

ANEJO Nº 25. ANÁLISIS MULTICRITERIO

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE AMPLIACIÓN SUR DE LA LÍNEA 11 DEL METRO DE MADRID

DOCUMENTO
ANEJO Nº 25. ANÁLISIS MULTICRITERIO

CONTROL DE EDICIONES		
VERSIÓN	FECHA	OBSERVACIONES
1.0	10/09/2025	1ª Edición
2.0	30/10/2025	2ª Edición (Tras Supervisión)
3.0		

ANEJO Nº 25. ANÁLISIS MULTICRITERIO

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETO	1
2	METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS	1
2.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA.....	1
2.2	DETERMINACIÓN DE LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN	1
2.3	OBTENCIÓN DE INDICADORES	2
2.4	PUNTUACIÓN GLOBAL. ÍNDICE DE PERTINENCIA	4
2.5	ANÁLISIS DE ROBUSTEZ Y DE SENSIBILIDAD	4
3	DEFINICIÓN Y VALORACIÓN DE LOS DIFERENTES OBJETIVOS.....	5
3.1	CRITERIO FUNCIONAL	5
3.1.1	<i>Longitud de cada alternativa</i>	<i>5</i>
3.1.2	<i>Calidad del trazado en planta.....</i>	<i>5</i>
3.1.3	<i>Calidad del trazado en alzado</i>	<i>6</i>
3.1.4	<i>Accesibilidad.....</i>	<i>6</i>
3.1.5	<i>Transbordo entre estaciones de Metro</i>	<i>6</i>
3.1.6	<i>Puntuación global criterio funcional.....</i>	<i>7</i>
3.2	CRITERIO AMBIENTAL	7
3.2.1	<i>Vibraciones.....</i>	<i>7</i>
3.2.2	<i>Generación de residuos de excavación</i>	<i>8</i>
3.2.3	<i>Generación de residuos de demolición</i>	<i>8</i>
3.2.4	<i>Vegetación.....</i>	<i>9</i>
3.2.5	<i>Afección a vulnerables en fase de obra</i>	<i>9</i>
3.2.6	<i>Puntuación global criterio ambiental</i>	<i>10</i>

3.3	CRITERIO ECONÓMICO	11
3.3.1	<i>Presupuesto</i>	11
3.3.2	<i>Plazo</i>	11
3.3.3	<i>Beneficio económico. Rentabilidad</i>	12
3.3.4	<i>Puntuación global criterio económico</i>	12
3.4	CRITERIO TERRITORIAL - SOCIAL	13
3.4.1	<i>Demanda ferroviaria</i>	13
3.4.2	<i>Accesos</i>	13

3.4.5	<i>Puntuación global criterio territorial - social</i>	14
4	RESULTADOS OBTENIDOS	15
4.1	VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	15
5	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y ROBUSTEZ	16
5.1	ANÁLISIS DE ROBUSTEZ	16
5.2	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	16

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 - Peso considerado para cada objetivo	2
TABLA 2 - Criterio Funcional	5
TABLA 3 - Resultado criterio Funcional	7
TABLA 4 - Criterio Ambiental	7
TABLA 5 - Resultado criterio Ambiental	10

TABLA 6 - Criterio Económico	11
TABLA 7 - Resultado criterio Económico	12
TABLA 8 - Criterio Territorial - Social	13
TABLA 9 - Resultado criterio Territorial - Social	14
TABLA 10 - Resumen valoraciones de cada alternativa	15
TABLA 11 - Puntuación total de cada alternativa	15
TABLA 12 - Análisis de robustez	16
TABLA 13 - Análisis de sensibilidad	16

APÉNDICES

APÉNDICE 1. ESTUDIO DE RENTABILIDAD	17
---	----

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El presente documento corresponde al Anejo “Definición y Selección de Alternativas. Análisis Multicriterio” del “Estudio Informativo de Ampliación Sur de la Línea 11 del Metro de Madrid”.

Su objeto es mostrar la evaluación y el análisis comparativo de las tres alternativas que se presentan en este Estudio Informativo y seleccionar la más idónea para cumplir con la función encomendada.

El análisis requiere de la definición previa de criterios de valoración relevantes para cuantificar comparativamente los beneficios de cada solución. Esos criterios principales se analizan desde diversos puntos de vista significativos (factores) y estos, a su vez, mediante determinados parámetros objetivos y cuantificables.

De todo ello resulta una conclusión analítica acerca de cuál resulta la alternativa más adecuada y por tanto, cuál será objeto de la propuesta de selección final

2 METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS

2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA

La metodología del análisis se basa en el desarrollo del siguiente proceso:

- Determinación de los criterios, factores y parámetros más adecuados para valorar el nivel de cumplimiento de los objetivos de la actuación.
- Obtención de los indicadores que permitan valorar cuantitativamente las alternativas con respecto a estos criterios.
- Obtención del modelo numérico o matriz de valoración de alternativas que sintetice las valoraciones parciales en un solo índice aplicando coeficientes de ponderación o pesos que permitan graduar la importancia de cada criterio.
- Aplicación de procedimientos de análisis basados en el modelo numérico obtenido y que, empleando diversos criterios de aplicación de pesos, permitan la evaluación y comparación de alternativas.

- Partiendo de la matriz de valoración de alternativas, se elegirá aquella que reúne mejores condiciones de manera global. Para ello, el análisis se apoya en métodos basados en técnicas de decisión multiobjetiva de programación lineal.

