



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos.*
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



IDOM

Proyecto de un tranvía entre Valdecilla Norte y el campo de fútbol del Sardinero

Trabajo realizado por:

Carlos Higuera Lorenzo

Dirigido:

Borja Alonso Oreña

Concepción Ortega Ortiz

Titulación:

**Máster Universitario en
Ingeniería de Caminos, Canales y
Puertos**

Santander, septiembre de 2025

TRABAJO FIN DE MÁSTER

RESUMEN

Título: Proyecto de un tranvía entre Valdecilla Norte y el campo de fútbol del Sardinero

Autor: Carlos Higuera Lorenzo

Director: Borja Alonso Oreña, Concepción Ortega Ortiz

Titulación: Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Convocatoria: Septiembre 2025

Palabras clave: Tranvía, movilidad sostenible, integración urbana, transporte público, alternativas

OBJETO Y DEFINICIÓN DEL PROYECTO

El objeto del presente Trabajo Fin de Máster es la redacción del proyecto básico de una línea de tranvía urbano, con el objetivo de mejorar la movilidad sostenible en el entorno urbano mediante una alternativa de transporte público eficiente, accesible y respetuosa con el medio ambiente.

El trabajo aborda el estudio de alternativas de trazado, el diseño geométrico, la superestructura, la electrificación, las instalaciones de señalización y seguridad, así como el análisis del material móvil, la explotación prevista y su integración en el entorno urbano.

Asimismo, se evalúa la viabilidad técnica del sistema propuesto, incluyendo la demanda estimada y los parámetros fundamentales para su implantación.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Las características técnicas del proyecto son:

- Longitud total del trazado: 10.691 metros
- Tipo de vía: Vía doble electrificada de ancho internacional
- Velocidad de proyecto: 50 km/h
- Radio mínimo de curvatura en planta: 30 metros
- Parámetro mínimo de clotoide (A): 268 metros
- Parámetro mínimo del acuerdo parabólico en alzado (Rv): 3.500 metros
- Superestructura: Carriles RI60 y UIC54 sobre vía en losa, con acabados de hormigón impreso o césped según la integración en el entorno urbano

PLAN DE OBRA Y PRESUPUESTO

La duración prevista para la ejecución de todas las tareas definidas en este proyecto es de 24 meses (2 años).

El presupuesto base de licitación (incl. IVA) asciende a la cantidad de 132.712.381,50 €.

ABSTRACT

Title: Project for a tramway between Valdecilla Norte and the Sardinero football stadium

Author: Carlos Higuera Lorenzo

Directors: Borja Alonso Oreña, Concepción Ortega Ortiz

Degree: Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Call: September 2025

Keywords: Tram, sustainable mobility, urban integration, public transport, alternatives

OBJECT AND DEFINITION OF THE PROJECT

The purpose of this Master's Thesis is the drafting of the basic project for a new urban tram line in the city of Santander, with the objective of improving sustainable mobility in the urban environment through an efficient, accessible and environmentally friendly public transport alternative.

The project includes the study of route alternatives, geometric design, superstructure, electrification, signaling and safety systems, as well as the analysis of rolling stock, planned operations, and integration into the urban environment.

It also assesses the technical and economic viability of the proposed system, including the estimated demand and the key parameters for its implementation.

TECHNICAL CHARACTERISTICS

The technical characteristics of the project are:

- Total track length: 10,691 meters
- Track type: Electrified double track of international gauge
- Design speed: 50 km/h
- Minimum curve radius in plan: 30 meters
- Minimum clothoid parameter (A): 268 meters
- Minimum vertical curve parameter (Rv): 3,500 meters
- Superstructure: RI60 and UIC54 rails will be installed on slab track, with printed concrete or grass finishes depending on the urban integration

WORK PLAN AND BUDGET

The estimated duration for the execution of all defined tasks in this project is 24 months (2 years).

The base tender budget (incl. VAT) amounts to €132,712,381.50.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ÁREA DE TRANSPORTES



TIPO	PROYECTO BÁSICO: TRABAJO FIN DE MÁSTER
TÍTULO	PROYECTO DE UN TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
PROVINCIA	CANTABRIA
TÉRMINO MUNICIPAL	SANTANDER
TOMO	I (Y ÚNICO)
DOCUMENTOS	DOCUMENTO Nº1 MEMORIA DOCUMENTO Nº2 PLANOS DOCUMENTO Nº3 PRESUPUESTO
GRUPO	TRANSPORTES - TRANVIA
AUTOR	CARLOS HIGUERA LORENZO 
FECHA SEPTIEMBRE 2025	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN P.B.L. 132.712.381,53€



INDICE



INDICE

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

1. MEMORIA DESCRIPTIVA
2. ANEJOS A LA MEMORIA

DOCUMENTO N°2: PLANOS

DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO



DOCUMENTO N°1: MEMORIA



MEMORIA DESCRIPTIVA



INDICE

1.	INTRODUCCION	4
2.	DESCRIPCION DEL PROYECTO	4
2.1.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	4
2.2.	PLANEAMIENTO URBANÍSTICO.....	5
2.3.	CARTOGRAFÍA.....	5
2.4.	GEOLOGIA Y GEOTECNIA	6
2.5.	SISMOLOGÍA.....	6
2.6.	CLIMATOLOGÍA	6
2.7.	ESTUDIO DE MOVILIDAD	7
2.8.	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	8
2.9.	TRAZADO PROPUESTO.....	9
2.10.	SUPERESTRUCTURA.....	11
2.11.	MATERIAL MÓVIL	11
2.12.	ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN	12
2.13.	INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIÓN	13
2.14.	TALLERES Y COCHERAS	14
2.15.	INTEGRACIÓN URBANA.....	15
2.16.	EXPLOTACIÓN Y OPERACIÓN PREVISTA	15
2.17.	PLAN DE OBRA	17
2.18.	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN.....	17
3.	PRESUPUESTO.....	17
4.	DOCUMENTOS QUE CONSTA EL PROYECTO	18
5.	CONCLUSION Y RESUMEN	19



1. INTRODUCCION

El objetivo de este proyecto básico es la elaboración de una línea de tranvía urbano, concebida como una solución de movilidad sostenible orientada a mejorar el transporte público en entornos urbanos consolidados. El sistema propuesto busca ofrecer una alternativa eficiente, accesible y ambientalmente respetuosa, contribuyendo a la reducción del uso del vehículo privado y de las emisiones asociadas.

El desarrollo del trabajo incluye el análisis de alternativas de trazado, el diseño geométrico del recorrido, la definición de la superestructura de vía, el sistema de electrificación y las instalaciones de señalización y seguridad. Se estudian igualmente las características del material móvil propuesto, el modelo de explotación previsto y su integración paisajística y funcional en el entorno urbano.

Finalmente, se analiza la viabilidad técnica de la infraestructura, mediante la estimación de la demanda potencial y la definición de los parámetros operativos y estructurales necesarios para su implantación futura.

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

2.1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El transporte urbano constituye uno de los pilares fundamentales en la configuración de ciudades sostenibles, accesibles y eficientes. A medida que las urbes experimentan un crecimiento demográfico y una expansión territorial, se hace imprescindible dotarlas de sistemas de movilidad capaces de absorber la demanda, reducir la congestión, minimizar el impacto ambiental y favorecer la cohesión territorial. En este contexto, el proyecto de tranvía entre Valdecilla Norte y el Sardinero se plantea como una respuesta técnica, funcional y sostenible ante las necesidades actuales de movilidad en Santander.

La elección del sistema tranviario responde a un análisis comparativo entre distintas alternativas de transporte urbano, considerando factores como la capacidad de transporte, los costes de implantación y operación, la flexibilidad del trazado, el tiempo de construcción y el impacto ambiental. El tranvía ofrece una solución intermedia entre los autobuses urbanos y el metro, combinando una elevada frecuencia, accesibilidad universal, cero emisiones locales (gracias a su tracción eléctrica), y un efecto positivo sobre la regeneración urbana y la imagen de ciudad.

Este proyecto también se fundamenta en la recuperación de una infraestructura histórica de enorme relevancia en el desarrollo urbano de Santander. La ciudad contó con una de las redes de tranvía más amplias y diversas de España entre 1873 y 1953. Durante esos 80 años de actividad coexistieron sistemas de tracción animal, vapor y eléctrico, gestionados por distintas empresas concesionarias, y con hasta cinco anchos de vía diferentes.



Figura 1. Plano de Santander del año 1910, sobre el que se dibujan todas las líneas que existieron del tranvía



El tranvía de Santander funcionó entre 1875 y 1953, iniciándose con tracción animal entre el centro y El Sardinero, y evolucionando hacia una red electrificada con líneas como el Tranvía Urbano, el de Miranda y el de Pombo. Durante la primera mitad del siglo XX fue el principal medio de transporte urbano, articulando barrios y conectando con núcleos como Astillero. Su declive comenzó en los años 30 debido a la competencia del autobús, la congestión urbana y la falta de inversión, siendo sustituido por trolebuses en los años 50. Aunque desaparecido físicamente, su legado sigue presente en el trazado urbano. La reintroducción del tranvía busca recuperar ese papel estructurante bajo criterios actuales de sostenibilidad y planificación integrada.

2.2. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

El trazado propuesto del tranvía se sitúa en el término municipal de Santander, cuya planificación territorial está regulada por el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de 1997, actualmente vigente tras la anulación judicial del PGOU de 2012. Este documento establece la clasificación del suelo (urbano, urbanizable y no urbanizable), las dotaciones urbanas y los sistemas generales, además de instrumentos como planes parciales, especiales y estudios de detalle.

Durante los últimos años, el PGOU de 1997 ha sido objeto de revisiones significativas, entre ellas el Plan de Ordenación del Litoral (2004), el Plan del Anillo Verde (2008) y el Plan Especial de Protección del Patrimonio Cultural (2016), que han introducido criterios de conservación ambiental, ordenación periférica y protección patrimonial.

En el marco del Plan de Movilidad Sostenible de Santander (2010), se han desarrollado iniciativas para fomentar modos de transporte sostenibles como la bicicleta, la movilidad vertical y la mejora del transporte público. Entre las propuestas estratégicas del plan se incluye la implantación de una red de metro ligero, compatible con el concepto de tranvía planteado en este proyecto.

La clasificación del suelo afecta directamente al trazado del tranvía, ya que atraviesa mayoritariamente suelo urbano consolidado, aunque puede interceptar zonas clasificadas como dotacionales o de uso público general. Se ha tenido en cuenta la compatibilidad con los usos vigentes y la necesidad de coordinar el proyecto con los planes especiales y de protección patrimonial existentes.

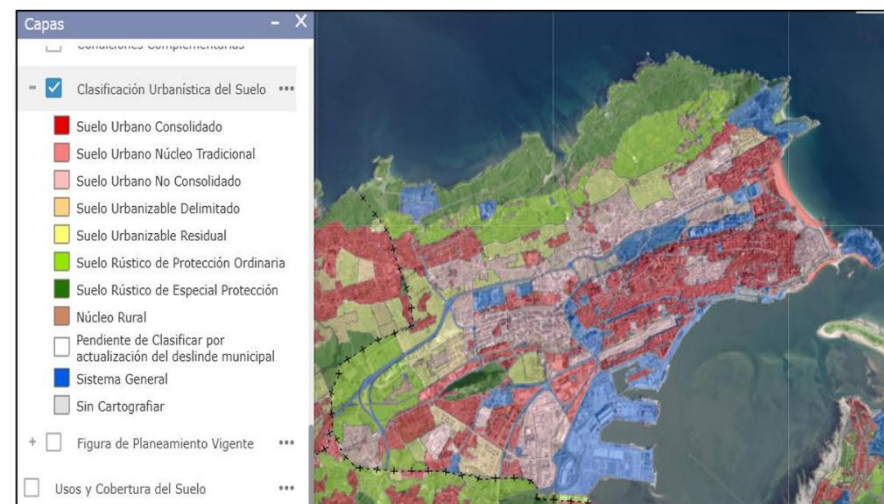


Figura 2. Mapa de usos del suelo, fuente: Mapas Cantabria

2.3. CARTOGRAFÍA

La definición del terreno se establecerá mediante la Base Topográfica 1/5.000 de 2023 en formato DWG, elaboradas por el gobierno de Cantabria. Igualmente, de la misma página web, tomamos la Ortofotografía de Cantabria del año 2024 True-Ortho 0,2 m en formato ECW.



2.4. GEOLOGIA Y GEOTECNIA

Geología

El trazado del tranvía discurre por terrenos situados en el área urbana de Santander, caracterizada por un relieve suave, con zonas de materiales consolidados del Cretácico inferior (areniscas, lutitas y margas) y áreas artificiales ganadas al mar en zonas como la calle Castilla, el Barrio Pesquero o el Paseo Pereda.

Desde el punto de vista estratigráfico, destacan dos sectores: en Peñacastillo predominan areniscas, limolitas y lutitas con intercalaciones de calizas, mientras que en El Sardinero afloran margas y calizas arenosas, indicativas de ambientes marinos someros. La geomorfología superficial está dominada por rocas sedimentarias (calizas, areniscas y margas), típicas de entornos costeros.

En el aspecto hidrogeológico, se identifican materiales tanto permeables (calizas, dolomías, calcarenitas) como impermeables (margas, calizas arcillosas), lo cual sugiere una heterogeneidad en las condiciones de drenaje y presencia de acuíferos locales.

Geotecnia

Desde el punto de vista geotécnico, el trazado atraviesa principalmente dos unidades:

- I1 (materiales recientes): aluviones y rellenos con buena estabilidad superficial, aunque drenaje profundo difícil y asentamientos bajos a medios.
- I2 (materiales calcáreos): calizas masivas o estratificadas con alta estabilidad, elevada capacidad portante y permeabilidad favorable.

En general, el terreno presenta condiciones constructivas aceptables, con posibles restricciones localizadas en zonas de rellenos portuarios. Esta información es esencial para definir soluciones de cimentación y prever posibles tratamientos del terreno.

2.5. SISMOLOGÍA

La normativa aplicable en España en relación con los efectos sísmicos sobre las obras de construcción es la Normativa de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02).

De acuerdo con los criterios de clasificación establecidos en dicha norma, el proyecto se considera dentro del grupo de construcciones de importancia normal. Para este tipo de construcciones, la NCSE-02 establece que no es necesario aplicar la normativa cuando la aceleración sísmica básica, denotada como a_b , sea inferior a 0,04 g (siendo g la aceleración de la gravedad).

Según el mapa de peligrosidad sísmica incluido en la propia normativa, la totalidad del territorio de la Comunidad Autónoma de Cantabria presenta una aceleración sísmica básica inferior a dicho umbral. Por tanto, no resulta necesario considerar acciones sísmicas en el diseño ni en el cálculo estructural de las obras previstas en el ámbito del presente proyecto.

2.6. CLIMATOLOGÍA

El trazado del tranvía se desarrolla en el entorno urbano de Santander, caracterizado por un clima oceánico húmedo (clasificación Köppen Cfb), con temperaturas moderadas y precipitaciones frecuentes a lo largo del año. La información climática procede de la estación meteorológica del Aeropuerto Seve Ballesteros, próxima a la zona de estudio.

- Temperatura media anual: 14,5 °C
 - Mínimas medias: 10,5 °C
 - Máximas medias: 18,5 °C
 - Mes más cálido: agosto (20,3 °C)
 - Mes más frío: enero (9,7 °C)



- Precipitación media anual: 1.129 mm
 - Máximos en otoño e invierno (octubre-diciembre)
 - Mínimos en verano (junio-julio)
 - Promedio de días de lluvia ≥ 1 mm: 124/año
 - Días de tormenta: 15,7/año
 - Días de nieve: escasos (0,9/año), concentrados en invierno
- Humedad relativa media anual: 74 %
 - Estacionalmente estable, con ligeros picos en agosto-septiembre (76 %)

Estas condiciones climáticas suponen un factor relevante en el diseño del sistema tranviario, especialmente en lo relativo a la evacuación de aguas pluviales, el comportamiento de materiales y la planificación de la obra civil y su mantenimiento.

2.7. ESTUDIO DE MOVILIDAD

El estudio de movilidad se basa en el plan estratégico “Santander 2055” y en encuestas recientes de movilidad (2015). Santander presenta un modelo de movilidad desequilibrado, con una fuerte dependencia del vehículo privado (41 %) frente a un uso aún limitado del transporte público (10 %) y la bicicleta (1 %). A pesar de ello, los modos sostenibles (peatonal, TUS y bicicleta) alcanzan un 59 % del reparto modal, lo que revela un potencial favorable para reforzar infraestructuras sostenibles como el tranvía.

La red de transporte urbano (TUS) cuenta con 16 líneas y transportó en 2021 unos 13,8 millones de viajeros. El sistema presenta carencias como la escasez de líneas transversales, la saturación del eje central y una débil integración modal. La red de cercanías ferroviarias (líneas C-1, C-2 y C-3) y la red de autobuses interurbanos permiten una conectividad básica con el área metropolitana, aunque con demanda decreciente.

El análisis del tráfico confirma la saturación de los accesos principales (S-10, Parayas) con una IMD conjunta superior a 170.000 vehículos, así como una elevada presión sobre ejes urbanos como Castilla, Hermida y Jerónimo Sainz de la Maza. El tráfico interno ha experimentado un ligero descenso postpandemia, pero continúa condicionando la calidad urbana y la eficiencia del transporte colectivo.

La red ciclista, aunque en crecimiento (32 km y 15 estaciones de bici pública), presenta un uso todavía marginal. El análisis DAFO identifica debilidades estructurales (infraestructura ciclista insuficiente, mala conexión modal, falta de accesibilidad) y amenazas como la competencia del vehículo privado y la escasa coordinación institucional. Como oportunidades destacan la concienciación creciente en movilidad sostenible, el impulso normativo y las alianzas regionales.

Este diagnóstico refuerza la necesidad de incorporar un modo de transporte estructurante, sostenible, con capacidad intermedia y buena integración urbana como el tranvía, que contribuya a reorganizar el sistema de movilidad metropolitana y urbana de Santander de manera más eficiente y equitativa.

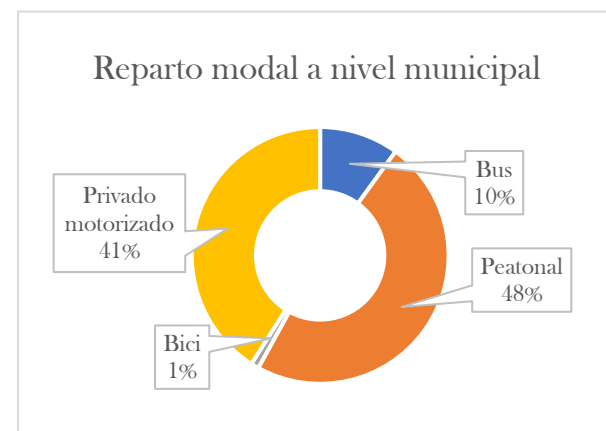


Figura 3. Reparto modal en el municipio de Santander



2.8. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En este apartado se analizan cuatro alternativas de trazado para el tranvía entre Valdecilla Norte y El Sardinero, evaluadas mediante un análisis multicriterio basado en seis factores clave: presupuesto, demanda potencial, trazado, impacto ambiental, integración urbana e integración multimodal. Los pesos de estos criterios fueron asignados según su importancia estratégica para Santander, destacando el presupuesto y la demanda potencial (21 % cada uno).

Las cuatro alternativas se diseñaron considerando nodos clave de movilidad, evitando túneles y priorizando trazados longitudinales con pendientes suaves. Todas parten de unas cocheras proyectadas en Ojaiz y finalizan en los Campos de Sport del Sardinero, con variaciones principalmente en el tramo intermedio:

- Alternativa 1: recorrido por Paseo Pereda – Menéndez Pelayo – Alto Miranda (inspirada en los antiguos tranvías urbanos).
- Alternativa 2: variante litoral por Reina Victoria y Castelar (recoge trazado del tranvía de Gandarillas).
- Alternativa 3: ruta por General Dávila – Monte – Valdenoja.
- Alternativa 4: integra todo General Dávila hasta el Sardinero.



Figura 4. Mapa de la red TUS (abril 2025)

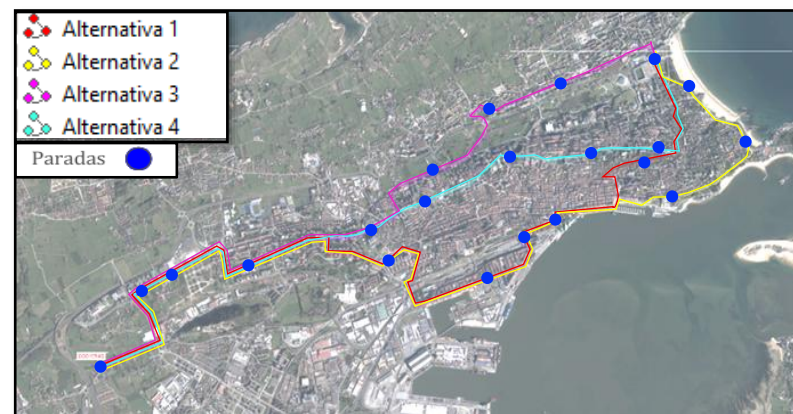


Figura 5. Mapa de las alternativas



El análisis multicriterio arrojó el siguiente resultado ponderado:

Alternativa	Puntuación total	Posición
1	93.0	1ª
2	90.5	2ª
3	89.0	3ª
4	77.8	4ª

INDICADORES Y PESOS							
ALTERNATIVA	PRESUPUESTO	DEMANDA POTENCIAL	TRAZADO	IMPACTO AMBIENTAL	INTEGRACIÓN URBANA	INTEGRACIÓN MULTIMODAL	VALOR TOTAL PONDERADO
PESO	5	5	4	4	3	3	Mínimo: 48 Máximo: 120
1	5.0	2.0	2.0	5.0	5.0	5.0	93.0
2	3.8	3.3	5.0	2.0	3.9	5.0	90.5
3	2.8	4.5	5.0	4.1	3.3	2.0	89.0
4	2.0	5.0	2.0	4.1	2.0	4.1	77.8

Figura 6. Resultados del análisis multicriterio

La alternativa seleccionada es la n°1, por ser la mejor valorada en integración urbana, impacto ambiental, conectividad multimodal y costes de implantación. Ofrece un equilibrio óptimo entre funcionalidad, eficiencia económica y adaptabilidad al entorno urbano de Santander.

2.9. TRAZADO PROPUESTO

Recorrido propuesto

La línea proyectada consiste en la alternativa 1, parte del recinto de cocheras y talleres, situado en las inmediaciones del PCTCAN, y se incorpora a la red viaria a través de un ramal técnico. A partir de ahí, el trazado sigue las siguientes etapas:

PCTCAN - El Alisal - Cazoña - Valdecilla Norte - La Marga - Hermida - Estaciones - Paseo Pereda - Puertochico - Paseo Menéndez Pelayo - Los Pinares - El Sardinero/Mesones

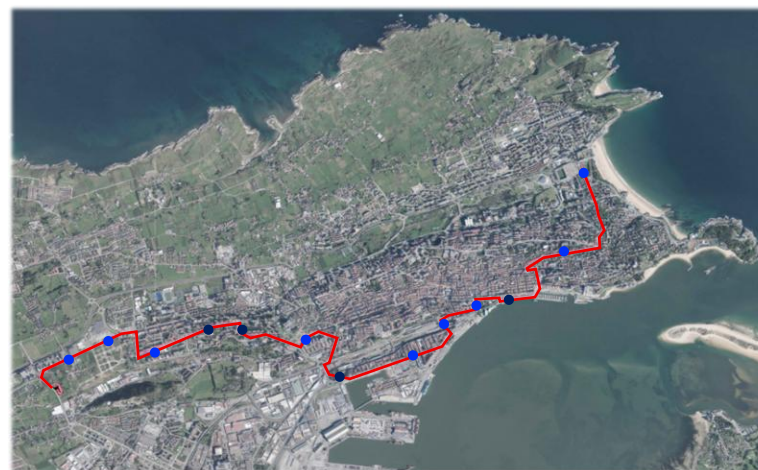


Figura 7. Trazado final proyectado

El recorrido integra 13 paradas, con distancias medias de 845 metros entre ellas, optimizadas para lograr un buen equilibrio entre accesibilidad y rendimiento operativo.



Geometría y características generales del trazado

El trazado proyectado responde a criterios de funcionalidad, inserción urbana y viabilidad técnica. Se trata de un recorrido con una longitud aproximada de 10.7 km en su mayoría en doble vía y desarrollado sobre plataforma reservada, con una velocidad de proyecto de 50 km/h.

Parámetros geométricos básicos

- Ancho de vía: 1435 mm (estándar internacional)
- Caja del vehículo: 2,65 m de ancho
- Velocidad máxima de explotación: 50 km/h (20 km/h en paradas)
- Aceleración transversal no compensada (diseño): 0,65–1,00 m/s²
- Radio mínimo en planta: 30 m (excepcionalmente 25 m en talleres)
- Pendiente máxima longitudinal: 6 % (8 % en tramos excepcionales)
- Altura de andén: 280 mm sobre carril
- Longitud de andenes: 45 m ampliables a 70 m en cabeceras
- Ancho mínimo de andenes: 2,80 m (laterales) y 4,00 m (centrales)

Condicionantes del trazado

El diseño geométrico se ha adaptado a los condicionantes del viario urbano, minimizando las afecciones al tráfico y ajustándose a los radios reducidos en zonas consolidadas. Se ha evitado la superposición de curvas verticales y horizontales, priorizando tramos con rasantes suaves y transiciones progresivas. No se ha previsto la aplicación de peralte, por tratarse de un entorno urbano compartido.

Gálidos e interejes

- Gálido dinámico recto: 3,074 m
- Gálido libre en curva: hasta 3,61 m en radios mínimos
- Intereje típico: 3,50 m (4,00 m con catenaria central)
- Distancia eje vía–andén: 1.40 m

Curvas y transiciones

Se han empleado clotoides como curvas de transición, garantizando un confort dinámico adecuado (aceleración tangencial máxima: 0,4 m/s³). Se han dimensionado en función de la velocidad y el radio de la curva, adoptando longitudes mínimas de 12 m.

Trazado en alzado

El perfil longitudinal respeta las limitaciones operativas del material móvil. Se ha restringido la pendiente máxima en paradas al 2 %, y se ha evitado situarlas en tramos con peralte o radios de curva inferiores a 400 m. En todo caso, las pendientes mayores al 6 % solo se admiten puntualmente y fuera de zonas sensibles.

Diseño de paradas

Las paradas cumplen con todos los criterios de accesibilidad. Están ubicadas preferentemente en tramos rectos y sin pendientes, con andenes elevados a 280 mm. Se ha previsto espacio suficiente para marquesinas y elementos de mobiliario urbano.



2.10. SUPERESTRUCTURA

La superestructura del tranvía proyectado está compuesta por carriles Ri60 sobre losa de hormigón, con diferentes configuraciones según el entorno urbano: vía segregada, vía en calzada compartida y vía ajardinada. La vía será en su mayoría doble, salvo en tramos justificados por la sección urbana.

Elementos principales:

- Carriles Ri60 conforme a la norma UNE-EN 14811, soldados aluminotérmicamente en barras de 18 m. Se utilizarán variantes Ri60R3, R2 y R1 según radios de curvatura.
- Fijaciones elásticas tipo Vossloh u equivalentes, con encapsulado elastomérico en zonas urbanas para reducir vibraciones.
- Losa de hormigón estructural con mortero de nivelación para garantizar la geometría precisa de la vía.
- Aparatos de vía: desvíos simples ($R \geq 50$ m) y bretelles (cruces dobles) en cabeceras y puntos estratégicos como cocheras y tramo medio (Castilla-Hermida), todos con carril Ri60N embebido.

Parámetros de diseño:

- Ancho de vía: 1.435 mm (UIC)
- Carga por eje: hasta 12 toneladas
- Velocidad de diseño: 50 km/h (reducida a 30 km/h en entornos específicos)
- Radio mínimo en planta: 30 m (excepcionalmente 20 m en cocheras)
- Radio vertical mínimo (acuerdos): 1000 m

Tratamientos y aislamiento:

- En tramos sensibles se prevé aislamiento antivibratorio mediante encapsulados de goma y capas fonoabsorbentes bajo la losa.
- El acabado superficial de la plataforma será adaptado al entorno: hormigón, adoquín o césped (natural o artificial), asegurando accesibilidad y fácil mantenimiento.

2.11. MATERIAL MÓVIL

El proyecto contempla la utilización de un tranvía moderno, articulado y bidireccional de piso bajo continuo, diseñado para garantizar una circulación eficiente, segura y accesible en entornos urbanos. El modelo propuesto es similar a unidades en servicio como el CAF Urbos 3, el Alstom Citadis o el Bombardier Flexity, ampliamente contrastados en redes europeas.

Características generales del vehículo:

- Longitud total: 33 m (configuración de 5 módulos)
- Anchura: 2.65 m
- Altura: 3.3 m
- Piso bajo continuo: altura de 350 mm desde el carril
- Capacidad total: 200-220 pasajeros (60-70 sentados)
- Velocidad máxima: 70 km/h (media operativa: 18-24 km/h)
- Tracción: eléctrica 750 V CC mediante catenaria aérea
- Carga por eje: 12 t



- Radio mínimo de curva: 30 m (20 m en maniobras)
- Rampa máxima superable: 6 %

La unidad cuenta con puertas en ambos laterales y permite acoplamiento de hasta 2 trenes, facilitando operaciones en doble composición sin modificar estaciones. Sus prestaciones garantizan accesibilidad universal, alta eficiencia energética y buena adaptabilidad a las condiciones geométricas del trazado urbano.

Para cubrir la operación con frecuencias de 10 minutos se requerirán 8 unidades en servicio, con posibilidad de ampliación en franjas de alta demanda.

2.12. ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

El sistema tranviario proyectado estará alimentado mediante electrificación en corriente continua a 750 V, mediante catenaria aérea tipo Trolley, con hilo de contacto de cobre o aleación, suspendido por ménsulas y postes integrados en el entorno urbano. La catenaria mantendrá una altura de entre 5,5 y 6,0 m sobre el nivel de vía, respetando las condiciones de gálibo urbano.

Subestaciones de tracción

Se instalarán subestaciones eléctricas a lo largo del trazado, encargadas de transformar la corriente alterna a 750 V CC. Su ubicación se definirá en el proyecto constructivo, teniendo en cuenta la eficiencia de alimentación, la accesibilidad y el impacto urbano.

Señalización tranviaria

Se empleará un sistema de señalización luminosa tranviaria vertical, integrado con el sistema semafórico urbano. Las señales incluirán:

- Luz blanca fija/intermitente (avance permitido)
- Señal de parada obligatoria

- Indicadores de detección activa
- Preaviso de cierre de cruce

En cruces con tráfico rodado, se implementará un sistema de prioridad semafórica activa, gestionado desde el centro de control.

Cambios de vía

Los desvíos estarán motorizados y enclavados eléctricamente, con control centralizado y señalización luminosa asociada. Se contempla también accionamiento automático desde el propio vehículo.

Centro de control

El Centro de control monitorizará en tiempo real:

- Ubicación de unidades
- Estado de señales y desvíos
- Incidencias de infraestructura

Permitirá gestionar la operación, emergencias y planes de contingencia.

Compatibilidad y mantenimiento

Todos los sistemas están diseñados para ser compatibles con el material móvil previsto (750 V CC, gálibo dinámico, comunicaciones embarcadas) y permitir un mantenimiento sencillo gracias al uso de:

- Equipos normalizados de alta fiabilidad
- Monitorización remota
- Fácil accesibilidad a subestaciones y postes



2.13. INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIÓN

El sistema de comunicaciones y control del tranvía se articula alrededor de una red integrada que garantiza la seguridad, eficiencia operativa y atención al usuario. Sus componentes principales son:

1. Red de comunicaciones

- Red IP fija: conecta todos los sistemas (señalización, billeteaje, CCTV, Wi-Fi, megafonía, interfonía, etc.) con el Centro de Control mediante infraestructura Ethernet.
- Red Wi-Fi embarcada: permite transmitir información desde los tranvías, incluyendo video en directo (CCTV), mensajes a pantallas, y comunicaciones de voz y datos.

2. Centro de Control

Ubicado en el edificio de cocheras y talleres, operará 24/7 y gestionará:

- Circulación de unidades
- Señalización y semaforización
- Energía y subestaciones
- CCTV, billeteaje y comunicaciones
- Información al pasajero

El centro contará con:

- Sala de operaciones con videowall y estaciones informáticas
- Sala técnica con servidores y equipos de red
- Sala de planificación operativa
- Sistema de desconexión de emergencia

3. Información al pasajero

Sistema integral con paneles en paradas y a bordo, conectado en tiempo real al Centro de Control. Informa sobre:

- Tiempos de llegada
- Próximas paradas
- Incidencias y avisos
- Coordinación con megafonía automatizada

4. Otros sistemas integrados

- Telefonía interna: comunicación entre operadores y puntos técnicos.
- Interfonía: instalada en máquinas de billetes para asistencia directa al usuario.
- Megafonía: gestión centralizada de anuncios, tanto pregrabados como en directo.



2.14. TALLERES Y COCHERAS

El proyecto incluye un recinto técnico que alberga las cocheras, talleres y el centro de control del sistema tranviario, ubicado junto al PCTCAN, en suelo urbanizable conforme al PGOU vigente. Está conectado mediante un ramal independiente para no interferir con el servicio comercial.

Funciones principales del complejo:

- Estacionamiento de unidades fuera de servicio
- Mantenimiento preventivo y correctivo (taller completo)
- Lavado y limpieza de tranvías
- Almacenamiento y logística de piezas
- Oficinas, zonas técnicas y centro de control (CTC)

Capacidad operativa:

- Inicial: 8 tranvías de 32 m (2 en reserva)
- Instalaciones preparadas para ampliación a unidades de hasta 45 m

Distribución funcional por áreas:

Área	Superficie	Función principal
Cochera	1.815 m ²	5 vías cubiertas para 10 unidades
Taller técnico	660 m ²	Foso, torno, pintura, levante
Vía de lavado	400 m ²	Sistema automatizado de limpieza
Oficinas	300 m ²	Administración, vestuarios, salas técnicas
Centro de control (CTC)	200 m ²	Supervisión 24/7 de red, con videowall y 6 puestos
Urbanización exterior	6.839 m ²	Viales internos, cerramiento, accesos

Equipamiento técnico:

- Vía de torno y foso: puente grúa 15 t, plataformas, ventilación forzada
- Vía de pintura y levante: zonas cerradas, elevadores sincronizados
- Centro de control: comunicaciones en tiempo real, videowall, gestión integral
- Dotaciones generales: instalación eléctrica, red de datos, aire comprimido, sistemas contra incendios y maquinaria especializada

El presupuesto estimado (sin IVA) es de 4.943.000 €



2.15. INTEGRACIÓN URBANA

La implantación del tranvía en el tejido urbano consolidado de Santander requiere una adaptación cuidadosa al entorno existente, con el fin de preservar la continuidad funcional, visual y paisajística del espacio público. El trazado, que discurre desde PCTCAN hasta El Sardinero, se organiza en 25 secciones tipo, diseñadas según las características específicas de cada tramo. Estas secciones garantizan la compatibilidad con el tráfico rodado, los itinerarios ciclistas y peatonales, así como la accesibilidad universal.

El diseño contempla distintas configuraciones —vía doble central, lateral o vía única— en función del espacio disponible y las necesidades urbanas. El objetivo principal consiste en lograr una integración eficiente, segura y sostenible del tranvía en la ciudad, minimizando su impacto sobre el entorno e impulsando la funcionalidad y calidad del espacio urbano.

2.16. EXPLOTACIÓN Y OPERACIÓN PREVISTA

El proyecto define las condiciones operativas del sistema tranviario de Santander, incluyendo el diseño de paradas, frecuencias, personal necesario y costes de operación.

1. Paradas y diseño funcional

Se proyectan 13 paradas con andenes de 45 m de longitud, accesibles y adaptadas al entorno urbano. Existen dos tipos: laterales (en calles anchas) y centrales (en tramos con mediana). Cada parada contará con:

- Plataforma a 280 mm sobre el carril
- Marquesinas de 10×3,5 m con cerramiento trasero
- Máquinas de billeteaje con pago múltiple y conectividad con el CTC
- Señalización LED y megafonía en tiempo real
- Pavimento podotáctil, rampas y accesibilidad universal

La distancia media entre paradas es de 845 m (mínima 375 m, máxima 1485 m), optimizando cobertura y rendimiento operativo.

2. Propuesta de operación

- Frecuencia base: 10 minutos (laborables), con ajuste a 6–8 min en horas punta o eventos especiales.
- Horario estándar: de 7:00 a 23:30; extensible hasta 2:00 en festivos.
- Modo de conducción: manual a la vista, circulación por la derecha salvo excepciones.
- Tiempo medio en parada: 20 segundos.
- Tiempo de ciclo completo (ida, vuelta y rebote): 67 minutos.



3. Flota y personal necesario

- Flota en servicio: 7 unidades + 1 de reserva (total: 8 tranvías).
- Maquinistas necesarios: 59 (tras aplicar factor de cobertura y programación).
- Resto de personal:
 - Mantenimiento unidades: 9
 - Mantenimiento instalaciones: 15
 - Centro de control: 10
 - Auxiliares (limpieza, vigilancia, inspección): 20
 - Total personal: 113 personas

4. Costes anuales de operación y mantenimiento

Concepto	Importe (€)
Personal	5.650.000
Energía (0,70 €/km)	693.000
Mantenimiento infra. (1,03 €/km)	1.019.700
Mantenimiento material móvil (1,50 €/km)	1.485.000
Otros costes directos (25 %)	2.211.925
Costes directos	11.059.625
Costes indirectos (15 %)	1.658.944
Costes adicionales (2 %)	221.193
Total anual	12.939.761

5. Propuesta tarifaria

Se propone una tarifa integrada con el sistema TUS, con precios accesibles y abonos bonificados:

Tipo de billete	Precio (€)	Observaciones
Billete sencillo	1,30	Igual que autobús urbano
Billete combinado	1,60	Transbordo TUS-tranvía 60 min
Tarjeta monedero	0,95	Precio por viaje
Bono 10 viajes	8,50	Compatible TUS-tranvía
Abono mensual general	35,00	Viajes ilimitados
Abono joven / 3.ª edad	22,00 / 18,00	Tarifas reducidas
Abono social	≤10,00	Para colectivos vulnerables

6. Reordenación del TUS

Se propone adaptar la red de autobuses a la implantación del tranvía:

- Supresión de líneas duplicadas (ej. líneas 1 y 5 en parte del trazado)
- Creación de lanzaderas desde barrios periféricos
- Nuevos puntos de intercambio en Valdecilla Norte, PCTCAN, Sardinero...
- Coordinación de horarios entre TUS y tranvía

Objetivo: aumentar eficiencia del sistema, reducir emisiones y mejorar la conectividad transversal e intermodal.



2.17. PLAN DE OBRA

El anejo Nº17-Plan de obra, recoge un diagrama de Gantt, de carácter indicativo, con los elementos más importantes del proceso constructivo. Como se puede observar en dicho anejo, se establece un plazo de ejecución de la obra de (24) meses.

2.18. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

Conforme al documento Nº3-PRESUPUESTO, el Presupuesto Base de Licitación asciende a la suma de CIENTO TREINTA Y DOS MILLONES SETECIENTOS DOCE MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS (132.712.381,53 €).

3. PRESUPUESTO

El Documento Nº3-PRESUPUESTO recoge el presupuesto total de la obra.
El Presupuesto de Ejecución Material asciende a la cantidad de 92.167.776,60 €.
Aplicando los porcentajes de Gastos Generales (13 %), Beneficio Industrial (6 %) y aplicando el valor del impuesto sobre el Valor Añadido (IVA 21 %), se obtiene un PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN de 132.712.381,53 €.



4. DOCUMENTOS QUE CONSTA EL PROYECTO

1. DOCUMENTO N°1: MEMORIA Y ANEJOS

- MEMORIA DESCRIPTIVA
- ANEJOS A LA MEMORIA
 - ANEJO N°1 – JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO
 - ANEJO N°2 – PLANEAMIENTO URBANÍSTICO
 - ANEJO N°3 - CARTOGRAFÍA
 - ANEJO N°4 – GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 - ANEJO N°5 - SISMOLOGÍA
 - ANEJO N°6 – CLIMATOLOGÍA
 - ANEJO N°7– ESTUDIO DE MOVILIDAD
 - ANEJO N°8 – ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
 - ANEJO N°9 – TRAZADO PROPUESTO
 - ANEJO N°10 – SUPERESTRUCTURA
 - ANEJO N°11 – MATERIAL MÓVIL
 - ANEJO N°12 –ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN
 - ANEJO N°13 – INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIÓN
 - ANEJO N°14 – TALLERES Y COCHERAS
 - ANEJO N°15 – INTEGRACIÓN URBANA
 - ANEJO N°16 – EXPLOTACIÓN Y OPERACIÓN PREVISTA
 - ANEJO N°17 – PLAN DE OBRA
 - ANEJO N°18 – PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

2. DOCUMENTO N°2: PLANOS

- 1. SITUACION
- 2. CONJUNTO
- 3. PLANTA Y PERFIL
- 4. SECCIONES TIPO
- 5. TALLERES Y COCHERAS

3. DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO

- MEDICIONES
- CUADRO DE PRECIOS N°1
- CUADRO DE PRECIOS N°2
- PRESUPUESTOS PARCIALES
- RESUMEN DEL PRESUPUESTO



5. CONCLUSION Y RESUMEN

En base a los documentos que conforman el presente Proyecto Básico, se definen con el nivel de detalle adecuado las condiciones generales y la viabilidad técnica de la actuación prevista para el “PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO”, conforme a la normativa aplicable.

Firmado, el autor del proyecto:

Carlos Higuera Lorenzo

Santander, a 5 septiembre de 2025



ANEJOS A LA MEMORIA



INDICE

Anejos de datos

ANEJO N°1 – JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

ANEJO N°2 – PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

ANEJO N°3 - CARTOGRAFÍA

ANEJO N°4 – GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ANEJO N°5 - SISMOLOGÍA

ANEJO N°6 – CLIMATOLOGÍA

ANEJO N°7– ESTUDIO DE MOVILIDAD

Anejos de cálculo

ANEJO N°8 – ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ANEJO N°9 – TRAZADO PROPUESTO

ANEJO N°10 - SUPERESTRUCTURA

ANEJO N°11 - MATERIAL MÓVIL

ANEJO N°12 - ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

ANEJO N°13 - INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIÓN

ANEJO N°14 - TALLERES Y COCHERAS

ANEJO N°15 - INTEGRACIÓN URBANA

ANEJO N°16 - EXPLOTACIÓN Y OPERACIÓN PREVISTA

Anejos económico- administrativos

ANEJO N°17 – PLAN DE OBRA

ANEJO N°18 – PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN



ANEJOS DE DATOS

ANEJO N°1 - JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO



INDICE

1.	ORDEN DE ESTUDIO	3
2.	MEDIOS DE TRANSPORTE URBANO	3
2.1.	INTRODUCCION	3
2.2.	EL TRANVIA	4
2.3.	HISTORIA DEL TRANVIA EN EL MUNDO	5
2.4.	HISTORIA DEL TRANVIA EN SANTANDER (1873-1953).....	6



1. ORDEN DE ESTUDIO

El Área de Infraestructuras del Transporte de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria ha asignado a los estudiantes del último curso del Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos el desarrollo de un proyecto para implementar un sistema de tranvía en la ciudad de Santander. El trazado propuesto conectará Valdecilla Norte con el campo de fútbol de El Sardinero.

El proyecto de este trazado tiene como objetivo principal, entre otros, la modernización de las infraestructuras urbanas y la mejora de la eficiencia del transporte público en Santander. Este nuevo sistema de tranvía permitirá aumentar la conectividad y reducir los tiempos de desplazamiento entre Valdecilla Norte y el campo de fútbol de El Sardinero, fomentando una movilidad más sostenible y eficiente para la ciudad.

El desarrollo de Santander, al igual que el de otras ciudades, ha estado profundamente vinculado a la evolución de sus medios de transporte. El sistema tranviario que existió entre 1873 y 1953 jugó un papel importante en este proceso. Con el objetivo de optimizar la calidad de servicio del transporte público existente y promover la sostenibilidad, se ha propuesto traer de vuelta dicho sistema.

2. MEDIOS DE TRANSPORTE URBANO

2.1. INTRODUCCION

El transporte urbano es una de las áreas clave en la planificación de ciudades sostenibles, eficientes y accesibles. A medida que las ciudades crecen, se busca implementar sistemas de transporte que no solo sean rápidos y económicos, sino que también reduzcan la congestión y el impacto ambiental.

En este sentido, es esencial comparar las opciones disponibles, desde soluciones tradicionales como el autobús y el metro, hasta opciones más innovadoras y sostenibles como el tranvía, el metro ligero, el tren-tram y las bicicletas. Cada uno de estos sistemas tiene ventajas y limitaciones que dependen de factores como la capacidad de pasajeros, la velocidad, la infraestructura requerida y el impacto ambiental.

A continuación, se presenta una tabla comparativa que resume las principales características de estos sistemas de transporte urbano. Esta comparación permite obtener una visión clara de las diferencias y similitudes entre ellos, ayudando a determinar qué opción puede ser más adecuada según las necesidades y características de cada ciudad.

Aspecto	Tranvía	Metro Ligero	Tren-Tram	Autobús	Metro	Bicicleta
Velocidad media (km/h)	15-30	25-50	30-70	10-25	30-80	10-25
Capacidad (pasajeros)	100-300	150-400	200-500	50-150	600-1,200	1-2
Frecuencia (minutos)	5-15	5-10	10-30	5-15	2-10	-
Infraestructura requerida	Media	Alta	Alta	Baja	Muy Alta	Baja (carriles)
Costo de implantación (millones €/km)	10-30	15-40	20-50	0.2-2	50-250	0.05-0.5 (carriles y estaciones)
Costo operativo (€/km recorrido)	3-7	4-9	5-10	2-5	7-15	0 (bajo, si es propia)
Flexibilidad de trazado	Baja	Baja	Media	Alta	Nula	Alta
Emisiones contaminantes	Cero*	Cero*	Cero*	Media-alta (diésel o gas)	Cero*	Cero
Impacto en el tráfico	Medio-alto	Bajo	Bajo	Alto	Nulo	Bajo (depende del uso)
Tiempo de construcción	2-5 años	3-7 años	4-10 años	Ninguno	5-15 años	Ninguno (si hubiera carriles)

*cero emisiones, empleando medios eléctricos



2.2. EL TRANVIA

El transporte guiado moderno incluye distintas modalidades que, aunque similares en su funcionamiento, presentan diferencias clave en su infraestructura, operación y nivel de integración con el entorno urbano. Entre ellas destacan el tranvía, el metro ligero y el tren-tram.

▪ Tranvía

El tranvía es un sistema de transporte urbano que circula sobre raíles y puede compartir la calzada con otros vehículos, como automóviles y autobuses. Su principal característica es la convivencia con el tráfico rodado, sin separación física en la mayoría de los casos. Esto lo convierte en una opción flexible para mejorar la movilidad en ciudades sin requerir grandes obras de infraestructura. Sin embargo, al compartir el espacio vial, puede verse afectado por la congestión del tráfico.

▪ Metro ligero

El metro ligero es una evolución del tranvía, diseñado para ofrecer un servicio más rápido y eficiente. A diferencia del tranvía, opera sobre una plataforma reservada exclusivamente para su circulación, lo que permite una mayor fluidez y seguridad. Estas plataformas pueden integrarse estéticamente en el entorno urbano mediante superficies de césped, adoquines o pavimentos especiales en zonas peatonales. Los cruces con el tráfico rodado suelen realizarse a nivel, pero con prioridad semafórica para minimizar interrupciones en el servicio.

▪ Tren-tram

El tren-tram combina las ventajas del tranvía y del ferrocarril interurbano, permitiendo la circulación de un mismo vehículo tanto en calles urbanas como en líneas ferroviarias convencionales. Su diseño le permite adaptarse a distintos sistemas de electrificación y señalización, lo que facilita la conexión entre el centro de las ciudades y las áreas metropolitanas sin necesidad de transbordos. Este modelo, ampliamente desarrollado en ciudades como Karlsruhe (Alemania), es ideal para mejorar la conectividad regional sin requerir infraestructuras ferroviarias adicionales.

Una vez diferenciados los distintos sistemas de transporte guiado, es importante analizar las ventajas y desventajas del tranvía en comparación con otras opciones de movilidad urbana.

Ventajas

- Capacidad y eficiencia: puede transportar más pasajeros que un autobús y ofrece una frecuencia estable.
- Sostenibilidad: funciona con electricidad, reduciendo emisiones contaminantes.
- Comodidad y accesibilidad: su acceso a nivel facilita la entrada y salida de pasajeros.
- Revalorización urbana: impulsa el desarrollo comercial y mejora la imagen de la ciudad.
- Menor ruido y congestión: genera menos ruido y ocupa menos espacio que otros sistemas.

Desventajas

- Infraestructura costosa y rígida: requiere una gran inversión y su trazado no se puede modificar fácilmente.
- Interacción con el tráfico: puede verse afectado por la congestión y generar conflictos en intersecciones.
- Menor flexibilidad: no puede desviarse en caso de accidentes o bloqueos.
- Velocidad y alcance limitados: más lento que el metro y menos efectivo en trayectos largos.
- Impacto durante la construcción: las obras pueden afectar la movilidad y el comercio.

En síntesis, el tranvía es una opción sostenible y eficiente, pero su éxito depende de una planificación adecuada para minimizar sus limitaciones.



2.3. HISTORIA DEL TRANVIA EN EL MUNDO

El tranvía es un medio de transporte urbano que ha desempeñado un papel fundamental en la movilidad de las ciudades desde el siglo XIX. Su evolución ha estado marcada por diversas innovaciones tecnológicas, cambios en las infraestructuras urbanas y fluctuaciones en su popularidad debido a la aparición de otros medios de transporte. En la actualidad, el tranvía ha experimentado un resurgimiento como una alternativa sostenible y eficiente para el transporte público.

Los primeros sistemas de tranvía surgieron a principios del siglo XIX y eran impulsados por caballos. El primer tranvía documentado en el mundo se estableció en Swansea, Gales, en 1807. En América, Nueva York introdujo su primer tranvía de tracción animal en 1832, marcando el inicio de un sistema que se expandiría rápidamente en distintas ciudades. Estos primeros tranvías operaban sobre rieles de hierro, con un ancho de vía de aproximadamente 1435 mm (estándar internacional), lo que permitía una circulación más eficiente en comparación con los carruajes convencionales.

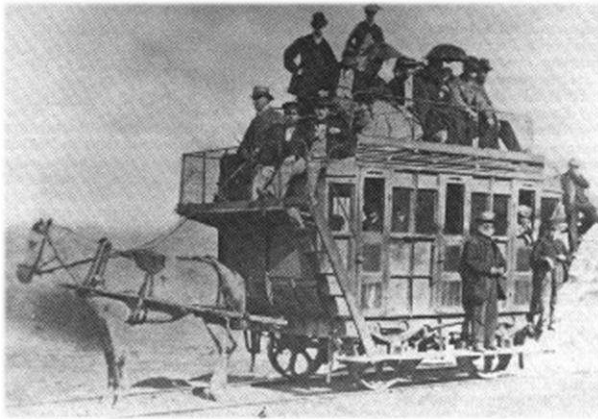


Figura 1.1. Tranvía de Swansea (Gales, Reino Unido) en 1807

La segunda mitad del siglo XIX trajo consigo avances significativos en la tecnología del tranvía. La electrificación representó un cambio radical en la eficiencia y capacidad de estos sistemas. En 1881, Berlín inauguró el primer tranvía eléctrico del mundo, desarrollado por Werner von Siemens, con una capacidad inicial de 18 pasajeros y una velocidad máxima de 20 km/h. Este modelo pronto se expandió a otras ciudades europeas y americanas, reemplazando gradualmente a los sistemas de tracción animal. En 1892, la ciudad de Budapest introdujo el tranvía eléctrico con un voltaje de 550V en corriente continua, lo que se convirtió en estándar para muchos sistemas posteriores.

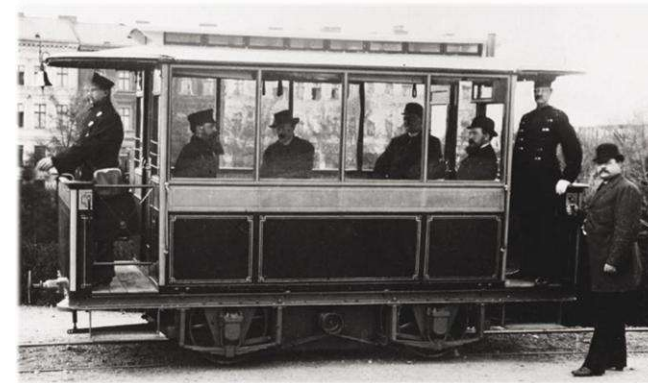


Figura 1.2. Tranvía de Lichterfelde (Berlín, Alemania) en 1882

Durante las primeras décadas del siglo XX, los tranvías se consolidaron como el principal medio de transporte urbano en muchas ciudades del mundo. Su bajo costo operativo y su capacidad de movilizar grandes cantidades de pasajeros, con modelos que podían transportar entre 50 y 150 personas por unidad, contribuyeron a su expansión. Sin embargo, a partir de mediados del siglo XX, el desarrollo del automóvil y la proliferación de los autobuses comenzaron a impactar negativamente en la presencia del tranvía. En 1955, la ciudad de Los Ángeles cerró su sistema de tranvías, eliminando más de 1600 km de líneas, mientras que en Londres, la última línea de tranvías cerró en 1952.



El declive del tranvía continuó hasta finales del siglo XX, cuando las preocupaciones ambientales y la congestión vehicular generaron un renovado interés en este medio de transporte. La reintroducción de sistemas modernos de tranvía en ciudades como Estrasburgo (1994), Barcelona (2004) y Melbourne, que cuenta con una de las redes de tranvía más extensas del mundo con 250 km de vías, evidenció su viabilidad como una solución eficiente y ecológica. Los tranvías actuales están diseñados con tecnología de vanguardia, incluyendo sistemas de propulsión eléctrica sostenible, diseños accesibles y una mayor integración con otros medios de transporte.



Figura 1.3. Ejemplo de tranvía actual (Vitoria, País Vasco)

2.4. HISTORIA DEL TRANVIA EN SANTANDER (1873-1953)

1. Introducción: Santander y su complejo sistema tranviario

Santander contó con una de las redes de tranvías más amplias y diversificadas de España. La coexistencia de distintos tipos de tracción (sangre, vapor y eléctrica), la presencia de hasta cinco anchos de vía diferentes y la gestión por múltiples concesionarias hicieron que su sistema de transporte evolucionara de manera fragmentada y competitiva.

A lo largo de ochenta años, desde su introducción en 1875, el tranvía se consolidó como un elemento clave en el desarrollo urbano y turístico de la ciudad, facilitando la conexión entre el centro y sus barrios en expansión, especialmente el Sardinero, convertido en un destino vacacional de referencia. Sin embargo, con la llegada de nuevas tecnologías y cambios en la planificación urbana, este medio de transporte fue desapareciendo progresivamente hasta su sustitución por trolebuses en 1953. El impacto que tuvo el tranvía sigue visible en la estructura urbana de Santander, en la disposición de sus calles y en la consolidación de sus barrios periféricos

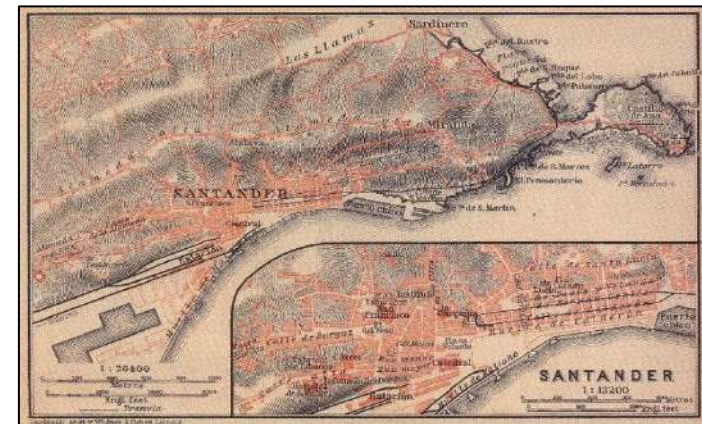


Figura 1.4. Plano de Santander en 1913, con 2 líneas de tranvía (Gandarillas y Pombo)



2. Los primeros tranvías en Santander (1873-1892): de la tracción animal al vapor

La primera concesión tranviaria fue otorgada el 10 de enero de 1873 para un tranvía de tracción animal entre Santander y el Sardinero. Aunque el proyecto sufrió retrasos debido a la Segunda Guerra Carlista, finalmente se inauguró el 24 de junio de 1875. La línea, de 4,6 km, fue promovida por Santos Gandarillas y conocida como el "tranvía de Gandarillas" o "tranvía de la Costa".



Figura 1.5. Tranvía de Gandarillas a su paso por la calle Hernán Cortes

Inicialmente operado con caballos, en 1877 se introdujeron locomotoras de vapor, mejorando la capacidad y eficiencia del servicio. Su recorrido atravesaba calles clave como Hernán Cortés y Juan de la Cosa, hasta llegar a la costa del barrio de San Martín y al Sardinero.

En paralelo, surgió el tranvía Urbano (1883): concesionado a Juan Pablo Gutiérrez Colomer, conectaba Molnedo (Puertochico) con la estación del Norte y Cuatro Caminos, con un ancho de vía de 800 mm y tracción animal. Posteriormente, entre 1887 y 1890, se produjo la expansión hacia el oeste, extendiéndose la línea hasta Peñacastillo, siendo ya en 1890 cuando la sección Cuatro Caminos-Peñacastillo comenzó a operar con tracción a vapor.

En 1892, un nuevo competidor entró en escena: el tren de Pombo, también conocido como el tren del túnel, promovido por César Pombo. Este sistema reducía la distancia al Sardinero, atravesando un túnel en la calle Tetuán. Se inauguró el 24 de junio de 1892 y operaba con un ancho de vía de 1.030 mm y tracción a vapor.

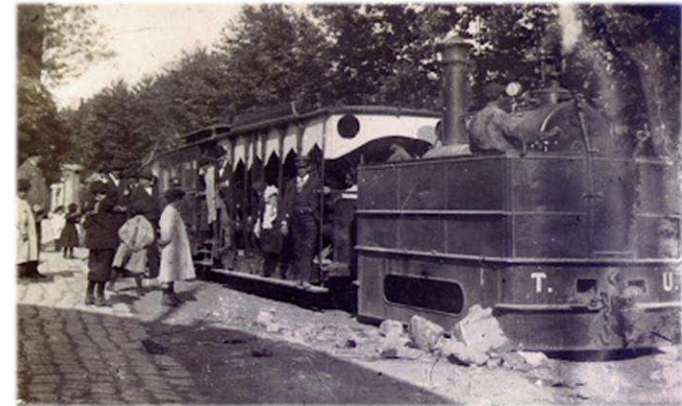


Figura 1.6. Tranvía Urbano de vapor hacia Peñacastillo, por la calle San Fernando (1896-1901)

3. Consolidación y competencia entre empresas (1895-1903)

Durante la última década del siglo XIX, la red tranviaria de Santander se diversificó aún más:

- Tranvía de Miranda (1897): una línea de 1,75 km que conectaba el centro con el alto de Miranda, usando tracción animal.
- Consolidación del tranvía Urbano: en 1891, el tranvía Urbano recibió nuevas concesiones para expandirse, aunque algunos ramales no llegaron a construirse.



La competencia entre líneas, sumada a la inestabilidad económica provocada por la Guerra de Cuba (1898), debilitó a las empresas locales. En este contexto, la belga Société Anonyme des Tramways du Santander et du Sardinero compró en 1898 el tranvía Urbano y el tranvía de Gandarillas, con la intención de modernizarlos y electrificarlos. Sin embargo, la falta de recursos llevó a la venta del tranvía de Gandarillas a la Sociedad El Sardinero en 1902, unificando así los tranvías de vapor al Sardinero bajo una sola empresa.

En 1903, ambas líneas del Sardinero se adaptaron a un mismo ancho de vía de 1.030 mm, permitiendo su integración en un servicio circular.



Figura 1.7. Tranvía de Miranda circulando por Menéndez Pelayo

4. Electrificación y expansión del sistema (1903-1921)

La llegada de la electricidad marcó el siguiente gran hito en la evolución del tranvía santanderino. En 1908, la siderúrgica Sociedad Nueva Montaña asumió el control de las líneas urbanas y comenzó su modernización:

- 16 de julio de 1908: primera línea electrificada entre Puertochico y Peñacastillo.
- 5 de enero de 1909: se inauguró el tranvía eléctrico a Astillero, con un recorrido de 11,8 km.

En 1911, la empresa belga Red Santanderina de Tranvías adquirió toda la red de tranvías urbanos y de largo recorrido. A partir de 1912, inició un proceso de electrificación y reestructuración:

- 21 de julio de 1912: electrificación del tranvía de Gandarillas al Sardinero.
- 6 de marzo de 1917: se clausuró el tranvía del túnel, al no poder adaptarse a la electrificación.
- 27 de junio de 1912: electrificación del tranvía de Miranda, que además amplió su red con tres nuevos ramales en 1912.

Finalmente, en 1921, toda la red quedó bajo el control de la Compañía del Tranvía de Miranda, que pasó a ser la única operadora de los tranvías de Santander



Figura 1.8. Tranvía Urbano en 1912, por el Paseo Pereda



Figura 1.9. Tranvía de Gandarillas atravesando la Avenida Reina Victoria



Figura 1.10. Tranvía Urbano a su paso por Puertochico



Figura 1.11. Tranvía Urbano a su paso por Correos

5. Declive y desaparición del tranvía (1921-1953)

A pesar de su modernización, el tranvía de Santander comenzó a perder relevancia debido a la competencia de los autobuses y al auge del automóvil.

5.1. Crisis del tranvía (1921-1945)

- Congestión urbana: a medida que Santander crecía, el tranvía se convirtió en un obstáculo para el tráfico rodado.
- Competencia del autobús: desde los años 30, los autobuses ofrecían rutas más flexibles y sin la limitación de los raíles.
- Impacto de la Guerra Civil (1936-1939): la crisis económica y la falta de inversión deterioraron la red tranviaria.

5.2. Sustitución por trolebuses y autobuses (1945-1953)

- 16 de febrero de 1950: el Ayuntamiento de Santander decidió municipalizar los transportes urbanos y planificar la sustitución del tranvía por trolebuses.
- 11 de julio de 1951: se eliminaron los tranvías urbanos y fueron reemplazados por trolebuses, los cuales permanecieron hasta 1977 (durante 26 años).
- 3 de marzo de 1953: se aprobó la conversión del tranvía de Astillero en trolebús.
- 15 de noviembre de 1953: circuló el último tranvía de Santander, desapareciendo definitivamente este medio de transporte de la ciudad.



Figura 1.12. Uno de los primeros trolebuses que entraron en servicio en 1951



Figura 1.13. Trolebús Pegaso en el Sardinero, entre 1951-1977

6. Especificaciones del tranvía histórico de Santander

A continuación, se presentan las especificaciones más relevantes de las principales líneas de tranvía que circularon por la ciudad

Líneas de tranvía	Ancho de vía (mm) (*)	Longitud estimada (m)
Tranvía de Gandarillas/de la Costa	1400	4604
Tranvía Urbano	800	5000
Tranvía de Miranda	750	1900
Tranvía de Pombo/del túnel	1030	2460

*El ancho de vía a partir de 1908 paso a ser en todas las líneas 1030 mm.

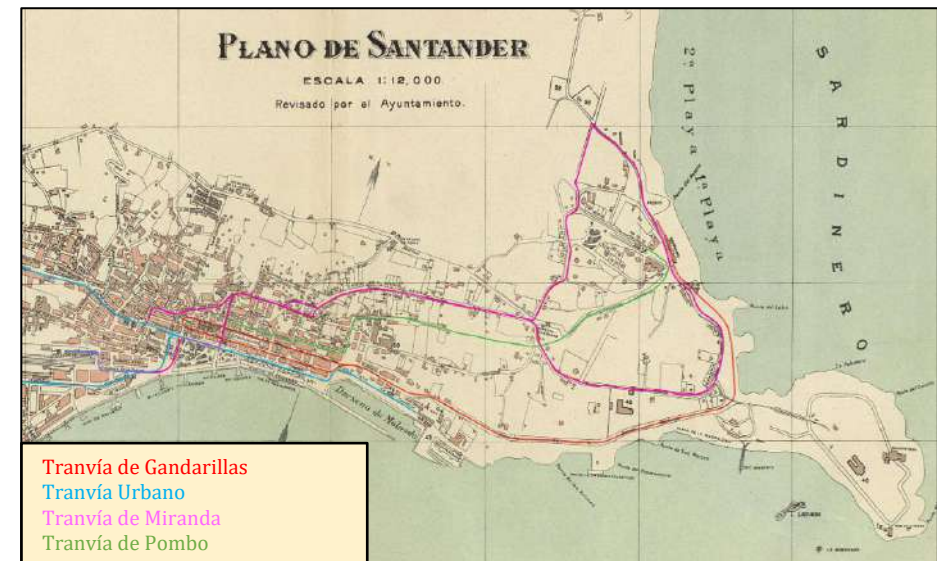
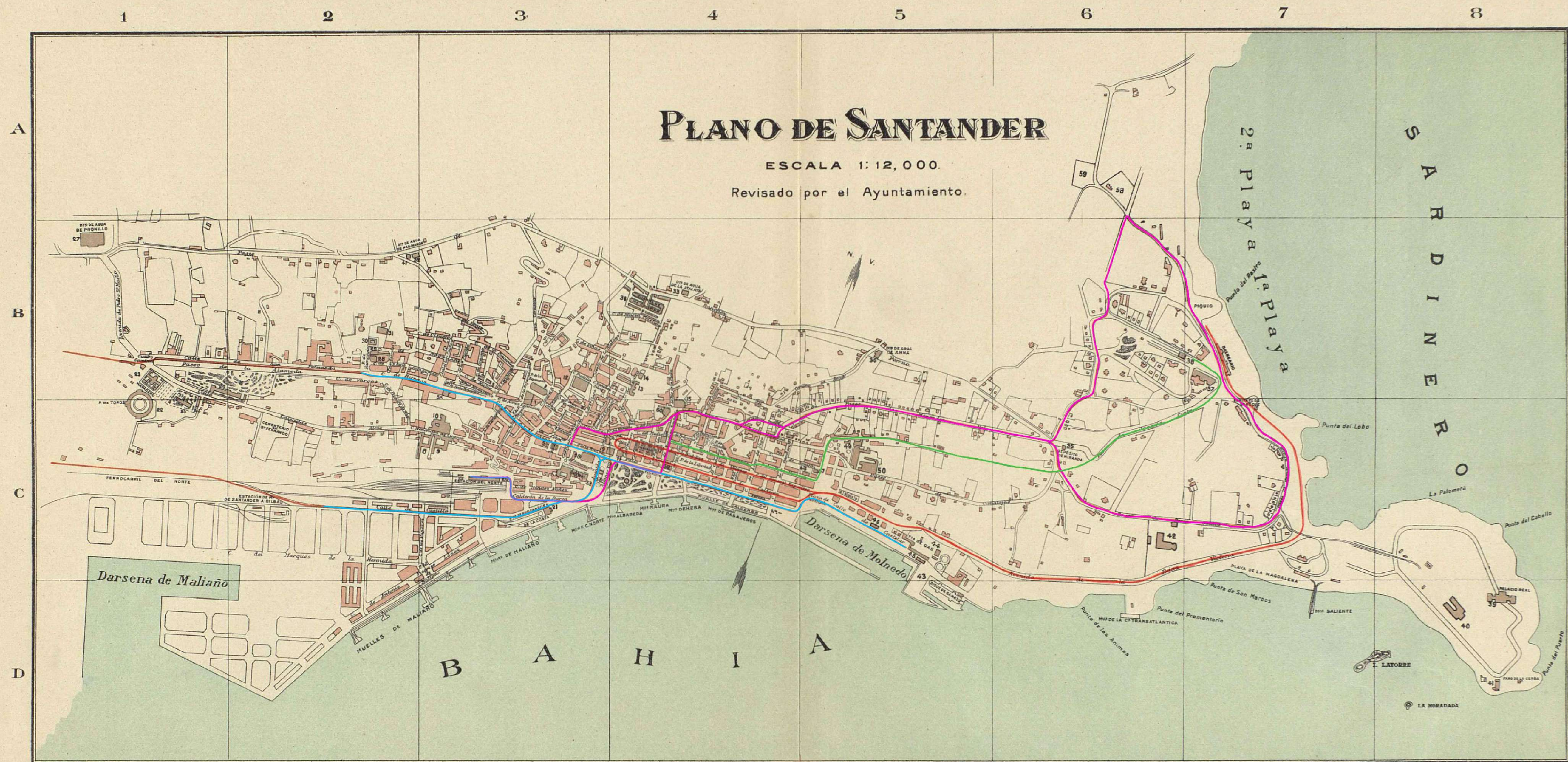


Figura 1.14. Plano de Santander del año 1910, sobre el que se dibujan todas las líneas que existieron del tranvía. El tranvía de Pombo fue el único que no llegó a electrificarse y se mantuvo con tracción a vapor



ALBERTO MARTÍN, Editor - BARCELONA

Leyenda

- Tranvía de Gandarillas
- Tranvía Urbano
- Tranvía de Miranda
- Tranvía de Pombo



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO

TITULO
TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL
CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO

TERMINO MUNICIPAL
SANTANDER
PROVINCIA
CANTABRIA

TITULO DEL PLANO
TRANVÍAS
HISTÓRICOS

AUTOR
CARLOS
HIGUERA LORENZO

Carlos Higuera



ANEJO N°2 – PLANEAMIENTO URBANISTICO



INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	EVOLUCION DEL PLANEMIAMTO URBANISTICO	3
2.1.	PGOU 1997.....	3
2.2.	REVISIONES DEL PGOU 1997	4
2.3.	PGOU 2012.....	4
3.	PLAN DE MOVILIDAD SOSTENIBLE	5
4.	CLASIFICACIÓN DEL SUELO	6



1. INTRODUCCIÓN

El presente apartado analiza la situación urbanística y el planeamiento territorial en la ciudad de Santander, que habrá de tenerse en cuenta de cara a proyectar la alternativa de trazado propuesta en este proyecto. La ciudad se rige actualmente por el Plan General de Ordenación Urbana de Santander de 1997.

2. EVOLUCION DEL PLANEMIAMTO URBANISTICO

2.1. PGOU 1997

El Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Santander de 1997 es el instrumento urbanístico que regula el uso y desarrollo del suelo en dicho municipio. Su objetivo principal es ordenar y planificar el crecimiento urbano, estableciendo normas sobre la clasificación del suelo, la distribución de los usos del suelo (residencial, comercial, industrial, etc.) y la definición de infraestructuras y servicios necesarios para el funcionamiento de la ciudad. Los apartados más relevantes son:

1. Clasificación del suelo

- Suelo no urbanizable: terrenos destinados a la protección, como áreas agrícolas, naturales o de valor paisajístico, donde no se permite la urbanización.
- Suelo urbanizable: áreas donde se prevé el crecimiento futuro de la ciudad, bajo condiciones específicas y con el desarrollo de infraestructuras.
- Suelo urbano: zonas ya urbanizadas, que cuentan con infraestructuras y edificaciones, y donde se regulan los usos permitidos.

2. Estructura territorial

- Sistemas Generales: infraestructuras y servicios clave para el funcionamiento de la ciudad, como vías de comunicación, espacios públicos, equipamientos y servicios urbanos.

- Dotaciones Urbanas: espacios y elementos que proporcionan los servicios y equipamientos esenciales para el bienestar de la población, como parques, colegios y centros de salud.

3. Desarrollo y ejecución

- Planes Parciales: instrumentos de planeamiento que desarrollan áreas específicas de suelo urbanizable, definiendo su uso y la distribución de los espacios.
- Planes Especiales: planes destinados a la regeneración y mejora de áreas urbanas ya existentes, favoreciendo la renovación y conservación del entorno.
- Estudios de detalle: documentos que permiten la definición precisa de alineaciones y rasantes en zonas específicas para completar la ordenación urbana.

