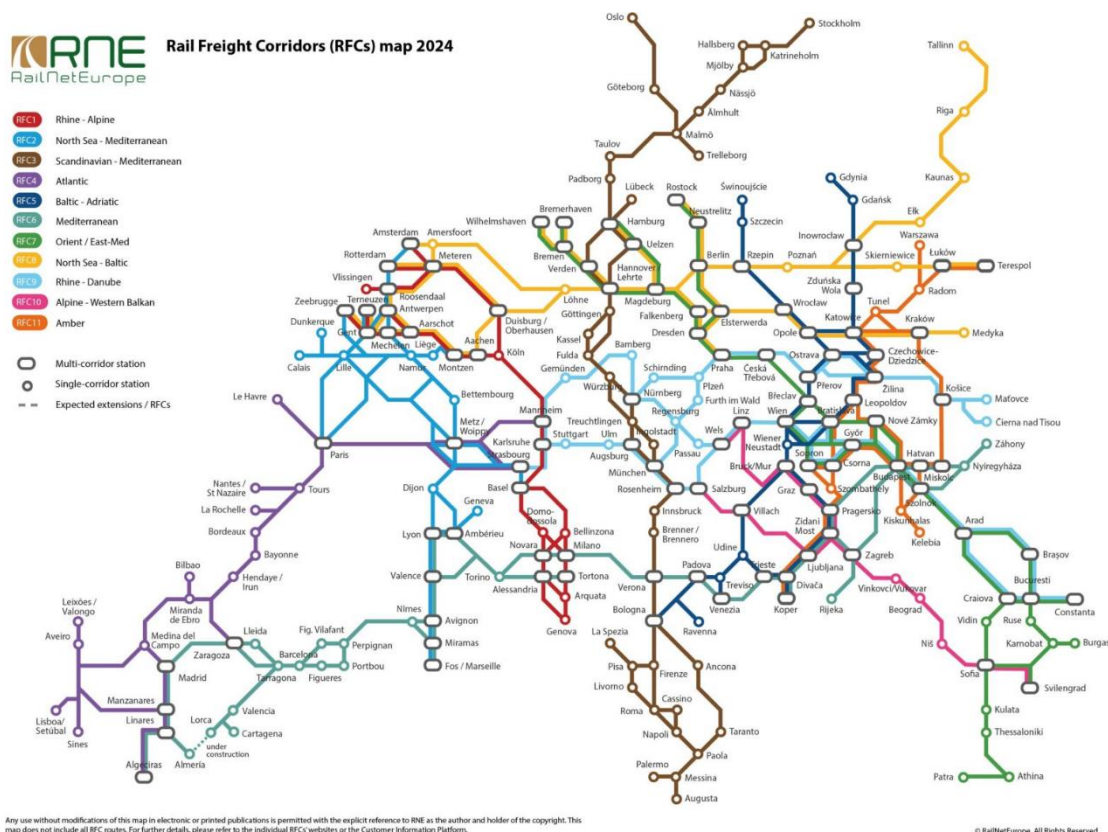
³ «Corredores ferroviarios europeos de mercancías» <<https://corredores.eu/corredores-ferroviarios-europeos-de-mercancias-2>> (consulta: 23 d'octubre de 2024).

- CFM9 Rin - Danubi: República Txeca i Eslovàquia.

Posteriorment se n'afegiren dos més:

- CFM10 Alpí – Balcans Oest: Àustria, Eslovènia, Croàcia, Sèrbia i Bulgària.
- CFM 11 Amber: Polònia, Eslovàquia, Hongria i Eslovènia.

Figura 3. Corredors europeus de transports de mercaderies.



Font: RailNet Europe. <<https://rne.eu>>

Centrant-nos en el Corredor Mediterrani (Figura 3), es tracta d'un corredor multimodal que travessa 6 països (Espanya-França- Itàlia-Eslovènia-Croàcia i Hongria) amb una longitud de 3.500 quilòmetres i que ha de proporcionar enllaç multimodal dels ports i terminals de l'Oest Mediterrani amb el centre de l'Europa. A més, connectarà amb set corredors més, configurant un nexa d'unió amb la totalitat dels mercats europeus, fet que ha de permetre projectar la producció i el comerç del litoral mediterrani espanyol de manera ràpida i eficaç.

Entre els elements que defineixen la infraestructura cal destacar els següents:

- Implementació de l'ample de via europeu i la coexistència d'amples allà on sigui precís.

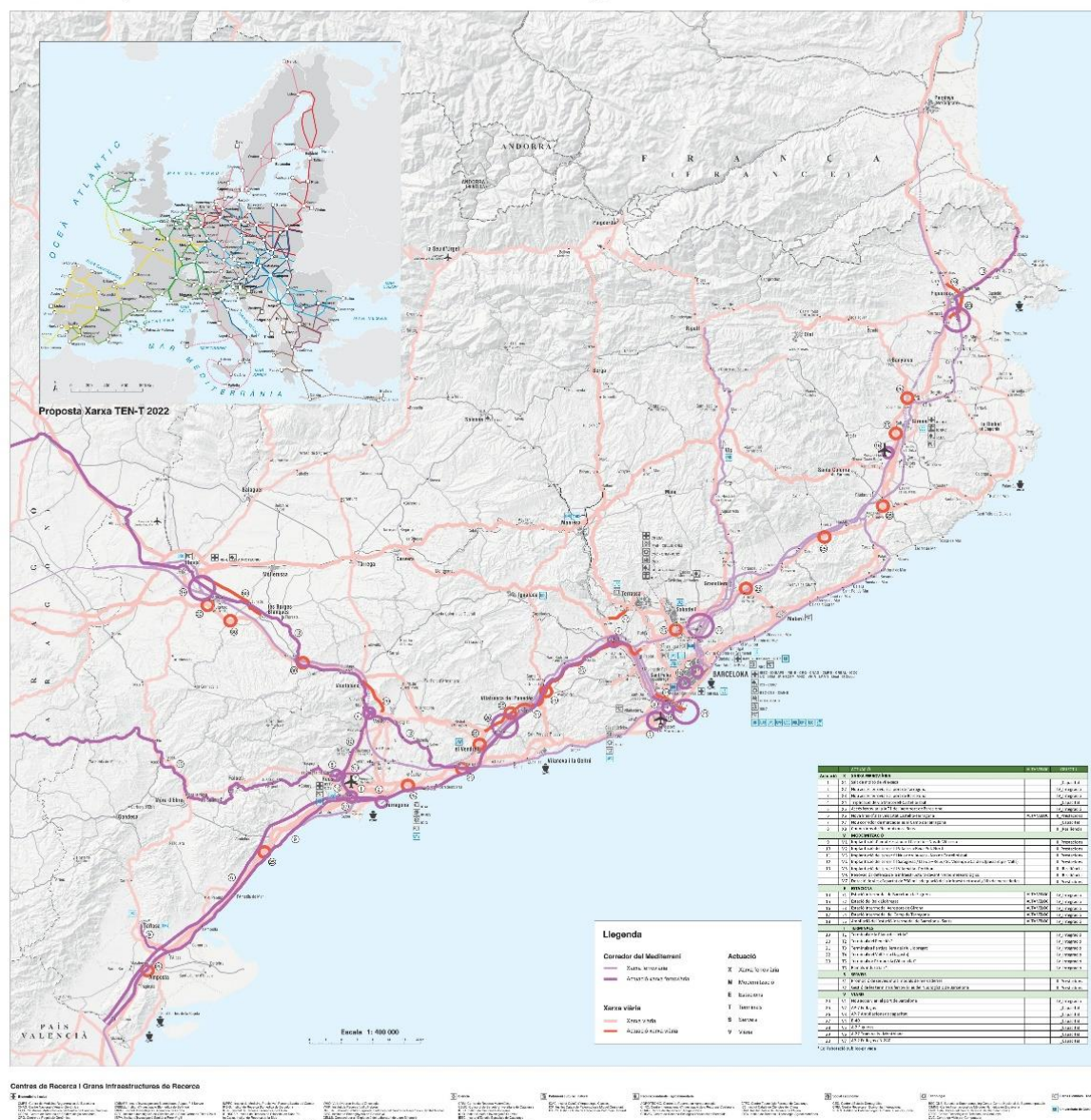
- Millora de les connexions ferroviàries amb els ports i terminals.
- Possibilitat de circulació de trens de fins a 740 metres de longitud.
- Instal·lació del Sistema de Comunicació ERTMS
- Possibilitat de càrregues de fins a 22,5 tones per eix.

Figura 4. Traçat del Corredor del mediterrani litoral a la Península Ibèrica.



Font: Ministerio de Fomento. Gobierno de España.

Figura 5. Traçat del Corredor del mediterrani litoral a Catalunya.



Font: Taula Estratègica del Corredor Mediterrani.

Amb l'objectiu d'estar en ple funcionament l'any 2030 (després d'acumular anys de retard en l'execució de les obres), el Corredor Mediterrani inclou línies diferents, tant pel tipus (alta velocitat, línia convencional, línia de mercaderies), com per la situació (en servei, en construcció, en projecte, en planificació...). Així, mentre part del traçat s'ha executat com a obra de nova construcció, en unes altres seccions s'ha aprofitat el traçat existent, adequant tant l'ample de via (amb la instal·lació de l'anomenat «tercer fil») com la resta d'elements de superestructura (electrificació, senyalització, seguretat, comunicació, informació...) que han de convertir-lo en una infraestructura d'elevades prestacions pel que fa a la velocitat, freqüència i seguretat en la circulació.

2.6. Via d'ample mixt: *El tercer fil*

Com és ben sabut, l'any 1844 l'anomenat Informe *Subercase* determinà que l'ample de via amb què s'havia de construir la xarxa ferroviària espanyola seria més gran que el que s'estava usant a la majoria de la xarxa europea en aquell moment en construcció. Així, s'adoptà l'amplada de sis peus espanyols (1.672 mil·límetres), avui dia reduït a 1.668, enfront dels habituals 1.435 mil·límetres bàsicament seguint motius tècnics (i no militars o estratègics com s'acostuma a atribuir habitualment): la complicada orografia de la Península ibèrica obligaria a disposar de locomotores més potents i, en l'època de la tracció a vapor, això passava per utilitzar calderes més grosses, només possibles si l'amplada entre vies també augmentava (Macias, 2011).

Amb el pas del temps, a mesura que la xarxa ferroviària espanyola anà creixent i arribant a la frontera amb França, la diferent amplada de la via derivà en un greu problema d'aïllament ferroviari, que no permetia la continuïtat de la circulació dels trens entre ambdós països i, per extensió, amb la resta d'Europa. Es produïa, així, un trencament de càrrega: pel que fa a les mercaderies, la solució fou el transbordament des dels vagons espanyols als francesos (i, més tard, el canvi d'eixos dels propis vagons per poder circular per la xarxa europea), operació que també era necessària en el cas dels viatgers fins a la invenció, a mitjan dels anys cinquanta, dels eixos de rodatge desplaçable, que permetia que certs trens de passatgers (de la firma Talgo) poguessin adaptar el seu ample de via en unes instal·lacions específiques (els anomenats «canviadors d'ample») sense necessitat de transbordament a la frontera.

No obstant aquesta solució no s'ha aplicat mai de manera sistemàtica al transport de mercaderies, no pas per motius tècnics, sinó per qüestions relacionades amb els costos de construcció i d'explotació: d'una banda, l'elevat preu dels equips dels vagons; de l'altra, perquè l'augment del pes dels vagons equipats amb el sistema de canvi d'ample reduiria la seva capacitat de càrrega, reduint-ne la productivitat i, en conseqüència, l'augment del cost global de transport de la mercaderia (Rentero, 2014).

Lluny de solucionar-se, any més tard, el problema de coexistència de dos amplex de via es reproduí, també, a l'interior de la xarxa ferroviària peninsular espanyola: la decisió presa que les noves línies d'alta velocitat (la primera de les quals, entre Madrid i Sevilla, inaugurada l'any 1992) es construïssin amb ample de via europeu ha generat, amb el pas del temps, la duplicitat d'amples de via dins la xarxa ferroviària d'interès general (RFIG en les seves sigles en espanyol): actualment, Adif gestiona un total de 15.301,8 quilòmetres, 11.333,3 dels quals són d'ample espanyol (el 74,1 %), 2.571,5 d'ample internacional (16,8 %), 190,1 d'ample mixt (1,2 %) i 1.206,9 d'ample mètric (7,9 %, heretat de l'antiga Feve).

Els plans de conversió de l'ample de via espanyol a l'anomenat internacional s'han succeït des de bona part del segle XX, fins i tot ja en temps de les antigues companyies,

abans de la creació de Renfe l'any 1941. No obstant això, poc o res s'ha fet en relació amb aquest fet, essent comptats els casos en què la infraestructura ferroviària ha canviat d'ample.

En canvi, els darrers anys el Govern espanyol ha optat per una solució intermèdia entre mantenir l'ample de via espanyol o transformar-lo a l'europeu: la instal·lació d'un tercer carril («tercer fil» o «via d'ample mixt»), aprofitant l'espai existent entre els dos d'ample espanyol, per permetre la circulació de trens d'ample europeu, sota el principi de «una via, tres carrils, dos amplex». Aquest sistema, que ofereix una sèrie d'avantatges indubtables (entre els que destaca el fet de poder disposar de dos amplex de via en un mateix traçat sense necessitat de construir una infraestructura nova paral·lela a l'existent), presenta, però, una sèrie de dificultats tècniques, com són la necessitat d'adoptar un tipus nou de travesses, un model especial de desviaments i, finalment, l'ús de canviadors de fil, per tal que el carril addicional vagi canviant de costat, fets que, finalment, fan limitar la velocitat de circulació en vies d'aquest tipus.

Els primers assajos de la via de dos amplex es dugueren a terme a finals de 2001 en un tram experimental construït entre Olmedo i Medina del Campo, aprofitant l'antic traçat de la línia entre aquesta última localitat i Segòvia, clausurada l'any 1993 i que actualment està integrada dins la nova línia d'alta velocitat a Galícia. Per la seva banda, la primera aplicació comercial fou al tram entre Tardienta i Ossa, tot i que la instal·lació més notable, a causa de la seva longitud i el tràfic que suporta, és entre l'estació de Barcelona-Morrot i Figueres Vilafant.

Pel que fa al Corredor del Mediterrani, per complir l'objectiu de tenir-lo acabat l'any 2030, després de dècades de retard, el Ministeri de Foment del Govern espanyol decidí l'any 2012 prolongar el traçat d'ample estàndard europeu des de Barcelona, Castelló, València, Alacant, Múrcia i Cartagena. La solució per assolir aquesta fita era mixta: tenint en compte l'estat de diverses obres executades o en procés d'execució, es plantejava l'aprofitament d'infraestructures existents en ample UIC, mentre que en uns altres trams es modificaria la superestructura realitzada mitjançant la instal·lació de l'anomenat «tercer fil». Concretament, el pla d'actuació consisteix, principalment, en la instal·lació del tercer fil des del nus del Papiol/Castellbisbal, on enllaçaria amb la línia que ve del Morrot i es dirigeix a la frontera francesa, fins al nus de Vila-seca passant per Vilafranca del Penedès, Sant Vicenç de Calders i Tarragona. Inclou els accessos al port de Tarragona i a algunes empreses importants, com ara la planta Seat de Martorell; la construcció d'un tram de doble via d'ample UIC entre l'estació del Camp de Tarragona i el nus de Vila-seca i l'adaptació de la resta de Corredor fins a Cartagena.

2.7. El context tarragoní. Les alternatives ferroviàries

Com s'acaba de comentar una de les aplicacions més destacables (tant pel que fa a la seva longitud com al volum de trànsit) del tercer fil és la seva implantació, en principi amb caràcter temporal, a part del Corredor Mediterrani, aprofitant el traçat de la línia ferroviària clàssica construïda ja a la segona meitat del segle XIX.

L'aposta per aquesta solució —insistim, un cop més, amb caràcter provisional fins a la construcció d'un traçat nou alternatiu— és especialment sensible al voltant de la ciutat de Tarragona, on coincideix un dens servei de trens de viatgers (rodalies, regionals i alguns de llarga distància, si bé la majoria d'aquests últims empren total o parcialment la línia d'alta velocitat) amb un intensiu servei de mercaderies, tant en trànsit com generat en la pròpia àrea del Camp de Tarragona. No en va, la regió acull tres importants pols generadors i emissors de mercaderies, algunes de caràcter perillós, que es troben íntimament relacionats entre sí:

- En primer lloc, el polígon petroquímic de Tarragona, la construcció del qual s'inicià fa més de seixanta anys i que actualment és un dels més grans d'Europa, i que genera uns 45.000 llocs de treball directes i indirectes.
- En segon lloc, el port de Tarragona i, especialment, la Zona d'Activitats Logístiques (ZAL), que es troba en l'aprovació del projecte urbanístic i que estarà situada dins del recinte portuari. La zona comptarà amb més de 900.000 metres quadrats destinats a activitats logístiques. La seva ubicació propera al Port de Tarragona i les connexions ferroviàries des de la terminal de la Boella, la converteixen en un punt clau per al desenvolupament del Corredor Mediterrani.
- Finalment, en tercer lloc, Tarragona disposa de diversos Polígons d'Activitat Econòmica (PAE), com ara Riu Clar, Francolí i Entrevies, que estan ben comunicats amb les principals vies de comunicació, incloent-hi connexions ferroviàries. Aquests polígons són motors de creixement econòmic i ofereixen espai per a noves empreses.

La convivència entre aquesta intensa activitat industrial, la funció residencial tradicional i la creixent presència d'activitat turística a la zona amb infraestructures —viàries i ferroviàries— d'alta capacitat i de lògica supralocal ha generat, amb el pas del temps, diverses problemàtiques, relacionades amb la generació de soroll, vibracions i riscos potencials, fins al punt que s'ha creat una plataforma ciutadana que reclama la segregació del trànsit ferroviari, mantenint el de viatgers per l'actual traçat de la costa i desviant el de mercaderies per nous traçats a construir per l'interior, aprofitant parcialment infraestructures existents i construint-ne de noves.

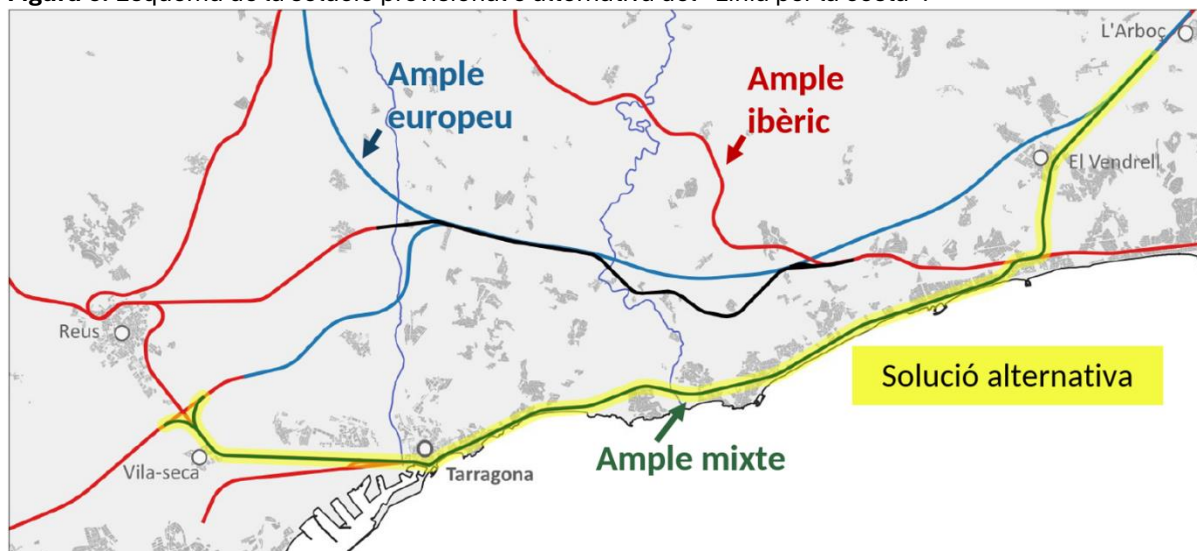
A continuació es detalla el traçat de les cinc alternatives analitzades en aquest estudi. La primera alternativa fa referència a la solució provisional aprofitant el traçat actual per la línia de la costa amb l'implementació del tercer fil. També s'inclouen les tres

alternatives principals de traçat proposades pel Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. Finalment s'inclou la proposta alternativa plantejada per la plataforma Mercaderies de l'Interior (PMI). Al Mapa 0.2 dels annexos es pot veure de la comparativa conjunta entre els cinc traçats. Cal remarcar que l'anàlisi s'ha realitzat per un total de 10 traçats alternatius, ja que en el decurs del treball durant el 2024, han sorgit 7 alternatives diferents del Ministeri i dues propostes alternatives de la PMI. Finalment, per simplificar la presentació de resultats, s'ha optat per representar els resultats per les tres alternatives principals plantejades pel Ministeri i la darrera alternativa que planteja la PMI. Els resultats detallats per cadascuna les alternatives prèvies aquí no incloses es poden consultar a petició als autors del treball.

2.7.1. Alternativa provisional per la línia de la costa

Com s'ha comentat, el *Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible* ha proposat com a solució provisional la implementació del tercer fil a la línia ferroviària de la costa actual, per permetre la circulació tant de trens d'ample europeu com d'ample ibèric, sense necessitat de construir noves infraestructures. No obstant això, aquesta proposta ha generat preocupació entre els municipis costaners, ja que es preveu un increment significatiu del trànsit de trens de mercaderies, amb l'augment associat de soroll, vibracions i riscos per a la seguretat en zones densament poblades. A més, s'ha qüestionat la capacitat de la línia actual per absorbir aquest increment de trànsit sense afectar negativament els serveis de passatgers.

Figura 6. Esquema de la solució provisional o alternativa del “Línia per la costa”.



2.7.2. Alternatives del *Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible*

El *Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana* (Mitma) va presentar diverses propostes per millorar la xarxa ferroviària al Camp de Tarragona, amb l'objectiu principal de desviar el trànsit de mercaderies de la línia costanera actual. Una de les alternatives més destacades és la recuperació de l'antic traçat de la línia Reus-Roda, que permetria allunyar els trens de mercaderies dels nuclis urbans i de la costa, minimitzant així l'impacte sobre les poblacions locals.

A més, el 18 de novembre de 2021 el Ministeri ha adjudicat un estudi de viabilitat per a la remodelació de la xarxa arterial ferroviària de Tarragona, amb un pressupost de 503.860,95 euros. Aquest estudi té com a objectiu desenvolupar treballs amb el grau de detall necessari per a la presa de decisions sobre les alternatives de desenvolupament del transport ferroviari a la zona. En el moment de redacció d'aquest estudi, la informació d'aquest estudi no era d'accés públic. No obstant això, sí que s'ha publicat l'anunci de formalització del contracte al BOE (núm. 6, de 7 de gener de 2022) i es pot consultar la documentació bàsica del procés de licitació, corresponent a l'expedient 2021F4330220, incloent-hi el plec de prescripcions tècniques.