Existen dos grandes grupos de métodos, los de agregación total y los de agregación parcial:

- Los de agregación total se basan en obtener una clasificación de las alternativas mediante la suma ponderada de los criterios correspondientes con sus correspondientes pesos. De esta manera, al final del proceso se tiene una clasificación cuantitativa mediante puntuación numérica. Se puede así establecer una referencia cuantitativa de la idoneidad relativa las soluciones.
- Los de agregación parcial se caracterizan por clasificar a las alternativas cualitativamente, es decir, al final solo se puede asegurar que una alternativa es mejor o peor que otra, pero sin cuantificación numérica relativa.

De entre los innumerables métodos de agregación total, destaca el Método Pattern, que es el procedimiento de análisis adoptado en este Estudio Informativo para así realizar una comparación cuantitativa de las alternativas. Este método consiste en aplicar pesos para cada criterio de tal forma que correspondan a un orden de preferencias relativas que se propone como más adecuado para evaluar la actuación.

Con el objetivo de comprobar la idoneidad de los pesos escogidos para cada uno de los criterios y evaluar definitivamente las diferentes alternativas considerando otros factores de ponderación, el análisis multicriterio incluirá un análisis de sensibilidad y un análisis de robustez.

Cabe señalar que las 3 alternativas planteadas en este estudio informativo presentan importantes diferencias entre ellas, como son que las alternativas 2 y 3 conectan con la actual Línea 10 de Metro en la estación de Cuatro Vientos, mientras que la alternativa 1 conecta en la estación de Aviación Española, lo cual implica que los trazados de las alternativas 2 y 3 sean del orden de 1.000m más cortos que el trazado de la alternativa 1. Estas diferencias pueden motivar resultados más favorables en un análisis Pattern hacia las alternativas más similares entre si.

2.2 DETERMINACIÓN DE LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN

El primer paso de este análisis es el establecimiento de los objetivos que se pretenden alcanzar,

y que vienen determinados, para el caso de una infraestructura pública como la contemplada, por las distintas expectativas o exigencias que la sociedad se plantea ante una inversión de este tipo.

Se definen los siguientes cuatro objetivos a satisfacer por la actuación:

- **OBJETIVO FUNCIONAL:** obtener la alternativa que ofrezca un mejor servicio al usuario.
- **OBJETIVO AMBIENTAL:** obtener la alternativa que produzca un menor impacto residual sobre el medio.
- **OBJETIVO ECONÓMICO:** obtener la alternativa que presente la mayor rentabilidad económica.
- **OBJETIVO TERRITORIAL / SOCIAL:** obtener la alternativa que aporte una mejora más significativa de la implantación de la infraestructura.

Cada objetivo se traduce en un criterio de valoración, para el que se deduce una puntuación única denominada indicador, cuyos valores oscilan en todos los casos entre 0 y 1. Esta puntuación única es el resultado de la evaluación mediante diversos factores, y, en algunos casos a su vez, mediante parámetros elementales escogidos por su representatividad, su importancia y la factibilidad de su valoración mediante métodos cuantitativos.

Los factores adoptados dentro de cada criterio objetivo se desarrollan en los apartados correspondientes, para cada una de las alternativas planteadas. La gradación en criterios, factores y parámetros permite una aproximación progresiva a cada alternativa propuesta, y a la vez una simplificación de su valoración mediante la obtención de una sola puntuación por alternativa para cada objetivo.

A cada uno de los criterios establecidos se le asigna un peso (a, b, c, d), con el fin de reflejar su importancia relativa a la hora de escoger la mejor alternativa, utilizando el método PATTERN.

Serán pesos entre 0 y 1, de manera que la suma de todos debe ser 1.

En este estudio se adoptan los siguientes pesos para el análisis multicriterio:

TABLA 1 - PESO CONSIDERADO PARA CADA OBJETIVO

CRITERIO	PESO
Funcional (a)	0,25
Ambiental (b)	0,25
Económico (c)	0,25
Territorial / Social (d)	0,25

Dentro de cada criterio, a su vez, a cada uno de los factores que lo componen se le asigna también un peso entre 0 y 1, siendo 1 la suma de todos ellos.

2.3 OBTENCIÓN DE INDICADORES

La modelización numérica requiere la utilización de unos índices objetivos que definan cuantitativamente el comportamiento de las alternativas con respecto a cada criterio. Dado que estos índices suponen en algunos casos una síntesis de diversos factores que intervienen en la caracterización, se considera necesario desarrollar la obtención de los indicadores en dos niveles:

NIVEL 2: En él se produce la **caracterización de los factores** a través de su valor deducido o medido y, cuando el factor sea compuesto, a través de un índice que sintetiza las aportaciones de sus componentes (parámetros elementales simples), empleando cuando sea necesario pesos basados en factores objetivos para graduar el nivel de influencia de cada uno de estos factores compuestos.

La puntuación resultante en este nivel proviene de las siguientes fórmulas:

- **Puntuación Factor Homogeneizada (PFH)**

La Puntuación Factor Homogeneizada (PFH) es una técnica utilizada para normalizar y comparar datos de diferentes criterios en una escala común. Su objetivo es permitir que criterios con diferentes unidades puedan ser evaluados de forma justa y objetiva. La PFH convierte los valores originales de un criterio en una escala uniforme.

- a) Si la puntuación del factor se deduce de la medición de un solo parámetro, la puntuación homogeneizada correspondiente a ese factor proviene de graduar

entre 0 y 1 las puntuaciones obtenidas por cada alternativa. Se le asigna puntuación 0 al pésimo valor posible del parámetro ($V_{\text{pésimo}}$) y 1 al óptimo ($V_{\text{óptimo}}$).