4. Protección del patrimonio

- El PGOU establece normativas para la protección del patrimonio cultural y arquitectónico de Santander, asegurando la conservación de edificios y espacios de valor histórico.

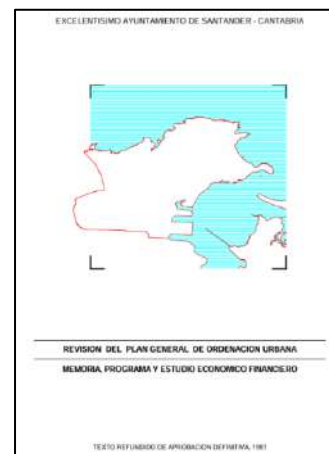


Figura 2.1. Plan General de Ordenación Urbana de Santander de 1997



2.2. REVISIONES DEL PGOU 1997

A lo largo de los años, el PGOU de Santander de 1997 ha sido objeto de varias actualizaciones y revisiones para adaptarse a las necesidades de la ciudad y los cambios en el entorno. A continuación, se detallan algunos de los principales documentos y planes aprobados:

1. Revisión del PGOU de 2002

En 2002, se llevó a cabo una revisión parcial del PGOU de 1997. Esta actualización introdujo diversas modificaciones que permitieron ajustar el plan original a las nuevas realidades urbanísticas y de desarrollo, mejorando la planificación del crecimiento de la ciudad y las infraestructuras.

2. Plan de Ordenación del Litoral (POL) de 2004

En 2004 se aprobó el Plan de Ordenación del Litoral (POL) de Santander, el cual estableció directrices específicas para la gestión y ordenación del uso del suelo en la franja costera de la ciudad. Este plan fue fundamental para la conservación del entorno natural y la protección de los recursos marítimos y costeros.

3. Plan de Actuación del Anillo Verde (PAAV) de 2008

El Plan de Actuación del Anillo Verde (PAAV), aprobado en 2008, se centró en la preservación de los espacios naturales y agrícolas en las zonas periféricas de la ciudad. Este plan promovió la creación de un corredor verde que conecta diversas áreas naturales, mejorando la calidad ambiental y ofreciendo espacios recreativos para los ciudadanos.

4. Revisión del PGOU de 2012

En 2012 se realizó una nueva revisión del PGOU de Santander, que introdujo importantes modificaciones y actualizaciones en la planificación urbana, ajustando los planes de crecimiento y optimizando la gestión del suelo. La revisión también incluyó cambios en la protección ambiental y en las infraestructuras urbanas, garantizando un desarrollo más sostenible y eficiente.

5. Plan Especial de Protección del Patrimonio Cultural (PEPPC) de 2016

En 2016 se aprobó el Plan Especial de Protección del Patrimonio Cultural (PEPPC), cuyo principal objetivo es asegurar la conservación y protección de los bienes culturales y arquitectónicos de Santander. Este plan establece directrices claras para cualquier intervención en el patrimonio histórico de la ciudad, con el fin de preservar su identidad cultural y histórica.

2.3. PGOU 2012

El PGOU de 2012 representó una actualización profunda del modelo urbanístico de Santander, incorporando criterios de sostenibilidad y ordenación territorial más moderna. Se enfocó en:

- La revitalización del centro urbano, promoviendo la rehabilitación de edificios y la mejora del espacio público.
- La ordenación de los barrios periurbanos, equilibrando el crecimiento con la preservación del entorno natural.
- La promoción de la movilidad sostenible, impulsando el transporte público y la movilidad activa.
- Protección del litoral y zonas verdes, estableciendo límites al crecimiento urbano en áreas de alto valor ecológico.

Sin embargo, el PGOU de 2012 terminó siendo anulado judicialmente en 2016 debido a deficiencias en su tramitación y problemas legales en su aprobación. Como consecuencia, Santander tuvo que volver a regirse por el PGOU de 1997.



3. PLAN DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

El Plan de Movilidad Sostenible de Santander (2010) es una iniciativa del Ayuntamiento destinada a promover alternativas de transporte ecológicas y eficientes, con el objetivo de reducir la dependencia del vehículo privado y mejorar la calidad del aire y la salud pública. Este plan abarca diversas estrategias y proyectos que buscan transformar la movilidad urbana en la ciudad, entre las iniciativas para promover la movilidad sostenible se encuentran:

- Carriles bici: se ha creado un servicio de préstamo de bicicletas y se han desarrollado carriles bici, especialmente en El Sardinero, con planes de ampliar la red.
- Movilidad vertical: se han instalado escaleras mecánicas y rampas para facilitar el acceso en zonas con desniveles, como el itinerario entre las avenidas Valdecilla y Cardenal Herrera Oria.
- Transporte público y ferroviario: se están mejorando infraestructuras, como la duplicación de la vía entre Muriedas y Santander, aunque la ampliación en Astillero no es prioridad.
- Proyectos futuros: se planean 96 km de carriles bici y un anillo verde alrededor de la bahía.

Estas acciones buscan transformar la movilidad urbana, fomentando el transporte sostenible y mejorando la accesibilidad en la ciudad.

Dentro del marco del Plan de Movilidad Sostenible de Santander, se evaluó la inclusión de una red de metro ligero como alternativa para mejorar la conectividad y la eficiencia del transporte público en la ciudad. El plano que muestra la propuesta de dicha red se presenta en la figura 2.2.

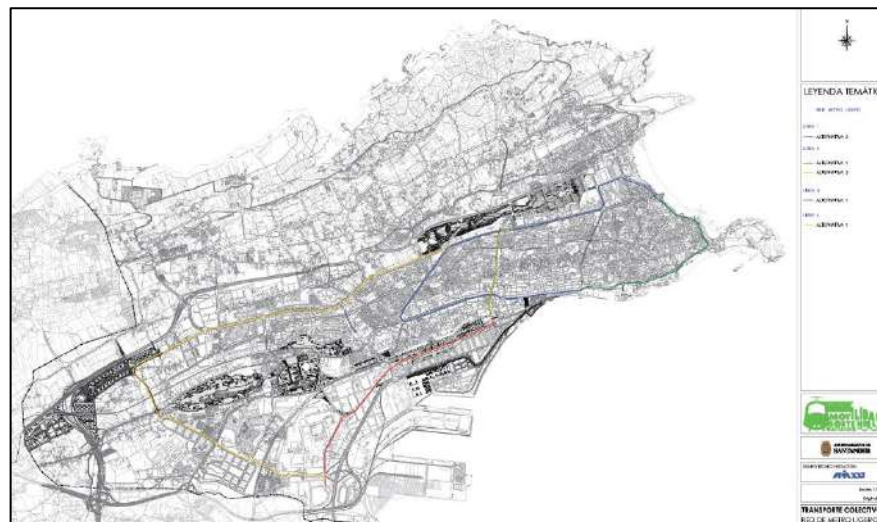


Figura 2.2. Propuesta de red de metro ligero del Plan de Movilidad Sostenible, fuente: *Ayuntamiento. de Santander*



4. CLASIFICACIÓN DEL SUELO

El suelo en el área de estudio de Santander se clasifica conforme al Plan General de Ordenación Urbana de la ciudad de 1997. A partir de este plan, se muestra a continuación un mapa de colores que refleja los distintos tipos de suelo clasificados (figura 2.3).

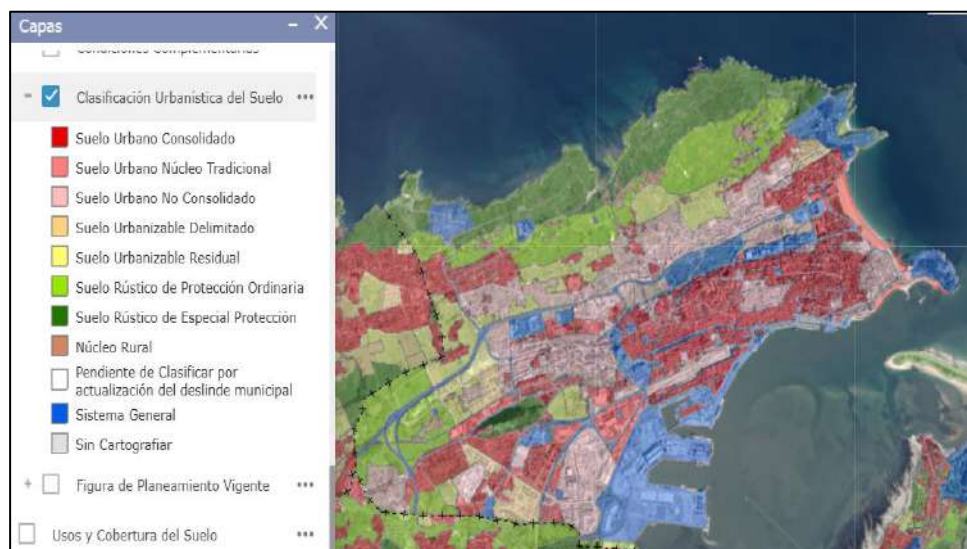


Figura 2.3. Mapa de usos del suelo, fuente: *Mapas Cantabria*



ANEJO N°3 - CARTOGRAFIA



INDICE

1. CARTOGRAFIA.....	3
---------------------	---



1. CARTOGRAFIA

La definición del terreno se establecerá mediante la Base Topográfica de 2023 a escala 1/5.000 en formato dwg, elaboradas por el gobierno de Cantabria y obtenida de <https://mapas.cantabria.es/>. El área de Santander ha sido definida en su totalidad mediante 9 hojas.



Figura 3.1. Conjunto de hojas cartográficas que delimitan el municipio de Santander

Igualmente, de la misma página web, obtenemos las correspondientes ortofotografías de Cantabria del año 2024 True-Ortho 0.2 m, en formato ecw.

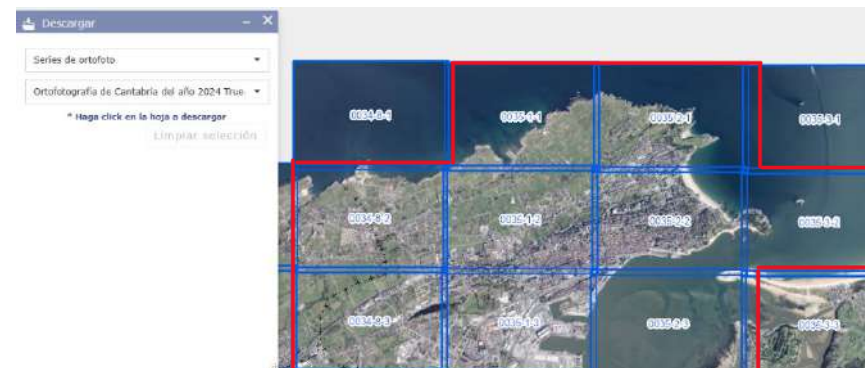


Figura 3.2. Conjunto de ortofotos del año 2024 que conforman el municipio de Santander



ANEJO N°4 - GEOLOGIA Y GEOTECNIA



INDICE

1.	GEOLOGIA.....	3
1.1.	INTRODUCCION.....	3
1.2.	ENCUADRE GEOLOGICO	3
1.3.	ESTRATIGRAFIA.....	5
1.4.	GEOMORFOLOGIA	6
1.5.	HIDROGEOLOGIA.....	6
2.	GEOTECNIA.....	8



1. GEOLOGIA

1.1. INTRODUCCION

El propósito del siguiente anejo es realizar un análisis geológico del área de influencia del proyecto, correspondiente a la ciudad de Santander. Toda la información utilizada ha sido recopilada del Instituto Geológico y Minero de España (IGME).

1.2. ENCUADRE GEOLOGICO

La zona de estudio, la ciudad de Santander, se sitúa en la franja costera, en el norte de la comunidad autónoma de Cantabria. Esta área se caracteriza por un relieve suave con formaciones alomadas.

El Mapa Geológico de Cantabria a escala 1:100.000 del IGME <https://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/mapa.aspx?parent=%27../geologica/geologiaregional.aspx%27&Id=8&language=es>, indica que la zona de estudio se caracteriza por la presencia de areniscas, lutitas y margas, materiales procedente del Cretácico inferior, concretamente de todo el periodo Albiense.

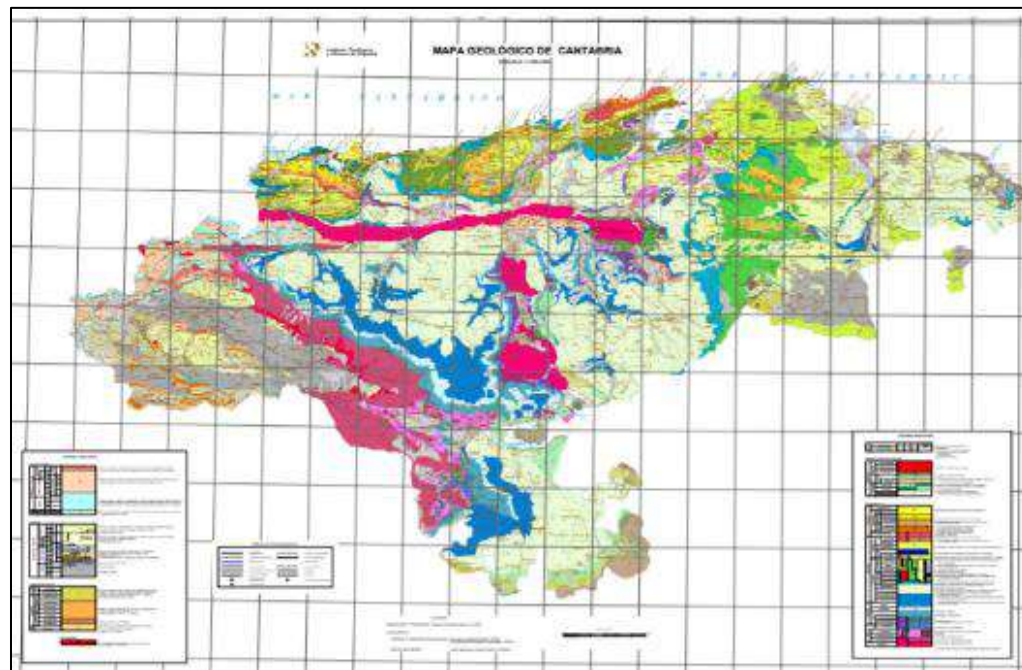


Figura 4.1. Mapa Geológico de Cantabria a escala 1:100.000



Entrando en más detalle, en el enlace de la web IGME:
<http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/cantabria25.aspx>, se encuentra el Mapa Geológico de Cantabria a escala 1:25.000. El proyecto se encuadra dentro de la hoja 35-I “Santander”, ver figura 4.2.

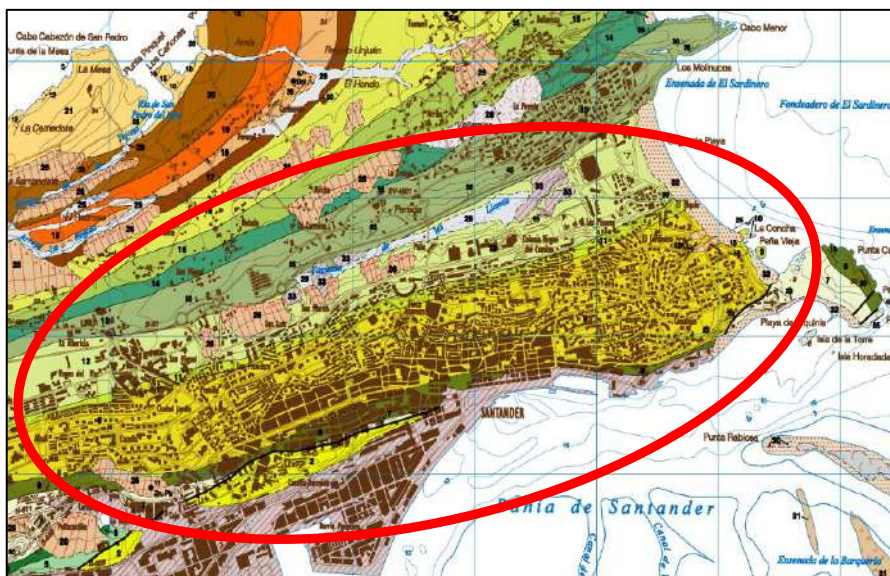


Figura 4.2. Hoja 35-I del Mapa Geológico de Cantabria a escala 1:25.000

Observar que la zona de la calle Castilla y Hermida, el Barrio Pesquero, el Puerto y Paseo Pereda serían terrenos ganados al mar, rellenos y áreas remodeladas por el ser humano.

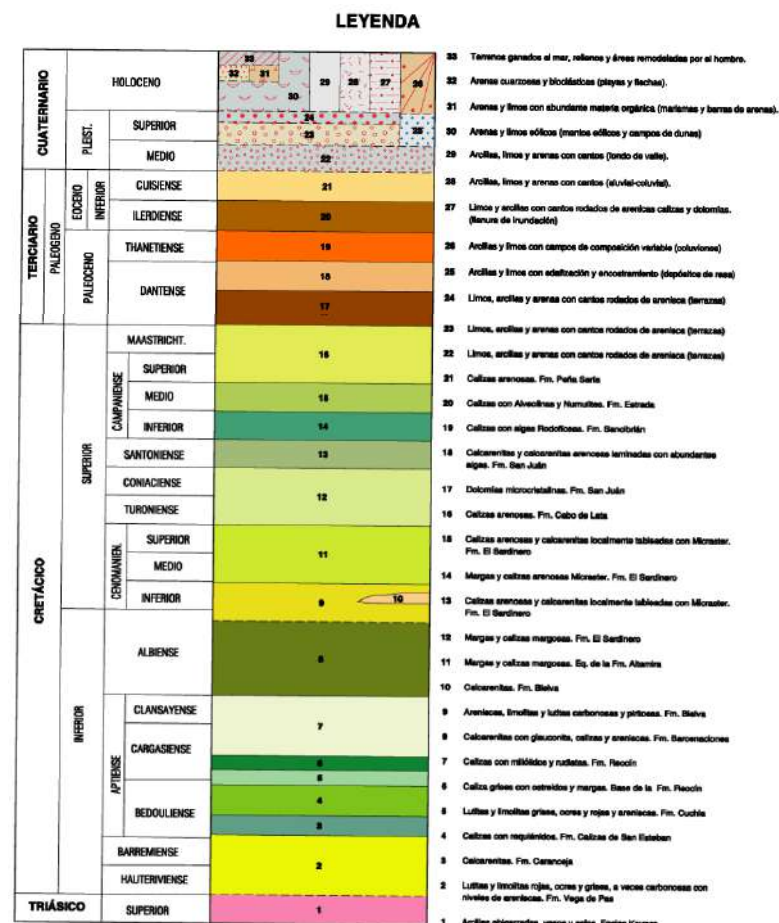


Figura 4.3. Leyenda de la hoja 35-I del Mapa Geológico de Cantabria a escala 1:25.000



1.3. ESTRATIGRAFIA

La hoja 35-I del Mapa Geológico de Cantabria, elaborada a escala 1:25.000, proporciona información detallada sobre la composición geológica de la región a través de la representación de cuatro columnas estratigráficas ubicadas en distintos puntos del mapa. De estas, las más relevantes para el presente estudio, debido a su proximidad a la zona de análisis, son las correspondientes a los sectores de “Peñacastillo” y “El Sardinero”.

La columna estratigráfica de la zona de “Peñacastillo” muestra, en sus primeras capas, una variedad de materiales sedimentarios de origen diverso. Entre ellos, se pueden identificar areniscas, limolitas y lutitas, que corresponden a depósitos de origen continental o transicional. Además, se encuentran intercalaciones de calcarenitas y calizas, lo que indica posibles episodios de sedimentación en ambientes marinos someros.

Por otro lado, la columna estratigráfica correspondiente a la zona de “El Sardinero” presenta características geológicas diferenciadas. En su superficie afloran principalmente margas y calizas arenosas, lo que sugiere un ambiente de sedimentación con mayor influencia marina, posiblemente relacionado con periodos de mayor estabilidad tectónica y condiciones de depósito favorables para la formación de estos materiales.

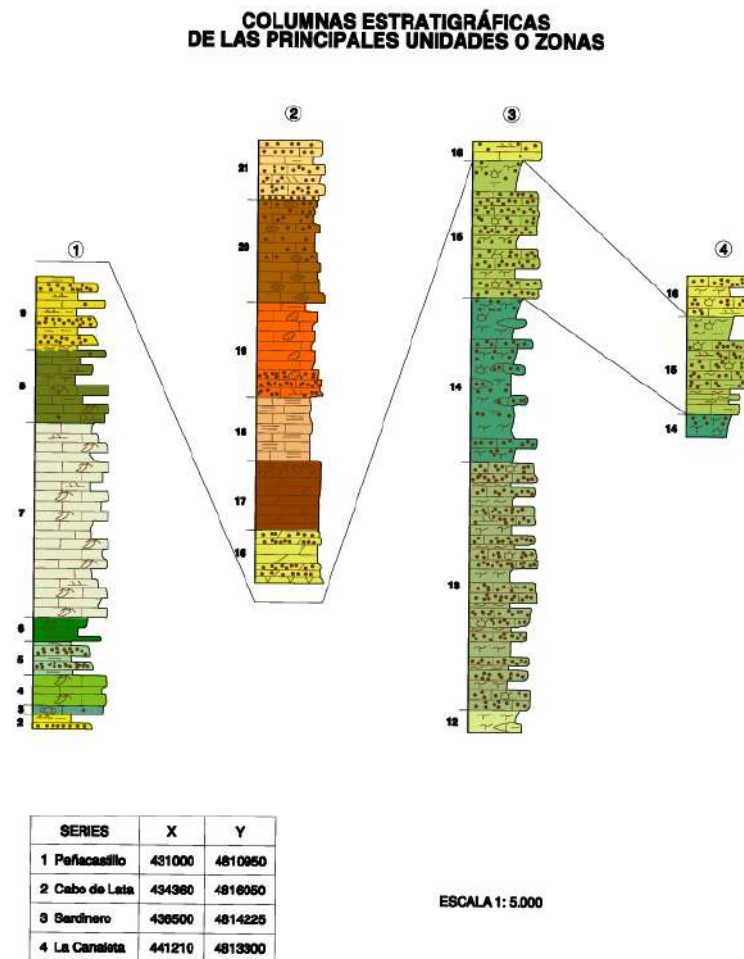


Figura 4.4. Columnas estratigráficas de la zona de estudio



1.4. GEOMORFOLOGIA

La hoja 35-I del Mapa Geomorfológico de Cantabria a escala 1:25.000 indica que, en la ciudad de Santander, en las capas superficiales se hallan principalmente rocas sedimentarias del tipo areniscas, calizas y margas.

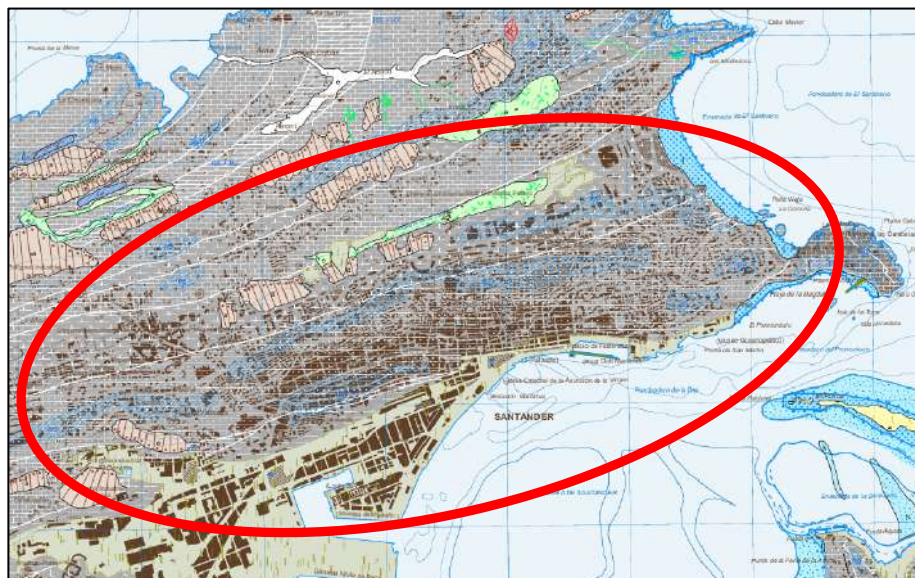


Figura 4.5. Hoja 35-I del Mapa Geomorfológico de Cantabria a escala 1:25.000

LITOLOGÍA			
Rocas Sedimentarias			
	Areniscas		Dolomías
	Lutitas, limolitas, argilitas		Margas
	Calizas y caliches		Sales

Figura 4.6. Leyenda de la hoja 35-I del Mapa Geomorfológico de Cantabria a escala 1:25.000

1.5. HIDROGEOLOGIA

La hoja 4 del Mapa Hidrogeológico de España a escala 1:200.000 proporcionará la información sobre la permeabilidad de las formaciones presentes en el tramo de análisis, resumida en la siguiente tabla:

	MATERIAL	EDAD
PERMEABLES	Calizas, calcarenitas y dolomías	Apteniense
	Calizas, dolomías y calcarenitas	Cretácico Superior
IMPERMEABLES	Margas, calizas y dolomías arcillosas	Albiense-Campaniense



Figura 4.7. Hoja 4 del Mapa Hidrogeológico de España a escala 1:200.000

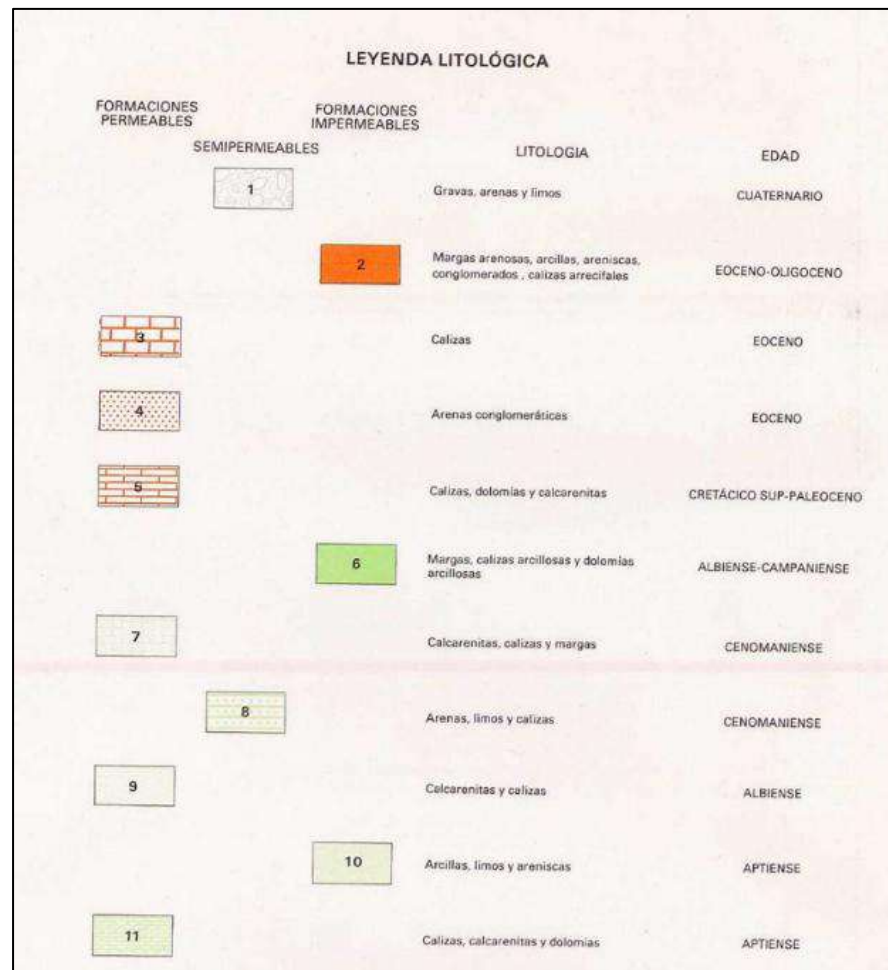


Figura 4.8. Leyenda hoja 4 del Mapa Hidrogeológico de España a escala 1:200.000



2. GEOTECNIA

El Mapa Geotécnico General a escala 1:200.000 hoja 4 del IGME, recoge la zona de estudio del proyecto, la cual se divide en dos áreas:

I1: materiales recientes de distinta naturaleza

- Aluviones y rellenos fluviales:
 - Relieve llano, estabilidad alta excepto en marismas.
 - Permeabilidad alta, el drenaje superficial será fácil, y el profundo difícil.
 - Cargas unitarias medias y bajas.
 - Asentamientos bajos y rápidos.
- Coluviones y aluviones:
 - Relieve llano o con ligera pendiente.
 - Permeabilidad media a baja y drenaje medio a difícil.
 - Cargas unitarias bajas, con asentamientos medios a largo plazo.

I2: materiales calcáreos

- Calizas masivas:
 - Duras y compactas, con algún punto de Karst con relleno arcilloso. Suelo escaso.
 - Relieve acusado. Alta estabilidad.
 - Permeabilidad alta y drenaje fácil, con acuíferos importantes.
 - Cargas altas, asentamientos nulos.

- Rocas estratificadas:
 - Niveles de caliza, marga, arenisca y dolomía. Suelo arcilloso de espesor variable.
 - Relieve ondulado, con estabilidad alta.
 - Semipermeables, drenaje fácil.
 - Cargas medias, asentamientos inapreciables.

Según la figura 4.9, predomina el área de color verde (condiciones constructivas aceptables – problemas de tipo geomorfológico y litológico), aunque puede existir zonas de color rojo cercanas a la zona del puerto (condiciones constructivas muy desfavorables - problemas de tipo litológico.).

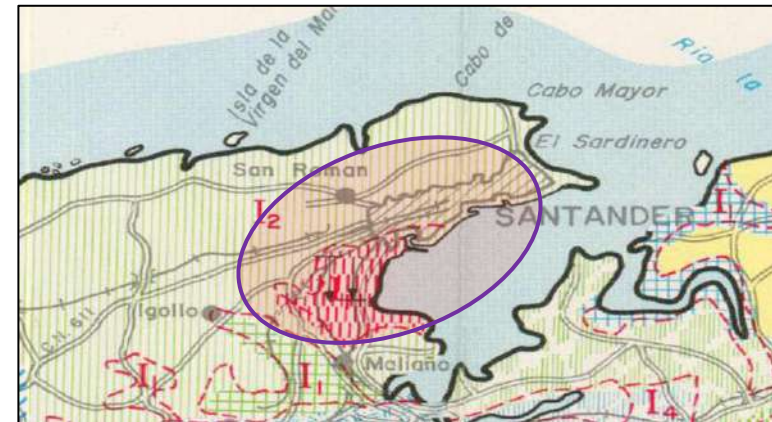


Figura 4.9. Hoja 4 del Mapa Geotécnico General a escala 1:200.000



ANEJO N°5 - SISMOLOGÍA



INDICE

1.	CONSIDERACIONES GENERALES	3
2.	NORMATIVA VIGENTE	3
2.1.	CLASIFICACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES	3
2.2.	CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LA NORMA.....	3
3.	CONCLUSIONES.....	3



1. CONSIDERACIONES GENERALES

La normativa vigente en España que contempla los efectos sísmicos sobre las obras de construcción se divide en:

- Normativa de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02)
- Normativa de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSE-07)

Debido a que este proyecto no involucra la construcción de ningún puente, solo se empleara la NCSE-02. Ésta constituye la normativa de referencia en España desde su aprobación en el Real Decreto del 27 de septiembre del 2002.

2. NORMATIVA VIGENTE

2.1. CLASIFICACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES

La NCSE-02 establece que, en función con el uso al que se destinan y con los daños que pueda ocasionar su destrucción, las construcciones se clasifiquen en:

- Importancia moderada:** con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.
- Importancia normal:** cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.
- Importancia especial:** cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen las construcciones que así se consideren en el planeamiento urbanístico y documentos públicos análogos, así como en reglamentaciones más específicas.

2.2. CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LA NORMA

Considerando los criterios de clasificación del apartado 2.1, nuestro proyecto se encuadra dentro del grupo de construcciones de importancia normal. En las edificaciones de importancia normal cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a $0,04g$, (siendo g la aceleración de la gravedad) no es necesaria la aplicación de esta norma.

3. CONCLUSIONES

El mapa sísmico de la NCSE-02 (figura 5.1) nos indica que toda la comunidad autónoma de Cantabria cuenta con una aceleración sísmica básica a_b menor de $0,04g$. Esto implica que no sea necesario considerar los efectos sísmicos para el diseño y cálculo de las construcciones en la región.



Figura 5.1. Mapa sísmico de España según NCSE-02.

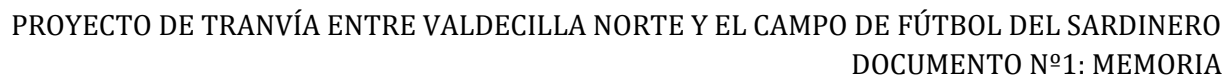


ANEJO N°6 - CLIMATOLOGÍA



INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	CLIMATOLOGÍA.....	3
2.1.	ASPECTOS GENERALES.....	3
2.2.	TEMPERATURA	3
2.3.	PRECIPITACIONES.....	4
2.4.	HUMEDAD RELATIVA	4
2.5.	RESUMEN DE DATOS CLIMATOLÓGICOS	5

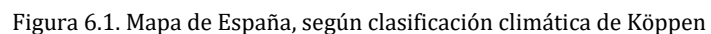


El siguiente anejo tratará de describir las principales características climatológicas e hidrológicas de la zona de estudio correspondiente al área urbana de Santander.

2.1. ASPECTOS GENERALES

La ciudad de Santander se encuentra bajo la influencia de un clima oceánico o atlántico, según la clasificación climática de Köppen (figura 6.1). Este clima se caracteriza por ser templado y húmedo, con veranos frescos e inviernos fríos, y una oscilación térmica aproximada de 10°C.

La temperatura media anual es de 14,5°C, siendo enero el mes más frío, con una media de 9,7°C, y agosto el mes más cálido, con una media de 20,3°C. En cuanto a las precipitaciones, la cifra anual alcanza los 1130 mm. Todos estos datos provienen de la estación meteorológica "Santander Aeropuerto", la más cercana a la zona de estudio.



La estación ubicada en el aeropuerto "Seve Ballesteros-Santander", gestionada por la Agencia Estatal de Meteorología, proporciona información detallada sobre la temperatura.

La siguiente tabla recoge las temperaturas medias, máximas diarias promedio y mínimas por mes, así como el promedio anual registrado por dicha estación durante el período 1981-2010:

De acuerdo con la tabla y lo mencionado en el apartado anterior, la temperatura media anual es de 14,5°C, con máximas diarias promedio de 18,5°C y mínimas de 10,5°C. Los meses más fríos corresponden a enero y febrero, mientras que los más cálidos son julio y agosto.



2.3. PRECIPITACIONES

La tabla que se presenta a continuación recoge la precipitación media mensual y anual, expresada en milímetros, junto con otros datos relevantes registrados en la estación meteorológica del Aeropuerto de Santander durante el período 1981-2010:

	PRECIPITACION MEDIA (mm)	NUMERO MEDIO DIAS DE PRECIPITACION ≥ 1mm	NUMERO MEDIO DIAS DE NIEVE	NUMERO MEDIO DIAS DE TORMENTA
ENERO	106	12.3	0.4	0.8
FEBRERO	92	11.1	0.3	1.1
MARZO	88	9.9	0.1	0.9
ABRIL	102	11.9	0	1.3
MAYO	78	10.4	0	1.6
JUNIO	58	7.6	0	1.8
JULIO	52	7.3	0	2
AGOSTO	73	7.6	0	1.4
SEPTIEMBRE	83	8.9	0	1.5
OCTUBRE	120	11.1	0	1
NOVIEMBRE	157	13.3	0	1.3
DICEMBRE	118	12.1	0.1	0.9
MEDIA ANUAL	1129	123.6	0.9	15.7

La precipitación media anual es de 1129 mm, destacando los meses de octubre a diciembre como los más lluviosos, mientras que junio y julio son los meses con menor cantidad de precipitación. Además, enero y febrero son los meses con mayor probabilidad de nevadas, mientras que mayo y junio presentan una mayor tendencia a las tormentas.

2.4. HUMEDAD RELATIVA

La estación meteorológica del Aeropuerto de Santander registró las siguientes humedades relativas durante el período de 1981 a 2010:

	HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%)
ENERO	72
FEBRERO	72
MARZO	71
ABRIL	72
MAYO	74
JUNIO	75
JULIO	75
AGOSTO	76
SEPTIEMBRE	76
OCTUBRE	75
NOVIEMBRE	75
DICEMBRE	73
MEDIA ANUAL	74

La humedad relativa media anual es alta, alcanzando un 74%. Los meses con mayor humedad relativa son agosto y septiembre, con un 76%, mientras que la menor humedad relativa se registra en marzo, con un 72%. El resto del año, la humedad se mantiene relativamente estable, cerca de la media anual.



2.5. RESUMEN DE DATOS CLIMATOLÓGICOS

Toda la información expuesta en los apartados anteriores fue obtenida a través de los dos siguientes enlaces de la Aemet:

- <https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=1109&k=undefined>
- https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/efemerides_extremos?w=0&k=can&l=1109&datos=det&x=1109&m=13&v=todos

A continuación, se presentarán, a modo de resumen, dos ilustraciones. La primera (figura 6.2) resume todo lo comentado previamente, mientras que la segunda (figura 6.3) muestra los valores climatológicos extremos registrados.

Periodo: 1981-2010 - Altitud (m): 3
Latitud: 43° 25' 26" N - Longitud: 3° 49' 32" O - Posición: Ver localización

Exportar a CSV

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	9,7	13,6	5,8	106	72	12,3	0,4	0,8	0,8	2,1	2,9	85
Febrero	9,8	13,8	5,7	92	72	11,1	0,3	1,1	0,9	1,2	3,1	104
Marzo	11,3	15,7	7,0	88	71	9,9	0,1	0,9	1,2	0,4	2,9	135
Abril	12,4	16,6	8,3	102	72	11,9	0,0	1,3	0,7	0,0	2,4	149
Mayo	15,1	19,1	11,1	78	74	10,4	0,0	1,6	1,7	0,0	2,4	172
Junio	17,8	21,6	13,9	58	75	7,6	0,0	1,8	1,2	0,0	3,7	178
Julio	19,8	23,6	16,0	52	75	7,3	0,0	2,0	0,5	0,0	4,5	187
Agosto	20,3	24,2	16,4	73	76	7,6	0,0	1,4	0,8	0,0	3,8	180
Septiembre	18,6	22,8	14,4	83	76	8,9	0,0	1,5	1,9	0,0	4,6	160
Octubre	16,1	20,3	11,8	120	75	11,1	0,0	1,0	2,1	0,0	2,8	129
Noviembre	12,5	16,3	8,7	157	75	13,3	0,0	1,3	0,9	0,4	3,2	93
Diciembre	10,5	14,2	6,7	118	73	12,1	0,1	0,9	0,6	2,0	3,4	74
Año	14,5	18,5	10,5	1129	74	123,6	0,9	15,7	13,4	6,2	38,9	1649

Leyenda
T: Temperatura media mensual/anual (°C)
TM: Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
Tm: Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
R: Precipitación mensual/anual media (mm)
H: Humedad relativa media (%)
DR: Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
DN: Número medio mensual/anual de días de nieve
DT: Número medio mensual/anual de días de tormenta
DF: Número medio mensual/anual de días de niebla
DH: Número medio mensual/anual de días de helada
DD: Número medio mensual/anual de días despejados
I: Número medio mensual/anual de horas de sol

Figura 6.2. Valores climatológicos normales (1981-2010). Estación Aeropuerto de Santander

Resultados de la búsqueda. Última actualización martes, 31 diciembre 2024

Exportar a CSV

Santander Aeropuerto

Latitud: 43° 25' 26" N - Longitud: 3° 49' 32" O
Altitud: 3 m - Posición: Ver localización
Intervalos de validez por variables:
Precipitación: 1953-2024 Temperatura: 1954-2024 Viento: 1980-2024

Variable	Anual
Máx. núm. de días de lluvia en el mes	28 (may. 1984)
Máx. núm. de días de nieve en el mes	9 (feb. 1956)
Máx. núm. de días de tormenta en el mes	8 (ago. 1997)
Prec. máx. en un día (l/m2)	134,4 (27 ago. 1983)
Prec. mensual más alta (l/m2)	490,1 (nov. 1966)
Prec. mensual más baja (l/m2)	1,3 (abr. 1982)
Racha máx. viento: velocidad y dirección ...	Vel 167, Dir 300 (27 dic. 1999 16:00)
Tem. máx. absoluta (°C)	40,6 (23 ago. 2023)
Tem. media de las máx. más alta (°C)	27,1 (ago. 2003)
Tem. media de las mín. más baja (°C)	1,8 (feb. 1956)
Tem. media más alta (°C)	23,2 (ago. 2003)
Tem. media más baja (°C)	4,0 (feb. 1956)
Tem. mín. absoluta (°C)	-5,4 (21 ene. 1957)

Figura 6.3. Valores climatológicos extremos (1953-2022). Estación Aeropuerto de Santander



ANEJO N°7 – ESTUDIO DE MOVILIDAD



INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	MOVILIDAD DE SANTANDER: ZONA METROPOLITANA	3
2.1.	RED DE AUTOBUSES DE CERCANÍAS	4
2.2.	RED DE FERROCARRIL	5
3.	MOVILIDAD DE SANTANDER: ZONA MUNICIPAL	6
3.1.	ANÁLISIS DEL TRÁFICO	8
3.1.1.	TRÁFICO EXTERIOR	8
3.1.2.	TRÁFICO INTERIOR	9
3.2.	ANÁLISIS DEL TRANSPORTE URBANO DE SANTANDER (TUS)	9
3.3.	MOVILIDAD PEATONAL Y CICLISTA	13
4.	ANÁLISIS DAFO	14



1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como objetivo analizar la movilidad en la ciudad de Santander, tomando como referencia principal el plan “Santander 2055”, concretamente su apartado “Estrategia 2 - Santander, vertebrada y conectada”.

Este establece las directrices para el crecimiento y la transformación sostenible de la ciudad a medio y largo plazo. El estudio se enfoca en la caracterización de los patrones actuales de desplazamiento y en la identificación de las principales necesidades de movilidad, prestando especial atención a la evolución urbana proyectada, así como a los desafíos derivados del crecimiento poblacional, la reorganización de barrios y las emergentes tendencias de movilidad sostenible.

2. MOVILIDAD DE SANTANDER: ZONA METROPOLITANA

Como forma orientativa para conocer la accesibilidad territorial del área metropolitana de la ciudad de Santander, el documento “Santander 2055” ofrece el siguiente mapa de isócronas de tiempo estimado para alcanzar el centro urbano de Santander, para el transporte privado por carretera (figura 7.1).

Este mapa representa las áreas que pueden alcanzarse en distintos intervalos de tiempo desde el centro urbano de la ciudad, lo que permite identificar los patrones espaciales de accesibilidad y conectividad del sistema viario.

Se aprecia que los municipios de Astillero, Santa Cruz de Bezana, Camargo son los más accesibles, con un tiempo estimado de llegada al centro urbano de Santander de 15 minutos en vehículo privado.

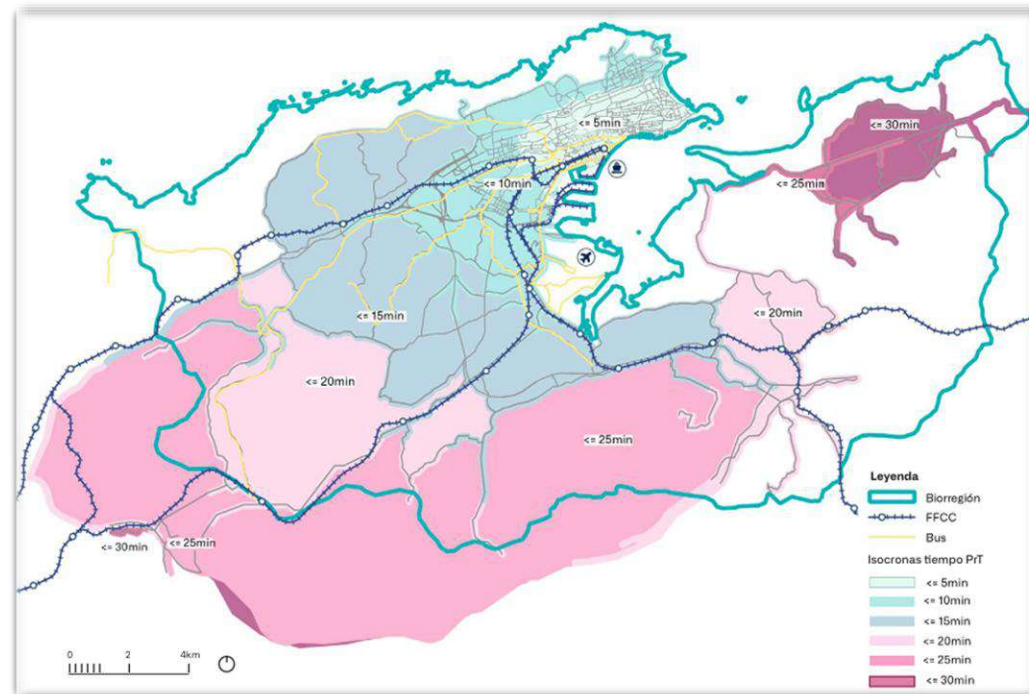


Figura 7.1. Mapa de isócronas de tiempo estimado para alcanzar el centro urbano de Santander, para el transporte privado por carretera



2.1. RED DE AUTOBUSES DE CERCANÍAS

El servicio de autobuses de cercanías de Santander cubre los desplazamientos entre la capital y su entorno metropolitano inmediato, que incluye municipios como Astillero, Camargo, Piélagos y Santa Cruz de Bezana. Estas líneas, operadas mayoritariamente con autobuses urbanos, conectan con los principales núcleos poblacionales de la periferia y finalizan en la Estación de Autobuses de Santander, accediendo al centro urbano por el eje Cuatro Caminos – San Fernando – Jesús de Monasterio y el túnel del Centro Botín.



Figura 7.2. Mapa y líneas de la red de autobuses de cercanías

Línea	Recorrido
S1	Santander - Astillero
S2	Santander - Sierra Parayas
S3	Santander - C. Comerciales - Astillero
S4	Santander - Aeropuerto
S5	Santander - Maoño
S6	Santander - Escobedo
S7	Santander - San Cibrían
S8	Santander - Lienres - Mompía
S9	Lienres - Mompía

En total, el sistema cuenta con seis líneas principales que, en conjunto, transportan cerca de 2,5 millones de personas viajeras al año. La línea más demandada es la Santander – Maliaño – Astillero, con más de 1,5 millones de pasajeros anuales, superada solo por las líneas 1 y 2 del servicio urbano TUS. Le sigue la línea Santander – Lienres – Mortera, con más de 540.000 personas viajeras anualmente, equivalente a las líneas 6C1 y 6C2 del TUS. Resumiéndolo en la siguiente tabla:

LÍNEA	RECORRIDO	PASAJEROS/AÑO (APROX.)
S3	Santander – Maliaño – Astillero	> 1.500.000
S8	Santander – Lienres – Mortera	> 540.000
RESTO	Otras líneas de cercanías	~ 460.000 (estimado)

Figura 7.3. Líneas con más pasajeros anuales de la red de autobuses de cercanías

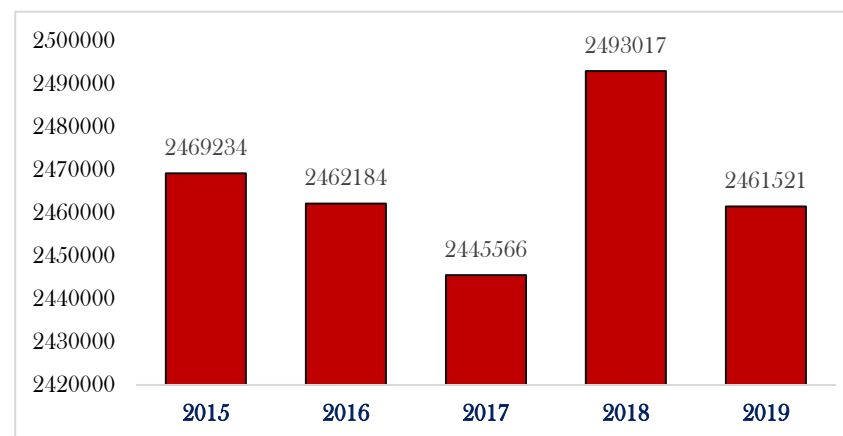


Figura 7.4. Viajeros totales anuales de la red de autobuses de cercanías de Santander



2.2. RED DE FERROCARRIL

Santander cuenta con una red ferroviaria que la conecta tanto a nivel regional como nacional, ofreciendo servicios de larga distancia, media distancia y cercanías.

I. Servicios de Larga Distancia

Renfe opera trenes Alvia que enlazan Santander con Madrid y Alicante, sustituyendo a los anteriores servicios Talgo.

II. Servicios de Media Distancia

Los trenes de Media Distancia conectan Santander con Valladolid, realizando paradas en ciudades como Palencia, Aguilar de Campoo, Reinosa y Torrelavega. La frecuencia varía entre dos y cuatro trenes diarios en ambos sentidos, dependiendo del día de la semana.

III. Servicios de Cercanías

La red de Cercanías de Cantabria está compuesta por una línea de ancho ibérico y dos de ancho métrico:

- 1 línea de ancho ibérico:
 - línea C-1 (Santander-Reinosa): longitud aproximada de 70 km.
- 2 líneas de ancho métrico:
 - línea C-3 (Santander-Liérganes): longitud aproximada de 40 km.
 - línea C-2 (Santander-Cabezón de la Sal): longitud aproximada de 46 km.



Figura 7.5. Líneas de cercanías de Cantabria

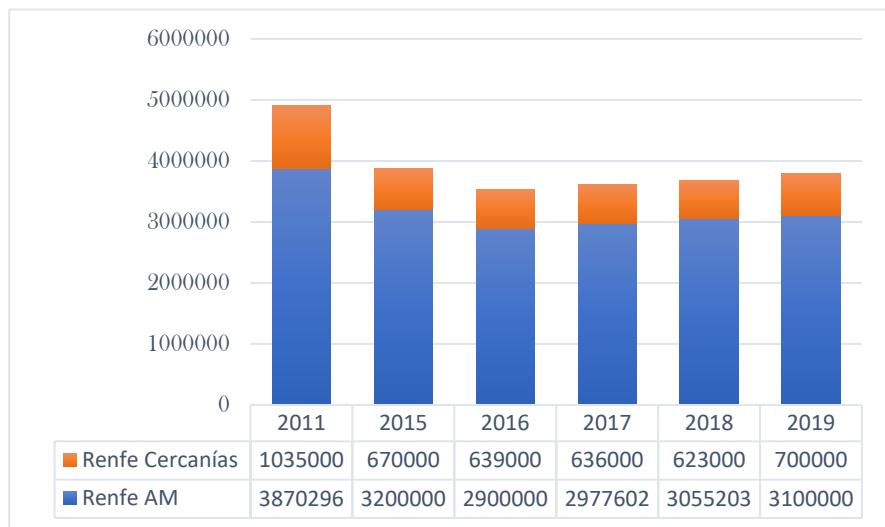


Figura 7.6. Viajeros anuales de la red de cercanías de Cantabria

3. MOVILIDAD DE SANTANDER: ZONA MUNICIPAL

Según la última versión del Plan de Movilidad Sostenible (PMS) de Santander, se han venido realizando encuestas domiciliarias de movilidad con una periodicidad aproximada de entre dos y tres años desde el año 2006. Existen datos correspondientes a las campañas de 2006, 2009, 2011 y 2012, siendo la más reciente la llevada a cabo en el año 2015 por la Universidad de Cantabria.

En dicha encuesta de 2015 se analizaron los hábitos de movilidad mediante la participación de 801 hogares y un total de 1.655 personas mayores de 12 años, registrándose 4.646 viajes en los denominados "Diarios de Viaje". Los resultados reflejan una media de 2,81 viajes diarios por persona y 5,80 viajes diarios por hogar.

Este tipo de encuestas permite obtener información detallada que otras metodologías, como el análisis de datos de telefonía móvil, no pueden proporcionar. En concreto, permite vincular los desplazamientos con variables socioeconómicas, motivos del viaje, franjas horarias y modos de transporte utilizados. Su principal desventaja es el alto coste de ejecución y la necesidad de contar con una muestra lo suficientemente representativa para extraer patrones fiables.

No obstante, se considera una herramienta fundamental para la estimación del reparto modal de los desplazamientos, aspecto clave para el desarrollo de modelos de movilidad y la evaluación de futuras propuestas como las recogidas en el horizonte del plan Santander 2055.

I. Reparto modal

Con base en los últimos datos disponibles, correspondientes a la encuesta de 2015, el reparto modal general de los desplazamientos en Santander fue el siguiente:

- El 48 % de los viajes se realizaron a pie.
- El 41 % en medios motorizados privados (incluyendo coche, coche como acompañante, motocicleta y taxi).
- El 10 % en autobús.
- El 1 % en bicicleta.

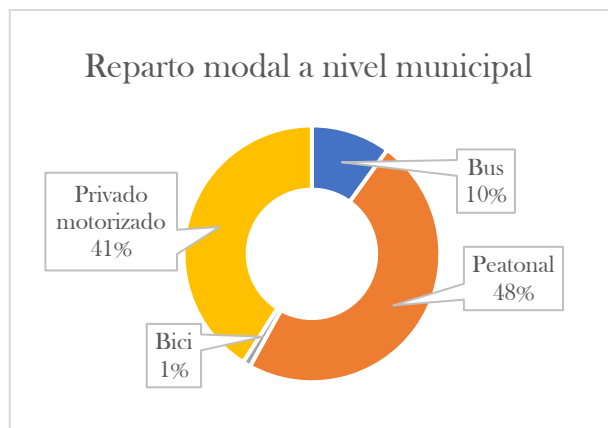


Figura 7.7. Reparto modal en el municipio de Santander

Agrupando los modos de transporte en sostenibles y no sostenibles, se concluye que un 59 % de los viajes se realizaron mediante modos sostenibles, una proporción que ha permanecido relativamente estable desde 2012, cuando el reparto era del 50 % aproximadamente. Aunque estos resultados variaran en función de la hora del día, según propone el documento Santander 2055:

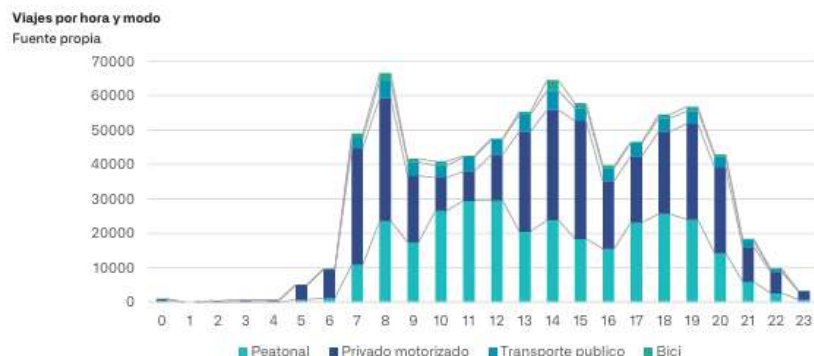


Figura 7.8. Reparto modal en el municipio de Santander

II. Análisis temporal y estacionalidad de la movilidad

A partir de los datos recogidos en la encuesta domiciliaria de movilidad de 2015, es posible realizar un análisis detallado de la distribución horaria de los desplazamientos diarios en la ciudad de Santander, así como de las diferencias observadas en función de la época del año.

En términos generales, se observa un mayor volumen total de desplazamientos durante el periodo estival, lo que evidencia una mayor intensidad de la movilidad en los meses de verano. Además del aumento cuantitativo, también se identifican cambios en los patrones horarios habituales de desplazamiento.

Mientras que en invierno la movilidad presenta tres franjas horarias claramente diferenciadas como periodos punta —por la mañana (entrada al trabajo y estudios), al mediodía (gestiones y compras) y por la tarde (regreso al hogar y ocio)—, en verano desaparece en gran medida la hora punta matutina y se reduce ligeramente la de la tarde, generando una distribución más homogénea a lo largo del día.

Estos perfiles de movilidad son consistentes tanto para el tráfico motorizado como para el transporte público, y resultan útiles para el dimensionamiento y la planificación de la oferta de transporte colectivo.

El análisis por motivo del viaje muestra una evolución lógica a lo largo del día. En las primeras horas (de madrugada), predominan los regresos al domicilio. A partir de las 7:00 h se incrementan los desplazamientos con motivo laboral, seguidos por los desplazamientos hacia centros educativos. A mediodía, se incorporan otros motivos como las compras, gestiones administrativas o actividades de carácter personal. En la franja vespertina y hasta el final de la jornada, ganan protagonismo los desplazamientos asociados al ocio y al regreso al domicilio.

Este patrón horario refuerza la necesidad de adaptar la oferta de transporte público a la demanda real en cada franja del día, así como de considerar posibles medidas de refuerzo en horarios clave para asegurar una cobertura eficaz de la movilidad urbana. Asimismo, el conocimiento detallado del comportamiento estacional es fundamental para anticipar cambios en la demanda y ajustar de forma flexible la explotación de servicios como el tranvía propuesto, especialmente en zonas de atracción turística o de alta estacionalidad como el entorno del Sardinero.



3.1. ANÁLISIS DEL TRÁFICO

3.1.1. TRÁFICO EXTERIOR

Una parte significativa de la movilidad urbana en Santander está condicionada por los desplazamientos procedentes de municipios colindantes. Esta situación se ve agravada por la progresiva pérdida de viajeros en la red de ferrocarriles de cercanías, lo cual ha incrementado la presión sobre el tráfico rodado, tanto en los accesos como en el interior de la ciudad.

Para este análisis se han empleado los datos del Mapa de Tráfico de 2019 elaborado por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, a partir de las estaciones de aforo ubicadas en la Red de Carreteras del Estado.

En el entorno del municipio de Santander existen estaciones de medición en los principales corredores de acceso: S-10, S-30, A-67, N-611, N-623 y CA-231. En conjunto, estos accesos registraron en 2019 una Intensidad Media Diaria (IMD) de más de 170.000 vehículos, destacando la S-10 y la Avenida de Parayas con una IMD próxima a los 86.000 vehículos diarios, lo que representa cerca del 50 % del total. Aunque las cifras han mostrado ligeras oscilaciones en los últimos años, se mantienen estables en torno a esa magnitud, reflejando un volumen elevado y persistente de tráfico interurbano.



Figura 7.9. Las seis arterias de acceso a la ciudad de Santander

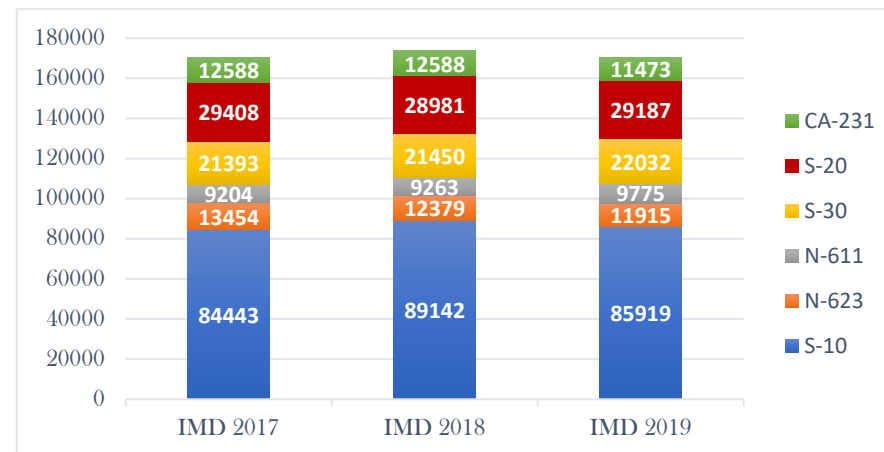


Figura 7.10. IMDs de las seis arterias de acceso a la ciudad de Santander

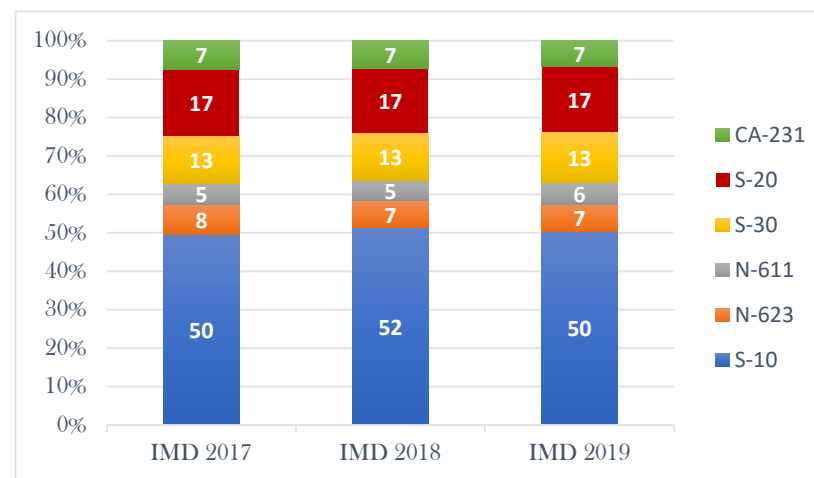


Figura 7.11. Porcentaje del total de IMDs de las seis arterias de acceso a la ciudad de Santander



3.1.2. TRÁFICO INTERIOR

Por otro lado, en lo que respecta al tráfico interno, el municipio cuenta con más de 200 espiras de inducción electromagnética distribuidas por la red viaria urbana, especialmente en tramos regulados por semáforos. A través de estos dispositivos se ha identificado que los puntos con mayor intensidad de tráfico se concentran en los ejes de la calle Castilla, Marqués de la Hermida y Jerónimo Sainz de la Maza, los cuales actúan como prolongación directa del acceso desde la S-10 y la Avenida de Parayas.

Nº ESPIRA	CALLE	IMD 2019	IMD 2021	VARIACIÓN (%)
1019	Castilla	31.926	29.538	-7,48 %
1008	Marqués de la Hermida	28.064	25.643	-8,63 %
1007	Castilla	27.856	25.765	-7,51 %
1009	Marqués de la Hermida	27.603	24.699	-10,52 %
1004	J. S. de la Maza (La Marga)	27.004	27.278	+1,01 %
1003	J. S. de la Maza (La Marga)	26.380	25.143	-4,69 %
1013	Castilla	26.374	22.702	-13,92 %
1010	Castilla	25.791	23.769	-7,84 %
1031	Marqués de la Hermida	25.615	23.526	-8,16 %
1012	Marqués de la Hermida	24.629	22.443	-8,88 %
1902	Marqués de la Hermida	24.555	22.850	-6,94 %
1021	Avenida de Parayas	23.401	22.503	-3,84 %

Figura 7.12. IMDs de las calles más congestionadas de la ciudad

Comparando los datos de 2019 con los de 2021, se observa una disminución generalizada del tráfico urbano, con una reducción media cercana al 7 %. Esta tendencia descendente se hace especialmente evidente en algunos ejes principales: el tramo entre Valdecilla y Calvo Sotelo y el Túnel de Tetuán presentan descensos superiores al 10 %, al igual que el túnel del Centro Botín y parte del eje de la calle Castilla. El Distribuidor de La Marga también ha experimentado una reducción, aunque más moderada, cercana al 4 %.

Estos datos confirman la existencia de una fuerte dependencia del vehículo privado tanto en los accesos como en el interior del núcleo urbano. Esta situación refuerza la necesidad de proponer alternativas de transporte colectivo eficientes, como el tranvía proyectado, que permitan absorber parte de esta demanda, descongestionar los principales corredores de entrada y salida, y contribuir a la sostenibilidad del sistema de movilidad metropolitano.

3.2. ANÁLISIS DEL TRANSPORTE URBANO DE SANTANDER (TUS)

La red de transporte urbano de Santander (TUS) es una red consolidada desde los años 80, que se ha ido adaptando al crecimiento urbano, especialmente entre 2008 y 2014, cuando vivió una gran expansión. Desde entonces, los cambios han sido menores, destacando la breve implantación del sistema MetroTUS en 2018, que fue suprimido pocos meses después.

La complicada orografía de la ciudad ha condicionado el diseño de una red lineal, con recorridos principalmente en sentido oeste-este y dificultades para establecer conexiones transversales norte-sur, por la escasez de vías adecuadas para autobuses estándar.



En 2021, el TUS transportó cerca de 13,8 millones de viajeros, un 21,95 % más que en 2020 debido a la recuperación tras la pandemia, aunque aún un 26,8 % por debajo de los niveles de 2019. Los transbordos representan un 8,8 % del total de los viajes.

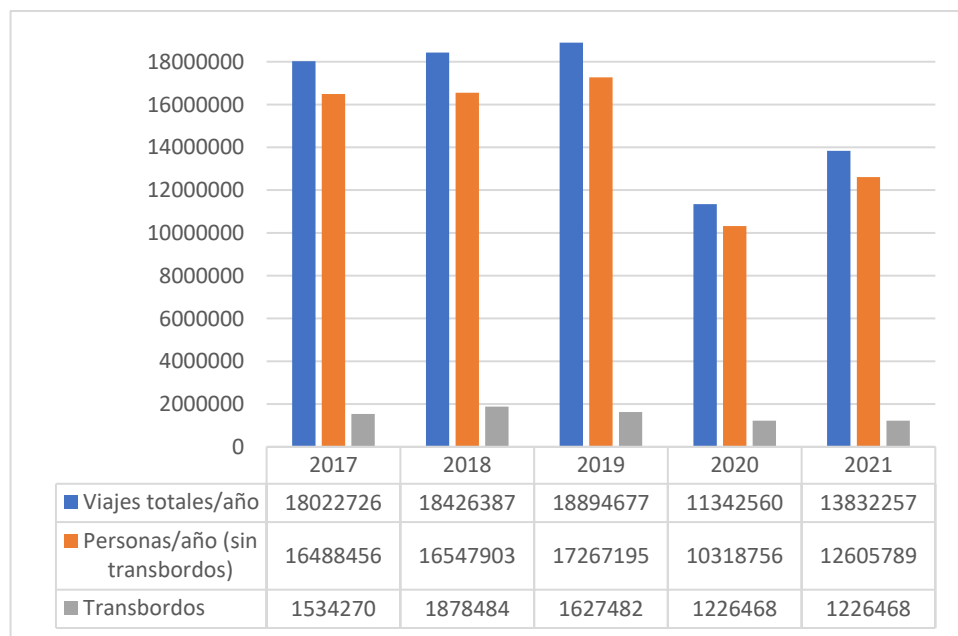


Figura 7.13. Evolución de los viajes totales anuales en la red TUS (2017-2021)

Distribución temporal de los viajes

La mayor demanda de transporte se concentra en los meses de verano, especialmente en julio y agosto, con un aumento superior al 22 % respecto a un mes medio de invierno.

Este incremento está ligado a la afluencia a las playas y a los eventos celebrados en la zona del Sardinero, aunque varía ligeramente según la climatología de cada año.

Por días de la semana, los viajes se distribuyen de forma más regular entre martes y jueves, mientras que los lunes y viernes presentan algo menos de demanda. Los sábados registran aproximadamente un 60 % de los viajes de un día laborable, y los domingos un 43 %.

En cuanto a la distribución horaria, durante los días laborables de invierno se identifican tres franjas de hora punta: de 8:00 a 10:00, de 14:00 a 15:00 (la más intensa), y alrededor de las 18:00. La franja matinal supera en demanda a la de la tarde. En sábados y festivos de invierno, desaparece el pico matinal y se intensifica la demanda vespertina, que pasa a ser la dominante.

Mapa y líneas existentes

La estructura del sistema TUS se basa en un eje central desde el cual se extienden ramales hacia los barrios más alejados. Esta organización hace que varias líneas compartan trayecto en el centro urbano, lo que permite a los usuarios desplazarse por esa zona sin necesidad de hacer transbordos.

El servicio cuenta con 16 líneas principales que operan todos los días, de las cuales cuatro son circulares. Estas líneas comunican áreas periféricas entre sí, evitando el paso por el centro, y funcionan en ambos sentidos (horario y antihorario). Todas las líneas están numeradas, salvo la Línea Central, que conecta los intercambiadores de Valdecilla y El Sardinero a través del corredor principal creado para el fallido proyecto Metro-TUS, comprendido entre Cuatro Caminos y Puertochico.

Una de las principales limitaciones del sistema actual es la escasez de líneas transversales hacia el centro. Además, la configuración de las calles en algunas zonas impide el uso de autobuses grandes, por lo que se recurre a vehículos más pequeños, como los utilizados en la línea 16.

A continuación, se presenta una tabla y un mapa con las líneas actuales y sus respectivas cabeceras:



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

Línea	Cabecera 1	Cabecera 2	Frecuencia media (min)
1	G. Trevilla 14	PCTCAN / Adarzo	23
2	Corbán	Consuelo Berges	20
3	Ojaiz	Sardinero / UNI / P. Pereda	74
4	B. Pesquero	Int. Sardinero / UNI	20
5C1/5C2	Miranda / Plaza Italia		15
6C1/6C2	Complejo Deportivo		30
7C1/7C2	Luis Quintanilla		20
11	Avda. Valdecilla	Plaza Italia	46
12	Carrefour		23
13	Lluja	Cueto	32
14	Estaciones		26
16	Plaza de los Remedios		23
17	Pza. Estaciones	Corbán / Ciriego	80
18	Puertochico	Corbanera / Castillo	60
24C1/24C2	PCTCAN-2	Ernest Lluch	30
LC	Int. Avda. Valdecilla	Int. Sardinero	15

Figura 7.14. Líneas de la red TUS (abril 2025)



Figura 7.15. Mapa de la red TUS (abril 2025)



Figura 7.16. Líneas de la red TUS (abril 2025)

- L1
- L11
- L12
- L13
- L14
- L16
- L17
- L18
- L2
- L24C1
- L24C2
- L3
- L4
- L5C1
- L5C2
- L6C1
- L6C2
- L7C1
- L7C2
- Línea Central



Figura 7.17. Plano de la red TUS, según el documento Santander 2055



Lineas que pasan por el intercambiador de Valdecilla y El Sardinero:

INTERCAMBIADOR DEL SARDINERO	
	LC
	1
	2
	3
	4
	6C1
	13
	24C1/24C2

INTERCAMBIADOR DE AVENIDA VALDECILLA	
	LC
	1
	2
	3
	7C1
	13
	14

INTERCAMBIADOR DE VALDECILLA	
	LC
	1
	2
	3
	7C1
	13

3.3. MOVILIDAD PEATONAL Y CICLISTA

La ciudad de Santander dispone en la actualidad de una red ciclista de aproximadamente 32 kilómetros, repartida en distintos tramos que conectan zonas clave del municipio, según datos actualizados en el Plan de Movilidad Sostenible (2022). Esta infraestructura se complementa con un sistema público de alquiler de bicicletas, que cuenta con 15 estaciones de servicio y supera los 3.300 usuarios registrados. A pesar de ello, el uso de la bicicleta (tanto pública como privada) representa aún una cuota modal reducida, en torno al 1 % del total de desplazamientos.