En paral·lel, s'han reactivat grups de treball amb les administracions locals i agents econòmics i socials per estudiar les alternatives de reconfiguració de la xarxa ferroviària de Tarragona. Aquests grups busquen obtenir el consens del territori per definir una solució òptima que satisfaci els interessos de tots els municipis del Camp de Tarragona.

Aquestes iniciatives reflecteixen la voluntat del Ministeri de trobar solucions que millorin la competitivitat del transport ferroviari de mercaderies, alhora que es minimitzen els impactes sobre les poblacions locals i es promou la sostenibilitat ambiental.

Figura 7. Esquema de l'alternativa Ministeri.1 proposada pel *Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible*.

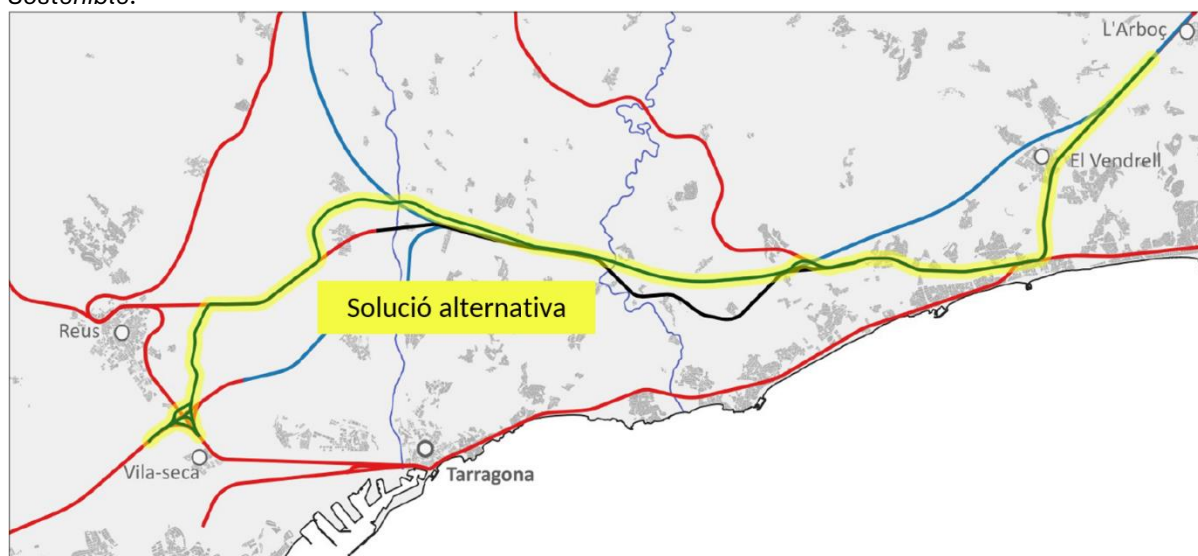


Figura 8. Esquema de l'alternativa Ministeri.2 proposada pel *Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible*.

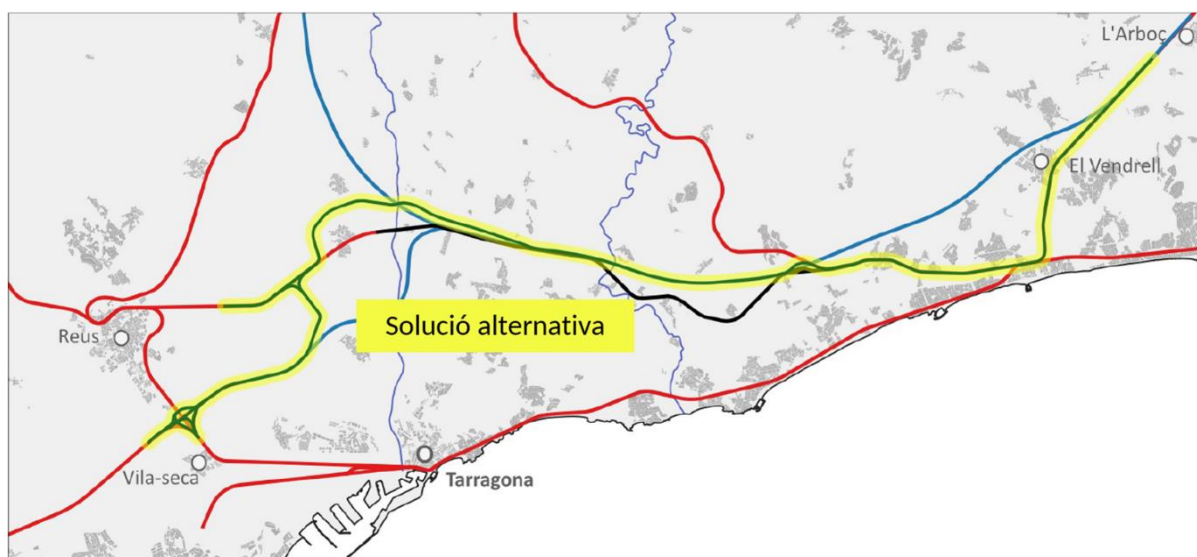
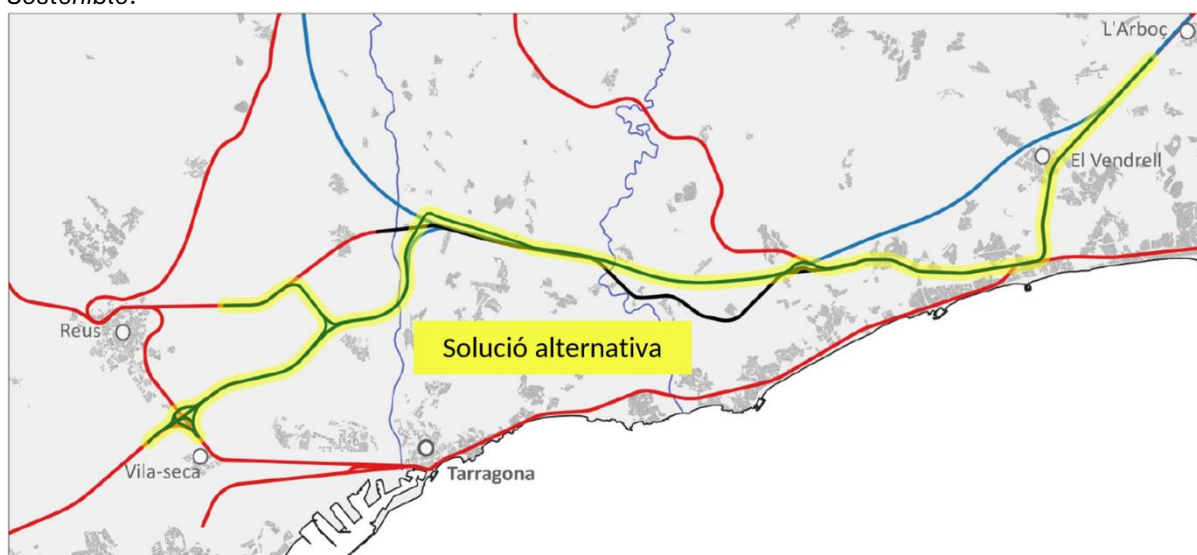


Figura 9. Esquema de l'alternativa Ministeri.3 proposada pel *Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible*.

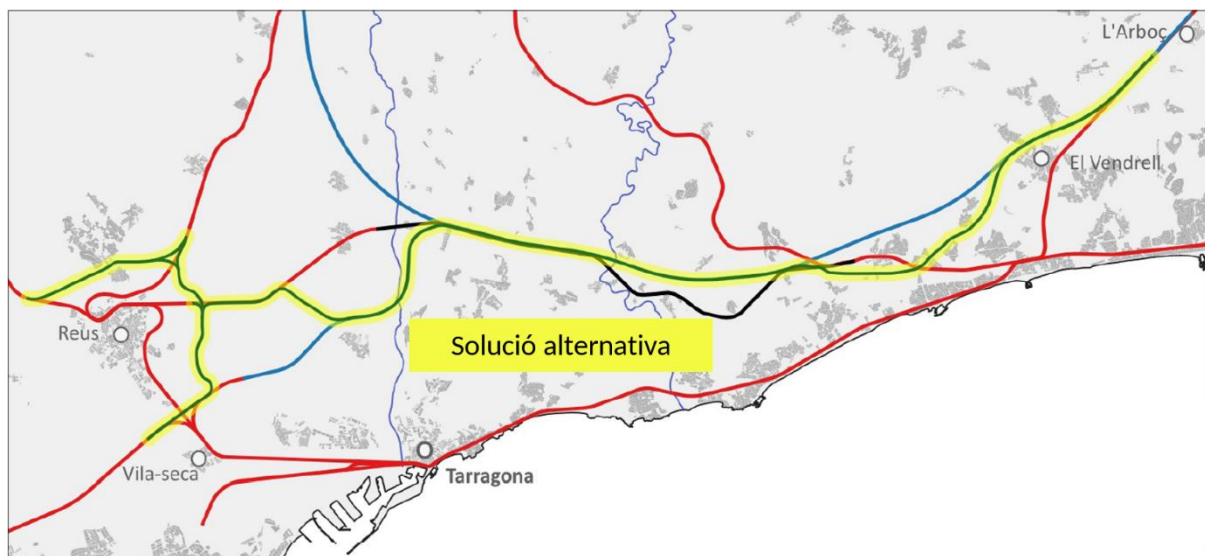


2.7.3. Alternativa de la Plataforma Mercaderies per l'Interior

La Plataforma Mercaderies per l'Interior (PMI) proposa una alternativa al traçat ferroviari actual per al transport de mercaderies al Camp de Tarragona. Aquesta alternativa coincideix amb les proposades pel Ministeri en molts trams, encara que hi ha algunes diferències significatives que impliquen, presumiblement, una major inversió en via nova. Principalment, les diferències es troben en els seus enllaços al nord i sud de Reus i en la terminació cap a Vendrell i Roda de Berà on la via connectaria al les línies existents. Aquestes variacions impliquen vies noves i la possibilitat de desviar mercaderies cap a l'interior de la regió.

La plataforma argumenta que aquesta solució permetria separar el trànsit de passatgers del de mercaderies, augmentant l'eficiència del transport ferroviari i reduint els riscos associats al pas de trens de mercaderies per zones densament poblades. Aquesta proposta compta amb el suport de diverses entitats i institucions locals, que veuen en aquesta alternativa una oportunitat per millorar la mobilitat i la seguretat al territori. En la seva major part, aquesta alternativa comparteix bona part del traçat amb diverses propostes del Ministeri, però amb alguns trams addicionals que consideren que dotarien a la xarxa de major flexibilitat.

Figura 10. Esquema de la alternativa proposada per la Plataforma de Mercaderies per l'Interior.



3. METODOLOGIA

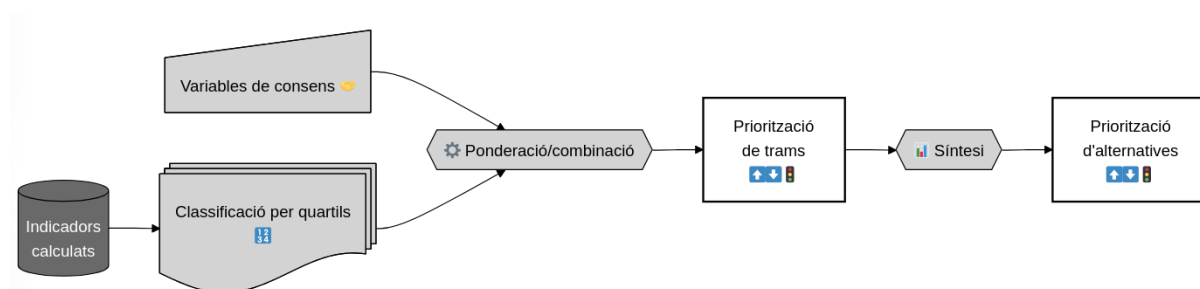
Aquest estudi presenta una metodologia que ha de ser reproduïble, sistemàtica i extensible, permetent així la seva aplicació en futurs estudis i la seva aplicació a possibles noves alternatives.

Per garantir la fiabilitat i validesa de les anàlisis realitzades, s'han utilitzat **dades i informació procedents de fonts oficials**. Això assegura que les conclusions extretes es basen en informació precisa i verificable, reduint al mínim els errors i incerteses associades a fonts menys fiables o que no estan generalment disponibles.

El Sistema d'Informació Geogràfica (SIG) ha estat una eina clau en aquest treball. S'ha posat especial atenció en assegurar la seva precisió per obtenir **resultats acurats en l'anàlisi espacial**. Aquesta precisió és fonamental per identificar correctament les àrees afectades, les possibles rutes alternatives i els impactes associats a cada opció, sense perdre detall per treballar amb escales reduïdes.

Per evitar que les decisions arbitràries influeixin significativament en els resultats, s'ha treballat per limitar el pes de les decisions subjectives sobre els valors de les variables i la seva posterior prioritització. A més, s'ha integrat **coneixement expert** en la parametrització del model i les anàlisis. La consulta a professionals amb experiència en transport, medi ambient i planificació territorial ha permès ajustar el model a les necessitats reals, assegurant que les solucions proposades siguin viables i estiguin alineades amb les millors pràctiques del sector.

Figura 11. Esquema metodològic simplificat.



3.1. Fonts de dades i recopilació d'informació

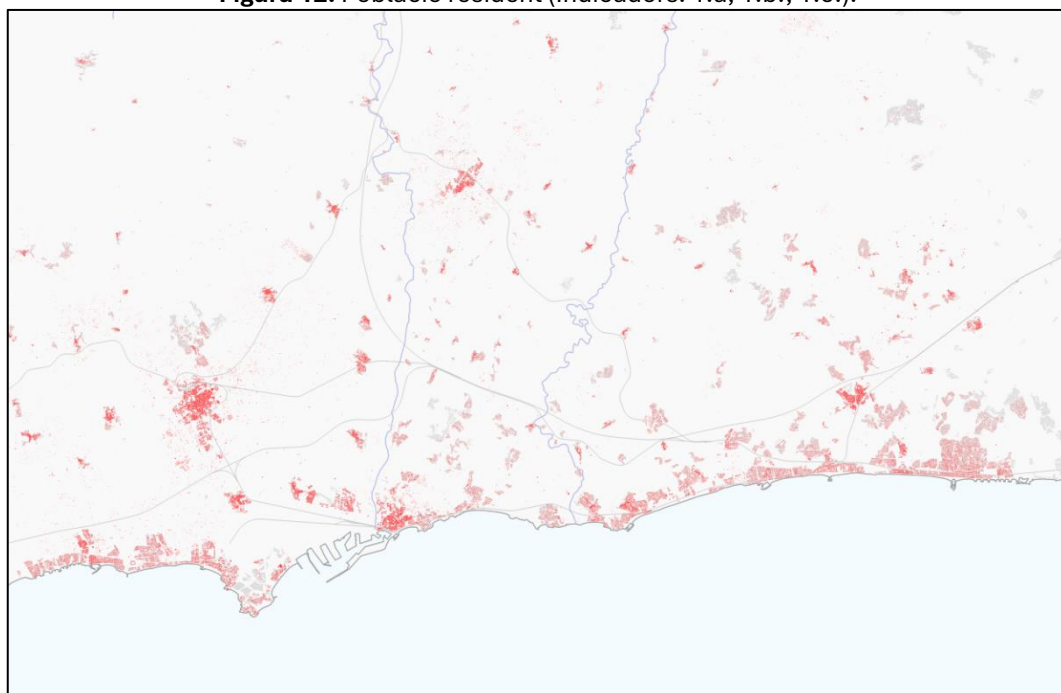
En les següents subseccions es presenten i descriuen breument les bases de dades finalment utilitzades en aquest estudi. Tot i que alguns d'aquests conjunts de dades ja s'havien planificat des de l'inici, altres han estat seleccionats i organitzats en capes específiques segons els criteris identificats durant el procés de recerca.

3.1.1. Distribució de la població

La identificació de la població potencialment afectada és essencial per avaluar les possibles conseqüències de cada traçat ferroviari sobre les comunitats locals, especialment pel que fa a la seguretat, el soroll i la qualitat de l'aire. Aquesta anàlisi és fonamental en zones amb població vulnerable, com gent gran, infants o persones amb necessitats especials, on els impactes poden ser més intensos i requereixen atenció específica per a minimitzar riscos i garantir el benestar.

Per a dur a terme aquest estudi, utilitzem dades detallades del Registre estadístic de població (REP) de Catalunya, amb data de referència a l'1 de gener de 2022. Aquestes dades són proporcionades per l'Idescat en una malla georeferenciada de diverses resolucions (62,5 m, 125 m i 250 m) compatible amb el *grid* estàndard europeu, que permet analitzar la distribució demogràfica amb precisió en relació amb els traçats proposats. La informació inclou variables com el sexe, l'edat, la nacionalitat i el lloc de naixement, essencials per identificar zones de major vulnerabilitat (IDESCAT, 2022). Això es complementa amb dades cadastrals vectorials per a representar els habitatges urbans i rústics, aportant una visió precisa del parc residencial en les àrees estudiades. A la Figura 12 es presenta una il·lustració que mostra l'abast d'aquesta font de dades per a la zona d'estudi.

Figura 12. Població resident (Indicadors: 1.a; 1.b.; 1.c.).



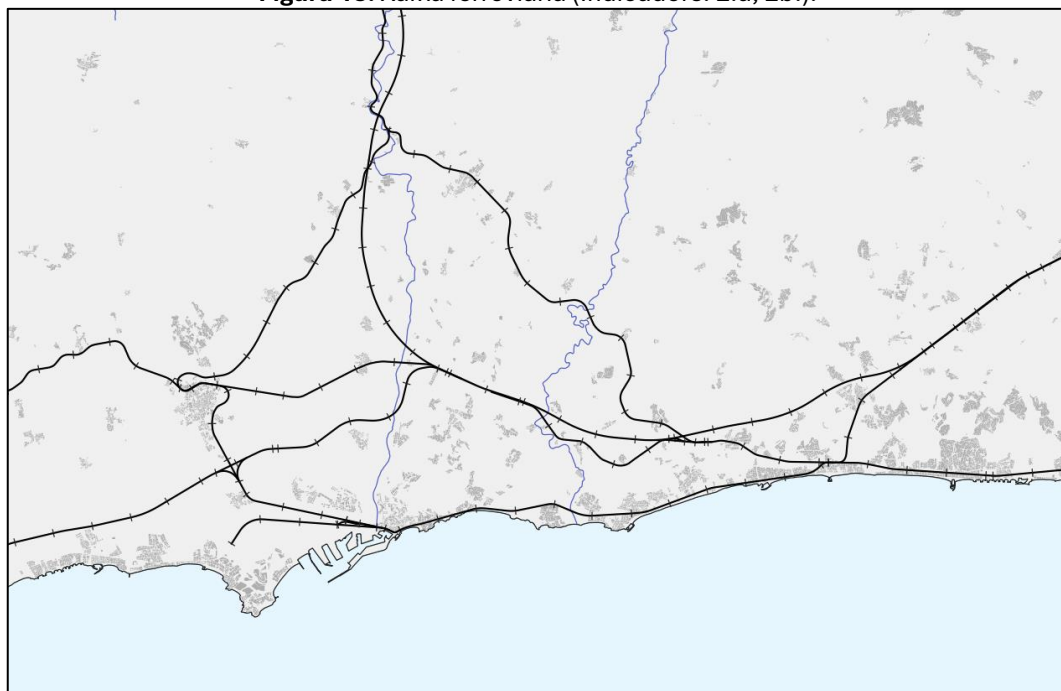
Fonts: Població de Catalunya georeferenciada a 1 de gener de 2022. Idescat (2022); Dirección General del Catastro (2024).

3.1.2. Infraestructures viaries i ferroviàries existents

Per a la categoria d'*infraestructures*, és fonamental analitzar la xarxa ferroviària i viària en l'àrea d'influència dels traçats proposats, ja que aquestes variables determinen la capacitat d'integració de les noves línies amb la infraestructura existent i permeten identificar potencials conflictes o interaccions amb altres usos del territori. L'avaluació detallada de les infraestructures és clau per assegurar una connectivitat eficaç i minimitzar els impactes territorials en el sistema de transport regional.

Per fer aquesta anàlisi, s'han utilitzat dades del Graf d'Infraestructures Terrestres, proporcionades pel Departament de Territori, Habitatge i Transició Ecològica de Catalunya. Aquesta font de dades ofereix una representació precisa i actualitzada de la xarxa d'infraestructures de Catalunya, amb funcionalitats de navegació i referència lineal (punts quilomètrics) per a l'anàlisi espacial de qualsevol segment del projecte. A les Figures 13 i 14 es poden observar unes representacions d'aquestes dades, que il·lustren l'abast de la xarxa viària i ferroviària en l'àmbit d'estudi i la seva rellevància per a la integració del projecte en el context territorial existent.

Figura 13. Xarxa ferroviària (Indicadors: 2.a; 2b.).



Font: Graf d'infraestructures terrestres. Departament de Territori, Habitatge i Transició Ecològica (2024).

Figura 14. Xarxa viària (Indicadors: 2.c; 2d.).



Font: Graf d'infraestructures terrestres. Departament de Territori, Habitatge i Transició Ecològica (2024).

3.1.3. Classificació del sòl

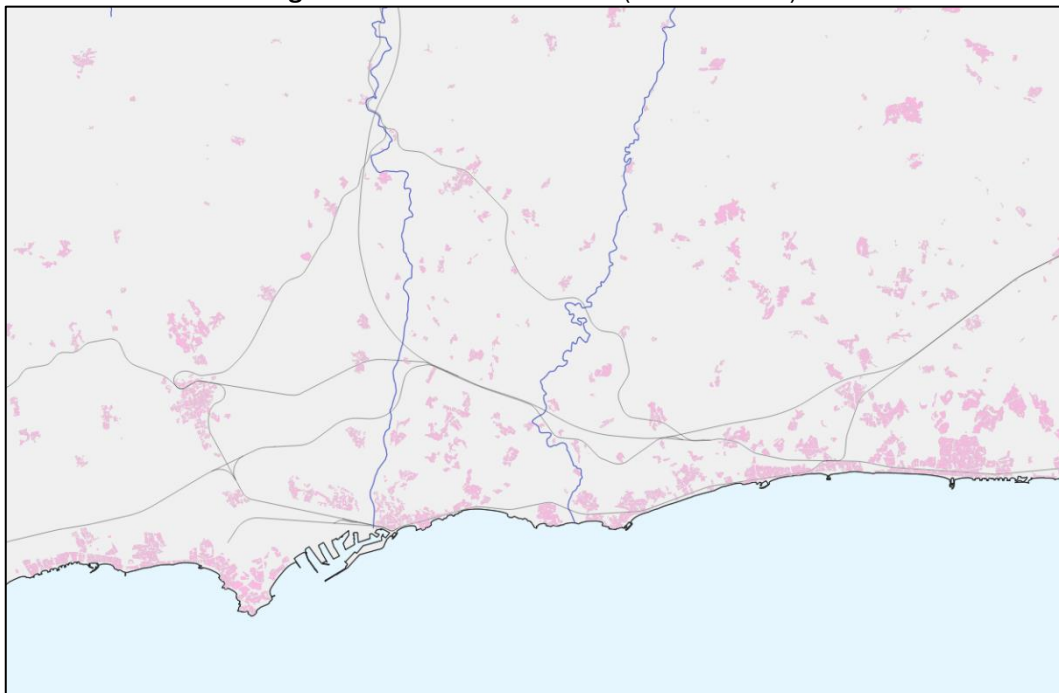
En la categoria de classificació del sòl, resulta fonamental comptar amb informació detallada sobre els diferents tipus de sòl que podrien veure's afectats per cada traçat. Aquesta informació permet distingir entre àrees urbanes, zones d'activitat econòmica, espais protegits i altres classificacions territorials que influencien la viabilitat i l'impacte ambiental de les alternatives de traçat. Així, aquesta classificació proporciona una base sòlida per avaluar els efectes potencials sobre sòls urbanitzables i no urbanitzables, amb especial atenció als espais subjectes a protecció legal.