En base a ello, la fórmula de puntuación de la Alternativa “i” según el factor “k” resulta la siguiente:

$$PFH_{ik} = (V_{ik} - V_{k \text{ pésimo}}) / (V_{k \text{ óptimo}} - V_{k \text{ pésimo}})$$

Siendo:

V_{ik} : Valor del parámetro medido del factor “k” en la Alternativa “i”

$V_{k \text{ pésimo}}$: Valor pésimo posible considerado para el factor “k”

$V_{k \text{ óptimo}}$: Valor óptimo posible considerado para el factor “k”

- o b) Si la puntuación del factor se deduce de varios parámetros elementales, su puntuación se obtiene de la suma ponderada de las puntuaciones homogeneizadas de los parámetros del que se deduce.

En base a ello, la fórmula de puntuación de la Alternativa “i” según el factor “k” resulta la siguiente:

$$PFH_{ik} = \sum (PPH_{ikl} * P_{k_l})$$

Siendo:

PPH_{ik} : Puntuación Homogeneizada del Parámetro Elemental “l”, dentro del factor “k” en la Alternativa “i”, a su vez, obtenido de la siguiente fórmula (similar a la de puntuación del factor cuando éste proviene de un solo parámetro):

$$PPH_{ikl} = (V_{ikl} - V_{kl \text{ pésimo}}) / (V_{kl \text{ óptimo}} - V_{kl \text{ pésimo}})$$

Siendo:

V_{ikl} : Valor del parámetro medido del Parámetro Elemental “l”, dentro del factor “k” en la Alternativa “i”

$V_{kl \text{ pésimo}}$: Valor pésimo posible considerado para el parámetro “l” dentro del factor “k”

$V_{kl \text{ óptimo}}$: Valor óptimo posible considerado para el parámetro “l” dentro del factor “k”

P_{k_l} : Peso relativo asignado al Parámetro Elemental “l” dentro del factor “k”. La suma de pesos debe resultar 1 ($\sum P_{k_l} = 1$)

En todos los casos, los Valores Óptimo y Pésimo se obtienen considerando la muestra de valores de las diferentes alternativas como una distribución normal, considerando los límites inferior y superior con una probabilidad del 95%, valores que se corresponden con:

$$V_{\text{óptimo}} = \text{Media} \pm 2 \times \text{Desviación Típica}$$

$$V_{\text{pésimo}} = \text{Media} \pm 2 \times \text{Desviación Típica}$$

NIVEL 1: En este nivel se produce la caracterización de los criterios mediante la suma ponderada de las puntuaciones según los factores elegidos.

La puntuación resultante en este nivel proviene de las siguientes fórmulas:

- **Puntuación Criterio Homogeneizada (PCH)**

- o a) Si la puntuación del criterio se deduce de la medición de un solo factor “k”, la puntuación homogeneizada correspondiente a ese criterio coincide con la del único factor del que se deduce.

Así pues, la fórmula de puntuación homogeneizada de la Alternativa “i” según el criterio “j” resulta la siguiente:

$$PCH_{ij} = PFH_{ijk}$$

Siendo:

PFH_{ijk} : Puntuación Homogeneizada del criterio “j” de la Alternativa i, según el único factor “k”

- o b) Si la puntuación del criterio se deduce de varios factores, su puntuación se obtiene de la suma ponderada de las puntuaciones homogeneizadas de los factores.

En base a ello, la fórmula de puntuación homogeneizada de la Alternativa “i” según el criterio “j” resulta la siguiente:

$$PCH_{ij} = \sum (PFH_{ijk} * P_{jk})$$

Siendo:

PFH_{jk} : Puntuación Homogeneizada del factor “j”, dentro del factor “k” en la Alternativa “i”

P_{jk} : Peso relativo asignado al factor “k” dentro del criterio “j”. La suma de pesos debe resultar 1 ($\sum P_{jk}=1$)

2.4 PUNTUACIÓN GLOBAL. ÍNDICE DE PERTINENCIA

Tras la obtención del modelo numérico de puntuación según los distintos criterios, se evalúan las alternativas de forma global, aplicando el método PATTERN (Planning Assistance through Technical Evaluation of Relevance Numbers).

El método utiliza los Índices de Pertinencia (IP), que son las puntuaciones resultantes de operar las puntuaciones del modelo con la combinación de pesos escogida para cada criterio.

Dado que la suma de pesos es la unidad, el Índice de Pertinencia indica la probabilidad de que la alternativa alcance todos los objetivos, por lo que la que obtenga un valor mayor será la mejor.

La valoración de cada alternativa, resultado por tanto de operar los indicadores del modelo con los pesos adoptados, según la siguiente fórmula:

Puntuación Global Alternativa (Índice de Pertinencia) = a x Puntuación Criterio Funcional + b. x Puntuación Criterio Ambiental + c x Puntuación Criterio Económico + d x Puntuación Criterio Territorial

De esta manera, el método crea un modelo que permite la comparación directa de las alternativas. Y la mejor alternativa es la que obtiene la mayor Puntuación Global o Índice de Pertinencia.

2.5 ANÁLISIS DE ROBUSTEZ Y DE SENSIBILIDAD

Para comprobar la idoneidad de la alternativa escogida, y los coeficientes de ponderación empleados, se utilizan los siguientes procedimientos:

- **Análisis de robustez:** Consiste en aplicar todas las combinaciones posibles de pesos (de 0 a 1, con incrementos de 0.05) a todos los criterios comprendidos en el modelo numérico anterior, obteniéndose el número de veces que cada alternativa resulta ser óptima.

Este procedimiento está desprovisto de componentes subjetivos, y pone de relieve qué alternativas presentan mejor comportamiento general con los criterios marcados.