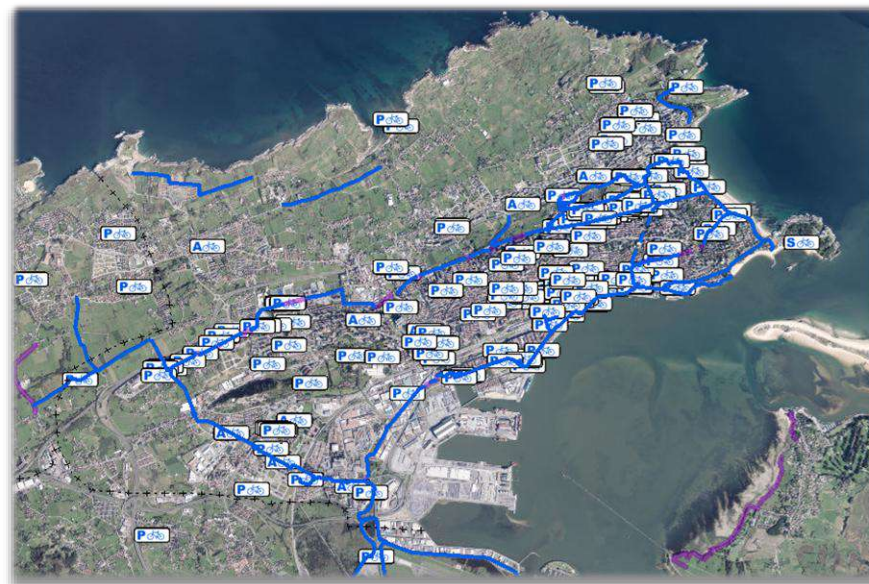


Figura 7.18. Red ciclista vigente en Santander (mayo 2025)



Itinerario	Longitud (km)
<i>Grúa de Piedra – Playa de la Magdalena</i>	2,6
<i>Virgen del Mar - Ciriego</i>	1,8
<i>Ciriego – La Maruca</i>	1,2
<i>Parque de Las Llamas</i>	3,0
<i>Magdalena - Piquío</i>	1,3
<i>Piquío - Los Castros - Bajada de Polio</i>	3,5
<i>Polio - Pronillo</i>	1,8
<i>Pronillo - Complejo municipal de deportes</i>	2,2
<i>Avda. de los Castros - S20</i>	0,49
<i>Estación Ferry – Marqués de la Hermida</i>	1,5
<i>Marqués de la Hermida – Nueva Montaña</i>	3,8
<i>Puertochico – Los Castros</i>	1,3
<i>Complejo municipal de deportes – PCTCAN</i>	1,6
<i>Centro Botín</i>	0,5
<i>Pasarela A-67</i>	0,2
<i>Reina Victoria</i>	1,5
<i>Alcalde Vega Lamela</i>	0,2
<i>Nueva Montaña – PCTCAN</i>	2,0

Figura 7.19. Itinerarios de la red ciclista de Santander

4. ANALISIS DAFO

Con el objetivo de identificar los principales factores que condicionan la evolución del sistema de movilidad en Santander, se ha realizado un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades). Este enfoque permite tener una visión estructurada de la situación actual, detectando tanto los aspectos internos que limitan o potencian el desarrollo (debilidades y fortalezas), como los factores externos que pueden influir en su transformación (amenazas y oportunidades). A continuación, se presentan los elementos clave identificados en cada dimensión, enfocados especialmente en el transporte público, la movilidad ciclista y peatonal, y los retos asociados a la intermodalidad y la sostenibilidad:

Debilidades	Amenazas
- Mal diseño y desconexión del transporte - Congestión en colegios - Incumplimiento de Zonas 30 - Deterioro del tren de cercanías - Inseguridad en el taxi - Poca infraestructura ciclista - Falta de cultura ciclista - Problemas en reparto de última milla	- Falta de coordinación - Escasas alternativas de movilidad - Accesibilidad deficiente - Competencia con el coche privado - Déficit de autobuses - Brecha digital en mayores - Mala gestión de puntos de recarga
Fortalezas	Oportunidades
- Alianzas municipales - Aparcamientos disuasorios - Enfoque metropolitano - Transporte marítimo - Caminos escolares seguros - Reducción del coche privado - Puntos de recarga eléctricos	- Concienciación en movilidad sostenible - Mejoras en infraestructuras y empresas - Ley de movilidad sostenible - Alianzas municipales - Transporte intermodal - Mejoras en cercanías - Puntos de recarga eléctrica



Interpretación del análisis DAFO

I. **Debilidades**

El sistema de movilidad de Santander presenta carencias importantes, como la desconexión entre modos de transporte, la insuficiente infraestructura ciclista y la congestión en zonas escolares. Además, el deterioro del servicio de cercanías y la inseguridad percibida en ciertos modos, como el taxi, reflejan una necesidad de modernización. La escasa cultura ciclista y los problemas en el reparto de última milla también limitan el avance hacia una movilidad más sostenible.

II. **Amenazas**

Factores externos como la falta de coordinación institucional, la competencia del vehículo privado o la deficiente accesibilidad dificultan el impulso de alternativas sostenibles. A esto se suman la brecha digital, especialmente entre personas mayores, y la mala gestión de infraestructuras clave como los puntos de recarga eléctrica, lo que compromete la adopción de tecnologías limpias.

III. **Fortalezas**

Entre los aspectos positivos destaca la existencia de alianzas institucionales, el enfoque metropolitano en la planificación, los aparcamientos disuasorios y las iniciativas como los caminos escolares seguros. El transporte marítimo y la creciente instalación de puntos de recarga también aportan valor al sistema, reforzando el compromiso con una movilidad menos dependiente del coche privado.

IV. **Oportunidades**

El contexto actual ofrece oportunidades relevantes, como el avance en la concienciación ciudadana sobre movilidad sostenible, las mejoras previstas en infraestructuras y servicios (incluido el tren de cercanías), y el impulso normativo derivado de la Ley de Movilidad Sostenible. El desarrollo del transporte intermodal y las alianzas a nivel regional pueden ser claves para transformar el modelo de movilidad de la ciudad.



ANEJOS DE CÁLCULO

ANEJO N°8 – ESTUDIO DE ALTERNATIVAS



INDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	3
3. PRESENTACIÓN DE LAS 4 ALTERNATIVAS	9
4. ALTERNATIVA 1	10
5. ALTERNATIVA 2	11
6. ALTERNATIVA 3	11
7. ALTERNATIVA 4	12
8. DATOS Y PUNTUACIONES.....	12
9. RESULTADOS DEL ANÁLISI MULTICRITERIO	17
10. CONCLUSIONES.....	17
11. PLANOS.....	18



1. INTRODUCCIÓN

Este anejo tiene por objeto analizar y comparar cuatro posibles alternativas de trazado para un sistema de tranvía en la ciudad de Santander, mediante un análisis multicriterio. Se valora cada alternativa según seis criterios fundamentales, con el fin de identificar la opción más equilibrada y viable desde los puntos de vista técnico, económico, social y ambiental. El carácter del diseño de dichas alternativas es provisional, sujeto a cambio/mejora una vez seleccionada la mejor opción.

2. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

A continuación, se describen los criterios utilizados en el análisis multicriterio:

	Criterio	Descripción
1	Presupuesto	Coste de implantación total: obra civil, vehículos, electrificación, etc
2	Demanda potencial	Viajes estimados según barrios y polos atravesados
3	Trazado	Longitud, pendiente y adecuación geométrica del recorrido
4	Impacto ambiental	Afección a zonas verdes, arbolado y accesibilidad urbana
5	Integración urbana	Encaje del trazado con el planeamiento y el espacio disponible
6	Integración multimodal	Conexión con tren, autobús y red peatonal

La ponderación de los criterios del análisis multicriterio se ha realizado mediante un sistema de asignación de pesos relativos, atendiendo a la importancia estratégica de cada indicador en el contexto urbano de Santander.

Para ello, se ha utilizado una escala de valores entre 2 y 5, en función de la relevancia específica de cada criterio en la toma de decisiones. Estos valores han sido posteriormente normalizados para expresar el peso de cada criterio como porcentaje sobre el total, y finalmente redondeados para facilitar su interpretación y aplicación en la matriz de evaluación.

A continuación, se detalla la justificación de cada peso asignado:

Nº	INDICADOR	PESO	VALOR MÍNIMO (2xPeso)	VALOR MÁXIMO (5xPeso)	% PESO	% PESO REDONDEADO
1	PRESUPUESTO	5	10	25	20.83	21.00
2	DEMANDA POTENCIAL	5	10	25	20.83	21.00
3	TRAZADO	4	8	20	16.67	17.00
4	IMPACTO AMBIENTAL	4	8	20	16.67	17.00
5	INTEGRACIÓN URBANA	3	6	15	12.50	12.00
6	INTEGRACIÓN MULTIMODAL	3	6	15	12.50	12.00
	TOTAL	24	48	120	100.00	100.00

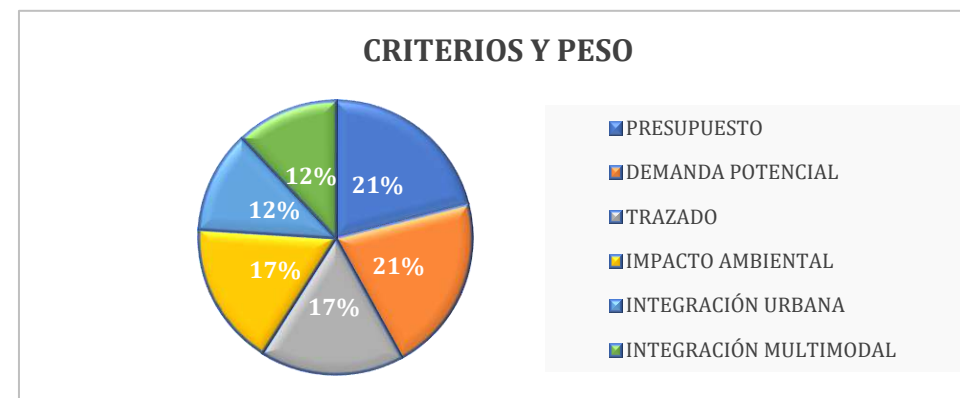
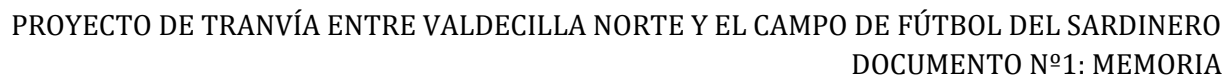


Figura 8.1. Criterios y pesos para el análisis de alternativas



1. Presupuesto

2. Demanda potencial

1) PRESUPUESTO					PUNTOS FINALES
UNIDAD DE OBRA	COSTE UNITARIO ESTIMADO (€)	UNIDAD	CANTIDAD	COSTE ESTIMADO (€)	
PLATAFORMA EN SUPERFICIE (VÍA DOBLE)		€/km			
PLATAFORMA EN SUPERFICIE (VÍA SIMPLE)		€/km			
PARADA TIPO (ANDENES, MARQUESINA)		€/ud			
MATERIAL MÓVIL		€/ud			
COCHERA + TALLER		€/ud			
SISTEMAS (SEÑALIZACIÓN, ETC.)	12%	%	-		
COSTES INDIRECTOS / GESTIÓN	15%	%	-		
TOTAL					

[illegible]

Página 4



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

La ficha para su cálculo es la siguiente, con la correspondiente explicación de su puntuación:

2) DEMANDA POTENCIAL				
BARRIO	DEMANDA VIAJES (2022)	CLASIFICACIÓN	PUNTOS	LONG. (Km) ATRAVIESA
Castilla - Hermida - Pesquero	56493	1	32	
Centro	42046	2	31	
San Fernando	39573	3	30	
Cazoña	31973	4	29	
Los Ríos - La Encina - Los Pinares	28579	5	28	
Ciudad Jardín - Cuatro Caminos	25775	6	27	
Las Llamas - Sardinero	25379	7	26	
Nueva Montaña	24835	8	25	
Monte	23655	9	24	
Prado - San Roque	23464	10	23	
Camarreal - Ojaiz	23320	11	22	
Tetuán	21504	12	21	
Calle Alta - Valdecilla	20813	13	20	
Menéndez Pelayo - Reina Victoria	17917	14	19	
Calle Alta - Cabildo	17793	15	18	
Sardinero	17275	16	17	
Puerto Chico	16825	17	16	
Vía Cornelia	16699	18	15	
Peñacastillo - Ortega y Gasset	15358	19	14	
San Román de La Llanilla	14884	20	13	
Cueto	14457	21	12	
Campogiro - Cajo	11643	22	11	
La Tierruca	11009	23	10	
San Francisco - Pronillo	10788	24	9	
S-20 - La Torre	10320	25	8	
Valdenoja	6867	26	7	
Estaciones - Catedral	6739	27	6	
General Dávila - Los Castros	6593	28	5	
El Alisal	6208	29	4	
La Albericia	6027	30	3	
Peñacastillo - Hermanos Calderón	5351	31	2	
Los Castros - Fernández de Los Ríos	3856	32	1	
TOTAL				PUNTOS FINALES

3. Trazado

Hace referencia a la longitud total del recorrido, su geometría y la adecuación a la topografía urbana. Se valora la longitud del trazado, la ausencia de pendientes excesivas, considerando también aspectos técnicos como radios de giro.

La ficha para su cálculo es la siguiente, con la correspondiente explicación de su puntuación:

3) TRAZADO		
	PUNTOS	PUNTOS FINALES
LONGITUD (m)		
PENDIENTE MÁXIMA (%)		
NºCURVAS CERRADAS (RADIO <= 30m)		
% VIA DOBLE		
TOTAL		

MÉTODO DE PUNTUACIÓN FINAL (ESCALA 2-5, SUAVIZADA)

Se aplica una fórmula con raíz cuadrada para repartir los puntos de forma proporcional pero sin penalizar en exceso a la peor alternativa.

Fórmula:

$$= \text{RAÍZ}((\text{Valor} - \text{Mínimo}) / (\text{Máximo} - \text{Mínimo})) \times 3 + 2$$

Resultado:

Mejor alternativa = 5

Peor alternativa = 2

Resto = puntuación intermedia suavizada

MÉTODO DE PUNTUACIÓN FINAL (ESCALA 2-5, SUAVIZADA)

Se aplica una fórmula con raíz cuadrada para repartir los puntos de forma proporcional pero sin penalizar en exceso a la peor alternativa.

Fórmula:

$$= \text{RAÍZ}((\text{Valor} - \text{Mínimo}) / (\text{Máximo} - \text{Mínimo})) \times 3 + 2$$

Resultado:

Mejor alternativa = 5

Peor alternativa = 2

Resto = puntuación intermedia suavizada



1. Longitud total del trazado (en metros)

Cuanto más corto, mejor eficiencia operativa y menor coste.

Longitud (m)	Puntos
≤ 11.000	5
11.001 – 11.750	4
11.751 – 12.500	3
12.251 – 13.250	2
> 13.250	1

2. Pendiente máxima (%)

Pendientes suaves mejoran tracción, frenado y consumo energético.

Pendiente (%)	Puntos
≤ 4.5	5
4.6 – 5.5	4
5.6 – 6.5	3
6.6 – 7.5	2
> 7.5	1

3. Nº de curvas cerradas (radio ≤ 30 m)

Menos curvas cerradas implica mejor confort, menor desgaste y mayor velocidad.

Nº de curvas cerradas	Puntos
0 – 1	5
2 – 3	4
4 – 5	3
6 – 8	2
≥ 9	1

4. % del trazado en vía doble

Mayor proporción de vía doble mejora capacidad y fiabilidad operativa.

% vía doble	Puntos
≥ 85%	5
75% – 84.9%	4
60% – 74.9%	3
40% – 59.9%	2
< 40%	1

4. Impacto ambiental

Evalúa la posible afección a zonas verdes, espacios protegidos o áreas urbanas sensibles, así como el grado de adaptación del trazado al entorno. Se priorizan las alternativas que reducen la ocupación de suelo y favorecen la movilidad sostenible.

La ficha para su cálculo es la siguiente, con la correspondiente explicación de su puntuación:

4) IMPACTO AMBIENTAL		
	PUNTOS	PUNTOS FINALES
AFECCIÓN ARBOLADO		
INTERFERENCIA CON ZONAS VERDES		
ACCESIBILIDAD PEATONAL/CICLISTA		
TOTAL		

MÉTODO DE PUNTUACIÓN FINAL (ESCALA 2-5, SUAVIZADA)

Se aplica una fórmula con raíz cuadrada para repartir los puntos de forma proporcional pero sin penalizar en exceso a la peor alternativa.

Fórmula:

$$= \text{RAIZ}[(\text{Valor} - \text{Mínimo}) / (\text{Máximo} - \text{Mínimo})] \times 3 + 2$$

Resultado:

Mejor alternativa = 5

Peor alternativa = 2

Resto = puntuación intermedia suavizada



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

1. Afección a arbolado urbano (tala o trasplante)	
Situación	Puntos
No hay tala ni trasplante necesario	5
Solo trasplantes puntuales, sin pérdida	4
Algunas talas en medianas o aceras	3
Tala significativa en varios tramos	2
Tala masiva, afección grave a patrimonio vegetal	1
2. Interferencia con zonas verdes urbanas (plazas, jardines, etc.)	
Situación	Puntos
No interfiere con ningún espacio verde	5
Paso mínimo o borde de zonas verdes	4
Cruza parcialmente alguna plaza o jardín	3
Ocupa parte significativa de un espacio verde	2
Afecta directamente a parques urbanos o zonas sensibles	1
3. Impacto sobre accesibilidad peatonal / ciclista	
Situación	Puntos
Mejora clara de la movilidad peatonal/ciclista	5
Mantiene accesos y añade pasos	4
Ocupa aceras o carriles bici parcialmente	3
Interfiere con pasos, reduce anchuras o continuidad	2
Aísla zonas o crea barreras peatonales/ciclistas	1

5. Integración urbana

Este criterio mide el grado de adecuación del trazado al planeamiento urbano vigente y al espacio disponible. Se valora positivamente la compatibilidad con el entorno construido, la posibilidad de reordenación urbanística con bajo impacto y la mejora del paisaje urbano.

La ficha para su cálculo es la siguiente, con la correspondiente explicación de su puntuación:

5) INTEGRACIÓN URBANA		
	PUNTOS	
DISPONIBILIDAD DE ESPACIO EN VÍA PÚBLICA		PUNTOS FINALES
COMPATIBILIDAD CON REDES E INFRAESTRUCTURAS		
APROVECHAMIENTO DE CORREDORES EXISTENTES		
TOTAL		

MÉTODO DE PUNTUACIÓN FINAL (ESCALA 2-5, SUAVIZADA)

Se aplica una fórmula con raíz cuadrada para repartir los puntos de forma proporcional pero sin penalizar en exceso a la peor alternativa.

Fórmula:

$$= \text{RAIZ}((\text{Valor} - \text{Mínimo}) / (\text{Máximo} - \text{Mínimo})) \times 3 + 2$$

Resultado:

Mejor alternativa = 5

Peor alternativa = 2

Resto = puntuación intermedia suavizada

1. Disponibilidad de espacio en vía pública (ancho suficiente)	
Situación	Puntos
Todos los tramos tienen espacio suficiente sin afecciones	5
Algún tramo con estrechamiento leve, pero compatible	4
Tramos con ocupación de carriles o aceras	3
Requiere expropiaciones menores / pérdida de carril importante	2
Necesita importantes expropiaciones o no cabe sin soterrar	1
2. Compatibilidad con redes e infraestructuras existentes	
Situación	Puntos
No interfiere con redes importantes (servicios, túneles, etc.)	5
Interfiere mínimamente con redes de baja complejidad	4
Requiere desvíos o protección de redes técnicas puntuales	3
Cruza infraestructuras clave (colectores, túneles, etc.)	2
Incompatible sin grandes obras de desvío o reubicación	1
3. Aprovechamiento de corredores existentes (vías, ferrocarril, etc.)	
Situación	Puntos
Se apoya en trazados existentes (ferrocarril, avenidas anchas)	5
Usa corredores parcialmente existentes	4
Aprovecha poco, pero no genera grandes conflictos	3
Solo aprovecha mínimamente el entorno construido	2
Rompe con la lógica urbanística o genera nuevos ejes invasivos	1



6. Integración multimodal

Se analiza la capacidad del trazado para conectarse eficazmente con otros modos de transporte, como autobuses urbanos, estaciones ferroviarias o la red peatonal. La existencia de nodos intermodales mejora la funcionalidad del sistema tranviario, facilitando los transbordos y fomentando el uso del transporte público.

La ficha para su cálculo es la siguiente, con la correspondiente explicación de su puntuación:

6) INTEGRACIÓN MULTIMODAL		
	PUNTOS	PUNTOS FINALES
CONECTIVIDAD CON LAS ESTACIONES (FFCC Y BUS)		
INTERCAMBIALIDAD CON LA RED TUS		
CONEXIÓN PEATONAL Y CICLISTA		
TOTAL		

MÉTODO DE PUNTUACIÓN FINAL (ESCALA 2-5, SUAVIZADA)

Se aplica una fórmula con raíz cuadrada para repartir los puntos de forma proporcional pero sin penalizar en exceso a la peor alternativa.

Fórmula:

$$= \text{RAIZ}((\text{Valor} - \text{Mínimo}) / (\text{Máximo} - \text{Mínimo})) \times 3 + 2$$

Resultado:

Mejor alternativa = 5

Peor alternativa = 2

Resto = puntuación intermedia suavizada

1. Conectividad con las estaciones (ffcc y bus)

Situación	Puntos
Integra directamente ambas estaciones (RENFE + FEVE)	5
Conecta una estación ferroviaria de forma directa	4
A menos de 300 m de una estación ferroviaria	3
Entre 300 m y 500 m	2
Más de 500 m sin conexión directa	1

2. Intercambiabilidad con la red TUS

Situación	Puntos
Conecta nodos estratégicos de TUS (intercambiadores, cabeceras)	5
Coincide con varias líneas principales	4
Tiene paradas compartidas con líneas TUS	3
Tiene solo proximidad a paradas TUS	2
Aislado o mal conectado con red TUS	1

3. Conexión peatonal y ciclista

Situación	Puntos
Integra estaciones de bici pública y red peatonal	5
Accesible a pie + algún nodo de bici	4
Solo accesible a pie fácilmente	3
Accesible con dificultad desde red peatonal/ciclista	2
Mal conectado o genera barreras	1



3. PRESENTACIÓN DE LAS 4 ALTERNATIVAS

Con el objetivo de identificar la solución más adecuada para la implantación de un tranvía en Santander, se han definido y evaluado cuatro alternativas de trazado (véase figura 8.3 y los planos detallados al final del anejo).

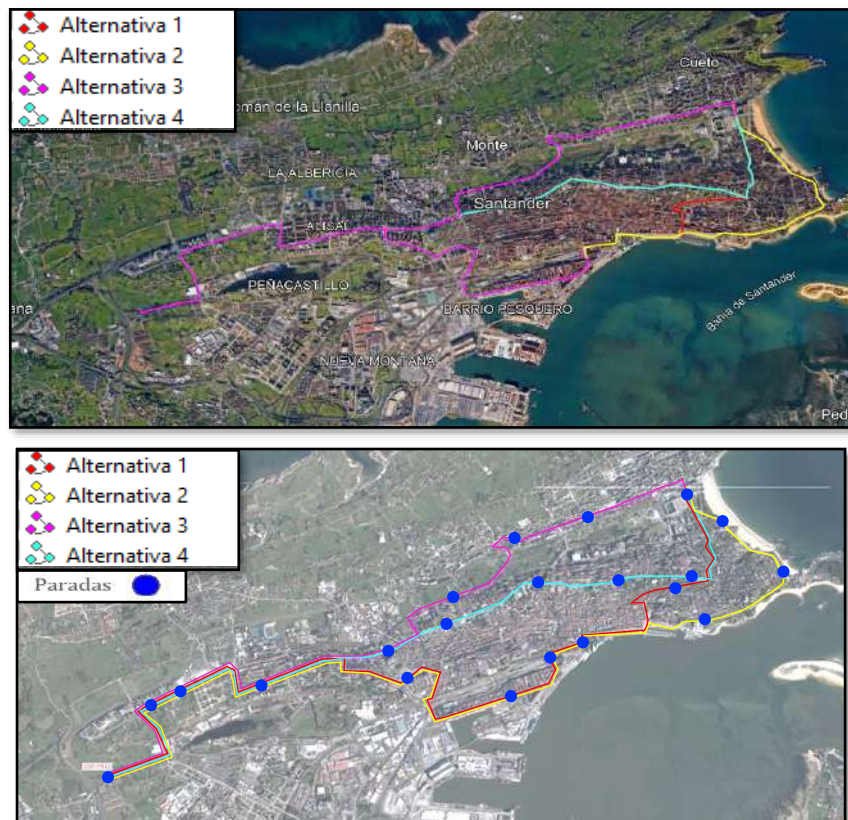


Figura 8.3. Las cuatro alternativas propuestas

En una primera aproximación, y tomando como referencia el documento *Santander 2055*, se han identificado los barrios con mayor demanda de viajes y densidad de población, lo que permite delimitar los nodos más adecuados para el recorrido del tranvía. Al mismo tiempo, se ha procurado minimizar la interferencia con el viario existente, si bien será necesario realizar modificaciones en diversas intersecciones y tramos. Asimismo, se ha priorizado la elección de recorridos con pendientes lo más suaves posibles, siendo más viables los trazados longitudinales que transversales, debido a la orografía marcada de la ciudad. No se contempla la construcción de túneles ni de nuevos viales, sino una reordenación urbanística puntual allí donde sea necesario.

Como añadido, se han rescatado las ideas de los trazados de los antiguos tranvías de Santander (figura 8.4)

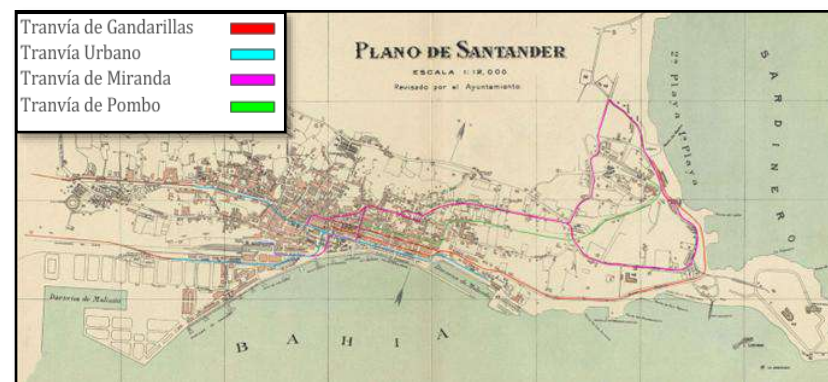


Figura 8.4. Los tranvías históricos de Santander



Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a describir el trazado de cada una de las cuatro alternativas propuestas. Todas ellas operan con doble vía, salvo en el tramo comprendido entre Marqués de la Hermida y el Paseo de Pereda, que se plantea como vía única.

Las cuatro alternativas parten de un recinto de cocheras y talleres situado en la periferia de Santander, próximo al barrio de Ojaiz y contiguo a las cocheras del TUS, en una zona amplia y sin edificar. Desde este punto, el trazado avanza hacia el PCTCAN, atravesando los barrios de El Alisal y Cazoña. A partir de aquí, se produce un desvío hacia Valdecilla Norte, descendiendo posteriormente por la calle Marqués de la Hermida (tramo de vía única), hasta alcanzar la zona de las estaciones de autobús y ferrocarril.

En este punto, las alternativas 1 y 2 continúan por el Paseo de Pereda (donde se retoma la doble vía), recorriendo la primera Puertochico, el Paseo Menéndez Pelayo, Alto Miranda, y la segunda, la calle Castelar y la Avenida de la Reina Victoria, hasta llegar ambas a los Campos de Sport de El Sardinero, donde finaliza la línea.

Por su parte, las alternativas 3 y 4 toman desde las estaciones el recorrido inverso hasta el punto de bifurcación en Cazoña, y desde allí se dirigen hacia la calle General Dávila. A la altura del depósito de Pronillo (glorieta de Los Osos), la alternativa 3 gira hacia la Avenida de los Castros, cruza en dirección a Monte y continúa por Valdenoja hasta El Sardinero. En cambio, la alternativa 4 mantiene su trazado a lo largo de toda la calle General Dávila, concluyendo igualmente en los Campos de Sport de El Sardinero.

Se observa que todas las alternativas propuestas atraviesan los principales nodos de intercambio modal, como los intercambiadores y estaciones, garantizando la conectividad con otros medios de transporte.

4. ALTERNATIVA 1

La primera alternativa, representada en la figura 8.5, recoge el testigo de parte de las líneas antiguas del tranvía Urbano y el de Miranda.



Figura 8.5. Alternativa 1

Para la estimación del presupuesto, se ha calculado el número necesario de unidades de material móvil, en base a los siguientes parámetros operativos:

- Velocidad media del tranvía: 20 km/h
- Tiempo de ruta: longitud total de la línea dividida entre la velocidad media.
- Tiempo de ciclo: consideramos el doble del tiempo de ruta, más 5 minutos de regulación.
- Frecuencia operativa: establecemos una frecuencia de paso de 10 minutos.



Dividiendo el tiempo de ciclo entre la frecuencia, se determina el número necesario de unidades de tranvía para mantener la operación planteada.

Alternativa	Longitud (m)	Tiempo de ruta (min)	Tiempo de ciclo (min)	Frecuencia (min)	Nº uds
1	12,032	37	79	10	8

5. ALTERNATIVA 2

La segunda alternativa, representada en la figura 8.6, recoge el testigo de parte de las líneas antiguas del tranvía Urbano y el de Gandarillas (bordeando la costa).



Figura 8.6. Alternativa 2

El cálculo del número de unidades del material móvil resulta:

Alternativa	Longitud (m)	Tiempo de ruta (min)	Tiempo de ciclo (min)	Frecuencia (min)	Nº uds
2	13,044	40	85	10	9

6. ALTERNATIVA 3

La tercera alternativa, representada en la figura 8.7, aporta una solución diferente, apostando por fomentar la movilidad en zonas periféricas del norte de la ciudad: Monte y Cueto.



Figura 8.7. Alternativa 3

El cálculo del número de unidades del material móvil resulta:

Alternativa	Longitud (m)	Tiempo de ruta (min)	Tiempo de ciclo (min)	Frecuencia (min)	Nº uds
3	13,699	42	89	10	9



7. ALTERNATIVA 4

La tercera alternativa, representada en la figura 8.8, atraviesa toda la calle General Dávila, con lo que ello implicaría en cuanto a ordenación viaria.



Figura 8.8. Alternativa 4

El cálculo del número de unidades del material móvil resulta:

Alternativa	Longitud (m)	Tiempo de ruta (min)	Tiempo de ciclo (min)	Frecuencia (min)	Nº uds
4	13,905	42	89	10	9

8. DATOS Y PUNTUACIONES

A continuación, el desglose de las puntuaciones para cada criterio:

1. PRESUPUESTO

1) PRESUPUESTO - ALTERNATIVA 1					
UNIDAD DE OBRA	COSTE UNITARIO ESTIMADO (€)	UNIDAD	CANTIDAD	COSTE ESTIMADO (€)	PUNTOS FINALES
PLATAFORMA EN SUPERFICIE (VÍA DOBLE)	8000000	€/km	8.732	69856000	
PLATAFORMA EN SUPERFICIE (VÍA SIMPLE)	5500000	€/km	3.3	18150000	
PARADA TIPO (ANDENES, MARQUESINA)	250000	€/ud	10	2500000	
MATERIAL MÓVIL	3250000	€/ud	8	26000000	
COCHERA + TALLER	1750000	€/ud	8	14000000	
SISTEMAS (SEÑALIZACIÓN, ETC.)	12%	%	-	15660720	
COSTES INDIRECTOS / GESTIÓN	15%	%	-	19575900	
TOTAL				165742620	

1) PRESUPUESTO - ALTERNATIVA 2					
UNIDAD DE OBRA	COSTE UNITARIO ESTIMADO (€)	UNIDAD	CANTIDAD	COSTE ESTIMADO (€)	PUNTOS FINALES
PLATAFORMA EN SUPERFICIE (VÍA DOBLE)	8000000	€/km	9.744	77952000	
PLATAFORMA EN SUPERFICIE (VÍA SIMPLE)	5500000	€/km	3.3	18150000	
PARADA TIPO (ANDENES, MARQUESINA)	250000	€/ud	12	3000000	
MATERIAL MÓVIL	3250000	€/ud	9	29250000	
COCHERA + TALLER	1750000	€/ud	9	15750000	
SISTEMAS (SEÑALIZACIÓN, ETC.)	12%	%	-	17292240	
COSTES INDIRECTOS / GESTIÓN	15%	%	-	21615300	
TOTAL				183009540	

1) PRESUPUESTO - ALTERNATIVA 3					
UNIDAD DE OBRA	COSTE UNITARIO ESTIMADO (€)	UNIDAD	CANTIDAD	COSTE ESTIMADO (€)	PUNTOS FINALES
PLATAFORMA EN SUPERFICIE (VÍA DOBLE)	8000000	€/km	10.919	87352000	
PLATAFORMA EN SUPERFICIE (VÍA SIMPLE)	5500000	€/km	2.78	15290000	
PARADA TIPO (ANDENES, MARQUESINA)	250000	€/ud	12	3000000	
MATERIAL MÓVIL	3250000	€/ud	9	29250000	
COCHERA + TALLER	1750000	€/ud	9	15750000	
SISTEMAS (SEÑALIZACIÓN, ETC.)	12%	%	-	18077040	
COSTES INDIRECTOS / GESTIÓN	15%	%	-	22596300	
TOTAL				191315340	

1) PRESUPUESTO - ALTERNATIVA 4					
UNIDAD DE OBRA	COSTE UNITARIO ESTIMADO (€)	UNIDAD	CANTIDAD	COSTE ESTIMADO (€)	PUNTOS FINALES
PLATAFORMA EN SUPERFICIE (VÍA DOBLE)	8000000	€/km	11.125	89000000	
PLATAFORMA EN SUPERFICIE (VÍA SIMPLE)	5500000	€/km	2.78	15290000	
PARADA TIPO (ANDENES, MARQUESINA)	250000	€/ud	13	3250000	
MATERIAL MÓVIL	3250000	€/ud	9	29250000	
COCHERA + TALLER	1750000	€/ud	9	15750000	
SISTEMAS (SEÑALIZACIÓN, ETC.)	12%	%	-	18077040	
COSTES INDIRECTOS / GESTIÓN	15%	%	-	22596300	
TOTAL				193213340	



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

2. DEMANDA POTENCIAL

2) DEMANDA POTENCIAL - ALTERNATIVA 1					
BARRIO	DEMANDA VIAJES (2022)	CLASIFICACIÓN	PUNTOS	LONG. (Km) ATRAVIESA	PUNTOS
Castilla - Hermida - Pesquero	56493	1	32	1.442	46
Centro	42046	2	31	0.234	7
San Fernando	39573	3	30		0
Cazoña	31973	4	29	1.515	44
Los Ríos - La Encina - Los Pinares	28579	5	28	0.240	7
Ciudad Jardín - Cuatro Caminos	25775	6	27	0.311	8
Las Llamas - Sardinero	25379	7	26		0
Nueva Montaña	24835	8	25		0
Monte	23655	9	24		0
Prado - San Roque	23464	10	23		0
Camarreal - Ojaiz	23320	11	22	2.575	57
Tetuán	21504	12	21		0
Calle Alta - Valdecilla	20813	13	20	1.077	22
Menéndez Pelayo - Reina Victoria	17917	14	19	1.343	26
Calle Alta - Cabildo	17793	15	18	0.166	3
Sardinero	17275	16	17	0.790	13
Puerto Chico	16825	17	16	1.021	16
Vía Cornelia	16699	18	15		0
Peñacastillo - Ortega y Gasset	15358	19	14		0
San Román de La Llanilla	14884	20	13		0
Cueto	14457	21	12		0
Campogiro - Cajo	11643	22	11		0
La Tierruca	11009	23	10		0
San Francisco - Pronillo	10788	24	9		0
S-20 - La Torre	10320	25	8		0
Valdenoja	6867	26	7		0
Estaciones - Catedral	6739	27	6	1.254	8
General Dávila - Los Castros	6593	28	5		0
El Alisal	6208	29	4	1.122	4
La Albericia	6027	30	3		0
Peñacastillo - Hermanos Calderón	5351	31	2		0
Los Castros - Fernández de Los Ríos	3856	32	1		0
TOTAL					261
					2.0

2) DEMANDA POTENCIAL - ALTERNATIVA 2					
BARRIO	DEMANDA VIAJES (2022)	CLASIFICACIÓN	PUNTOS	LONG. (Km) ATRAVIESA	PUNTOS
Castilla - Hermida - Pesquero	56493	1	32	1.442	46
Centro	42046	2	31	0.234	7
San Fernando	39573	3	30		0
Cazoña	31973	4	29	1.515	44
Los Ríos - La Encina - Los Pinares	28579	5	28		0
Ciudad Jardín - Cuatro Caminos	25775	6	27	0.311	8
Las Llamas - Sardinero	25379	7	26		0
Nueva Montaña	24835	8	25		0
Monte	23655	9	24		0
Prado - San Roque	23464	10	23		0
Camarreal - Ojaiz	23320	11	22	2.575	57
Tetuán	21504	12	21	0.213	4
Calle Alta - Valdecilla	20813	13	20	1.077	22
Menéndez Pelayo - Reina Victoria	17917	14	19	1.804	34
Calle Alta - Cabildo	17793	15	18	0.166	3
Sardinero	17275	16	17	0.985	17
Puerto Chico	16825	17	16	0.668	11
Vía Cornelia	16699	18	15		0
Peñacastillo - Ortega y Gasset	15358	19	14		0
San Román de La Llanilla	14884	20	13		0
Cueto	14457	21	12		0
Campogiro - Cajo	11643	22	11		0
La Tierruca	11009	23	10		0
San Francisco - Pronillo	10788	24	9		0
S-20 - La Torre	10320	25	8		0
Valdenoja	6867	26	7		0
Estaciones - Catedral	6739	27	6	1.254	8
General Dávila - Los Castros	6593	28	5		0
El Alisal	6208	29	4	1.122	4
La Albericia	6027	30	3		0
Peñacastillo - Hermanos Calderón	5351	31	2		0
Los Castros - Fernández de Los Ríos	3856	32	1		0
TOTAL					265
					3.3



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

2) DEMANDA POTENCIAL - ALTERNATIVA 3					
BARRIO	DEMANDA VIAJES (2022)	CLASIFICACIÓN	PUNTOS	LONG. (Km) ATRAVIESA	PUNTOS
Castilla - Hermida - Pesquero	56493	1	32	1.442	46
Centro	42046	2	31		0
San Fernando	39573	3	30		0
Cazoña	31973	4	29	1.910	55
Los Ríos - La Encina - Los Pinares	28579	5	28		0
Ciudad Jardín - Cuatro Caminos	25775	6	27	0.721	19
Las Llamas - Sardinero	25379	7	26		0
Nueva Montaña	24835	8	25		0
Monte	23655	9	24	0.809	19
Prado - San Roque	23464	10	23		0
Camarreal - Ojaiz	23320	11	22	2.575	57
Tetuán	21504	12	21		0
Calle Alta - Valdecilla	20813	13	20	0.911	18
Menéndez Pelayo - Reina Victoria	17917	14	19		0
Calle Alta - Cabildo	17793	15	18		0
Sardinero	17275	16	17	1.265	22
Puerto Chico	16825	17	16		0
Vía Cornelia	16699	18	15		0
Peñacastillo - Ortega y Gasset	15358	19	14		0
San Román de La Llanilla	14884	20	13		0
Cueto	14457	21	12		0
Campogiro - Cajo	11643	22	11		0
La Tierruca	11009	23	10		0
San Francisco - Pronillo	10788	24	9	1.286	12
S-20 - La Torre	10320	25	8	1.236	10
Valdenoja	6867	26	7	1.084	8
Estaciones - Catedral	6739	27	6	0.754	5
General Dávila - Los Castros	6593	28	5		0
El Alisal	6208	29	4	1.122	4
La Albericia	6027	30	3		0
Peñacastillo - Hermanos Calderón	5351	31	2		0
Los Castros - Fernández de Los Ríos	3856	32	1		0
TOTAL					275
					PUNTOS FINALES 4.5

2) DEMANDA POTENCIAL - ALTERNATIVA 4					
BARRIO	DEMANDA VIAJES (2022)	CLASIFICACIÓN	PUNTOS	LONG. (Km) ATRAVIESA	PUNTOS
Castilla - Hermida - Pesquero	56493	1	32	1.442	46
Centro	42046	2	31		0
San Fernando	39573	3	30		0
Cazoña	31973	4	29	1.910	55
Los Ríos - La Encina - Los Pinares	28579	5	28	0.657	18
Ciudad Jardín - Cuatro Caminos	25775	6	27	0.721	19
Las Llamas - Sardinero	25379	7	26		0
Nueva Montaña	24835	8	25		0
Monte	23655	9	24		0
Prado - San Roque	23464	10	23	0.825	19
Camarreal - Ojaiz	23320	11	22	2.575	57
Tetuán	21504	12	21		0
Calle Alta - Valdecilla	20813	13	20	0.911	18
Menéndez Pelayo - Reina Victoria	17917	14	19	0.883	17
Calle Alta - Cabildo	17793	15	18		0
Sardinero	17275	16	17	0.645	11
Puerto Chico	16825	17	16		0
Vía Cornelia	16699	18	15		0
Peñacastillo - Ortega y Gasset	15358	19	14		0
San Román de La Llanilla	14884	20	13		0
Cueto	14457	21	12		0
Campogiro - Cajo	11643	22	11		0
La Tierruca	11009	23	10		0
San Francisco - Pronillo	10788	24	9	0.587	5
S-20 - La Torre	10320	25	8		0
Valdenoja	6867	26	7		0
Estaciones - Catedral	6739	27	6	0.754	5
General Dávila - Los Castros	6593	28	5	1.160	6
El Alisal	6208	29	4	1.122	4
La Albericia	6027	30	3		0
Peñacastillo - Hermanos Calderón	5351	31	2		0
Los Castros - Fernández de Los Ríos	3856	32	1	0.825	1
TOTAL					281
					PUNTOS FINALES 5.0



3. TRAZADO

3) TRAZADO - ALTERNATIVA 1			
		PUNTOS	PUNTOS FINALES
LONGITUD (m)	12032	2	
PENDIENTE MÁXIMA (%)	8	1	
NºCURVAS CERRADAS (RADIO <= 30m)	5	3	
% VIA DOBLE	72.57	3	
TOTAL		9	2.0
3) TRAZADO - ALTERNATIVA 2			
		PUNTOS	PUNTOS FINALES
LONGITUD (m)	13044	2	
PENDIENTE MÁXIMA (%)	8	1	
NºCURVAS CERRADAS (RADIO <= 30m)	3	4	
% VIA DOBLE	74.70	3	
TOTAL		10	5.0
3) TRAZADO - ALTERNATIVA 3			
		PUNTOS	PUNTOS FINALES
LONGITUD (m)	13699	1	
PENDIENTE MÁXIMA (%)	8	1	
NºCURVAS CERRADAS (RADIO <= 30m)	3	4	
% VIA DOBLE	79.71	4	
TOTAL		10	5.0
3) TRAZADO - ALTERNATIVA 4			
		PUNTOS	PUNTOS FINALES
LONGITUD (m)	13905	1	
PENDIENTE MÁXIMA (%)	8	1	
NºCURVAS CERRADAS (RADIO <= 30m)	4	3	
% VIA DOBLE	80.01	4	
TOTAL		9	2.0

4. IMPACTO AMBIENTAL

4) IMPACTO AMBIENTAL - ALTERNATIVA 1		
	PUNTOS	PUNTOS FINALES
AFFECCIÓN ARBOLADO	3	
INTERFERENCIA CON ZONAS VERDES	3	
ACCECISIBILIDAD PEATONAL/CICLISTA	4	
TOTAL	10	5.0
4) IMPACTO AMBIENTAL - ALTERNATIVA 2		
	PUNTOS	PUNTOS FINALES
AFFECCIÓN ARBOLADO	3	
INTERFERENCIA CON ZONAS VERDES	3	
ACCECISIBILIDAD PEATONAL/CICLISTA	2	
TOTAL	8	2.0
4) IMPACTO AMBIENTAL - ALTERNATIVA 3		
	PUNTOS	PUNTOS FINALES
AFFECCIÓN ARBOLADO	3	
INTERFERENCIA CON ZONAS VERDES	3	
ACCECISIBILIDAD PEATONAL/CICLISTA	3	
TOTAL	9	4.1
4) IMPACTO AMBIENTAL - ALTERNATIVA 4		
	PUNTOS	PUNTOS FINALES
AFFECCIÓN ARBOLADO	3	
INTERFERENCIA CON ZONAS VERDES	3	
ACCECISIBILIDAD PEATONAL/CICLISTA	3	
TOTAL	9	4.1



5. INTEGRACIÓN URBANA

5) INTEGRACIÓN URBANA - ALTERNATIVA 1			
	PUNTOS		
DISPONIBILIDAD DE ESPACIO EN VÍA PÚBLICA	3	PUNTOS FINALES	
COMPATIBILIDAD CON REDES E INFRAESTRUCTURAS	3		
APROVECHAMIENTO DE CORREDORES EXISTENTES	5		
TOTAL	11	5.0	
5) INTEGRACIÓN URBANA - ALTERNATIVA 2			
	PUNTOS		
DISPONIBILIDAD DE ESPACIO EN VÍA PÚBLICA	2	PUNTOS FINALES	
COMPATIBILIDAD CON REDES E INFRAESTRUCTURAS	3		
APROVECHAMIENTO DE CORREDORES EXISTENTES	3		
TOTAL	8	3.9	
5) INTEGRACIÓN URBANA - ALTERNATIVA 3			
	PUNTOS		
DISPONIBILIDAD DE ESPACIO EN VÍA PÚBLICA	3	PUNTOS FINALES	
COMPATIBILIDAD CON REDES E INFRAESTRUCTURAS	2		
APROVECHAMIENTO DE CORREDORES EXISTENTES	2		
TOTAL	7	3.3	
5) INTEGRACIÓN URBANA - ALTERNATIVA 4			
	PUNTOS		
DISPONIBILIDAD DE ESPACIO EN VÍA PÚBLICA	2	PUNTOS FINALES	
COMPATIBILIDAD CON REDES E INFRAESTRUCTURAS	2		
APROVECHAMIENTO DE CORREDORES EXISTENTES	2		
TOTAL	6	2.0	

Cruza S-20

6. INTEGRACIÓN MULTIMODAL

6) INTEGRACIÓN MULTIMODAL - ALTERNATIVA 1			
	PUNTOS		
CONECTIVIDAD CON LAS ESTACIONES (FFCC Y BUS)	5	PUNTOS FINALES	
INTERCAMBIALIDAD CON LA RED TUS	5		
CONEXIÓN PEATONAL Y CICLISTA	5		
TOTAL	15	5.0	
6) INTEGRACIÓN MULTIMODAL - ALTERNATIVA 2			
	PUNTOS		
CONECTIVIDAD CON LAS ESTACIONES (FFCC Y BUS)	5	PUNTOS FINALES	
INTERCAMBIALIDAD CON LA RED TUS	5		
CONEXIÓN PEATONAL Y CICLISTA	5		
TOTAL	15	5.0	
6) INTEGRACIÓN MULTIMODAL - ALTERNATIVA 3			
	PUNTOS		
CONECTIVIDAD CON LAS ESTACIONES (FFCC Y BUS)	5	PUNTOS FINALES	
INTERCAMBIALIDAD CON LA RED TUS	4		
CONEXIÓN PEATONAL Y CICLISTA	4		
TOTAL	13	2.0	
6) INTEGRACIÓN MULTIMODAL - ALTERNATIVA 4			
	PUNTOS		
CONECTIVIDAD CON LAS ESTACIONES (FFCC Y BUS)	5	PUNTOS FINALES	
INTERCAMBIALIDAD CON LA RED TUS	4		
CONEXIÓN PEATONAL Y CICLISTA	5		
TOTAL	14	4.1	



9. RESULTADOS DEL ANÁLISI MULTICRITERIO

Una vez obtenidas todas las puntuaciones en cada alternativa para cada criterio, todo se sintetiza en:

ALTERNATIVA	INDICADORES Y PESOS						VALOR TOTAL PONDERADO
	PRESUPUESTO	DEMANDA POTENCIAL	TRAZADO	IMPACTO AMBIENTAL	INTEGRACIÓN URBANA	INTEGRACIÓN MULTIMODAL	
PESO	5	5	4	4	3	3	Mínimo: 48 Máximo: 120
1	5.0	2.0	2.0	5.0	5.0	5.0	93.0
2	3.8	3.3	5.0	2.0	3.9	5.0	90.5
3	2.8	4.5	5.0	4.1	3.3	2.0	89.0
4	2.0	5.0	2.0	4.1	2.0	4.1	77.8

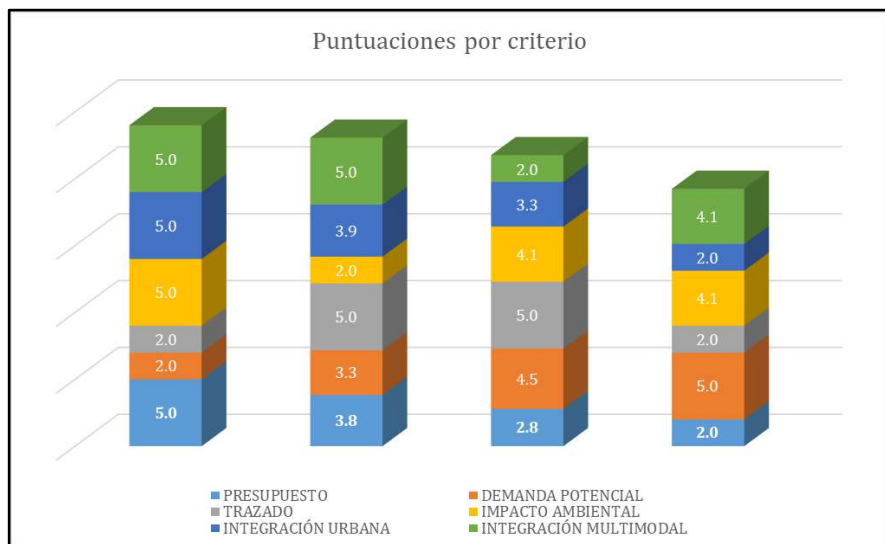


Figura 8.9. Resultados análisis multicriterio

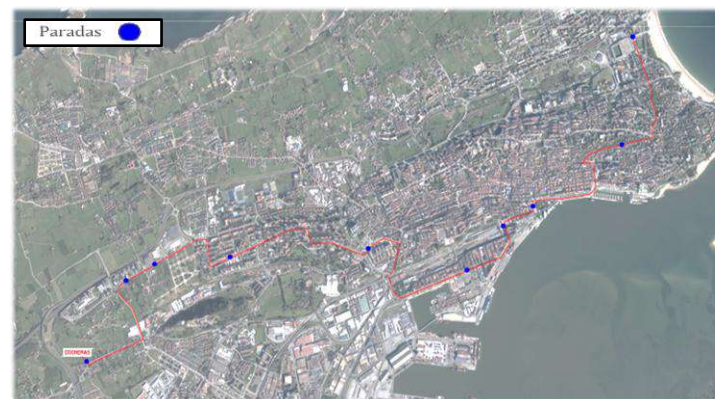
10. CONCLUSIONES

El resultado de aplicar el análisis multicriterio arroja que la alternativa ha estudiar será la alternativa 1, que recoge las siguientes características provisionales:

UNIDAD DE OBRA	COSTE UNITARIO ESTIMADO (€)	UNIDAD	CANTIDAD	COSTE ESTIMADO (€)
PLATAFORMA EN SUPERFICIE (VÍA DOBLE)	8000000	€/km	8.732	69856000
PLATAFORMA EN SUPERFICIE (VÍA SIMPLE)	5500000	€/km	3.3	18150000
PARADA TIPO (ANDENES, MARQUESINA)	250000	€/ud	10	2500000
MATERIAL MÓVIL	3250000	€/ud	8	26000000
COCHERA + TALLER	1750000	€/ud	8	14000000
SISTEMAS (SEÑALIZACIÓN, ETC)	12%	%	-	15660720
COSTES INDIRECTOS / GESTIÓN	15%	%	-	19575900
TOTAL				165742620

LONGITUD (m)	12032
PENDIENTE MÁXIMA (%)	8
Nº CURVAS CERRADAS (RADIO <= 30m)	5
% VÍA DOBLE	72.57

Alternativa	Longitud (m)	Tiempo de ruta (min)	Tiempo de ciclo (min)	Frecuencia (min)	Nº uds
1	12,032	37	79	10	8



A continuación, se muestran los planos de las 4 alternativas en su conjunto y el de cada una de ellas.



Leyenda

- Alternativa 1
- Alternativa 2
- Alternativa 3
- Alternativa 4
- Paradas

	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO PROYECTO	TITULO TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO	TERMINO MUNICIPAL SANTANDER	TITULO DEL PLANO ALTERNATIVAS	AUTOR CARLOS HIGUERA LORENZO	ESCALA 1:15000	PLANO 0
				PROVINCIA CANTABRIA				HOJA 1 DE 5



Leyenda

Alternativa 1

Alternativa 2

Alternativa 3

Alternativa 4

Paradas

	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO PROYECTO	TITULO TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO	TERMINO MUNICIPAL SANTANDER	TITULO DEL PLANO ALTERNATIVAS	AUTOR CARLOS HIGUERA LORENZO	ESCALA 1:15000	PLANO 0
				PROVINCIA CANTABRIA				HOJA 2 DE 5



Leyenda

Alternativa 1

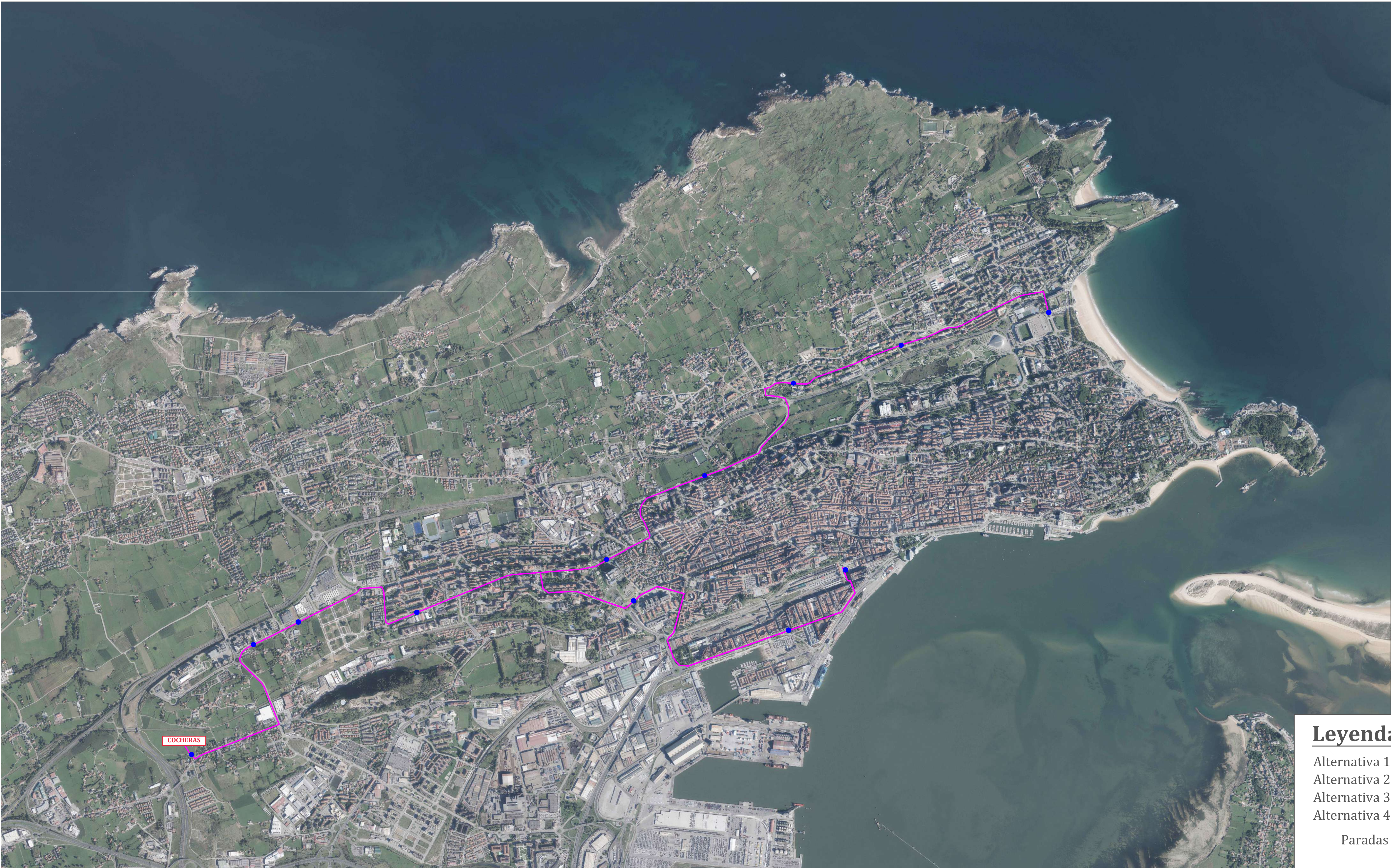
Alternativa 2

Alternativa 3

Alternativa 4

Paradas

	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO PROYECTO	TITULO TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO	TERMINO MUNICIPAL SANTANDER	TITULO DEL PLANO ALTERNATIVAS	AUTOR CARLOS HIGUERA LORENZO	ESCALA 1:15000	PLANO 0
				PROVINCIA CANTABRIA				HOJA 3 DE 5



Leyenda

- Alternativa 1
- Alternativa 2
- Alternativa 3
- Alternativa 4
- Paradas



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO

TITULO
TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL
CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO

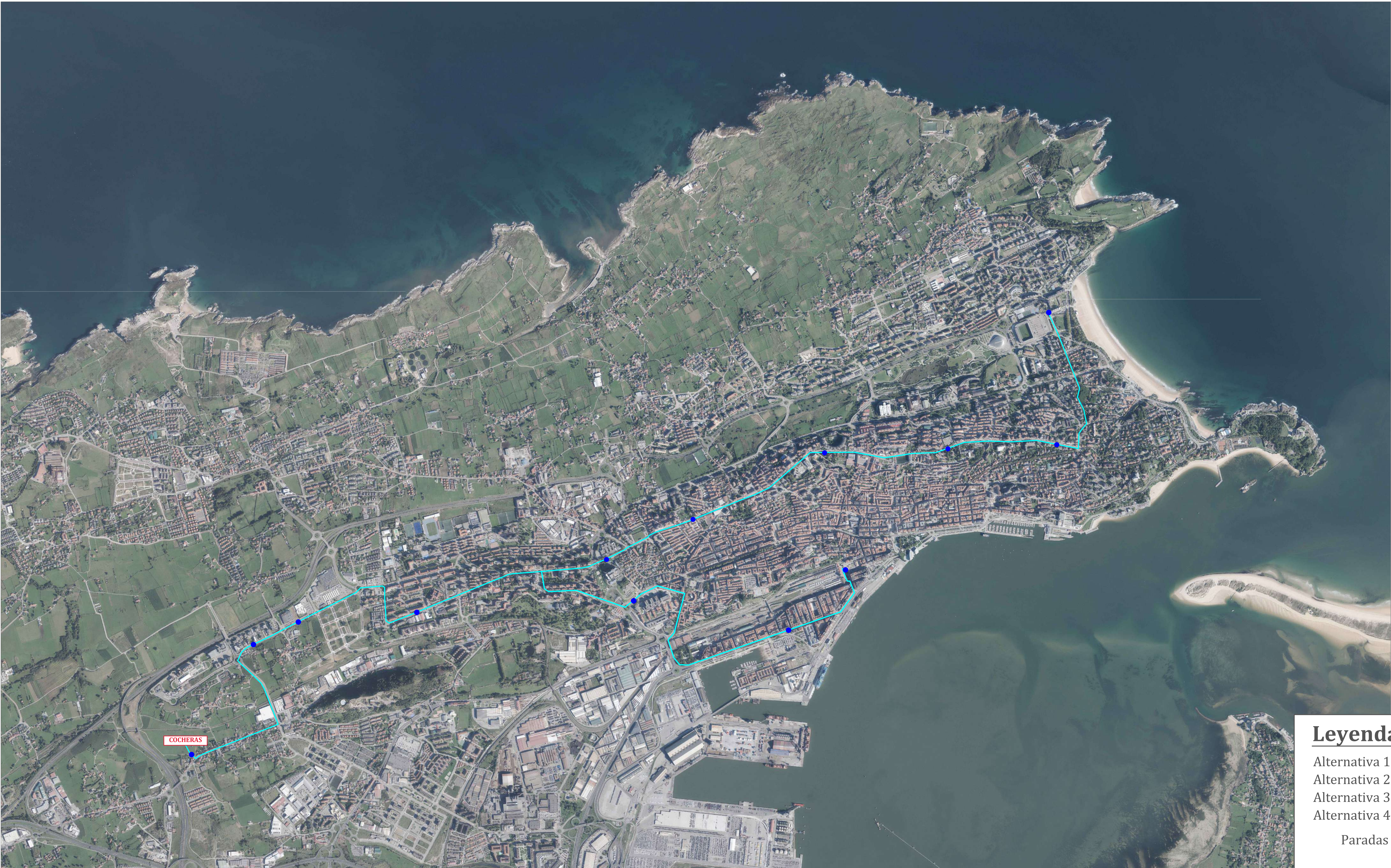
TERMINO MUNICIPAL
SANTANDER
PROVINCIA
CANTABRIA

TITULO DEL PLANO
ALTERNATIVAS

AUTOR
CARLOS
HIGUERA LORENZO

ESCALA
1:15000

PLANO 0
HOJA 4 DE 5



Leyenda

Alternativa 1

Alternativa 2

Alternativa 3

Alternativa 4

Paradas

	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO PROYECTO	TITULO TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO	TERMINO MUNICIPAL SANTANDER	TITULO DEL PLANO ALTERNATIVAS	AUTOR CARLOS HIGUERA LORENZO	ESCALA 1:15000	PLANO 0
				PROVINCIA CANTABRIA				HOJA 5 DE 5



ANEJO N°9 – TRAZADO PROPUESTO



INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	TRAZADO DEL PROYECTO.....	3
3.	TRAZADO EN PLANTA.....	4
4.	TRAZADO EN ALZADO	6
5.	GÁLIBO DEL MATERIAL MÓVIL.....	8
6.	PARADAS	9
7.	RESUMEN PARÁMETROS DE DISEÑO.....	10
8.	CONDICIONANTES BÁSICOS Y CRITERIOS GENERALES.....	11
9.	DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DEL TRAZADO	12
9.1.	LISTADOS EN PLANTA.....	12
9.1.1.	EJE 1 – VÍA DERECHA (PCTCAN-SARDINERO)	12
9.1.2.	EJE 2 – VÍA IZQUIERDA (PCTCAN-SARDINERO)	17
9.2.	LISTADOS EN ALZADO.....	21



1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto definir los parámetros técnicos necesarios para el diseño geométrico del trazado en planta y alzado correspondiente a la alternativa seleccionada como ganadora en el Estudio de Alternativas.

Se adopta una velocidad de proyecto de 50 km/h, acorde con los criterios habituales para trazado de plataformas tranviarias urbanas. Asimismo, se ha considerado un ancho de vía internacional de 1435 mm y una anchura de caja tranviaria de 2,65 m, compatible con los modelos actuales de material móvil ligero de piso bajo.

2. TRAZADO DEL PROYECTO

La alternativa seleccionada como trazado definitivo corresponde a la alternativa 1, analizada en el anejo N°8 mediante un proceso multicriterio (ver figura 9.1).

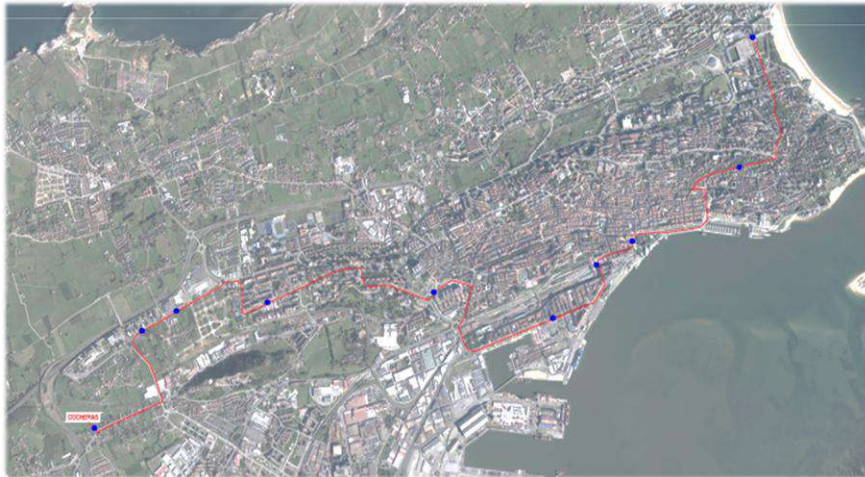


Figura 9.1. Alternativa 1, solución del análisis multicriterio

Durante el desarrollo detallado, se ha ajustado su trazado final en planta para mejorar la accesibilidad, evitar interferencias con la carretera N-611 y optimizar la localización del recinto de talleres y cocheras. Esta nueva ubicación, junto al PCTCAN, permite una mejor operatividad y facilita el desarrollo de futuras extensiones.

El trazado final (figura 9.2) incorpora también ligeros ajustes geométricos y una nueva distribución de paradas, indicadas en azul claro.

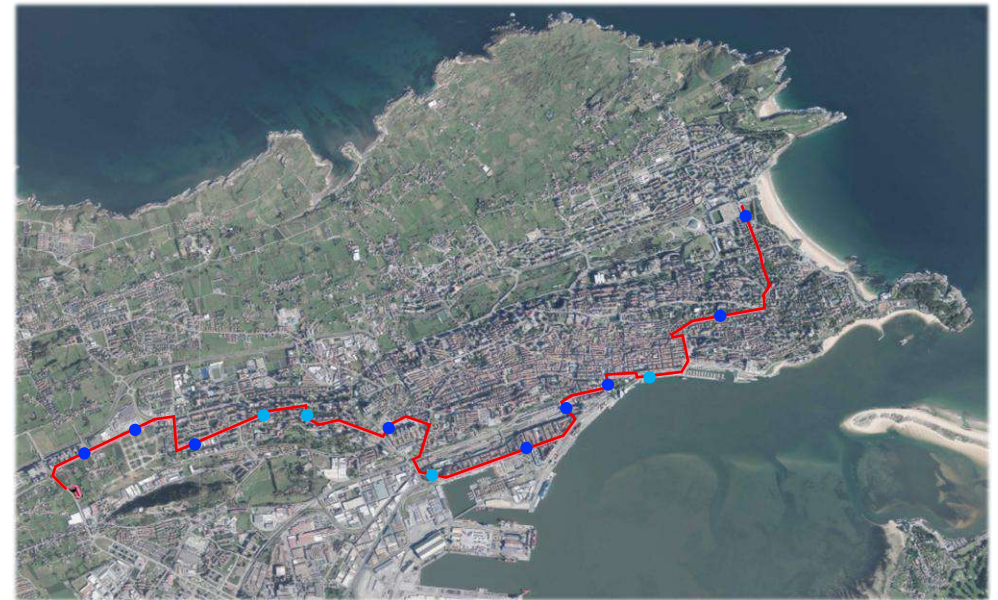


Figura 9.2. Trazado final proyectado



3. TRAZADO EN PLANTA

3.1. CÁLCULO RADIO MÍNIMO

El diseño del trazado en planta de líneas tranviarias viene condicionado por la aceleración transversal que actúa sobre el vehículo, cuando describe una curva de radio R a una velocidad v . Esta aceleración es responsable de las fuerzas laterales que experimentan tanto el vehículo como los pasajeros, y por tanto influye directamente en la comodidad, seguridad y durabilidad de la vía.

Todo vehículo que circula con velocidad v en una curva de radio R experimenta una aceleración centrífuga hacia el exterior de la curva, cuya expresión es:

$$\gamma = \frac{v^2}{R}$$

donde:

γ : *aceleración transversal (m/s^2)*

v : *velocidad de circulación (m/s)*

R : *radio de la curva (m)*

Una parte de esta aceleración se puede compensar mediante la inclinación del plano de rodadura, es decir, aplicando peralte. La parte que no se compensa se denomina aceleración no compensada (γ_{nc}) y es la que afecta al confort del pasajero y al diseño estructural.

El valor de aceleración transversal no compensada se limita para garantizar el confort y la seguridad. Aunque la normativa admite valores de hasta $1.00 m/s^2$, en muchos sistemas tranviarios se adopta un valor más restrictivo, siendo $\gamma_{nc} = 0.65 m/s^2$.

Este valor se considera adecuado para una operación confortable, reduciendo vibraciones y esfuerzos sobre la vía y el vehículo, especialmente en entornos urbanos o con cruces frecuentes.

En caso de que no se aplique peralte (por ejemplo, en cruces urbanos o tramos con plataformas compartidas), el radio mínimo para una determinada velocidad se obtiene directamente de:

$$R = \frac{v^2}{\gamma_{nc}}$$

A partir de esta relación se puede despejar (con las unidades correspondientes) la velocidad máxima admisible para un radio dado, sin peralte:

$$v \left(\frac{km}{h} \right) = 3.6 \cdot \sqrt{\gamma_{nc} (m/s^2) \cdot R(m)}$$

Este valor permite establecer una tabla de radios y velocidades admisibles, adoptándose una velocidad máxima para $\gamma_{nc} = 1 m/s^2$ y una velocidad de explotación para $\gamma_{nc} = 0.65 m/s^2$.



Dicho cálculo de las velocidades en curva se muestra en la tabla 9.1:

R (m)	V_{max} (km/h)	V_{exp} (km/h)	R (m)	V_{max} (km/h)	V_{exp} (km/h)
20	16.10	12.98	215	52.79	42.56
25	18.00	14.51	220	53.40	43.05
30	19.72	15.90	225	54.00	43.54
35	21.30	17.17	230	54.60	44.02
40	22.77	18.36	235	55.19	44.49
45	24.15	19.47	240	55.77	44.96
50	25.46	20.52	245	56.35	45.43
55	26.70	21.52	250	56.92	45.89
60	27.89	22.48	255	57.49	46.35
65	29.02	23.40	260	58.05	46.80
70	30.12	24.28	265	58.60	47.25
75	31.18	25.14	270	59.15	47.69
80	32.20	25.96	275	59.70	48.13
85	33.19	26.76	280	60.24	48.57
90	34.15	27.53	285	60.77	49.00
95	35.09	28.29	290	61.31	49.43
100	36.00	29.02	295	61.83	49.85
105	36.89	29.74	300	62.35	50.27
110	37.76	30.44	305	62.87	50.69
115	38.61	31.12	310	63.38	51.10
120	39.44	31.79	315	63.89	51.51
125	40.25	32.45	320	64.40	51.92
130	41.05	33.09	325	64.90	52.32
135	41.83	33.72	330	65.40	52.72
140	42.60	34.34	335	65.89	53.12
145	43.35	34.95	340	66.38	53.52
150	44.09	35.55	345	66.87	53.91
155	44.82	36.13	350	67.35	54.30
160	45.54	36.71	355	67.83	54.69
165	46.24	37.28	360	68.31	55.07
170	46.94	37.84	365	68.78	55.45
175	47.62	38.40	370	69.25	55.83
180	48.30	38.94	375	69.71	56.20
185	48.97	39.48	380	70.18	56.58
190	49.62	40.01	385	70.64	56.95
195	50.27	40.53	390	71.09	57.32
200	50.91	41.05	395	71.55	57.68
205	51.54	41.56	400	72.00	58.05
210	52.17	42.06			

Figura 9.3. Velocidades en curva

3.2. CÁLCULO LONGITUD CURVA DE TRANSICIÓN

En el diseño de trazados ferroviarios —y particularmente en líneas tranviarias donde se alternan tramos urbanos con tramos de plataforma exclusiva— resulta fundamental garantizar que las transiciones entre alineaciones rectas y curvas se realicen de forma progresiva. Esta progresividad permite evitar cambios bruscos en la aceleración centrífuga que actúa sobre el vehículo y sus ocupantes, mejorando así tanto el confort como la seguridad.

Para lograr esto, se recurre al uso de curvas de transición, comúnmente clotoides, cuya curvatura crece de manera lineal con la longitud ($R \cdot L = A^2$). De este modo, la aceleración transversal también aumenta gradualmente desde cero hasta alcanzar el valor correspondiente a la curva circular.