Les dades emprades provenen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), creat pel Departament de Territori, Habitatge i Transició Ecològica, el qual ofereix una visió consolidada de l'ordenació urbanística catalana⁴. Aquest recurs integra informació urbanística de tot Catalunya, resolent discrepàncies entre els diferents plans locals per oferir una cartografia unificada. La Figura 15 il·lustra la distribució i abast d'aquestes dades dins de l'àrea d'estudi, destacant-ne la importància per a l'anàlisi territorial de les alternatives de traçat.

4

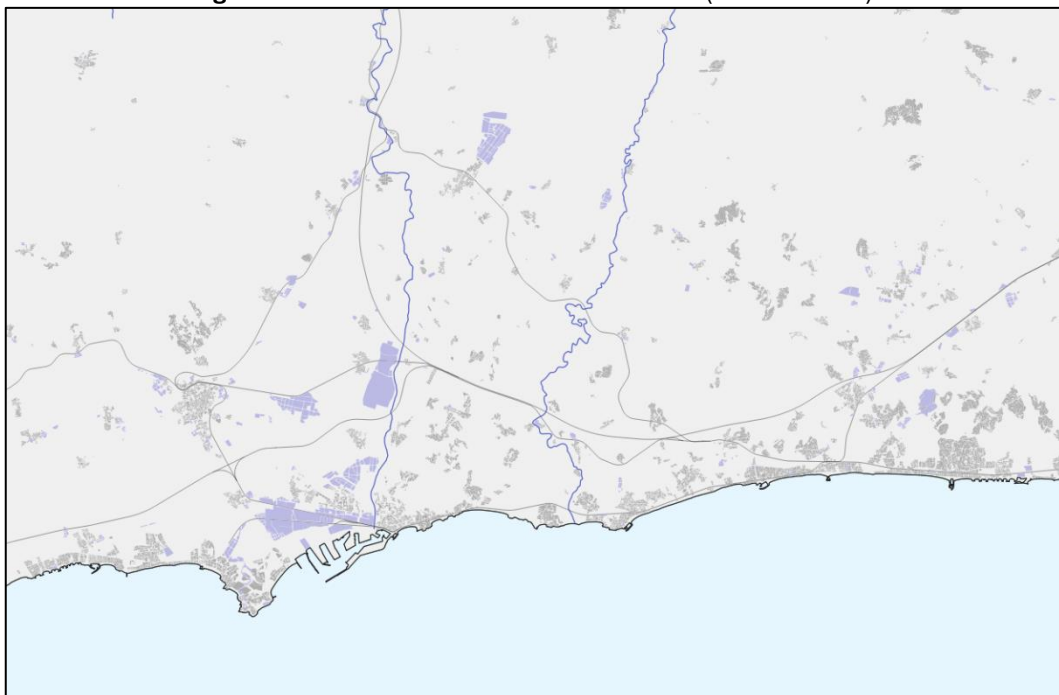
https://territori.gencat.cat/ca/06_territori_i_urbanisme/observatori_territori/mapa_urbanistic_de_catalunya/serveis_web_i_dades_obertes/descarrega-de-dades/format-shapefile-shp/

Figura 15. Sòl urbà residencial (Indicador 3.a.).



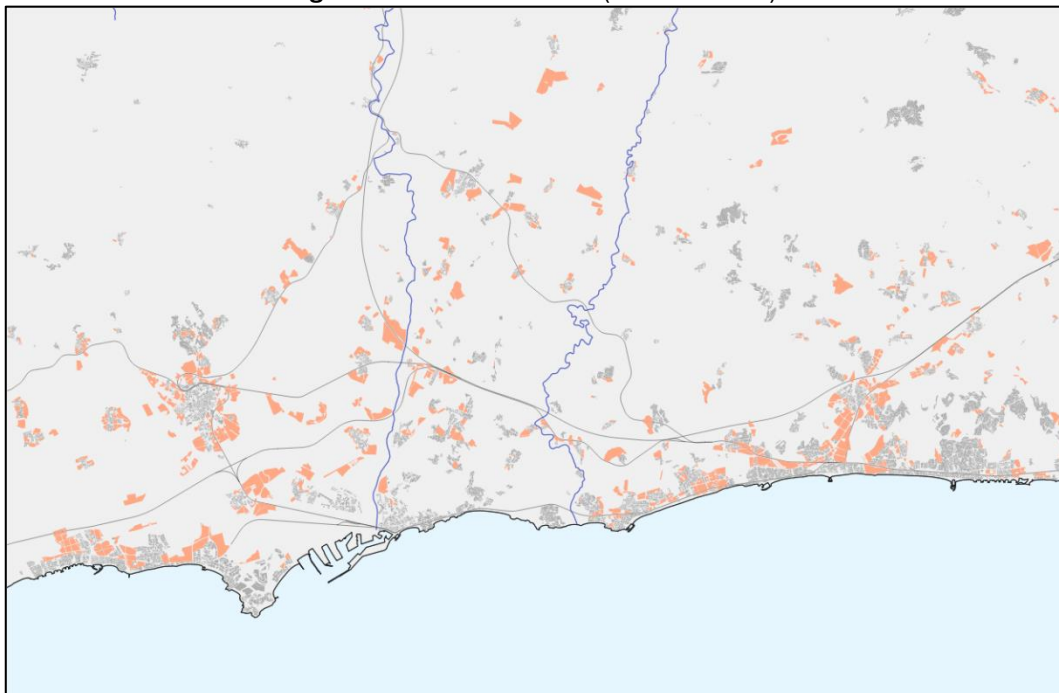
Font: Mapa Urbanístic de Catalunya (2024).

Figura 16. Sòl urbà amb activitat econòmica (Indicador 3.b.).



Font: Mapa Urbanístic de Catalunya (2024).

Figura 17. Sòl urbanitzable (Indicador 3.c.).



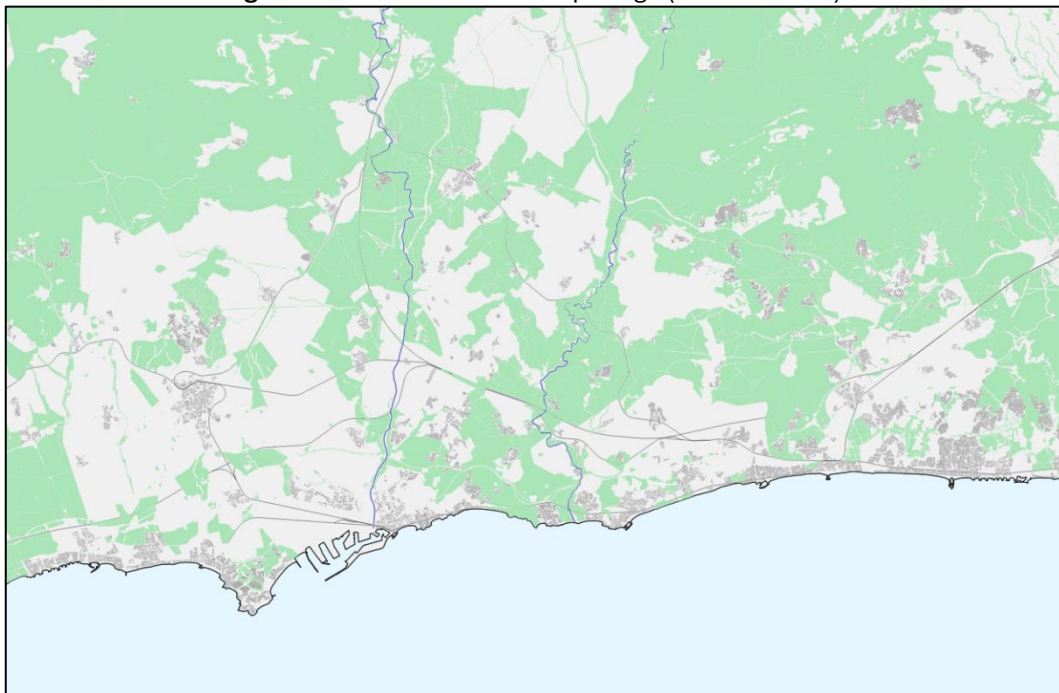
Font: Mapa Urbanístic de Catalunya (2024).

Figura 18. Sòl no urbanitzable ordinari (Indicador 3.d.).



Font: Mapa Urbanístic de Catalunya (2024).

Figura 19. Sòl no urbanitzable protegit (Indicador 3.e.).



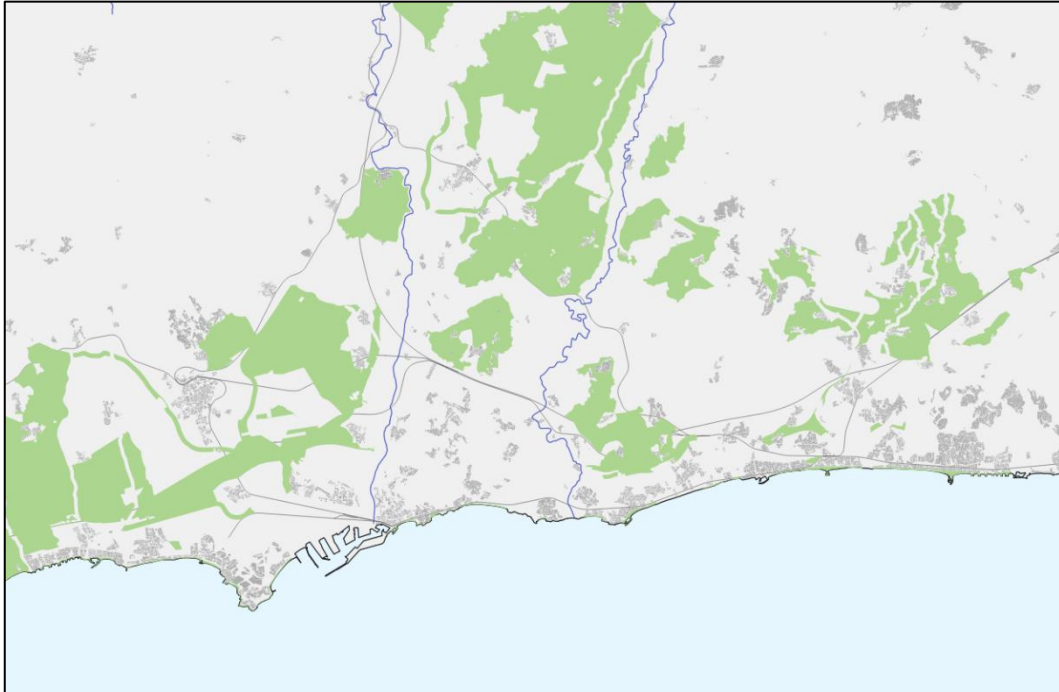
Font: Mapa Urbanístic de Catalunya (2024).

Figura 20. Sòl no urbanitzable de protecció especial (Indicador 3.f.).



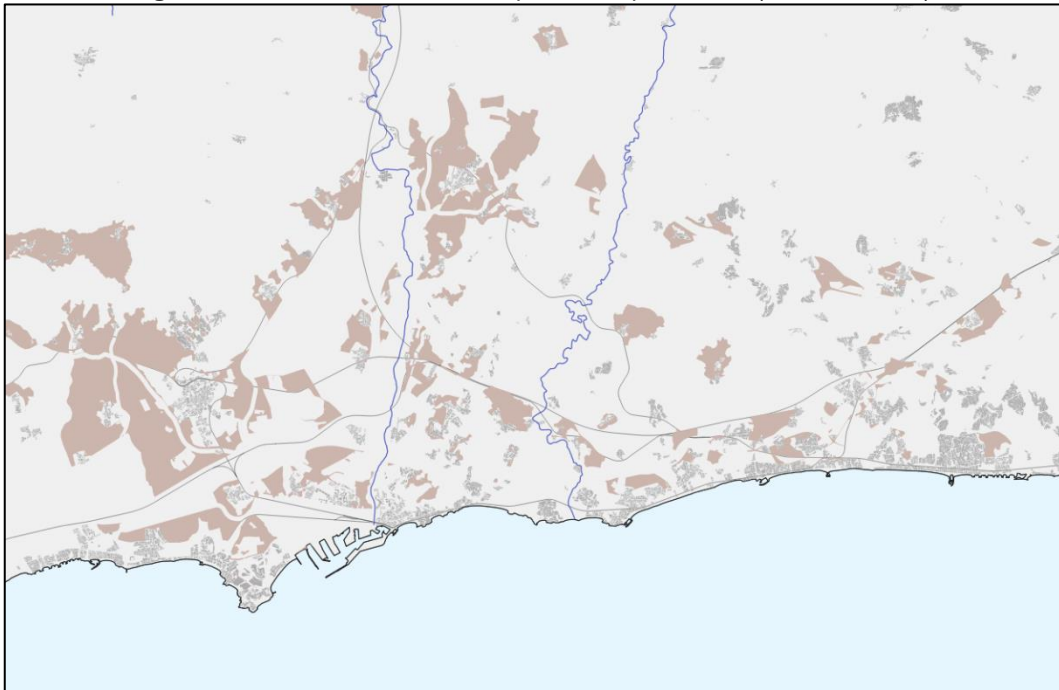
Font: Pla territorial parcial del Camp de Tarragona (2016).

Figura 21. Sòl no urbanitzable de protecció territorial (Indicador 3.g.).



Font: Pla territorial parcial del Camp de Tarragona (2016).

Figura 22. Sòl no urbanitzable de protecció preventiva (Indicador 3.h.).



Font: Pla territorial parcial del Camp de Tarragona (2016).

3.1.4. Usos del sòl i activitats econòmiques

L'ús del sòl i les activitats econòmiques presents en l'àrea d'influència són factors crucials per avaluar l'impacte potencial de les noves infraestructures ferroviàries. Aquestes dades permeten identificar espais amb capacitat agrícola elevada, àrees costaneres amb funcions de conservació i zones dedicades a activitats turístiques

(allotjaments), elements que poden ser considerades en la presa de decisions sobre el traçat. La preservació d'aquests usos específics és important no només per la protecció de recursos naturals i espais econòmicament estratègics, sinó també per mantenir l'equilibri social i ambiental en els territoris afectats.

Per a aquest estudi, utilitzem dades del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC) i del sistema Geoindex per a la capacitat agrològica, proporcionat per l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya⁵⁶.

En relació a la darrera font, l'ICGC i el Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural (DACR) de la Generalitat de Catalunya col·laboren en els treballs de classificació de la capacitat agrològica dels sòls a partir del programa de cartografia de sòls a escala 1:25.000. La capacitat agrològica és una forma d'agrupar els sòls basada en la seva capacitat per a produir, de forma sostenible, els cultius més habituals d'una zona. Establir la capacitat agrològica d'un sòl equival, per tant, a classificar el sòl en funció de la seva capacitat de producció i del risc de pèrdua d'aquesta capacitat. La caracterització de la capacitat agrològica dels sòls permet classificar qualsevol sòl en una de les vuit classes establertes al sistema (I-VIII), en funció de les seves característiques i les de l'entorn on està ubicat (Klingebiel i Montgomery, 1961). Aquestes classes, inicialment definides al Soil Conservation Service del Departament d'Agricultura dels Estats Units, han estat adaptades a les nostres condicions pel Ministerio de Agricultura, Pesca i Alimentación i modificades per la Secció d'Avaluació de Recursos Agraris del Servei de Producció Agrària del DARP (1995) i posteriorment modificades per DARP-ICGC publicades com a Especificacions per a la determinació de les Classes de Capacitat Agrològica en l'Annex 1 del document DARP (2020).

A més, s'han extret dades d'OpenStreetMap per a identificar establiments turístics com hotels, hostals, càmpings i altres allotjaments, essencials per a comprendre l'impacte del traçat en aquest sector. Aquestes fonts ofereixen una classificació acurada dels sòls i de les activitats presents, i permeten identificar zones amb alta capacitat agrícola i altres usos especials. A les Figures 23, 24 i 25 es representa aquesta informació, mostrant l'abast i distribució d'aquests usos dins de la zona d'estudi per a una millor comprensió de les implicacions territorials de cada alternativa de traçat.

⁵https://territori.gencat.cat/ca/06_territori_i_urbanisme/observatori_territori/mapa_urbanistic_de_catalunya/serveis_web_i_dades_obertes/descarrega-de-dades/format-shapefile-shp/

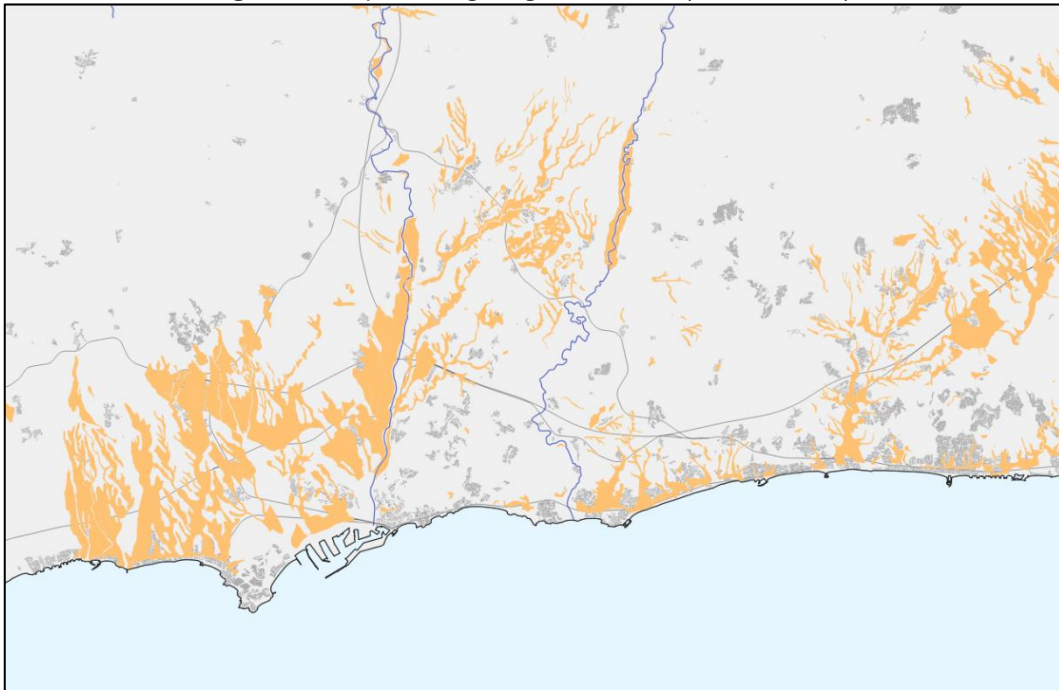
⁶ <https://www.icgc.cat/ca/Eines-i-visors/Visors/Visualitzadors-Geoindex/Geoindex-Capacitat-agrologica-dels-sols>

Figura 23. Sistema costaner (Indicador 4.a.).



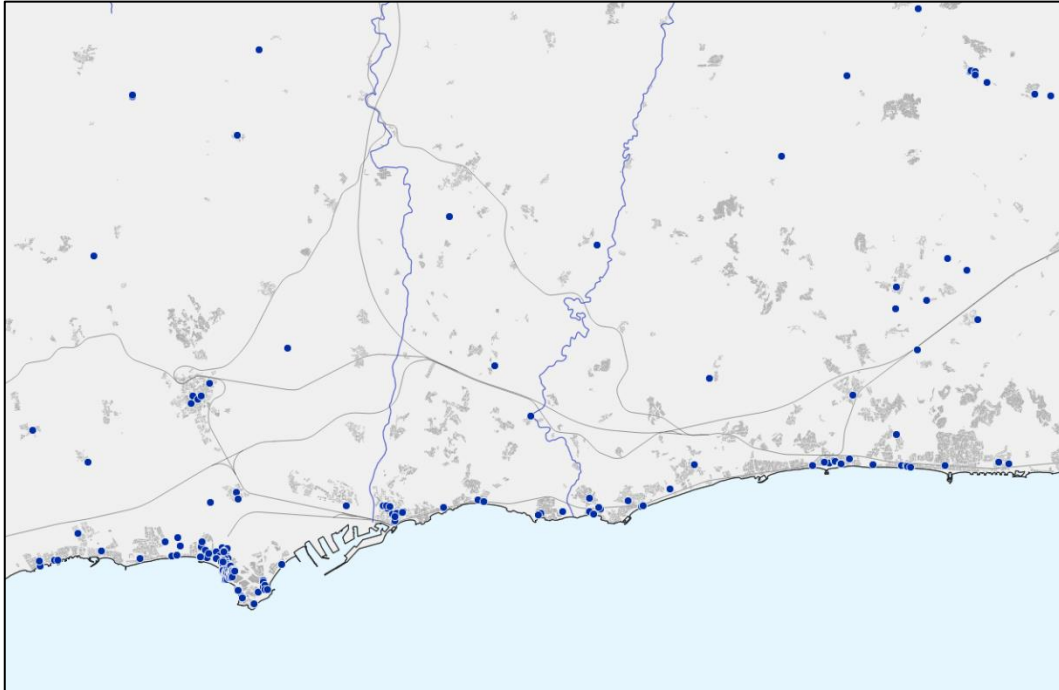
Font: Mapa Urbanístic de Catalunya (2024).

Figura 24. Capacitat agrològica dels sòls (Indicador 4.b).



Font: Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (2024).

Figura 25. Establiments turístics (Indicador 4.c.).



Fonts: OpenStreetMap (2024).

3.1.5. Valors ambientals

Els valors ambientals de l'àrea d'influència són un aspecte crític per avaluar l'impacte ecològic de les alternatives de traçat ferroviari, ja que l'objectiu és minimitzar els efectes sobre la biodiversitat i protegir els espais naturals d'alt valor. Elements com les zones protegides de la Xarxa Natura 2000, els connectors ecològics i els hàbitats singulars i funcionals són fonamentals per a garantir la preservació de la biodiversitat i la connectivitat ecològica. Aquestes dades permeten identificar les àrees de màxima sensibilitat ambiental, on la construcció o modificació d'infraestructures podria tenir repercussions negatives.