En este caso, con 3 alternativas diferentes, aplicando los diferentes pesos a los objetivos funcional, ambiental, económico y territorial-social, se obtendrán 1.771 casos diferentes, obteniendo el número de veces que cada alternativa obtiene una mayor puntuación global.

- **Análisis de sensibilidad:** Consiste en aplicar el mismo procedimiento que en el análisis de robustez pero limitando los valores posibles de cada peso a un cierto rango, de manera que se intenta ir acercando las ponderaciones de los criterios a las que el analista considera más apropiadas por las características de la zona de estudio. En este caso, se variarán los pesos utilizados en el método PATTERN en un intervalo de + /- 0.20, con incrementos de 0.05, considerando todas las combinaciones posibles en este rango.

Se evita así tomar en consideración en el análisis ponderaciones extremas que podrían distorsionarlo, y se puede analizar la sensibilidad de los pesos seleccionados previamente en la obtención de la alternativa seleccionada

De este modo, para 3 alternativas se obtienen 35 casos diferentes, obteniendo el número de veces que cada alternativa obtiene una mayor puntuación global.

3 DEFINICIÓN Y VALORACIÓN DE LOS DIFERENTES OBJETIVOS

3.1 CRITERIO FUNCIONAL

Para evaluar la funcionalidad de cada alternativa, de cara a proporcionar a los usuarios de la vía una circulación cómoda y segura y optimizar los costes de mantenimiento, se han considerado diversos factores que intervienen directamente en la funcionalidad de los trazados estudiados.

Tras el cálculo de la puntuación según estos factores, el objetivo funcional se determina mediante la ponderación de las puntuaciones de cada uno de ellos.

La valoración del objetivo funcional se realiza a partir de los siguientes aspectos y parámetros considerados:

TABLA 2 - CRITERIO FUNCIONAL

ASPECTO FUNCIONAL	PARÁMETRO CONSIDERADO	PESO
Longitud	Longitud del trazado de la alternativa (m)	0,15
Calidad del trazado en planta	Porcentaje del trazado en curva (%)	0,25
Calidad del trazado en alzado	Porcentaje del trazado con pendiente igual o superior al 3% (%)	0,30
Accesibilidad	Profundidad de la estación (m)	0,15
Tiempo de transbordo Metro	Tiempo de transbordo entre Línea 11 y Línea 10 en la estación (ud)	0,15

3.1.1 Longitud de cada alternativa

Uno de los aspectos a valorar es la longitud de las alternativas planteadas. Se considera que una alternativa con menor longitud de recorrido cumple mejor el objetivo de unir los puntos inicial y final del ámbito de estudio, y por tanto la puntuación asociada será mayor.

Se considera la longitud total de cada alternativa desde la estación de La Fortuna.

Como se ha señalado, las alternativas 2 y 3 conectan con la Línea 10 en Cuatro Vientos, con un trazado unos 1.000m inferior al de la alternativa 1, que conecta en la estación de Aviación Española, siguiente estación de Línea 10, por lo que no serían directamente comparables en

longitud al conectar con Línea 10 en puntos muy diferentes. Pese a ello, se realiza el análisis con este aspecto funcional, obteniendo el siguiente resultado.

En todos los aspectos incluidos en este análisis, se señala en color verde la alternativa con mayor puntuación, más favorable, indicando en color naranja aquella con menor puntuación en cada aspecto.

ASPECTO FUNCIONAL		Longitud			
PARÁMETRO		Longitud de trazado de cada alternativa (m)			
PESO		0,15			
Alternativa	Valor medido	Valor óptimo (μ - 2σ)	Valor pésimo (μ + 2σ)	Puntuación (pésimo- medido /pésimo- óptimo)	Puntuación parámetro homogeneizada
1				0,21	0,03
2				0,62	0,09
3				0,66	0,10

Media (μ)	
Desviación estándar (σ)	
Probabilidad 95% (2σ)	

3.1.2 Calidad del trazado en planta

La disposición del trazado en planta repercute en el confort de los usuarios, en el mantenimiento de la línea ferroviaria y tienen también incidencia en la velocidad del recorrido, independientemente del esquema de explotación adoptado por la línea.

Para cada alternativa, se obtiene el porcentaje de trazado en planta que discurre con curva, incluyendo clotoides, desde la estación de La Fortuna, obteniendo los siguientes resultados.

ASPECTO FUNCIONAL		Calidad del trazado en planta			
PARÁMETRO		Porcentaje del trazado en curva (%)			
PESO		0,25			
Alternativa	Valor medido	Valor óptimo (μ - 2σ)	Valor pésimo (μ + 2σ)	Puntuación (pésimo- medido /pésimo- óptimo)	Puntuación parámetro homogeneizada
1	50,34%	42,36%	64,42%	0,64	0,16
2	50,08%			0,65	0,16
3	59,76%			0,21	0,05

Media (μ)	53,39%
Desviación estándar (σ)	5,52%
Probabilidad 95% (2σ)	11,03%

3.1.3 Calidad del trazado en alzado

La calidad del trazado depende del perfil longitudinal, de manera que mejora el confort sobre los usuarios con una menor pendiente. Este concepto también influye sobre el consumo de los vehículos.

El perfil longitudinal de las líneas de Metro de Madrid se compone de un conjunto de rasantes rectas, unidas entre sí por curvas de acuerdo circulares o parabólicas. La inclinación de las rasantes está limitada por la normativa a un 35 ‰ (35 milésimas). El valor mínimo de la rasante es de 0 milésimas en estaciones, ya que éstas no pueden tener inclinación.