El diseño de estas clotoides está condicionado por el límite máximo de aceleración tangencial admisible, que se establece para evitar sacudidas o esfuerzos dinámicos excesivos. En este proyecto, se adopta un valor de:

$$a_{\text{máx. tangencial}} = 0.4 \text{ m/s}^3$$

Este valor es habitual en sistemas ferroviarios urbanos y se considera adecuado para velocidades moderadas (hasta 70 km/h), tal como corresponde a las condiciones de explotación previstas para la línea propuesta.

A partir de este límite, se puede deducir una expresión que relaciona la longitud mínima de la curva de transición con la velocidad v (en m/s) y el radio de la curva circular R (en metros), obteniéndose la siguiente fórmula:

$$L = \frac{v^3}{a \cdot R}$$

donde:

L : longitud mínima clotoide (m)

v : velocidad de circulación (m/s)

R : radio de la curva (m)

a : aceleración tangencial admisible (m/s^3)



La expresión anterior refleja que la longitud de transición es directamente proporcional al cubo de la velocidad, lo cual implica que un pequeño incremento en la velocidad requiere un aumento significativo en la longitud necesaria para mantener el confort dinámico.

Entonces, con dicha formulación y las velocidades para cada radio obtenidas en la figura 9.3, hallamos la longitud mínima de la clotoide y su parámetro A correspondiente. Dicho cálculo queda reflejado en la figura 9.4.

R (m)	L_{min} (m)	A (m)	R (m)	L_{min} (m)	A (m)
175	33.07	76.08	370	48.09	133.39
180	33.54	77.70	375	48.41	134.74
185	34.00	79.31	380	48.73	136.08
190	34.46	80.92	385	49.05	137.42
195	34.91	82.51	390	49.37	138.76
200	35.36	84.09	395	49.69	140.09
205	35.79	85.66	400	50.00	141.42
210	36.23	87.22			

Figura 9.4. Cálculos de la clotoide

R (m)	L_{min} (m)	A (m)	R (m)	L_{min} (m)	A (m)
20	11.18	14.95	215	36.66	88.78
25	12.50	17.68	220	37.08	90.32
30	13.69	20.27	225	37.50	91.86
35	14.79	22.75	230	37.91	93.38
40	15.81	25.15	235	38.32	94.90
45	16.77	27.47	240	38.73	96.41
50	17.68	29.73	245	39.13	97.91
55	18.54	31.93	250	39.53	99.41
60	19.36	34.09	255	39.92	100.90
65	20.16	36.20	260	40.31	102.38
70	20.92	38.26	265	40.70	103.85
75	21.65	40.30	270	41.08	105.32
80	22.36	42.29	275	41.46	106.77
85	23.05	44.26	280	41.83	108.23
90	23.72	46.20	285	42.20	109.67
95	24.37	48.11	290	42.57	111.11
100	25.00	50.00	295	42.94	112.55
105	25.62	51.86	300	43.30	113.98
110	26.22	53.70	305	43.66	115.40
115	26.81	55.53	310	44.02	116.81
120	27.39	57.33	315	44.37	118.22
125	27.95	59.11	320	44.72	119.63
130	28.50	60.87	325	45.07	121.03
135	29.05	62.62	330	45.41	122.42
140	29.58	64.35	335	45.76	123.81
145	30.10	66.07	340	46.10	125.19
150	30.62	67.77	345	46.44	126.57
155	31.12	69.46	350	46.77	127.94
160	31.62	71.13	355	47.10	129.31
165	32.11	72.79	360	47.43	130.68
170	32.60	74.44	365	47.76	132.04

3.3. PERALTE

En el presente trazado no se ha considerado la aplicación de peralte, dado que la circulación se desarrolla en su mayoría sobre plataforma urbana compartida, donde no es viable inclinar el plano de rodadura por motivos de accesibilidad, integración con el entorno y cruce con otras vías. Por tanto, el diseño de las curvas se ha realizado sin compensación transversal, asumiendo la totalidad de la aceleración centrífuga como aceleración no compensada.

4. TRAZADO EN ALZADO

El trazado en alzado define la evolución de la rasante del eje tranviario a lo largo del perfil longitudinal, incluyendo pendientes, rampas y curvas verticales. Su diseño está condicionado por criterios de adherencia, frenado, confort del usuario y compatibilidad urbana, especialmente en un entorno de plataforma integrada o compartida.

4.1. PENDIENTES MÁXIMAS

En líneas tranviarias urbanas, la pendiente longitudinal máxima permitida depende de las condiciones de explotación. Se admite una pendiente de hasta el 8 % para tramos cortos en los que se garantice el arranque del vehículo con plena carga. No obstante, en paradas, vías de estacionamiento o zonas terminales, el valor máximo se limita al 2 %, para evitar desplazamientos indeseados cuando el vehículo está detenido.



Para garantizar la seguridad frente a eventuales fallos de frenado, se prefiere limitar las pendientes a valores inferiores o igual al 6 %. Esta condición también facilita la evacuación y operación segura en condiciones adversas (lluvia, hielo, etc.).

Cuando se combina una curva vertical con una curva en planta, se controla la relación entre pendiente y radio mediante la expresión:

$$\frac{800}{R} + P \leq 8 \% \text{ y preferentemente: } \frac{800}{R} + P \leq 6 \%$$

4.2. CONEXIÓN DE PENDIENTES

Para enlazar tramos con distinta pendiente, se utilizan curvas verticales parabólicas, que permiten un cambio progresivo en la inclinación de la vía, evitando saltos de aceleración que puedan afectar a la comodidad del pasajero o al comportamiento del vehículo.

Si se considera una transición entre dos pendientes i_1 e i_2 la aceleración centrífuga vertical inducida por el cambio se puede expresar como:

$$\gamma = \frac{v^2}{Rv} \text{ (siendo } Rv \text{ el radio de curvatura en alzado)}$$

Para garantizar el confort, se limita esta aceleración a valores del orden de $0,2 \text{ m/s}^2$. En función de esta restricción, se definen radios mínimos de curvatura vertical según la velocidad de circulación (figura 9.5).

V (km/h)	Rv (m)
10	50
15	100
20	150
25	250
30	350
35	450
40	600
45	800
50	950
55	1150
60	1400
65	1650
70	1900

Figura 9.5. Radios de curvatura vertical según la velocidad de circulación.

Cuando no sea posible alcanzar estos valores, se recomienda establecer un radio mínimo absoluto de 500 m, tanto para curvas cóncavas como convexas, siempre que se mantenga una longitud de curva no inferior a 20 m.

En este proyecto, el trazado busca mantener rasantes próximas a las existentes, adaptándose a las condiciones del entorno urbano (aceras, accesos, intersecciones), por lo que se han empleado parábolas suaves y pendientes controladas para preservar la accesibilidad.

4.3. COMBINACIÓN DE ACUERDO VERTICAL Y CURVA EN PLANTA

Debido a razones de seguridad y estabilidad, se evita en la medida de lo posible que las curvas verticales parabólicas coincidan con curvas en planta. Esta superposición puede comprometer la adherencia, el confort y la capacidad de tracción, especialmente en condiciones de lluvia o baja velocidad.

Además, la instalación de la vía en estas zonas resulta más compleja desde el punto de vista constructivo. Por tanto, en el diseño se han separado las curvas en alzado y en planta, situándolas en tramos rectos o con transiciones suaves.



5. GÁLIBO DEL MATERIAL MÓVIL

El gálibo es el espacio necesario que debe dejarse libre en torno al tranvía para garantizar su circulación sin interferencias con el entorno. En el diseño del trazado se consideran tres tipos de gálibo: estático, dinámico y libre de obstáculos.

5.1. GÁLIBO ESTÁTICO

Corresponde al contorno físico del vehículo en reposo, sin tener en cuenta desplazamientos dinámicos. Para este proyecto se ha tomado como referencia una caja de tranvía de 2.65 m de anchura.

5.2. GÁLIBO DINÁMICO

Es el espacio ocupado en movimiento, considerando:

- Juego de suspensión y ruedas
- Desplazamientos laterales en curva
- Sobreelevaciones o peraltes (si existieran)
- Balanceo y tolerancias

El gálibo dinámico en alineación recta se estima en 3.074 m, resultado de sumar al ancho de caja del tranvía (2.65 m) las holguras necesarias para absorber movimientos dinámicos, juegos mecánicos y tolerancias de fabricación y operación (se asume 212 mm a cada lado de la caja, un total de 424 mm).

5.3. GÁLIBO LIBRE DE OBSTÁCULOS

El gálibo libre de obstáculos es el espacio mínimo que debe mantenerse libre de cualquier elemento físico alrededor del material móvil, asegurando que no exista interferencia en condiciones de circulación real. Se calcula a partir del gálibo dinámico, al que se le suman márgenes de seguridad adicionales, incluyendo las desviaciones laterales en curva.

En alineación recta, el gálibo libre adoptado es de 3.074 m, ya que incluye el cuerpo del vehículo y las holguras por desplazamientos laterales y tolerancias.

En curva, el gálibo se amplía por el efecto de flecha, siendo asimétrico (el exterior crece más que el interior). Para su estimación se emplean las siguientes expresiones empíricas:

$$\text{Gálibo interior: } G_i = 1.436 + \frac{4.04}{R} \geq 1.537$$

$$\text{Gálibo exterior: } G_e = 1.571 + \frac{8.09}{R} \quad (R < 2000 \text{ m})$$

donde R es el radio de la curva en metros.

El gálibo total se obtiene como:

$$G_t = G_i + G_e$$

Durante las transiciones entre alineaciones rectas y curvas (clotoides), el gálibo libre de obstáculos varía progresivamente de forma lineal, siempre que la longitud de la clotoide sea suficiente para permitir dicho ajuste. En caso contrario, se considera el gálibo completo desde el inicio de la curva circular.

RADIO (m)	GÁLIBO INTERIOR (m)	GÁLIBO EXTERIOR (m)	GÁLIBO TOTAL (m)
20	1.638	1.976	3.614
25	1.598	1.895	3.492
30	1.571	1.841	3.411
40	1.537	1.773	3.310
50	1.537	1.733	3.270
60	1.537	1.706	3.243
70	1.537	1.687	3.224
90	1.537	1.661	3.198



RADIO (m)	GÁLIBO INTERIOR (m)	GÁLIBO EXTERIOR (m)	GÁLIBO TOTAL (m)
100	1.537	1.652	3.189
150	1.537	1.625	3.162
200	1.537	1.611	3.148
300	1.537	1.598	3.135
500	1.537	1.587	3.124
1000	1.537	1.579	3.116
2000	1.537	1.575	3.112
Recta	1.537	1.537	3.074

Figura 9.6. Gálibo libre de obstáculos según el radio

RADIO (m)	CATENARIA CENTRAL (m)	CATENARIA LATERAL (m)
20	No se debe implantar postes centrales con $R < 150$	3.914
25		3.792
30		3.711
40		3.610
50		3.570
60		3.543
70		3.524
90		3.498
100		3.489
≥ 150	3.8	3.4

Figura 9.7. Interejes adoptados según radio de curva

5.4. INTEREJES DE LAS VÍAS

El intereje es la distancia horizontal entre los ejes de dos vías paralelas. En trazados tranviarios, este valor debe ser suficiente para evitar interferencias entre gálibos dinámicos de vehículos que circulan simultáneamente en sentidos opuestos, especialmente en curvas.

El intereje varía en función del radio de la curva, del tipo de catenaria (central o lateral), y de la existencia de elementos entre vías (postes, andén central, etc.). En curvas de pequeño radio, el efecto de flecha del material móvil hace que el gálibo se expanda lateralmente, por lo que se incrementa la separación entre ejes.

En este proyecto, se han adoptado los valores de intereje que se muestran a continuación, diferenciando entre disposición con catenaria central (más exigente) y catenaria lateral. A partir de radios de 60 m, se considera suficiente un intereje de 3.5 m, salvo que haya postes centrales, en cuyo caso se mantienen 3.8–4.0 m como valor de seguridad.

En general, se ha empleado un intereje de 4.0 m cuando hay postes centrales y de 3.5 m en el resto de situaciones con postes laterales o sin obstáculos entre vías.

6. PARADAS

El diseño de las paradas de la línea tranviaria se ha concebido para garantizar la accesibilidad universal, permitir la futura ampliación de capacidad y adaptarse a las condiciones del entorno urbano.

Longitud de andenes

La longitud prevista de los andenes es de 45 m, lo que permite el estacionamiento de unidades de hasta 7 módulos en un futuro (aprox. 42 m de tranvía útil), incluso si en una primera fase se opera con formaciones más cortas (5 módulos $\approx$ 32 m). Esta dimensión permite anticipar necesidades futuras sin comprometer la infraestructura desde el inicio.

En paradas especiales o terminales, donde se prevé circulación de convoyes dobles (2 x 5 módulos $\approx$ 64 m), la longitud de andén se podrá ampliar hasta 70 m, especialmente si hay elementos como rampas, mobiliario o cruces peatonales.



Anchura de andenes

La anchura mínima útil será de:

- 2.80 m para andenes laterales
- 4.00 m para andenes centrales

Estas dimensiones permiten la instalación de marquesinas, máquinas expendedoras, señalización y garantizan el paso cómodo de personas, incluyendo usuarios con movilidad reducida.

En el caso de andenes centrales, al asumir un gálibo dinámico de 3.074 m por vía y un espacio de seguridad lateral de 75 mm, se ha estimado que el intereje mínimo necesario asciende a 6.80 m.

Posición del andén respecto a la vía

El borde del andén se ubicará a una distancia máxima de 1.40 m del eje de la vía, permitiendo una separación lateral aproximada de 7.5 cm entre el tranvía y el andén en condiciones ideales. Este valor está basado en un gálibo estático de 2.65 m, lo que equivale a 1.325 m desde el eje del vehículo.

La ubicación de las paradas se realizará, en la medida de lo posible, en alineación recta y con pendiente máxima del 2 %, garantizando visibilidad y accesibilidad. No se permitirán paradas en tramos con peralte.

En cuanto al trazado en planta, se limitará el radio mínimo de curva en zona de parada a 400 m, para garantizar el acoplamiento preciso entre vehículo y andén. Del mismo modo, los radios parabólicos verticales no superarán los 3000 m, para evitar pendientes o cambios bruscos de rasante que dificulten el acceso.

Altura del andén

La altura del andén será de 280 mm sobre el plano de rodadura, en consonancia con el diseño del material móvil de piso bajo. Esta cota garantiza un embarque a nivel y cumple con los criterios de accesibilidad establecidos en la normativa vigente.

7. RESUMEN PARÁMETROS DE DISEÑO

DISEÑO DEL ANDÉN	
DISTANCIA EJE DE VÍA - BORDE DE ANDÉN	1.400 mm
ALTURA DEL ANDÉN SOBRE CARRIL	280 mm
RADIO MÍNIMO EN PLANTA EN PARADAS	400 m
RAMPA MÁXIMA EN PARADA	2.00%
RADIO PARABÓLICO MÍNIMO EN PARADA	3000 m
ANCHURA DE ANDÉN LATERAL	2.80 m (mínima útil) / 3.50 m (total)
ANCHURA DE ANDÉN CENTRAL	4.00 m (mínima útil) / 4.70 m (total)
LONGITUD DE ANDÉN	45 m
TIPOLOGÍA DE ANDENES	Laterales / Centrales según inserción
DISEÑO DE LA VÍA	
VELOCIDAD MÁXIMA EN ZONA DE PARADA	20 km/h
VELOCIDAD MÁXIMA EN SUPERFICIE	50 km/h
ACELERACIÓN TRANSVERSAL NO COMPENSADA (cálculo)	0.65 m/s ²
ACELERACIÓN TRANSVERSAL NO COMPENSADA (diseño)	1.00 m/s ²
VARIACIÓN DE ACELERACIÓN TRANSVERSAL	0.40 m/s ³
RADIO MÍNIMO EN PLANTA	30 m (25 m excepcional)
RADIO MÍNIMO EN PLANTA (TALLERES)	22 m
ANCHO DE VÍA	1.435 mm
RADIO MÍNIMO DE ACUERDO VERTICAL (cóncavo y convexo)	1000 m (500 m excepcional)
CURVA VERTICAL + CURVA EN PLANTA	70 m ≤ R ≤ 200 m ; Kv ≥ 1500 m
RAMPA MÁXIMA	6.0 % (8 % excepcional)
RELACIÓN DECLIVIDAD Y RADIO	800/R + P ≤ 8 %
PERALTE MÁXIMO	150 mm
RAMPA DE PERALTE MÁXIMA	2 mm/m (3 mm/m excepcional)
INSUFICIENCIA DE PERALTE ADMISIBLE	100 mm
LONGITUD MÍNIMA ALINEACIÓN RECTA	10 m
LONGITUD MÍNIMA DE CLOTOIDE	12 m

Figura 9.8. Resumen de los parámetros de diseño



8. CONDICIONANTES BÁSICOS Y CRITERIOS GENERALES

Los parámetros de diseño adoptados para el trazado tranviario están condicionados por los siguientes factores clave:

- Condicionantes físicos del entorno urbano. El trazado debe adaptarse a la configuración existente del viario y a sus limitaciones espaciales. Se consideran especialmente condicionantes los radios reducidos en intersecciones, la proximidad a edificios, aceras estrechas, mobiliario urbano y la coexistencia con tráfico motorizado. También se tiene en cuenta la pendiente del viario, especialmente en calles con desniveles significativos. Todo ello influye directamente en la determinación de radios mínimos de curva, tipología de andenes, gálibos laterales y plataforma disponible.
- Limitaciones funcionales del material móvil. El vehículo tranviario debe operar con seguridad tanto en curvas cerradas como en pendientes longitudinales. Por ello, se consideran aspectos como:
 - La capacidad de inscripción en curvas horizontales y verticales cerradas
 - Las limitaciones de pendiente para el arranque y la detención segura
 - La longitud de las unidades previstas y sus posibles composiciones
 - Los gálibos estáticos y dinámicos, especialmente en maniobras ajustadas
 - Las características del sistema de tracción, frenado y alimentación
- Restricciones asociadas al rendimiento mecánico en pendientes: En tramos con pendientes acusadas, se analizan las capacidades del material móvil en términos de potencia de tracción, esfuerzo de frenado y estabilidad. Si bien el diseño geométrico permite pendientes máximas de hasta el 7,5 % de forma excepcional, se prioriza limitar las rampas en zona de parada a valores inferiores al 2 %.

Criterios generales del diseño geométrico

De forma general, el trazado se ha desarrollado bajo los siguientes principios:

- Cumplimiento estricto de los parámetros mínimos de diseño geométrico definidos en el proyecto
- Minimización de afecciones al tráfico rodado existente, servicios urbanos y elementos consolidados del entorno
- Priorización de trazados funcionales que permitan maximizar la velocidad comercial, compatibilizando radios mínimos en zonas urbanas con tramos rectos o amplios fuera de paradas
- Coordinación entre el trazado en planta y en alzado, evitando, en la medida de lo posible, la coincidencia de curvas horizontales circulares con curvas verticales en pendiente (acuerdos verticales), para garantizar la comodidad y seguridad en la circulación del tranvía



9. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DEL TRAZADO

9.1. LISTADOS EN PLANTA

9.1.1. EJE 1 – VÍA DERECHA (PCTCAN-SARDINERO)

P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	A (m)
0+000.00	0+004.55	4.554		
0+004.55	0+017.55	13		19.748
0+017.55	0+038.84	21.283	30	
0+038.84	0+051.84	13		19.748
0+051.84	0+161.17	109.337		
0+161.17	0+176.17	15		27.386
0+176.17	0+212.12	35.943	50	
0+212.12	0+227.12	15		27.386
0+227.12	0+227.90	0.785		
0+227.90	0+240.90	13		25.495
0+240.90	0+253.34	12.433	50	
0+253.34	0+266.34	13		25.495
0+266.34	0+267.21	0.873		
0+267.21	0+282.21	15		45.826
0+282.21	0+325.10	42.892	140	
0+325.10	0+340.10	15		45.826
0+340.10	0+595.91	255.806		
0+595.91	1+335.71	739.805		

P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	A (m)
1+335.71	1+350.71	15		34.641
1+350.71	1+369.10	18.39	80	
1+369.10	1+384.10	15		34.641
1+384.10	1+436.03	51.932		
1+436.03	1+451.03	15		30
1+451.03	1+528.95	77.921	60	
1+528.95	1+543.95	15		30
1+543.95	1+745.62	201.67		
1+745.62	1+760.62	15		19.365
1+760.62	1+792.86	32.235	25	
1+792.86	1+807.86	15		19.365
1+807.86	2+813.40	1005.54		
2+813.40	2+835.40	22		66.332
2+835.40	2+876.95	41.554	200	
2+876.95	2+898.95	22		66.332
2+898.95	3+039.30	140.35		
3+039.30	3+052.30	13		16.125
3+052.30	3+071.00	18.696	20	
3+071.00	3+084.00	13		16.125
3+084.00	3+147.29	63.285		
3+147.29	3+160.29	13		21.331
3+160.29	3+175.66	15.369	35	
3+175.66	3+188.66	13		21.331



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	A (m)
3+188.66	3+192.84	4.181		
3+192.84	3+205.84	13		44.598
3+205.84	3+211.00	5.163	153	
3+211.00	3+223.00	12		42.849
3+223.00	3+232.47	9.47		
3+232.47	3+245.47	13		19.748
3+245.47	3+259.27	13.805	30	
3+259.27	3+272.27	13		19.748
3+272.27	3+446.53	174.251		
3+446.53	3+461.53	15		34.641
3+461.53	3+478.95	17.424	80	
3+478.95	3+493.95	15		34.641
3+493.95	3+793.70	299.75		
3+793.70	3+808.70	15		54.772
3+808.70	3+855.56	46.863	200	
3+855.56	3+870.56	15		54.772
3+870.56	3+881.12	10.562		
3+881.12	3+896.12	15		19.365
3+896.12	3+916.87	20.746	25	
3+916.87	3+931.87	15		19.365
3+931.87	4+083.00	151.127		
4+083.00	4+098.00	15		47.434
4+098.00	4+135.43	37.428	150	

P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	A (m)
4+135.43	4+150.43	15		47.434
4+150.43	4+209.75	59.322		
4+209.75	4+224.75	15		24.495
4+224.75	4+238.26	13.51	40	
4+238.26	4+253.26	15		24.495
4+253.26	4+440.48	187.228		
4+440.48	4+455.48	15		17.321
4+455.48	4+471.89	16.409	20	
4+471.89	4+486.89	15		17.321
4+486.89	4+752.91	266.019		
4+752.91	4+767.91	15		34.641
4+767.91	4+809.09	41.178	80	
4+809.09	4+824.09	15		34.641
4+824.09	4+833.01	8.917		
4+833.01	4+848.01	15		21.213
4+848.01	4+872.91	24.9	30	
4+872.91	4+887.91	15		21.213
4+887.91	4+983.23	95.327		
4+983.23	4+998.23	15		21.213
4+998.23	5+013.65	15.417	30	
5+013.65	5+028.65	15		21.213
5+028.65	5+247.40	218.754		
5+247.40	5+262.40	15		30



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	A (m)
5+262.40	5+280.53	18.123	60	
5+280.53	5+295.53	15		30
5+295.53	5+926.19	630.667		
5+926.19	5+941.19	15		57.706
5+941.19	5+970.96	29.766	222	
5+970.96	5+985.96	15		57.706
5+985.96	5+986.07	0.113		
5+986.07	5+999.07	13		50.99
5+999.07	6+028.09	29.012	200	
6+028.09	6+041.09	13		50.99
6+041.09	6+348.89	307.804		
6+348.89	6+363.89	15		51.962
6+363.89	6+383.22	19.333	180	
6+383.22	6+398.22	15		51.962
6+398.22	6+417.04	18.818		
6+417.04	6+430.04	13		21.331
6+430.04	6+445.27	15.229	35	
6+445.27	6+458.27	13		21.331
6+458.27	6+604.45	146.181		
6+604.45	6+619.45	15		22.913
6+619.45	6+635.68	16.23	35	
6+635.68	6+650.68	15		22.913
6+650.68	6+678.75	28.068		

P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	A (m)
6+678.75	6+708.75	30		42.426
6+708.75	6+724.24	15.491	60	
6+724.24	6+742.24	18		32.863
6+742.24	6+755.59	13.35		
6+755.59	6+768.59	13		21.331
6+768.59	6+777.17	8.578	35	
6+777.17	6+790.17	13		21.331
6+790.17	6+846.27	56.099		
6+846.27	6+859.27	13		19.748
6+859.27	6+892.79	33.528	30	
6+892.79	6+905.79	13		19.748
6+905.79	7+057.07	151.277		
7+057.07	7+072.07	15		51.962
7+072.07	7+082.45	10.374	180	
7+082.45	7+097.45	15		51.962
7+097.45	7+199.82	102.375		
7+199.82	7+214.82	15		51.962
7+214.82	7+247.13	32.307	180	
7+247.13	7+262.13	15		51.962
7+262.13	7+313.15	51.026		
7+313.15	7+325.15	12		15.492
7+325.15	7+338.40	13.246	20	
7+338.40	7+350.40	12		15.492



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	A (m)
7+350.40	7+391.69	41.288		
7+391.69	7+403.69	12		15.492
7+403.69	7+423.78	20.097	20	
7+423.78	7+435.78	12		15.492
7+435.78	7+654.92	219.134		
7+654.92	7+667.92	13		19.748
7+667.92	7+678.55	10.629	30	
7+678.55	7+690.55	12		18.974
7+690.55	7+698.79	8.241		
7+698.79	7+702.79	4		10.198
7+702.79	7+709.59	6.802	26	
7+709.59	7+724.59	15		19.748
7+724.59	7+753.75	29.158		
7+753.75	7+765.75	12		45.826
7+765.75	7+778.05	12.297	175	
7+778.05	7+790.05	12		45.826
7+790.05	7+847.06	57.016		
7+847.06	7+859.06	12		48.99
7+859.06	7+872.60	13.54	200	
7+872.60	7+884.60	12		48.99
7+884.60	7+898.79	14.191		
7+898.79	7+910.79	12		60
7+910.79	7+938.74	27.95	300	

P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	A (m)
7+938.74	7+950.74	12		60
7+950.74	8+089.16	138.419		
8+089.16	8+102.16	13		27.928
8+102.16	8+115.66	13.501	60	
8+115.66	8+128.66	13		27.928
8+128.66	8+129.66	1.001		
8+129.66	8+142.66	13		25.495
8+142.66	8+170.43	27.768	50	
8+170.43	8+172.81	2.381		
8+172.81	8+188.81	16.001	42	
8+188.81	8+200.81	12		22.45
8+200.81	8+205.20	4.389		
8+205.20	8+218.20	13		19.748
8+218.20	8+233.59	15.386	30	
8+233.59	8+248.59	15		21.213
8+248.59	8+474.52	225.936		
8+474.52	8+487.52	13		16.125
8+487.52	8+504.39	16.864	20	
8+504.39	8+517.39	13		16.125
8+517.39	8+583.54	66.148		
8+583.54	8+595.54	12		15.492
8+595.54	8+634.86	39.327	20	
8+634.86	8+646.86	12		15.492



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	A (m)
8+646.86	8+704.08	57.211		
8+704.08	8+726.08	22		104.881
8+726.08	8+821.94	95.864	500	
8+821.94	8+836.94	15		86.603
8+836.94	8+836.96	0.022		
8+836.96	8+851.96	15		51.962
8+851.96	8+873.55	21.589	180	
8+873.55	8+888.55	15		51.962
8+888.55	9+508.75	620.201		
9+508.75	9+523.75	15		21.213
9+523.75	9+550.76	27.011	30	
9+550.76	9+565.76	15		21.213
9+565.76	9+645.59	79.824		
9+645.59	9+660.59	15		27.386
9+660.59	9+681.35	20.76	50	
9+681.35	9+696.35	15		27.386
9+696.35	9+740.60	44.253		
9+740.60	9+755.60	15		21.213
9+755.60	9+766.96	11.364	30	
9+766.96	9+781.96	15		21.213
9+781.96	9+865.93	83.971		
9+865.93	9+880.93	15		42.426
9+880.93	9+913.22	32.291	120	

P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	A (m)
9+913.22	9+928.22	15		42.426
9+928.22	9+948.75	20.528		
9+948.75	9+963.75	15		34.641
9+963.75	10+015.66	51.909	80	
10+015.66	10+030.66	15		34.641
10+030.66	10+043.23	12.566		
10+043.23	10+058.23	15		27.386
10+058.23	10+074.73	16.504	50	
10+074.73	10+089.73	15		27.386
10+089.73	10+487.35	397.618		
10+487.35	10+500.35	13		50.99
10+500.35	10+513.33	12.979	200	
10+513.33	10+526.33	13		50.99
10+526.33	10+658.17	131.84		



9.1.2. EJE 2 – VÍA IZQUIERDA (PCTCAN-SARDINERO)

P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	A (m)
0+000.00	0+010.38	10.377		
0+010.38	0+023.38	13		18.028
0+023.38	0+038.10	14.724	25	
0+038.10	0+051.10	13		18.028
0+051.10	0+185.79	134.688		
0+185.79	0+198.79	13		18.028
0+198.79	0+210.75	11.96	25	
0+210.75	0+223.75	13		18.028
0+223.75	0+231.83	8.082		
0+231.83	0+244.83	13		27.928
0+244.83	0+257.53	12.699	60	
0+257.53	0+270.53	13		27.928
0+270.53	0+277.49	6.964		
0+277.49	0+290.49	13		36.056
0+290.49	0+329.56	39.07	100	
0+329.56	0+342.56	13		36.056
0+342.56	0+593.82	251.262		
0+593.82	0+606.82	13		50.99
0+606.82	0+619.65	12.825	200	
0+619.65	0+632.65	13		50.99
0+632.65	0+643.37	10.722		
0+643.37	0+656.37	13		72.111
0+656.37	0+689.48	33.106	400	

P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	A (m)
0+689.48	0+702.48	13		72.111
0+702.48	1+291.73	589.257		
1+291.73	1+304.73	13		32.249
1+304.73	1+322.02	17.289	80	
1+322.02	1+335.02	13		32.249
1+335.02	1+337.31	2.29		
1+337.31	1+352.31	15		24.495
1+352.31	1+368.54	16.226	40	
1+368.54	1+383.54	15		24.495
1+383.54	1+500.12	116.583		
1+500.12	1+515.12	15		24.495
1+515.12	1+563.35	48.23	40	
1+563.35	1+578.35	15		24.495
1+578.35	1+772.37	194.022		
1+772.37	1+787.37	15		24.495
1+787.37	1+848.56	61.19	40	
1+848.56	1+863.56	15		24.495
1+863.56	2+830.26	966.701		
2+830.26	2+852.26	22		66.332
2+852.26	2+892.39	40.121	200	
2+892.39	2+914.39	22		66.332
2+914.39	3+065.94	151.558		
3+065.94	3+078.94	13		18.028
3+078.94	3+105.19	26.244	25	



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	A (m)
3+105.19	3+118.19	13		18.028
3+118.19	3+176.11	57.918		
3+176.11	3+189.11	13		21.331
3+189.11	3+201.64	12.531	35	
3+201.64	3+214.64	13		21.331
3+214.64	3+260.54	45.904		
3+260.54	3+273.54	13		19.748
3+273.54	3+285.33	11.786	30	
3+285.33	3+298.33	13		19.748
3+298.33	3+465.12	166.795		
3+465.12	3+480.12	15		47.434
3+480.12	3+524.68	44.56	150	
3+524.68	3+539.68	15		47.434
3+539.68	3+831.05	291.37		
3+831.05	3+846.05	15		54.772
3+846.05	3+872.69	26.642	200	
3+872.69	3+887.69	15		54.772
3+887.69	3+903.24	15.549		
3+903.24	3+918.24	15		19.365
3+918.24	3+936.58	18.341	25	
3+936.58	3+951.58	15		19.365
3+951.58	4+066.38	114.796		
4+066.38	4+081.38	15		47.434
4+081.38	4+118.47	37.093	150	

P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	A (m)
4+118.47	4+133.47	15		47.434
4+133.47	4+216.05	82.583		
4+216.05	4+231.05	15		24.495
4+231.05	4+244.50	13.441	40	
4+244.50	4+259.50	15		24.495
4+259.50	4+446.76	187.267		
4+446.76	4+461.76	15		17.321
4+461.76	4+478.17	16.409	20	
4+478.17	4+493.17	15		17.321
4+493.17	4+759.19	266.019		
4+759.19	4+774.19	15		34.641
4+774.19	4+815.37	41.178	80	
4+815.37	4+830.37	15		34.641
4+830.37	4+839.29	8.917		
4+839.29	4+854.29	15		21.213
4+854.29	4+879.19	24.9	30	
4+879.19	4+894.19	15		21.213
4+894.19	4+989.51	95.324		
4+989.51	5+004.51	15		21.213
5+004.51	5+019.93	15.421	30	
5+019.93	5+034.93	15		21.213
5+034.93	5+242.42	207.489		
5+242.42	5+257.42	15		30
5+257.42	5+275.64	18.218	60	



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	A (m)
5+275.64	5+290.64	15		30
5+290.64	5+946.39	655.751		
5+946.39	5+961.39	15		57.706
5+961.39	5+964.13	2.744	222	
5+964.13	5+979.13	15		57.706
5+979.13	6+001.90	22.768		
6+001.90	6+014.90	13		50.99
6+014.90	6+019.91	5.008	200	
6+019.91	6+032.91	13		50.99
6+032.91	6+352.79	319.879		
6+352.79	6+367.79	15		51.962
6+367.79	6+387.12	19.333	180	
6+387.12	6+402.12	15		51.962
6+402.12	6+420.94	18.818		
6+420.94	6+433.94	13		21.331
6+433.94	6+449.17	15.229	35	
6+449.17	6+462.17	13		21.331
6+462.17	6+608.35	146.181		
6+608.35	6+623.35	15		22.913
6+623.35	6+639.58	16.23	35	
6+639.58	6+654.58	15		22.913
6+654.58	6+682.65	28.068		
6+682.65	6+712.65	30		42.426
6+712.65	6+735.89	23.24	60	

P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	A (m)
6+735.89	6+753.89	18		32.863
6+753.89	6+762.48	8.595		
6+762.48	6+775.48	13		21.331
6+775.48	6+787.55	12.07	35	
6+787.55	6+800.55	13		21.331
6+800.55	6+852.91	52.356		
6+852.91	6+865.91	13		19.748
6+865.91	6+900.32	34.41	30	
6+900.32	6+913.32	13		19.748
6+913.32	7+073.93	160.617		
7+073.93	7+088.93	15		51.962
7+088.93	7+099.31	10.374	180	
7+099.31	7+114.31	15		51.962
7+114.31	7+216.66	102.353		
7+216.66	7+231.66	15		51.962
7+231.66	7+264.01	32.352	180	
7+264.01	7+279.01	15		51.962
7+279.01	7+322.62	43.61		
7+322.62	7+334.62	12		15.492
7+334.62	7+347.68	13.055	20	
7+347.68	7+359.68	12		15.492
7+359.68	7+403.79	44.116		
7+403.79	7+415.79	12		15.492
7+415.79	7+435.70	19.91	20	



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	A (m)
7+435.70	7+447.70	12		15.492
7+447.70	7+673.32	225.621		
7+673.32	7+686.32	13		19.748
7+686.32	7+696.45	10.129	30	
7+696.45	7+709.45	13		19.748
7+709.45	7+715.35	5.9		
7+715.35	7+719.35	4		10.198
7+719.35	7+729.62	10.27	26	
7+729.62	7+744.62	15		19.748
7+744.62	8+106.18	361.56		
8+106.18	8+119.18	13		27.928
8+119.18	8+132.68	13.502	60	
8+132.68	8+145.68	13		27.928
8+145.68	8+146.68	1.001		
8+146.68	8+159.68	13		25.495
8+159.68	8+187.45	27.768	50	
8+187.45	8+189.83	2.381		
8+189.83	8+205.83	16.001	42	
8+205.83	8+217.83	12		22.45
8+217.83	8+222.22	4.389		
8+222.22	8+235.22	13		19.748
8+235.22	8+250.61	15.386	30	
8+250.61	8+265.61	15		21.213
8+265.61	8+491.55	225.945		

P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	A (m)
8+491.55	8+504.55	13		16.125
8+504.55	8+521.41	16.854	20	
8+521.41	8+534.41	13		16.125
8+534.41	8+612.44	78.029		
8+612.44	8+625.44	13		16.125
8+625.44	8+662.77	37.33	20	
8+662.77	8+675.77	13		16.125
8+675.77	8+713.97	38.209		
8+713.97	8+735.97	22		104.881
8+735.97	8+868.35	132.379	500	
8+868.35	8+883.35	15		86.603
8+883.35	8+885.66	2.312		
8+885.66	8+900.66	15		51.962
8+900.66	8+917.83	17.165	180	
8+917.83	8+932.83	15		51.962
8+932.83	9+554.06	621.226		
9+554.06	9+569.06	15		21.213
9+569.06	9+596.04	26.983	30	
9+596.04	9+611.04	15		21.213
9+611.04	9+681.56	70.516		
9+681.56	9+696.56	15		27.386
9+696.56	9+717.32	20.761	50	
9+717.32	9+732.32	15		27.386
9+732.32	9+776.57	44.252		



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD (m)	RADIO (m)	A (m)
9+776.57	9+791.57	15		21.213
9+791.57	9+802.93	11.364	30	
9+802.93	9+817.93	15		21.213
9+817.93	9+901.90	83.965		
9+901.90	9+916.90	15		42.426
9+916.90	9+949.20	32.302	120	
9+949.20	9+964.20	15		42.426
9+964.20	9+992.32	28.117		
9+992.32	10+007.32	15		34.641
10+007.32	10+047.97	40.657	80	
10+047.97	10+062.97	15		34.641
10+062.97	10+071.71	8.738		
10+071.71	10+086.71	15		36.742
10+086.71	10+116.42	29.709	90	
10+116.42	10+131.42	15		36.742
10+131.42	10+474.94	343.517		
10+474.94	10+487.94	13		50.99
10+487.94	10+517.77	29.828	200	
10+517.77	10+530.77	13		50.99
10+530.77	10+531.12	0.358		
10+531.12	10+544.12	13		72.111
10+544.12	10+570.31	26.189	400	
10+570.31	10+583.31	13		72.111
10+583.31	10+691.35	108.041		

9.2. LISTADOS EN ALZADO

PK INICIO	PK FINAL	COTA INICIAL (m)	LONGITUD (m)	Kv (m)	PENDIENTE (%)
0+000	0+066.701	59.758	0.0	1000	0.012
0+066.701	0+161.675	59.766	72.012	2283.480	-9.663
0+161.675	0+236.791	50.589	94.965	23086.111	-5.505
0+236.791	0+367.030	46.454	0.0	20631.230	1.306
0+367.030	0+544.462	48.155	150.0	1356.866	1.955
0+544.462	0+668.759	51.624	150.0	4095.845	1.228
0+668.759	0+788.840	53.15	62.648	4563.628	-3.389
0+788.840	0+954.418	49.081	150.0	7455.732	-7.051
0+954.418	1+124.583	37.406	150.0	2018.899	-3.765
1+124.583	1+491.750	31.0	150.0	2830.170	-1.752
1+491.750	1+750.018	24.566	150.0	39772.827	5.677
1+750.018	1+954.428	39.228	150.0	3289.755	0.378
1+954.428	2+340.865	40.0	150.0	3292.399	0.0
2+340.865	2+558.593	40.0	150.0	5386.881	4.56
2+558.593	3+478.840	49.928	150.0	4045.626	0.004
3+478.840	3+674.503	49.963	229.087	1926.415	-4.249
3+674.503	3+859.192	41.65	150.0	1651348.353	-7.957
3+859.192	4+008.598	26.955	150.0	3315.893	-0.17
4+008.598	4+498.363	26.701	141.373	5857.280	-0.178
4+498.363	4+825.583	25.827	150.0	7024.252	-4.702
4+825.583	5+069.867	10.441	150.0	2599.983	-2.141
5+069.867	8+253.195	5.21	150.0	10965.241	-0.006
8+253.195	8+441.784	5.027	150.0	14249.749	5.923
8+441.784	8+715.985	16.198	150.0	9731.763	4.555
8+715.985	8+996.161	28.688	150.0	3935.179	3.502
8+996.161	9+263.702	38.501	150.0	1000	1.961
9+263.702	9+526.925	43.748	150.0	2223.706	5.773
9+526.925	9+681.077	58.944	88.539	21281.516	-3.166
9+681.077	10+142.962	54.063	68.127	2711.007	-6.23



PK INICIO	PK FINAL	COTA INICIAL (m)	LONGITUD (m)	Kv (m)	PENDIENTE (%)
10+142.962	10+405.776	25.289	150.0	1000	-6.935
10+405.776	10+474.604	7.064	122.59	1000	-2.412
10+474.604	10+658.168	5.404	6.13	2283.480	-0.22

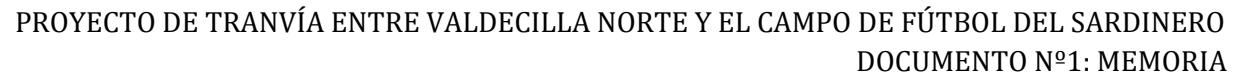


ANEJO N°10 – SUPERESTRUCTURA



INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	TIPOLOGÍA DE VÍA.....	3
3.	ELEMENTOS DE LA SUPERESTRUCTURA.....	3
3.1.	CARRILES	3
3.2.	FIJACIONES	4
3.3.	APOYO Y GEOMETRÍA.....	4
3.4.	APARATOS DE VÍA.....	4
3.4.1.	DESVÍOS SIMPLES	4
3.4.2.	BRETELLES	4
3.5.	PARÁMETROS GEOMÉTRICOS Y CRITERIOS DE DISEÑO	5
4.	AISLAMIENTO VIBRATORIO.....	5
5.	TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE LA PLATAFORMA.....	5
6.	CONSIDERACIONES DE MANTENIMIENTO.....	5



El presente anejo tiene por objeto definir las características técnicas de la superestructura de vía prevista para el sistema tranviario proyectado. La superestructura constituye el conjunto de elementos situados sobre la plataforma que permiten la circulación segura, eficiente y confortable del material móvil, transmitiendo las cargas al terreno de forma adecuada y garantizando una larga vida útil del sistema.

A lo largo del trazado se han definido distintos tipos de vía en función de su integración en el entorno urbano y las condiciones funcionales:

-  Vía sobre plataforma segregada: destinada exclusivamente a la circulación del tranvía, con tratamiento superficial de losa de hormigón o adoquinado técnico.
-  Vía en calzada compartida: integrada en el viario urbano, compartiendo espacio con el tráfico rodado.
-  Vía en plataforma ajardinada: en tramos de bulevar o zonas verdes, con cobertura vegetal sobre la losa portante, favoreciendo la integración paisajística y la reducción de ruido.

La vía proyectada constara de tramos de vía simple y doble, compuesta por carriles tipo Ri60 embebidos o apoyados sobre losa de hormigón.

3.1. CARRILES

Se emplearán carriles tipo Ri60 (tal y como marca la norma UNE-EN 14811), de acero laminado de alta calidad, especialmente diseñados para sistemas tranviarios urbanos. Estos carriles permiten su embebido en pavimentos y presentan una alta resistencia al desgaste y a esfuerzos de fatiga.

En concreto, se prevé el uso del modelo Ri60R3 en tramos rectos o con radios amplios, y Ri60 R2 o R1 en zonas con curvatura más cerrada, según las exigencias geométricas. En plataformas ajardinadas, el carril se alojará en cuna de hormigón con encapsulado elástico, permitiendo su integración con vegetación superficial y garantizando el confort de marcha.

Las barras de carril tendrán una longitud estándar de 18 metros, unidas mediante soldadura aluminotérmica, garantizando la continuidad del hilo de rodadura y minimizando vibraciones y mantenimiento.

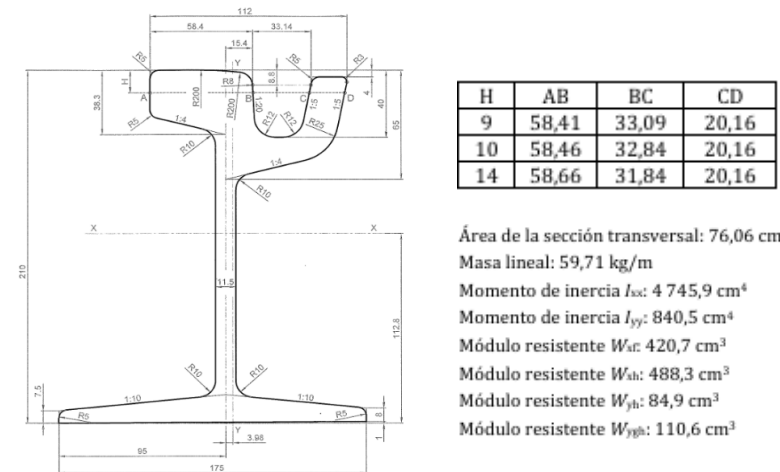


Figura 10.1. Sección carril Ri-60R3. Fuente: UNE-EN 14811.



3.2. FIJACIONES

El sistema de fijación del carril dependerá del tipo de plataforma:

- En plataformas rígidas (hormigonadas), se emplearán sistemas de fijación elástica encajada en materiales sintéticos o elastómeros, tipo Vossloh o similares, que permiten amortiguar las vibraciones y absorber las dilataciones.
- En zonas de vía ajardinada o pavimentada, el carril se instalará embebido en cuna de hormigón, con envoltorio de goma o polímero elástico, lo que mejora el confort acústico y reduce la propagación de vibraciones al entorno urbano.

3.3. APOYO Y GEOMETRÍA

El carril se apoya sobre una losa de hormigón estructural, que sirve como base resistente y alineada del sistema de vía. Sobre esta losa se ejecuta una capa de mortero de nivelación, que permite regular con precisión la geometría de la vía tanto en alzado como en planta.

La vía se diseña cumpliendo las tolerancias geométricas propias del ferrocarril urbano, considerando radios de curvatura mínimos adecuados, peraltes en tramos curvos si es necesario, y pendientes longitudinales compatibles con la tracción del material móvil.

3.4. APARATOS DE VÍA

Los aparatos de vía son elementos fundamentales en la superestructura del tranvía, ya que permiten modificar la trayectoria de los vehículos, realizar cambios de vía y habilitar maniobras de inversión de marcha. En el presente proyecto se prevé la instalación de desvíos simples y bretelles, localizados en puntos estratégicos del trazado con criterios funcionales y de explotación.

3.4.1. DESVÍOS SIMPLES

Los desvíos simples permiten que un tranvía abandone la vía principal para acceder a una vía secundaria o a instalaciones auxiliares como cocheras, talleres o apartaderos. Constan de un conjunto de agujas móviles, contracarriles y un corazón de cruce, que permiten guiar las ruedas del tranvía hacia la nueva trayectoria.

Para este proyecto se ha considerado el uso de desvíos embebidos con carril ranurado tipo Ri60N, adecuados para plataforma urbana. Los radios mínimos adoptados para los desvíos son del orden de $R = 50$ m, compatibles con la geometría tranviaria y con el entorno urbano.

Se instalarán sobre losa de hormigón, con fijaciones especiales, y pavimentación embebida adaptada (adoquín, hormigón impreso o césped artificial, según el tramo).

3.4.2. BRETILLES

Las bretelles (también denominadas "travesías con desvíos" o "cruces dobles") permiten el paso de los tranvías de una vía a otra en ambos sentidos, ocupando un espacio reducido. Están formadas por dos desvíos opuestos y un cruzamiento central, y son especialmente útiles en terminales o tramos intermedios para permitir la inversión del sentido de marcha o aumentar la flexibilidad operativa.

En el presente proyecto se prevé la instalación de cuatro bretelles, ubicadas en puntos clave del trazado: dos en cada cabecera de línea (paradas del PCTCAN y Mesones/Sardinero), que permitirá la inversión de marcha sin necesidad de un bucle de retorno; otra en las cocheras, para facilitar las maniobras internas de entrada y salida de unidades; y una cuarta en la zona de Castilla-Hermida, aproximadamente en el punto medio del recorrido, como recurso operativo para servicios parciales o gestión de incidencias.

Todas ellas se proyectan con carril ranurado tipo Ri60N embebido, sobre plataforma urbana, y con radios reducidos comprendidos entre 30 y 40 metros, compatibles con las condiciones del entorno y los requerimientos funcionales del sistema tranviario.



3.5. PARÁMETROS GEOMÉTRICOS Y CRITERIOS DE DISEÑO

El diseño de la superestructura ha considerado las siguientes características generales del trazado, acordes con las recomendaciones para sistemas tranviarios modernos:

- Ancho de vía: se adopta el ancho internacional de 1.435 mm, compatible con la mayoría de fabricantes de material móvil y el estándar UIC. Este ancho facilita la interoperabilidad técnica y la disponibilidad de componentes en el mercado.
- Carga por eje: la superestructura está dimensionada para admitir una carga máxima de 12 toneladas por eje, valor suficiente para la mayoría de vehículos ligeros de transporte urbano y compatible con infraestructuras de vía embebida.
- Velocidad de diseño: 50 km/h, adecuada para tramos urbanos con plataforma preferente o exclusiva. En zonas específicas, como entornos peatonales o curvas cerradas, la velocidad de operación podrá limitarse a 30 km/h, en función de los condicionantes locales.
- Radio mínimo en planta: el trazado contempla un radio mínimo de 30 metros, garantizando una circulación segura y confortable. De forma excepcional, en áreas técnicas como cocheras o curvas cerradas, se podrá emplear un radio mínimo de 20 metros.
- Para los acuerdos verticales (cambios de pendiente), se han definido radios mínimos de 1.000 metros, asegurando transiciones suaves que minimizan esfuerzos sobre el material móvil y la vía.

4. AISLAMIENTO VIBRATORIO

En los tramos situados en zonas urbanas sensibles (residenciales, hospitales, edificios históricos, etc.), se contempla la incorporación de soluciones antivibratorias, como:

- Encapsulado del carril con goma elastomérica continua.
- Capa intermedia bajo la losa con material fonoabsorbente.
- Sistemas flotantes de vía en casos puntuales.

5. TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE LA PLATAFORMA

La superficie de la plataforma será adaptada al entorno urbano. Se prevén diferentes acabados según el tipo de vía:

- Hormigón visto o fratasado en plataforma técnica.
- Pavimento adoquinado o prefabricado en calzada compartida.
- Césped natural o artificial en vía ajardinada.

Estos tratamientos permiten una adecuada integración urbana, respetando las necesidades de drenaje, accesibilidad y mantenimiento.

6. CONSIDERACIONES DE MANTENIMIENTO

El diseño de la superestructura facilita las labores de inspección, sustitución y mantenimiento de los carriles, gracias a:

- El uso de carriles de tipo estándar, de fácil disponibilidad.
- Fijaciones accesibles desde el exterior.
- Separación adecuada de registros y elementos de señalización para facilitar intervenciones sin afección a la vía.



ANEJO N°11 – MATERIAL MOVIL



INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRANVÍA	3
3.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS VEHÍCULOS	4
4.	FUENTES Y REFERENCIAS TÉCNICAS	5



1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto describir las características técnicas y operativas del material móvil previsto para su utilización en la línea de tranvía objeto del presente estudio. Se propone un modelo de tranvía moderno de piso bajo continuo, ampliamente probado en explotaciones urbanas europeas, que garantiza accesibilidad universal, eficiencia energética y fiabilidad operativa.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRANVÍA

El tranvía propuesto corresponde a un vehículo articulado de última generación, con una longitud aproximada de 33 metros, configuración bidireccional y piso bajo integral en toda su longitud, lo que garantiza una accesibilidad óptima para personas con movilidad reducida, carritos infantiles y usuarios con bicicletas. Esta tipología de unidad está especialmente diseñada para la operación en entornos urbanos, permitiendo su circulación tanto en plataformas reservadas como en tramos compartidos con tráfico rodado convencional.

El vehículo incorpora puertas en ambos laterales, lo que lo hace compatible con andenes laterales y simplifica la operación en sentido doble sin necesidad de terminales en bucle. Asimismo, permite el acoplamiento de una segunda unidad para aumentar la capacidad de transporte en franjas de alta demanda, sin requerir modificaciones sustanciales en la infraestructura de estaciones o señalización.

Modelos con características técnicas similares están en servicio actualmente en redes europeas como el CAF Urbos 3 en Zaragoza, el Alstom Citadis en Burdeos, o el Bombardier Flexity Classic en Kassel, lo que demuestra la madurez tecnológica y operativa de este tipo de material rodante en contextos reales.



Figura 11.1. Unidad articulada CAF de 5 módulos (33m) para el tranvía Lisboa.
Fuente: Urban Transport Magazine



3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS VEHÍCULOS

A continuación, se detallan los parámetros técnicos más relevantes del modelo propuesto:

PARÁMETRO	VALOR	REFERENCIA
LONGITUD TOTAL	33 m	CAF (2021), Alstom (2020)
ANCHURA	2,65 m	
ALTURA	3,3 m	
CAPACIDAD SENTADOS	60 – 70 pasajeros	
CAPACIDAD TOTAL ESTIMADA	200 – 220 pasajeros	UITP, 2022
ALTURA DEL PISO	350 mm	
CARGA MÁXIMA POR EJE	12 t	
RAMPA MÁXIMA SUPERABLE	6 %	
RADIO MÍNIMO DE CURVA (EXC.)	30 (20) m	
VELOCIDAD MÁXIMA	70 km/h	
VELOCIDAD MEDIA	18 – 24 km/h	
ACELERACIÓN	1,2 m/s ²	
DECELERACIÓN DE SERVICIO	1,3 m/s ²	
NÚMERO DE BOGIES	3	
TIPO DE TRACCIÓN	Eléctrica 750 V CC (catenaria aérea)	
ACOPLAMIENTO	Hasta 2 unidades	

Se emplearán un total de 8 unidades para cumplir con la frecuencia.

La explicación breve de cada uno de los parámetros es la siguiente:

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
LONGITUD TOTAL	Medida total del tranvía desde el extremo frontal hasta el trasero, incluyendo todos los módulos articulados. Afecta al diseño de estaciones y radios de giro.
ANCHURA	Ancho máximo del tranvía. Determina el gálibo lateral necesario y la compatibilidad con las vías y plataformas
ALTURA	Altura exterior total desde la vía hasta el punto más alto del vehículo (normalmente el techo). Importante para el gálibo vertical
CAPACIDAD SENTADOS	Número de asientos disponibles para pasajeros. Varía según la configuración interior
CAPACIDAD TOTAL ESTIMADA	Capacidad máxima incluyendo pasajeros de pie, en condiciones de carga plena (densidad estimada de personas/m ²)
ALTURA DEL PISO	Altura interior del suelo del vehículo respecto al nivel del carril. Un valor bajo mejora la accesibilidad sin necesidad de escalones
CARGA MÁXIMA POR EJE	Peso máximo que puede soportar cada eje del tranvía. Se usa para cálculos estructurales de vía y puentes
RAMPA MÁXIMA SUPERABLE	Pendiente máxima del trazado que el tranvía puede ascender o descender en condiciones normales de operación
RADIO MÍNIMO DE CURVA (EXCEPCIONAL)	Mínimo radio de giro que puede realizar el tranvía en curvas cerradas, en condiciones especiales. Afecta al diseño del trazado urbano
VELOCIDAD MÁXIMA	Velocidad máxima técnica del tranvía, aunque en entornos urbanos reales suele ser limitada por normativa



VELOCIDAD MEDIA	Velocidad real promedio incluyendo paradas, aceleraciones, frenadas y semáforos. Refleja el rendimiento en operación urbana diaria
ACELERACIÓN	Tasa de incremento de velocidad (m/s^2) durante el arranque. Afecta al confort de los pasajeros y a los tiempos de recorrido
DECELERACIÓN DE SERVICIO	Capacidad de frenado estándar, usada en condiciones normales de parada. No incluye frenado de emergencia
NÚMERO DE BOGIES	Conjunto de ruedas motrices o portadoras que soportan el tranvía. Determina la estabilidad, desgaste y radios de curva admisibles
TIPO DE TRACCIÓN	Sistema de alimentación eléctrica (típicamente 750 V CC) mediante catenaria aérea
ACOPLAMIENTO	Capacidad de unir dos unidades para operación conjunta (mayor capacidad en horas punta)

4. FUENTES Y REFERENCIAS TÉCNICAS

- CAF (2021). Ficha técnica Urbos 3.
- UITP (2022). Light Rail Transit Vehicles – Global Overview.
- Alstom (2020). Citadis Technical Sheet.
- CEDEX (2020). Manual de Diseño de Tranvías Urbanos.
- UIC (2021). Urban Rail Vehicle Standards.

Entrando en detalle, la longitud de cada unidad de tranvía se desglosa en los siguientes módulos:

MÓDULO	UBICACIÓN	LONGITUD APROXIMADA
MÓDULO 1 (CABINA)	Frontal	7 m
MÓDULO 2 (CENTRAL)	Intermedio	6 m
MÓDULO 3 (CENTRAL)	Intermedio (más largo, suele llevar bogie motriz)	7.5 m
MÓDULO 4 (CENTRAL)	Intermedio	6 m
MÓDULO 5 (CABINA)	Trasero	6.5 m
TOTAL		33 m



ANEJO N°12 – ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN



INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	SISTEMA DE ELECTRIFICACIÓN	3
2.1.	TIPO DE SISTEMA	3
2.2.	CATENARIA	3
2.3.	SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.....	4
3.	SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN	4
3.1.	PRINCIPIOS GENERALES.....	4
3.2.	SEÑALIZACIÓN PARA EL TRANVÍA.....	4
3.3.	SEGURIDAD EN DESVÍOS Y CAMBIOS DE VÍA	5
3.4.	CONTROL Y SUPERVISIÓN	5
4.	COMPATIBILIDAD CON EL MATERIAL MÓVIL	5
5.	MANTENIMIENTO.....	5



1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como finalidad describir las características técnicas básicas del sistema de electrificación y señalización previsto para la línea de tranvía proyectada. Ambos sistemas son fundamentales para garantizar la seguridad, la eficiencia operativa y la interoperabilidad del sistema tranviario en el entorno urbano.

2. SISTEMA DE ELECTRIFICACIÓN

2.1. TIPO DE SISTEMA

El sistema de tracción del tranvía se basa en una alimentación eléctrica en corriente continua a 750 V, mediante línea aérea de contacto (catenaria), que es el estándar habitual en la mayoría de los sistemas tranviarios europeos.

2.2. CATENARIA

Se empleará una catenaria simple tipo Trolley, formada por un hilo de contacto de cobre o aleación de cobre de 100–150 mm² de sección, sostenido por ménsulas y postes de acero galvanizado o integrados en el mobiliario urbano.

La altura del hilo de contacto será variable en función de las condiciones urbanas, con un rango típico entre 5,5 y 6,0 metros sobre el nivel de la vía, cumpliendo las normas de gálibo y seguridad eléctrica.



Figura 12.1. Catenaria de tipo Trolley, en Vitoria-Gasteiz



2.3. SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

La línea contará con subestaciones de tracción distribuidas estratégicamente a lo largo del trazado, encargadas de transformar la corriente alterna de la red general a corriente continua de 750 V. La ubicación exacta de las subestaciones se definirá en el proyecto constructivo, considerando criterios de accesibilidad, distancias máximas entre puntos de alimentación, y minimización de impacto urbano.

3. SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN

3.1. PRINCIPIOS GENERALES

La señalización tranviaria se adapta al entorno urbano, buscando garantizar la seguridad en cruces, prioridades de paso, y visibilidad del operador. El sistema previsto es compatible con circulación a la vista y contempla tanto señalización luminosa tranviaria como coordinación con semáforos viarios.

3.2. SEÑALIZACIÓN PARA EL TRANVÍA

Se dispondrán señales específicas tranviarias luminosas del tipo vertical, con indicaciones como:

- Luz blanca intermitente (avance autorizado)
- Luz blanca fija (marcha permitida)
- Señales de parada obligatoria
- Señales de prioridad en cruces con tráfico rodado

En zonas con cruce viario, se coordinará el sistema semafórico para garantizar la prioridad del tranvía en las intersecciones, mediante sistemas de prioridad semafórica activa gestionados desde el puesto de control central.

SEÑAL	SIGNIFICADO
	Indica al conductor del tranvía que el cruce está cerrado al paso, mientras muestra señal verde para vehículos o peatones antagonistas. El tranvía debe detenerse antes del cruce. <i>Equivalente al semáforo en rojo para vehículos</i>
	Señal de cruce libre para el tranvía, mientras permanece en rojo para los usuarios antagonistas (peatones o vehículos). El tranvía puede continuar la marcha sin detenerse. <i>Equivalente al semáforo en verde para vehículos</i>
	Indica un aviso de cierre inminente del cruce. Esta señal anticipa que el paso dejará de estar permitido en breves instantes. El conductor debe prepararse para frenar o detener el vehículo. <i>Equivalente al semáforo en ámbar para vehículos</i>
	Señal de detección activa del tranvía. Indica que el sistema de detección de vehículos está operativo y ha registrado la presencia del convoy. Su apagado puede deberse a una avería del sistema, o bien a la detección de otro tranvía en el mismo tramo de regulación. Esta señal tiene un carácter de apoyo a la conducción, y no sustituye a las órdenes de marcha del resto de señales luminosas.

Figura 12.2. Señalización tranviaria



3.3. SEGURIDAD EN DESVÍOS Y CAMBIOS DE VÍA

En las intersecciones y bifurcaciones se instalarán desvíos motorizados con enclavamientos eléctricos controlados desde el centro de control o mediante accionamiento automático por el propio tranvía. El estado del desvío será verificado por sensores y confirmado visualmente mediante señalización luminosa.

3.4. CONTROL Y SUPERVISIÓN

El sistema de señalización estará supervisado desde el Centro de Control, donde se recibirán datos en tiempo real sobre:

- Localización de unidades
- Estado de las señales
- Apertura y cierre de desvíos
- Incidencias en la infraestructura

Este centro también permitirá coordinar la explotación, gestionar emergencias y aplicar planes de regulación del servicio.

4. COMPATIBILIDAD CON EL MATERIAL MÓVIL

Todos los elementos de electrificación y señalización estarán diseñados para ser plenamente compatibles con el material móvil seleccionado, en cuanto a tensión de alimentación, gálibo dinámico, sistemas de comunicación embarcados y velocidad máxima autorizada.

5. MANTENIMIENTO

El diseño de la infraestructura eléctrica y de señalización busca minimizar los requisitos de mantenimiento, mediante:

- Elección de componentes estándar y de alta fiabilidad
- Accesibilidad para revisión de postes y subestaciones
- Monitorización remota de la red de catenaria y desvíos



ANEJO N°13 – INSTALACIONES DE COMUNICACIÓN Y CONTROL



INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	COMUNICACIONES.....	3
2.1.	RED IP	3
2.2.	RED WI-FI.....	3
2.3.	SISTEMA DE TELEFONÍA.....	3
2.4.	SISTEMA DE INTERFONÍA	3
2.5.	SISTEMA DE MEGAFONÍA	4
3.	CENTRO DE CONTROL	4
4.	SISTEMA DE INFORMACIÓN AL PASAJERO	5



1. INTRODUCCIÓN

El presente anexo describe las instalaciones de comunicación y control previstas para garantizar el cumplimiento de las normativas de seguridad y gestión operativa. Estas instalaciones incluyen:

- Sistemas de comunicaciones
- Centro de control
- Sistema de información al pasajero

2. COMUNICACIONES

2.1. RED IP

La red fija de comunicaciones del tranvía será la infraestructura que permitirá la transmisión de información esencial desde las paradas y las unidades móviles hasta el Centro de Control. Basada en tecnología Ethernet, esta red soportará la mayoría de las comunicaciones fijas necesarias para el funcionamiento normal del sistema.

Los principales sistemas que operarán sobre esta red incluyen:

- Sistema de señalización tranviaria
- Sistema de billeteaje
- Sistema de telemando de energía
- Sistema Wi-Fi embarcado
- Sistema de telefonía
- Sistema de interfonía
- Sistema de megafonía
- Sistema de información al pasajero
- Sistema de videovigilancia (CCTV)
- Otros sistemas auxiliares

La red deberá estar dimensionada con capacidad suficiente para garantizar un servicio de alta calidad y permitir una futura ampliación sin comprometer el rendimiento. La administración y supervisión de la red se realizará desde el Centro de Control mediante equipos dedicados.

2.2. RED WI-FI

La red Wi-Fi tendrá como objetivo la transmisión de datos no críticos entre las unidades móviles y la infraestructura fija. Se establecerá comunicación entre los vehículos y los puntos de acceso Wi-Fi instalados a lo largo de la línea, facilitando la conexión con el Centro de Control. Este sistema permitirá:

- Visualización en tiempo real de las cámaras de seguridad a bordo
- Envío de información en directo a las pantallas del tranvía
- Mensajería entre el Centro de Control y los conductores
- Gestión de comunicaciones por voz

2.3. SISTEMA DE TELEFONÍA

Se instalarán teléfonos en zonas técnicas a lo largo de la línea y en los locales del Centro de Control, permitiendo la comunicación entre el personal de mantenimiento y la sala de operaciones. Para su correcto funcionamiento, se implementará una centralita con terminales telefónicos distribuidos estratégicamente.

2.4. SISTEMA DE INTERFONÍA

El sistema de interfonía estará diseñado principalmente para la comunicación con los pasajeros. Se instalarán interfonos en cada máquina expendedora de billetes a lo largo de la línea, los cuales estarán integrados con la centralita telefónica. Las llamadas serán dirigidas automáticamente al operador correspondiente en el Centro de Control, quien además tendrá acceso a las cámaras de CCTV para supervisión en tiempo real.



2.5. SISTEMA DE MEGAFONÍA

El sistema de megafonía permitirá la emisión de mensajes e información relevante desde el Centro de Control a los pasajeros. Se dispondrá de altavoces en puntos estratégicos para asegurar la correcta difusión de los anuncios.

El sistema contará con las siguientes funcionalidades:

- Transmisión de mensajes en tiempo real
- Reproducción de mensajes pregrabados para situaciones específicas
- Automatización de anuncios según horarios y estado del servicio
- Coordinación con el Sistema de Información al Pasajero para la difusión de avisos

Algunos mensajes generales quedarán almacenados en una biblioteca para su uso futuro, garantizando la eficiencia en la comunicación con los usuarios.

3. CENTRO DE CONTROL

El Centro de Control será el núcleo operativo del sistema tranviario, desde donde se gestionará y supervisará en tiempo real el funcionamiento de la infraestructura. En este espacio se centralizarán todas las operaciones vinculadas con la seguridad, la regulación del tráfico y la coordinación de los diferentes subsistemas que intervienen en la explotación del servicio.



Figura 13.1. Centro de control de Transportes Metropolitanos de Barcelona

Para garantizar una gestión eficiente, el Centro de Control contará con tecnología avanzada para la monitorización y control de los siguientes sistemas:

- Supervisión del tráfico tranviario y gestión de la circulación
- Gestión de la información al pasajero
- Control del sistema de billeteaje y validación de títulos de transporte
- Administración de la red semafórica y señalización tranviaria
- Supervisión de telecomunicaciones y sistemas de seguridad, incluyendo CCTV
- Control del suministro eléctrico a través del telemando de energía



El Centro de Control estará ubicado dentro del edificio de Talleres y Cocheras, donde se distribuirán distintas áreas funcionales, entre las que destacan:

- Sala de operación: espacio principal donde los operadores supervisarán la red en tiempo real, gestionando la circulación y respondiendo ante incidencias
- Sala de planificación operativa: dedicada a la organización y optimización del servicio, adaptándose a las necesidades diarias y eventos especiales
- Sala técnica: ubicación de servidores, sistemas informáticos, equipos de red y telecomunicaciones, garantizando la conectividad y procesamiento de datos

Dado que el Centro de Control operará de manera ininterrumpida (24/7), su diseño deberá priorizar la ergonomía y eficiencia en el trabajo. Para ello, contará con:

- Puestos de trabajo equipados con estaciones informáticas, sistemas de comunicación por radio y telefonía
- Panel de regulación semafórica para la gestión en tiempo real
- Zona de administración de la red de comunicaciones
- Videowall con pantallas de supervisión de CCTV, mapas de tráfico y paneles informativos
- Botones de emergencia para desconexión de la red eléctrica en situaciones críticas

El diseño del sistema de control debe ser intuitivo y permitir una rápida toma de decisiones, optimizando la operatividad del tranvía. Además, la infraestructura del centro deberá ser escalable para futuras expansiones de la red.

4. SISTEMA DE INFORMACIÓN AL PASAJERO

El Sistema de Información al Pasajero garantizará la difusión de información en tiempo real a través de distintos canales visuales y sonoros, proporcionando datos actualizados sobre el servicio.

El sistema estará compuesto por:

- Servidores y puestos de control en el Centro de Control
- Estaciones de trabajo dedicadas a la administración y mantenimiento del sistema
- Paneles de información en las paradas
- Dispositivos embarcados en los tranvías
- Balizas distribuidas a lo largo de la infraestructura



Figura 13.2. Sistema de Información al pasajero en el Metro de Santiago (Chile)



Desde el Centro de Control, se podrá gestionar y supervisar:

- Localización y seguimiento de las unidades en circulación
- Comunicaciones en tiempo real por voz y datos
- Administración de la información mostrada en los paneles de las paradas
- Monitoreo de alertas y eventos relevantes
- Optimización de horarios y frecuencias de paso

Este sistema permite mejorar la calidad del servicio, optimizar recursos y reducir costos operativos al minimizar la necesidad de intervención manual en la comunicación de incidencias. Para los usuarios, sus principales beneficios incluyen la consulta de tiempos de llegada en las paradas y la información en pantallas dentro de los tranvías sobre próximas paradas y eventos en ruta.



ANEJO N°14 –
TALLERES Y COCHERAS



INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	MANTENIMIENTO	3
2.1.	FUNCIONES.....	3
2.2.	MATERIAL MÓVIL.....	3
2.3.	OPERACIONES A REALIZAR EN EL TALLER.....	4
3.	TRAZADO.....	4
4.	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	4
5.	DESCRIPCIÓN FUNCIONAL POR ÁREAS.....	5
5.1.	ZONA DE COCHERAS	5
5.2.	VÍA DE FOSO Y TORNO	5
5.3.	VÍA DE PINTURA	5
5.4.	VÍA DE LEVANTE.....	5
5.5.	VÍA DE LAVADO	6
5.6.	TALLER.....	6
5.7.	ZONA DE OFICINAS	6
5.8.	CENTRO DE CONTROL.....	6
5.9.	DOTACIONES TÉCNICAS E INSTALACIONES GENERALES.....	7
6.	PRESUPUESTO ESTIMADO	7



1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto describir y justificar el diseño del recinto de talleres y cocheras vinculado a la infraestructura del tranvía de Santander. Este complejo se ubicará en el extremo del trazado de la línea, en las proximidades del PCTCAN, y estará concebido para dar respuesta a todas las necesidades operativas, logísticas y de mantenimiento del sistema tranviario.

La localización prevista se sitúa dentro del término municipal de Santander, en una parcela clasificada como suelo urbanizable según el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de 1997, lo que facilita su desarrollo conforme a la planificación vigente.

El acceso al recinto se efectuará a través de un ramal técnico independiente del trazado principal, lo que permitirá una entrada y salida de unidades sin interferencias con el servicio comercial, garantizando una operación eficiente y segura.



Figura 14.1. Localización del recinto de talleres y cocheras, cercanas al PCTCAN

2. MANTENIMIENTO

2.1. FUNCIONES

El complejo de talleres y cocheras está concebido para responder a las funciones esenciales del sistema tranviario, entre las que se incluyen:

- Estacionamiento de las unidades fuera de servicio.
- Lavado y limpieza interior y exterior de los tranvías.
- Ejecución de operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Almacenamiento de materiales, repuestos y equipos.
- Disposición de espacios para personal técnico, administrativo y de control.
- Integración del centro de control de tráfico del tranvía (CTC).

2.2. MATERIAL MÓVIL

El diseño del recinto parte de la previsión de un parque inicial de 8 unidades de tranvía con una longitud nominal de 32 metros cada una. Dos de estas unidades se reservarán como back-up ante incidencias o tareas prolongadas de mantenimiento. Asimismo, se ha previsto que las instalaciones permitan una futura ampliación para trenes de hasta 45 metros (formados por 6 módulos), en función del crecimiento de la demanda y la extensión de la red.