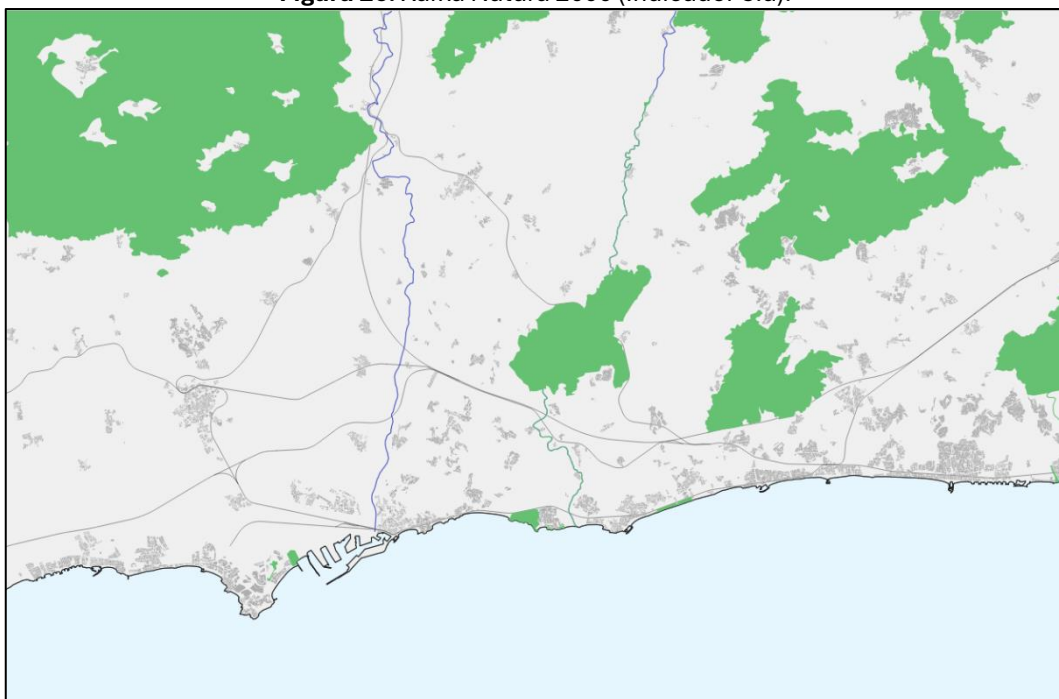
Per a aquest estudi, utilitzem dades sobre els espais de la Xarxa Natura 2000 i els connectors ecològics, proporcionades pel Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de Catalunya. Aquesta informació inclou la delimitació d'espais protegits segons les directives europees d'ocells i hàbitats, així com la classificació de la biodiversitat en funció de la singularitat i funcionalitat dels hàbitats naturals. Les Figures 26, 27, 28 i 29 mostren aquests valors ambientals dins de l'àrea d'estudi, destacant l'abast i distribució de les zones d'interès ambiental per a una anàlisi completa de les implicacions ecològiques de cada opció de traçat.

La biodiversitat singular es calcula a partir de 8 índexs de valor de conservació (flora, fauna i hàbitats), mentre que la biodiversitat funcional es calcula com la mitjana de dos índexs de diversitat de Shannon (flora i fauna i hàbitats), multiplicat per la proporció d'hàbitats naturals.

Amb aquests conjunts de dades es pot avaluar si les alternatives de ferrocarril transcorren a prop dels límits dels espais naturals de Catalunya que formen part de la xarxa Natura 2000. Aquests espais poden haver estat proposats com a zones d'especial protecció per als ocells (ZEPA) d'acord amb la Directiva 2009/147/CEE, anomenada també Directiva d'ocells, i/o com a zones d'especial conservació (ZEC) d'acord amb la Directiva 92/43/CEE, coneguda també com a Directiva d'hàbitats. En primera instància, la Generalitat de Catalunya aprova la proposta de llocs d'importància comunitària (LIC) per a la xarxa Natura 2000 dels espais de les regions biogeogràfiques alpina i mediterrània. Posteriorment, la Comissió Europea adoptà la conformitat d'aquesta proposta i finalment la Generalitat de Catalunya declarà els LIC com a ZEC.

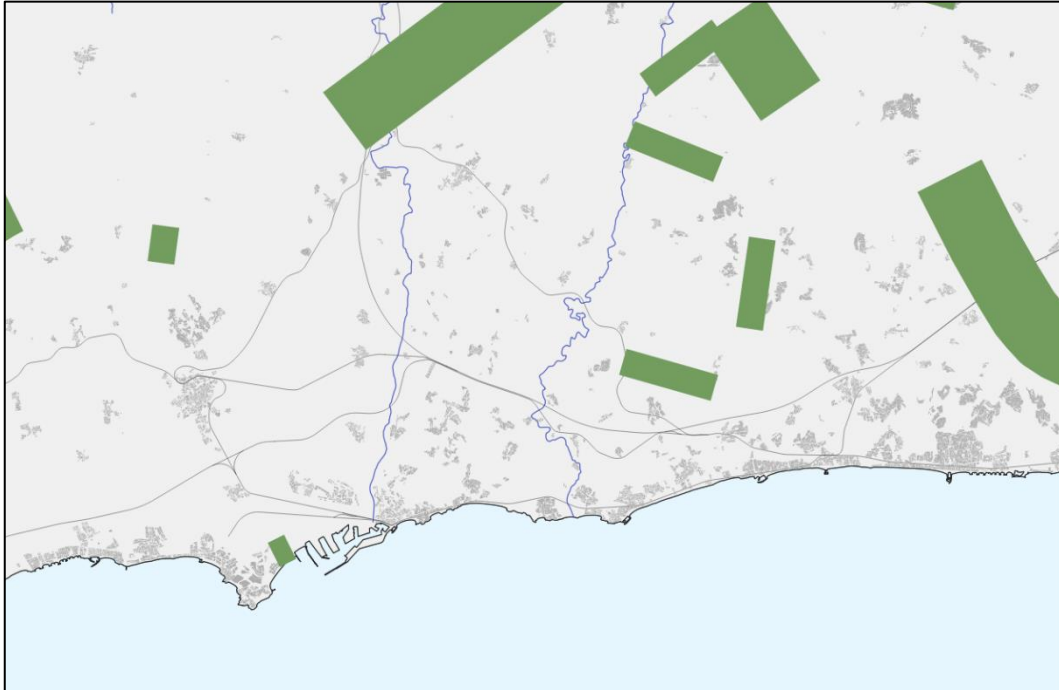
A més, la qualitat estètica del paisatge (veure Figura 30) constitueix un factor rellevant dins d'aquesta categoria, ja que els valors paisatgístics tenen un impacte directe en la percepció social del territori i en la valoració cultural i recreativa de l'entorn. Per tant, considerar l'impacte visual i la integració paisatgística de les noves infraestructures resulta essencial per a preservar l'atractiu visual i la identitat de les àrees afectades. Aquest factor ve calculat a partir d'un anàlisi de conques visuals de diferents indicadors basada en els catàlegs de paisatge (realitzats per l'Observatori del Paisatge de Catalunya).

Figura 26. Xarxa Natura 2000 (Indicador 5.a).



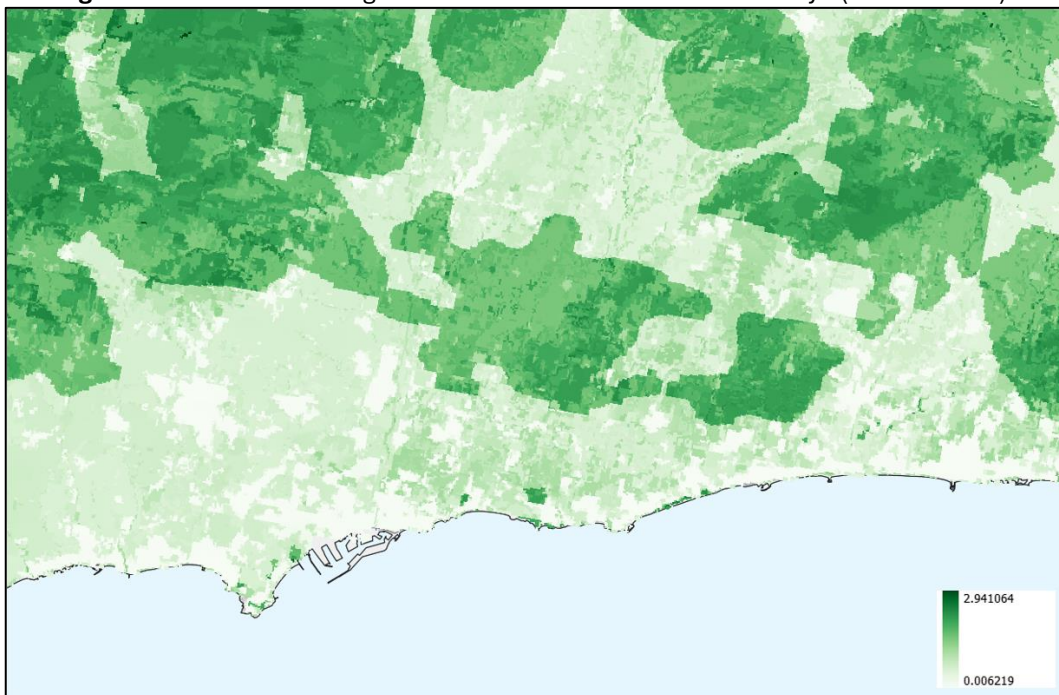
Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació (2024).

Figura 27. Connectors Ecològics Principals; Connectors Ecològics Complementaris (Indicador 5.b).



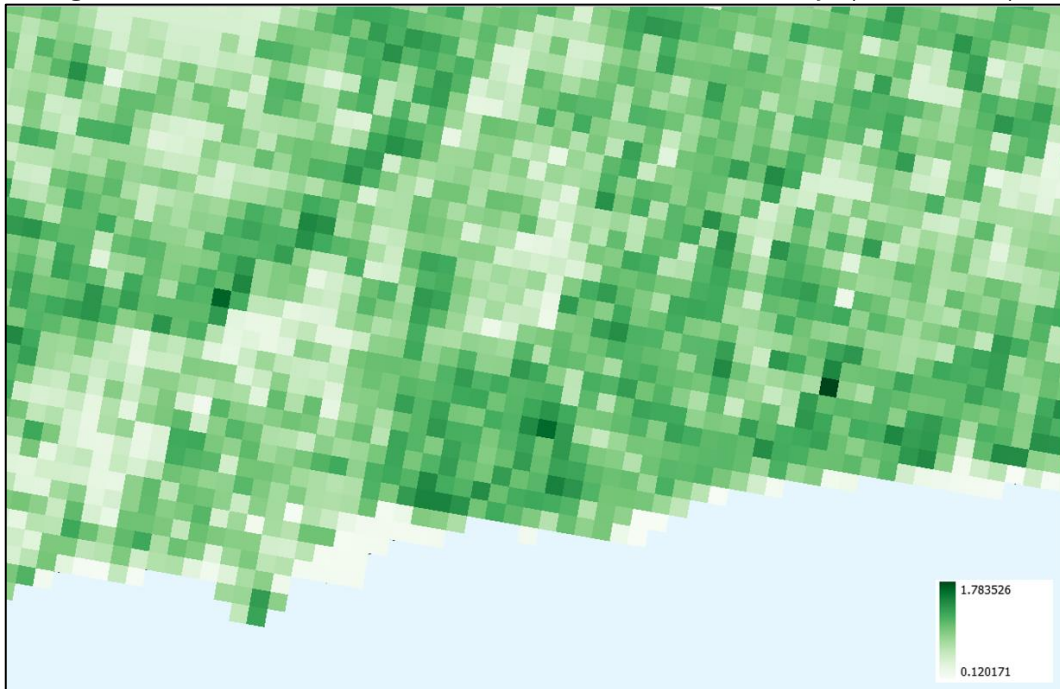
Font: Cartografia de la connectivitat ecològica a Catalunya. Generalitat de Catalunya (2020).

Figura 28. Biodiversitat singular. Serveis ecosistèmics de Catalunya (Indicador 5.c).



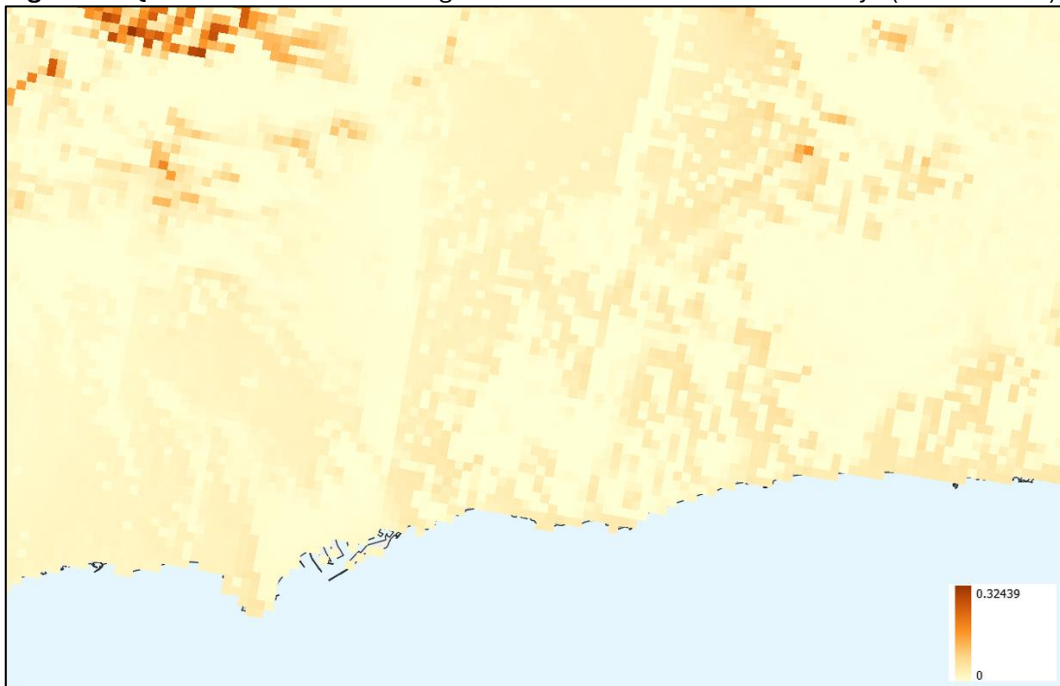
Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. Generalitat de Catalunya (2020).

Figura 29. Biodiversitat funcional. Serveis ecosistèmics de Catalunya (Indicador 5.d).



Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. Generalitat de Catalunya (2020).

Figura 30. Qualitat Estètica del Paisatge. Serveis ecosistèmics de Catalunya (Indicador 5.e).



Font: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. Generalitat de Catalunya (2020).

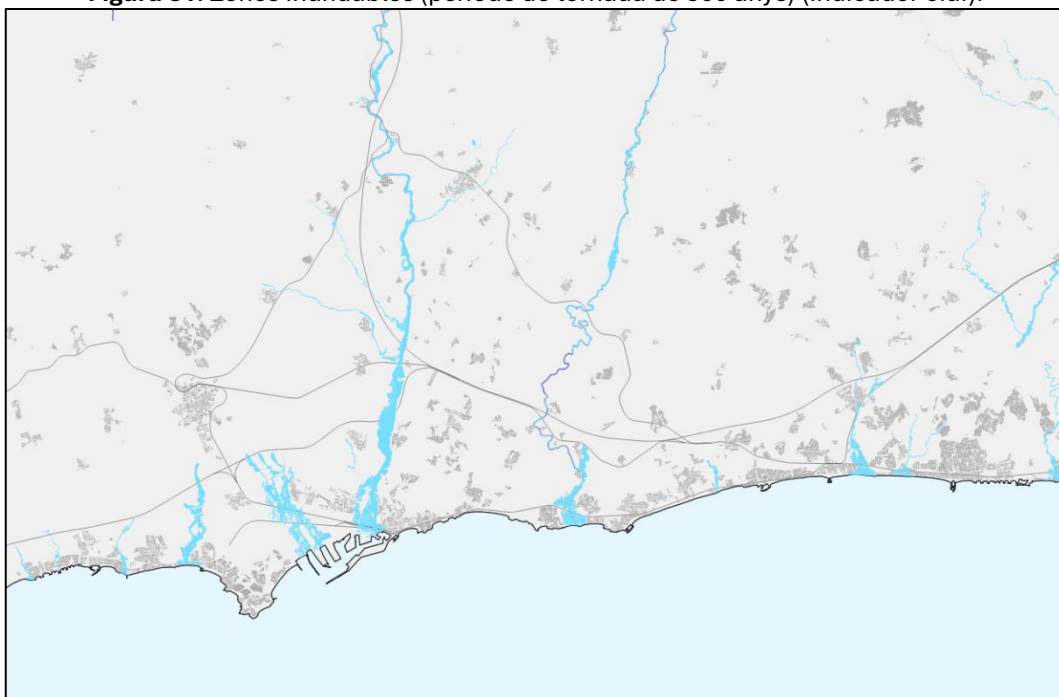
3.1.6. Dades sobre riscos

L'avaluació de riscos és fonamental per identificar i mitigar els possibles impactes que les noves infraestructures podrien tenir sobre les àrees vulnerables en cas

d'inundacions, incendis forestals o accidents amb substàncies perilloses. Conèixer l'exposició a aquests riscos ajuda a garantir que els traçats proposats es desenvolupin amb la màxima seguretat possible, minimitzant el potencial de danys per a la població, el medi ambient i les infraestructures crítiques de la regió.

Les dades utilitzades per aquest estudi inclouen el mapa de zones inundables amb un període de retorn de 500 anys, proporcionat pel Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico⁷. També s'inclouen els perímetres d'establiments que manipulen substàncies perilloses, definits pel PLASEQCAT de Protecció Civil⁸, i el mapa de risc d'incendis forestals elaborat per la Generalitat de Catalunya⁹. Les Figures 31, 32 i 33 presenten la distribució territorial d'aquests riscos dins de l'àrea d'estudi, subratllant les zones on aquests factors podrien condicionar la viabilitat i seguretat de les alternatives de traçat.

Figura 31. Zones Inundables (període de tornada de 500 anys) (Indicador 6.a.).



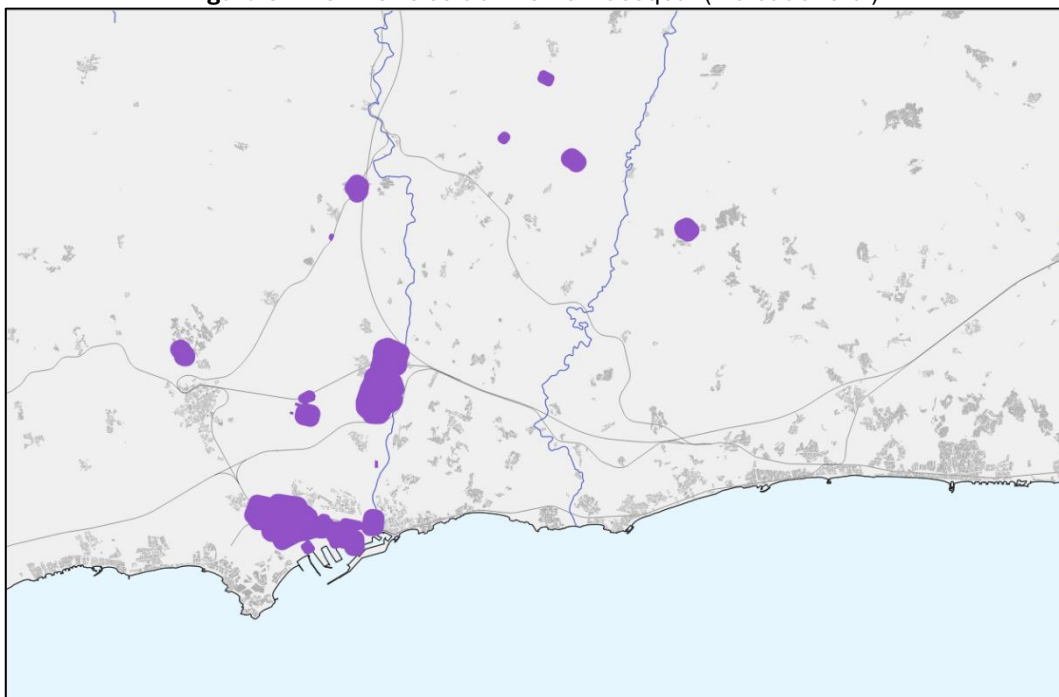
Font: Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico (2024).

⁷ <https://www.mapama.gob.es/ide/metadatos/srv/spa/catalog.search#/metadata/b3c330f1-ef8d-4e62-a940-1040083dabff>

⁸ <https://pcivil.icgc.cat/pcivil/v2/index.html>

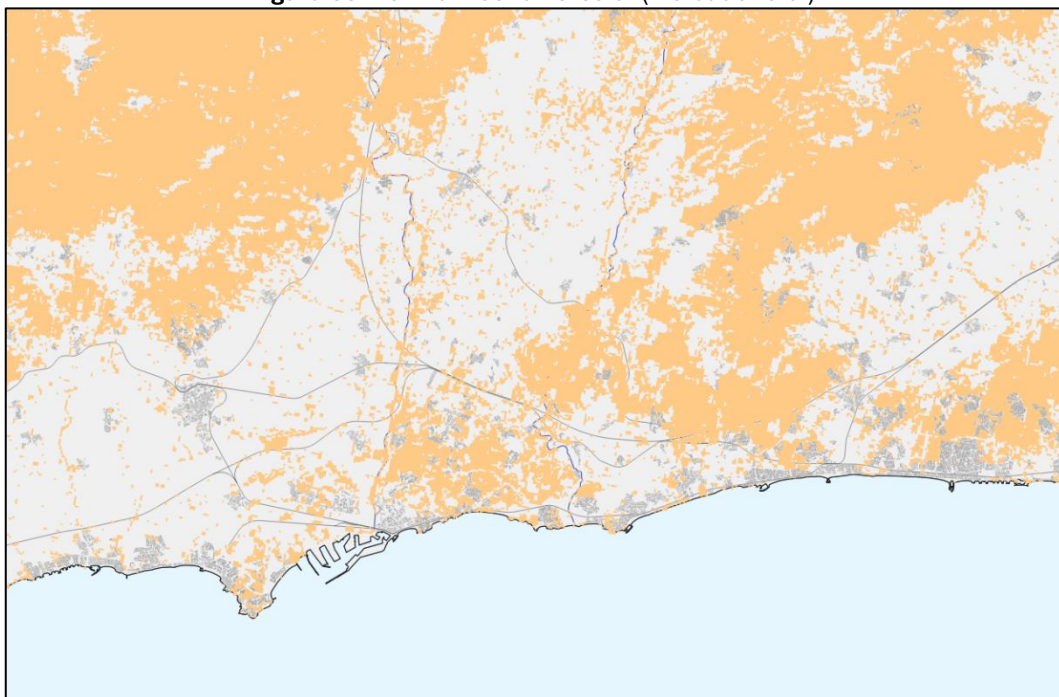
⁹ <https://sig.gencat.cat/visors/hipermapa.html>

Figura 32. Perímetre establiments Plaseqcat (Indicador 6.b.).



Font: Protecció Civil (2024).

Figura 33. Perill d'incendi forestal (Indicador 6.c.).