Teniendo en cuenta lo anterior, para valorar la calidad del trazado en planta se ha considerado el porcentaje de trazado con pendientes superiores o iguales a 30 milésimas, obteniendo el siguiente resultado.

ASPECTO FUNCIONAL		Calidad del trazado en alzado			
PARÁMETRO		Porcentaje del trazado con pendiente igual o superior al 3% (%)			
PESO		0,30			
Alternativa	Valor medido	Valor óptimo ($\mu - 2\sigma$)	Valor pésimo ($\mu + 2\sigma$)	Puntuación (pésimo-medido / pésimo-óptimo)	Puntuación parámetro homogeneizada
1	17,40%	10,07%	26,49%	0,55	0,17
2	22,75%			0,23	0,07
3	14,68%			0,72	0,22

Media (μ)	18,28%
Desviación estándar (σ)	4,11%
Probabilidad 95% (2σ)	8,21%

3.1.4 Accesibilidad

La profundidad de la estación repercute en la accesibilidad de los usuarios a las estaciones tanto en el día a día como en condiciones de evacuación. Una estación menos profunda resultará más accesible al usuario. Teniendo en cuenta la profundidad de la nueva estación de cada alternativa, se obtiene el resultado siguiente.

ASPECTO FUNCIONAL		Accesibilidad			
PARÁMETRO		Profundidad de la estación (m)			
PESO		0,15			
Alternativa	Valor medido	Valor óptimo ($\mu - 2\sigma$)	Valor pésimo ($\mu + 2\sigma$)	Puntuación (pésimo-medido / pésimo-óptimo)	Puntuación parámetro homogeneizada
1				0,45	0,07
2				0,77	0,12
3				0,28	0,04

Media (μ)	
Desviación estándar (σ)	
Probabilidad 95% (2σ)	

3.1.5 Transbordo entre estaciones de Metro

Pero no solo la profundidad de la estación repercute en el confort del usuario. Este valora positivamente otros aspectos como pueden ser transbordos cortos entre líneas diferentes, menos tramos de escaleras así como no tener que volver a pasar por los tornos en el cambio de línea, con el consiguiente paso del billete correspondiente por estos.

Dando un valor unitario a cada uno de estos puntos, se obtienen las siguientes puntuaciones para cada alternativa, considerando en el caso de la alternativa 3 un mayor tiempo en el trasbordo entre estaciones por su ubicación, así como mayor número de escaleras y la necesidad de pasar el billete de nuevo al cambiar de línea en esta alternativa. Con ello, se obtiene el siguiente resultado.

ASPECTO FUNCIONAL		Transbordo Metro			
PARÁMETRO		Tiempo de transbordo entre L11 y L10 (ud)			
PESO		0,15			
Alternativa	Valor medido	Valor óptimo ($\mu - 2\sigma$)	Valor pésimo ($\mu + 2\sigma$)	Puntuación (pésimo-medido / pésimo-óptimo)	Puntuación parámetro homogeneizada
1	6,00	1,30	11,37	0,53	0,08
2	4,00			0,73	0,11
3	9,00			0,24	0,04

Media (μ)	6,33
Desviación estándar (σ)	2,52
Probabilidad 95% (2σ)	5,03

3.1.6 Puntuación global criterio funcional

De la suma de puntuaciones homogeneizadas de los factores y aplicando el peso correspondiente (0,25) resulta la siguiente puntuación homogeneizada del **CRITERIO FUNCIONAL**:

TABLA 3 - RESULTADO CRITERIO FUNCIONAL

CRITERIO	FUNCIONAL		
Alternativa	Suma puntuación homogeneizada de factores	Peso criterio	Puntuación criterio homogeneizado
1	0,51	0,25	0,13
2	0,55		0,14
3	0,44		0,11

La alternativa con mejor puntuación en este criterio es la alternativa 2, seguida de cerca por la alternativa 1, con última posición para la alternativa 3.

3.2 CRITERIO AMBIENTAL

La cuantificación de los aspectos ambientales que se consideran más relevantes y que suponen diferencias entre las diferentes alternativas analizadas ha sido realizada de manera conjunta con el Documento Ambiental que forma parte de este Estudio Informativo. Dicho documento evalúa el impacto de cada alternativa sobre el Medio Ambiente.

Cabe destacar que, en general, el orden de magnitud de los parámetros ambientales valorados es similar entre las 3 alternativas. Por este motivo, se incluyen en este análisis multicriterio aquellos aspectos ambientales que representan diferencias entre las tres alternativas planteadas.

La valoración del objetivo ambiental se realiza a partir de los siguientes aspectos y parámetros considerados:

TABLA 4 - CRITERIO AMBIENTAL

ASPECTO AMBIENTAL	PARÁMETRO CONSIDERADO	PESO
Vibraciones	Uso de mantas antivibratorias (m de trazado)	0,15
Generación de residuos de excavación	Movimiento de tierras. Diferencia entre excavación y relleno (m3)	0,15
Generación de residuos de demolición	Residuos de demolición (m3)	0,25
Vegetación	Árboles afectados en terreno público (ud)	0,20
Afección a vulnerables durante las obras	Distancia mínima a colegios y/o edificaciones militares (m)	0,30

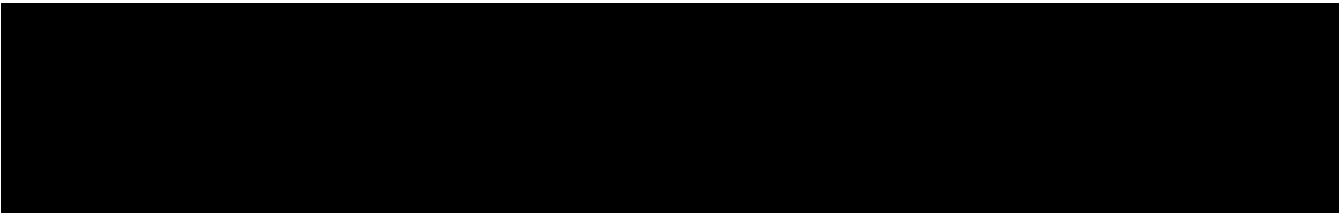
3.2.1 Vibraciones

Las vibraciones que se producen durante la excavación de un túnel pueden afectar a la estabilidad de edificaciones, infraestructuras y servicios existentes en superficie.