2.3. OPERACIONES A REALIZAR EN EL TALLER

2.3.1. MANTENIMIENTO PROGRAMADO Y TORNEADO

Se establecen intervenciones técnicas según una planificación basada en kilometraje acumulado y estado de los equipos. Los principales tipos de intervenciones preventivas son:

- PV: cada 2 500 km, duración de 3 h, con 2 operarios.
- PO1: cada 15 000 km, duración de 8 h, con 2 operarios.
- PO2: cada 30 000 km, se prolonga durante 2 jornadas.
- PO3: cada 90 000 km, requiere 3 jornadas.
- Torneado de ruedas: cada 15 000 km, aproximadamente 1.5 h por unidad.

Las operaciones se realizan tanto en foso como en zonas de elevación, e incluyen inspección visual, comprobación de sistemas de seguridad, revisión de bogies, motores y limpieza de areneros.

2.3.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Las actuaciones no programadas se ejecutan ante fallos, averías, actos vandálicos o accidentes. Se requiere una logística flexible, acceso inmediato a piezas de recambio y disponibilidad de personal técnico cualificado.

3. TRAZADO

El trazado del recinto ha sido diseñado con criterios de eficiencia operativa y seguridad. Se establece una velocidad máxima interna de 15 km/h. Las curvas presentan radios generosos y transiciones suaves que permiten maniobras seguras. En alzado, el terreno se ha mantenido horizontal para facilitar la circulación y el acceso a los distintos edificios.

4. DESCRIPCIÓN GENERAL

La parcela seleccionada para los talleres y cocheras cuenta con una superficie de 10 214.42 m². Se ha dividido en tres grandes bloques funcionales:

- Edificio de taller: destinado a mantenimiento, equipado con vías especiales (foso, torno, pintura, elevación).
- Edificio de cocheras: alberga 5 vías para estacionamiento simultáneo de 10 unidades.
- Edificio de oficinas y CTC: zona administrativa y de supervisión operativa.

El dimensionado de las instalaciones permite albergar simultáneamente las unidades previstas y garantiza la posibilidad de ampliación ante futuros crecimientos del parque móvil, sin requerir reconfiguraciones profundas del conjunto.

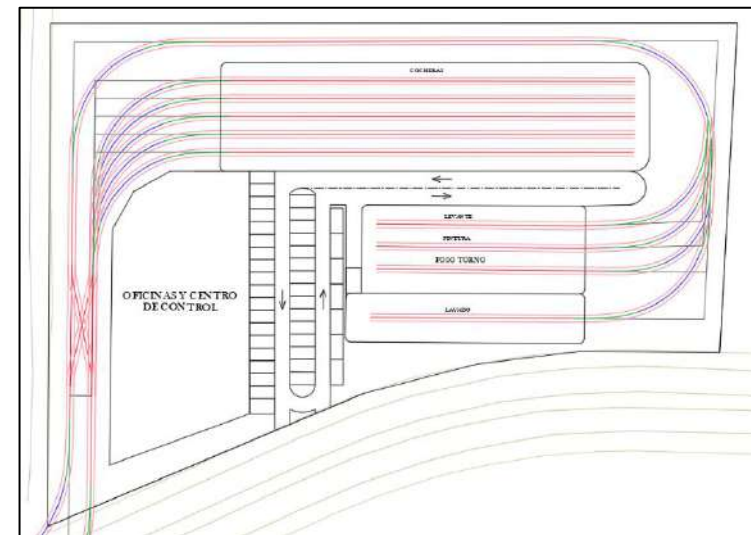


Figura 14.2. Recinto de talleres, cocheras y centro de control



5. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL POR ÁREAS

Cada subzona del complejo ha sido calculada en función de sus necesidades operativas y siguiendo criterios de optimización espacial:

5.1. ZONA DE COCHERAS

La zona de cocheras está compuesta por cinco vías de 80 metros de longitud, con un ancho total de 21.5 metros y una altura libre de 5.5 metros. Permiten el estacionamiento de 10 unidades de tranvía de hasta 32 metros de longitud. La superficie total ocupada por esta área es de aproximadamente 1815 m².

5.2. VÍA DE FOSO Y TORNO

Esta vía técnica cumple una doble función: por un lado, permite inspecciones inferiores completas mediante un foso longitudinal, y por otro, dispone de torno fijo para el mecanizado de ruedas y ejes. Dispone de plataformas laterales, puente grúa y sistemas de ventilación forzada.

Dimensiones:

- Longitud: 40 m
- Anchura: 5.5 m
- Altura libre: 7 m
- Superficie estimada: 220 m²

Maquinaria específica: torno de ruedas, puente grúa 15 t, plataformas de trabajo, sistemas de aspiración.

5.3. VÍA DE PINTURA

Ubicada en un espacio cerrado y ventilado, está destinada a tareas de repintado exterior, rotulación y acabados superficiales. Cuenta con un sistema de ventilación forzada y control de partículas.

Dimensiones:

- Longitud: 40 m
- Anchura: 5.5 m
- Altura libre: 7 m
- Superficie estimada: 220 m²

5.4. VÍA DE LEVANTE

Diseñada para la elevación total o parcial de unidades mediante gatos hidráulicos sincronizados o sistemas fijos, permite operaciones de mantenimiento en bogies, suspensión y bajos de bastidor.

Dimensiones:

- Longitud: 40 m
- Anchura: 5.5 m
- Altura libre: 7 m
- Superficie estimada: 220 m²



5.5. VÍA DE LAVADO

Instalada en un volumen cubierto independiente, la vía de lavado está equipada con un sistema automatizado para limpieza exterior y secado de unidades tranviarias. Incluye canaletas de drenaje, reciclaje de agua y protección estructural frente a lluvia y viento.

Dimensiones:

- Longitud: 40 m
- Anchura: 10 m
- Altura libre: 7 m
- Superficie estimada: 400 m²

5.6. TALLER

El taller del sistema tranviario está constituido por el conjunto de vías de mantenimiento técnico (foso-torno, pintura y levante), configuradas para realizar intervenciones mecánicas, eléctricas y estructurales.

Todas las vías se encuentran en recinto cubierto y disponen de conexión a instalaciones técnicas generales.

Superficie total del taller (suma de subzonas): aproximadamente 660 m²

Altura útil: hasta 7 m

5.7. ZONA DE OFICINAS

La zona de oficinas está ubicada junto al acceso principal del recinto, esta zona alberga los espacios de uso administrativo, técnico y social. Se incluyen:

- Vestuarios para el personal de conducción y mantenimiento
- Sala de descanso y comedor
- Botiquín y aseos
- Sala multiusos y archivo
- Despachos técnicos y de gestión

5.8. CENTRO DE CONTROL

Se trata del núcleo operativo del sistema tranviario. Está equipado con:

- 6 puestos de supervisión
- Videowall de control
- Sistema de comunicaciones y datos en tiempo real
- Aseos y acceso restringido

Desde este punto se gestiona el estado de la red, la circulación de unidades, las incidencias y la comunicación con el personal en ruta.



5.9. DOTACIONES TÉCNICAS E INSTALACIONES GENERALES

Todo el recinto cuenta con las infraestructuras necesarias para el correcto funcionamiento operativo y técnico. Entre las dotaciones generales destacan:

- Instalación eléctrica de fuerza e iluminación interior/ exterior
- Red de voz y datos para comunicaciones y control
- Suministro de agua potable e industrial
- Aire comprimido para maquinaria técnica
- Ventilación mecánica en zonas cerradas
- Equipos de protección contra incendios (extintores, BIEs, rociadores)
- Maquinaria específica: torno de ruedas, elevadores hidráulicos, plataformas de inspección, bancos de trabajo y puentes grúa

6. PRESUPUESTO ESTIMADO

El presente presupuesto recoge una estimación de los costes de ejecución del recinto de talleres, cocheras y centro de control del tranvía, con base en superficies construidas, precios medios por tipología de actuación y equipamiento técnico. Los valores incluyen obra civil, edificación, instalaciones y dotación de maquinaria.

Zona / Elemento	Superficie estimada (m ²)	Coste unitario (€/m ²)	Coste total estimado (€)
Zona de cocheras (5 vías + marquesina)	1815	900	1 633 500
Taller técnico completo	660	1300	858 000
Vía de lavado	400	1100	440 000
Edificio de oficinas	300	1400	420 000
Centro de control	200	1800	360 000
Urbanización exterior (viales, accesos, cerramiento)	6 839.42	180	1 231 095.60
TOTAL ESTIMADO (sin IVA)			4 942 595.60

Figura 14.3. Estimación presupuestaria de talleres y cocheras



ANEJO N°15 – INTEGRACIÓN URBANA



INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	SECCIONES TIPO.....	3
3.	ACTUACIONES ESPECÍFICAS.....	7
3.1.	MODIFICACIÓN DE GLORIETAS.....	7
3.2.	MODIFICACIÓN DE VIALES.....	7



1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto analizar y definir los criterios de integración urbana del trazado del tranvía de Santander, poniendo especial énfasis en su relación con el entorno construido y los espacios públicos por los que discurre. La implantación de una infraestructura tranviaria en una ciudad consolidada como Santander requiere una adaptación cuidadosa al contexto urbano para garantizar la continuidad funcional, visual y paisajística de las calles, avenidas y plazas afectadas.

2. SECCIONES TIPO

El diseño de las secciones tipo tiene como objetivo integrar la plataforma tranviaria en el tejido urbano de Santander, asegurando la compatibilidad con el tráfico rodado, los itinerarios peatonales y ciclistas, así como la accesibilidad universal.

Se han definido las siguientes secciones (figura 15.1), adaptadas a cada tramo de la línea, atendiendo a la morfología de la vía, siguiendo el sentido de avance desde talleres y cocheras (cercanos al PCTCAN) hasta el fin de la línea (El Sardinero/Mesones).

NOMBRE	TRAYECTO
PCTCAN	PCTCAN-Glorieta Mediamark
EL ALISAL 1	Glorieta Mediamark-Glorieta McDonalds
EL ALISAL 2	Glorieta McDonalds-Glorieta IES Alisal
EL ALISAL 3	Glorieta IES Alisal-Glorieta calle Adarzo
EL ALISAL 4	Glorieta calle Adarzo-Glorieta Cazoña
CAZOÑA 1	Glorieta Cazoña-Glorieta Maxi Viana
CAZOÑA 2	Glorieta Maxi Viana-Glorieta Facultad Enfer.
VALDECILLA 1	Glorieta Facultad Enfer.-Glorieta Valdecilla
VALDECILLA 2	Glorieta Valdecilla-C.Padre Rábago
VALDECILLA 3	Calle Padre Rábago
VALDECILLA 4	Calle Jerónimo Sainz de la Maza
VALDECILLA 5	Calle Jerónimo Sainz de la Maza
HERMIDA 1	Entrada Calle Hermida-Biblioteca Central
HERMIDA 2	Biblioteca Central-Calle Antonio López
PUERTO	Calle Antonio López
PRE-EST	Calle Atilano Rodriguez
CALLE CADIZ	Calle Cádiz
CENTRO	Calle Calvo Sotelo/Paseo Pereda
PARADA PASEO PEREDA	Calle Calvo Sotelo/Paseo Pereda
PASEO PEREDA	Paseo Pereda
PUERTOCHICO	Calle Casimiro Sainz
CALLE DEL SOL	Calle del Sol
PASEO M. PELAYO	Paseo Menéndez Pelayo
BAJA. ALT. MIRANDA 1	Av. de los Infantes
BAJA. ALT. MIRANDA 2	Av. de Pontejos

Figura 15.1. Secciones tipo del proyecto



Las secciones definidas en el proyecto buscan integrar la plataforma tranviaria en disposición de vía doble en los márgenes de la calzada, así como en tramos centrales y en configuración de vía única cuando las condiciones urbanas lo requieren.

Dichas veinticinco secciones quedan recogidas en el documento Nº2 – PLANOS:
4. SECCIONES TIPO. Como muestra, se toman cuatro secciones comunes que se repiten, en las siguientes figuras.

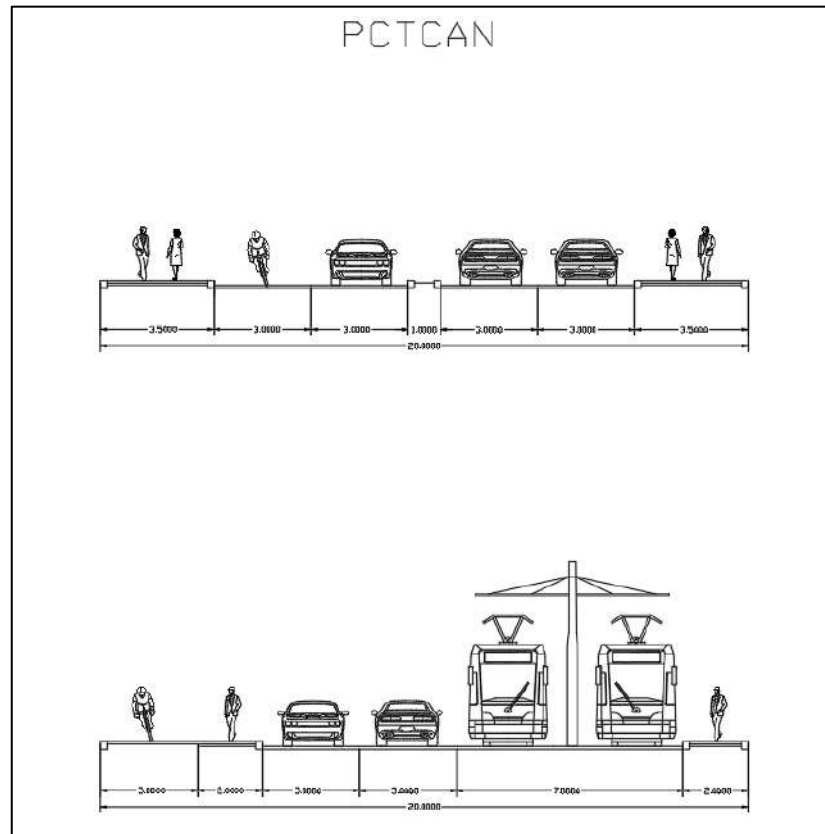


Figura 15.2. Sección tipo de vía doble adyacente

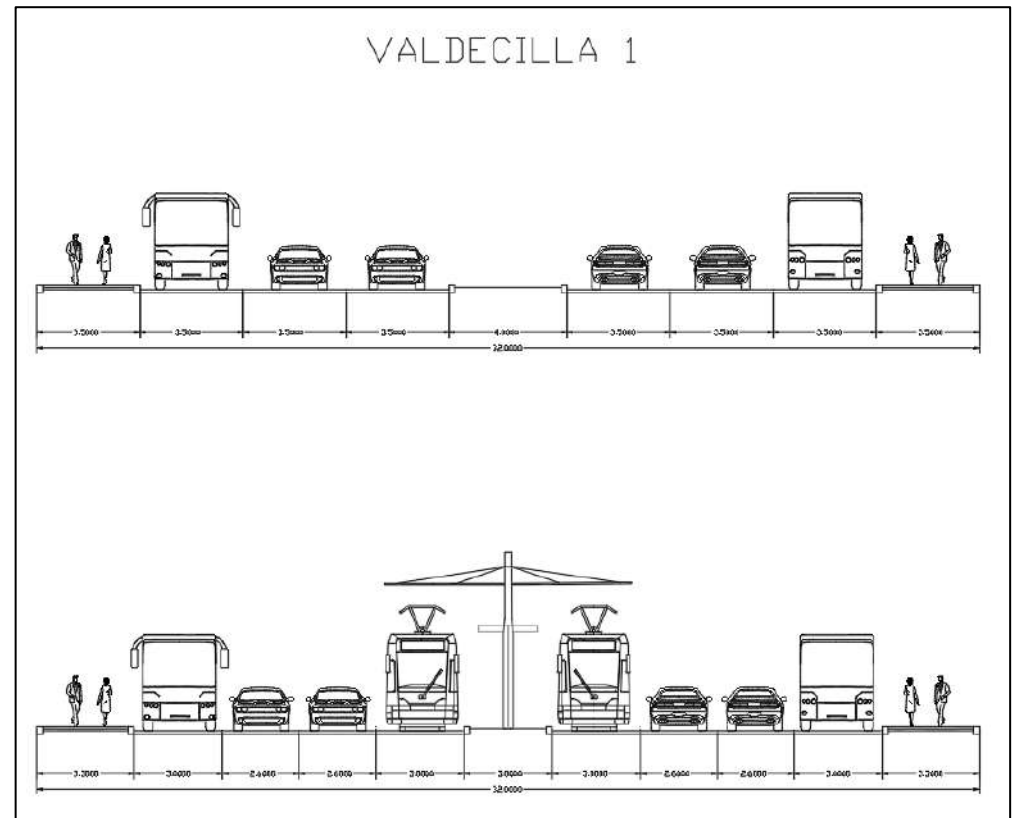


Figura 15.3. Sección tipo de vía doble con andén central

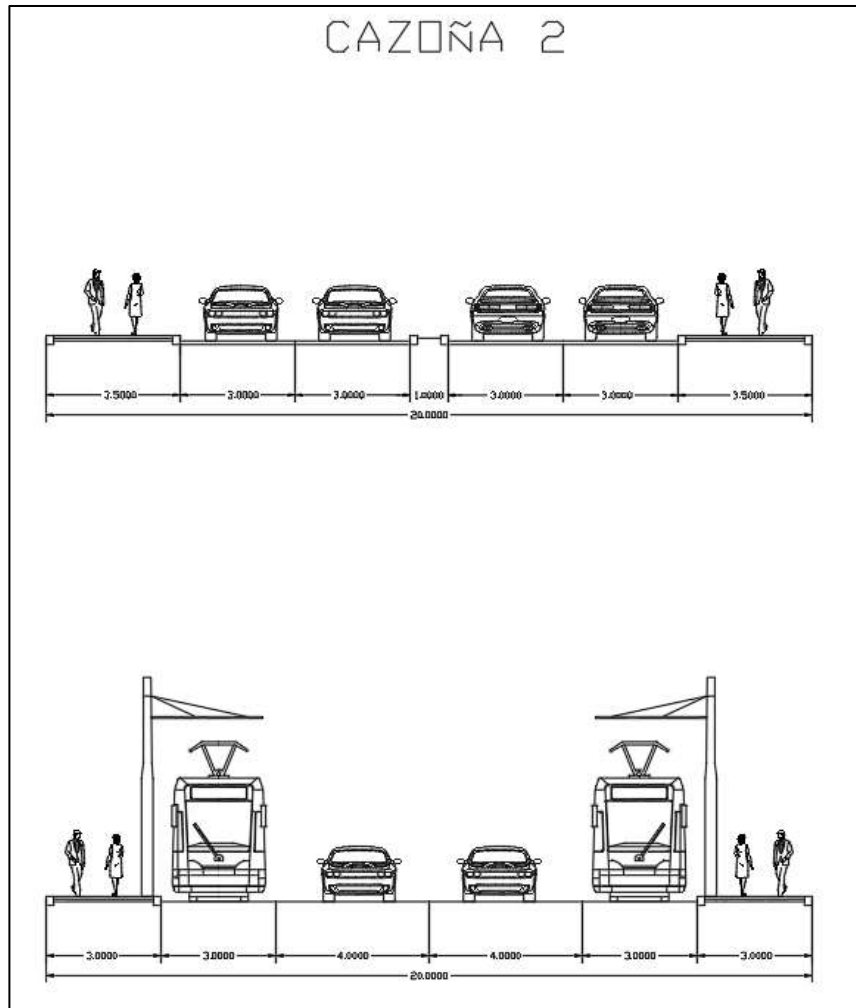


Figura 15.4. Sección tipo de vía doble, en laterales de la calzada

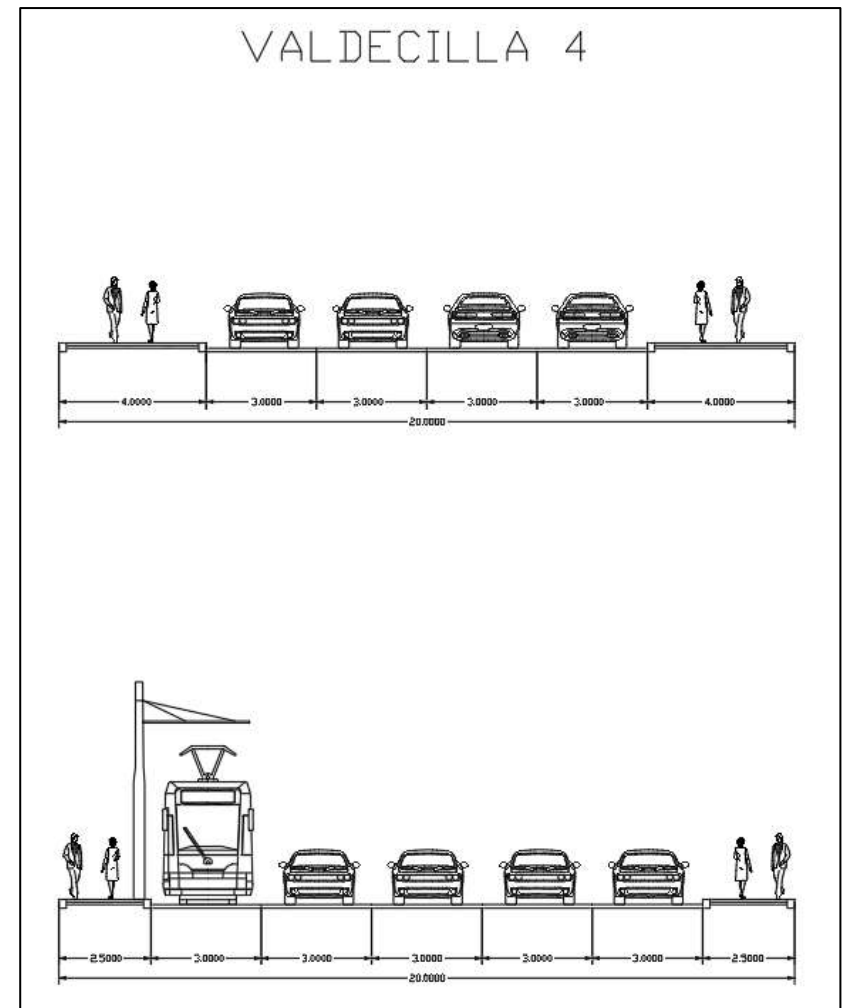
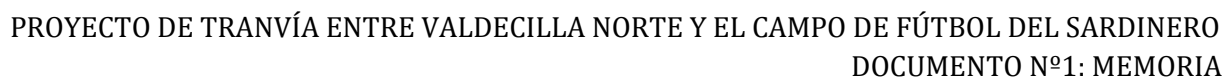


Figura 15.5. Sección tipo de vía simple



		< SENTIDO IZQ								SENTIDO DRCHO >											
	Nº	ACERA	CARRIL BICI	PARKING	CARRIL BUS	CARRIL COCHE	CARRIL COCHE	CARRIL COCHE	CARRIL COCHE	MEDIANA	CARRIL COCHE	CARRIL COCHE	CARRIL COCHE	CARRIL COCHE	CARRIL BUS	PARKING	CARRIL BICI	ACERA	TOTAL	TRAYECTO	
PCTCAN	1	3.5	3			3				1			3	3					3.5	20	PCTCAN-Glorieta Mediamark
EL ALISAL 1	2	4				3		3					3	3			2	2	20	Glorieta Mediamark-Glorieta McDonalds	
EL ALISAL 2	3	3.5				3				1.5			3	3					20.5	Glorieta McDonalds-Glorieta IES Alisal	
EL ALISAL 3	4	3		2.5		3		3					3			2.5		3	20	Glorieta IES Alisal-Glorieta calle Adarzo	
EL ALISAL 4	5	3		3		3		3		1			3	3				3	25	Glorieta calle Adarzo-Glorieta Cazonia	
CAZOÑA 1	6	6		2.5		4								4		2.5		6	25	Glorieta Cazonia-Glorieta Maxi Viana	
CAZOÑA 2	7	3.5				3				1			3	3				3.5	20	Glorieta Maxi Viana-Glorieta Facultad Enfer.	
VALDECILLA 1	8	3.5			3.5	3.5		3.5		4			3.5	3.5	3.5			3.5	32	Glorieta Facultad Enfer.-Glorieta Valdecilla	
VALDECILLA 2	9	3.5				3.5		3.5		2.5			3.5	3.5	3.5			3.5	27	Glorieta Valdecilla-C.Padre Rabago	
VALDECILLA 3	10	2		2.5		3										2.5		2	12	Calle Padre Rabago	
VALDECILLA 4	11	4				3		3					3	3				4	20	Calle Jerónimo Sainz de la Maza	
VALDECILLA 5	12	5				3		3	3	1			3	3			5	29	Calle Jerónimo Sainz de la Maza (calle Renfe)		
HERMIDA 1	13			5		3							3			5		16	Entrada Calle Hermida-Biblioteca Central		
HERMIDA 2	14	3		2.5		3		3								2.5		3	20	Biblioteca Central-Calle Antonio López	
PUERTO	15	4		2.5							3	3	3	3		2.5		4	25	Calle Antonio López	
PRE-EST	16	5				3		3										5	16	Calle Atilano Rodriguez	
CALLE CADIZ	17	4.5				3		3										4.5	15	Calle Cádiz	
CENTRO	18	4			3.5	3.5							3.5	3.5	3.5			3.5	25	Calle Calvo Sotelo/Paseo Pereda	
PASEO PEREDA	19		3															17	20	Paseo Pereda	
PUERTOCHICO	20	3				3		3					3	3			2.5	3	20.5	Calle Casimiro Sainz	
CALLE DEL SOL	21	3.5		2.5		3								3		2.5		3.5	18	Calle del Sol	
PASEO M. PELAYO	22	3		2.5		3								3		2.5		3	17	Paseo Menéndez Pelayo	
BAJA. ALT. MIRANDA 1	23	3.25				3								3				3.25	12.5	Av. de los Infantes	
BAJA. ALT. MIRANDA 2	24	6				3		3					3	3				6	24	Av. de Pouteiros	

	N°	CARRIL BICI	ACERA	TRANSVA	PARKING	CARRIL BUS	CARRIL COCHETE	CARRIL COCHETE	CARRIL COCHETE	TRANSVA	MEDIANA	< SENTIDO IZQ >									> SENTIDO DRCHO >						TOTAL	TRAYECTO
												TRANSVA	CARRIL COCHETE	CARRIL COCHETE	CARRIL COCHETE	CARRIL COCHETE	CARRIL BUS	CARRIL BICI	PARKING	TRANSVA	DIST. TRANS	TRANSVA	ACERA	CARRIL BICI				
PCTCAN	1	3	2				3	3												3	1	3	2		1.6	20	PCTCAN-Glorieta Mediamark	
EL ALSAL	2		4	3			3									3						3.4	2		20	Glorieta Mediamark-Glorieta McDonalds		
EL ALSAL	2		1.9	3			2.7	2.7						2.7		3						3	1.8		20.5	Glorieta McDonalds-Glorieta IES Alisal		
EL ALSAL	3		2.5	3			3	3							3							3	2.5		20	Glorieta IES Alisal-Glorieta calle Adarzo		
EL ALSAL	4		1.8	3	2.5		2.6	2.6						2.6	2.6				2.5			3	1.8		25	Glorieta calle Adarzo-Glorieta Cazonia		
CAZOÑA	1		3	3	2.5		4												2.5			3	3		25	Glorieta Cazonia-Glorieta Maxi Viana		
CAZOÑA	2		3	3			4								4							3	3		20	Glorieta Maxi Viana-Glorieta Facultad Enfer.		
VALDECILLA	1		3.3			3	2.6	2.6		3		3		2.6	2.6		3					3.3			32	Glorieta Facultad Enfer.-Glorieta Valdecilla		
VALDECILLA	2		3.5				3.5	3.5		1		3		3	3		3					3.5			27	Glorieta Valdecilla-C.Padre Rabago		
VALDECILLA	3		2		2.5		2.7															3	1.8		12	Calle Padre Rabago		
VALDECILLA	4		2.5	3			3	3						3	3							2.5			20	Calle Jerónimo Sainz de la Maza		
VALDECILLA	5		5				3	3	3		0.5			2.7	2.7	2.7	3					3	3.4		29	Calle Jerónimo Sainz de la Maza		
HERMIDA	1				2.5		3.5									3				3	1	3			16	Entrada Calle Hermida-Biblioteca Central		
HERMIDA	2		3		2.5		3	3	3													3	2.5		20	Biblioteca Central-Calle Antonio López		
PUERTO	1		4		2.5							3		3	3				2.5			3	4		25	Calle Antonio López		
PRE-EST	1		3.5				3	3														3	3.5		16	Calle Aniano Rodríguez		
CALLE CADIZ	1		3				3	3														3	3		15	Calle Cadiz		
CENTRO	1		4			3.5	2.7							2.65	2.65		3					3	3.5		25	Calle Calvo Sotelo Paseo Perreda		
PARADA PASEO PEREDA	1																										Calle Calvo Sotelo Paseo Perreda	
PASEO PEREDA	1	3		4																			13		20	Paseo Perreda		
PUERTOCHICO	1		2				2.75	3						3	2.75			2				3	2		20.5	Calle Casimiro Sainz		
CALLE DEL SOL	1		3.25	3			3								3				2.5			3.25			18	Calle del Sol		
PASEO M. PELAYO	1		2.5	3			3								3							3	2.5		17	Paseo Menéndez Pelayo		
BAJA ALT. MIRANDA	1		2				2.75								2.75							3	2		12.5	Av. de los Infantes		
BAJA ALT. MIRANDA	2		3	3			3	3						3	3							3						

ANEJOS A LA MEMORIA



3. ACTUACIONES ESPECÍFICAS

La implantación del tranvía de Santander en el entorno urbano existente conlleva necesariamente la adaptación de ciertos elementos de la infraestructura viaria para garantizar la correcta integración del trazado, la funcionalidad del sistema y la seguridad de todos los usuarios de la vía pública.

Entre estas intervenciones destacan, de manera general, dos tipologías principales:

- Adaptación de glorietas: se necesitará modificar la geometría de determinadas intersecciones giratorias para permitir el paso de las unidades tranviarias, manteniendo al mismo tiempo la capacidad de la circulación general y el acceso peatonal.
- Reordenación de viales: en ciertos tramos se prevé ajustar alineaciones, redistribuir carriles o adaptar secciones para dar cabida a la plataforma del tranvía y compatibilizarla con el resto de modos de transporte.

Estas actuaciones se plantean de forma integrada, buscando una adecuada conexión entre la nueva infraestructura y el viario urbano existente, priorizando el transporte público y la movilidad sostenible sin comprometer la accesibilidad ni la funcionalidad de la red viaria actual.

3.1. MODIFICACIÓN DE GLORIETAS

Las glorietas constituyen nodos clave en la red viaria urbana y presentan retos particulares para la implantación del tranvía debido a su geometría y dinámica de circulación. Para asegurar el paso seguro y eficiente de las unidades tranviarias, será necesario realizar ajustes geométricos y funcionales en aquellas glorietas por las que discurra el trazado.

Estos ajustes incluyen la ampliación de radios de giro, reconfiguración de carriles y adecuación de las plataformas para permitir un tránsito fluido del tranvía sin interferencias con el tráfico rodado convencional. Además, se considerarán medidas para garantizar la seguridad peatonal, como la reubicación de pasos y mejora de la visibilidad.

La intervención en las glorietas se plantea de modo que mantenga o incluso mejore la capacidad y seguridad vial, incorporando soluciones que faciliten la prioridad del transporte público y la continuidad urbana.

3.2. MODIFICACIÓN DE VIALES

La integración de la plataforma tranviaria en las vías urbanas implica modificar determinadas características geométricas y funcionales de los viales afectados. Esto puede suponer ajustes en las alineaciones horizontales y verticales, redistribución del espacio transversal y adaptación de los sentidos y flujos de circulación.

Asimismo, se prevé la incorporación de elementos de calzado de tráfico para aumentar la seguridad vial y favorecer la convivencia entre tranvía, vehículos privados, bicicletas y peatones. También se valorará la reorganización de estacionamientos y la mejora de la accesibilidad peatonal.

Estas modificaciones se proyectan teniendo en cuenta criterios de movilidad sostenible, priorizando el transporte público y promoviendo una mayor calidad urbana y accesibilidad para todos los usuarios.



ANEJO N°16 –
EXPLOTACIÓN Y OPERACIÓN
PREVISTA



INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3	5.4.	PUESTO DE MANDO	9
2.	PARADAS	3	5.5.	PERSONAL AUXILIAR	10
2.1.	CRITERIOS DE DISEÑO	3	5.6.	RESUMEN DE PERSONAL	10
2.1.1.	PLATAFORMA	3	6.	COSTES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	10
2.1.2.	ANDENES	3	6.1.	COSTE DIRECTO.....	10
2.1.3.	INFORMACIÓN	3	6.2.	COSTES INDIRECTOS.....	11
2.1.4.	MARQUESINAS	3	6.3.	OTROS COSTES.....	11
2.1.5.	BILLETEAJE.....	4	6.4.	COSTES TOTALES.....	12
2.1.6.	ASIENTOS.....	4	7.	PROPUESTA TARIFARIA DEL TRANVÍA.....	12
2.1.7.	ACCESIBILIDAD	4	8.	REORDENACIÓN DEL TUS.....	13
2.1.8.	SEÑALIZACIÓN Y SISTEMAS INTELIGENTES	4			
2.2.	SITUACIÓN	4			
3.	PROPUESTA DE OPERACIÓN	6			
3.1.	FRECUENCIA	6			
3.2.	TIEMPO EN PARADAS	7			
3.3.	TIEMPO EN CABECERA	7			
3.4.	TIEMPO DE RECORRIDO.....	7			
4.	CÁLCULO DE LA FLOTA.....	8			
5.	DIMENSIONAMIENTO DE PERSONAL.....	8			
5.1.	PERSONAL DE MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES	8			
5.2.	PERSONAL DE MANTENINIMIENTO DE LAS INSTALACIONES	9			
5.3.	MAQUINISTAS	9			



1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como objetivo definir los parámetros operativos fundamentales del sistema tranviario proyectado para la ciudad de Santander. En él se establecen las condiciones de funcionamiento del servicio, incluyendo la frecuencia de paso, tiempos de recorrido y de parada, así como la organización de la flota necesaria para garantizar una operación eficiente, fiable y adaptada a la demanda estimada.

Asimismo, se aborda el dimensionamiento del personal requerido para la puesta en marcha y explotación continua del sistema, diferenciando entre personal de conducción, mantenimiento y apoyo. Por último, se incluyen estimaciones de costes de operación y mantenimiento, así como una propuesta de reorganización del transporte urbano existente (TUS) para asegurar la correcta integración del tranvía en la red global de movilidad de la ciudad.

2. PARADAS

Se trata de describir las características funcionales y técnicas de las paradas proyectadas para el tranvía de Santander, incluyendo su ubicación, configuración espacial y equipamiento. Se presta especial atención a los criterios de accesibilidad universal, confort del usuario y adaptación al entorno urbano. Cada parada ha sido diseñada como un nodo de intercambio eficiente, seguro y fácilmente reconocible dentro del espacio público.

2.1. CRITERIOS DE DISEÑO

2.1.1. PLATAFORMA

Las paradas estarán equipadas con andenes de dimensiones adaptadas a la longitud del material rodante. Se contemplan andenes de 45 m.

La plataforma se proyecta al mismo nivel que el piso del tranvía para facilitar el embarque sin barreras. Se establece una altura estándar de 280 mm respecto a la cota de carril, con una separación lateral inferior a 60 mm. La ubicación de las paradas prioriza su accesibilidad peatonal, y se ha diseñado con pendientes longitudinales inferiores al 2%.

2.1.2. ANDENES

Se emplean dos configuraciones principales, según el contexto vial:

- Andenes laterales (predominante en calles con doble sentido).
- Andenes centrales (en tramos con espacio limitado o mediana).

2.1.3. INFORMACIÓN

Cada parada deberá contar con el Sistema de Información al Viajero, que informe en tiempo real sobre la llegada del tranvía, posibles alteraciones en el servicio y conexiones intermodales. La información se ofrecerá mediante paneles visuales LED y megafonía, con mensajes sonoros accesibles. Además, se dispondrá de mapas de red, planos de conexión y horarios estáticos ubicados de forma visible.

2.1.4. MARQUESINAS

Las marquesinas cubrirán toda el área de máquinas expendedoras y bancos. Tendrán una longitud de 10 metros y una anchura de 3.5 metros. Incorporarán un cerramiento acristalado en la parte trasera para proteger del viento, manteniendo una estructura ligera y accesible que no obstruya el paso ni represente barrera para personas con movilidad reducida.



2.1.5. BILLETAJE

Todas las paradas estarán dotadas con máquinas de billetes que permitirán la adquisición de títulos de viaje, incluyendo billetes personalizados. Las máquinas aceptarán monedas, billetes, tarjetas de crédito y tecnología sin contacto. Contarán además con interfono y sistema de megafonía conectados directamente con el Centro de Control.

2.1.6. ASIENTOS

Las marquesinas incluirán zonas de espera confortables. Se proyecta una primera zona con banco de 3 metros de longitud bajo la cubierta, y una segunda zona de apoyo también de 3 metros en el exterior. Los asientos tendrán una altura adecuada y materiales resistentes a la intemperie.

2.1.7. ACCESIBILIDAD

Las paradas han sido diseñadas de acuerdo con la normativa vigente en materia de accesibilidad universal (UNE-EN 16584, DB-SUA). Se prevé la instalación de pavimento podotáctil, señalética inclusiva, rampas en extremos con pendientes menores al 6%, y espacio libre de al menos 1,50 m de ancho para usuarios con movilidad reducida.

2.1.8. SEÑALIZACIÓN Y SISTEMAS INTELIGENTES

Se integrará un sistema de información en tiempo real con paneles visuales y sonoros. Las paradas tendrán una identificación clara, con diseño homogéneo y criterios de marca visual del sistema tranviario. Se prevé la posible incorporación de tecnologías futuras (etiquetas NFC, QR).

2.2. SITUACIÓN

A lo largo del trazado se han planificado un total de 13 paradas, distribuidas estratégicamente en función de diversos criterios técnicos y urbanos. La ubicación de estas paradas responde principalmente a la proximidad de polos de atracción urbana (centros comerciales, educativos, administrativos y sanitarios), la intermodalidad con otros modos de transporte (como estaciones de autobuses o ferroviarias), así como a la cobertura poblacional, con el objetivo de maximizar la accesibilidad al sistema y fomentar el uso del transporte público.

En cuanto a la geometría de la línea, se ha procurado mantener una distancia adecuada entre paradas que garantice tanto la eficiencia operativa del servicio como una cobertura territorial óptima. En este sentido, la distancia media entre paradas es de 844.59 metros, habiéndose registrado una distancia mínima de 375 metros y una máxima de 1485 metros, siempre dentro de los límites establecidos por los condicionantes topográficos y las características del entorno urbano.

La siguiente tabla recoge las paradas propuestas, indicando para cada una de ellas el punto kilométrico (medido en el centro de la parada, en la vía derecha en sentido PCTCAN–El Sardinero) y su correspondiente tipología de andén.



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

PARADA	PK	DISTANCIA (m)	CONFIGURACIÓN
PCTCAN	0+495	735	Andenes laterales
C.C. Alisal	1+230		Andenes laterales
Herrera Oria 124	1+890	660	Andenes laterales
Herrera Oria 62	2+735	845	Andenes laterales
Cazoña	3+110	375	Andén central
Valdecilla Norte	4+015	905	
La Marga	5+085	1070	Andén lateral
Hermida	5+870	785	Andén central
Estaciones	6+820	950	
Plaza Alfonso XIII	7+370	550	Andén central
Paseo Pereda	7+815	445	
Menéndez Pelayo 72	9+145	1330	Andén central
Mesones	10+630	1485	Andenes laterales

Figura 16.1. Listado de paradas de la línea

La elección de las ubicaciones responde a criterios de demanda estimada, conectividad intermodal y continuidad espacial con la red de transporte público y espacios públicos significativos de la ciudad.



Figura 16.2. Paradas de la línea



3. PROPUESTA DE OPERACIÓN

La línea funcionará con doble sentido de circulación a lo largo de todo el recorrido. Se han previsto un total de 13 paradas distribuidas a lo largo de la traza. La configuración de los andenes es lateral y central.

El sistema de conducción estará basado en el modo manual a la vista, en el que el operador mantiene el control total de la unidad, siguiendo las normas de circulación ferroviaria en entorno urbano. A pesar de contar con tramos soterrados, la longitud y características de los mismos no justifican la incorporación de sistemas automáticos tipo CBTC, aunque el trazado incorporará elementos de seguridad pasiva y control de señalización.

La circulación será por la derecha, conforme al tráfico general, salvo en algunos tramos de plataformas divididas (por ejemplo, entre Valdecilla Sur y Estaciones), donde se podrá circular por la izquierda de forma puntual. En las cabeceras se llevará a cabo la regulación de los tiempos de espera.

3.1. FRECUENCIA

Se establece una frecuencia base de 10 minutos durante los periodos de mayor demanda, que se ampliará en horas valle y durante los fines de semana. Esta planificación permite ajustar el servicio al límite máximo de 7 unidades operativas en línea, manteniendo una unidad adicional de reserva.

Durante eventos especiales o situaciones de gran afluencia (festividades, partidos, etc.), se podrá reducir puntualmente la frecuencia hasta 8 minutos, siempre que la operación lo permita y exista disponibilidad de flota.

El sistema funcionará con paradas programadas en todas las estaciones, sin necesidad de solicitud previa por parte del usuario.

HORA INICIO	HORA FIN	LABORABLE	SÁBADO	DOMINGO/FESTIVO
7:00	10:00	10 min	12 min	15 min
10:00	13:00	10 min	15 min	20 min
13:00	16:00	10 min	15 min	20 min
16:00	20:00	10 min	12 min	15 min
20:00	22:00	15 min	15 min	20 min
22:00	23:30	20 min	20 min	25 min

Figura 16.3. Tabla de frecuencias según franja horaria

Durante los eventos especiales como la Semana Grande, se implantará un horario extendido con servicio ininterrumpido y refuerzo nocturno. En esas franjas, la frecuencia nocturna se ajustará a 3 unidades/hora.

HORA INICIO	HORA FIN	LABORABLE	SÁBADO	DOMINGO/FESTIVO
6:00	7:30	10 min	10 min	10 min
7:30	10:00	6 min	6 min	6 min
10:00	18:00	8 min	8 min	8 min
18:00	23:00	8 min	8 min	8 min
23:00	2:00	10 min	10 min	10 min
2:00	6:00	20 min	20 min	20 min

Figura 16.4. Tabla de frecuencias en eventos como La Semana Grande

Este modelo de explotación permite garantizar un servicio fiable, con tiempos de espera reducidos y adaptabilidad a diferentes niveles de demanda urbana y estacional.



3.2. TIEMPO EN PARADAS

El tiempo estimado para cada parada considera tanto el descenso como el ascenso de pasajeros. Dado que cada tranvía contará con múltiples puertas de acceso (hasta 10 accesos efectivos por unidad de 30 m), se ha estimado un flujo de 10 pasajeros por segundo. Considerando un volumen medio de 200 pasajeros en una operación tipo, el tiempo promedio de parada se fija en torno a los 20 segundos.

Este valor podrá ser ajustado conforme se disponga de datos reales de explotación, optimizando la programación del servicio según el comportamiento observado. No se consideran en este cálculo casos particulares de subidas masivas, dado que se absorben con tiempos de cabecera.

3.3. TIEMPO EN CABECERA

El tiempo en cabecera se define como el intervalo necesario para efectuar el cambio de sentido de marcha y permitir el rebote operativo. Este periodo contempla:

- La desconexión de la cabina activa.
- El desplazamiento del conductor a la otra cabina.
- La activación de los sistemas en cabina opuesta.

Se estima que este proceso requiere un mínimo de 80 segundos. A esto se le añade un tiempo adicional de 2 minutos como margen para absorción de retrasos.

En el caso del tranvía de Santander, ambas terminales estarán dotadas de bretelle de retorno previo al andén, lo que facilita las maniobras sin interferir en la zona de embarque/desembarque.

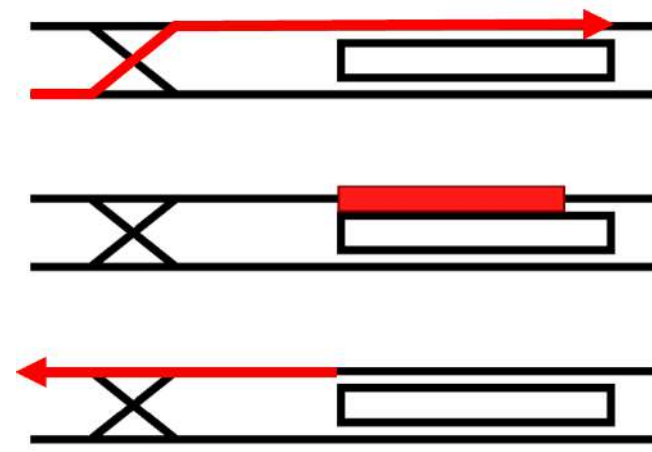


Figura 16.5. Diagrama de rotación en cabecera

3.4. TIEMPO DE RECORRIDO

El tiempo total de viaje entre terminales, más el tiempo de cabecera. Se resumen a continuación:

RECORRIDO	TIEMPO
PCTCAN → El Sardinero	32 min
El Sardinero → PCTCAN	33 min
Tiempo de rebote (2 cabeceras)	2 min
TIEMPO DE CICLO	1 h 7 min



4. CÁLCULO DE LA FLOTA

El cálculo de la flota necesaria se ha realizado en función del tiempo total de ciclo operativo y la frecuencia base prevista, ajustándose a las limitaciones de capacidad del sistema.

Con un tiempo total de recorrido de 67 minutos (incluyendo ida, vuelta y tiempos de rebote en cabecera), y una frecuencia mínima de 10 minutos, se requiere el siguiente número de unidades en operación simultánea:

$$N^{\circ} \text{ unidades de tranvías} = \frac{\text{tiempo de ciclo}}{\text{frecuencia}} = \frac{67}{10} = 6.7 \rightarrow 7 \text{ unidades}$$

Este valor se redondea al número entero superior para garantizar la cobertura horaria y compensar posibles demoras, resultando en un total de 7 tranvías en servicio simultáneo.

Con el objetivo de mantener la explotación sin interrupciones, se contempla una unidad adicional como reserva operativa, lo que eleva la flota total prevista a 8 unidades.

Esta cifra es compatible con la capacidad prevista en el recinto de cocheras, que cuenta con espacio para 10 unidades, permitiendo así cubrir tanto el servicio regular como las operaciones de mantenimiento, inspección o retirada puntual de unidades por incidencias.

5. DIMENSIONAMIENTO DE PERSONAL

Para garantizar el correcto funcionamiento de la red tranviaria, se ha estimado el personal necesario, agrupándolo en cinco bloques operativos fundamentales:

- Mantenimiento de material móvil (tranvías).
- Mantenimiento de instalaciones (cocheras, subestaciones, señalización, etc.).
- Maquinistas.
- Puesto de control y supervisión.
- Personal auxiliar (limpieza, seguridad e inspección).

El dimensionamiento se ha realizado en base a una flota de 8 unidades tranviarias operativas, con servicio continuo y frecuencias de hasta 10 minutos en hora punta.

5.1. PERSONAL DE MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES

Las intervenciones de mantenimiento se dividen en:

- Preventivas (revisiones programadas, inspecciones de seguridad, ajustes).
- Correctivas (averías, incidencias no previstas, pintura y chapa, etc.).

Considerando un régimen de mantenimiento basado en 220 días laborables al año y jornadas de 8 horas, se estima un volumen aproximado de 13.000 horas anuales. Para ello se requiere un equipo de 9 técnicos formado por:

- 2 jefes de taller
- 4 mecánicos
- 2 técnicos eléctricos y de tracción
- 1 administrativo especializado

Entonces, el personal de mantenimiento total del material móvil será de 9 personas.



5.2. PERSONAL DE MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

El mantenimiento de infraestructura eléctrica, señalización, sistemas de seguridad y edificios (cocheras, talleres y paradas) requiere personal técnico especializado.

Se estima que se necesitarán 15 personas para cubrir tareas en turnos y jornadas alternas, incluyendo personal de electricidad, mecánica ligera, fontanería y supervisión de redes.

5.3. MAQUINISTAS

El personal de conducción constituye un elemento clave en la operación diaria del tranvía. A partir del diseño de la explotación y del calendario anual, se ha realizado una estimación del número de circulaciones previstas y del personal necesario para cubrirlas.

Se ha estimado un total de 68 408 circulaciones anuales (ida y vuelta), considerando una programación diferenciada según el tipo de día:

- Días laborables (250 días): 204 circulaciones/día
- Sábados (52 días): 170 circulaciones/día
- Domingos y festivos (63 días): 136 circulaciones/día

Con una frecuencia base de 10 minutos en la mayor parte del día, el servicio requiere la circulación simultánea de 8 unidades, lo que permite mantener un nivel de servicio adecuado. Cada maquinista dispone de una capacidad media de conducción anual estimada en 1720 horas, teniendo en cuenta jornadas de 8 horas y descontando periodos de descanso, formación y permisos.

El tiempo medio de cada ciclo operativo completo (ida + vuelta + rebote en cabeceras) es de 67 minutos, lo que equivale aproximadamente a 1.12 horas por circulación. Por tanto, cada maquinista puede realizar unas 1535 circulaciones anuales.

Para asegurar la cobertura de turnos rotativos, bajas, vacaciones y refuerzos en eventos especiales, se ha aplicado un coeficiente de cobertura del 1.3 sobre la plantilla base.

$$\text{Maquinistas sin cobertura} = \frac{68\,408 \text{ circulaciones}}{1535 \text{ circulaciones/maquinista}} \approx 45$$

$$\text{Maquinistas con cobertura} = 45 \times 1.3 \approx 59$$

En consecuencia, se estima que serán necesarios 59 maquinistas para garantizar la operación continua del tranvía con un nivel de fiabilidad y flexibilidad adecuado.

5.4. PUESTO DE MANDO

Para gestionar la operación del tranvía en tiempo real, se requerirá un puesto de mando con personal formado en:

- Gestión de tráfico ferroviario
- Atención a incidencias
- Coordinación con servicios de emergencia

Se estima en 10 operadores trabajando en régimen de turnos para asegurar cobertura continua 24/7.



5.5. PERSONAL AUXILIAR

Este grupo incluye las tareas de limpieza del material móvil y las instalaciones, seguridad (vigilancia y control de accesos) e inspección de viajeros.

Se propone el siguiente reparto:

- 4 limpiadores de material móvil
- 4 limpiadores de instalaciones
- 8 vigilantes de seguridad
- 4 inspectores

Entonces, se estima un total de 20 personas como personal auxiliar.

5.6. RESUMEN DE PERSONAL

En consecuencia, se necesitará el siguiente personal:

CATEGORÍA	N.º PERSONAS
Mantenimiento material móvil	9
Mantenimiento de instalaciones	15
Maquinistas	59
Puesto de mando	10
Personal auxiliar	20
TOTAL	113

Figura 16.6. Tabla resumen del personal

6. COSTES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para la estimación de los costes anuales de operación y mantenimiento del sistema tranviario de Santander se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Coste de personal
- Coste energético
- Coste de mantenimiento
- Otros costes directos
- Costes indirectos

6.1. COSTE DIRECTO

6.1.1. COSTE DE PERSONAL

Se estima un coste medio anual por trabajador de 50 000 €. Dado que, según el dimensionamiento realizado en el apartado anterior, el sistema requiere una plantilla de 59 maquinistas y 54 personas adicionales en distintos servicios (mantenimiento, mando, limpieza, seguridad...), el coste anual asociado al personal asciende a:

Total personal: 113 personas

Coste total: $113 \times 50\,000 \text{ €/año} = 5\,650\,000 \text{ €/año}$

6.1.2. COSTE ENERGÉTICO

La energía para la tracción y operación del sistema se estima en 0.70 €/km. Suponiendo una distancia anual recorrida de 990 000 km/año, el coste energético total anual asciende a:

Es decir: $0.70 \text{ €/km} \times 990\,000 \text{ km} = 693\,000 \text{ €}$



6.1.3. COSTE DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento comprende tanto la infraestructura de vía, señalización y comunicaciones, como el material móvil. A partir de valores medios utilizados en redes similares, se estiman los siguientes costes unitarios por kilómetro recorrido:

- Mantenimiento de infraestructura: 1.03 €/km
- Mantenimiento de material móvil: 1.50 €/km

Coste de mantenimiento anual:

Infraestructura: $990\,000\text{ km} \times 1.03\text{ €/km} = 1\,019\,700\text{ €}$

Material móvil: $990\,000\text{ km} \times 1.50\text{ €/km} = 1\,485\,000\text{ €}$

6.1.4. OTROS COSTES DIRECTOS

Incluyen gastos asociados a seguros, formación, uniformidad, sistemas de ayuda a la explotación, y consumibles no incluidos en las categorías anteriores. Estos se estiman como un porcentaje adicional del 25% sobre el total de los costes directos principales (personal, energía y mantenimiento).

Otros costes directos = 2.211.925 €

6.1.5. TOTAL DE COSTES DIRECTOS

Los costes totales directos se condensan en la siguiente tabla:

CONCEPTO	IMPORTE (€)
Coste de personal	5 650 000
Coste energético	693 000
Coste mantenimiento infraestructura	1 019 700
Coste mantenimiento material móvil	1 485 000
Otros costes directos (25 %)	2 211 925
TOTAL	11 059 625

Figura 16.7. Tabla resumen costes directos de operación y mantenimiento

6.2. COSTES INDIRECTOS

Se estiman unos costes indirectos equivalentes al 15 % del coste directo, los cuales engloban aspectos administrativos, seguros, formación, gestión de contratos, etc.

Es decir: $15\% \text{ de } 11\,059\,625\text{ €} = 1\,658\,943.75\text{ €}$

6.3. OTROS COSTES

Además, se incluye una partida adicional por servicios de asistencia técnica externa, auditoría y soporte especializado, equivalente al 2 % del coste directo.

Es decir: $2\% \text{ de } 11\,059\,625\text{ €} = 221\,192.5\text{ €}$



6.4. COSTES TOTALES

Los costes totales anuales de operación y mantenimiento se condensan en la siguiente tabla:

CONCEPTO	IMPORTE (€)
Costes directos	11 059 625
Costes indirectos	1 658 943.75
Otros costes	221 192.5
TOTAL	12 939 761.25

Figura 16.8. Tabla resumen costes totales de operación y mantenimiento

7. PROPUESTA TARIFARIA DEL TRANVÍA

Con el objetivo de fomentar el uso del nuevo sistema tranviario de Santander y garantizar su integración con el resto del transporte público urbano, se propone una estructura tarifaria coherente con el sistema actual del TUS, combinando accesibilidad social y sostenibilidad económica.

La propuesta parte de los siguientes principios:

- Tarifa plana equivalente al autobús urbano (TUS) para el billete sencillo.
- Introducción de títulos multiviaje y abonos mensuales que incentiven la fidelización.
- Mantenimiento de bonificaciones sociales y para colectivos específicos.
- Integración tarifaria que permita el transbordo gratuito o bonificado entre el tranvía y el autobús durante un tiempo limitado.

TIPO DE BILLETE	TARIFA PROPUESTA (€)	OBSERVACIONES
Billete sencillo	1.30	Igual que TUS
Billete combinado	1.60	Incluye transbordo TUS-tranvía durante 60 min
Tarjeta monedero (bonobús)	0.95	Descuento por viaje
Bono 10 viajes	8.50	Válido en tranvía y autobús
Abono mensual general	35.00	Viajes ilimitados
Abono joven	22.00	Para menores de 26 años
Abono tercera edad	18.00	Mayores de 65 años
Abono social	≤10.00	Para colectivos vulnerables

Figura 16.9. Propuesta tarifaria para el sistema tranviario

Con esta estructura, se estima un ingreso tarifario medio por viajero de 0.85 €, lo que permitiría cubrir en torno al 33% de los costes de operación y mantenimiento.



8. REORDENACIÓN DEL TUS

La entrada en funcionamiento del tranvía exige una reconfiguración de la red de autobuses urbanos para evitar duplicidades, mejorar la eficiencia del sistema y facilitar la intermodalidad.

Objetivos de la reordenación

- Reducir líneas superpuestas con el nuevo eje tranviario (Valdecilla – Sardinero).
- Convertir el tranvía en eje estructurante, al que convergen líneas alimentadoras.
- Mejorar la frecuencia y puntualidad de líneas periféricas mediante acortamiento.
- Garantizar la conectividad transversal y el acceso a barrios no servidos por el tranvía.

Propuesta de actuaciones

- Supresión o reconfiguración parcial de líneas que duplican el recorrido del tranvía (por ejemplo, parte del recorrido de la línea 1 o 5 del TUS).
- Establecimiento de líneas lanzadera o radiales hacia el tranvía desde zonas como Cazaña, Monte, La Albericia o Peñacastillo.
- Ampliación de los puntos de intercambio modal en apeaderos estratégicos (Valdecilla Norte, PCTCAN, Castilla-Hermida, Sardinero).
- Incorporación de un sistema de tiempos de espera coordinados entre modos (reloj de horarios escalonados, especialmente en terminales de línea).
- Evaluación de líneas nocturnas o refuerzos en verano, en coordinación con la actividad del tranvía.

Beneficios esperados

- Mayor eficiencia del conjunto del sistema de transporte urbano.
- Aumento del número de viajeros mediante una red más atractiva y estructurada.
- Reducción de emisiones contaminantes al sustituir parte del servicio autobús por el modo tranviario eléctrico.
- Mejora de la intermodalidad y facilidad de uso del sistema para residentes y visitantes.



ANEJOS ECONOMICO- ADMINISTRATIVOS

ANEJO N°17 – PLAN DE OBRA



INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	ESTRATEGIA GENERAL DE PLANIFICACIÓN	3
3.	FASES DE OBRA Y DURACIÓN ESTIMADA.....	3
4.	DIAGRAMA DE GANTT SIMPLIFICADO (MES A MES)	3



1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto describir la planificación temporal estimada para la ejecución del tranvía de Santander, en el contexto de un anteproyecto. La programación se basa en los principales hitos constructivos, la secuencia lógica de actividades y una estimación de plazos orientativa basada en rendimientos habituales para este tipo de infraestructuras.

Se considera un plazo total estimado de 24 meses, justificado tanto por la longitud y complejidad de la traza como por la necesidad de ejecutar vía doble en gran parte del recorrido. Aunque la longitud de línea es de 10.691 metros, la longitud total de vías construidas asciende a 17.546 metros, considerando tramos con vía doble y vía simple.

2. ESTRATEGIA GENERAL DE PLANIFICACIÓN

Para garantizar una ejecución óptima se plantea:

- División del trazado en tramos constructivos solapables.
- Desarrollo paralelo de cocheras y talleres.
- Ejecución escalonada de plataforma, electrificación, sistemas y urbanización.
- Incorporación progresiva de instalaciones y pruebas.

La planificación está condicionada por la necesidad de compatibilizar las obras con el entorno urbano existente, con especial atención a zonas como el centro histórico, estaciones, y el entorno de El Sardinero.

3. FASES DE OBRA Y DURACIÓN ESTIMADA

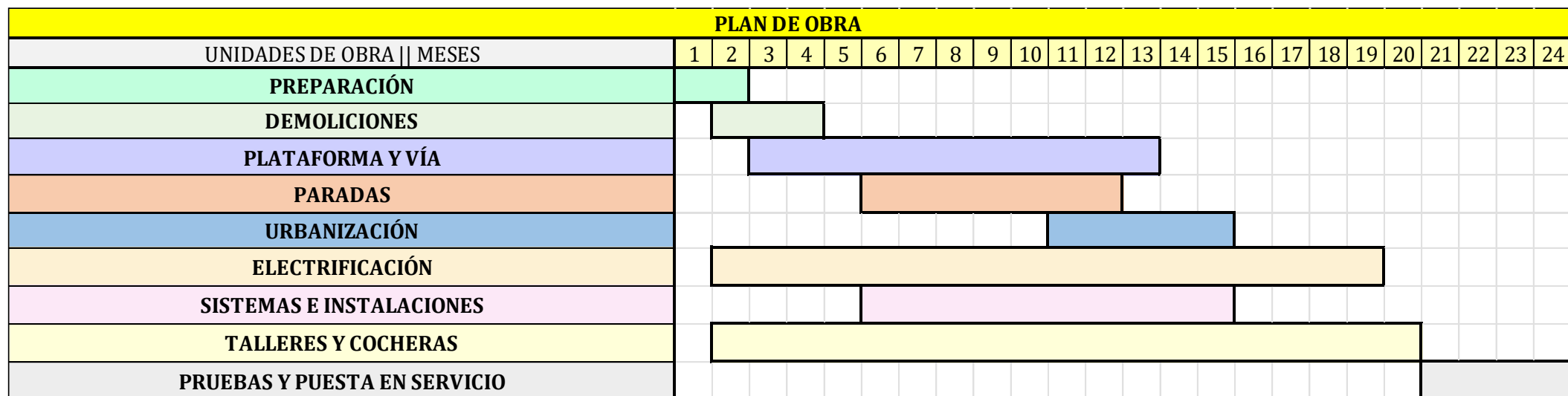
La ejecución de las obras se ha organizado en nueve fases principales, que se desarrollan parcialmente en paralelo con objeto de optimizar plazos y recursos. La siguiente tabla resume cada fase, con una descripción concisa y la duración estimada de ejecución:

FASE	DESCRIPCIÓN RESUMIDA	DURACIÓN ESTIMADA
1. Preparación y servicios provisionales	Señalización, vallado, desvíos provisionales, instalación de casetas	2 meses
2. Demoliciones y movimiento de tierras	Pavimentos, arbolado, excavación de caja de vía, compactación	3 meses
3. Plataforma y vía	Canalizaciones, losas, vía embebida, drenaje, desvíos, bretelles	10 meses
4. Paradas	Andenes, marquesinas, accesos, señalización	8 meses
5. Urbanización del entorno	Aceras, bordillos, mobiliario, iluminación, jardinería	7 meses
6. Electrificación	Catenaria, postes, feeders, subestaciones, toma de tierra	16 meses
7. Sistemas e instalaciones	SAE, CCTV, telecomunicaciones, ticketing, control	13 meses
8. Talleres y cocheras	Naves, vías internas, centro de control, mantenimiento	18 meses
9. Pruebas y puesta en servicio	Verificaciones, simulacros, pruebas dinámicas	4 meses

Algunas fases se ejecutan en paralelo. Por ejemplo, talleres y cocheras pueden iniciarse junto a la plataforma; la electrificación y sistemas se desarrollan cuando tramos parciales están ya construidos.

4. DIAGRAMA DE GANTT SIMPLIFICADO (MES A MES)

A continuación se incluye el diagrama de Gantt que representa gráficamente la planificación global:





ANEJO N°18 –
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN



INDICE

1.	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	3
2.	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	3



1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

El Presupuesto de Ejecución Material, según lo reflejado en el Documento Nº3 del presente proyecto, es de **92 167 776.60** euros.

01	DEMOLICIONES Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	2 222 939.27 €
02	PLATAFORMA Y VÍA	47 690 023.96 €
03	PARADAS	2 271 393.76 €
04	URBANIZACIÓN DEL ENTORNO	4 772 065.66 €
05	SEÑALIZACIÓN	684 110.00 €
06	ELECTRIFICACIÓN	7 114 390.00 €
07	SISTEMAS E INSTALACIONES	3 785 760.00 €
08	MATERIAL MÓVIL	16 000 000.00 €
09	TALLERES Y COCHERAS	4 942 595.60 €
10	SEGURIDAD Y SALUD	2 684 498.35 €

PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL 92 167 776.60 €

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de NOVENTA Y DOS MILLONES CIENTO SESENTA Y SIETE MIL SETECIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con SESENTA CÉNTIMOS.

2. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

El Presupuesto Base de Licitación es el Presupuesto de Ejecución Material más los gastos generales y el beneficio industrial.

PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL	92 167 776.60 €
13 % Gastos generales	11 981 810.96 €
6 % Beneficio industrial	5 530 066.60 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACION (SIN IVA)	109 679 654.16 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACION (CON IVA, DEL 21%)	132 712 381.53 €

Asciende el Presupuesto Base de Licitación a la expresada cantidad de CIENTO TREINTA Y DOS MILLONES SETECIENTOS DOCE MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS.