Font: Generalitat de Catalunya (2024).

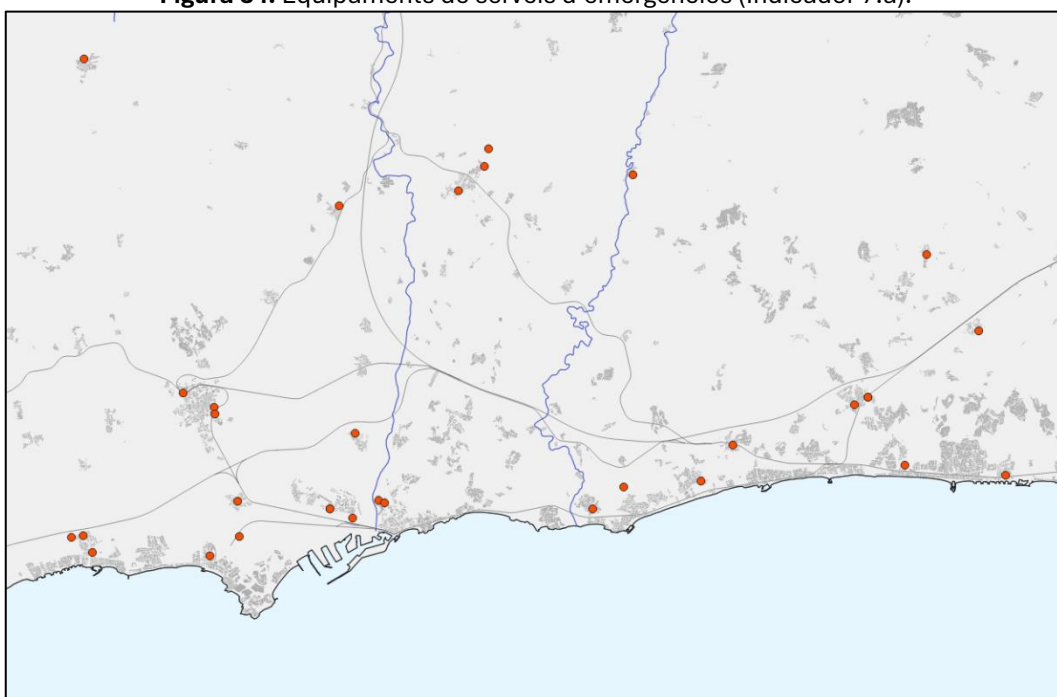
3.1.7. Equipaments públics

Els equipaments públics són elements importants per analitzar en l'àrea d'influència dels traçats proposats, ja que aquests serveis (com els equipaments d'emergències, centres sociosanitaris, educatius i esportius) són essencials per al benestar i la qualitat de vida de la població local. Identificar la ubicació d'aquests equipaments permet

avaluar si els traçats ferroviaris podrien interferir amb l'accés a serveis clau o exposar-los a riscos associats amb el transport de mercaderies.

Per a aquest estudi, s'utilitzen dades dels Equipaments Públics de Catalunya, disponibles a través del portal de transparència de la Generalitat¹⁰. Aquesta base de dades reuneix informació sobre equipaments de titularitat pública i privada, incloent seus d'ajuntaments, centres sociosanitaris, escoles, instal·lacions esportives i altres infraestructures públiques. A les Figures entre la 34 a la 38 es presenta la distribució d'aquests equipaments en l'àrea d'estudi, destacant els punts que podrien veure's afectats per les diferents alternatives de traçat proposades, així com les implicacions potencials per a l'accés i seguretat de la comunitat local.

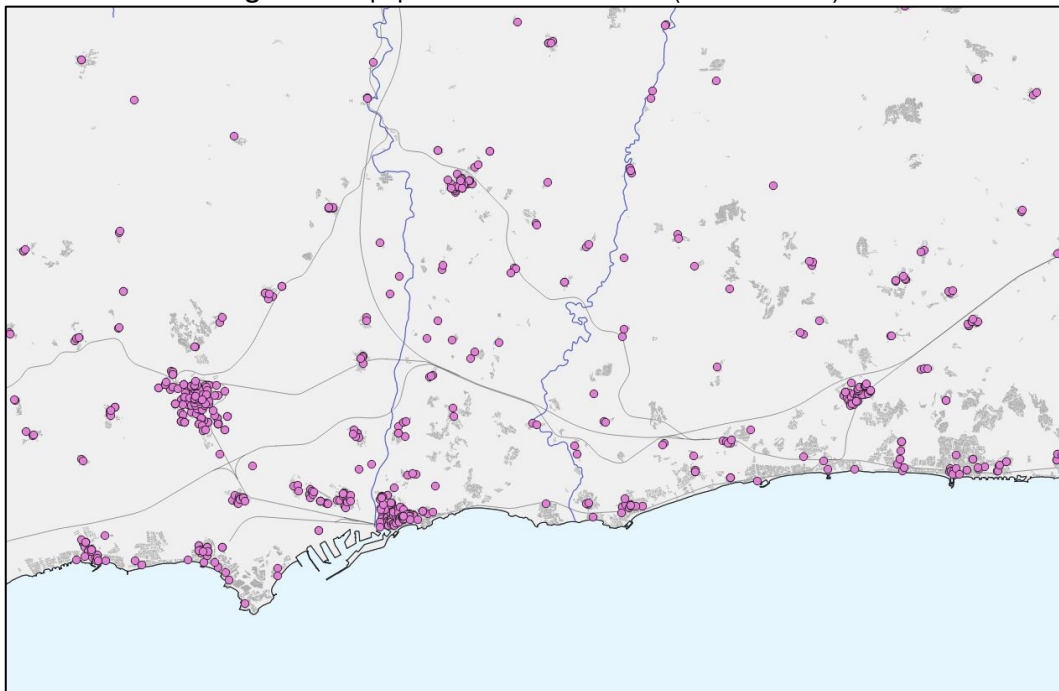
Figura 34. Equipaments de serveis d'emergències (Indicador 7.a).



Font: Generalitat de Catalunya (2024).

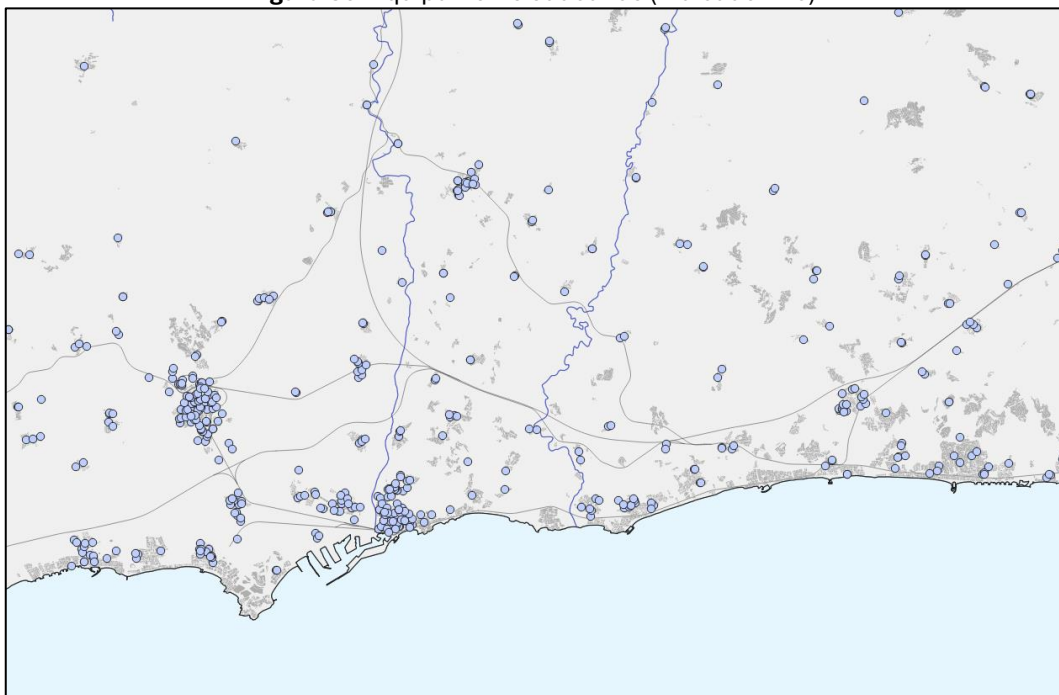
¹⁰ <https://analisi.transparenciacatalunya.cat/Urbanisme-infraestructures/Equipaments-de-Catalunya/8gmd-gz7i/data>

Figura 35. Equipaments sociosanitaris (Indicador 7.b).



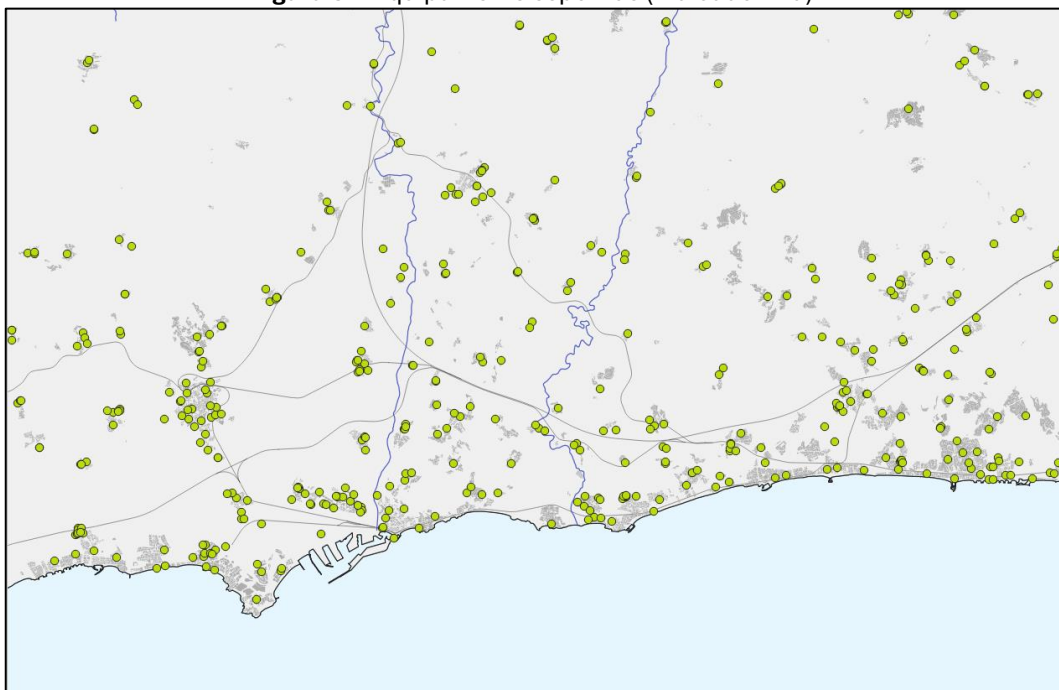
Font: Generalitat de Catalunya (2024).

Figura 36. Equipaments educatius (Indicador 7.c).



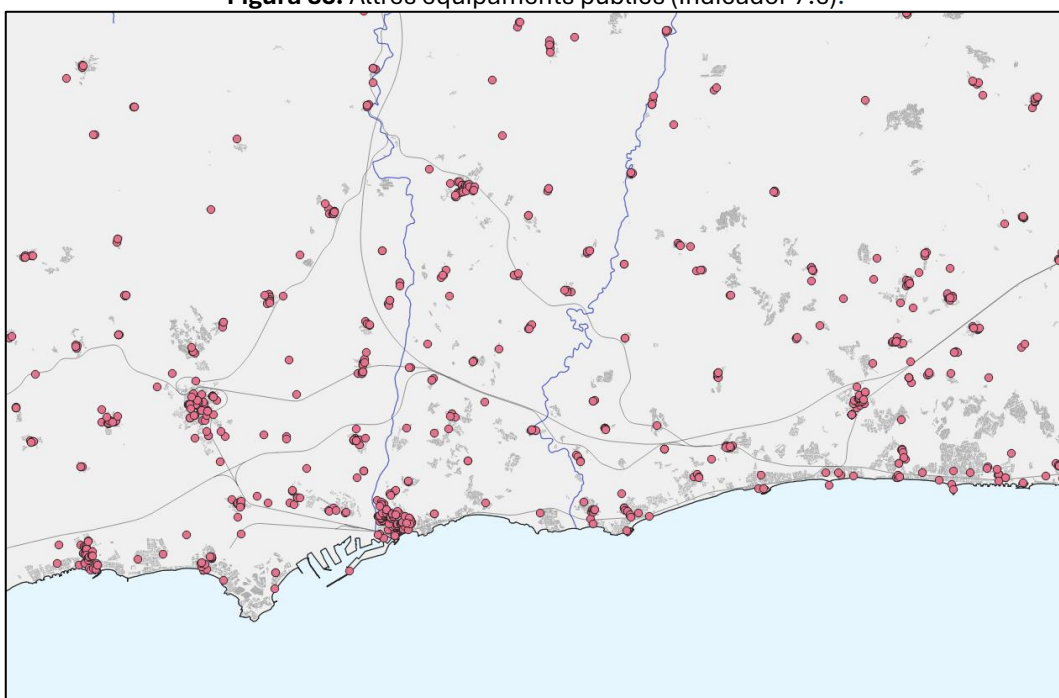
Font: Generalitat de Catalunya (2024).

Figura 37. Equipaments esportius (Indicador 7.d).



Font: Generalitat de Catalunya (2024).

Figura 38. Altres equipaments públics (Indicador 7.e).



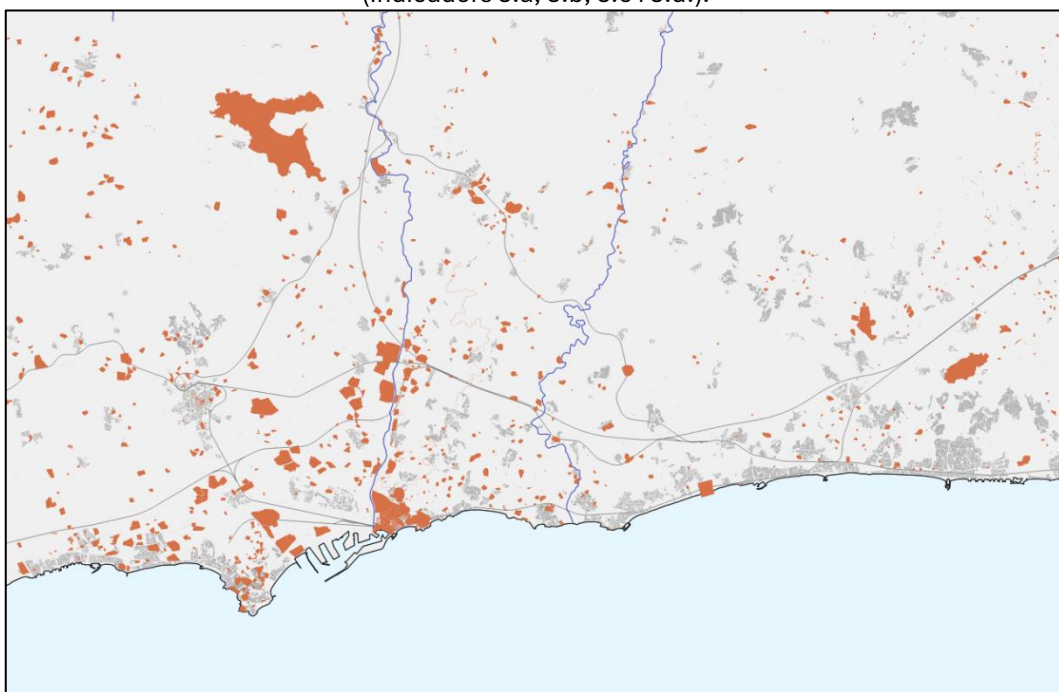
Font: Generalitat de Catalunya (2024).

3.1.8. Patrimoni cultural

La protecció del patrimoni cultural és un factor fonamental en l'anàlisi de qualsevol projecte d'infraestructura, ja que aquests elements són testimonis de la història i identitat del territori. En aquest context, resulta essencial identificar els béns culturals i patrimonials dins de l'àrea d'influència per evitar qualsevol impacte negatiu en monuments, jaciments arqueològics i paleontològics o altres elements d'interès cultural. Conservar aquests recursos és vital no només per a la preservació del llegat històric, sinó també per mantenir el valor turístic i educatiu de la zona.

Per a aquest estudi, s'utilitzen dades del Mapa dels Béns Arquitectònics, Jaciments Arqueològics i Jaciments Paleontològics de Catalunya, elaborat pel Departament de Cultura (<https://sig.gencat.cat/portalsigcultura.html>). Aquesta cartografia identifica edificis i construccions d'interès artístic, sectors històrics, restes arqueològiques i elements paleontològics, tots ells catalogats per garantir la seva protecció i integritat. La Figura 39 mostra la distribució d'aquests elements de patrimoni cultural dins de l'àrea d'estudi, subratllant els punts que podrien veure's afectats per les diferents opcions de traçat i les consideracions necessàries per evitar qualsevol deteriorament d'aquests recursos històrics i culturals.

Figura 39. Béns arquitectònics, jaciments arqueològics, jaciments paleontològics (Indicadors 8.a; 8.b; 8.c i 8.d.).



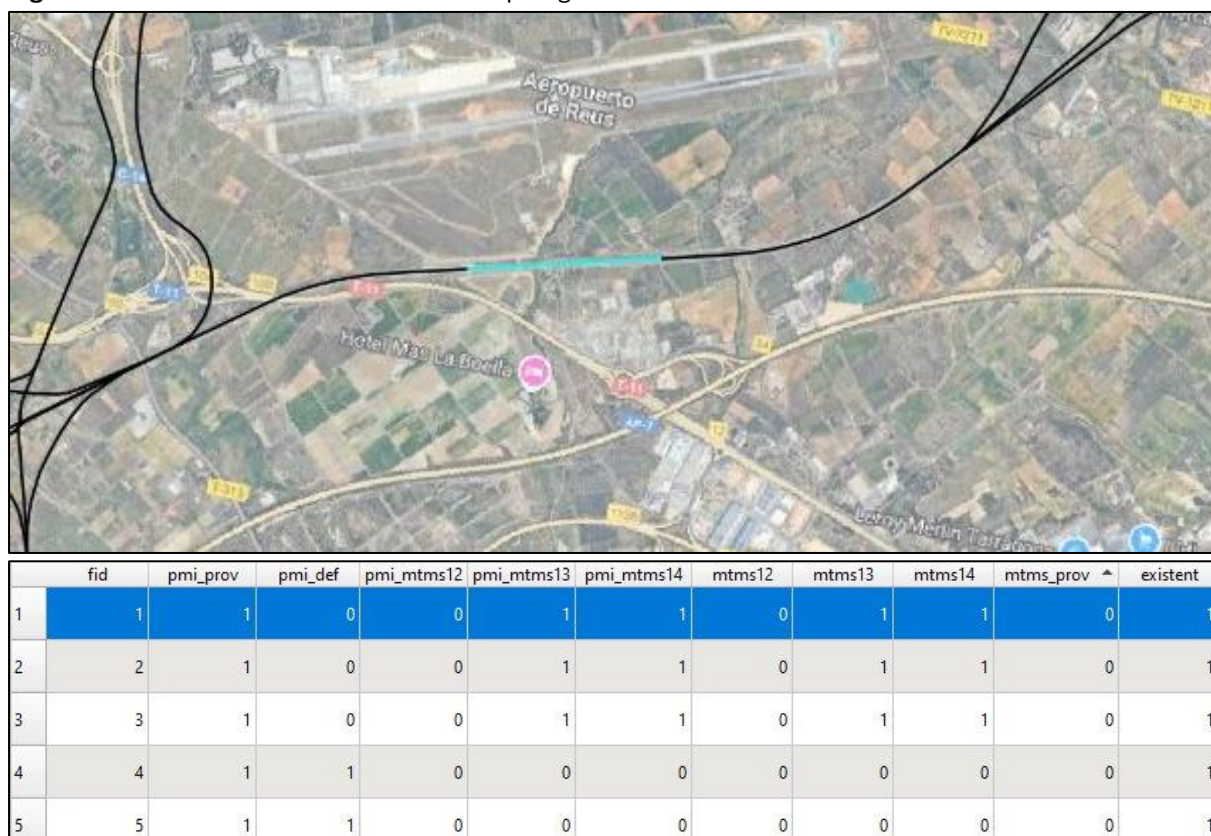
Font: Departament de Cultura (2024).

3.2. Construcció de la xarxa topològica (SIG)

Hem construït la xarxa topològica del projecte a partir de la cartografia oficial de Catalunya a escales 1:5000 i 1:10000, que ofereix un grau de precisió en els traçats ferroviaris acceptable per a aquesta avaluació. Com a bases per a aquesta xarxa, sempre s'ha prioritzat la cartografia més actualitzada i a la major escala. A aquesta base cartogràfica, s'han incorporat les geometries de les alternatives proposades pel Ministeri de Transports, Mobilitat i Agenda Urbana (MITMA), en principi a una escala d'1:25000, i per la Plataforma Mercaderies per l'Interior (PMI), integrant les diferents opcions de traçat en una única xarxa coherent.

L'edició topològica aplicada ha permès identificar els trams comuns a les diferents alternatives en un sol element espacial. Així, cada tram pot estar associat a més d'una alternativa de traçat, mentre que també s'ha indicat si es tracta d'un tram existent o d'una nova infraestructura proposada. Per exemple, a la figura 40 es mostren diversos trams de la xarxa creada, dels quals un està ressaltat gràficament i en la taula d'atributs del SIG. Cada fila de la taula d'atributs fa referència a un tram, mentre que les columnes representen a cadascuna de les alternatives estudiades. L'última columna indica si es tracta d'un tram ja existent. Així, els valors booleans en aquesta taula d'atributs (1/0; Cert/Fals), indiquen la pertinença de cada tram a cadascuna de les alternatives estudiades i si es tracta o no d'un tram ja existent. Aquesta estructura unificada facilita tant l'anàlisi com la visualització de les alternatives, permetent identificar clarament les variacions entre propostes en una base de dades espacial.

Figura 40. Definició d'un tram de la xarxa topològica.



A continuació, s'ha segmentat la xarxa per a l'anàlisi. S'ha optat per dividir el conjunt de traçats ferroviaris en segments de 1.000 metres. Aquest enfocament permet una anàlisi comparativa detallada i desagregada, facilitant la priorització de trams específics en funció dels indicadors i criteris d'avaluació establerts. Això possibilita identificar primer aquells segments amb condicions més favorables o, al contrari, assenyalar els més problemàtics en termes d'impacte, per després avaluar com aquestes característiques influeixen en el conjunt de cada alternativa proposada.

La decisió de treballar amb trams de 1.000 metres ha estat resultat d'un procés iteratiu en el qual s'ha buscat optimitzar la segmentació de la xarxa. En aquest procés, s'ha ajustat la longitud dels segments per minimitzar els casos en què aquesta distància generava retalls addicionals que no complien amb el criteri de longitud mínima especificat. Aquesta metodologia ajuda a evitar la fragmentació excessiva, mantenint la coherència en les unitats d'anàlisi i assegurant que els segments resultants siguin representatius de les característiques del traçat. A més, l'ús de segments homogenis facilita la comparació directa entre trams, proporcionant una base consistent per a l'anàlisi SIG i l'avaluació de prioritats en el context de l'estudi.