También pueden provocar molestias y problemas de salud a la población cercana.

Además, pueden incrementar la turbidez y movimiento de partículas en aguas subterráneas,

afectando a su calidad y flujo, y dañar el posible ecosistema y alterar el equilibrio geológico natural.



ASPECTO AMBIENTAL		Vibraciones			
PARÁMETRO		Afecciones vibratorias - Uso de mantas antivibratorias (m trazado)			
PESO		0,15			
Alternativa	Valor medido	Valor óptimo (μ - 2σ)	Valor pésimo (μ + 2σ)	Puntuación (pésimo-medido /pésimo-óptimo)	Puntuación parámetro homogeneizada
1				0,21	0,03
2				0,64	0,10
3				0,65	0,10

Media (μ)	
Desviación estándar (σ)	
Probabilidad 95% (2σ)	

3.2.2 Generación de residuos de excavación

En la realización de una obra de metro subterráneo se produce un gran movimiento de tierras, producido principalmente en la excavación del túnel y de la estación de cada alternativa.

El volumen de excedente de tierra que no pueda ser reutilizado en la obra deberá ser gestionado de acuerdo con el Plan de Gestión Integrada de los Residuos de Construcción y Demolición de la Comunidad de Madrid.

La menor generación de residuos se producirá en la alternativa 2, con un trazado un km más corto que la alternativa 1

Considerando el volumen excedente de tierras como la diferencia entre el volumen de excavación y el volumen de relleno, se obtienen los datos que se recogen en la tabla siguiente, junto con el resultado obtenido.

ASPECTO AMBIENTAL		Generación de residuos de excavación			
PARÁMETRO		Movimientos de tierras: Diferencia entre excavación y rellenos (m3)			
PESO		0,15			
Alternativa	Valor medido	Valor óptimo (μ - 2σ)	Valor pésimo (μ + 2σ)	Puntuación (pésimo-medido /pésimo-óptimo)	Puntuación parámetro homogeneizada
1	476.120,00	175.505,20	598.156,70	0,29	0,04
2	270.177,80			0,78	0,12
3	414.195,05			0,44	0,07

Media (μ)	386.830,95
Desviación estándar (σ)	105.662,87
Probabilidad 95% (2σ)	211.325,75

3.2.3 Generación de residuos de demolición

Hay otro tipo de residuos importantes en una obra de este tipo, como son los residuos procedentes de demoliciones tanto de aceras o soleras

amianto, que deberá ser tratada de manera especial. Este material, comúnmente utilizado en construcciones anteriores, presenta un riesgo significativo para la salud y el medio ambiente si no es gestionado adecuadamente. Se deberán adoptar los protocolos necesarios para la identificación, manejo, retirada y disposición final de materiales que contengan amianto, conforme a la normativa vigente en materia de residuos peligrosos y seguridad laboral, al tiempo que se deberán implementar medidas de control y prevención ambiental para minimizar la dispersión y asegurar la protección de los trabajadores y la población cercana.

De este modo, se estiman los volúmenes siguientes de residuos procedentes de demoliciones de construcción, obteniendo el resultado siguiente.