DOCUMENTO N°2: PLANOS

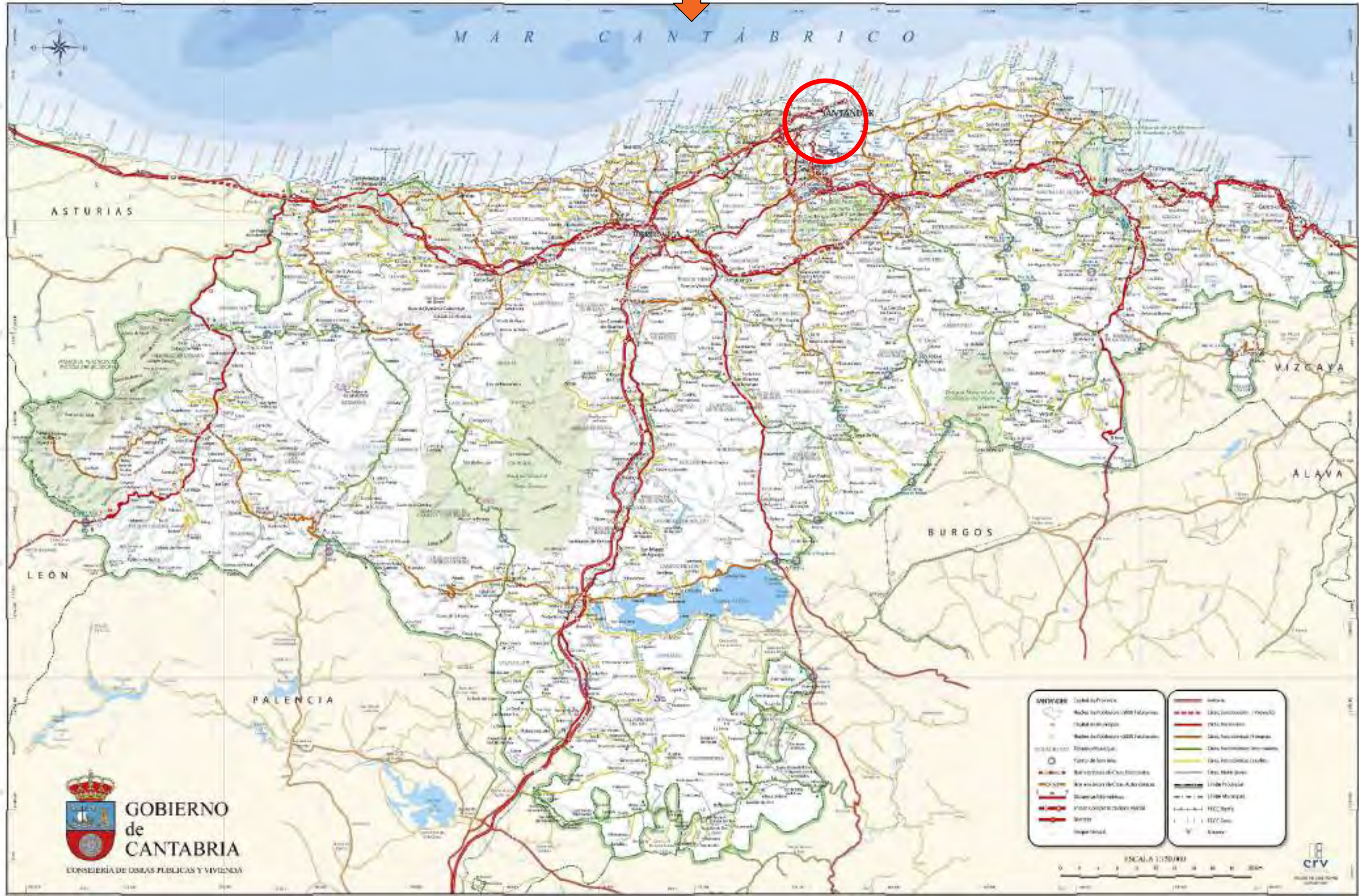
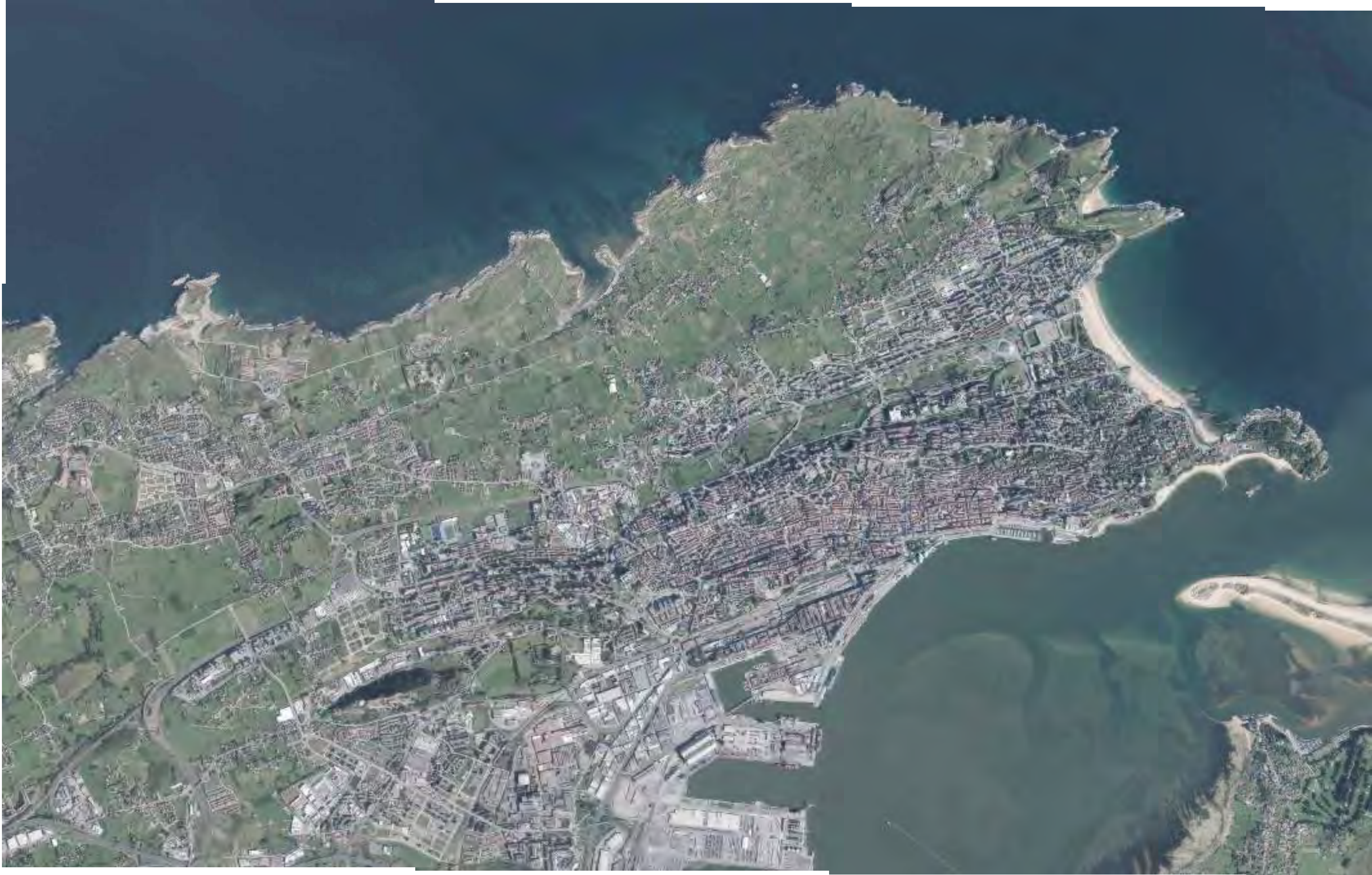


INDICE

1. SITUACIÓN
2. CONJUNTO
3. PLANTA Y PERFIL
4. SECCIONES TIPO
5. TALLERES Y COCHERAS

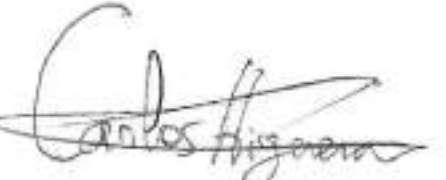


SANTANDER

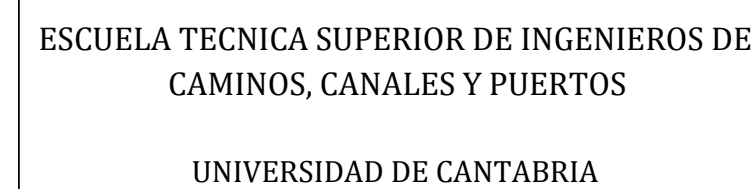
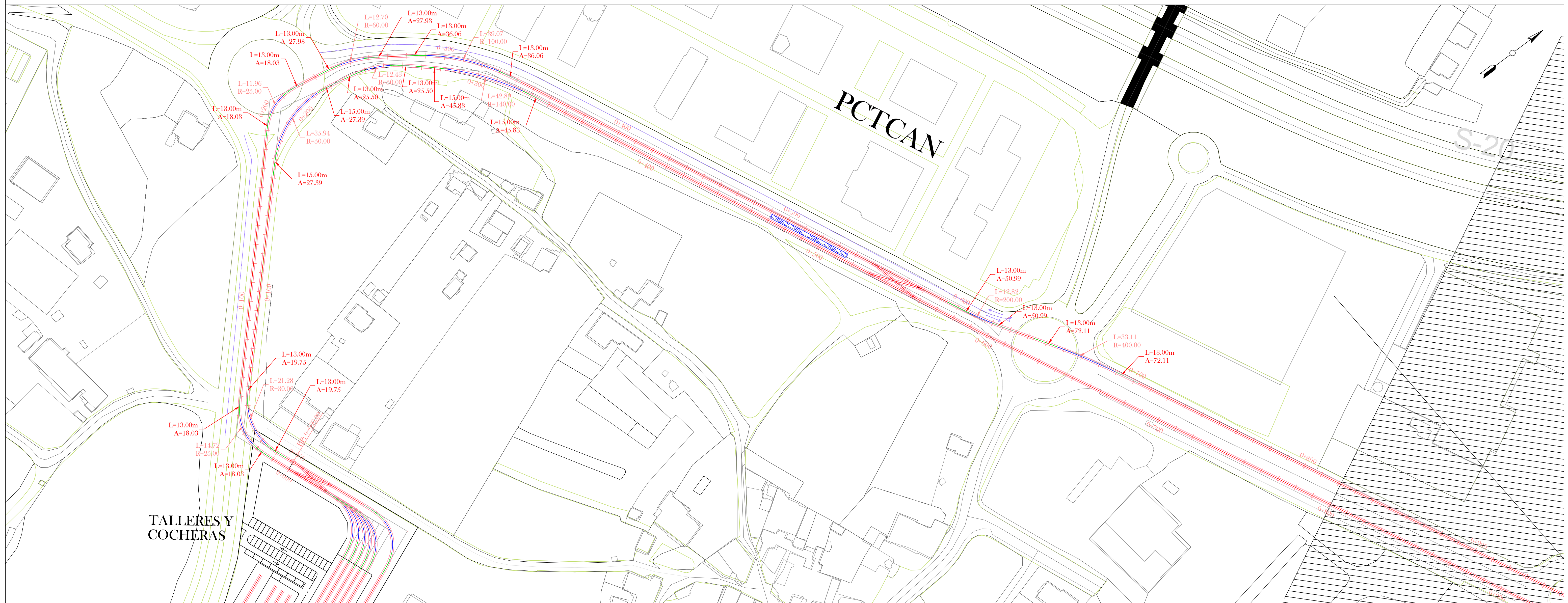


	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO PROYECTO	TITULO TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO	TERMINO MUNICIPAL SANTANDER	TITULO DEL PLANO SITUACIÓN	AUTOR CARLOS HIGUERA LORENZO 	ESCALA S/E	FECHA SEPT. 2025	PLANO 1
				PROVINCIA CANTABRIA					HOJA 1 DE 1



	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO PROYECTO	TITULO TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO	TERMINO MUNICIPAL SANTANDER	TITULO DEL PLANO CONJUNTO	AUTOR CARLOS HIGUERA LORENZO 	ESCALA 1:15000	FECHA SEPT. 2025	PLANO 2
				PROVINCIA CANTABRIA					HOJA 1 DE 1

60.005	60.001	60.008	60.000	60.001	59.48	59.483	56.86	56.862	55.04	55.035	52.89	52.888	50.61	50.611	49.46	49.456	48.37	48.367	47.60	47.602	46.78	46.780	46.80	46.80	46.98	46.98	46.73	46.729	46.88	46.880	46.69	46.692	47.41	47.413	48.15	48.147	48.68	48.68	48.676	48.87	48.870	49.06	49.059	49.27	49.275	49.62	49.620	49.83	49.828	49.65	49.653	50.60	50.601	50.97	50.973	51.49	51.491	51.75	51.747	52.84	52.841	53.26	53.257	52.89	52.894	52.72	52.715	53.25	53.246	53.49	53.487	53.19	53.188	51.93	51.933	49.69	49.692	49.33	49.325	49.01	49.012	47.73	47.734	46.29
+000		+0+100										+0+200										+0+300										+0+400										+0+500										+0+600										+0+700										+0+800+8												



TIPO
PROYECTO

TITULO

TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL
CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO

TERMINO MUNICIPAL
SANTANDER

PROVINCIA
CANTABRIA

TITULO DEL PLANO

PLANTA Y PERFIL

AUTOR

CARLOS
HIGUERA LORENZO

Carlos Higuera

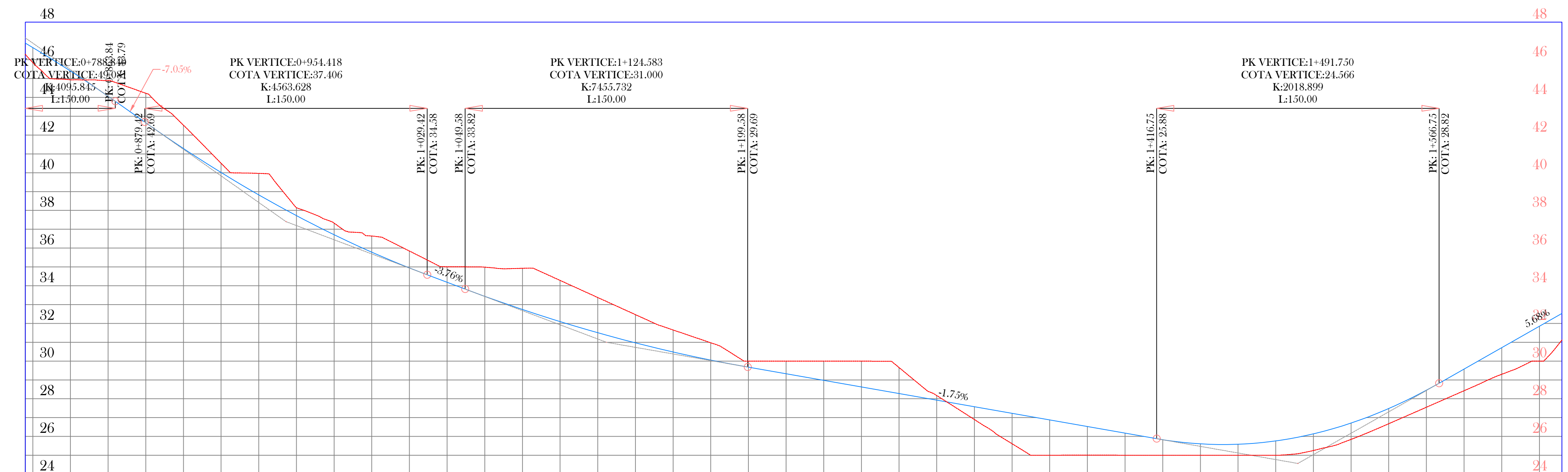
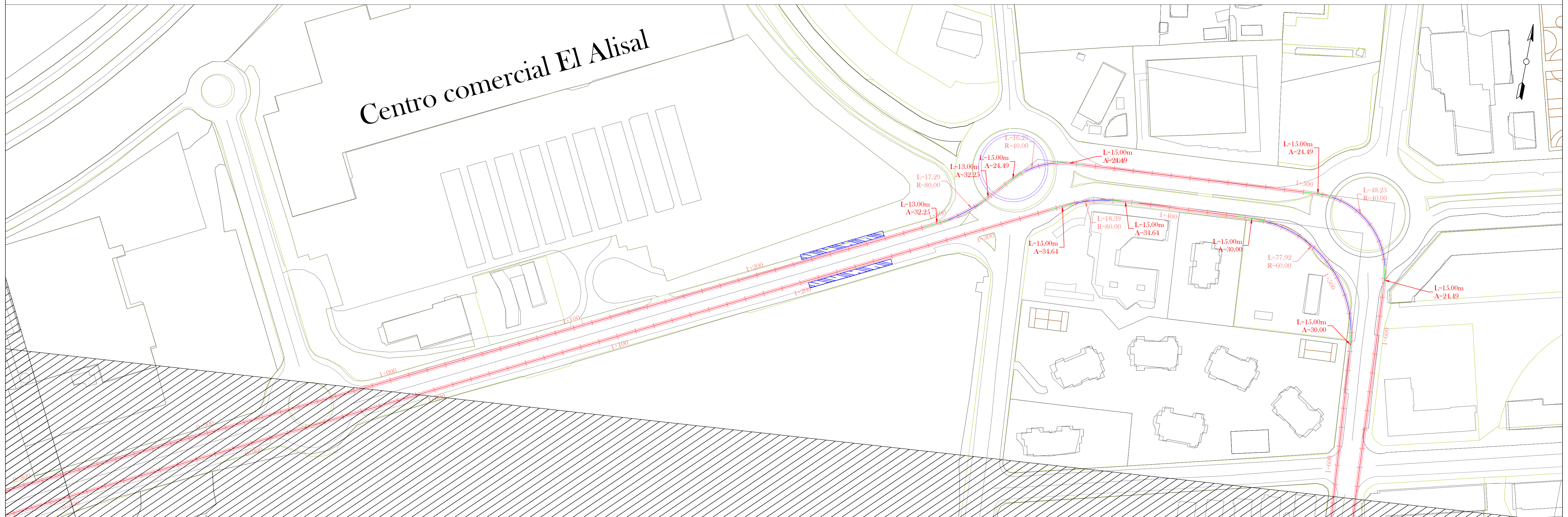
ESCALA
1:1000

FECHA
SEPT.
2025

PLANO 3

HOJA 1 DE 14

PERFIL: EJE 1- VIA DERECHA (PCTCAN-SARDINERO)

[illegible]

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO

TITULO

TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL
CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO

TERMINO MUNICIPAL
SANTANDER

PROVINCIA
CANTABRIA

TITULO DEL PLANO

PLANTA Y PERFIL

AUTOR

CARLOS
HIGUERA LORENZO

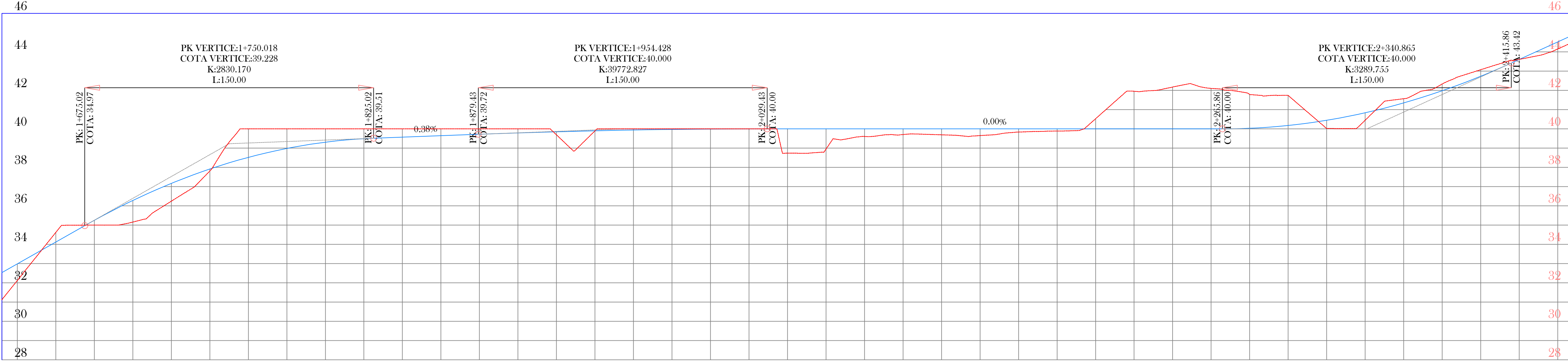
Carlos Higueras

ESCALA
1:1000

FECHA
SEPT.
2025

PLANO 3
HOJA 2 DE 14

PERFIL: EJE 1- VIA DERECHA (PCTCAN-SARDINERO)



Dato de Perfil	
1+632	32,097
1+700	33,16
1+800	35,157
1+900	36,24
2+000	36,241
2+100	37,81
2+200	37,813
2+300	40,00
2+400	40,00
2+500	39,998
2+600	40,00
2+700	39,998
2+800	40,00
2+900	39,999
3+000	39,999
3+100	39,99
3+200	39,991
3+300	39,90
3+400	39,896
3+500	40,00
3+600	40,000
3+700	40,00
3+800	39,999
3+900	40,000
4+000	40,000
4+100	38,74
4+200	38,737
4+300	38,05
4+400	38,448
4+500	39,61
4+600	39,606
4+700	39,71
4+800	39,705
4+900	39,69
5+000	39,690
5+100	39,65
5+200	39,651
5+300	39,83
5+400	39,834
5+500	39,89
5+600	39,889
5+700	40,53
5+800	40,327
5+900	41,05
6+000	41,554
6+100	42,17
6+200	42,173
6+300	42,10
6+400	42,103
6+500	41,80
6+600	41,795
6+700	41,74
6+800	41,736
6+900	40,92
7+000	40,018
7+100	40,45
7+200	40,430
7+300	41,57
7+400	41,566
7+500	42,33
7+600	42,332
7+700	42,332
7+800	43,07
7+900	43,074
8+000	43,61
8+100	43,610
8+200	44,15
8+300	44,51
8+400	44,510



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO

TITULO

TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL
CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO

TERMINO MUNICIPAL
SANTANDER

PROVINCIA
CANTABRIA

TITULO DEL PLANO

PLANTA Y PERFIL

AUTOR
CARLOS
HIGUERA LORENZO

Carlos Higueras

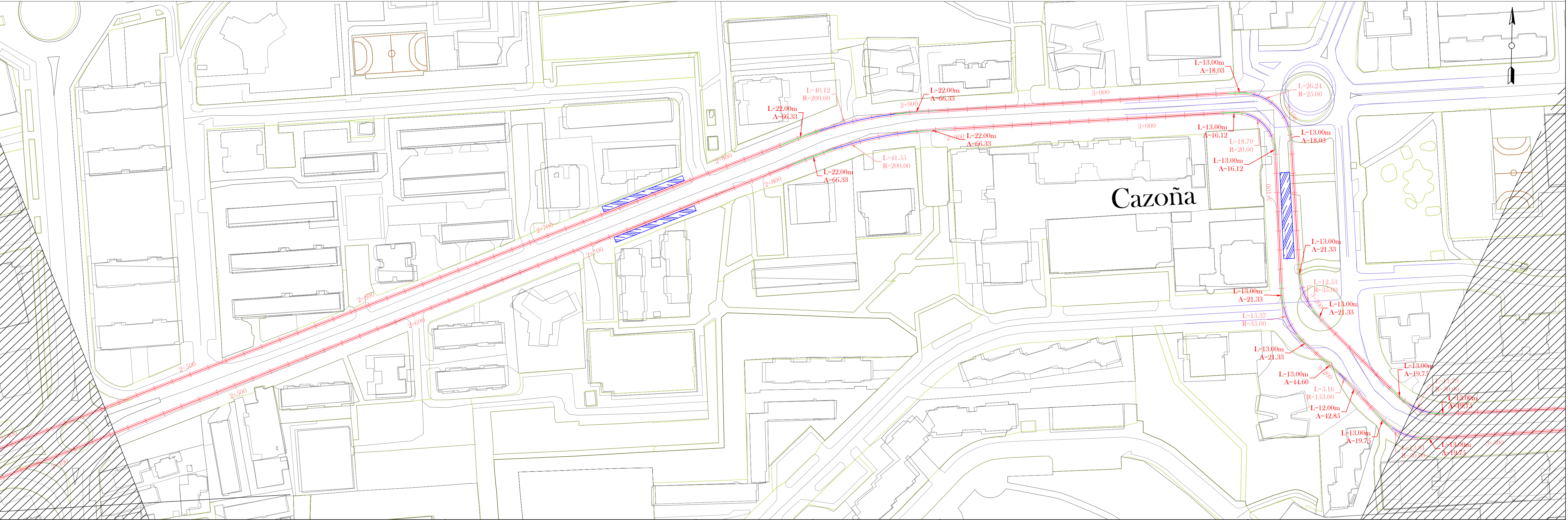
ESCALA
1:1000

FECHA
SEPT.
2025

PLANO 3
HOJA 3 DE 14

PERFIL: EJE 1- VIA DERECHA (PCTCAN-SARDINERO)

Estación	Elevación (m)
2+448	44.510
2+450	45.000
2+456	44.996
2+483.59	45.01
2+500	46.125
2+514	47.71
2+558.593	49.921
2+599	50.000
2+633.59	50.000
2+648	50.000
2+650	50.000
2+656	49.999
2+683	50.000
2+699	49.999
2+700	50.000
2+706	49.999
2+714	50.000
2+720	49.998
2+730	50.000
2+736	49.998
2+740	50.000
2+746	49.998
2+750	50.000
2+756	49.998
2+760	50.000
2+766	49.997
2+770	50.000
2+776	49.998
2+780	50.000
2+786	49.997
2+790	50.000
2+796	49.996
2+800	50.000
2+806	49.995
2+810	50.000
2+816	49.996
2+820	50.000
2+826	49.995
2+830	50.000
2+836	49.999
2+840	50.000
2+846	50.000
2+850	50.000
2+856	50.000
2+860	50.000
2+866	50.000
2+870	50.000
2+876	50.000
2+880	50.000
2+886	50.000
2+890	50.000
2+896	50.000
2+900	50.000
2+906	50.000
2+910	50.000
2+916	50.000
2+920	50.000
2+926	50.000
2+930	50.000
2+936	50.000
2+940	50.000
2+946	50.000
2+950	50.000
2+956	50.000
2+960	50.000
2+966	50.000
2+970	50.000
2+976	50.000
2+980	50.000
2+986	50.000
2+990	50.000
2+996	50.000
3+000	50.000
3+006	50.000
3+010	50.000
3+016	50.000
3+020	50.000
3+026	50.000
3+030	50.000
3+036	50.000
3+040	50.000
3+046	50.000
3+050	50.000
3+056	50.000
3+060	50.000
3+066	50.000
3+070	50.000
3+076	50.000
3+080	50.000
3+086	50.000
3+090	50.000
3+096	50.000
3+100	50.000
3+106	50.000
3+110	50.000
3+116	50.000
3+120	50.000
3+126	50.000
3+130	50.000
3+136	50.000
3+140	50.000
3+146	50.000
3+150	50.000
3+156	50.000
3+160	50.000
3+166	50.000
3+170	50.000
3+176	50.000
3+180	50.000
3+186	50.000
3+190	50.000
3+196	50.000
3+200	50.000
3+206	50.000
3+210	50.000
3+216	50.000
3+220	50.000
3+226	50.000
3+230	50.000
3+236	50.000
3+240	50.000
3+246	50.000
3+250	50.000
3+256	50.000
3+260	50.000
3+264	50.000



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO

TITULO

TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL
CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO

TERMINO MUNICIPAL
SANTANDER

PROVINCIA
CANTABRIA

TITULO DEL PLANO

PLANTA Y PERFIL

AUTOR

CARLOS
HIGUERA LORENZO

Carlos Higuera

ESCALA
1:1000

FECHA
SEPT.
2025

PLANO 3

HOJA 4 DE 14

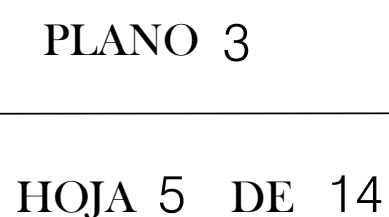
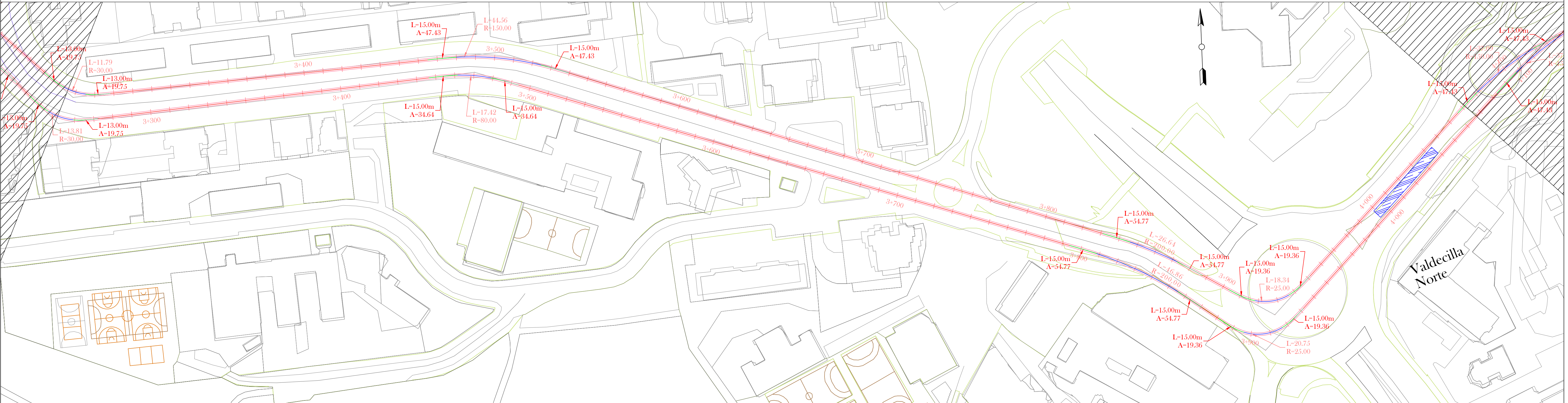
PERFIL: EJE 1- VIA DERECHA (PCTCAN-SARDINERO)

PK	VERTICE	COTA VERTICE	K	L
3+351.30	VERTICE	49.56	-	-
3+478.310	VERTICE	49.963	5386.881	229.09
3+674.503	VERTICE	41.630	4045.826	150.00
3+859.192	VERTICE	26.955	1926.415	150.00
4+008.598	VERTICE	26.701	1651348.353	141.37

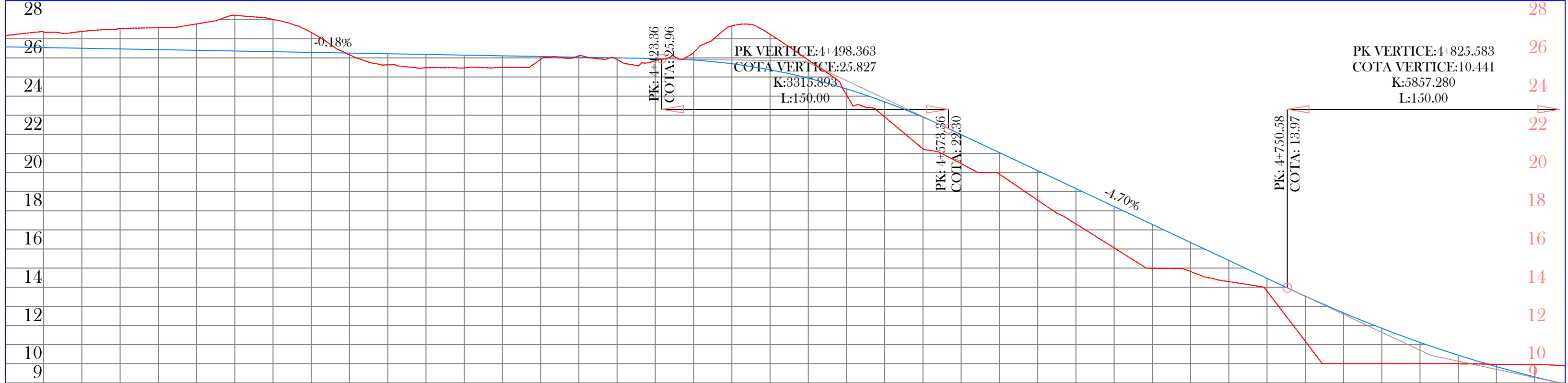
Additional data points from the profile:

- PK 3+351.30 COTA: 49.56
- PK 3+478.310 COTA: 49.963
- PK 3+674.503 COTA: 41.630
- PK 3+740.50 COTA: 35.08
- PK 3+784.10 COTA: 32.92
- PK 3+934.10 COTA: 26.82
- PK 4+070.28 COTA: 26.58

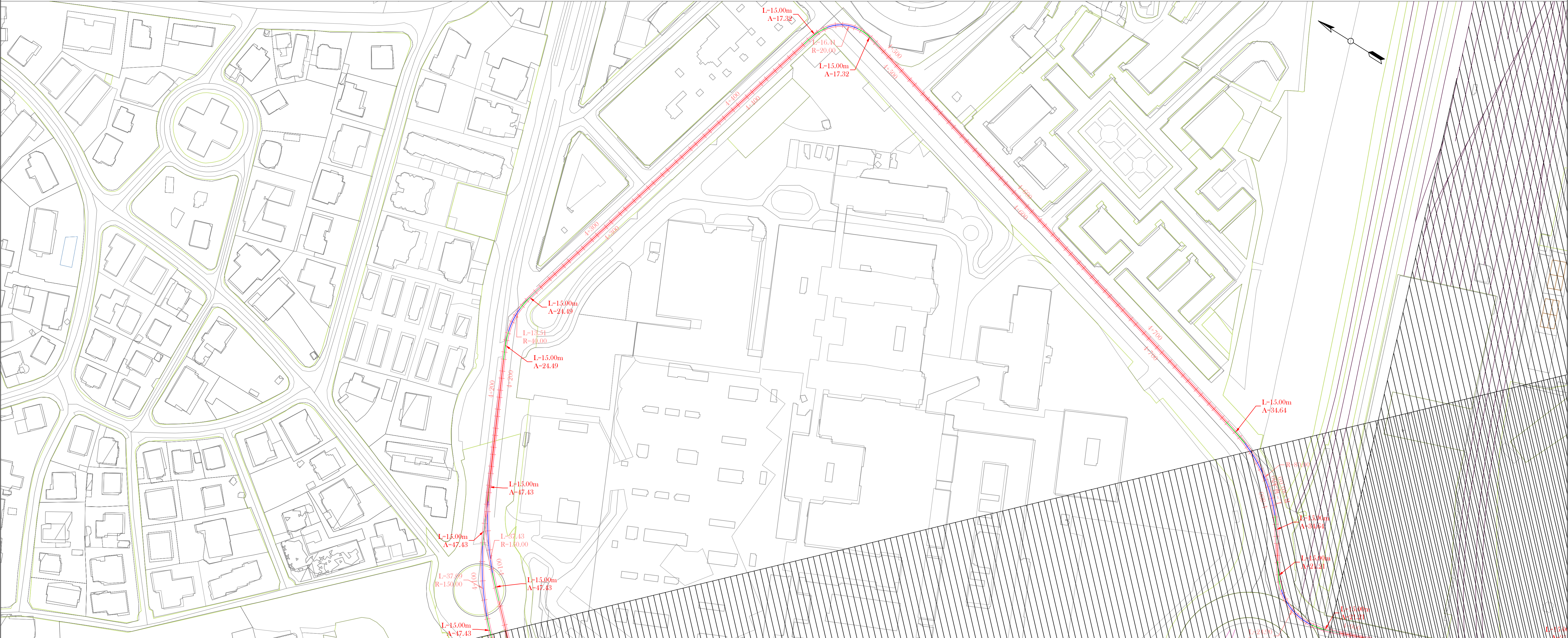
Grades: -7.96%, -0.17%



PERFIL: EJE 1- VIA DERECHA (PCTCAN-SARDINERO)



Datos de Perfil	27.168	27.26	27.364	27.384	27.54	27.536	27.58	27.580	27.78	27.778	28.23	28.227	28.00	28.000	28.000	27.33	27.330	26.16	26.156	25.63	25.634	25.49	25.489	25.47	25.472	25.50	25.502	25.93	25.925	26.11	26.110	25.91	25.913	25.865	26.29	26.288	27.67	27.673	27.24	27.237	25.90	25.896	24.06	24.060	22.91	22.913	21.24	21.240	20.47	20.466	19.92	19.921	18.56	18.556	17.31	17.312	16.06	16.061	14.99	14.993	13.993	14.82	14.821	14.30	14.295	13.80	13.795	11.18	11.176	10.00	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	9.998	9.997	9.969	9.96	9.637	9.88																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	4+080+100										4+200										4+300																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO

TITULO

TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL
CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO

TERMINO MUNICIPAL
SANTANDER

PROVINCIA
CANTABRIA

TITULO DEL PLANO

PLANTA Y PERFIL

AUTOR
CARLOS
HIGUERA LORENZO

Carlos Higueras

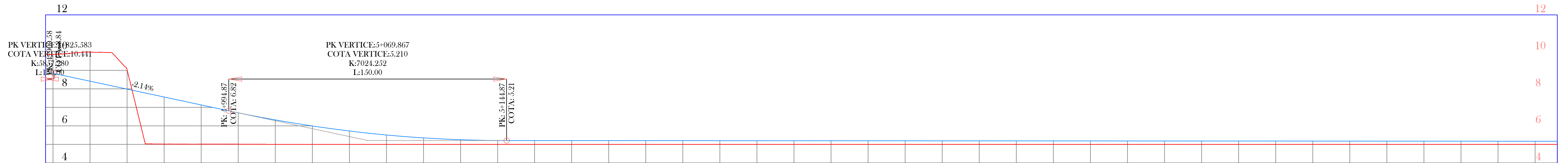
ESCALA
1:1000

FECHA
SEPT.
2025

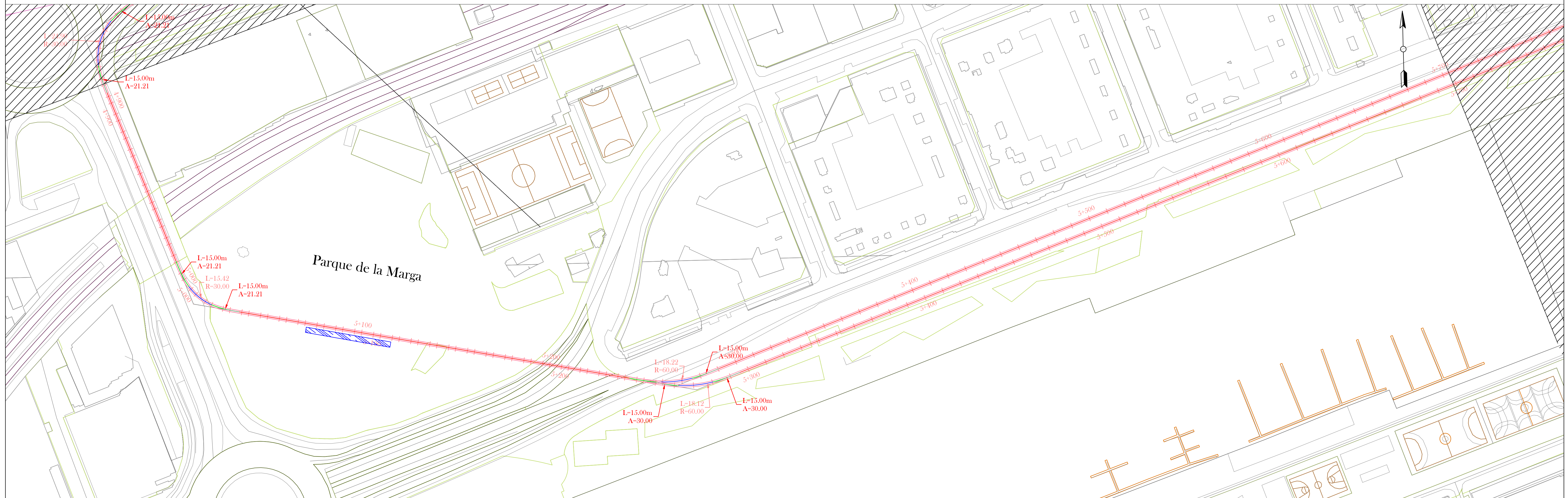
PLANO 3

HOJA 6 DE 14

PERFIL: EJE 1- VIA DERECHA (PCTCAN-SARDINERO)



Datos de Perfil																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																</
-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO

TITULO

TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL
CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO

TERMINO MUNICIPAL
SANTANDER

PROVINCIA
CANTABRIA

TITULO DEL PLANO
PLANTA Y PERFIL

AUTOR

CARLOS
HIGUERA LORENZO

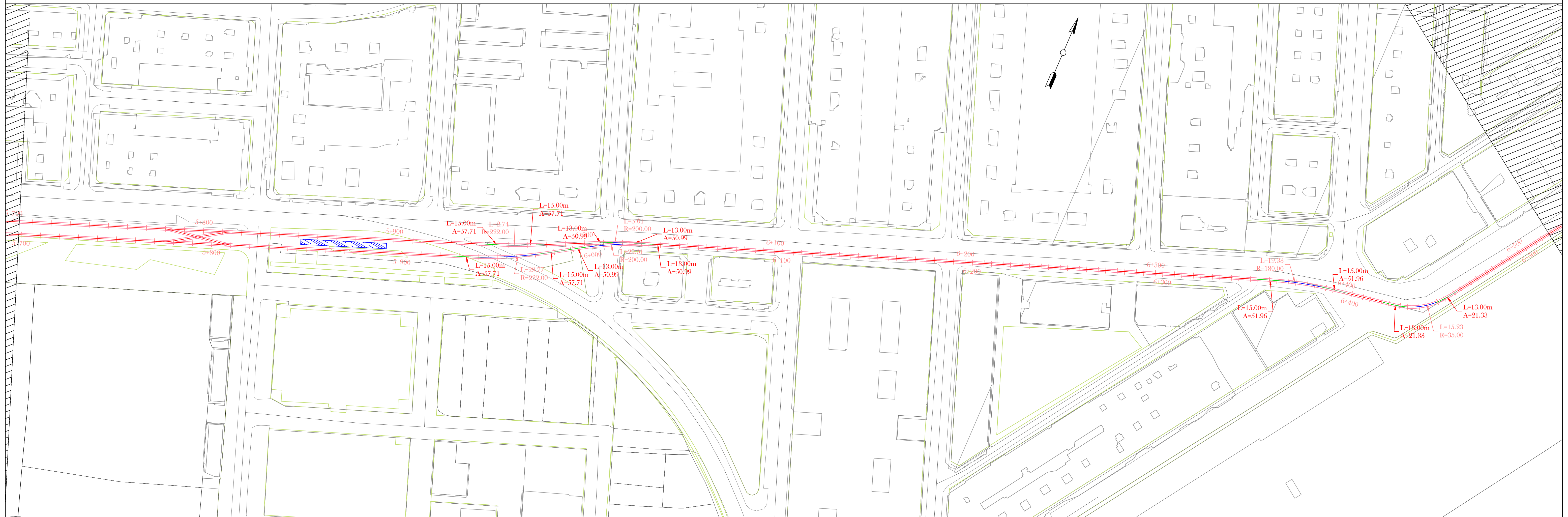
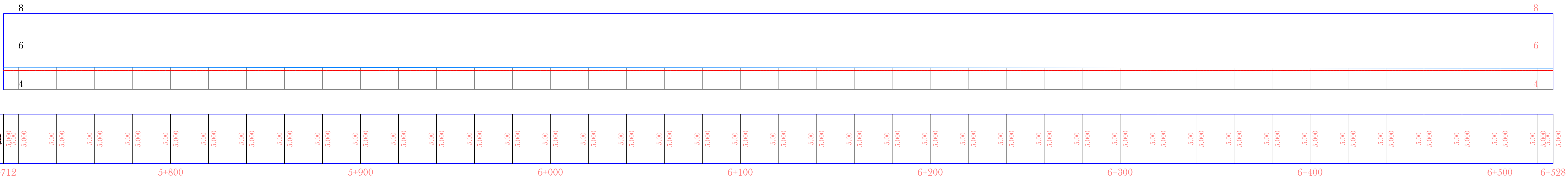
Carlos Higueras

ESCALA
1:1000

FECHA
SEPT.
2025

PLANO 3
HOJA 7 DE 14

PERFIL: EJE 1- VIA DERECHA (PCTCAN-SARDINERO)



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO

TITULO

TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL
CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO

TERMINO MUNICIPAL
SANTANDER

PROVINCIA
CANTABRIA

TITULO DEL PLANO

PLANTA Y PERFIL

AUTOR

CARLOS
HIGUERA LORENZO

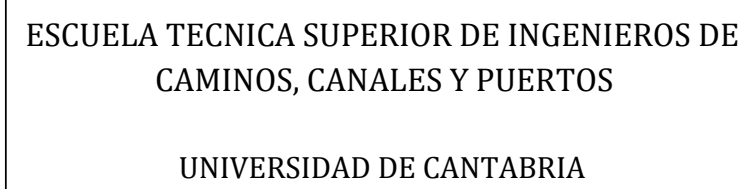
Carlos Higueron

ESCALA
1:1000

FECHA
SEPT.
2025

PLANO 3
HOJA 8 DE 14

Country	Population (in millions)
United States	8
United Kingdom	6



TITULO

TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL
CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO

TITULO DEL PLANO

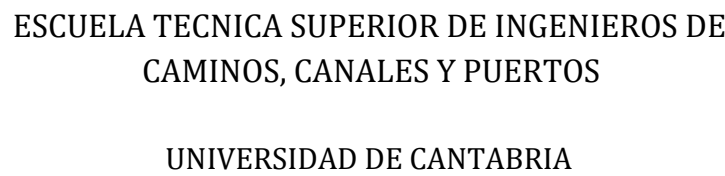
PLANTA Y PERFIL

Carlos Higueras

FECHA
SEPT.
2025

PLANO 3

HOJA 9 DE 14

[illegible]

PROYECTO

TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO

TITULO DEL PLANO

PLANTA Y PERFIL

AUTOR
CARLOS
HIGUERA LORENZO

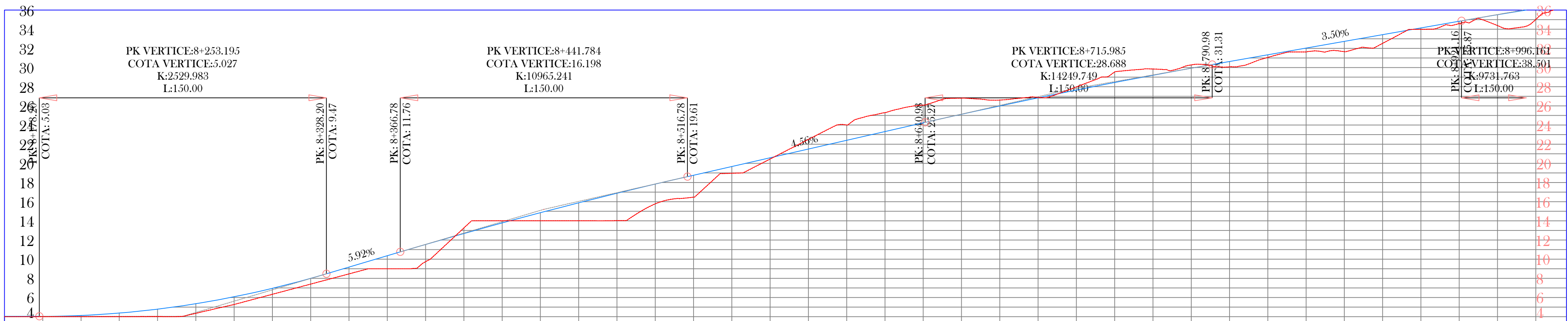
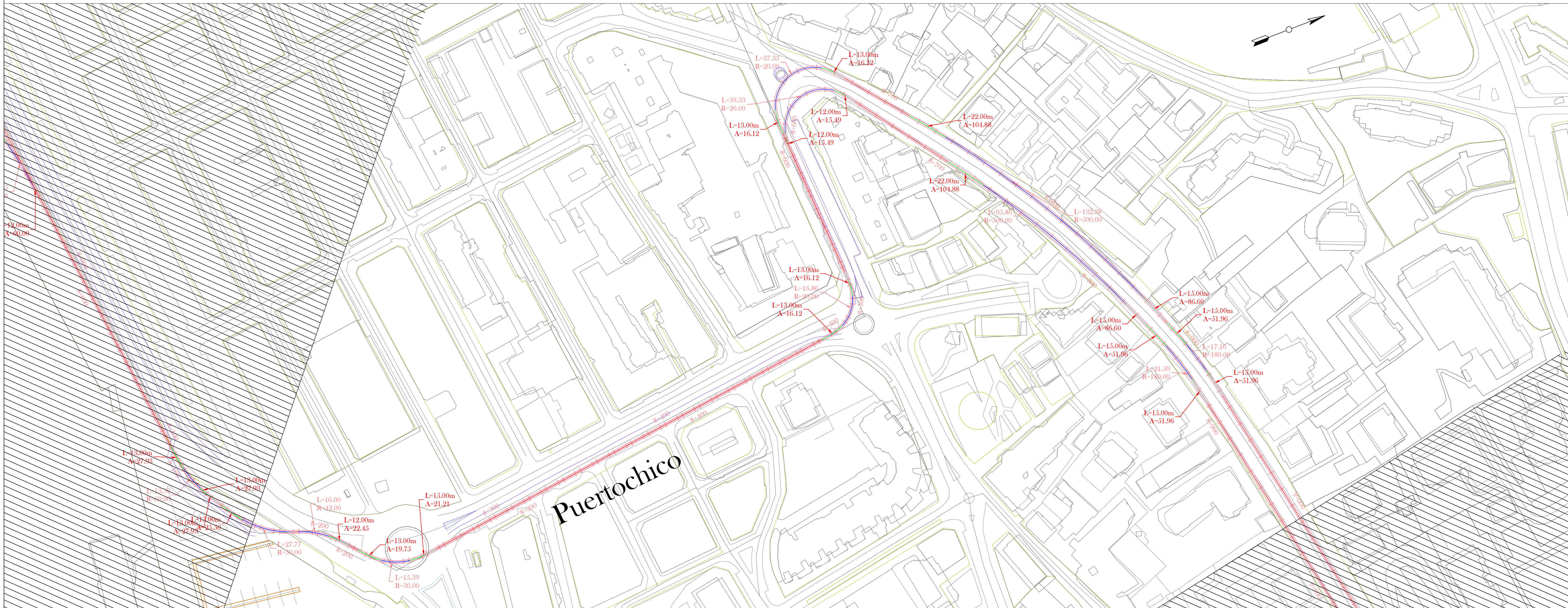
Carlos Higueras

ESCALA
1:1000

FECHA
SEPT.
2025

IOJA 10 DE 14

PERFIL: EJE 1- VIA DERECHA (PCTCAN-SARDINERO)

[illegible]

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPC

PROYECTO

TITULO

TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO

TERMINO MUNICIPAL
SANTANDERPROVINCIA
CANTABRIA

TITULO DEL PLANO

PLANTA Y PERFIL

AUTOR

CARLOS
HIGUERA LORENZO

ESCALA

1:1000

FECHA

SEPT.
2025

PLANO 3

HOJA 11 DE 14

PERFIL: EJE 1- VIA DERECHA (PCTCAN-SARDINERO)

PK VERTICE: 8+996.161
COTA VERTICE: 38.501
L: 150.00

PK VERTICE: 9+263.702
COTA VERTICE: 43.748
L: 150.00

PK VERTICE: 9+526.925
COTA VERTICE: 58.944
L: 88.54

PK VERTICE: 9+681.077
COTA VERTICE: 54.063
L: 68.13

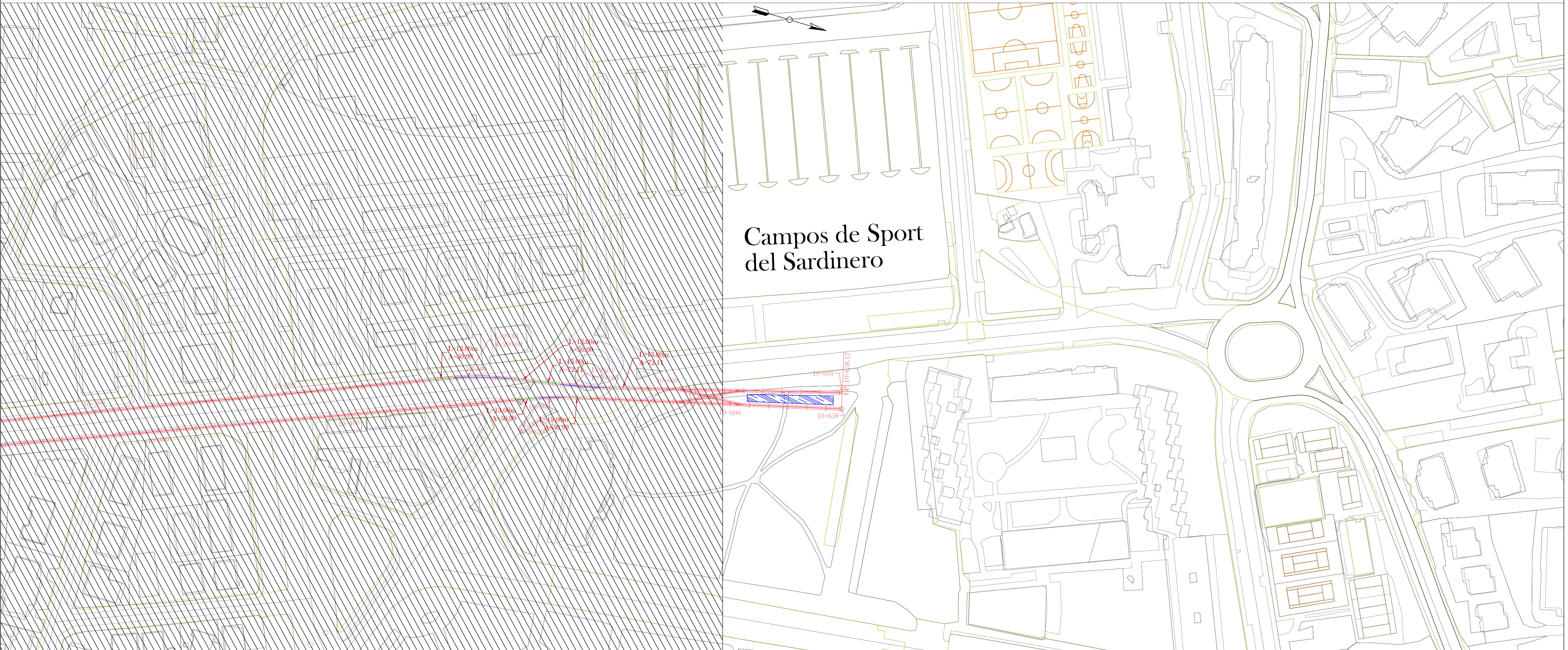
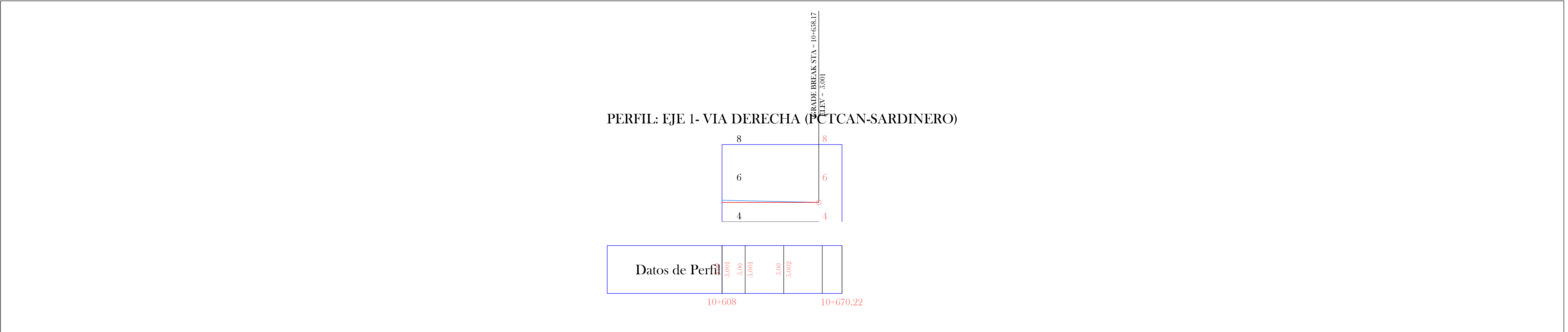
Slopes: 1.96%, 5.71%, -3.17%

Datos de Perfil		37,400	37,682	37,43	37,429	37,45	37,453	36,95	36,948	39,90	39,901	41,10	41,096	41,46	41,464	41,50	41,498	41,19	41,195	41,43	41,428	41,63	41,630	43,73	43,727	45,27	45,265	46,26	46,260	46,60	46,598	47,56	47,559	48,01	48,009	49,09	49,090	50,06	50,062	51,85	51,849	52,12	52,123	52,62	52,624	53,18	53,178	53,79	53,795	54,79	54,786	55,32	55,319	56,21	56,205	57,12	57,121	57,63	57,626	57,56	57,562	56,63	56,631	56,13	56,133	55,89	55,895	55,42	55,418	54,33	54,329	52,21	52,209	50,02	50,022	51,02	51,023	50,35	50,352	50,01	50,007	49,32	49,325	48,69	48,694
		8+976	9+000	9+100								9+200								9+300								9+400								9+500								9+600								9+700								9+792																									



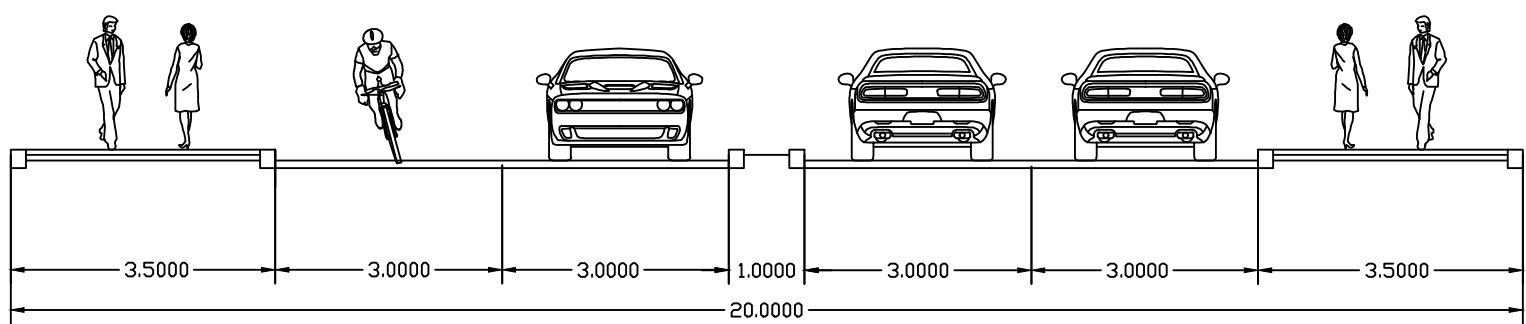
	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CAÑALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO PROYECTO	TITULO TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO	TERMINO MUNICIPAL SANTANDER	TITULO DEL PLANO PLANTA Y PERFIL	AUTOR CARLOS HIGUERA LORENZO 	ESCALA 1:1000	FECHA SEPT. 2025	PLANO 3
				PROVINCIA CANTABRIA					HOJA 12 DE 14

[illegible]

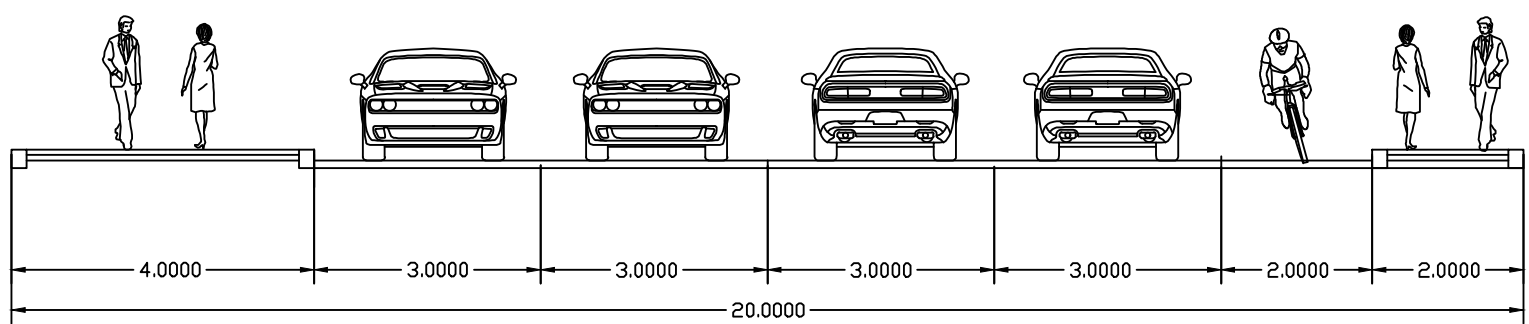


	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO PROYECTO	TITULO TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO	TERMINO MUNICIPAL SANTANDER	TITULO DEL PLANO PLANTA Y PERFIL	AUTOR CARLOS HIGUERA LORENZO 	ESCALA 1:1000	FECHA SEPT. 2025	PLANO 3
				PROVINCIA CANTABRIA					HOJA 14 DE 14

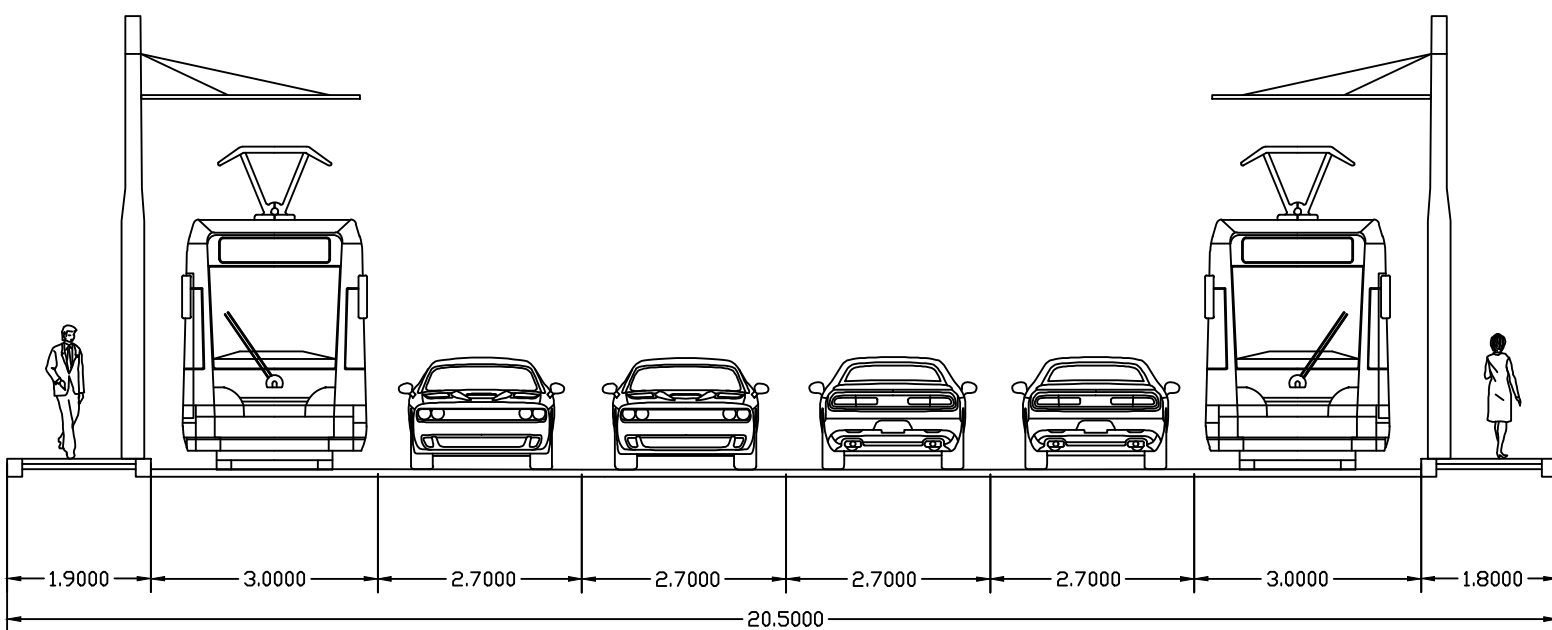
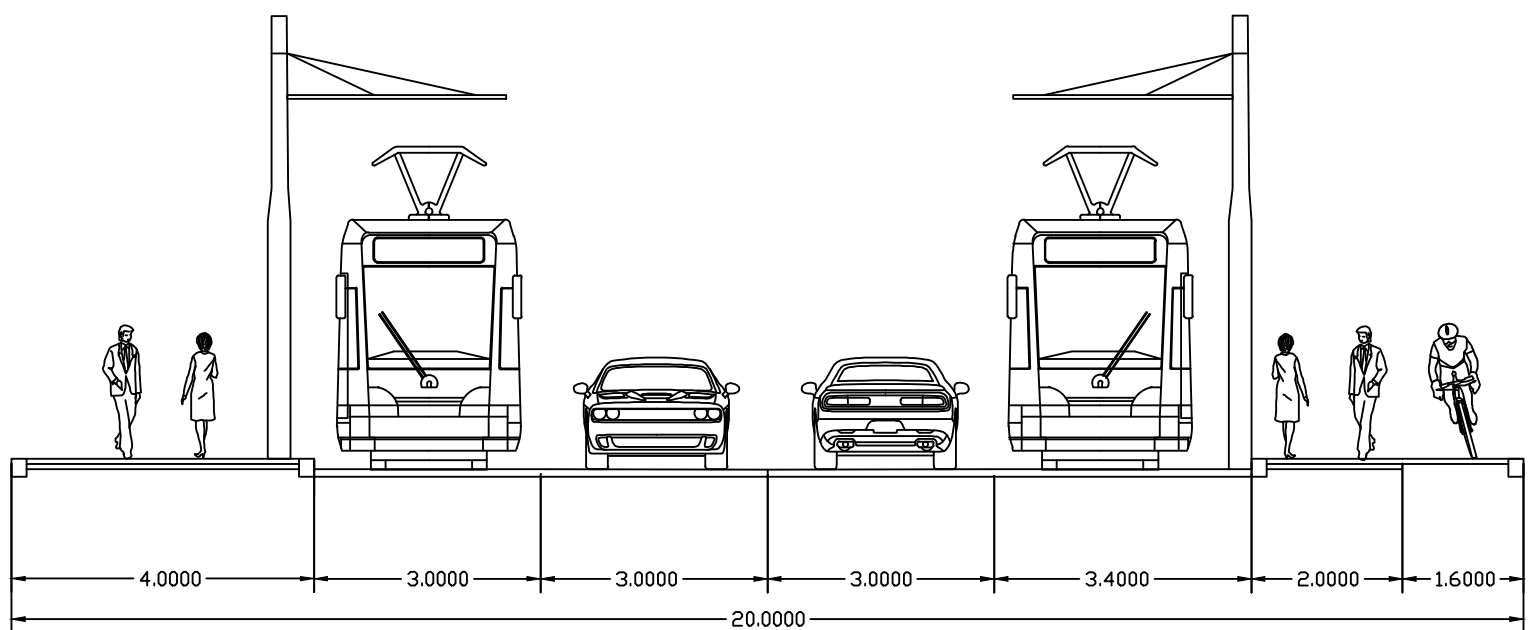
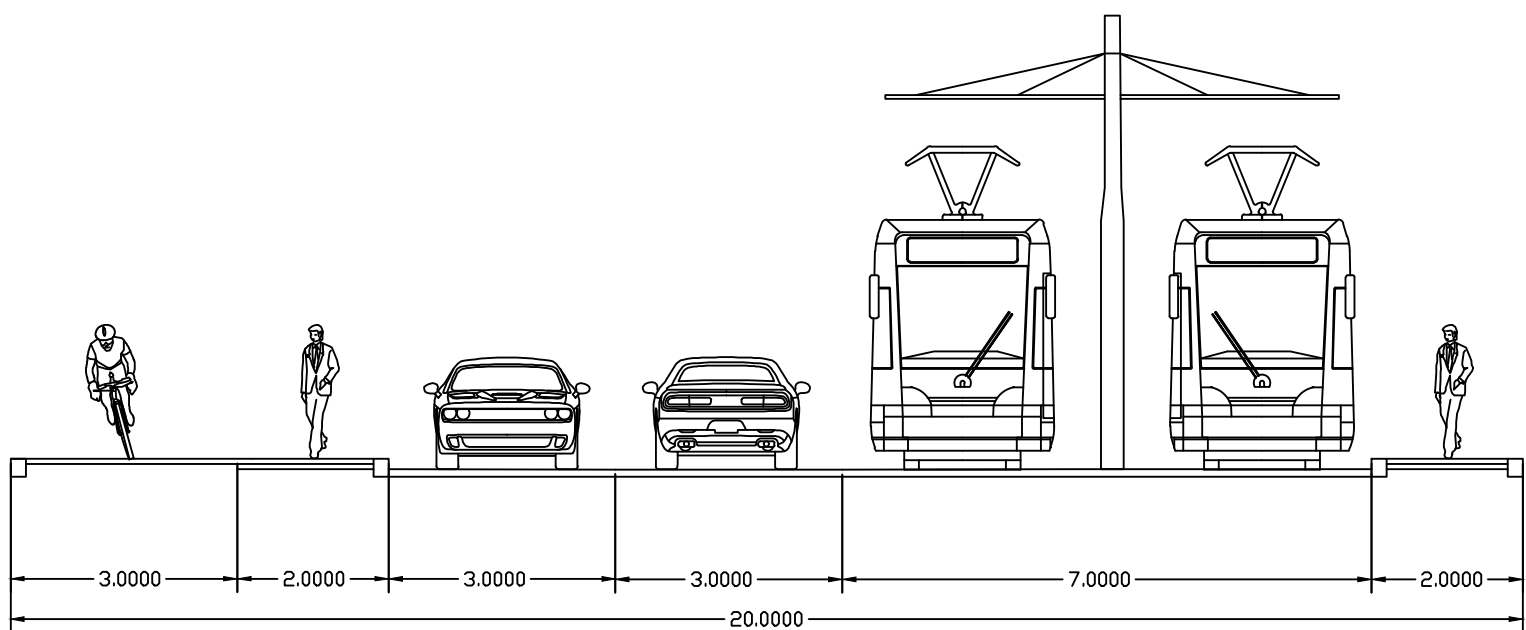
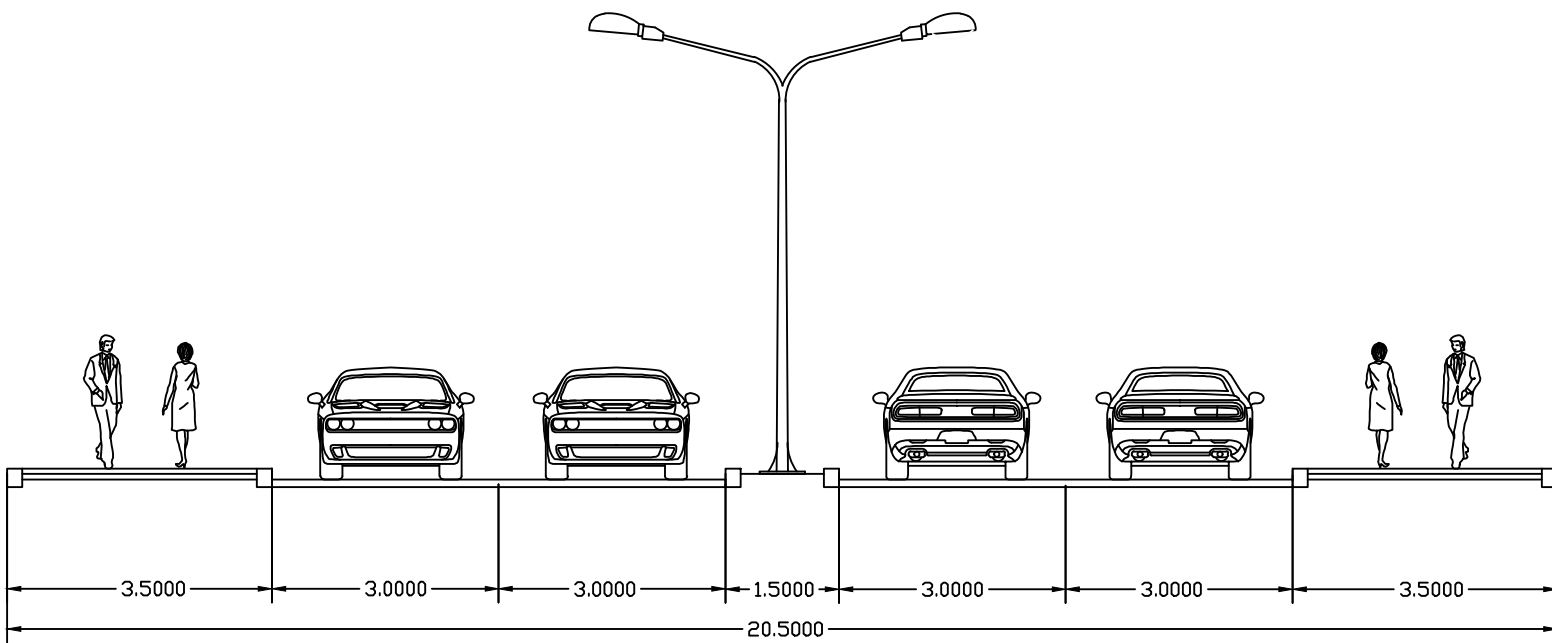
PCTCAN