Cal remarcar que l'anàlisi s'ha realitzat per la totalitat de trams de 10 traçats alternatius. Aquests son: la línia de la costa amb la implementació del tercer fil, 7 propostes de traçat de *Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible*, i 2 propostes de la PMI. Aquestes son les diferents alternatives que durant el període d'execució del treball han estat

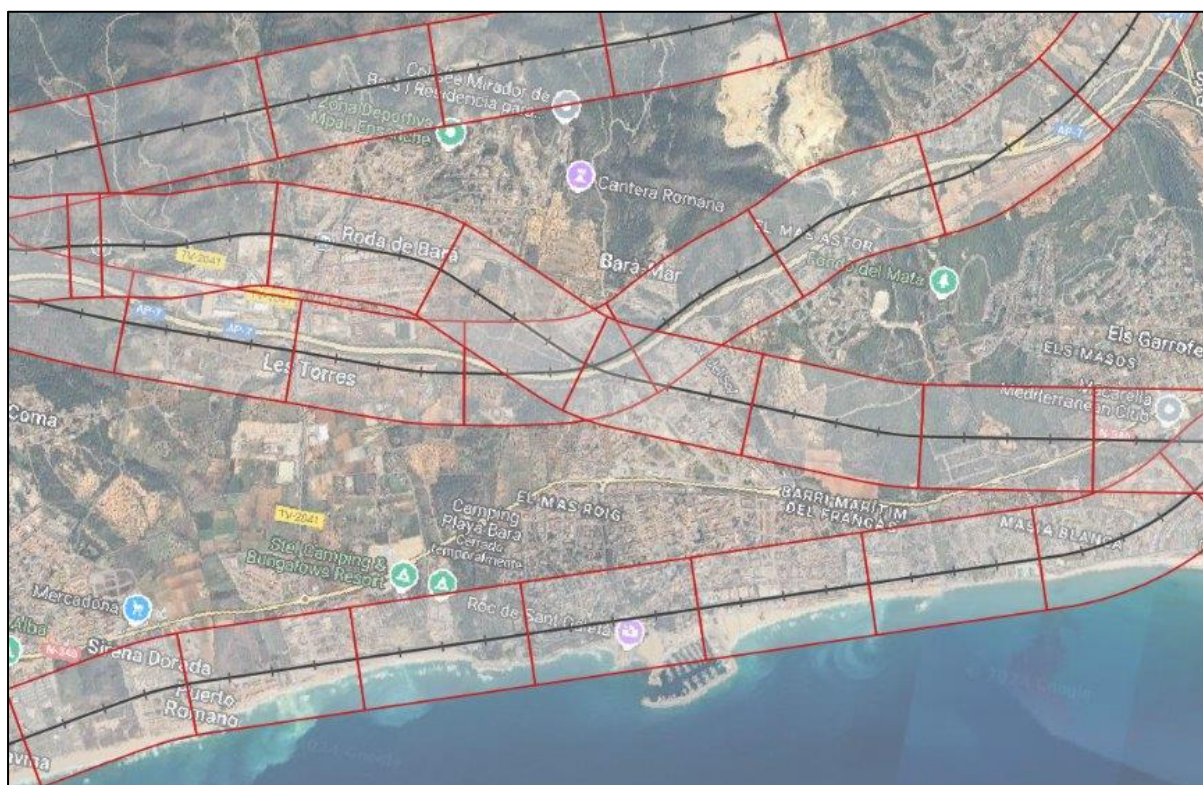
plantejades. Finalment, per simplificar la presentació de resultats, s'ha optat per representar els resultats per les tres alternatives principals plantejades pel Ministeri i l'alternativa que en planteja la PMI. Els resultats per la resta d'alternatives estan disponibles i es poden consultar a petició als autors del treball.

3.3. Estadístiques zonals

Per a l'estudi de la xarxa ferroviària s'han definit dues zones d'influència (buffers) que s'utilitzen per calcular estadístiques zonals, permetent avaluar els impactes potencials dins de cada tram de via. Això inclou el recompte de població afectada, l'àrea d'usos del sòl exposada, així com la presència d'equipaments públics i zones ambientals dins de cada buffer. A través d'aquestes estadístiques, es poden quantificar els elements de risc i àrees potencialment afectades en cadascun dels segments de via, proporcionant la base per a una anàlisi comparativa amb la que identificar les zones amb major vulnerabilitat o les àrees que requereixen mesures de seguretat addicionals.

Aquestes àrees d'influència podrien variar en cada qüestió estudiada, però de manera consensuada s'han establert amb profunditats de 300 i 500 metres, a cada costat de cada tram de via (veure Figura 41). Aquestes distàncies es basen en criteris establerts tant pel PLASEQCAT (Pla d'Emergència Exterior del Sector Químic de Catalunya) com pel TRANSCAT (Pla especial d'emergències per accidents en el transport de mercaderies perilloses). Aquestes normatives, juntament amb el coneixement d'experts, estableixen franges de seguretat per diferents escenaris de risc, com explosions, núvols tòxics i incendis, associats al trànsit de mercaderies perilloses. Els buffers de 300 metres cobreixen situacions amb núvols tòxics de curt abast o incendis locals, mentre que els de 500 metres abasten escenaris amb riscos d'explosió o núvols tòxics de llarg abast. Aquestes *zones d'indefensió* tenen l'objectiu de protegir la població, equipaments vulnerables i infraestructures crítiques al llarg de la via ferroviària, minimitzant l'exposició a possibles accidents químics.

Figura 41. Segmentació de la xarxa en trams de 1000 metres i representació d'una àrea d'influència de 300 metres a cada banda de la via.



Aquestes zones d'afecció son utilitzades per calcular estadístiques zonals, permetent avaluar els impactes potencials dins de cada tram de via. Això inclou el recompte de població afectada, l'àrea d'usos del sòl exposada, així com la presència d'equipaments públics i zones ambientals dins de cada buffer. A través d'aquestes estadístiques, es poden quantificar els elements de risc i àrees potencialment afectades en cadascun dels segments de via, proporcionant la base per a una anàlisi comparativa amb la que identificar les zones amb major vulnerabilitat o les àrees que requereixen mesures de seguretat addicionals.

El càlcul d'indicadors i d'estadístiques zonals s'ha automatitzat utilitzant eines de QGIS, concretament s'han creat diversos models de *Processing* i scripts de *PyQGIS*. Aquesta automatització permet generar els resultats de manera reproduïble, amb la capacitat d'incorporar nous trams o alternatives a la xarxa ferroviària en el futur sense necessitat de repetir tots els processos manualment. A més, aquesta configuració flexible facilita l'experimentació amb diferents distàncies de buffer, oferint la possibilitat d'ajustar les zones d'influència segons els criteris de seguretat o necessitats específiques d'anàlisi.

3.4. Definició dels indicadors

Els indicadors finals incorporats a l'anàlisi han estat ajustats a partir de les recomanacions i suggeriments aportats pels experts consultats. Les fonts de dades

utilitzades per al càlcul d'aquests indicadors, així com la metodologia de tractament de la informació, ja s'han detallat prèviament a la Secció 3.1.

Els indicadors calculats o extrets per a aquest estudi han estat classificats en diverses categories, ja presentades anteriorment. Si bé a la Taula 2 es fa el llistat complet d'indicadors, a continuació, es detallen aquests indicadors amb un breu resum de les tècniques utilitzades:

- **Característiques del segment ferroviari:** Els indicadors inclouen la longitud de cada segment (els segments de cada extrem poden tenir menys de 1000 metres) i la sinuositat de la via. A més, es defineix la existència o no de la via d'aquell tram (1 per via existent i 0 per trams no construïts). Cal dir recordar que l'actual proposta d'alternatives estan recollides a escala 1:25000, de manera que aquestes característiques poden canviar en quan el projecte de disseny dels traçats sigui més concret. Aquesta informació només s'ha tingut en compte en la descripció de les alternatives i no en la posterior prioritització a partir de variables socioeconòmiques i territorials.
- **Demografia i habitatge:** Per quantificar la població resident (general i vulnerable) i el nombre d'habitatges dins dels buffers de 300 i 500 metres, es realitza una unió d'atributs amb estadístics de suma aplicats sobre la capa demogràfica (*grid* de població). Aquesta metodologia s'aplica també a la capa cadastral per comptar habitatges dins l'àrea d'influència de cada del segment. El nombre d'habitatges pot oferir una aproximació a espais que poden ser ocupats tant per la població resident com per part de la *població flotant*, en determinats moments de l'any.
- **Infraestructures viàries i ferroviàries:** S'analitza la longitud total i la proporció de xarxa ferroviària i viària que interseca amb cada buffer. Aquests indicadors inclouen la longitud total (en metres) de les infraestructures dins del buffer i el percentatge que representen respecte a la longitud total del segment analitzat. Es tracta de dos mètriques amb les quals es vol aproximar la presència de corredors d'infraestructures a l'entorn dels trams de cada proposta.
- **Classificació del sòl:** A partir de les capes del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC) i del Pla Territorial Parcial del Camp de Tarragona, es calculen percentatges d'àrees classificades com a sòl urbà residencial, sòl urbà d'activitat econòmica, sòl urbanitzable i sòl protegit dins de cada zona d'influència. Els càlculs es fan obtenint la proporció entre l'àrea classificada i l'àrea total del buffer.
- **Usos del sòl i activitats econòmiques:** Es compten els establiments turístics (hotels, càmpings, etc.) dins de cada buffer, aplicant una unió per localització i utilitzant estadístiques de recompte. Si bé les dades no provenen d'una font oficial, s'han revisat per tal d'assegurar que, com a mínim, apareguin els principals establiments turístics. Es tracta d'un altra manera de considerar part

de la *població flotant* en determinats moments de l'any. A més s'analitza la presència de sòl de tipus sistema costaner per tenir en compte espais susceptibles de ser freqüentats per banyistes i altres usuaris; i l'afectació a espais amb alta capacitat agrològica.

- **Valors ambientals:** Els indicadors inclouen l'àrea d'espais protegits per la Xarxa Natura 2000 i connectors ecològics dins dels buffers, així com les mitjanes de biodiversitat singular i funcional i la qualitat paisatgística, calculades a partir de les capes *raster* corresponents.
- **Riscos:** Els indicadors de risc inclouen la proporció de superfície dins de zones d'inundació (retorn de 500 anys), zones de risc químic i zones de risc d'incendi forestal. Aquestes àrees es calculen com a percentatge de l'àrea total de cada buffer intersecat per aquestes zones de risc.
- **Equipaments públics:** Es comptabilitzen equipaments d'emergències, sociosanitaris, educatius esportius i d'altres tipus en cada segment, utilitzant unió per localització amb estadístiques de recompte dins dels buffers.
- **Patrimoni cultural:** Es calcula tant la proporció d'àrea patrimonial protegida com el nombre d'elements patrimonials (nacionals i mundials) dins de cada buffer, aplicant una intersecció i estadístiques de recompte per determinar el nombre total d'elements en cada zona d'influència.

Com ja s'ha comentat anteriorment, l'automatització del càlcul d'aquests indicadors possibilita que, en el futur, es puguin afegir nous trams o ajustar les distàncies dels buffers de manera eficient, permetent adaptar l'anàlisi a les actualitzacions de dades i possibles noves necessitats de l'estudi. Evidentment, també resultaria senzill realitzar canvis en els propis indicadors o canviar les capes font.

Taula 2. Indicadors i fonts.

Categoria	Indicador	Fonts
Demografia	1.a Població resident	Població de Catalunya georeferenciada a 1 de gener de 2022. Idescat (2022)
	1.b Població resident vulnerable	
	1.c Habitatges residencials	Dirección General del Catastro (2024)
Infraestructures	2.a Xarxa ferroviària a l'àrea d'influència (longitud en metres)	Graf d'infraestructures terrestres. Departament de Territori, Habitatge i Transició Ecològica (2024)
	2.b Xarxa ferroviària a l'àrea d'influència (% de longitud del tram)	
	2.c Xarxa viària a l'àrea d'influència (Longitud en metres)	
	2.d Xarxa viària a l'àrea d'influència (% de longitud del tram)	
Classificació del sòl	3.a Sòl urbà residencial (% d'àrea afectada)	Mapa Urbanístic de Catalunya (2024)
	3.b Sòl urbà amb activitat econòmica (% d'àrea afectada)	
	3.c Sòl urbanitzable (% d'àrea afectada)	
	3.d Sòl urbanitzable ordinari (% d'àrea afectada)	
	3.e Sòl urbanitzable protegit (% d'àrea afectada)	
	3.f Sòl no urbanitzable de protecció especial (% d'àrea afectada)	Pla territorial parcial del

	3.g Sòl no urbanitzable de protecció territorial (% d'àrea afectada)	Camp de Tarragona (2016)
	3.h Sòl no urbanitzable de protecció preventiva (% d'àrea afectada)	
Usos i activitats	4.a Sistema costaner (% d'àrea afectada)	Mapa Urbanístic de Catalunya (2024)
	4.b Sòl amb alta capacitat agrològica (% d'àrea afectada)	Capacitat agrològica dels sòls. ICGC (2024)
	4.c Establiments turístics	Open Street Maps (2024)
	5.a Espais Xarxa Natura 2000 (% d'àrea afectada)	Xarxa Natura 2000. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació (2024)
	5.b Connectors ecològics (% d'àrea afectada)	Connectors Ecològics Principals; Connectors Ecològics Complementaris. Cartografia de la connectivitat ecològica a Catalunya. Generalitat de Catalunya (2020)
Valors ambientals	5.c Biodiversitat singular (Mitjana)	Biodiversitat singular. Serveis ecosistèmics de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. Generalitat de Catalunya (2020)
	5.d Biodiversitat funcional (Mitjana)	Biodiversitat funcional. Serveis ecosistèmics de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. Generalitat de Catalunya (2020)
	5.e Qualitat paisatgística. (Mitjana)	Qualitat Estètica del Paisatge. Serveis ecosistèmics de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. Generalitat de Catalunya (2020)
	6.a Risc d'inundació amb T-500 anys (% d'àrea afectada)	Àrees delimitades com a Zones Inundables (període de tornada de 500 anys). Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico (2024)
Riscs	6.b Risc químic (% d'àrea afectada)	Perímetre establiments Plaseqcat. Protecció Civil (2024)
	6.c Risc d'incendi forestal (% d'àrea afectada)	Mapa de perill d'incendi forestal. Generalitat de Catalunya (2024)
	7.a Equipaments d'emergències	
Equipaments	7.b Equipaments socio-sanitaris	
	7.c Equipaments educatius	Equipaments Públics de Catalunya. Generalitat de Catalunya (2024)
	7.d Equipaments esportius	
	7.e Altres equipaments públics	
Patrimoni	8.a Patrimoni cultural. % d'àrea afectada	
	8.b Patrimoni cultural. Elements patrimonials	Mapa dels béns arquitectònics, jaciments arqueològics, jaciments paleontològics de Catalunya. Departament de Cultura (2024)
	8.c Patrimoni cultural mundial. % d'àrea afectada	
	8.d Patrimoni cultural mundial. Elements patrimonials	

3.5. Priorització de trams i alternatives

La priorització de trams i alternatives s'ha realitzat amb una adaptació de la metodologia d'**Anàlisi Qualitativa Comparativa** (AQC o QCA, per les seves sigles en anglès). Aquesta metodologia dona la capacitat d'analitzar múltiples variables i identificar combinacions de factors que contribueixen als resultats desitjats en un projecte d'infraestructura complex com aquest. Aquesta tècnica permet una avaluació sistemàtica de diferents indicadors, alhora que facilita la combinació de dades categòriques i numèriques, cosa que la fa especialment adequada per a situacions on s'han de tenir en compte aspectes territorials, ambientals, socioeconòmics i de seguretat. La AQC ofereix flexibilitat per incorporar variables qualitatives i quantitatives, i és capaç de gestionar la interdependència entre elles sense requerir una normalització estricta de les dades, a diferència de mètodes més rígids com el *multi-criteria decision analysis* (MCDA). Així, la metodologia AQC permet explorar com diferents configuracions de variables condueixen a resultats similars, fent-la adequada per a l'anàlisi d'alternatives en estudis complexos com aquest, que tenen en compte una gran diversitat de variables susceptibles de diferents valoracions.

En aquest estudi s'ha aplicat una aproximació inspirada en la metodologia d'anàlisi qualitativa comparativa (AQC), adaptada a una anàlisi geoespacial mitjançant SIG. Tot i que l'AQC tradicional cerca combinacions de condicions que condueixen a un determinat resultat (lògic o empíric), en aquest cas no s'ha buscat identificar configuracions causals. En lloc d'això, s'han reclassificat tots els indicadors per quartils, agrupant els valors en quatre categories que van des del quartil I (menor impacte o prioritat) fins al quartil IV (major impacte o prioritat). Aquesta reclassificació proporciona una base estructurada per comparar diferents trams de 1.000 metres, oferint una visió consistent de cada indicador dins del seu rang i adaptada a les especificitats de l'entorn territorial.

Un cop reclassificats els indicadors, els quartils s'han comptabilitzat per cada segment, registrant el nombre de valors classificats en cadascun dels quatre nivells. A partir d'aquest recompte, s'ha aplicat una ponderació que considera tant el nombre de variables en cada categoria com el valor mitjà assignat per un panell d'experts consultat.

S'ha comptat amb la perspectiva i coneixement del territori d'experts en planificació territorial, mobilitat, urbanisme i protecció civil. Jordi Cáceres, geògraf i cap de l'àrea de projectes i competitivitat de la Cambra de Comerç de Tarragona, ha aportat una perspectiva sobre l'impacte econòmic i estratègic. Robert Casadevall, geògraf expert en planificació urbana i territorial, ha contribuït amb el seu coneixement en anàlisi territorial. Joan Carles Francès, geògraf i cap del Servei Territorial de Protecció Civil a Tarragona, ha valorat els aspectes relacionats amb la seguretat i la gestió de riscos. Daniel Miravet Arnau, economista i cap de mobilitat de l'Autoritat Territorial de la

Mobilitat (ATM) del Camp de Tarragona, ha proporcionat criteris sobre mobilitat i transport. Francesc Santacana Portella, arquitecte i cap del Servei Territorial d'Urbanisme a Tarragona de la Generalitat de Catalunya, i Juan Manuel Zaguirre Fernández, arquitecte i cap de l'equip tècnic redactor del Pla d'Ordenació Urbanística Municipal (POUM) de Tarragona, han contribuït amb la seva experiència en planificació urbanística. Laureà Giné Benaiges, biòleg i cap de l'Oficina Territorial d'Avaluació Ambiental del Camp de Tarragona, ha aportat la seva visió sobre les potencials afectacions ambientals. Finalment, Joan Carles Salmerón i Fernández, historiador i investigador de Terminus Centre d'Estudis del Transport, ha aportat una visió històrica i tècnica del desenvolupament del transport ferroviari.

Els experts han proporcionat una ponderació per a cada indicador, ajudant a valorar la rellevància relativa dels impactes segons cada àmbit (ambiental, socioeconòmic, de seguretat, etc.). Aquesta ponderació final ha permès prioritzar segments i alternatives de manera objectiva i coherent amb el coneixement expert, afegint una dimensió qualitativa fonamentada a la classificació quantitativa dels quartils.

$$\text{Prioritat}_{\text{segment}} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{M_i} \sum_{j=1}^{M_i} (T(Q_{ij})) \right) \cdot P_i$$

on:

- **N** és el nombre de categories d'indicadors (per exemple, demografia, riscos, etc.).
- **M** és el nombre de variables dins de la categoria **N**.
- **Q_{ij}** representa el quartil de la variable **j** dins de la categoria **i** per al segment.
- **T(Q_{ij}, prioritat_{ij})** és una transformació per tenir en compte el sentit positiu o negatiu de cada variable. Si la variable **j** de la categoria **i** requereix invertir els quartils (prioritat inversa):

$$T(Q_{ij}, \text{prioritat}_{ij}) = \begin{cases} 5 - Q_{ij}, & \text{si prioritat inversa (p.ex. població)} \\ Q_{ij}, & \text{si prioritat directa (p.ex. biodiversitat)} \end{cases}$$

- **P_i** és el pes total de la categoria **i**, determinat per la importància mitjana atribuïda a la categoria pels experts.

Els resultats de l'anàlisi s'han representat cartogràficament, utilitzant cartografia temàtica per mostrar la distribució territorial dels diferents indicadors, així com agregats per categories i una síntesi global. Els mapes temàtics individuals ofereixen una visió desagregada de les variables per categories, mentre que la síntesi global facilita una visió de conjunt per a la priorització de trams i alternatives.

4. RESULTATS

Els resultats de l'estudi es presenten mitjançant una combinació d'anàlisis qualitatives i cartografia temàtica. S'han elaborat mapes específics per a cadascuna de les variables analitzades, així com mapes combinats que integren les variables ponderades segons el criteri dels experts (veure Annex A). Aquesta aproximació permet visualitzar la distribució territorial dels impactes associats a cada alternativa ferroviària, destacant els trams amb major prioritat d'actuació o més susceptibles de generar impactes rellevants.

Els indicadors analitzats han estat ponderats en funció de les valoracions realitzades per un panell d'experts en diferents àrees temàtiques (territori, riscos, valors ambientals, etc.). Aquesta ponderació ha estat clau per establir la rellevància relativa de cada indicador dins de les seves respectives categories, com ara població, infraestructures, usos del sòl, valors ambientals, riscos, equipaments i patrimoni cultural.

Els experts han assignat puntuacions a cada indicador, en una escala de 0 a 10, sent el 0 la menor valoració i 10 el que atorga més importància per avaluar l'impacte territorial de les alternatives ferroviàries. Les mitjanes per categoria d'indicadors mostren quins aspectes han estat considerats més rellevants, com ara la població afectada o els riscos, i quins presenten un menor pes relatiu dins de l'anàlisi. A la Taula 3 es presenta un resum dels resultats, agrupant els indicadors en funció de les seves categories principals.

Taula 3. Valoració per part del panell d'experts consultats sobre la importància de les categories de variables considerades i anàlisi per rànquings.

Categoria	Valoracions	Rànquings		
	Mitjana	Mitjana	Mediana	Variància
Població	8,6	7.00	8.00	2.50
Infraestructura	6,3	4.00	3.50	8.80
Classificació del sòl	7,5	5.42	5,50	1.24
Usos i activitats	6,3	2.83	2.50	2.07
Valors ambientals	6,8	4.17	4.50	1.47
Riscos	6,6	3.75	3.25	5.57
Equipaments	7,2	5.25	6.00	5.98
Patrimoni cultural	5,5	3.58	2.75	7.64

S'ha realitzat una anàlisi estadística per avaluar el grau de consens entre els 7 experts consultats en relació amb les 8 categories avaluades. Les dades, encara que limitades,

mostren un acord moderat, en ocasions baix-moderat, segons el coeficient de Kendall ($W=0.391$, $p=0.008$), la qual cosa indica que les diferències observades entre les categories són estadísticament significatives. Això suggereix que, malgrat algunes discrepàncies, hi ha una certa consistència en les valoracions principals.