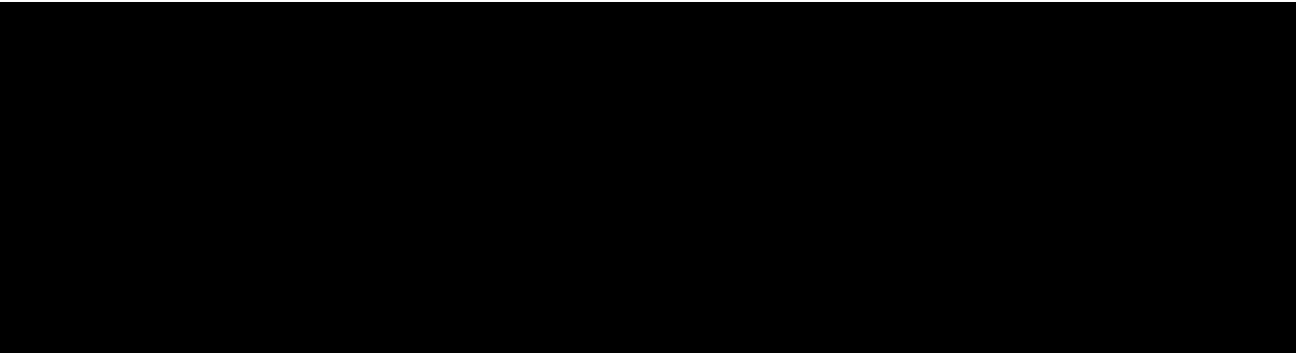
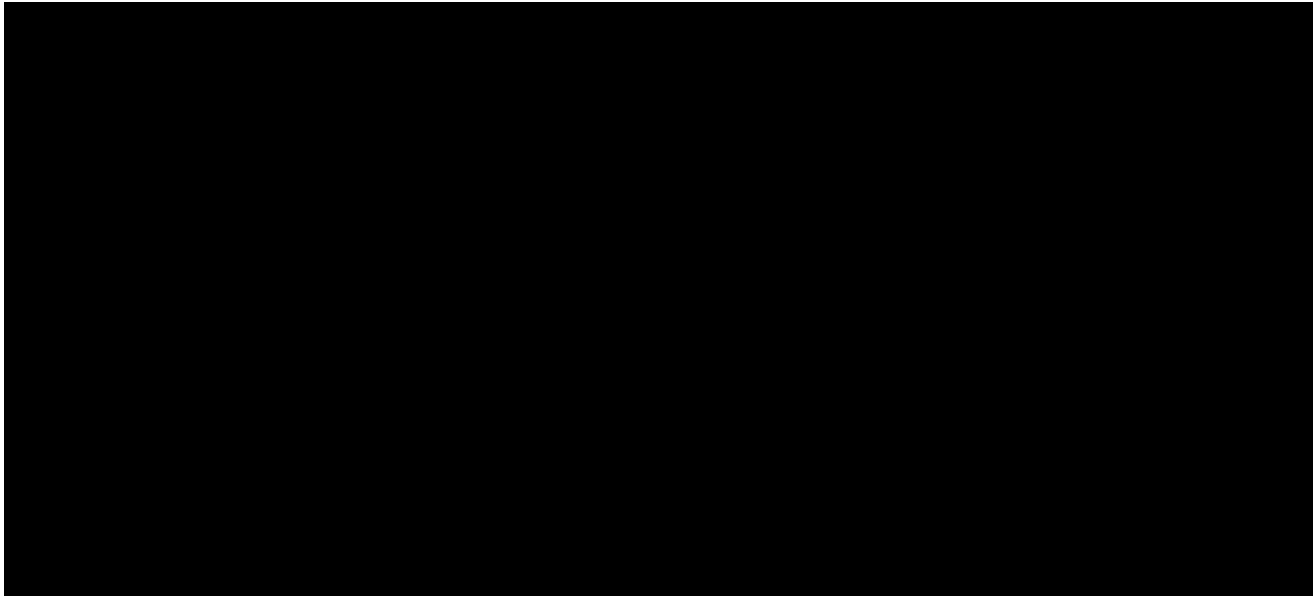
ASPECTO AMBIENTAL		Generación de residuos de demolición			
PARÁMETRO		Residuos de demoliciones (m3)			
PESO		0,25			
Alternativa	Valor medido	Valor óptimo ($\mu - 2\sigma$)	Valor pésimo ($\mu + 2\sigma$)	Puntuación (pésimo-medido /pésimo-óptimo)	Puntuación parámetro homogeneizada
1				0,70	0,18
2				0,24	0,06
3				0,73	0,18

Media (μ)	
Desviación estándar (σ)	
Probabilidad 95% (2σ)	

3.2.4 Vegetación

La ejecución de las obras, especialmente de la estación y de aquellos elementos que se ejecutan desde la superficie, como pozos de todo tipo y salidas de emergencia, afectará a la cubierta vegetal existente en la zona, afectando de manera especial a árboles existentes en la zona, que deberán ser talados o trasplantados.

Pero también la formación de las campas de trabajo y acopios de materiales cercanas al lugar de construcción de la estación o lugares de acceso para la ejecución del túnel, motiva ocupar durante el tiempo que dure la obra, unos 3 años aproximadamente, lugares que actualmente son parques y jardines, y que verán afectada su vegetación y árboles, que igualmente deberán ser talados o trasplantados.



De este modo, se consideran los árboles que se verán afectados por las obras, considerando aquellos que se encuentran en zona pública y que no tienen previamente prevista su afectación por otras obras o planes urbanísticos.

ASPECTO AMBIENTAL		Vegetación			
PARÁMETRO		Árboles afectados en terreno público (ud)			
PESO		0,20			
Alternativa	Valor medido	Valor óptimo ($\mu - 2\sigma$)	Valor pésimo ($\mu + 2\sigma$)	Puntuación (pésimo-medido /pésimo-óptimo)	Puntuación parámetro homogeneizada
1	2,00	0,00	50,16	0,96	0,19
2	0,00			1,00	0,20
3	34,00			0,32	0,06

Media (μ)	12,00
Desviación estándar (σ)	19,08
Probabilidad 95% (2σ)	38,16

3.2.5 Afección a vulnerables en fase de obra

Dentro de la evaluación de impactos potenciales generados, se considera relevante la posible alteración del sosiego y la calidad de vida de la población en determinadas zonas del trazado. Cuanto menor sea la distancia de la obra a elementos sensibles, mayor será la afección que se produzca.

Los trabajos en superficie a realizar en la alternativa discurren relativamente alejados de elementos sensibles,

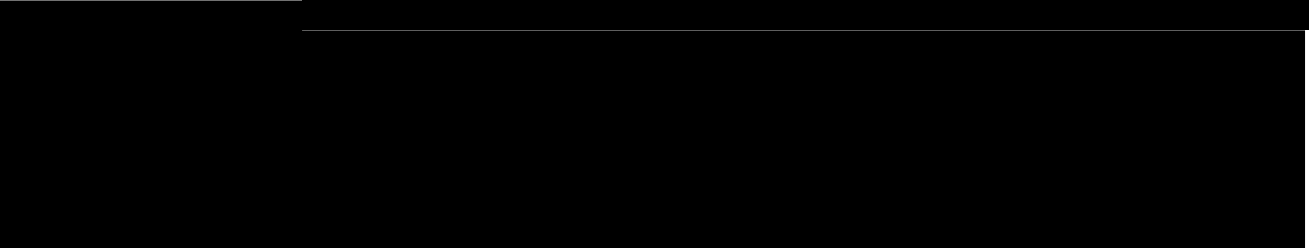


TABLA 5 - RESULTADO CRITERIO AMBIENTAL

CRITERIO	AMBIENTAL		
Alternativa	Suma puntuación homegeneizada de factores	Peso criterio	Puntuación criterio homogeneizado
1	0,65	0,25	0,16
2	0,49		0,12
3	0,43		0,11

La alternativa con mejor puntuación en este criterio es la alternativa 1, seguida por la alternativa 2, con última posición para la alternativa 3.