EL ALISAL 1



EL ALISAL 2



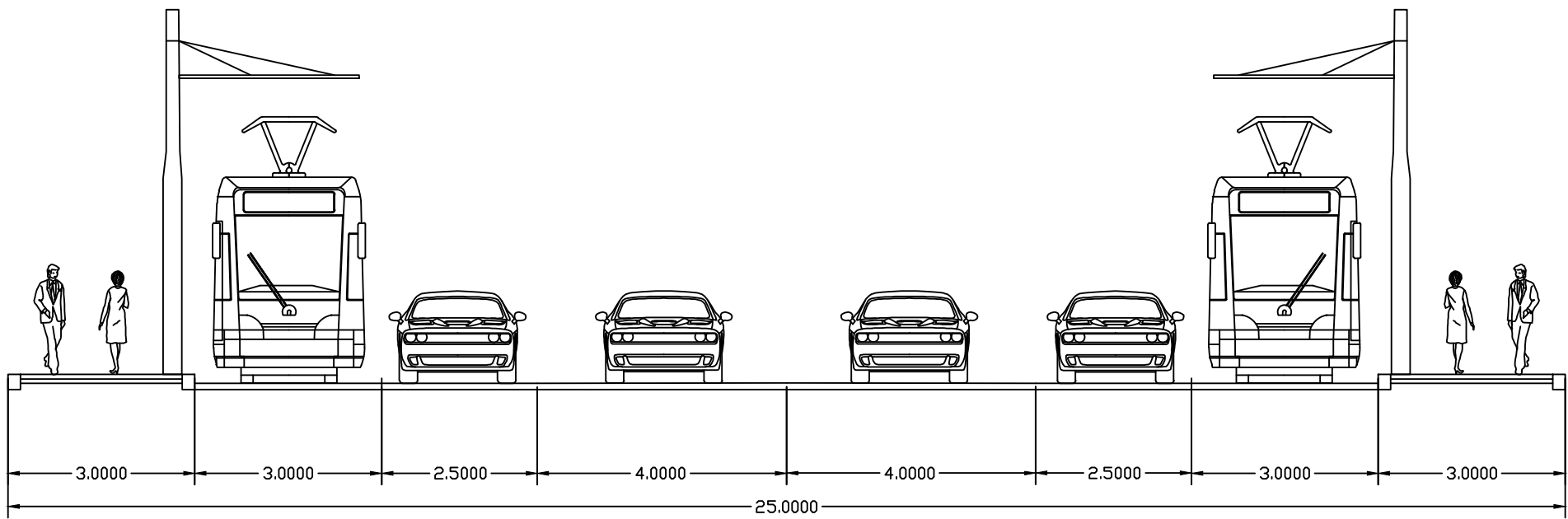
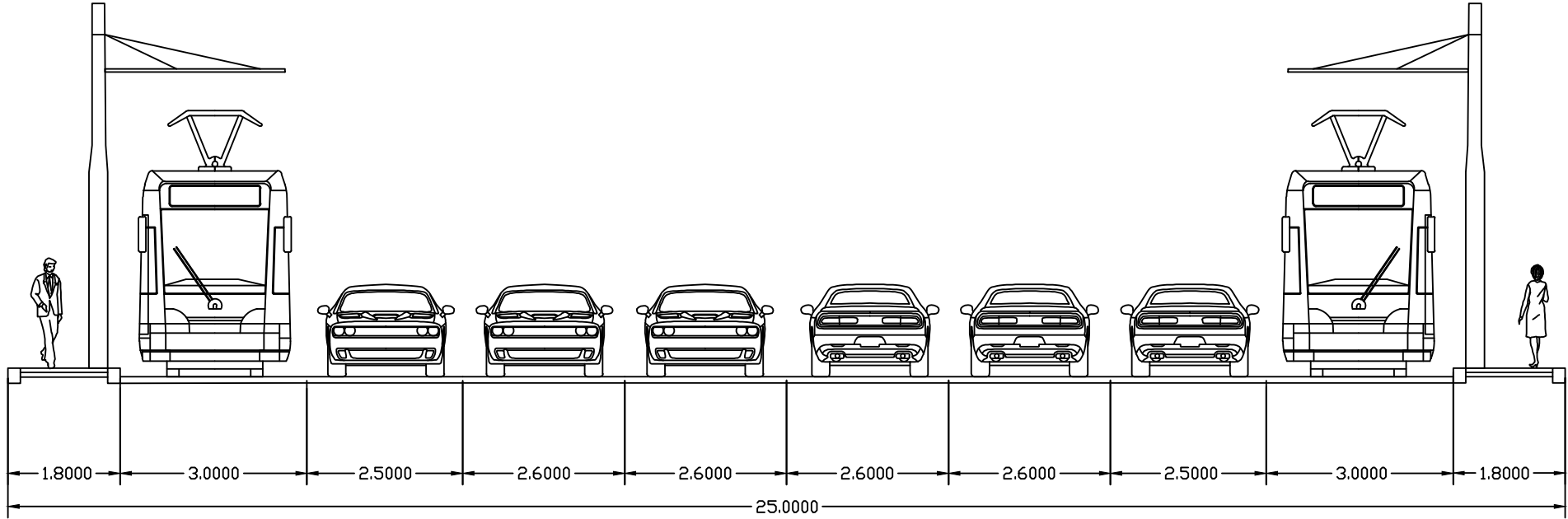
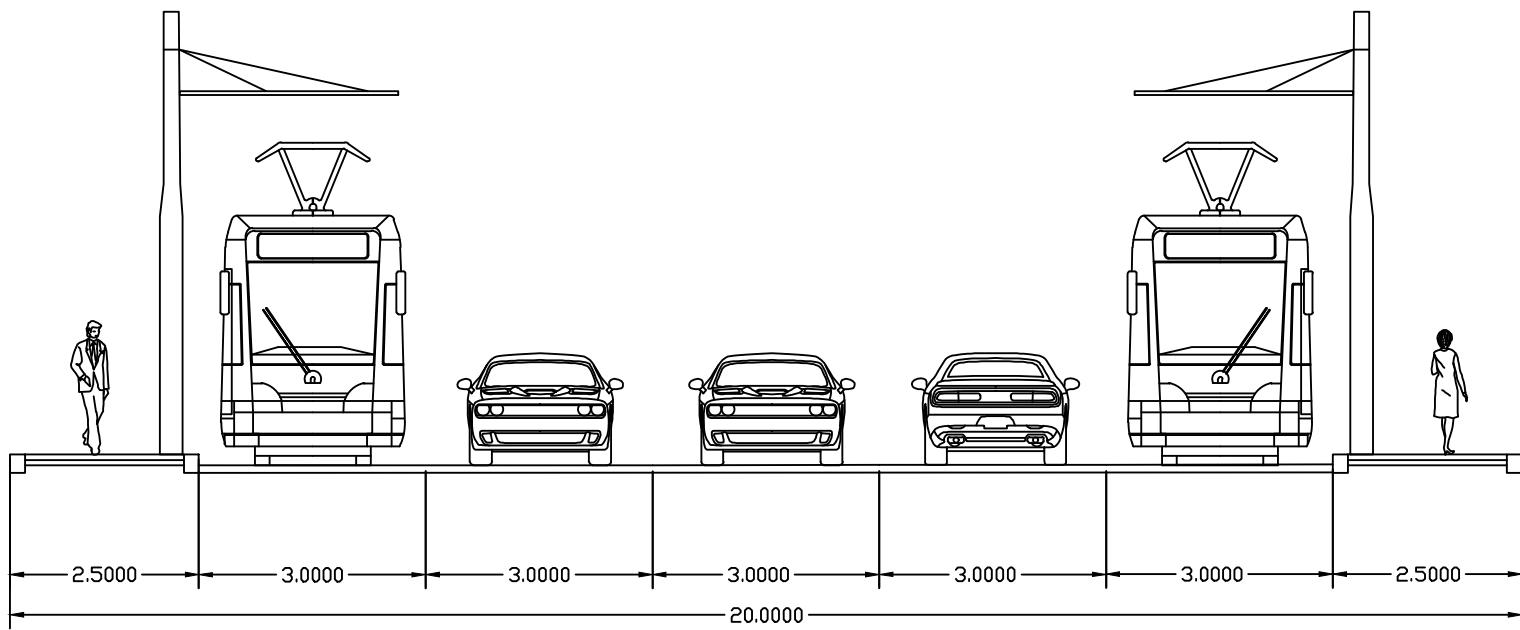
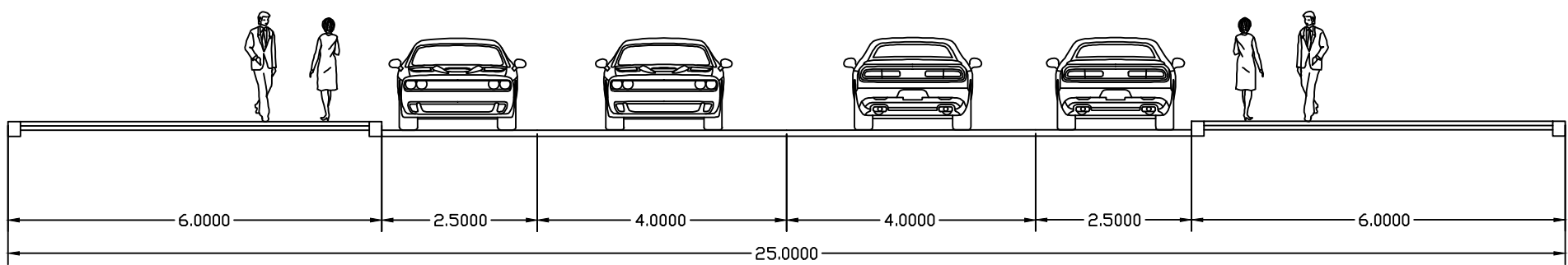
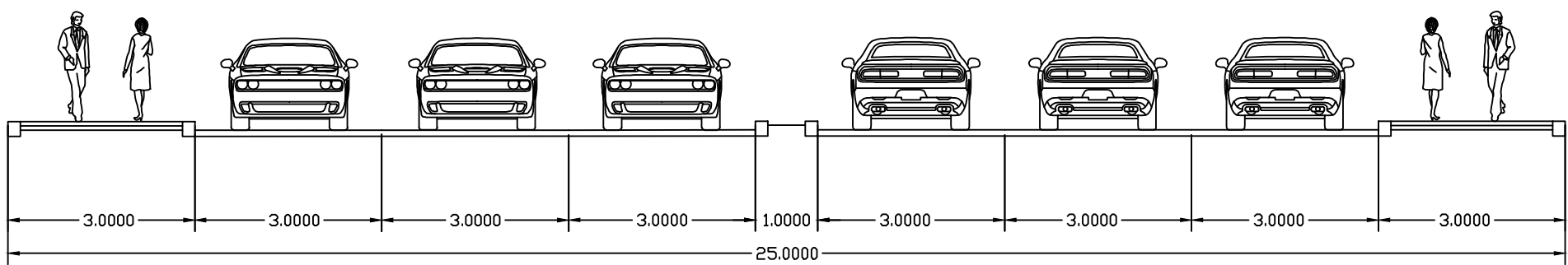
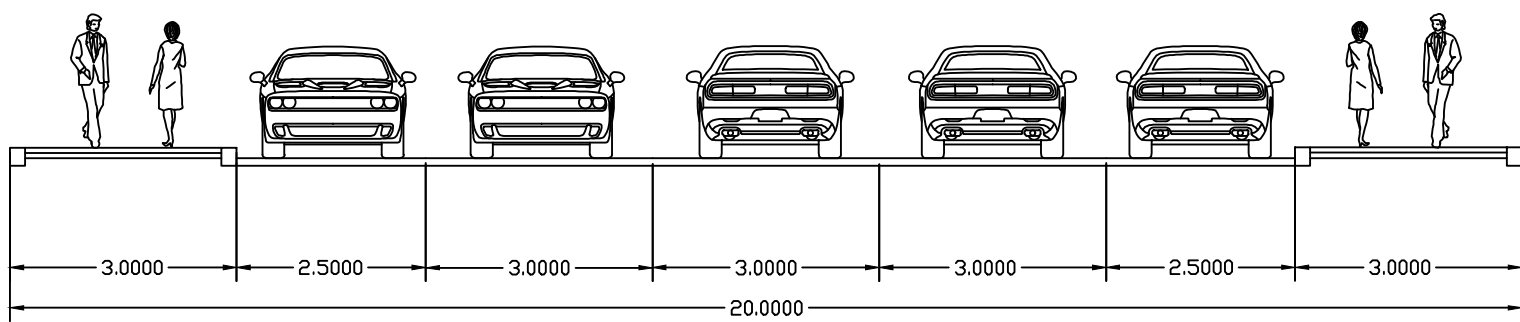
Unidades en metros

	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO PROYECTO	TITULO TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO	TERMINO MUNICIPAL SANTANDER	TITULO DEL PLANO SECCIONES TIPO	AUTOR CARLOS HIGUERA LORENZO 	ESCALA 1:100	FECHA SEPT. 2025	PLANO 4
				PROVINCIA CANTABRIA					HOJA 1 DE 9

EL ALISAL 3

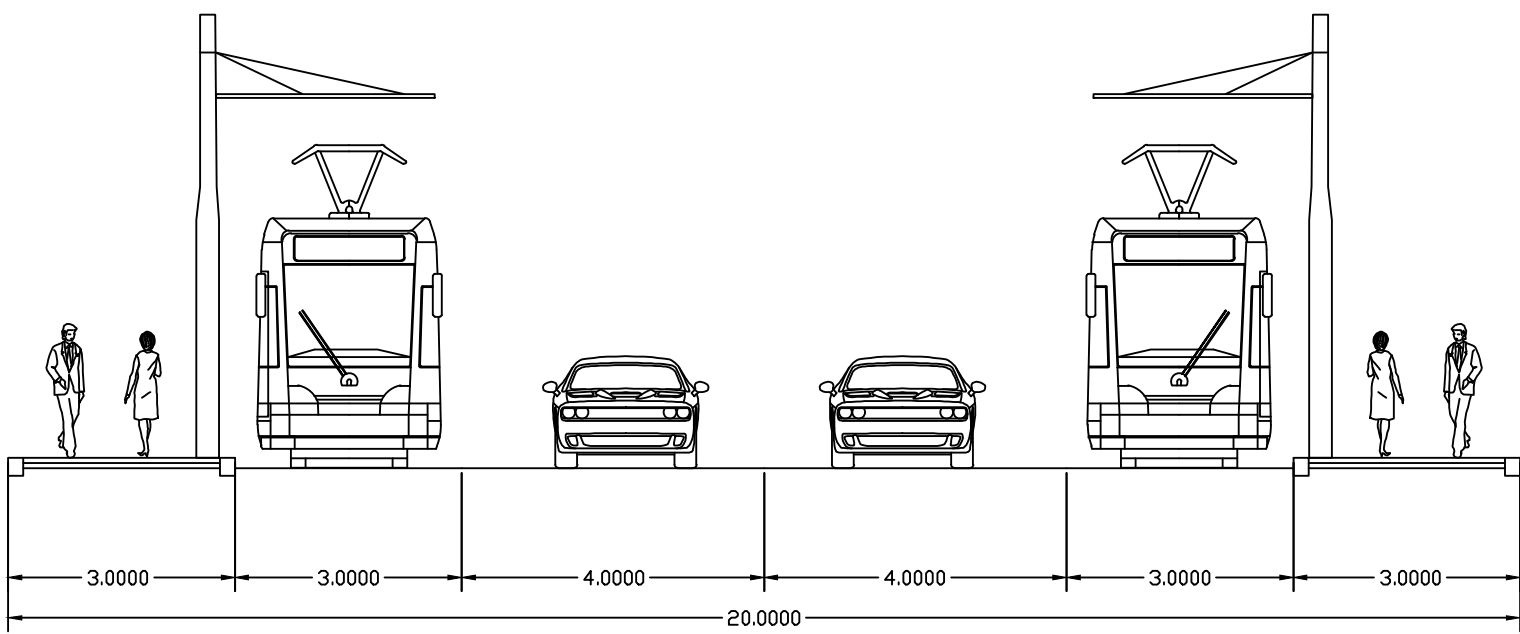
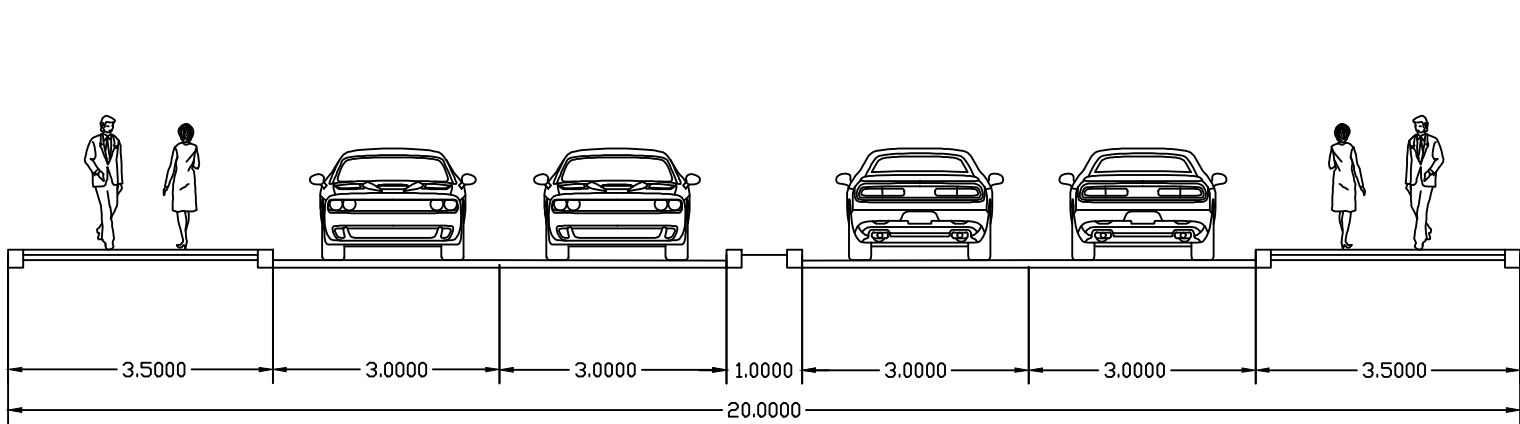
EL ALISAL 4

CAZOÑA 1

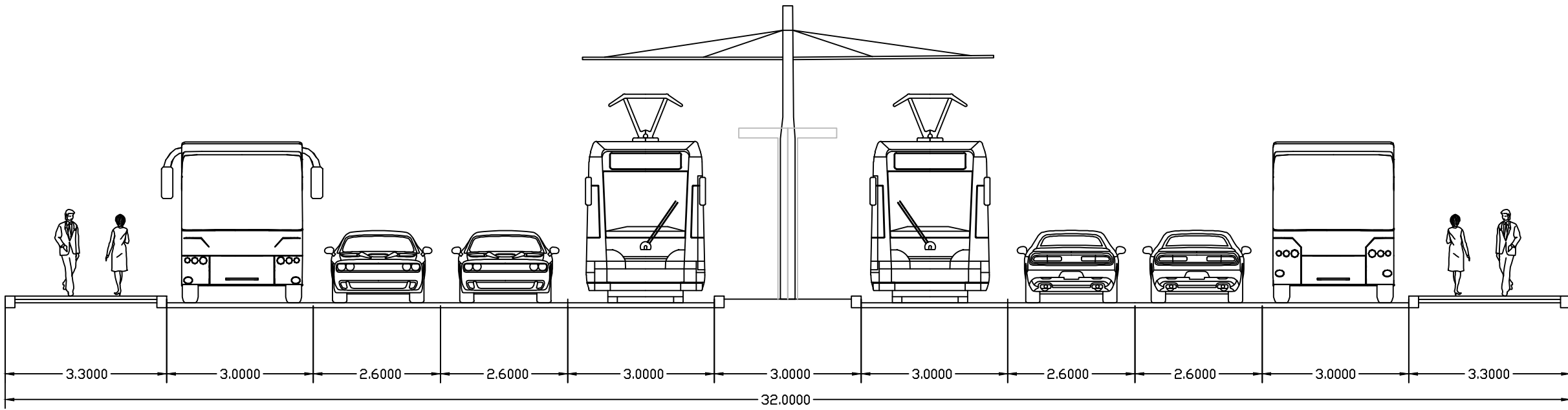
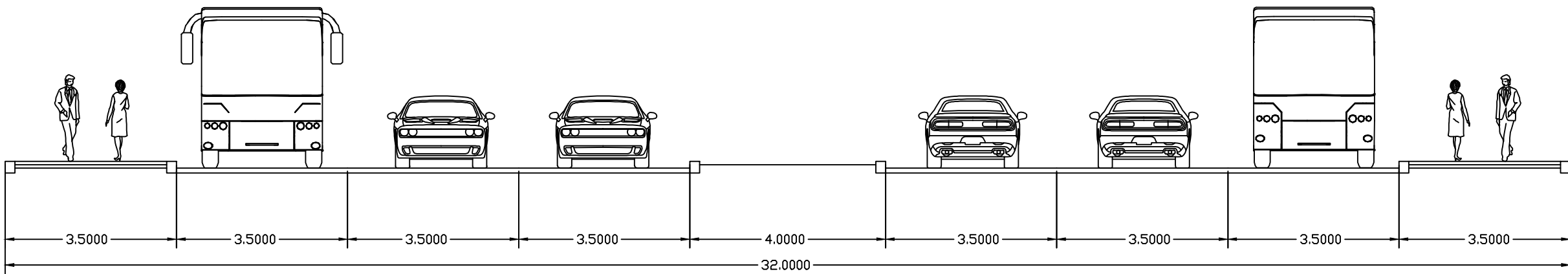


Unidades en metros

CAZOÑA 2



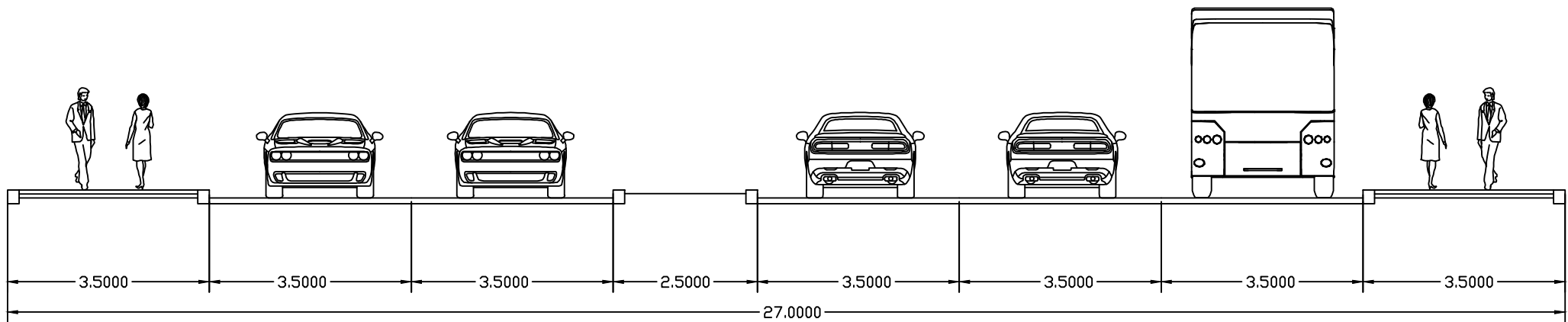
VALDECILLA 1



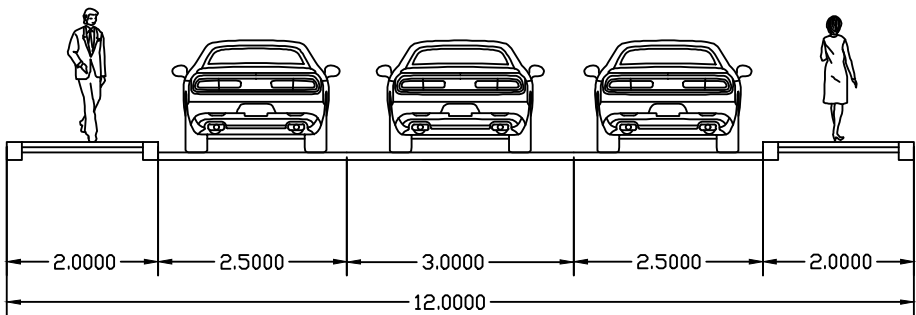
Unidades en metros

	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO PROYECTO	TITULO TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO	TERMINO MUNICIPAL SANTANDER	TITULO DEL PLANO SECCIONES TIPO	AUTOR CARLOS HIGUERA LORENZO 	ESCALA 1:100	FECHA SEPT. 2025	PLANO 4
				PROVINCIA CANTABRIA					HOJA 3 DE 9

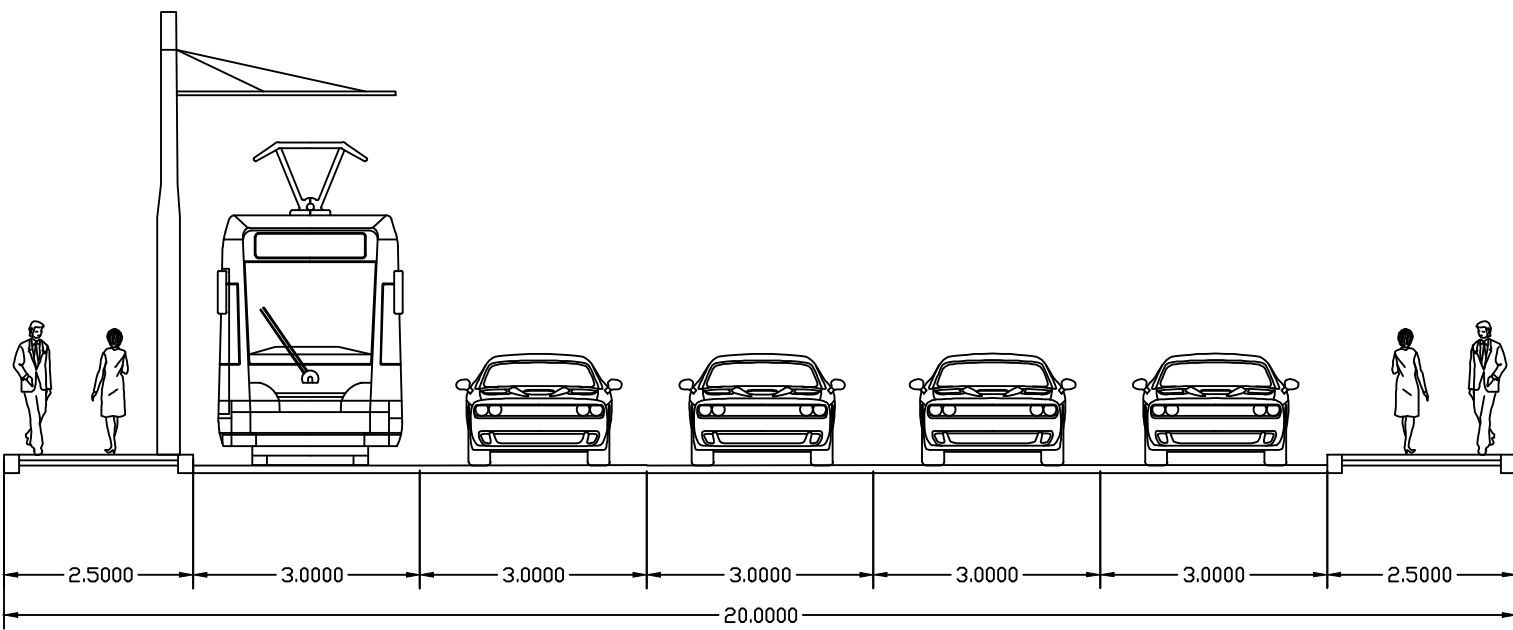
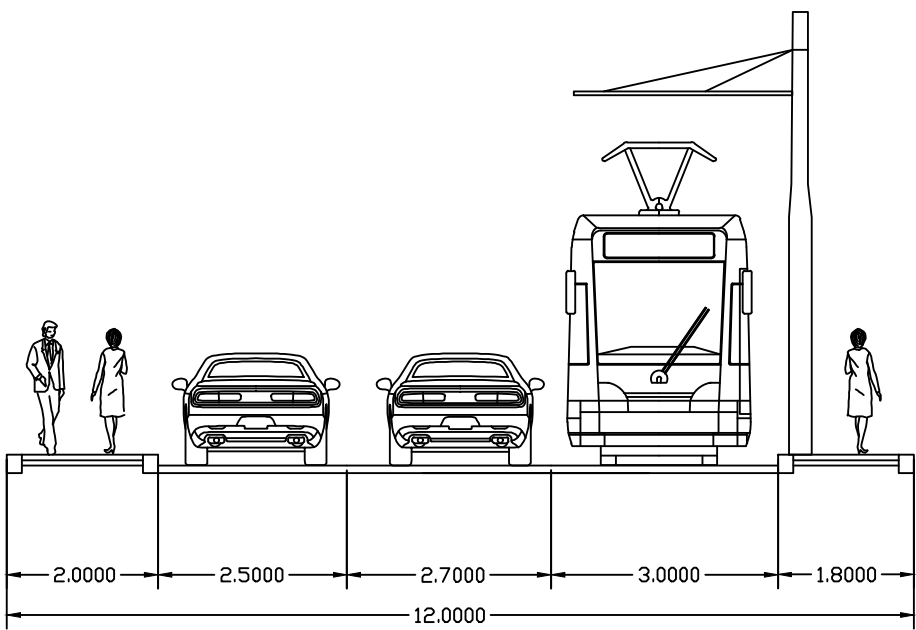
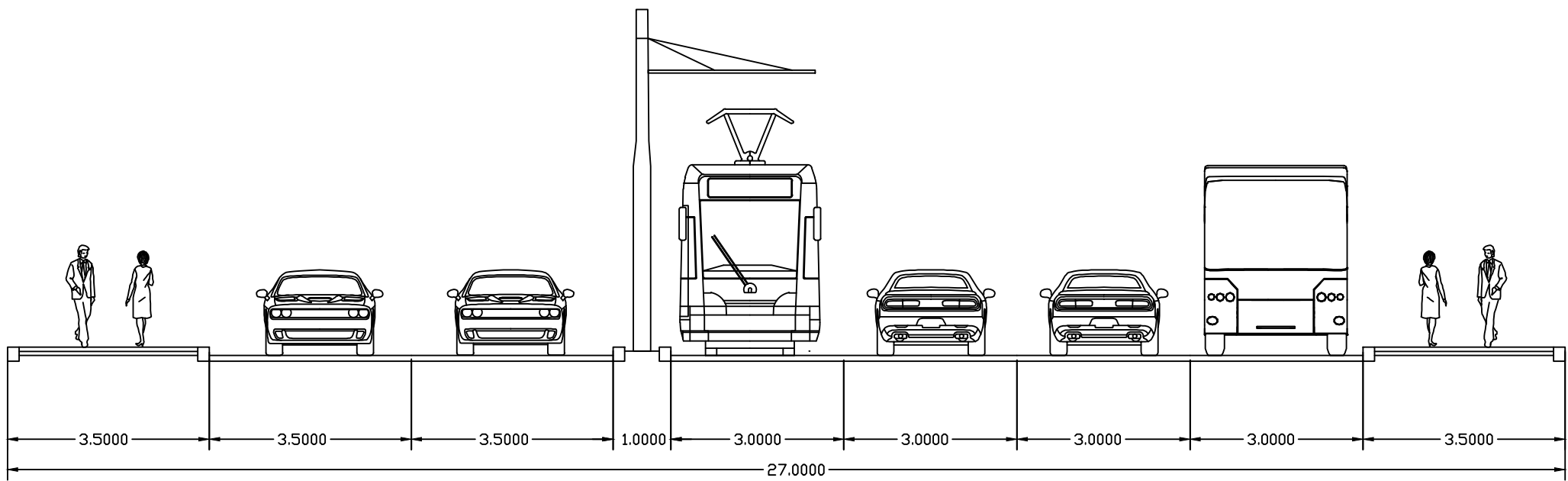
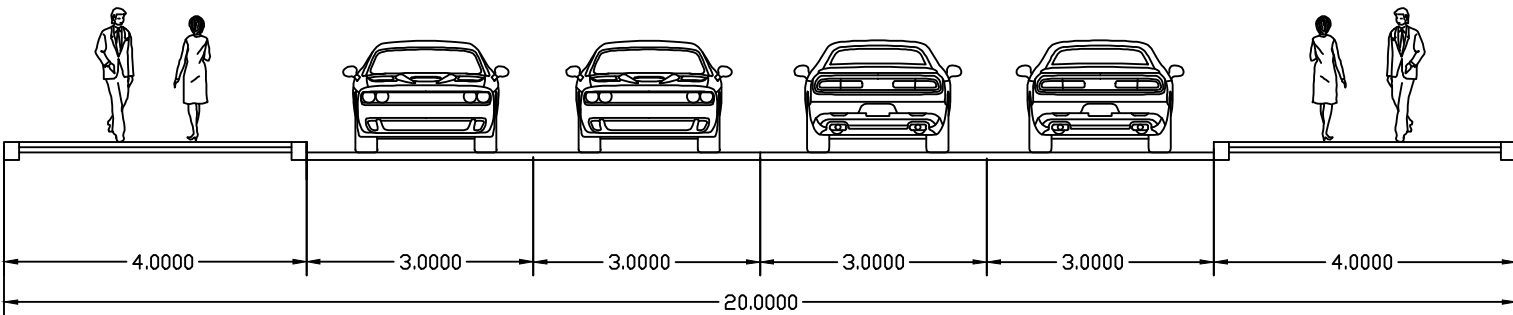
VALDECILLA 2



VALDECILLA 3



VALDECILLA 4

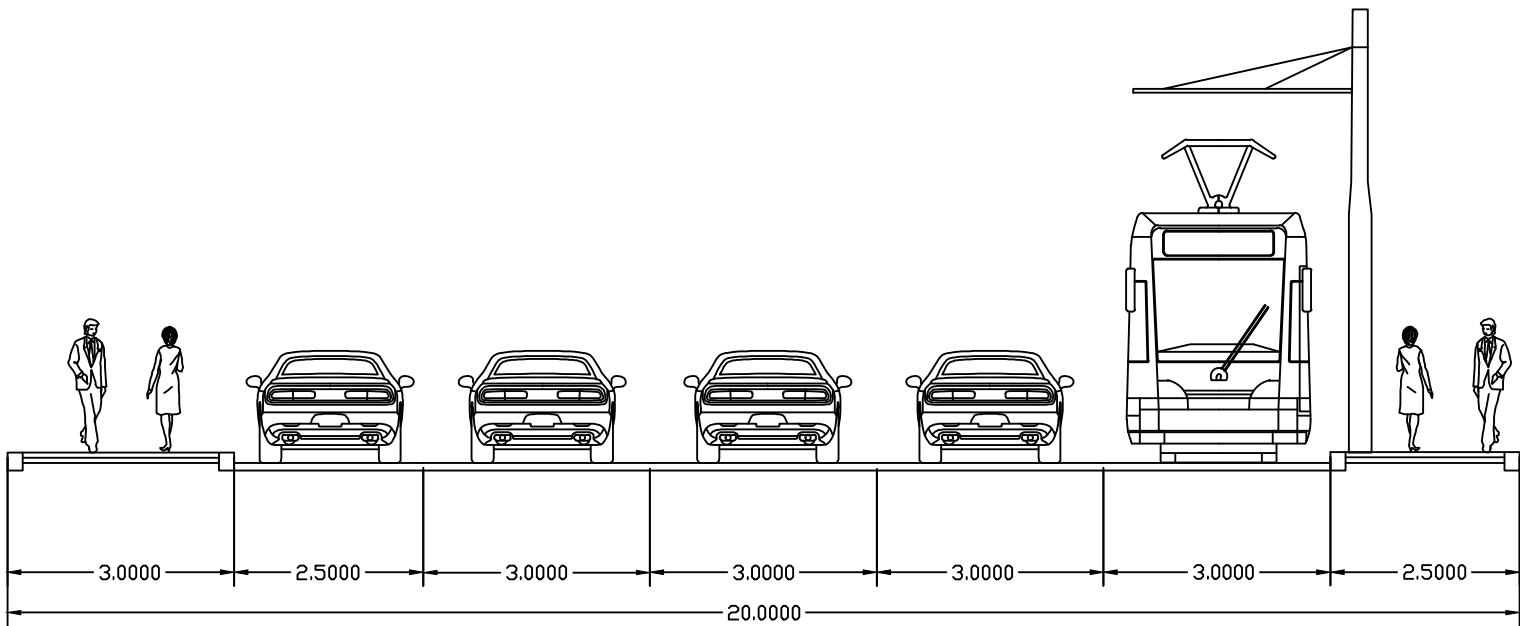
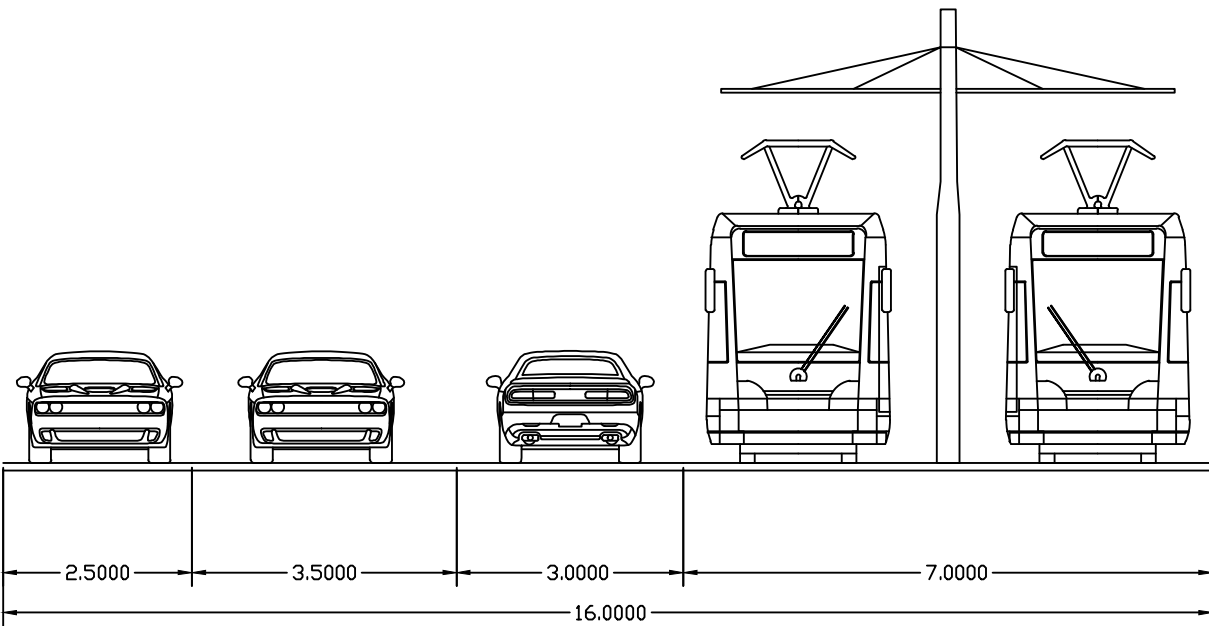
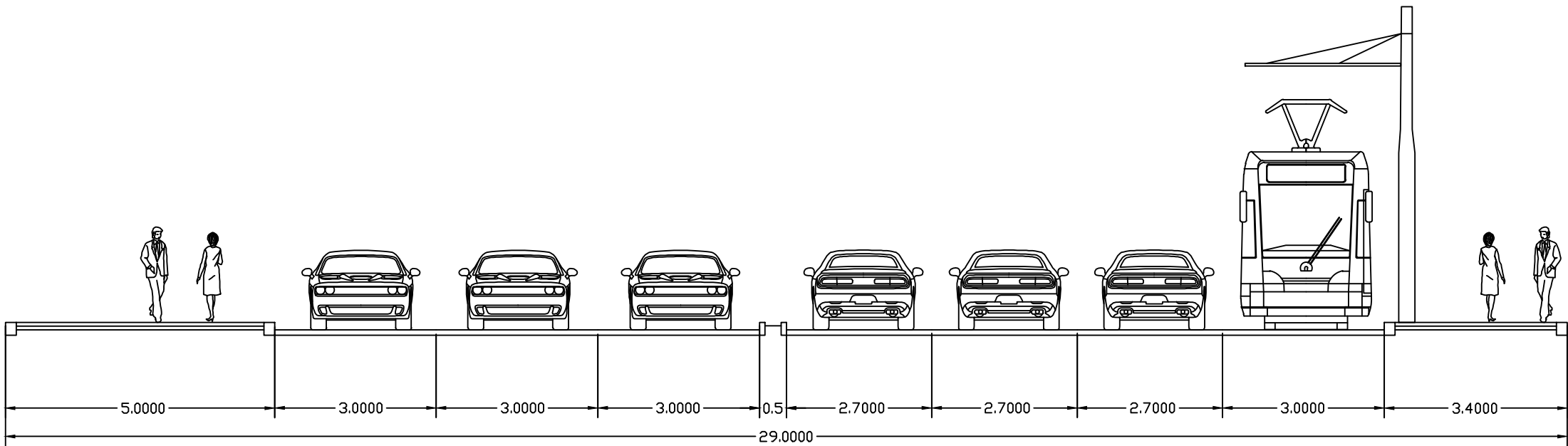
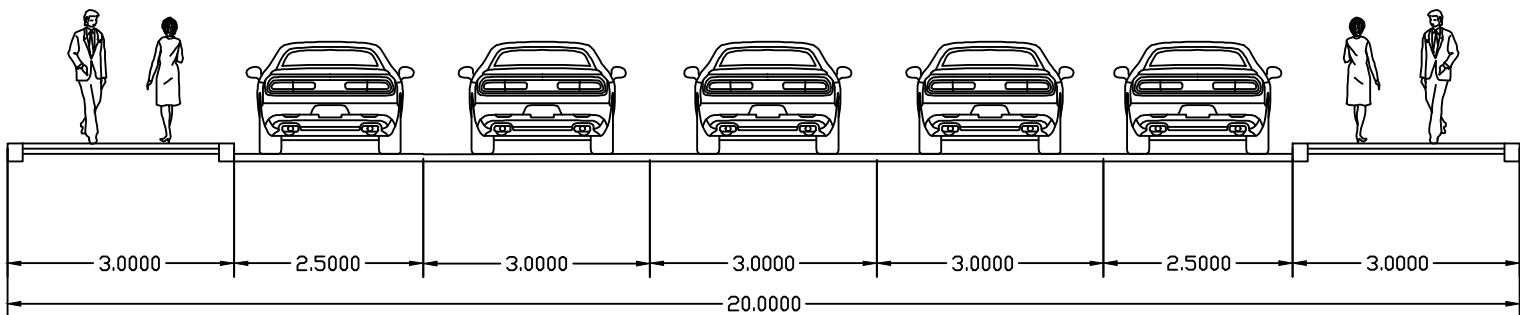
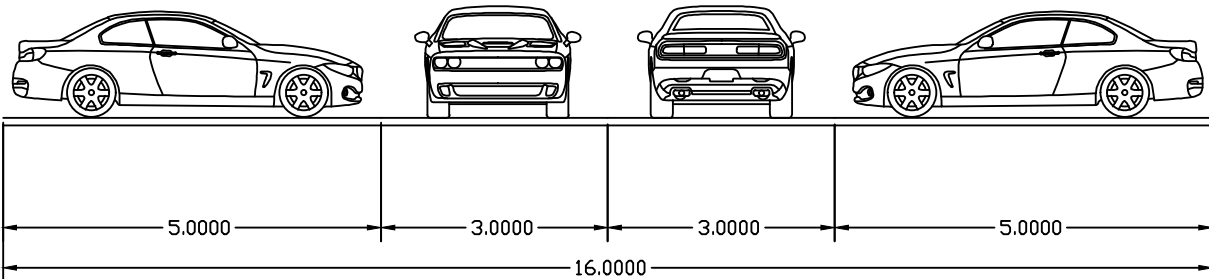
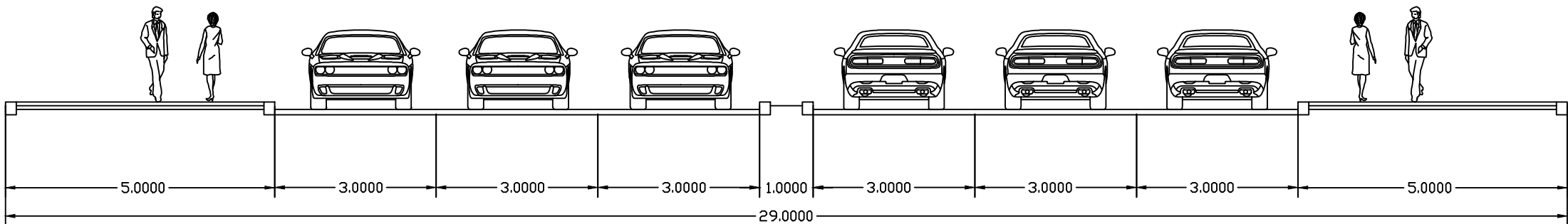


Unidades en metros

VALDECILLA 5

HERMIDA 1

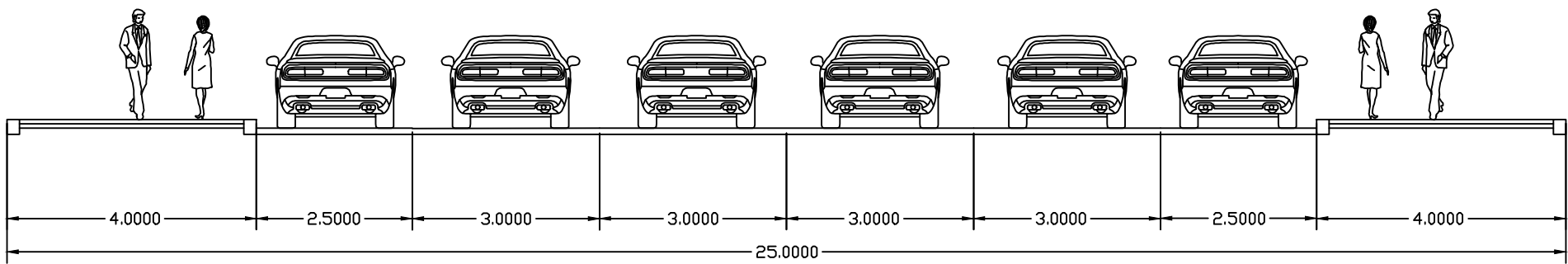
HERMIDA 2



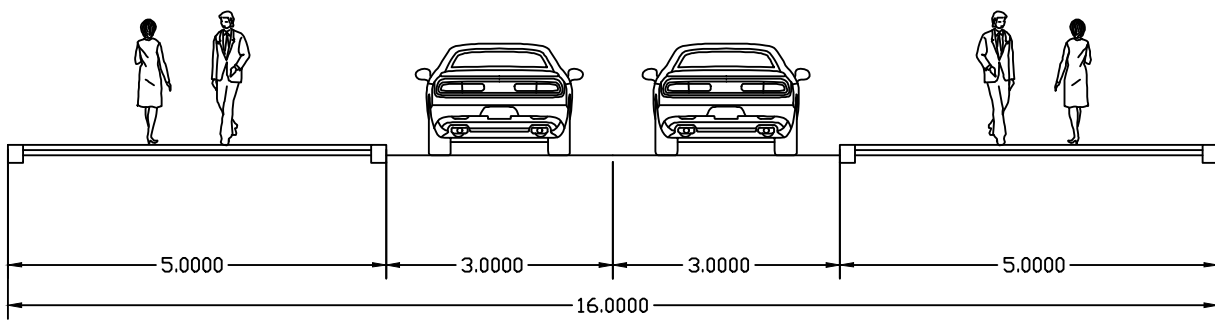
Unidades en metros

	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO PROYECTO	TITULO TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO	TERMINO MUNICIPAL SANTANDER	TITULO DEL PLANO SECCIONES TIPO	AUTOR CARLOS HIGUERA LORENZO 	ESCALA 1:100	FECHA SEPT. 2025	PLANO 4
				PROVINCIA CANTABRIA					HOJA 5 DE 9

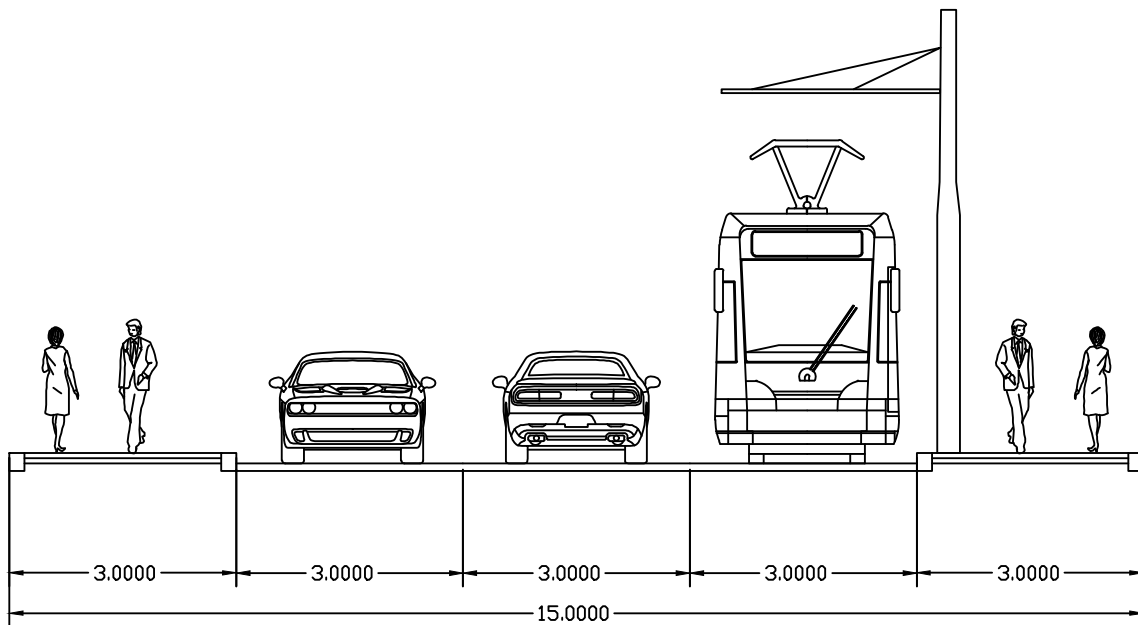
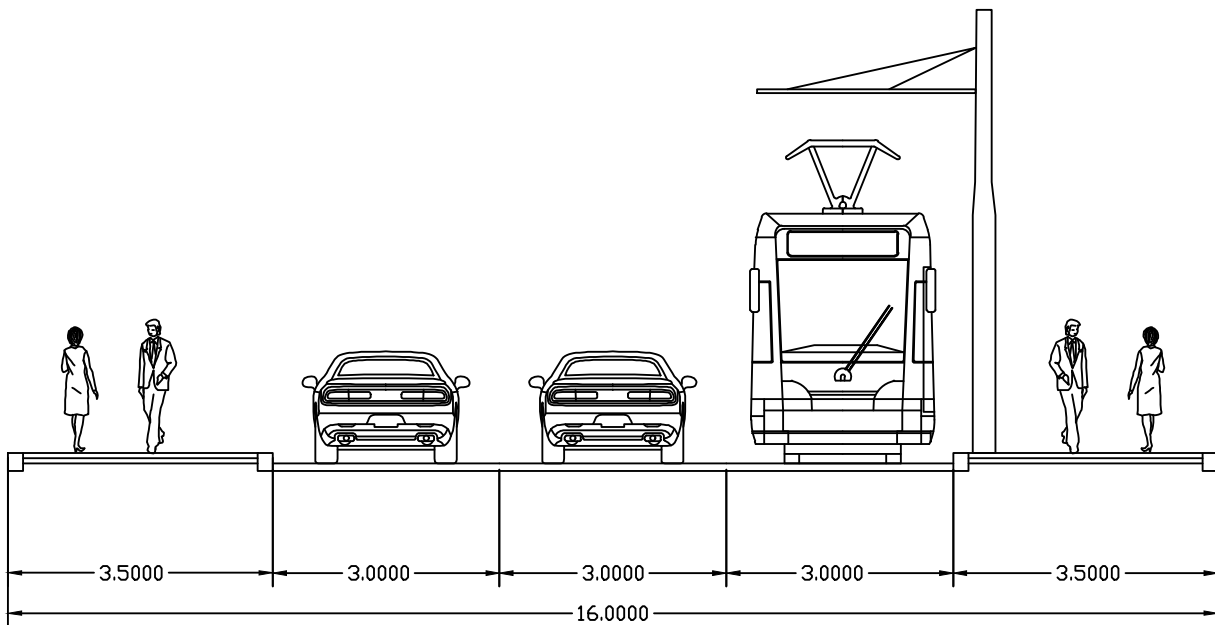
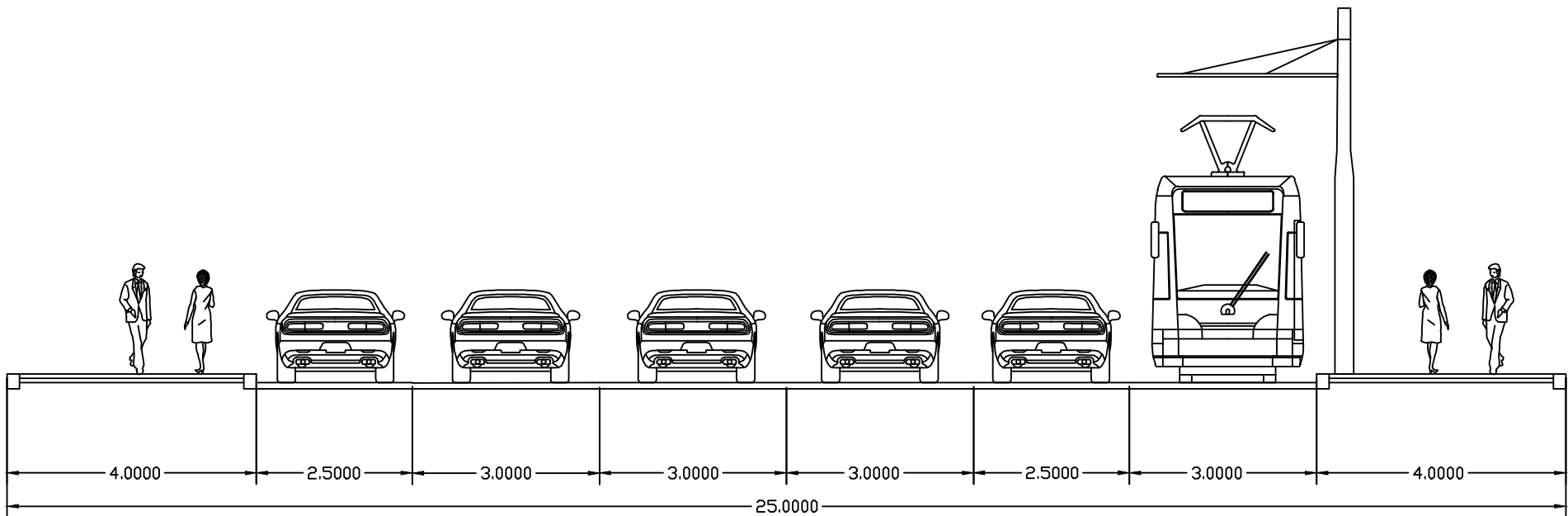
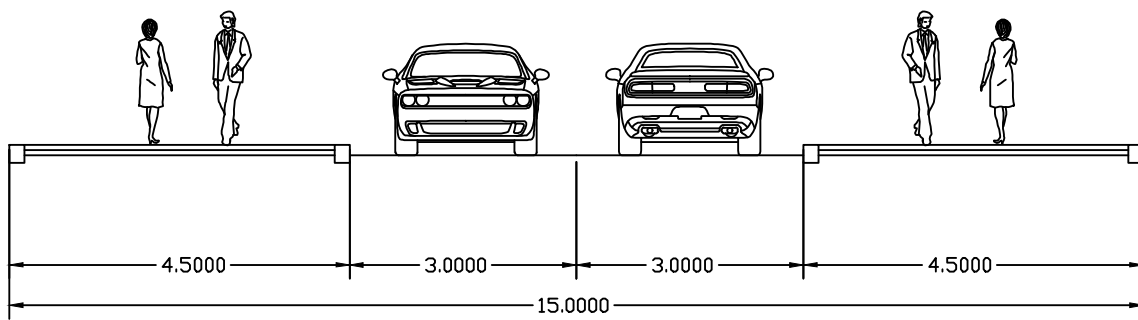
PUERTO



PRE-EST



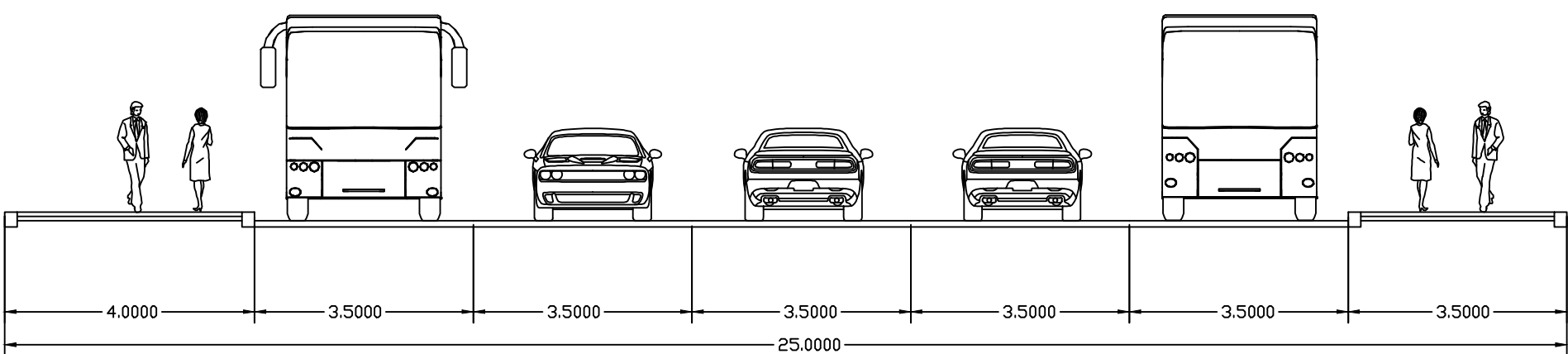
CALLE CADIZ



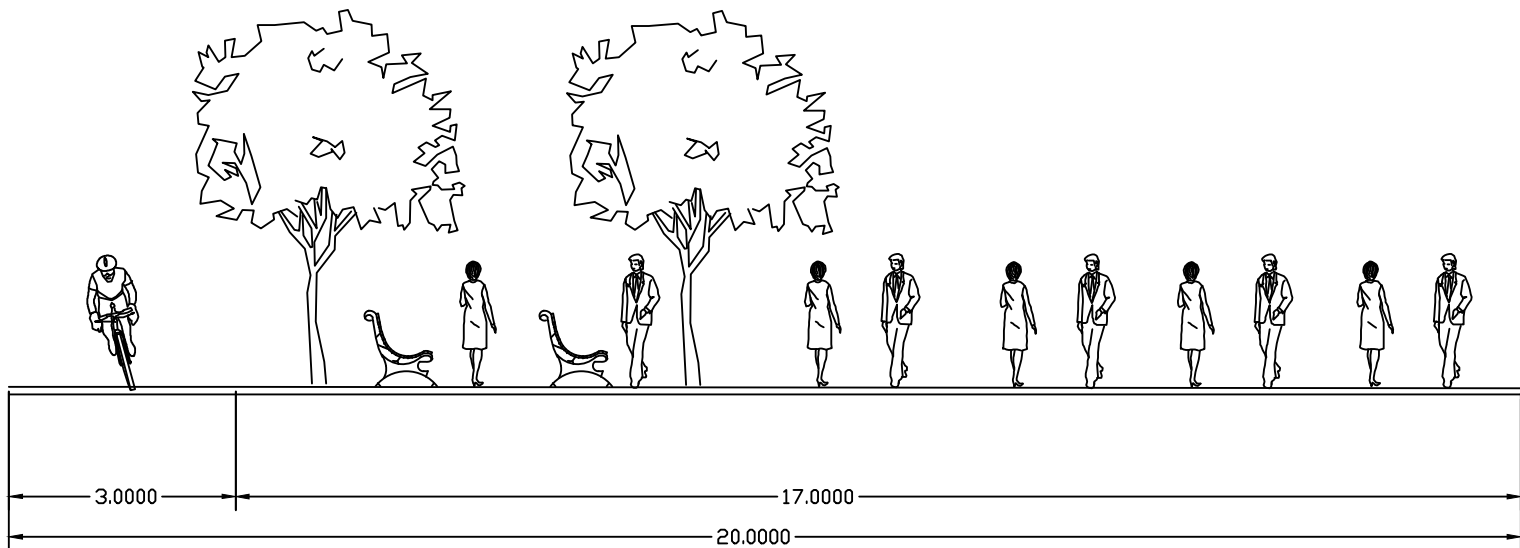
Unidades en metros

	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO PROYECTO	TITULO TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO	TERMINO MUNICIPAL SANTANDER	TITULO DEL PLANO SECCIONES TIPO	AUTOR CARLOS HIGUERA LORENZO 	ESCALA 1:100	FECHA SEPT. 2025	PLANO 4
				PROVINCIA CANTABRIA					HOJA 6 DE 9

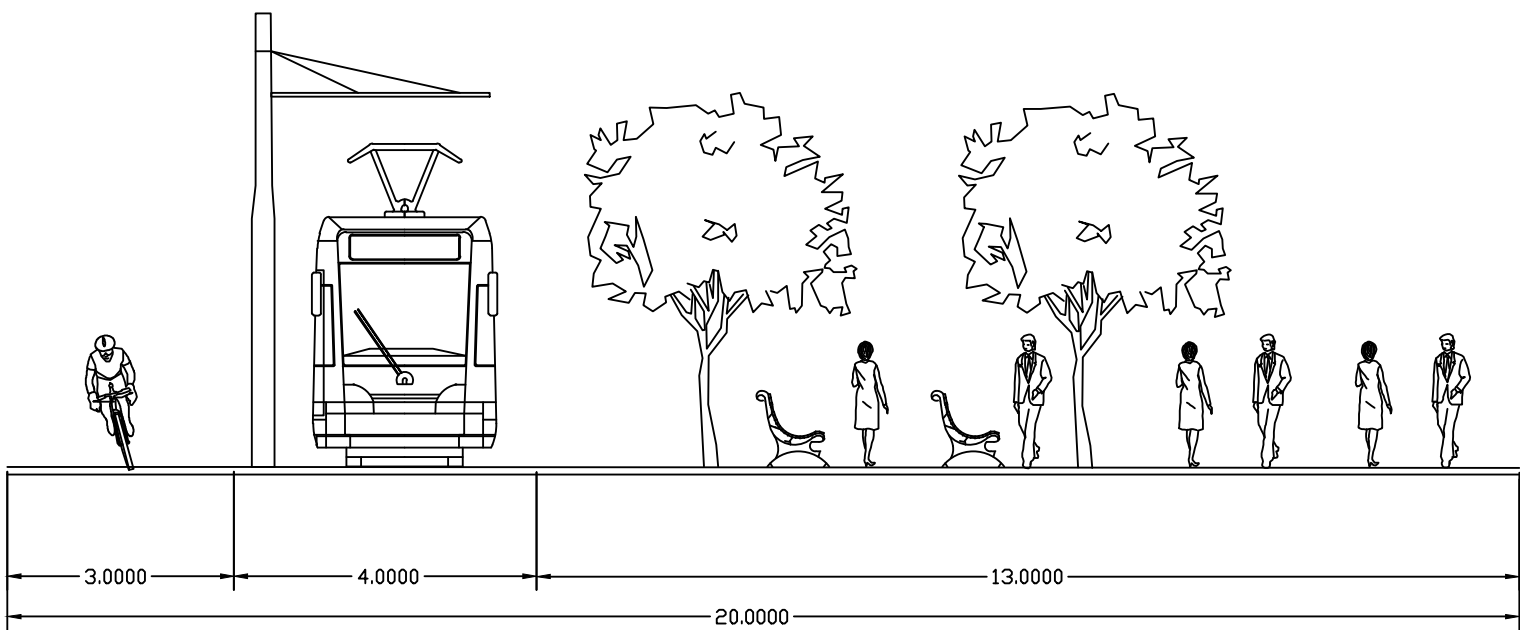
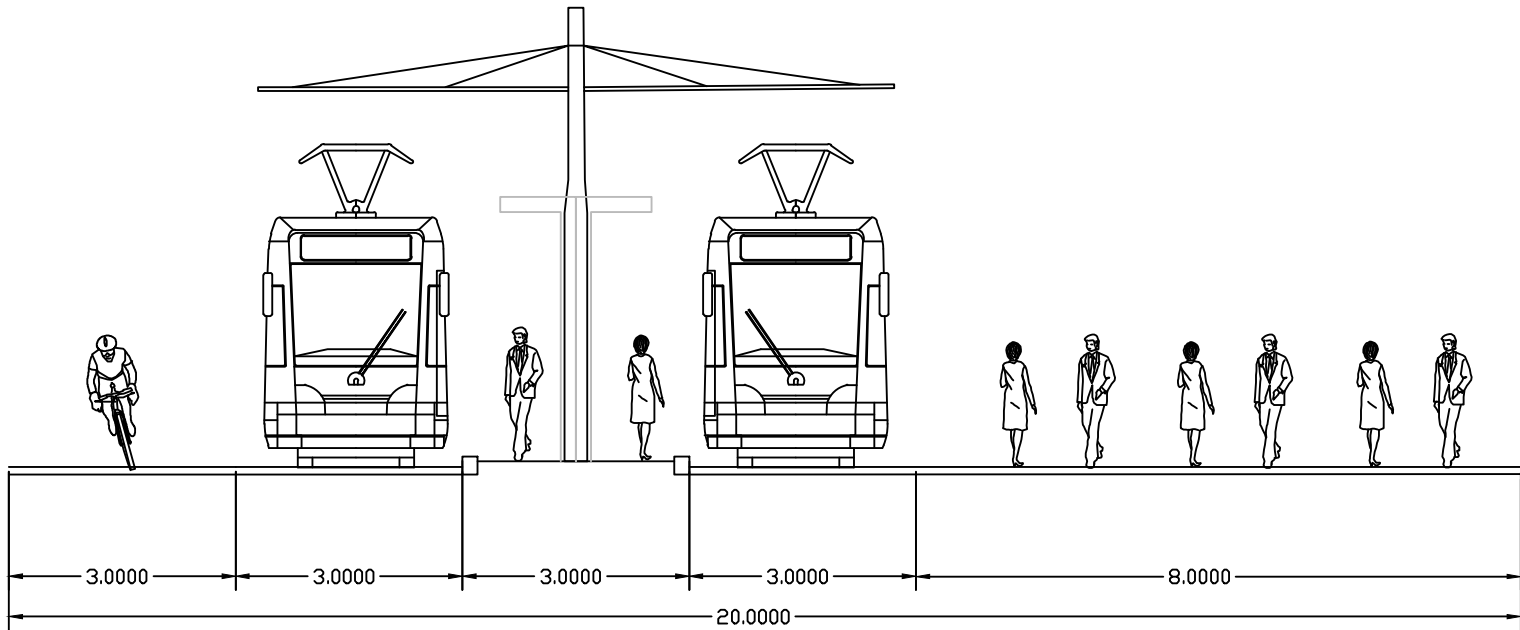
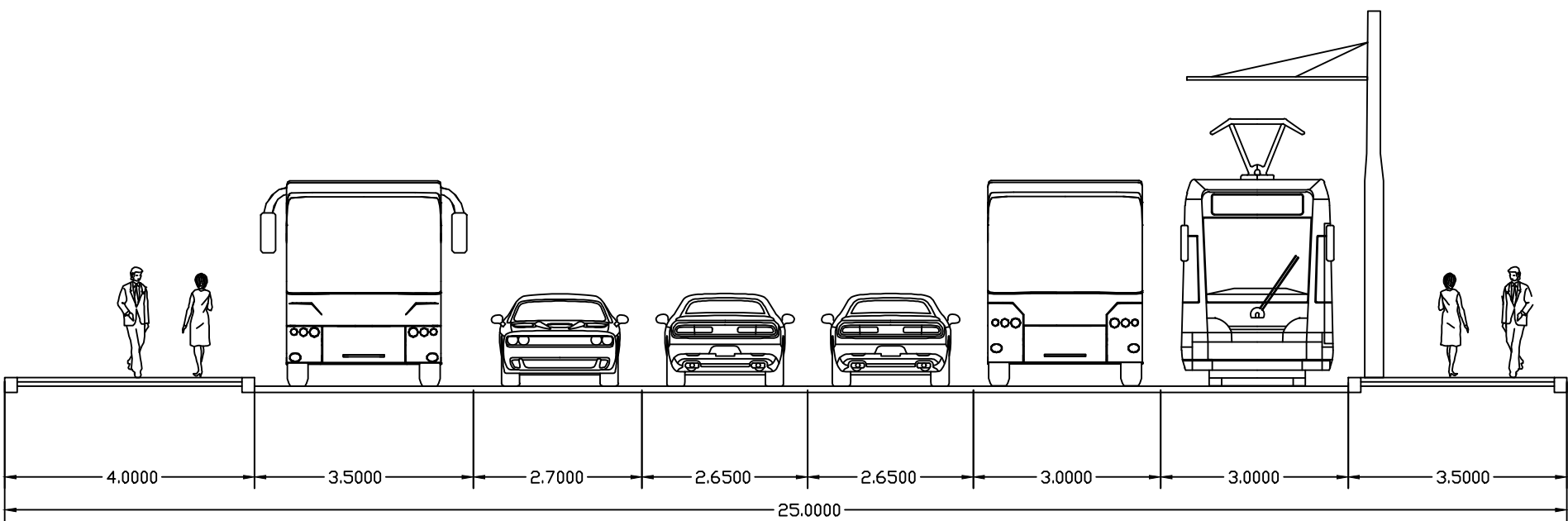
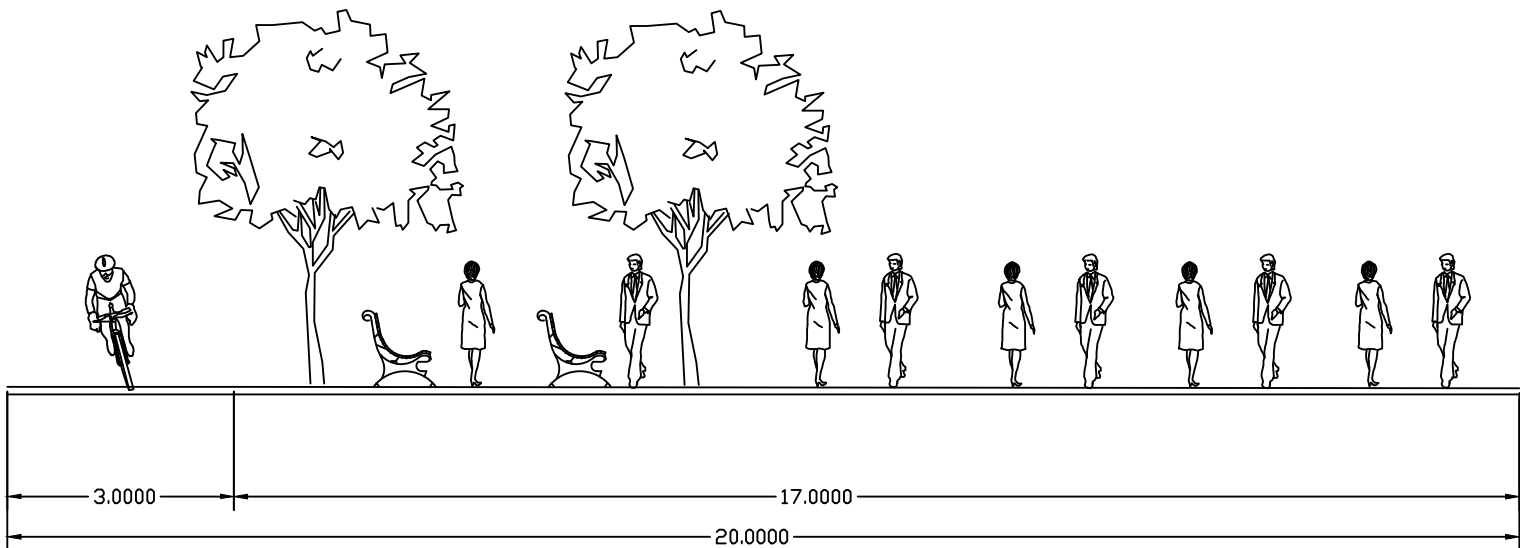
CENTRO



PARADA PASEO PEREDA



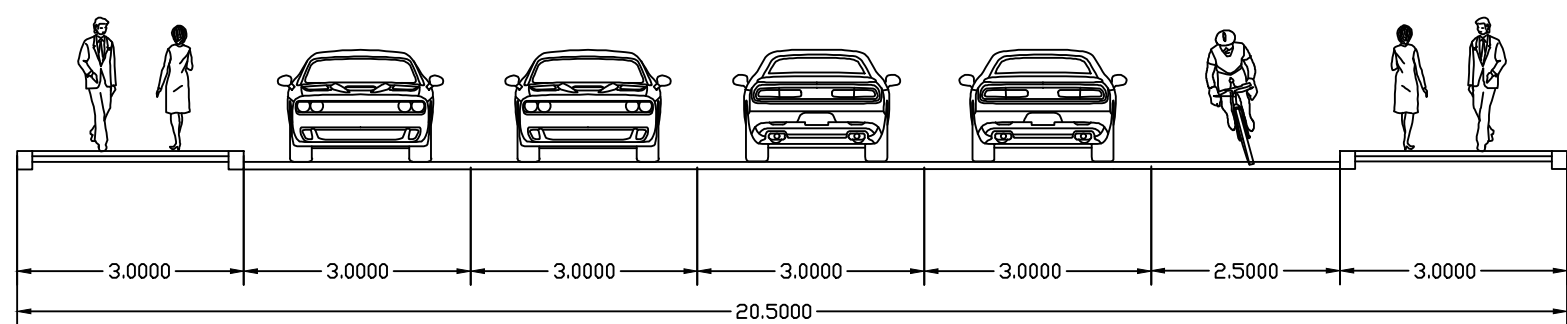
PASEO PEREDA



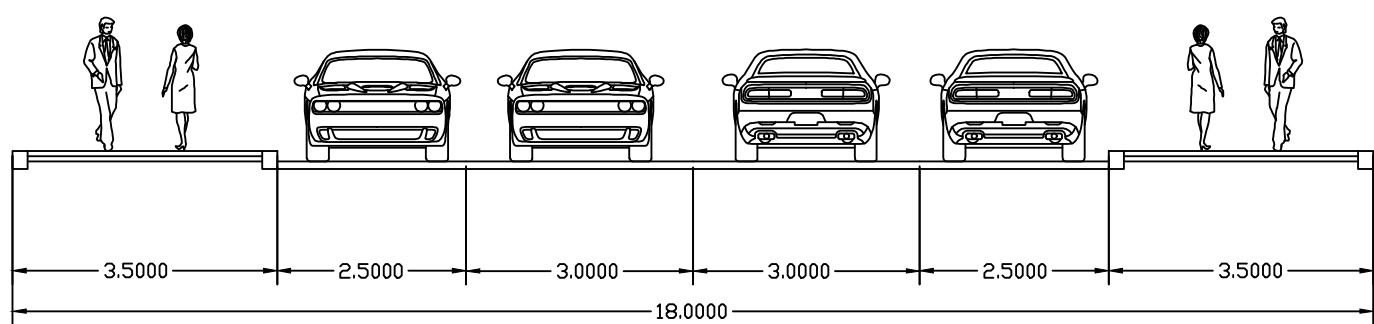
Unidades en metros

	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO PROYECTO	TITULO TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO	TERMINO MUNICIPAL SANTANDER	TITULO DEL PLANO SECCIONES TIPO	AUTOR CARLOS HIGUERA LORENZO 	ESCALA 1:100	FECHA SEPT. 2025	PLANO 4
				PROVINCIA CANTABRIA					HOJA 7 DE 9