D'altra banda, el test de Friedman ($p=0.8778$) no detecta diferències significatives entre les distribucions dels rànquings per part dels individus. Això vol dir que, segons els rànquings, cap categoria sobresurt de manera clara respecte a les altres.

Categories com "Població", "Classificació del sol" i "Usos i activitats", amb variàncies baixes (2.5, 1.24 i 2.07 respectivament), són exemples d'on hi ha major acord, i les seves mitjanes i medianes es poden considerar indicadors fiables del consens. No obstant, si s'observen els valors de les mitjanes, els valors més baixos també es corresponen amb les variables que semblen tenir un menor consens. Així, s'ha considerat raonable, emprar el valor de la mitjana de les valoracions per ponderar les variables. En qualsevol cas, cal dir que l'AQC s'ha calculat ponderat i sense ponderar i la prioritització global de les alternatives no es veu afectada per aquestes ponderacions.

4.1. Anàlisi comparativa basada en SIG

4.1.1. Població afectada

La població total al buffer i la població vulnerable han estat les variables més valorades pel panell d'experts, amb mitjanes de 8,8 i 8,3 respectivament. Aquestes puntuacions reflecteixen la importància de considerar l'impacte sobre els habitants, especialment aquells més vulnerables, com els menors de 14 anys i els majors de 65 anys, en les decisions sobre traçats ferroviaris (veure Annex A, Mapes 1 i 2). Aquesta categoria destaca com la més rellevant en l'avaluació territorial, reforçant la necessitat de minimitzar les afectacions a les comunitats locals.

A partir de les diferents consultes a experts, s'han introduït noves variables que ajudin a considerar la importància de la potencial "població flotant" en la zona. Dins d'aquesta categoria s'han calculat el nombre d'habitatges residencials, a partir de dades cadastrals (veure Annex A, Mapa 3).

A partir de les dades disponibles introduïdes al model, sembla que algunes parts de les alternatives a l'interior (com les que tenen un traçat pel nord de Reus o prop del polígon de Vila-seca) tenen menys afectació a causa de la seva ubicació en zones industrials o rurals, amb menys habitatges.

En els mapes, es pot observar que la línia la costa (amb la solució del tercer fil) travessa Tarragona i zones costaneres densament poblades, mostrant un predomini de colors taronges i vermells. Això indica que aquesta alternativa afecta significativament més habitatges que les altres. Les zones urbanes al voltant de Tarragona, Torredembarra,

Altafulla i La Canonja semblen les més afectades segons l'indicador, especialment en el cas de l'alternativa per la línia de la costa.

Els mapes de **població i habitatges residencials** poden semblar similars en alguns aspectes, però representen variables diferents. Ambdues variables estan relacionades, ja que on hi ha més habitatges residencials sol haver-hi més població. Un tram pot tenir un alt nombre d'habitatges (vermell en el mapa d'habitatges), però no necessàriament una alta densitat de població si molts habitatges estan desocupats o es tracta de segones residències. En l'alternativa de la línia de la costa, es poden observar zones amb alta afectació d'habitatges (colors vermell), especialment en àrees urbanes com Tarragona i Altafulla. No obstant això, el mapa de població mostra en alguns trams una densitat moderada en algunes d'aquestes zones, indicant que es tracta d'habitatges de segona residència o amb una ocupació més baixa (àrees costaneres). Així, les tres variables aporten informació complementària per a l'AQC.

4.1.2. Infraestructures viàries i ferroviàries

Les variables relacionades amb la xarxa viària i ferroviària (infraestructures) al l'àrea d'influència presenten mitjanes moderades, amb valors que oscil·len entre 5,5 i 7,0. La longitud de la xarxa viària i ferroviària és especialment significativa en contextos on l'accessibilitat i la interconnexió amb altres infraestructures són crucials. Tot i això, el pes d'aquestes variables és inferior al d'altres categories, suggerint que la seva influència és secundària en l'avaluació global. Els experts coincideixen en que s'aprofitin els corredors d'infraestructures, així com fer un planejament que tingui en compte la planificació dels futurs polígons logístics. No obstant, s'han anomenat altres problemàtiques de més difícil ponderació, com que la concentració de infraestructures pugui generar també efectes no desitjats de cara a futurs desenvolupaments.

Totes les alternatives menys la de la línia de la costa semblen tenir trams amb impactes acumulatius significatius. Aquesta línia amb el tercer fil és clarament l'alternativa amb més afectació a la xarxa ferroviària existent, la qual cosa pot indicar menys necessitat d'inversió en noves infraestructures, però un major impacte en zones densament utilitzades. La proposta de la PMI destaca per evitar millor les zones amb alta concentració d'infraestructures, el que podria ser avantatjós des del punt de vista de la distribució territorial, però segurament sigui l'alternativa més costosa econòmicament, caldria confirmar-ho amb l'anàlisi cost-benefici.

4.1.3. Classificació del sòl segons planejament urbanístic vigent

Les variables relacionades amb la classificació del sòl, com les proporcions d'àrees urbanes, urbanitzables i no urbanitzables, tenen puntuacions mitjanes altes (entre 7,3 i

8,3). Això posa de manifest la rellevància de valorar els usos del sòl en termes d'impacte ambiental i socioeconòmic. Particularment, les àrees urbanes tenen una importància destacada, ja que són zones més sensibles a possibles alteracions. Els experts també fan notar que hi ha processos de planejament en fase de desenvolupament i propostes que no es tenen en compte en l'actual anàlisi, però que deurien ser considerats en una pròxima actualització.

L'anàlisi a partir del mapa del **sòl urbà residencial** (MUC) mostra diferències notables entre les alternatives respecte al percentatge d'àrea afectada per cada traçat, destacant especialment algunes zones urbanes i residencials amb major impacte. És de notar que, com seria d'esperar, l'alternativa del *tercer fil* és l'opció amb més impacte, especialment a la costa, on passa per zones densament urbanitzades.

En el cas del **sòl urbà amb activitat econòmica**, el Mapa 9 (Annex A) mostra les afeccions a sectors que, segons el Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), estan qualificades com a zones dedicades principalment a activitats econòmiques, que podrien incloure polígons industrials, zones comercials o àrees logístiques. Segons els experts consultats, els nous traçats s'haurien de planificar tenint en compte els nous desenvolupaments d'aquest tipus d'espais. La línia de la costa destaca per la seva proximitat al sòl amb activitat econòmica consolidada, fet que podria ser avantatjós pel transport de mercaderies, però que genera una alta afectació a aquestes zones. En canvi, les alternatives Ministeri.2 i Ministeri.3 tenen un impacte més reduït en el sòl econòmic ja establert, però per això mateix poden requerir la creació de nous accessos logístics a aquestes zones, fet que s'hauria de tenir en compte a l'hora de decidir la millor alternativa. Tot i que aquesta consideració s'introdueix al model, aquesta és una capa temàtica separada i introduïda al model per suggeriment dels experts consultats. S'hauria d'avaluar la seva importància en un anàlisi més detallat. L'alternativa PMI mostra un impacte potencial en zones d'activitat econòmica a l'interior, reflectint la presència de nodes logístics rellevants a Reus i Vila-seca, especialment si es considera l'àrea d'influència de 500 metres.

En el cas del **sòl urbanitzable** (Mapa 10 de l'Annex A), la comparativa mostra que l'alternativa de la línia de la costa té una afectació limitada, ja que aquesta segueix en gran part el traçat de la línia de la costa existent i ja desenvolupada en la seva major part. La resta d'alternatives del Ministeri tenen un impacte més gran en sòl urbanitzable, ja que afecten zones d'interior amb potencial per al desenvolupament urbà o industrial. Per altra banda, hi ha elements de disseny originals a l'alternativa PMI, on hi ha alguns trams de nova construcció, també entre Roda de Barà i El Vendrell, que eviten noves afectacions a sòl urbanitzable.

Els mapes de **sòl no urbanitzable ordinari, protegit i amb protecció territorial** ens permeten distingir entre diferents tipus de classificació de sòls que, tot i compartir la

característica de ser no urbanitzables, poden tenir implicacions molt diferents en el planejament territorial i en la viabilitat d'infraestructures. Per exemple:

- Sòl no urbanitzable ordinari (Mapa 11): Aquest tipus de sòl, si bé no està destinat a urbanització immediata, podria arribar a ser reclassificat a llarg termini. En el cas de les alternatives, aquelles amb menys afectació de sòl ordinari es podrien interpretar com menys intrusives, però també amb més restriccions al creixement futur. Les àrees properes a Vila-seca i Reus mostren un impacte notable per a algunes alternatives. També hi ha una concentració d'afectacions a trams més propers al litoral en les alternatives que segueixen el traçat del *tercer fil*. Aquesta presenta una afectació significativa a causa del seu pas per zones properes al litoral, on abunden àrees classificades com sòl ordinari. La resta d'alternatives interiors afecten menys les àrees classificades com a “no urbanitzable ordinari”.
- Sòl no urbanitzable protegit (Mapa 12): El sòl amb protecció reglada o de conservació és molt més difícil de modificar. Les alternatives amb menor impacte en aquestes àrees són preferibles des d'un punt de vista ambiental i de compatibilitat amb polítiques de sostenibilitat. Les àrees entre Tarragona i Reus i, especialment, aquelles amb valors ambientals significatius com zones naturals protegides o àrees amb qualificació reglada. L'alternativa PMI afegeix nous trams projectats que afecten especialment als sòls amb aquesta classificació.
- Sòl amb protecció territorial segons el PTP Camp de Tarragona (Mapa 14): Aquest tipus de sòl inclou zones d'especial interès territorial o estratègic, on les restriccions són encara més rigoroses. Les alternatives que afecten menys aquests sòls serien prioritzades en termes de compatibilitat amb el planejament territorial vigent. Les zones amb protecció territorial segons el PTP Camp de Tarragona es troben en sectors estratègics com àrees agrícoles d'alt valor o zones amb funcions ambientals crítiques. les alternatives Ministeri.2, Ministeri.3 i PMI afecten especialment trams al nord-est de Reus.

El context de la reclassificació del sòl (per exemple, en sòls ordinaris) podria influir significativament en la viabilitat d'una alternativa, especialment quan les infraestructures generen barreres físiques que afecten l'accessibilitat o dificulten la connectivitat territorial. Aquesta diferenciació entre tipus de sòls i la seva afecció és una eina essencial per entendre les implicacions de cada alternativa i proposar ajustos segons les necessitats del territori i els objectius de desenvolupament sostenible.

4.1.4. Usos del sòl i activitats

Els usos del sòl dedicats al turisme, així com la proporció d'àrees amb ús agrícola, presenten puntuacions moderades (7,2 i 5,5, respectivament). Els establiments turístics, com càmpings i hotels, són especialment rellevants en zones amb un alt flux de visitants, mentre que les àrees agrícoles reflecteixen la necessitat de preservar zones de productivitat rural. Seguint el criteri dels experts consultats, en l'anàlisi final s'ha distingit el sol amb alta capacitat agrològica, ja que hi ha superfícies considerables de sòls abandonats o en estat de semi-abandonament.

El mapa de **sòl amb alta capacitat agrològica** (Mapa 17) mostra les àrees afectades segons la qualitat dels sòls en termes de productivitat agrícola. Aquest indicador és especialment rellevant, ja que els sòls d'alta capacitat agrològica tenen un valor estratègic per a l'agricultura, la sostenibilitat territorial i la seguretat alimentària d'un territori. Les alternatives interiors tenen afectacions significatives en termes de pèrdua de sòls d'alta qualitat per a l'agricultura. El *tercer fil*, seguint el traçat existent de la línia de la costa, minimitza aquests impactes, destacant com l'opció menys perjudicial per als sòls agrícoles. Aquest mapa subratlla la necessitat d'un estudi específic per valorar l'impacte en els sòls d'alt valor productiu, especialment en alternatives que impliquin la construcció de noves infraestructures en zones agrícoles. En aquest cas, caldria revisar (potser amb treball de camp) les zones agrícoles més sensibles per fer un estudi més detallat.

L'Alternativa PMI és la que mostra una menor afectació, amb poca diferència respecte a les alternatives 1, 2 i 3 del Ministeri, als **establiments turístics (Mapa 18 de l'Annex A)**. Totes aquestes alternatives eviten les zones costaneres, principalment el tram entre Tarragona i el Vendrell, que concentra una gran part dels càmpings i establiments turístics vinculats a l'atractiu de la Costa Daurada. Per contra, la línia existent de la costa, té una afectació més alta, especialment en zones on els establiments turístics són densos.

4.1.5. Riscos

Els riscos d'inundació, incendis i accidents químics han estat ponderats de manera significativa, amb puntuacions que van des de 5,2 fins a 7,8. La superfície amb risc d'inundació i el percentatge afectat són especialment destacables, evidenciant la importància de minimitzar l'exposició del traçat ferroviari a zones de risc natural o tecnològic.

L'anàlisi dels mapes de **risc d'inundació** amb període de retorn de 500 anys indica que totes les alternatives, tant les proposades pel Ministeri com la de la PMI, tenen segments de traçat que travessen zones amb risc d'inundació. Aquestes zones es concentren especialment als passos de rius i barrancs principals com el riu Francolí, el riu Gaià i el

riu Foix, així com altres cursos d'aigua menors que són recurrents en episodis d'inundacions.

A la zona del Vendrell, el risc d'inundació es deu principalment a la presència del torrent del Lluç, riera de la Bisbal i altres barrancs que conflueixen cap a la plana litoral. Aquesta àrea, amb alt risc d'inundació, és un punt crític en projectes d'infraestructura, ja que qualsevol traçat haurà de considerar mesures d'enginyeria específiques, com elevacions o desviaments, per minimitzar l'impacte.

Aquest risc no només afecta els costos econòmics inicials de les obres, sinó que també pot tenir repercussions en el manteniment i operació a llarg termini. Per tant, la informació sobre zones inundables, provinent del Ministeri de Transició Ecològica i el Sistema Nacional de Cartografia de Zones Inundables, és d'obligat compliment en qualsevol projecte d'enginyeria d'aquestes característiques o en l'anàlisi cost-benefici previ al projecte.

En Mapa 25 de l'Annex A sobre exposició de les alternatives al **risc químic**, la línia de la costa presenta un risc químic destacat a la zona propera al port de Tarragona. Aquesta situació és comprensible, ja que el port és una infraestructura essencial per al transport de mercaderies perilloses, especialment productes químics provinents o destinats als polígons industrials de la zona. Això implica que replantejar l'accés ferroviari per evitar completament aquestes zones serà complex i poc viable, ja que es tracten de connexions imprescindibles per al funcionament del sector industrial i logístic. Cal destacar que aquest tram no es considera a les alternatives considerades pel Ministeri de Transports i Mobilitat Sostenible i que probablement comprenen una de les zones més sensibles de la xarxa.

Pel que fa a l'àrea situada a l'est de Reus, les alternatives que passen a prop del complex industrial de La Pobla de Mafumet presenten també un risc químic major pel transit de mercaderies perilloses, associat a la presència d'empreses que gestionen o utilitzen productes perillosos. En aquest cas, alternatives com les proposades interiors del Ministeri i de la PMI han de tenir en compte que els trens amb mercaderies perilloses han de poder accedir a aquestes instal·lacions. Això redueix les opcions per evitar zones de risc químic i reforça la necessitat de mesures específiques de seguretat per al transport ferroviari en aquests trams.

L'anàlisi del **risc d'incendi forestal** en el context de les alternatives ferroviàries és especialment rellevant, ja que es tracta d'un factor de risc present a tot el territori. Els mapes mostren zones de risc distribuïdes al llarg de pràcticament totes les alternatives, especialment en trams que travessen zones forestals més denses. Els experts consultats han destacat una preocupació per l'impacte negatiu del pas dels trens per zones d'alt risc, tant com per l'increment del risc per la pròpia presència de la

infraestructura ferroviària. Per abordar aquesta problemàtica, seria imprescindible desenvolupar o adaptar els plans d'autoprotecció específics per a les zones més sensibles, que incloguin mesures de prevenció, gestió i protocols d'actuació en cas d'incendi, més que no condicionar la prioritització d'alternatives.

4.1.6. Equipaments

Els equipaments públics, de salut, educació i serveis socials al buffer són variables amb puntuacions relativament altes, amb mitjanes entre 6,7 i 7,7. Aquestes variables reflecteixen la necessitat de garantir l'accessibilitat i els serveis bàsics per a les comunitats afectades pel traçat ferroviari, especialment en zones urbanes.

L'anàlisi dels equipaments s'ha desagregat a petició dels experts consultats. El mapa 27 de l'Annex A, sobre **Equipaments d'emergències**, posa de manifest la proximitat d'alguns trams existents a equipaments d'emergència, com ara casernes de bombers, estacions de policia i hospitals d'urgències. Serà recomanable fer un anàlisi més detallat dels possibles impactes en la capacitat de resposta en cas d'accident o emergència en aquests trams, si és que no s'ha contemplat ja el risc per part dels serveis de Protecció Civil i els plans d'autoprotecció actuals.

En quant a l'afecció dels **equipaments socio-sanitaris**, el mapa 28 de l'Annex A, compren els equipaments destinats a la cura i atenció de la població vulnerable, com ara residències de gent gran, centres de dia o serveis socials. Cal destacar la necessitat de considerar les dificultats que podria suposar per aquests equipaments un augment del trànsit ferroviari proper, tant per les molèsties ocasionades (soroll i vibracions) com per la possibilitat de limitar les opcions d'evacuació segura en cas d'emergència. Seria recomanable una revisió de les zones amb afectacions en *color vermell* per implementar mesures específiques que garanteixin l'accessibilitat als serveis d'emergència i protecció per aquestes instal·lacions, així com estudis addicionals sobre l'impacte que aquestes vies podrien tenir en les operacions diàries dels centres. És de notar que l'alternativa de la línia de la costa és amb diferència la més pròxima a aquests tipus d'equipaments.

Els mapes d'**equipaments educatius i esportius** (mapes 29 i 30 de l'Annex A) posen de manifest la proximitat de les alternatives ferroviàries a instal·lacions especialment sensibles tant pel que fa a riscos com a molèsties. La proposta de la línia de la costa presenta un nombre significatiu de trams classificats com a menys prioritaris (*en vermell*), especialment a zones properes a Tarragona, Vila-seca i en alguns trams entre Torredembarra i el Vendrell. Aquesta situació requereix una anàlisi detallada dels possibles impactes en aquests equipaments, on conflueixen grans concentracions de persones, sovint de població vulnerable, en horaris i dies específics. La proximitat a equipaments educatius o esportius pot dificultar la gestió d'emergències, especialment en cas d'accidents ferroviaris que impliquin mercaderies perilloses, focs o altres

incidents. La necessitat d'evacuar ràpidament escoles o instal·lacions esportives podria veure's compromesa per la localització de les vies o la manca d'infraestructures adequades de resposta immediata. Per altra banda, els trens, especialment els de mercaderies, poden generar nivells elevats de soroll i vibracions que afectin negativament les activitats docents o esportives.

La distribució d'altres equipaments públics no classificats en aquestes categories prèvies segueix un patró similar al llarg dels traçats de les diferents alternatives, de manera que no ajuda a distingir-les ni prioritzar unes sobre les altres

4.1.7. Valors ambientals

Aquesta categoria inclou variables relacionades amb la biodiversitat, la connectivitat ecològica i la qualitat paisatgística, amb mitjanes entre 6,5 i 7,3. Els resultats mostren una clara preocupació per protegir els valors naturals del territori, destacant la biodiversitat funcional i singular, així com la connectivitat ecològica. Això reforça la necessitat d'incorporar criteris de sostenibilitat ambiental en la planificació.

L'anàlisi dels espais protegits per la **Xarxa Natura 2000** mostra que la majoria de les alternatives eviten significativament els impactes en aquests espais. Totes les alternatives procuren evitar aquestes zones més sensibles de la Xarxa Natura 2000, i la majoria dels impactes es concentren en zones limítrofes o de baixa extensió. Tot i que el tercer fil a la línia de la costa permet aprofitar la infraestructura existent, la seva proximitat a zones protegides el fa menys adequat des d'un punt de vista ambiental. Les alternatives interiors presenten un millor balanç, tot i que també inclouen trams projectats que requeriran una avaluació ambiental detallada per evitar impactes irreversibles en la Xarxa Natura 2000 i altres espais protegits.

No s'han trobat afeccions als principals connectors ecològics en aquest anàlisi.

Les variables de **biodiversitat singular** i **biodiversitat funcional** (mapes 21 i 22 a l'Annex A) ofereixen perspectives complementàries sobre la qualitat ambiental i els valors ecològics del territori. La línia de la costa té menys afectacions en general per ambdues variables, ja que aprofita traçats existents, evitant l'impacte sobre hàbitats nous. L'ús de les dues variables permet prioritzar traçats que minimitzin tant la pèrdua d'elements singulars com la disrupció en els processos ecològics. Per exemple, en zones d'alta biodiversitat funcional però baixa singularitat, es poden dissenyar mesures de compensació o restauració per reduir l'impacte. En canvi, en zones amb alta biodiversitat singular, la prioritat seria evitar l'afectació directa, ja que la compensació seria molt més difícil o impossible.

L'anàlisi de **qualitat paisatgística**, basat en els valors actuals de les zones afectades per les alternatives, presenta resultats que no permeten distingir clarament entre alternatives, ja que totes mostren trams amb valors alts, baixos i intermedis en termes

de qualitat paisatgística. Aquesta heterogeneïtat en les conclusions pot indicar una manca de precisió en l'avaluació, deguda principalment a la falta de detalls tècnics específics de cada traçat. Seria recomanable aprofundir en aquest anàlisi en etapes futures del projecte mitjançant un estudi de paisatge i anàlisi de conques visuals, una vegada les alternatives a avaluar comptin amb un major detall tècnic del seu recorregut.

4.1.8. Patrimoni cultural

Amb puntuacions més baixes en general (entre 4,6 i 6,0), el patrimoni cultural, incloent monuments i jaciments, presenta una rellevància moderada dins de l'avaluació. Tot i això, es reconeix la importància de preservar els elements culturals i històrics, especialment en zones amb alta densitat de patrimoni mundial. En una futura avaluació multicriteri de les propostes detallades pel Ministeri seria important comptar amb experts sobre conservació del patrimoni.

Els mapes sobre proximitat de les alternatives a elements patrimonials, representen l'àrea total que inclou espais de patrimoni cultural, com jaciments arqueològics, conjunts històrics o paisatges protegits. En el cas de Tarragona, el conjunt arqueològic de la ciutat és un element destacat del Patrimoni Mundial de la UNESCO i queda afectat per l'alternativa de la línia de la costa, especialment pels trams propers al port i al centre històric de la ciutat. Altres zones afectades inclouen àrees amb un elevat valor patrimonial. A part del patrimoni de Tarragona, altres llocs que es poden veure afectats són espais propers a Reus o a l'est de Vilaseca, on hi ha una densitat significativa d'elements patrimonials. El conjunt arqueològic de Tarraco és l'element principal dins del patrimoni mundial, incloent l'amfiteatre, el fòrum i altres estructures d'època romana. Com a mínim, en aquests casos, seria recomanable plantejar protocols de monitoratge específics per garantir la preservació del patrimoni. En data de febrer de 2025 s'ha anunciat que un estudi preliminar de l'Adif descarta afectacions a l'amfiteatre romà -no es disposa d'accés a aquest estudi en el moment de redacció d'aquesta memòria-.