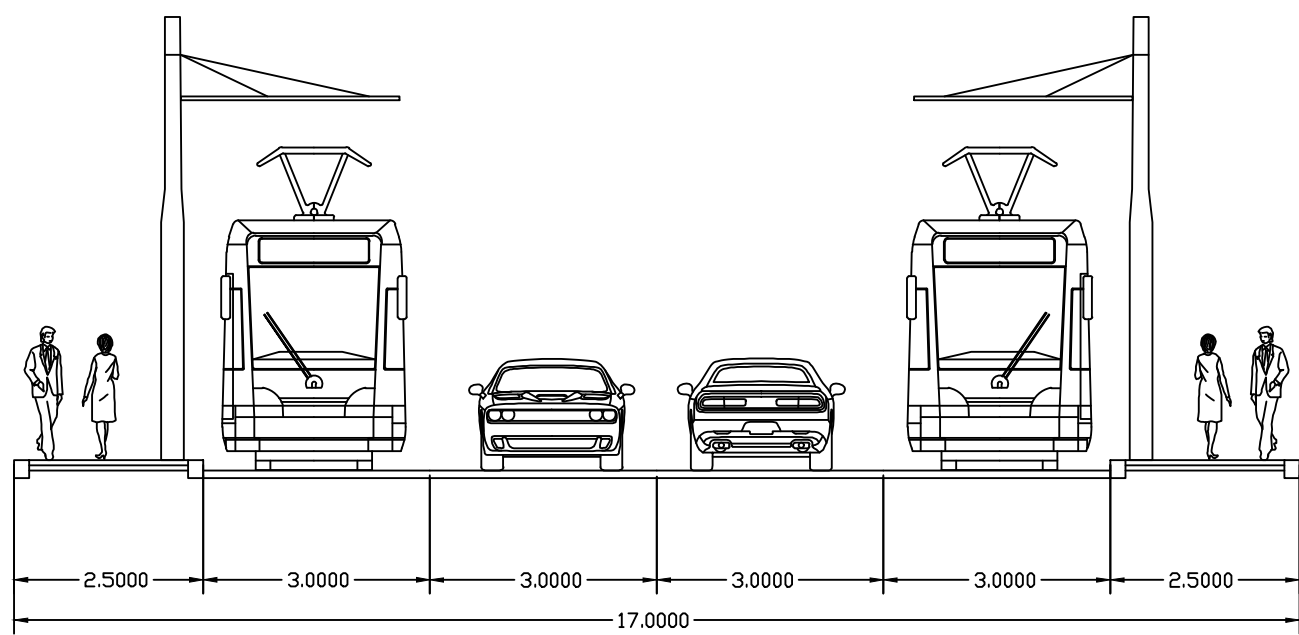
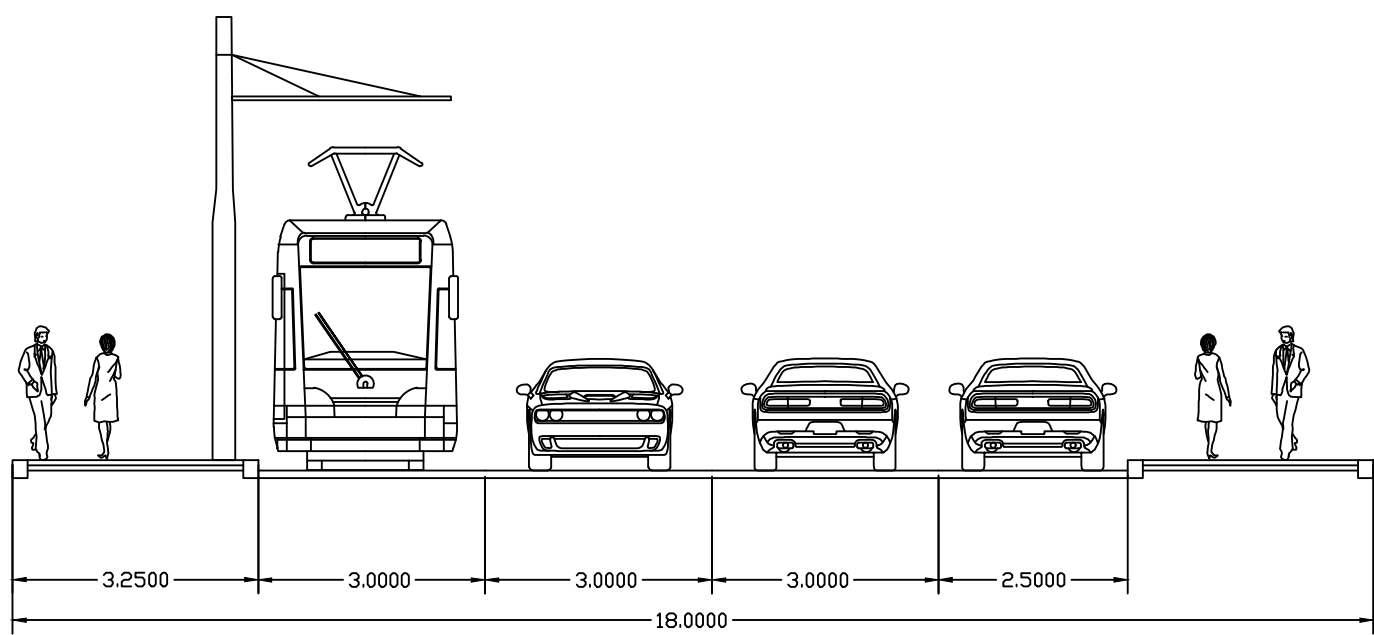
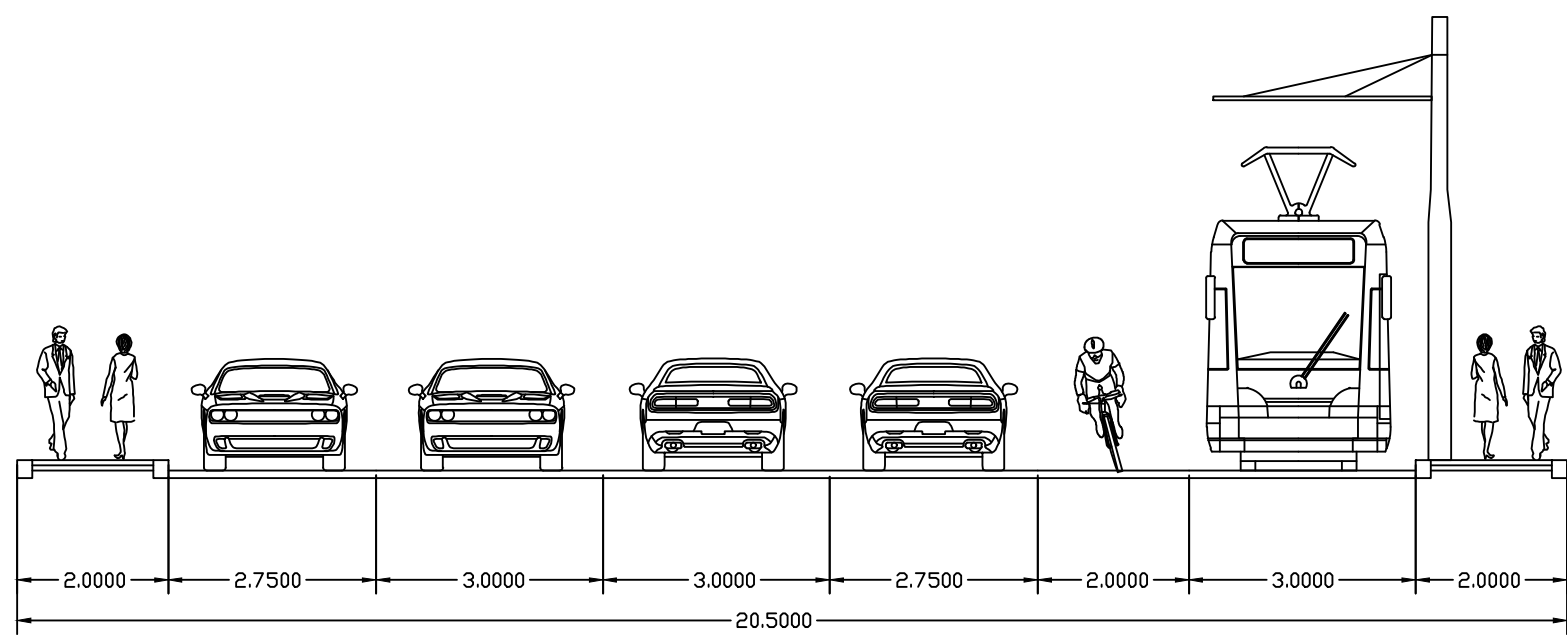
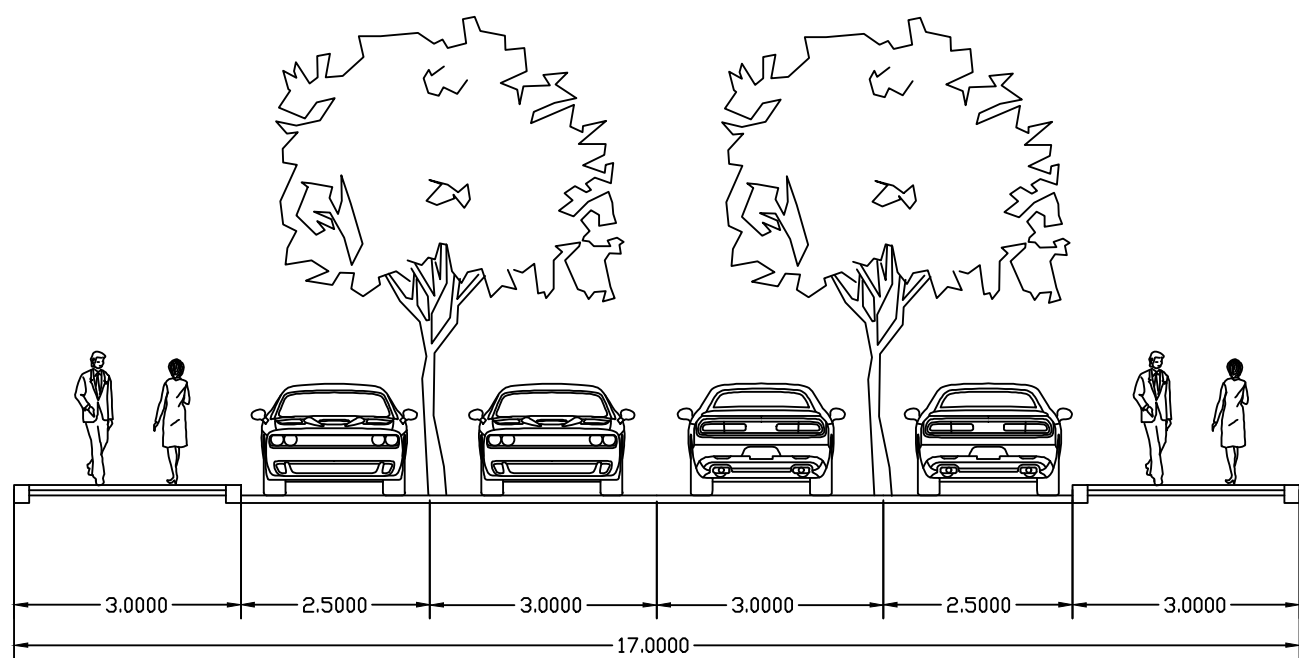
PUERTOCHICO



CALLE DEL SOL



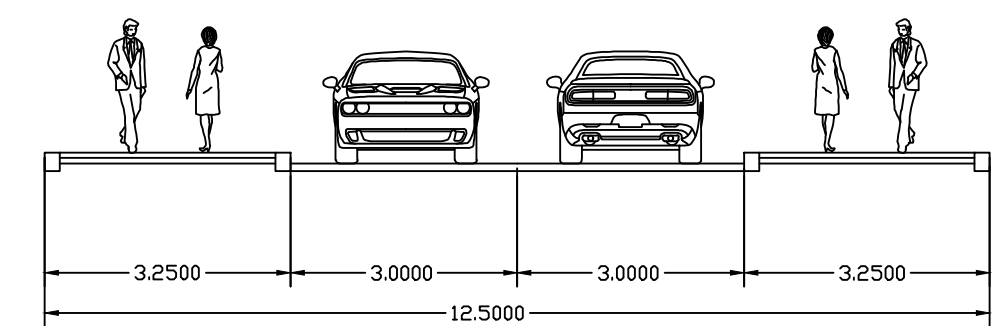
PASEO M. PELAYO



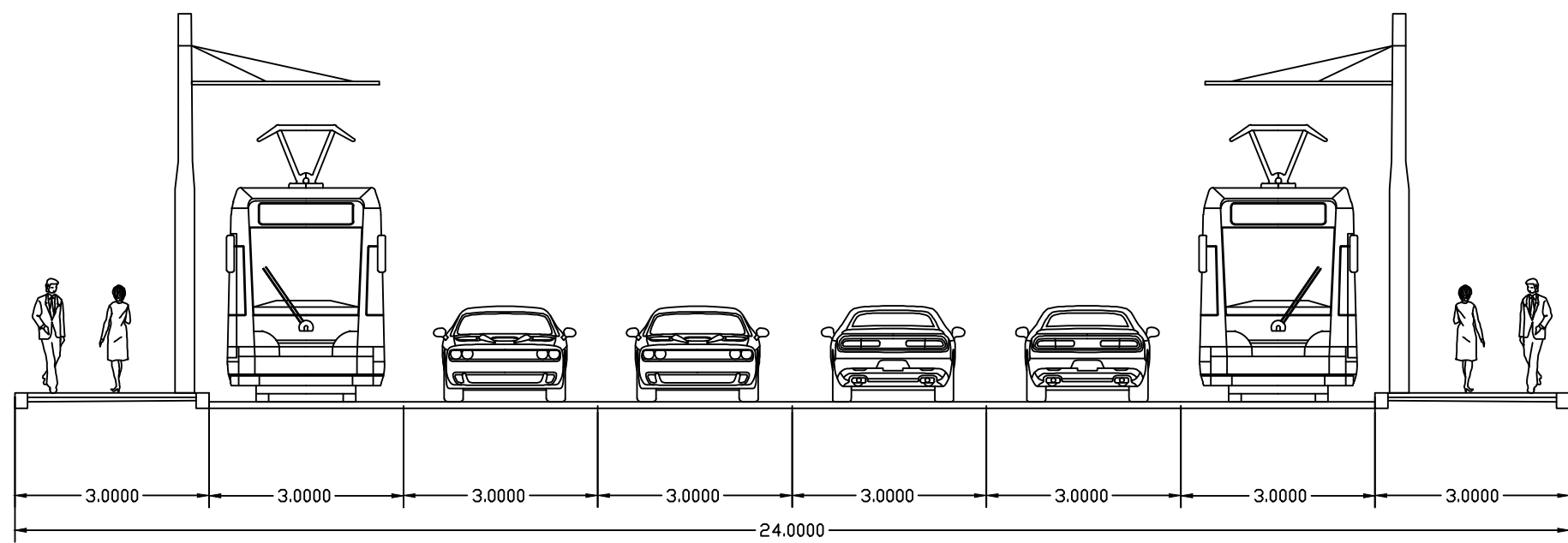
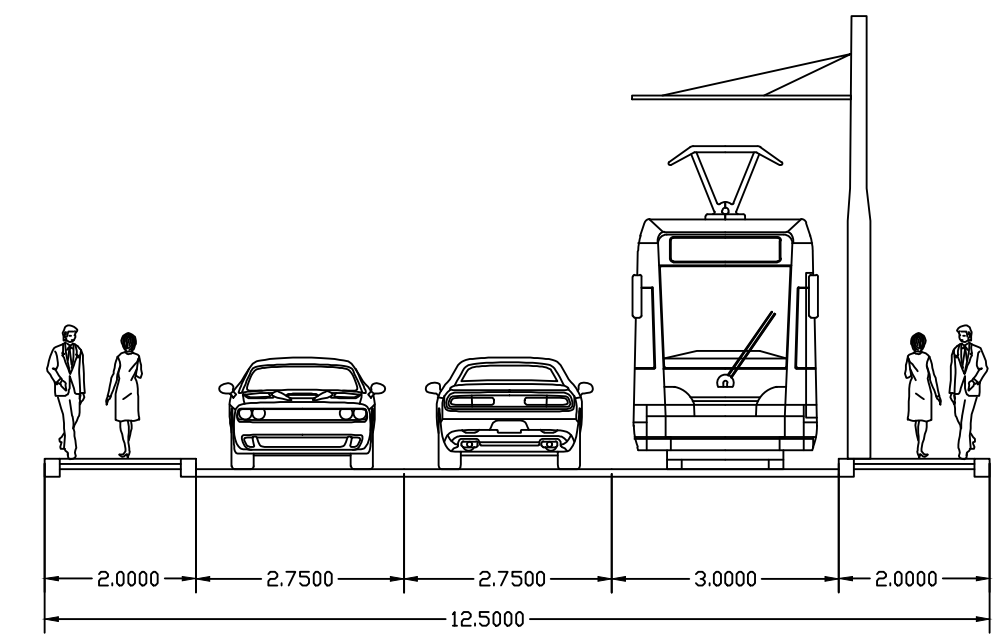
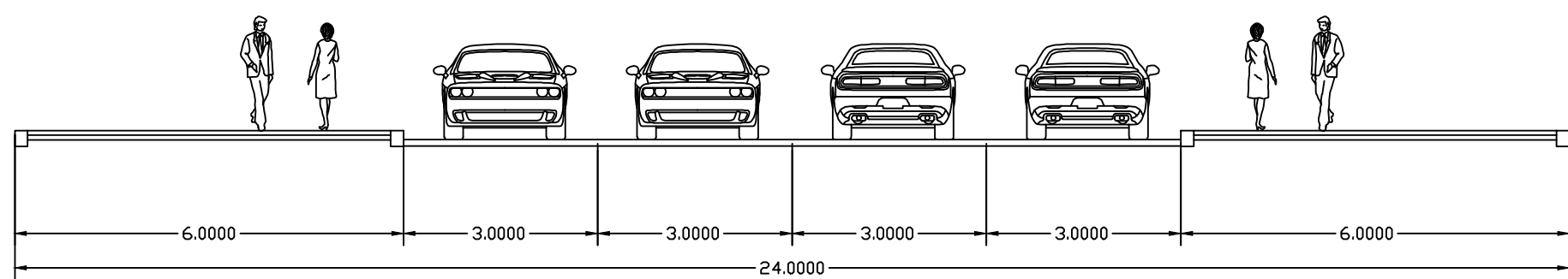
Unidades en metros

	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO PROYECTO	TITULO TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO	TERMINO MUNICIPAL SANTANDER	TITULO DEL PLANO SECCIONES TIPO	AUTOR CARLOS HIGUERA LORENZO 	ESCALA 1:100	FECHA SEPT. 2025	PLANO 4
				PROVINCIA CANTABRIA					HOJA 8 DE 9

BAJA, ALT, MIRANDA 1

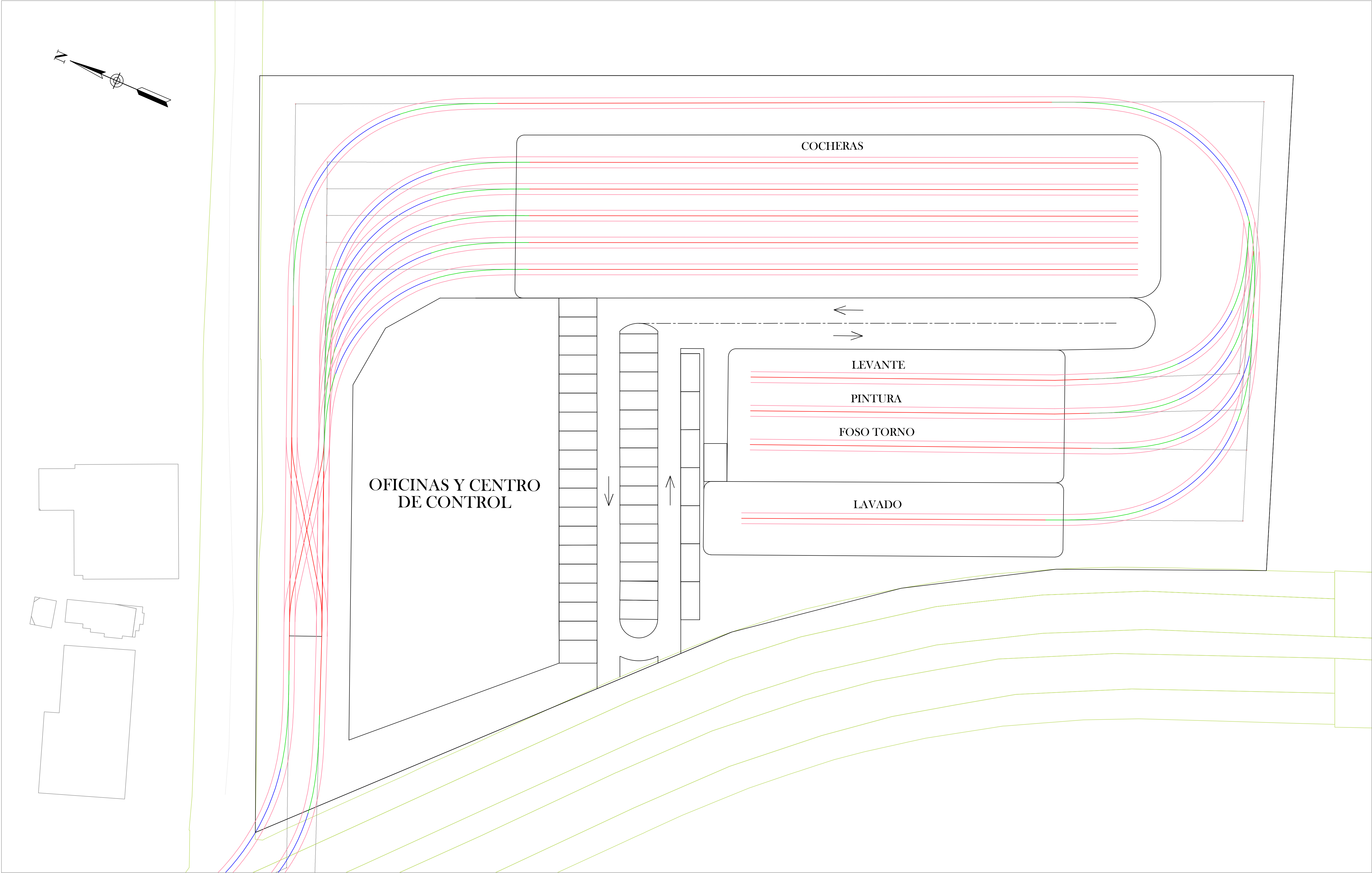


BAJA, ALT, MIRANDA 2



Unidades en metros

	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO PROYECTO	TITULO TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO	TERMINO MUNICIPAL SANTANDER	TITULO DEL PLANO SECCIONES TIPO	AUTOR CARLOS HIGUERA LORENZO 	ESCALA 1:100	FECHA SEPT. 2025	PLANO 4
				PROVINCIA CANTABRIA					HOJA 9 DE 9





DOCUMENTO N°3:
PRESUPUESTO



INDICE

1.	MEDICIONES.....	3
2.	CUADRO DE MACROPRECIOS	8
3.	PRESUPUESTOS PARCIALES.....	14
4.	RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	20



1. MEDICIONES

CÓDIGO	UD RESUMEN	CANTIDAD
01	DEMOLICIONES Y MOVIMIENTO DE TIERRA	
01.01	m2 DEMOLICION DE PAVIMENTO URBANO Demolición y retirada de firme existente en calzada y acera, incluyendo pavimento bituminoso, baldosa hidráulica u hormigón, con carga y transporte a vertedero autorizado. Incluye medios mecánicos y limpieza de superficie.	61.589,00
01.02	m3 EXTRACCION DE TIERRA VEGETAL Retirada de capa superficial de terreno vegetal para adecuación del fondo de excavación. Incluye carga, transporte y depósito en vertedero o zona de acopio.	625,20
01.03	m3 RELLENO CON SUELO ESTABILIZADO Aporte y extendido de material granular o suelo estabilizado con cal/cemento para regularización de plataforma y mejora del terreno de asiento. Incluye compactación por tongadas.	14.996,56
02	PLATAFORMA Y VIA	
02.01	ml VÍA EMBEBIDA HORMIGÓN IMPRESO (RI60) Ejecución de plataforma tranviaria con carril RI60 embebido en losa de hormigón armado. Incluye excavación, firme estructural, colocación de vía, junta elástica, pavimento superficial impreso, canalizaciones, drenaje y urbanización integrada.	17.111,00
02.02	ml VÍA EMBEBIDA EN CÉSPED (RI60) Formación de plataforma verde con vía embebida mediante carril ranurado tipo RI60, sobre losa de hormigón y cama de césped natural o artificial. Comprende la ejecución del firme estructural, sistema de fijación del carril, sustrato vegetal, sistema de riego, bordillos laterales, drenaje longitudinal y transversal, y canalizaciones técnicas integradas.	435,00

02.03	ml CANALIZACIONES MULTITUBULARES Instalación de conducciones técnicas para comunicaciones, red de tierra, sistemas de control, SAE y otros servicios del tranvía. Incluye zanja, arquetas, tubos PE o PVC, relleno y señalización según normativa.	17.546,00
02.04	ml DRENAJE PLATAFORMA Ejecución de drenaje longitudinal con tubería perforada, geotextil y grava, para evacuación de aguas en plataforma. Incluye zanjas drenantes, pozos de registro, acometidas y conexión a red de saneamiento.	17.546,00
02.05	ud DESVIO SIMPLE Aparato de vía unidireccional para cambio entre vía principal y secundaria. Incluye desvío completo, traviesas, fijaciones, accionamiento manual o motorizado, y cimentación técnica sobre plataforma rígida.	12,00
02.06	ud BRETELLE (TRAVESÍA ENTRE VÍAS DOBLES) Conjunto completo de dos aparatos de vía con cruce diagonal que permite el paso de tranvías de una vía a la otra en plataformas dobles. Incluye los dos desvíos, el cruce central, accionamiento sincronizado, sistema de enclavamiento, cimentación reforzada y señalización asociada.	4,00



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO

03	PARADAS	04.02	m2 REPOSICION DE PAVIMENTO EN ACERA Reposición del pavimento de acera existente tras trabajos de obra civil que impliquen su rotura (zanjas, canalizaciones, bordillos), utilizando materiales compatibles con los originales, incluyendo picado, retirada, compactación de base, nuevo solado y remates. Estimación como porcentaje del total de longitud (5-10 % del trazado afectado).	2.000,00
03.01	ud ANDEN LATERAL Andén aislado para servicio en un solo sentido. Incluye pavimentación antideslizante, señalización básica, canalización eléctrica, báculo de alumbrado, marquesina sencilla y espacio PMR. Superficie aproximada: 135 m ²			1,00
03.02	ud ANDEN CENTRAL Andén único central entre vías para ambos sentidos. Incluye pavimento accesible, señalización, marquesina central, alumbrado, sistemas SAE y videovigilancia, así como canalización eléctrica y protección lateral. Superficie aproximada: 135 m ²	04.03	ud TRASPLANTE DE ARBOL Desmontaje y traslado de ejemplares arbóreos existentes en el trazado afectados por la obra. Incluye protección de raíces, transporte, replantado, entutorado y riego inicial.	380,00
03.03	ud DOBLE ANDEN Incluye dos andenes laterales enfrentados (uno por sentido), pavimentación accesible, marquesinas, alumbrado, mobiliario urbano, sistema de información al viajero, canalizaciones eléctricas, señalización y elementos de protección. Superficie total aproximada: 270 m ²	04.04	m2 ZONA AJARDINADA Acondicionamiento de zonas verdes junto a plataforma o paradas, incluyendo tierra vegetal, siembra de césped o especies de bajo mantenimiento, y sistema de riego localizado. Aproximadamente 400 m ² /km.	70.018,00
04	URBANIZACION DEL ENTORNO	04.05	ml ILUMINACION NUEVA Suministro e instalación de báculos de alumbrado público con luminaria LED, canalización, cimentación y cableado hasta el punto de conexión.	17.546,00
04.01	m2 ACERAS CON BALDOSA HIDRAULICA Ejecución de aceras nuevas en el entorno del tranvía, mediante pavimento de baldosa hidráulica prefabricada de hormigón, con acabado antideslizante, colocadas sobre solera de hormigón, incluyendo bordillo prefabricado, preparación del terreno, compactación, juntas de dilatación, limpieza final y remates laterales.	04.06	ml REPARACION O SUSTITUCION DE BORDILLO Desmontaje y colocación de bordillos prefabricados en tramos donde se altera la alineación de la acera por paso del tranvía. Incluye cimentación, colocación, rejuntado y limpieza. Se estima en 25 ud/km.	17.546,00
				9.000,00



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO

04.07	ud VADOS Y REBAJES DE BORDILLO PARA ACCESIBILIDAD Ejecución de rebajes de bordillo y rampas peatonales para asegurar accesibilidad universal en pasos de peatones. Incluye solado, secciones antideslizantes y señalización táctil. Se estima en 8 ud/km.	140,00
04.08	ud MOBILIARIO URBANO Suministro e instalación de bancos, papeleras, bolardos, barandillas y otros elementos. Materiales antivandálicos y resistentes a intemperie. Se estima en 25 ud/km.	438,00
05	SEÑALIZACION	
05.01	ml SEÑALIZACION TRANVIARIA Suministro e instalación de señalización específica para la circulación del tranvía, incluyendo semáforos tipo "T", señales verticales exclusivas, paneles luminosos de prioridad tranviaria, balizas de advertencia, elementos reflectantes y dispositivos auxiliares. Incluye cimentaciones, conexionado eléctrico, señalización nocturna y coordinación con el sistema de control del tranvía.	17.546,00
05.02	ud SEÑALIZACION VIARIA AFECTADA Suministro y colocación de señalización vertical de tráfico general afectada por la implantación del tranvía, incluyendo retirada, traslado o reposición de señales existentes, instalación de nuevas señales conforme a la normativa vigente, postes metálicos con cimentación, balizas, hitos y elementos delimitadores o reflectantes. Estimada en unidades, considerando 7 a 9 intervenciones por kilómetro de trazado.	140,00

06	ELECTRIFICACION	
06.01	ml CATENARIA TRANVIARIA (POSTE CENTRAL/LATERAL) Suministro e instalación del sistema de electrificación aérea mediante catenaria para tranvía, incluyendo tanto configuración con postes centrales como laterales, adaptado a tramos rectos y curvos, con radios superiores e inferiores a 1000 metros. La partida comprende el conjunto de postes de soporte, cimentaciones, ménsulas, péndolas, hilos sustentadores y conductores de trabajo, accesorios de fijación, tensado y anclaje, así como su conexión a subestaciones. Incluye el montaje, alineación, reglaje, comprobación de tensiones, así como las pruebas de puesta en servicio.	17.546,00
06.02	ml FEEDER DE ACOMPAÑAMIENTO Cableado de alimentación adicional en paralelo al hilo de contacto, instalado a lo largo del trazado electrificado. Mejora la capacidad de distribución eléctrica, reduce caídas de tensión y permite doble alimentación. Incluye cable, fijaciones y canalización subterránea o aérea.	17.546,00
06.03	ud SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE TRACCIÓN Suministro e instalación de subestación eléctrica para alimentación del sistema tranviario. Incluye transformadores, rectificadores, celdas de media y baja tensión, protecciones, sistema de control, obra civil básica y conexionado a red de suministro. Cálculo estimado: 1 unidad cada 2.500–3.000 m.	4,00
06.04	ml PUESTA A TIERRA DE CATENARIA Y FEEDER Red de tierras distribuida a lo largo del trazado para derivación de corriente en caso de fallo. Incluye picas de puesta a tierra, cable de cobre desnudo, conectores y elementos de protección según norma UNE.	17.546,00



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO

06.05	ud ARQUETAS DE REGISTRO Y SECCIONAMIENTO Arquetas prefabricadas de hormigón para registro de cables eléctricos (feeder, tierras, comunicaciones). Tapa clase D400 o superior, base drenante y entrada de tubos. Permite seccionamiento y mantenimiento. Estimación: 1 arqueta cada 200-300 m.	71,00	07.04	ud SISTEMA TARIFARIO (CANCELADORAS) Instalación del sistema de validación de títulos de transporte. Incluye canceladoras sin contacto (EMV/NFC), compatibles con tarjeta monedero o abonos multiviaje, integrables con la red del TUS. Montadas en paradas, con conexión a red de comunicaciones y software de gestión tarifaria centralizada. Estimación: 1 por andén.	17,00
07	SISTEMAS E INSTALACIONES		07.05	ud SISTEMA DE AYUDA A LA EXPLOTACIÓN (SAE) Suministro del sistema centralizado de supervisión y control de la operación tranviaria. Comprende el software SAE, servidores, pantallas, sistemas de posicionamiento GPS, comunicación con unidades móviles y coordinación con la red de comunicaciones. Se instala en el centro de control para gestión en tiempo real del servicio. Estimación: 1 por centro de control.	1,00
07.01	ml RED DE COMUNICACIONES Suministro e instalación de la red de telecomunicaciones del sistema tranviario. Incluye canalizaciones soterradas, arquetas, registros, tendido de fibra óptica o cableado estructurado, elementos de conexión y armarios técnicos, desde las paradas y talleres hasta el centro de control. Garantiza la transmisión de datos entre todos los subsistemas (SAE, CCTV, tarificación, megafonía).	17.546,00	08	MATERIAL MOVIL	
07.02	ud SISTEMA DE COMUNICACIONES Instalación de interfonos de emergencia, megafonía y paneles de información al viajero en paradas, talleres y centro de control. Incluye la red de radio operativa (TETRA o equivalente). Estimación: 1 por parada, taller y centro de control.	15,00	08.01	ud TRANVIA BIDIRECCIONAL TIPO URBOS Precio referencial por unidad.	8,00
07.03	ud SISTEMA DE SEGURIDAD (CCTV Y CONTROL DE ACCESOS) Suministro e instalación del sistema de videovigilancia (CCTV) y control de accesos. Comprende cámaras fijas y domo antivandálicas en paradas, talleres y centro de control, servidores de grabación, red de comunicación, cableado, software de gestión y dispositivos de control remoto. Estimación: 1 por parada, taller y centro de control.	15,00	09	TALLERES Y COCHERAS	
			09.01	m2 ZONA DE COCHERAS Espacio cubierto o semicubierto destinado al estacionamiento diario de las unidades tranviarias. Incluye pavimento técnico reforzado, drenaje, marquesinas o cubiertas ligeras, iluminación y canalizaciones para energía y comunicaciones, con accesos a las vías de mantenimiento.	1.815,00



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO

09.02	m2 TALLER TECNICO COMPLETO Instalación equipada para el mantenimiento preventivo y correctivo de los tranvías. Comprende vías con foso, torno de ejes, zona de levante, maquinaria especializada, compresores, red de aire, elementos de seguridad, iluminación técnica y acceso a almacén.	600,00
09.03	m2 VIA DE LAVADO Vía destinada a la limpieza exterior de las unidades mediante instalación automática o manual. Incluye equipos de cepillado, inyección de agua a presión, dosificación de productos, red de saneamiento específica y sistema de reciclaje de aguas.	400,00
09.04	m2 EDIFICIO DE OFICINAS Edificio anexo a las cocheras destinado a tareas administrativas y de gestión. Contiene despachos, salas de reuniones, vestuarios, aseos, archivo, servidores, sala técnica y dependencias auxiliares necesarias para el personal técnico y administrativo.	300,00
09.05	m2 CENTRO DE CONTROL Espacio destinado a la supervisión y gestión operativa del servicio tranviario. Aloja el sistema SAE, paneles de seguimiento, puestos de operador, grabadores de CCTV, sistema de comunicaciones, climatización redundante, SAI y conexiones con subestaciones y paradas.	200,00
09.06	m2 URBANIZACION EXTERIOR Obras de adecuación exterior en el recinto de cocheras, incluyendo viales internos, aceras, zonas de maniobra, jardinería, red de pluviales y alumbrado exterior. Prepara el entorno para circulación de tranvías, vehículos técnicos y personal de operación.	6.839,42

10	SEGURIDAD Y SALUD
10.01	ud PARTIDA GLOBAL DE SEGURIDAD Y SALUD Partida global destinada a cubrir los gastos relativos a las medidas de seguridad y salud en la ejecución del proyecto del tranvía, incluyendo señalización provisional, protecciones colectivas, vallas, coordinación de seguridad, gestión de residuos peligrosos y control de riesgos laborales. El importe se ha estimado como el 3 % del Presupuesto de Ejecución Material (PEM), de acuerdo con criterios habituales en proyectos ferroviarios urbanos.

1



2. CUADRO DE MACROPRECIOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
01		DEMOLICIONES Y MOVIMIENTO DE TIERRA	
01.01	m2	DEMOLICION DE PAVIMENTO URBANO	31,64
		Demolición y retirada de firme existente en calzada y acera, incluyendo pavimento bituminoso, baldosa hidráulica u hormigón, con carga y transporte a vertedero autorizado. Incluye medios mecánicos y limpieza de superficie.	
		TREINTA Y UN EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
01.02	m3	EXTRACCION DE TIERRA VEGETAL	3,56
		Retirada de capa superficial de terreno vegetal para adecuación del fondo de excavación. Incluye carga, transporte y depósito en vertedero o zona de acopio.	
		TRES EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
01.03	m3	RELLENO CON SUELO ESTABILIZADO	18,14
		Aporte y extendido de material granular o suelo estabilizado con cal/cemento para regularización de plataforma y mejora del terreno de asiento. Incluye compactación por tongadas.	
		DIECIOCHO EUROS con CATORCE CÉNTIMOS	
02		PLATAFORMA Y VIA	
02.01	ml	VÍA EMBEBIDA HORMIGÓN IMPRESO (RI60)	2.207,98
		Ejecución de plataforma tranviaria con carril RI60 embebido en losa de hormigón armado. Incluye excavación, firme estructural, colocación de vía, junta elástica, pavimento superficial impreso, canalizaciones, drenaje y urbanización integrada.	
		DOS MIL DOSCIENTOS SIETE EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	

02.02	ml	VÍA EMBEBIDA EN CÉSPED (RI60)	2300,00
		Formación de plataforma verde con vía embebida mediante carril ranurado tipo RI60, sobre losa de hormigón y cama de césped natural o artificial. Comprende la ejecución del firme estructural, sistema de fijación del carril, sustrato vegetal, sistema de riego, bordillos laterales, drenaje longitudinal y transversal, y canalizaciones técnicas integradas.	
		DOS MIL TRESCIENTOS EUROS	
02.03	ml	CANALIZACIONES MULTITUBULARES	91,35
		Instalación de conducciones técnicas para comunicaciones, red de tierra, sistemas de control, SAE y otros servicios del tranvía. Incluye zanja, arquetas, tubos PE o PVC, relleno y señalización según normativa.	
		NOVENTA Y UN EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS	
02.04	ml	DRENAJE PLATAFORMA	305,04
		Ejecución de drenaje longitudinal con tubería perforada, geotextil y grava, para evacuación de aguas en plataforma. Incluye zanjas drenantes, pozos de registro, acometidas y conexión a red de saneamiento.	
		TRESCIENTOS CINCO EUROS con CUATRO CÉNTIMOS	
02.05	ud	DESVIO SIMPLE	101.143,27
		Aparato de vía unidireccional para cambio entre vía principal y secundaria. Incluye desvío completo, traviesas, fijaciones, accionamiento manual o motorizado, y cimentación técnica sobre plataforma rígida.	
		CIENTO Y UN MIL CIENTO CUARENTA Y TRES EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS	



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO

02.06 **ud BRETELLE (TRAVESÍA ENTRE VÍAS DOBLES)** **185.000,00**
Conjunto completo de dos aparatos de vía con cruce diagonal que permite el paso de tranvías de una vía a la otra en plataformas dobles. Incluye los dos desvíos, el cruce central, accionamiento sincronizado, sistema de enclavamiento, cimentación reforzada y señalización asociada.

CIENTO OCHENTA Y CINCO MIL EUROS

03 **PARADAS**

03.01 **ud ANDEN LATERAL** **68.000,00**
Andén aislado para servicio en un solo sentido. Incluye pavimentación antideslizante, señalización básica, canalización eléctrica, báculo de alumbrado, marquesina sencilla y espacio PMR.
Superficie aproximada: 135 m²

SESENTA Y OCHO MIL EUROS

03.02 **ud ANDEN CENTRAL** **160.664,13**
Andén único central entre vías para ambos sentidos. Incluye pavimento accesible, señalización, marquesina central, alumbrado, sistemas SAE y videovigilancia, así como canalización eléctrica y protección lateral.
Superficie aproximada: 135 m²

CIENTO SESENTA MIL SEISCIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS con TRECE CÉNTIMOS

03.03 **ud DOBLE ANDEN** **229.520,18**
Incluye dos andenes laterales enfrentados (uno por sentido), pavimentación accesible, marquesinas, alumbrado, mobiliario urbano, sistema de información al viajero, canalizaciones eléctricas, señalización y elementos de protección.
Superficie total aproximada: 270 m²

DOSCIENTOS VEINTINUEVE MIL QUINIENTOS VEINTE EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

04 **URBANIZACION DEL ENTORNO**

04.01 **m2 ACERAS CON BALDOSA HIDRAULICA** **54,79**
Ejecución de aceras nuevas en el entorno del tranvía, mediante pavimento de baldosa hidráulica prefabricada de hormigón, con acabado antideslizante, colocadas sobre solera de hormigón, incluyendo bordillo prefabricado, preparación del terreno, compactación, juntas de dilatación, limpieza final y remates laterales.

CINCUENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

04.02 **m2 REPOSICION DE PAVIMENTO EN ACERA** **31,76**
Reposición del pavimento de acera existente tras trabajos de obra civil que impliquen su rotura (zanjas, canalizaciones, bordillos), utilizando materiales compatibles con los originales, incluyendo picado, retirada, compactación de base, nuevo solado y remates. Estimación como porcentaje del total de longitud (5-10 % del trazado afectado).

TREINTA Y UN EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

04.03 **ud TRASPLANTE DE ARBOL** **1.265,54**
Desmontaje y traslado de ejemplares arbóreos existentes en el trazado afectados por la obra. Incluye protección de raíces, transporte, replantado, entutorado y riego inicial.

MIL DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

04.04 **m2 ZONA AJARDINADA** **8,04**
Acondicionamiento de zonas verdes junto a plataforma o paradas, incluyendo tierra vegetal, siembra de césped o especies de bajo mantenimiento, y sistema de riego localizado. Aproximadamente 400 m²/km.

OCHO EUROS con CUATRO CÉNTIMOS



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO

04.05	ml ILUMINACION NUEVA	132,19
	Suministro e instalación de báculos de alumbrado público con luminaria LED, canalización, cimentación y cableado hasta el punto de conexión.	
	CIENTO TREINTA Y DOS EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS	
04.06	ml REPARACION O SUSTITUCION DE BORDILLO	30,00
	Desmontaje y colocación de bordillos prefabricados en tramos donde se altera la alineación de la acera por paso del tranvía. Incluye cimentación, colocación, rejuntado y limpieza. Se estima en 25 ud/km.	
	TREINTA EUROS	
04.07	ud VADOS Y REBAJES DE BORDILLO PARA ACCESIBILIDAD	450,00
	Ejecución de rebajes de bordillo y rampas peatonales para asegurar accesibilidad universal en pasos de peatones. Incluye solado, secciones antideslizantes y señalización táctil. Se estima en 8 ud/km.	
	CUATROCIENTOS CINCUENTA EUROS	
04.08	ud MOBILIARIO URBANO	600,00
	Suministro e instalación de bancos, papeleras, bolardos, barandillas y otros elementos. Materiales antivandálicos y resistentes a intemperie. Se estima en 25 ud/km.	
	SEISCIENTOS EUROS	

05	SEÑALIZACION	
05.01	ml SEÑALIZACION TRANVIARIA	35,00
	Suministro e instalación de señalización específica para la circulación del tranvía, incluyendo semáforos tipo "T", señales verticales exclusivas, paneles luminosos de prioridad tranviaria, balizas de advertencia, elementos reflectantes y dispositivos auxiliares. Incluye cimentaciones, conexionado eléctrico, señalización nocturna y coordinación con el sistema de control del tranvía.	
	TREINTA Y CINCO EUROS	
05.02	ud SEÑALIZACION VIARIA AFECTADA	500,00
	Suministro y colocación de señalización vertical de tráfico general afectada por la implantación del tranvía, incluyendo retirada, traslado o reposición de señales existentes, instalación de nuevas señales conforme a la normativa vigente, postes metálicos con cimentación, balizas, hitos y elementos delimitadores o reflectantes. Estimada en unidades, considerando 7 a 9 intervenciones por kilómetro de trazado.	
	QUINIENTOS EUROS	
06	ELECTRIFICACION	
06.01	ml CATENARIA TRANVIARIA (POSTE CENTRAL/LATERAL)	145,00
	Suministro e instalación del sistema de electrificación aérea mediante catenaria para tranvía, incluyendo tanto configuración con postes centrales como laterales, adaptado a tramos rectos y curvos, con radios superiores e inferiores a 1000 metros. La partida comprende el conjunto de postes de soporte, cimentaciones, ménsulas, péndolas, hilos sustentadores y conductores de trabajo, accesorios de fijación, tensado y anclaje, así como su conexión a subestaciones. Incluye el montaje, alineación, reglaje, comprobación de tensiones, así como las pruebas de puesta en servicio.	
	CIENTO CUARENTA Y CINCO EUROS	



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO

06.02	ml FEEDER DE ACOMPAÑAMIENTO	50,00
	Cableado de alimentación adicional en paralelo al hilo de contacto, instalado a lo largo del trazado electrificado. Mejora la capacidad de distribución eléctrica, reduce caídas de tensión y permite doble alimentación. Incluye cable, fijaciones y canalización subterránea o aérea.	
		CINCUENTA EUROS
06.03	ud SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE TRACCIÓN	800.000,00
	Suministro e instalación de subestación eléctrica para alimentación del sistema tranviario. Incluye transformadores, rectificadores, celdas de media y baja tensión, protecciones, sistema de control, obra civil básica y conexionado a red de suministro. Cálculo estimado: 1 unidad cada 2.500–3.000 m.	
		OCHOCIENTOS MIL EUROS
06.04	ml PUESTA A TIERRA DE CATENARIA Y FEEDER	20,00
	Red de tierras distribuida a lo largo del trazado para derivación de corriente en caso de fallo. Incluye picas de puesta a tierra, cable de cobre desnudo, conectores y elementos de protección según norma UNE.	
		VIENTE EUROS
06.05	ud ARQUETAS DE REGISTRO Y SECCIONAMIENTO	2.000,00
	Arquetas prefabricadas de hormigón para registro de cables eléctricos (feeder, tierras, comunicaciones). Tapa clase D400 o superior, base drenante y entrada de tubos. Permite seccionamiento y mantenimiento. Estimación: 1 arqueta cada 200–300 m.	
		DOS MIL EUROS

07	SISTEMAS E INSTALACIONES	
07.01	ml RED DE COMUNICACIONES	60,00
	Suministro e instalación de la red de telecomunicaciones del sistema tranviario. Incluye canalizaciones soterradas, arquetas, registros, tendido de fibra óptica o cableado estructurado, elementos de conexión y armarios técnicos, desde las paradas y talleres hasta el centro de control. Garantiza la transmisión de datos entre todos los subsistemas (SAE, CCTV, tarificación, megafonía).	
		SESENTA EUROS
07.02	ud SISTEMA DE COMUNICACIONES	10.000,00
	Instalación de interfonos de emergencia, megafonía y paneles de información al viajero en paradas, talleres y centro de control. Incluye la red de radio operativa (TETRA o equivalente). Estimación: 1 por parada, taller y centro de control.	
		DIEZ MIL EUROS
07.03	ud SISTEMA DE SEGURIDAD (CCTV Y CONTROL DE ACCESOS)	150.000,00
	Suministro e instalación del sistema de videovigilancia (CCTV) y control de accesos. Comprende cámaras fijas y domo antivandálicas en paradas, talleres y centro de control, servidores de grabación, red de comunicación, cableado, software de gestión y dispositivos de control remoto. Estimación: 1 por parada, taller y centro de control.	
		CIENTO CINCUENTA MIL EUROS
07.04	ud SISTEMA TARIFARIO (CANCELADORAS)	9.000,00
	Instalación del sistema de validación de títulos de transporte. Incluye canceladoras sin contacto (EMV/NFC), compatibles con tarjeta monedero o abonos multiviaje, integrables con la red del TUS. Montadas en paradas, con conexión a red de comunicaciones y software de gestión tarifaria centralizada. Estimación: 1 por andén.	
		NUEVE MIL CIENTOS EUROS



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO

07.05 **ud SISTEMA DE AYUDA A LA EXPLOTACIÓN (SAE)** **180.000,00**
Suministro del sistema centralizado de supervisión y control de la operación tranviaria. Comprende el software SAE, servidores, pantallas, sistemas de posicionamiento GPS, comunicación con unidades móviles y coordinación con la red de comunicaciones. Se instala en el centro de control para gestión en tiempo real del servicio.
Estimación: 1 por centro de control.

CIENTO OCHENTA MIL EUROS

08 **MATERIAL MOVIL**

08.01 **ud TRANVIA BIDIRECCIONAL TIPO URBOS** **2.000.000,00**
Precio referencial por unidad.

DOS MILLONES EUROS

09 **TALLERES Y COCHERAS**

09.01 **m2 ZONA DE COCHERAS** **900,00**
Espacio cubierto o semicubierto destinado al estacionamiento diario de las unidades tranviarias. Incluye pavimento técnico reforzado, drenaje, marquesinas o cubiertas ligeras, iluminación y canalizaciones para energía y comunicaciones, con accesos a las vías de mantenimiento.

NOVECIENTOS EUROS

09.02 **m2 TALLER TECNICO COMPLETO** **1.300,00**
Instalación equipada para el mantenimiento preventivo y correctivo de los tranvías. Comprende vías con foso, torno de ejes, zona de levante, maquinaria especializada, compresores, red de aire, elementos de seguridad, iluminación técnica y acceso a almacén.

MIL TRESCIENTOS EUROS

09.03 **m2 VIA DE LAVADO** **1.100,00**
Vía destinada a la limpieza exterior de las unidades mediante instalación automática o manual. Incluye equipos de cepillado, inyección de agua a presión, dosificación de productos, red de saneamiento específica y sistema de reciclaje de aguas.

MIL CIENT EUROS

09.04 **m2 EDIFICIO DE OFICINAS** **1.400,00**
Edificio anexo a las cocheras destinado a tareas administrativas y de gestión. Contiene despachos, salas de reuniones, vestuarios, aseos, archivo, servidores, sala técnica y dependencias auxiliares necesarias para el personal técnico y administrativo.

MIL CUATROCIENTOS EUROS

09.05 **m2 CENTRO DE CONTROL** **1.800,00**
Espacio destinado a la supervisión y gestión operativa del servicio tranviario. Aloja el sistema SAE, paneles de seguimiento, puestos de operador, grabadores de CCTV, sistema de comunicaciones, climatización redundante, SAI y conexiones con subestaciones y paradas.

MIL OCHOCIENTOS EUROS

09.06 **m2 URBANIZACION EXTERIOR** **180,00**
Obras de adecuación exterior en el recinto de cocheras, incluyendo viales internos, aceras, zonas de maniobra, jardinería, red de pluviales y alumbrado exterior. Prepara el entorno para circulación de tranvías, vehículos técnicos y personal de operación.

CIENTO OCHENTA EUROS



10 SEGURIDAD Y SALUD

10.01 ud PARTIDA GLOBAL DE SEGURIDAD Y SALUD 2.684.498,35

Partida global destinada a cubrir los gastos relativos a las medidas de seguridad y salud en la ejecución del proyecto del tranvía, incluyendo señalización provisional, protecciones colectivas, vallas, coordinación de seguridad, gestión de residuos peligrosos y control de riesgos laborales. El importe se ha estimado como el 3 % del Presupuesto de Ejecución Material (PEM), de acuerdo con criterios habituales en proyectos ferroviarios urbanos.

DOS MILLONES SEISCIENTOS OCHENTA Y CUATRO MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y
OCHO EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS



3. PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	UD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01		DEMOLICIONES Y MOVIMIENTO DE TIERRA			
01.01	m2	DEMOLICION DE PAVIMENTO URBANO Demolición y retirada de firme existente en calzada y acera, incluyendo pavimento bituminoso, baldosa hidráulica u hormigón, con carga y transporte a vertedero autorizado. Incluye medios mecánicos y limpieza de superficie.	61.589,00	31,64	1.948.675,96
1.02	m3	EXTRACCION DE TIERRA VEGETAL Retirada de capa superficial de terreno vegetal para adecuación del fondo de excavación. Incluye carga, transporte y depósito en vertedero o zona de acopio.	625,20	3,56	2.225,71
01.03	m3	RELLENO CON SUELO ESTABILIZADO Aporte y extendido de material granular o suelo estabilizado con cal/cemento para regularización de plataforma y mejora del terreno de asiento. Incluye compactación por tongadas.	14.996,56	18,14	272.037,60
TOTAL 01					2.222.939,27

02		PLATAFORMA Y VIA			
02.01	ml	VÍA EMBEBIDA HORMIGÓN IMPRESO (RI60) Ejecución de plataforma tranviaria con carril RI60 embebido en losa de hormigón armado. Incluye excavación, firme estructural, colocación de vía, junta elástica, pavimento superficial impreso, canalizaciones, drenaje y urbanización integrada.	17.111,00	2.207,98	37.780.745,78
02.02	ml	VÍA EMBEBIDA EN CÉSPED (RI60) Formación de plataforma verde con vía embebida mediante carril ranurado tipo RI60, sobre losa de hormigón y cama de césped natural o artificial. Comprende la ejecución del firme estructural, sistema de fijación del carril, sustrato vegetal, sistema de riego, bordillos laterales, drenaje longitudinal y transversal, y canalizaciones técnicas integradas.	435,00	2.300,00	1.000.500,00
02.03	ml	CANALIZACIONES MULTITUBULARES Instalación de conducciones técnicas para comunicaciones, red de tierra, sistemas de control, SAE y otros servicios del tranvía. Incluye zanja, arquetas, tubos PE o PVC, relleno y señalización según normativa.	17.546,00	91,35	1.602.827,10
02.04	ml	DRENAJE PLATAFORMA Ejecución de drenaje longitudinal con tubería perforada, geotextil y grava, para evacuación de aguas en plataforma. Incluye zanjas drenantes, pozos de registro, acometidas y conexión a red de saneamiento.	17.546,00	305,04	5.352.231,84



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO

02.05 ud DESVIO SIMPLE
Aparato de vía unidireccional para cambio entre vía principal y secundaria. Incluye desvío completo, traviesas, fijaciones, accionamiento manual o motorizado, y cimentación técnica sobre plataforma rígida.

12,00 101.143,27 1.213.719,24

02.06 ud BRETELLE (TRAVESÍA ENTRE VÍAS DOBLES)
Conjunto completo de dos aparatos de vía con cruce diagonal que permite el paso de tranvías de una vía a la otra en plataformas dobles. Incluye los dos desvíos, el cruce central, accionamiento sincronizado, sistema de enclavamiento, cimentación reforzada y señalización asociada.

4,00 185.000,00 740.000,00

TOTAL 02 **47.690.023,96**

03 PARADAS

03.01 ud ANDEN LATERAL
Andén aislado para servicio en un solo sentido. Incluye pavimentación antideslizante, señalización básica, canalización eléctrica, báculo de alumbrado, marquesina sencilla y espacio PMR.
Superficie aproximada: 135 m²

1,00 68.000,00 68.000,00

03.02 ud ANDEN CENTRAL
Andén único central entre vías para ambos sentidos. Incluye pavimento accesible, señalización, marquesina central, alumbrado, sistemas SAE y videovigilancia, así como canalización eléctrica y protección lateral.
Superficie aproximada: 135 m²

8,00 160.664,13 1.280.313,04

03.03 ud DOBLE ANDEN
Incluye dos andenes laterales enfrentados (uno por sentido), pavimentación accesible, marquesinas, alumbrado, mobiliario urbano, sistema de información al viajero, canalizaciones eléctricas, señalización y elementos de protección.
Superficie total aproximada: 270 m²

4,00 229.520,18 918.080,72

TOTAL 03 **2.271.393,76**

04 URBANIZACION DEL ENTORNO

04.01 m2 ACERAS CON BALDOSA HIDRAULICA
Ejecución de aceras nuevas en el entorno del tranvía, mediante pavimento de baldosa hidráulica prefabricada de hormigón, con acabado antideslizante, colocadas sobre solera de hormigón, incluyendo bordillo prefabricado, preparación del terreno, compactación, juntas de dilatación, limpieza final y remates laterales.

9.000,00 54,79 493.110,00

04.02 m2 REPOSICION DE PAVIMENTO EN ACERA
Reposición del pavimento de acera existente tras trabajos de obra civil que impliquen su rotura (zanjas, canalizaciones, bordillos), utilizando materiales compatibles con los originales, incluyendo picado, retirada, compactación de base, nuevo solado y remates. Estimación como porcentaje del total de longitud (5-10 % del trazado afectado).

2.000,00 31,76 63.520,00

04.03 ud TRASPLANTE DE ARBOL
Desmontaje y traslado de ejemplares arbóreos existentes en el trazado afectados por la obra. Incluye protección de raíces, transporte, replantado, entutorado y riego inicial.

380,00 1.265,54 480.905,20



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO

04.04	m2 ZONA AJARDINADA Acondicionamiento de zonas verdes junto a plataforma o paradas, incluyendo tierra vegetal, siembra de césped o especies de bajo mantenimiento, y sistema de riego localizado. Aproximadamente 400 m2/km.			
		70.018,00	8,04	562.944,72
04.05	ml ILUMINACION NUEVA Suministro e instalación de báculos de alumbrado público con luminaria LED, canalización, cimentación y cableado hasta el punto de conexión.			
		17.546,00	132,19	2.319.405,74
04.06	ml REPARACION O SUSTITUCION DE BORDILLO Desmontaje y colocación de bordillos prefabricados en tramos donde se altera la alineación de la acera por paso del tranvía. Incluye cimentación, colocación, rejuntado y limpieza. Se estima en 25 ud/km.			
		17.546,00	30,00	526.380,00
04.07	ud VADOS Y REBAJES DE BORDILLO PARA ACCESIBILIDAD Ejecución de rebajes de bordillo y rampas peatonales para asegurar accesibilidad universal en pasos de peatones. Incluye solado, secciones antideslizantes y señalización táctil. Se estima en 8 ud/km.			
		140,00	450,00	63.000,00
04.08	ud MOBILIARIO URBANO Suministro e instalación de bancos, papeleras, bolardos, barandillas y otros elementos. Materiales antivandálicos y resistentes a intemperie. Se estima en 25 ud/km.			
		438,00	600,00	262.800,00
TOTAL 04				4.772.065,66

05	SEÑALIZACION			
05.01	ml SEÑALIZACION TRANVIARIA Suministro e instalación de señalización específica para la circulación del tranvía, incluyendo semáforos tipo "T", señales verticales exclusivas, paneles luminosos de prioridad tranviaria, balizas de advertencia, elementos reflectantes y dispositivos auxiliares. Incluye cimentaciones, conexionado eléctrico, señalización nocturna y coordinación con el sistema de control del tranvía.			
		17.546,00	35,00	614.110,00
05.02	ud SEÑALIZACION VIARIA AFECTADA Suministro y colocación de señalización vertical de tráfico general afectada por la implantación del tranvía, incluyendo retirada, traslado o reposición de señales existentes, instalación de nuevas señales conforme a la normativa vigente, postes metálicos con cimentación, balizas, hitos y elementos delimitadores o reflectantes. Estimada en unidades, considerando 7 a 9 intervenciones por kilómetro de trazado.			
		140,00	500,00	70.000,00
TOTAL 05				684.110,00



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO

06	ELECTRIFICACION			
06.01	ml CATENARIA TRANVIARIA (POSTE CENTRAL/LATERAL) Suministro e instalación del sistema de electrificación aérea mediante catenaria para tranvía, incluyendo tanto configuración con postes centrales como laterales, adaptado a tramos rectos y curvos, con radios superiores e inferiores a 1000 metros. La partida comprende el conjunto de postes de soporte, cimentaciones, ménsulas, péndolas, hilos sustentadores y conductores de trabajo, accesorios de fijación, tensado y anclaje, así como su conexión a subestaciones. Incluye el montaje, alineación, reglaje, comprobación de tensiones, así como las pruebas de puesta en servicio.			
		17.546,00	145,00	2.544.170,00
06.02	ml FEEDER DE ACOMPAÑAMIENTO Cableado de alimentación adicional en paralelo al hilo de contacto, instalado a lo largo del trazado electrificado. Mejora la capacidad de distribución eléctrica, reduce caídas de tensión y permite doble alimentación. Incluye cable, fijaciones y canalización subterránea o aérea.			
		17.546,00	50,00	877.300,00
06.03	ud SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE TRACCIÓN Suministro e instalación de subestación eléctrica para alimentación del sistema tranviario. Incluye transformadores, rectificadores, celdas de media y baja tensión, protecciones, sistema de control, obra civil básica y conexionado a red de suministro. Cálculo estimado: 1 unidad cada 2.500–3.000 m.			
		4,00	800.000,00	3.200.000,00

06.04	ml PUESTA A TIERRA DE CATENARIA Y FEEDER Red de tierras distribuida a lo largo del trazado para derivación de corriente en caso de fallo. Incluye picas de puesta a tierra, cable de cobre desnudo, conectores y elementos de protección según norma UNE.			
		17.546,00	20,00	350.920,00
06.05	ud ARQUETAS DE REGISTRO Y SECCIONAMIENTO Arquetas prefabricadas de hormigón para registro de cables eléctricos (feeder, tierras, comunicaciones). Tapa clase D400 o superior, base drenante y entrada de tubos. Permite seccionamiento y mantenimiento. Estimación: 1 arqueta cada 200–300 m.			
		71,00	2.000,00	142.000,00
TOTAL 06				7.114.390,00

07	SISTEMAS E INSTALACIONES			
07.01	ml RED DE COMUNICACIONES Suministro e instalación de la red de telecomunicaciones del sistema tranviario. Incluye canalizaciones soterradas, arquetas, registros, tendido de fibra óptica o cableado estructurado, elementos de conexión y armarios técnicos, desde las paradas y talleres hasta el centro de control. Garantiza la transmisión de datos entre todos los subsistemas (SAE, CCTV, tarificación, megafonía).			
		17.546,00	60,00	1.052.760,00



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO

07.02	ud SISTEMA DE COMUNICACIONES Instalación de interfonos de emergencia, megafonía y paneles de información al viajero en paradas, talleres y centro de control. Incluye la red de radio operativa (TETRA o equivalente). Estimación: 1 por parada, taller y centro de control.	15,00	10.000,00	150.000,00
07.03	ud SISTEMA DE SEGURIDAD (CCTV Y CONTROL DE ACCESOS) Suministro e instalación del sistema de videovigilancia (CCTV) y control de accesos. Comprende cámaras fijas y domo antivandálicas en paradas, talleres y centro de control, servidores de grabación, red de comunicación, cableado, software de gestión y dispositivos de control remoto. Estimación: 1 por parada, taller y centro de control.	15,00	150.000,00	2.250.000,00
07.04	ud SISTEMA TARIFARIO (CANCELADORAS) Instalación del sistema de validación de títulos de transporte. Incluye canceladoras sin contacto (EMV/NFC), compatibles con tarjeta monedero o abonos multiviaje, integrables con la red del TUS. Montadas en paradas, con conexión a red de comunicaciones y software de gestión tarifaria centralizada. Estimación: 1 por andén.	17,00	9.000,00	153.000,00
07.05	ud SISTEMA DE AYUDA A LA EXPLOTACIÓN (SAE) Suministro del sistema centralizado de supervisión y control de la operación tranviaria. Comprende el software SAE, servidores, pantallas, sistemas de posicionamiento GPS, comunicación con unidades móviles y coordinación con la red de comunicaciones. Se instala en el centro de control para gestión en tiempo real del servicio. Estimación: 1 por centro de control.	1,00	180.000,00	180.000,00
TOTAL 07				3.785.760,00

08	MATERIAL MOVIL			
08.01	ud TRANVIA BIDIRECCIONAL TIPO URBOS Precio referencial por unidad.	8,00	2.000.000,00	16.000.000,00
TOTAL 08				16.000.000,00
09	TALLERES Y COCHERAS			
09.01	m2 ZONA DE COCHERAS Espacio cubierto o semicubierto destinado al estacionamiento diario de las unidades tranviarias. Incluye pavimento técnico reforzado, drenaje, marquesinas o cubiertas ligeras, iluminación y canalizaciones para energía y comunicaciones, con accesos a las vías de mantenimiento.	1.815,00	900,00	1.633.500,00
09.02	m2 TALLER TECNICO COMPLETO Instalación equipada para el mantenimiento preventivo y correctivo de los tranvías. Comprende vías con foso, torno de ejes, zona de levante, maquinaria especializada, compresores, red de aire, elementos de seguridad, iluminación técnica y acceso a almacén.	660,00	1.300,00	858.000,00
09.03	m2 VIA DE LAVADO Vía destinada a la limpieza exterior de las unidades mediante instalación automática o manual. Incluye equipos de cepillado, inyección de agua a presión, dosificación de productos, red de saneamiento específica y sistema de reciclaje de aguas.	400,00	1.100,00	440.000,00



PROYECTO DE TRANVÍA ENTRE VALDECILLA NORTE Y EL CAMPO DE FÚTBOL DEL SARDINERO
DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO

09.04	m2 EDIFICIO DE OFICINAS Edificio anexo a las cocheras destinado a tareas administrativas y de gestión. Contiene despachos, salas de reuniones, vestuarios, aseos, archivo, servidores, sala técnica y dependencias auxiliares necesarias para el personal técnico y administrativo.	300,00	1.400,00	420.000,00
09.05	m2 CENTRO DE CONTROL Espacio destinado a la supervisión y gestión operativa del servicio tranviario. Aloja el sistema SAE, paneles de seguimiento, puestos de operador, grabadores de CCTV, sistema de comunicaciones, climatización redundante, SAI y conexiones con subestaciones y paradas.	200,00	1.800,00	360.000,00
09.06	m2 URBANIZACION EXTERIOR Obras de adecuación exterior en el recinto de cocheras, incluyendo viales internos, aceras, zonas de maniobra, jardinería, red de pluviales y alumbrado exterior. Prepara el entorno para circulación de tranvías, vehículos técnicos y personal de operación.	6.839,42	180,00	1.231.095,60
TOTAL 09				4.942.595,60

10	SEGURIDAD Y SALUD			
10.01	ud PARTIDA GLOBAL DE SEGURIDAD Y SALUD Partida global destinada a cubrir los gastos relativos a las medidas de seguridad y salud en la ejecución del proyecto del tranvía, incluyendo señalización provisional, protecciones colectivas, vallas, coordinación de seguridad, gestión de residuos peligrosos y control de riesgos laborales. El importe se ha estimado como el 3 % del Presupuesto de Ejecución Material (PEM), de acuerdo con criterios habituales en proyectos ferroviarios urbanos.	1,00	2.684.498,35	2.684.498,35
TOTAL 10				2.684.498,35
TOTAL				92.167.776,60



4. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
01	DEMOLICIONES Y MOVIMIENTO DE TIERRAS...	2.222.939,27	2,41
02	PLATAFORMA Y VIA	47.690.023,96	51,74
03	PARADAS.....	2.271.393,76	2,46
04	URBANIZACIÓN DEL ENTORNO	4.772.065,66	5,18
05	SEÑALIZACION	684.110,00	0,74
06	ELECTRIFICACION	7.114.290,00	7,72
07	SISTEMAS E INSTALACIONES.....	3.785.760,00	4,11
08	MATERIAL MOVIL.....	16.000.000,00	17,36
09	TALLERES Y COCHERAS	4.942.595,60	5,36
10	SEGURIDAD Y SALUD.....	2.684.498,35	2,91

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	92.167.776,60
13,00 % Gastos generales.....	11.981.810,96
6,00 % Beneficio industrial.....	5.530.066,60
Suma.....	17.511.877,56

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	109.679.654,16
21% IVA.....	23.032.727,37

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	132.712.381,53
---------------------------------------	-----------------------

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CIENTO TREINTA Y DOS MILLONES SETECIENTOS DOCE MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS.

Firmado, el autor del proyecto:

Carlos Higuera Lorenzo

Santander, a 5 de septiembre de 2025



DOCUMENTO ADICIONAL –
OBJETIVOS DE DESARROLLO
SOSTENIBLE



INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	MARCO NORMATIVO Y ESTRATÉGICO	3
3.	CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO A LOS ODS.....	3
3.1.	ODS 3: SALUD Y BIENESTAR.....	3
3.2.	ODS 7: ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE.....	4
3.3.	ODS 9: INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRASTRUCTURAS.....	4
3.4.	ODS 11: CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES.....	4
3.5.	ODS 13: ACCIÓN POR EL CLIMA	4
4.	CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO A LOS ODS.....	4
5.	CONCLUSIÓN	5



1. INTRODUCCIÓN

La Agenda 2030 de las Naciones Unidas establece un marco global de acción mediante 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas específicas, dirigidas a promover un desarrollo equilibrado en las dimensiones económica, social y ambiental. El sector del transporte juega un papel central en el cumplimiento de dichos objetivos, ya que condiciona la calidad del aire, la eficiencia energética, la cohesión social y el crecimiento económico.

En este contexto, el proyecto de implantación de una línea de tranvía urbano en Santander constituye una actuación alineada con la consecución de varios ODS, al fomentar un modelo de movilidad sostenible, accesible y bajo en emisiones, contribuyendo de manera directa a la sostenibilidad urbana de la ciudad.



Figura 1. Agenda 2030 y los 17 ODS

2. MARCO NORMATIVO Y ESTRATÉGICO

La Unión Europea, el Gobierno de España y el propio Ayuntamiento de Santander han asumido compromisos en materia de sostenibilidad y reducción de emisiones, en coherencia con los ODS:

- Pacto Verde Europeo (Green Deal): apuesta por la descarbonización del transporte en 2050.
- Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030 (MITMA, 2021): impulso de la movilidad urbana limpia e inclusiva.
- Agenda Urbana Española: planificación integral de ciudades más sostenibles.
- Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS): documentos estratégicos que, en el caso de Santander, recogen la necesidad de fomentar modos de transporte público eléctrico de alta capacidad.

El tranvía se enmarca en estas políticas y actúa como herramienta de implementación de los ODS a escala local.

3. CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO A LOS ODS

3.1. ODS 3: SALUD Y BIENESTAR

El sistema tranviario contribuye a la mejora de la calidad de vida urbana al:

- Reducir la contaminación atmosférica, disminuyendo la presencia de partículas y gases nocivos procedentes del transporte privado motorizado.
- Reducir la contaminación acústica, al ser un modo de transporte más silencioso que los autobuses diésel o el tráfico rodado.
- Favorecer una movilidad activa e intermodal, al integrarse con itinerarios peatonales y ciclistas, fomentando hábitos de vida más saludables.



3.2. ODS 7: ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

El tranvía utiliza energía eléctrica como fuente de tracción, lo que permite:

- Avanzar hacia la electrificación del transporte urbano.
- Reducir la dependencia de los combustibles fósiles.
- Facilitar la incorporación de energías renovables en el suministro eléctrico del sistema.

3.3. ODS 9: INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURAS

La construcción de la infraestructura tranviaria aporta beneficios en el ámbito industrial y tecnológico:

- Desarrollo de una infraestructura moderna, fiable y sostenible que mejora la conectividad urbana.
- Impulso a la innovación tecnológica en señalización, control y explotación del sistema.
- Generación de empleo cualificado en fases de diseño, construcción y operación.

3.4. ODS 11: CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES

El proyecto se centra en mejorar la movilidad urbana con criterios de sostenibilidad:

- Creación de un medio de transporte accesible para todos los colectivos, incluyendo personas con movilidad reducida.
- Revalorización del espacio público, al integrar plataforma tranviaria con zonas ajardinadas o con pavimentos de calidad en entornos urbanos.
- Refuerzo de la cohesión social, al conectar barrios periféricos con el centro urbano.

3.5. ODS 13: ACCIÓN POR EL CLIMA

El tranvía constituye una medida directa para luchar contra el cambio climático:

- Reducción de las emisiones de CO₂ al desplazar parte del tráfico privado hacia el transporte colectivo.
- Alineamiento con los compromisos internacionales de reducción de gases de efecto invernadero.
- Contribución a la resiliencia urbana, preparando a la ciudad para un modelo energético más sostenible.

4. CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO A LOS ODS

Además de los ODS señalados, el proyecto tiene efectos indirectos sobre otros objetivos:

- ODS 4. Educación de calidad: al facilitar el acceso a centros educativos mediante transporte público.
- ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico: por la generación de empleo directo e indirecto durante las fases de construcción y explotación.
- ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres: al reducir la presión sobre áreas naturales periurbanas mediante un transporte más sostenible.



5. CONCLUSIÓN

El tranvía de Santander no solo responde a necesidades locales de movilidad, sino que se configura como una herramienta práctica para avanzar en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En particular, el proyecto contribuye de manera destacada a los ODS 3, 7, 9, 11 y 13, promoviendo una movilidad más limpia, una ciudad más habitable y una economía urbana más resiliente.

Su ejecución permitirá a Santander posicionarse como referente en movilidad sostenible, reforzando su compromiso con la Agenda 2030 y generando beneficios ambientales, sociales y económicos a largo plazo.

LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

De la Agenda 2030



Figura 2. Resumen de los 17 ODS