4.2. Priorització de trams i alternatives

A mode de síntesi, el mapa de priorització per trams (Mapa 36 de l'Annex A) presenta una síntesi dels diferents indicadors analitzats, agrupant els trams ferroviaris segons el nivell de dificultat o impacte global que podrien generar. Les categories qualitatives (alta, mitjana-alta, mitjana-baixa, baixa) reflecteixen una combinació ponderada de variables com la proximitat a la població, equipaments sensibles (educatius, sanitaris, esportius), riscos ambientals (incendis, inundacions, químics) i afecció sobre elements patrimonials.

L'anàlisi evidencia que el traçat aprofitant la línia de la costa a través del *tercer fil* és l'alternativa que concentra el major nombre de trams amb més problemàtiques al voltant de Tarragona, Vila-seca i algunes zones prop del Vendrell. Això es justifica per la densitat d'equipaments, població propera i la presència d'infraestructures existents que no es poden evitar fàcilment.

La resta d'alternatives també té trams problemàtics. En el cas de l'alternativa PMI s'incorporen nous enllaços al sud i nord de Reus, així com altres punts sensibles, que es sumen als que presenten les alternatives del Ministeri. En termes globals, l'alternativa PMI presenta una millor distribució del risc i impacte, evitant moltes de les zones més urbanitzades o amb major densitat de problemàtiques. Així i tot, s'han incorporat noves funcions a la xarxa que la resta d'alternatives no inclouen, concretament, un enllaç que permetria derivar trens de mercaderies en direcció a Picamoixons i Valls. En aquest sentit **l'alternativa PMI no seria directament comparable amb les proposades pel Ministeri**. No obstant, l'anàlisi per trams pot permetre avaluar trams concrets d'aquesta alternativa proposada i es podria plantejar fer un estudi més detallat sobre la viabilitat tècnica i econòmica dels trams no contemplats per la resta de propostes.

La taula 4 inclou una síntesi dels valors agregats per a cada alternativa, mostrant els resultats dels buffers de 300 m i 500 m. Els valors més alts indiquen resultats més favorables. De manera que s'ha destacat la valoració i priorització agregada de cada alternativa seguint la classificació cromàtica de vermell, taronja, verd clar i verd fosc, de menys favorable a més favorables.

Les ponderacions establertes pel panell d'experts han estat essencials per assignar rellevància a cada variable i categoria, garantint que els resultats finals reflecteixin tant les dades objectives com la seva interpretació en funció de criteris territorials i socioambientals. Aquest enfocament proporciona una visió integrada per identificar les alternatives més adequades o aquelles que requereixen mesures correctores específiques.

No obstant, cal recordar que el resultat de la priorització de les alternatives coincideix tant si s'utilitzen aquests valors de ponderació com si no ($R^2=0.9998$, en els dos casos). Només es donen diferències en alguns trams concrets.

Taula 4. Resum estadístic de la valoració/priorització ponderada de les alternatives a les àrees d'influència de 300 m. i 500 m.

Alternativa/ buffer	Suma		Mitjana		Mínim		Màxim		Desviació estàndard	
	300 m.	500 m.	300 m.	500 m.	300 m.	500 m.	300 m.	500 m.	300 m.	500 m.
Línia costa (MTMS)	948.7	934.3	18.24	17.97	13.13	12.21	23.43	23.20	2.86	2.78
Ministeri 1 (MTMS)	1460.3	1447.4	20.57	20.39	13.13	13.87	23.43	23.21	1.87	2.06

Ministeri 2 (MTMS)	1634.9	1626.0	20.69	20.58	13.13	13.87	23.43	23.21	1.82	2.05
Ministeri 3 (MTMS)	1643.9	1639.1	20.55	20.49	13.13	13.87	23.43	23.20	1.88	2.02
PMI	1564.3	1550.8	20.58	20.41	15.72	15.17	22.96	23.46	1.42	1.70

L'objectiu de l'anàlisi no és quantificar magnituds absolutes, sinó establir un ordre de prioritats basat en criteris territorials i ambientals, tal com s'ha plantejat en els apartats anteriors. Aquesta metodologia permet identificar les alternatives més adequades i els segments amb majors impactes potencials.

Les dades mostren una clara diferència entre alternatives. Per exemple, **la línia de la costa presenta els valors mitjans i totals més baixos, així com una desviació estàndard elevada**, cosa que indica una major variabilitat en la qualitat dels trams analitzats. **Això el situa com l'opció menys prioritzada**. En canvi, **les alternatives 2 i 3 del Ministeri**, així com la resta d'alternatives per l'interior **presenten valors mitjans més alts i una distribució més homogènia dels resultats, posicionant-les com les alternatives més favorables**.

5. DISCUSSIÓ

5.1. Acotacions de l'aportació del treball

L'anàlisi aquí realitzat permet identificar els trams més problemàtics de cada alternativa (en ocasions trams compartits), apuntant les principals causes i permetent la modificació puntual de les alternatives o la creació de propostes de mitigació. Aquest enfocament permetrà una visió més clara dels punts crítics i els elements que requereixen més atenció en la planificació del projecte. A la cartografia de l'annex es pot trobar de forma detallada totes les afectacions per a cada tram i variable d'anàlisi, les valoracions associades. D'altra banda, cal remarcar que la prioritització obtinguda respon a l'objectiu de minimitzar els impactes territorials i sobre la població, sense considerar altres criteris com la viabilitat econòmica o tècnica. Aquestes requeririen d'un estudi complementari que analitzi els costos-beneficis i les implicacions tècniques de cada alternativa.

L'encàrrec del present estudi estava centrat en l'anàlisi en l'impacte territorial, en base a la distribució de la població, usos del sol i activitats de les alternatives ferroviàries, sense incloure un anàlisi cost-benefici (ACB) complet. Això contrasta amb l'enfocament del Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport (SAIT), que proposa una metodologia integral per avaluar les inversions en infraestructures de transport, incloent-hi la viabilitat econòmica i els beneficis socials globals (Generalitat de Catalunya, 2021). Tot i no utilitzar aquesta metodologia directament, el manual del SAIT proporciona un marc de referència valuós per contextualitzar el nostre estudi i entendre com els criteris territorials poden complementar una avaluació econòmica més completa. En quan les alternatives proposades tinguin una major concreció, serà recomanable aplicar aquesta metodologia. L'avaluació multicriteri, similar a la desenvolupada en aquest estudi, sol acompanyar els estudis informatius en les seves últimes fases. Els models SIG creats en aquest estudi podrien facilitar l'elaboració d'una avaluació actualitzada d'una manera més àgil.

Resulta fonamental remarcar la importància de les variables i conjunts de dades utilitzats en aquest estudi com a base per a futures anàlisis d'impacte territorial i ambiental. Les fonts seleccionades han estat essencials per obtenir resultats precisos i detallats, i es recomana el seu ús en treballs futurs, *sempre que no sorgeixin alternatives més actualitzades o acurades*. Concretament, les dades georeferenciades del Registre Estadístic de Població (REP), proporcionades per l'Idescat, han estat crucials per identificar la distribució demogràfica i les poblacions vulnerables, com menors d'edat i gent gran. També, les dades publicades per la Direcció General del Cadastre, que detallen característiques dels habitatges residencials i el seu emplaçament, ha estat essencial per avaluar l'impacte directe sobre les àrees urbanes i el número de llars. Les dades del *Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC)* han permès analitzar les categories del

sòl (urbà, urbanitzable i no urbanitzable) i les seves qualificacions específiques (residencial, activitat econòmica, protecció ambiental, etc.). Les diferents fonts sobre valors ambientals ofereixen dades detallades que no es troben en altres comunitats autònomes i per tant s'haurien de tindre en compte en estudis d'aquestes característiques.

La interpretació dels resultats d'aquest estudi s'han de fer amb certes precaucions. Caldria centrar el focus en els resultats de les zones de major impacte (*trams vermells*) com prioritats d'anàlisi en les fases posteriors, proposant alternatives o mesures de mitigació concretes. Cal tenir en compte que les prioritzacions qualitatives són aproximacions i necessiten ser confirmades amb estudis detallats. La base de dades generada permet fer llistats dels elements més afectats en cada alternativa proposada (edificis, centres mèdics, escoles, sols agrícoles d'alta productivitat, etc.). També caldria aprofundir en l'anàlisi de trams on l'impacte s'identifica com a intermedi, per assegurar que es redueixin al mínim els possibles conflictes, que ara depenen de la fórmula de combinació de variables i de les ponderacions assignades. Finalment, caldria fer una prioritació estratègica de trams basant-se no només en els impactes locals, sinó també en l'impacte global o acumulat per al sistema ferroviari i logístic del territori.

5.2. Limitacions i recomanacions per a estudis futurs

L'ús exclusiu de dades oficials ja publicades pot limitar l'anàlisi desenvolupat en aquest estudi, ja que no considera futurs projectes encara no aprovats o com les diferents propostes poden influir en el futur planejament territorial. Per exemple, la futura estació intermodal de Vila-seca, prevista per iniciar la construcció el 2026, podria veure's afectada per noves infraestructures que generin barreres físiques o limitin el creixement urbà al seu voltant. També els accessos a la ciutat de Tarragona podrien estrangular els creixements urbanístics futurs necessaris dels barris limítrofs. Així, aquestes implicacions es podrien incorporar en un futur estudi que tingui en compte no només els impactes generats per cada alternativa, sinó també les implicacions per planificacions futures. En aquest sentit cal tenir present que Adif impulsa el servei d'Autopistes Ferroviàries entre Saragossa i Tarragona, amb l'objectiu de potenciar la intermodalitat i millorar l'eficiència en el transport de mercaderies. Aquesta iniciativa inclou la licitació de projectes per a l'adaptació de túnels i passos superiors en aquest trajecte.¹¹ També cal avaluar específicament les implicacions i necessitats del Port de Tarragona, que busca ampliar les seves connexions ferroviàries per millorar l'eficiència i la seguretat,

¹¹ <https://www.adif.es/-/adif-impulsa-el-servicio-de-autopistas-ferroviarias-entre-zaragoza-y-tarragona>

proposant traslladar les maniobres ferroviàries fora de l'àrea urbana i millorant la connexió de la seva xarxa interna amb la d'Adif.¹²

Alguns experts consultats han subratllat la importància d'incloure una anàlisi específica del soroll en futures fases del projecte, atès l'impacte significatiu que aquest pot tenir en el benestar de les poblacions properes a les infraestructures ferroviàries. Tot i que aquest aspecte queda fora del marc del present estudi, es podria considerar l'ús dels Mapes Estratègics de Soroll disponibles per a ciutats com Reus i Tarragona. A Reus, el mapa es va aprovar definitivament el 2021 i està disponible per a consulta pública¹³. Pel que fa a Tarragona, l'aglomeració del Tarragonès, que inclou Tarragona i La Canonja, va desenvolupar el seu propi mapa, aprovat el 2024¹⁴. Aquests mapes proporcionen una representació detallada dels nivells de soroll i les seves fonts principals, i podrien servir per aproximar l'impacte acústic dels traçats ferroviaris en àrees específiques. Integrar aquesta informació en futurs estudis permetria complementar l'anàlisi territorial amb una dimensió acústica, contribuint a una planificació més integral i sostenible.

En el cas de variables com la concentració d'infraestructures, seria útil analitzar amb més profunditat les possibles interaccions entre infraestructures ferroviàries, viàries i industrials en zones crítiques. Aquesta anàlisi podria incloure criteris com la fragmentació del territori, els usos complementaris o conflictius i els impactes acumulatius. Evidentment, la proximitat de la línia de tren a un polígon industrial químic pot comportar riscos però en ocasions aquestes infraestructures s'han de connectar per necessitat.

Tot i que al model s'han inclòs indicadors de biodiversitat, connectivitat ecològica i espais protegits, es podria considerar incorporar altres factors com la qualitat de l'aire, emissions de gasos d'efecte hivernacle o qüestions relacionades amb la infiltració de contaminants a les aigües subterrànies. No obstant, cal remarcar que la literatura sobre el tema destaca que aquestes efectes son significativament superiors en el cas que del transport per carretera.

Aquest estudi no ha fet cap anàlisi temporal dels impactes, diferenciant entre els efectes durant la fase de construcció (soroll, emissions i alteracions temporals del trànsit) i els impactes a llarg termini, un aspecte que no sempre es reflecteix clarament, centrant l'estudi en els impactes a llarg termini, però caldria considerar com afectaran les obres de cada alternativa al normal funcionament de la xarxa de ferrocarrils i al moviment de mercaderies des de i cap al port de Tarragona.

¹² <https://clusterlogistic.org/es/puerto-de-tarragona-busca-mas-conexiones-ferroviarias/>

¹³ <https://www.reus.cat/serveis/mapa-estrategic-del-soroll>

¹⁴ <https://cido.diba.cat/legislacio/17815139/resolucio-acc26732024-de-15-de-juliol-per-la-qual-saprova-el-mapa-estrategic-de-soroll-de-laglomeracio-dambit-supramunicipal-del-tarragones-constituïda-pels-municipis-de-tarragona-i-la-canonja-corresponent-a-la-fase-4-2022-2027-departament-daccio-climatica-alimentacio-i-agenda-rural>

Finalment, es vol destacar com la metodologia proposada és capaç d'integrar noves variables o adaptar-se a altres escenaris futurs. Per exemple, l'actualització de bases de dades o l'ampliació a altres zones d'estudi. D'aquesta manera els models SIG desenvolupats i les dades elaborades poden facilitar pròxims estudis quan les alternatives preferents estiguin dissenyades a una escala de més detall.

6. CONCLUSIONS

Aquest estudi ha tingut com a objectiu principal comparar diverses alternatives per al transport ferroviari de mercaderies a l'àrea de Tarragona, utilitzant dades oficials publicades i cartografia detallada. Les fonts inclouen dades ambientals, territorials, i de planificació urbanística, així com indicadors socioeconòmics proporcionats per administracions i organismes oficials. Els resultats es basen en l'anàlisi SIG i l'aplicació d'una metodologia qualitativa, adaptada per integrar diverses variables territorials i ambientals.

La metodologia ha destacat per la seva capacitat d'integrar variables de diferent naturalesa, ponderades segons un panell d'experts. Aquesta tècnica ha estat valorada positivament pels experts consultats per la seva flexibilitat i robustesa. S'han definit zones d'influència (buffers de 300 i 500 m), identificant segments de traçat de 1.000 m. Aquesta aproximació ha permès una anàlisi detallada i desagregada dels impactes territorials. Tot i això, s'han assenyalat limitacions, com la manca d'integració de dades sobre dissenys futurs no aprovats o l'absència d'una anàlisi específica dels impactes temporals durant les fases de construcció.

A partir de les evidències obtingudes per l'anàlisi realitzada es pot concloure que l'alternativa de la línia de la costa a través del *tercer fil*, malgrat la seva utilitat provisional, presenta els impactes més significatius en àrees sensibles, especialment a Tarragona, Vila-seca i els nuclis urbans del litoral de l'àrea d'estudi. Aquest traçat s'ha identificat com el menys desitjable des del punt de vista ambiental i territorial. Tot i ser considerat una solució provisional, aporta un recurs important a la xarxa ferroviària actual. No obstant això, aquesta provisionalitat hauria de ser tan breu com sigui possible. Resulta fonamental agilitzar tant els estudis previs com la construcció de noves vies específicament dissenyades per al transport de mercaderies. Aquesta necessitat es fa encara més evident tenint en compte les previsions d'un augment significatiu del transport ferroviari de mercaderies, incloent-hi aquelles classificades com a perilloses.

Entre totes les alternatives analitzades, el *tercer fil* a la línia la costa es presenta com la més problemàtica des del punt de vista territorial i ambiental. Això subratlla la necessitat de comptar amb infraestructures alternatives que permetin reubicar progressivament el trànsit de mercaderies cap a vies amb menor impacte. A més, garantir redundàncies dins la xarxa ferroviària és clau per mantenir l'operativitat del sistema durant tasques de manteniment, obres o incidències. Disposar d'opcions per desviar trens i mercaderies, especialment en un escenari d'augment de demanda, assegura una gestió més eficient i resiliència de la xarxa ferroviària a llarg termini. Aquesta perspectiva reforça la urgència de desenvolupar solucions definitives que responguin tant a les necessitats actuals com a les futures del sistema ferroviari.

Les alternatives interiors actualment proposades i analitzades en aquest estudi ofereixen una distribució més equilibrada dels impactes i millors resultats globals. Tot i així, aquestes també inclouen trams problemàtics que requeririen ajustos específics (veure el detall a la cartografia presentada a l'annex de l'estudi). En alguns trams, s'ha trobat que els impactes varien segons si es considera una distància d'influència de 300 o 500 metres. D'aquesta manera, els resultats indiquen que l'optimització del traçat, quan es faci una proposta més detallada, pot reduir impactes sobre poblacions vulnerables, equipaments sensibles (educatius, sanitaris, esportius) i zones d'alt valor patrimonial.

Els experts consultats han assenyalat que l'ús exclusiu de dades existents pot no reflectir les implicacions per a futurs desenvolupaments, com la futura estació intermodal de Vila-seca, modificacions en el planejament urbà (reclassificacions de sol) o nous equipaments i àrees logístiques o industrials. És precís que un estudi futur es pugui focalitzar en la incorporació d'aquests possibles canvis en el planejament o que sigui sensible a les barreres (i oportunitats) que podrien impedir el millor aprofitament del territori per les diferents activitats.

L'absència d'una anàlisi cost-benefici limita l'avaluació econòmica i tècnica de les alternatives. L'estudi d'aquesta pertinència econòmica o tècnica dels traçats plantejats per tercers (Ministeri o PMI) queda fora dels objectius d'aquest treball. En aquest sentit, l'alternativa plantejada per la PMI s'hauria d'estudiar més detalladament, per quan no sembla comparable directament. És previsible que les actuacions requerides per aquesta alternativa impliquen una inversió més elevada, i s'haurien d'avaluar també per la seva viabilitat tècnica, qüestions que van més enllà dels objectius del present treball.

Finalment, es destaca la necessitat d'agilitzar la implementació de projectes d'infraestructura ferroviària al Camp de Tarragona. La manca d'inversions en aquest sector pot afectar negativament els sectors productius i l'economia regional, especialment davant el creixement previst del transport de mercaderies. Aquests projectes són essencials per garantir la competitivitat i sostenibilitat del territori a llarg termini.

REFERÈNCIES

- Corredores ferroviarios europeos de mercancías. Recuperat de <https://corredores.eu/corredores-ferroviarios-europeos-de-mercancias-2> (consulta: 23 d'octubre de 2024).
- Generalitat de Catalunya. (2021). *Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport (SAIT): Manual v2021*. Generalitat de Catalunya. Recuperat de https://territori.gencat.cat/web/.content/home/03_infraestructures_i_mobilitat/SAIT/manual-SAIT-v2021.pdf
- Generalitat de Catalunya, Direcció General de Protecció Civil. (2024a). *Pla especial d'emergències per accidents en el transport de mercaderies perilloses (TRANSCAT)*. Recuperat de https://interior.gencat.cat/web/.content/home/030_arees_dactuacio/proteccio_civil/planificacio_de_proteccio_civil/plans_de_proteccio_civil_de_catalunya/plans_especials/transcat/documents/TRANSCAT.pdf
- Generalitat de Catalunya, Direcció General de Protecció Civil. (2024b). *Pla d'Emergència Exterior del Sector Químic de Catalunya (PLASEQCAT)*. Recuperat de https://interior.gencat.cat/web/.content/home/030_arees_dactuacio/proteccio_civil/plans_de_proteccio_civil/plans_de_proteccio_civil_a_catalunya/02-plans-especials/plaseqcat-plaseqta/document-pla-plaseqcat.pdf
- Generalitat de Catalunya, Direcció General de Protecció Civil. (2024). *Pla d'Emergència Exterior del Sector Químic de Tarragona (PLASEQTA)*. Recuperat de https://interior.gencat.cat/web/.content/home/030_arees_dactuacio/proteccio_civil/plans_de_proteccio_civil/plans_de_proteccio_civil_a_catalunya/02-plans-especials/plaseqcat-plaseqta/document-pla-plaseqta.pdf
- García, P. (1999). El sistema ferroviario. En *Asturias y el ferrocarril* (pp. X-X). Gijón: Museo del Ferrocarril de Asturias.
- Macias, P. (2011). *Via ampla, ment estreta. Crònica de 150 anys d'aïllament ferroviari (1848-1998)*. Barcelona: Terminus.
- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (2024). Estudio informativo de la estación intermodal en el ámbito de Tarragona. Disponible a: <https://www.transportes.gob.es/ferrocarriles/estudios-en-tramite/estudios-y-proyectos-en-tramite/estudio-estacion-intermodal-tarragona>

- Montejano Escamilla, J. A. (2016). *Metropolización del territorio y regiones urbanas intermedias: El caso del ámbito central del Camp de Tarragona 1977/2008* [Tesi doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya]. UPC Commons. Recuperat de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/94292>
- Moreno, J. (1986). *Prehistoria del ferrocarril*. Madrid: Vía Libre.
- Pascual i Domènech, P. (2016). *El ferrocarril a Catalunya (1848-1935). Una història de la seva explotació* (2 volums). Vic: Eumo.
- Reial Decret 412/2001, de 20 d'abril, pel qual es regulen diversos aspectes relacionats amb el transport de mercaderies perilloses per ferrocarril. Publicat al *Boletín Oficial del Estado* el 8 de maig de 2001. Recuperat de <https://www.boe.es/eli/es/rd/2001/04/20/412/con>
- Rentero Corral, L. (2014). La vía de ancho mixto en trayectos principales. *Carril*, 75, 3-30; 76, 35-47. Barcelona: Associació d'Amics del Ferrocarril de Barcelona.
- Salmerón i Bosch, C. (2000). *Del segle XIX al segle XXI. Torna l'era del ferrocarril*. Barcelona: Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya.
- Salmerón i Fernández, J. C. (2020). *Terminales ferroviàries i multimodals. Els ramals industrials i el transport de mercaderies a Catalunya*. Barcelona: Terminus.
- Salmerón i Fernández, J. C. (2021). *Transport multimodal i autopista ferroviària. La nova era de la logística terrestre*. Barcelona: Terminus.
- Salmerón i Fernández, J. C. (2024). *La descarbonització ferroviària. Present i futur de la logística a Catalunya*. Barcelona: Terminus.
- Tribunal de Comptes Europeu (2016). *Transporte de mercancías por ferrocarril en la UE: todavía no avanza por la buena vía*. Luxemburg: Oficina de Publicacions de la Unió Europea.
- Ubach, T. (1984). *El ferrocarril. La xarxa catalana*. Barcelona: Ketres.

ANNEXOS

A.1. Cartografia