ASPECTO AMBIENTAL		Afección a vulnerables en fase de obra			
PARÁMETRO		Ocupación: distancia mínima a colegios y/o edificaciones militares (m)			
PESO		0,30			
Alternativa	Valor medido	Valor óptimo (μ + 2σ)	Valor pésimo (μ - 2σ)	Puntuación (pésimo- medido /pésimo- óptimo)	Puntuación parámetro homogeneizada
1	30,00	43,44	0,00	0,69	0,21
2	2,00			0,05	0,01
3	3,00			0,07	0,02

Media (μ)	11,67
Desviación estándar (σ)	15,89
Probabilidad 95% (2σ)	31,77

3.2.6 Puntuación global criterio ambiental

De la suma de puntuaciones homogeneizadas de los factores y aplicando el peso correspondiente (0,25) resulta la siguiente puntuación homogeneizada del **CRITERIO AMBIENTAL**:

3.3 CRITERIO ECONÓMICO

La comparación de las diferentes alternativas desde el punto de vista económico se ha realizado a partir del indicador del presupuesto de ejecución material (PEM) de las obras.

Dado que la alternativa 1 tiene un trazado unos 1.000 m más largo que el de alternativas 2 y 3 lo cual supone alrededor de un 50% más de longitud de túnel nuevo, comparar presupuesto de obra de estas alternativas siempre va a concluir con mayor puntuación para las alternativas con trazado más corto. Pese a ello, se analiza este aspecto, y se complementa con el análisis del plazo estimado de obra, entendiendo que una obra de menor duración puede permitir su entrada en funcionamiento en menos tiempo, adelantando la obtención de ingresos en su explotación.

El estudio económico se completa con un análisis de rentabilidad realizado para cada una de las alternativas, y que se incluye en Apéndice a este Anejo. Los resultados obtenidos para la tasa de retorno TIR en cada alternativa se implementan en este análisis multicriterio con objeto de tener en cuenta no solamente el presupuesto de ejecución de la infraestructura, sino también garantizar que la obra resultará rentable.

De este modo, la valoración del objetivo económico se realiza a partir de los siguientes aspectos y parámetros considerados:

TABLA 6 - CRITERIO ECONÓMICO

ASPECTO AMBIENTAL	PARÁMETRO CONSIDERADO	PESO
Presupuesto	Presupuesto de las obras (€)	0,60
Plazo	Plazo de las obras (meses)	0,10
Beneficio económico	Rentabilidad económica TIR (%)	0,30

3.3.1 Presupuesto

Se realiza la comparativa entre el presupuesto de ejecución material (PEM) de cada una de las alternativas. De esta manera se puede identificar la alternativa más ventajosa en referencia exclusivamente a su valor económico de construcción.

ASPECTO ECONÓMICO		Presupuesto			
PARÁMETRO		Presupuesto de las obras (€)			
PESO		0,60			
Alternativa	Valor medido	Valor óptimo (μ - 2σ)	Valor pésimo (μ + 2σ)	Puntuación (pésimo-medido /pésimo-óptimo)	Puntuación parámetro homogeneizada
1	152.214.888,65	76.712.745,72	174.158.841,77	0,23	0,14
2	104.586.761,77			0,71	0,43
3	119.505.730,82			0,56	0,34

Media (μ)	125.435.793,75
Desviación estándar (σ)	24.361.524,01
Probabilidad 95% (2σ)	48.723.048,03

Como se observa, la alternativa 2 es significativamente más económica, ya que su trazado es alrededor de un 50% más corto que el de alternativa 1.

3.3.2 Plazo

Se considera el plazo de obra estimado para cada alternativa, dando a este aspecto un peso muy inferior al del presupuesto. Con los plazos estimados, se obtienen los siguientes resultados.

ASPECTO ECONÓMICO		Plazo			
PARÁMETRO		Plazo de obras (meses)			
PESO		0,10			
Alternativa	Valor medido	Valor óptimo (μ - 2σ)	Valor pésimo (μ + 2σ)	Puntuación (pésimo-medido /pésimo-óptimo)	Puntuación parámetro homogeneizada
1	37,00	30,50	38,83	0,22	0,02
2	33,00			0,70	0,07
3	34,00			0,58	0,06

Media (μ)	34,67
Desviación estándar (σ)	2,08
Probabilidad 95% (2σ)	4,16

3.3.3 Beneficio económico. Rentabilidad

En Apéndice a este Anejo, se incluye el estudio de rentabilidad realizado para las 3 alternativas planteadas. En este estudio se obtiene el valor de la Tasa Interna de Rendimiento (TIR) para cada alternativa. Se considera que una alternativa es rentable cuando el TIR es mayor que la tasa de descuento considerada. La tasa de descuento, que hace la alternativa viable social y económicamente, se establece en un 3,0 %. Por lo tanto, se toma este valor límite como TIR pésimo, con una puntuación de 0.

De este apéndice se considera el TIR obtenido en un plazo de evaluación total de 30 años desde el inicio de las obras, considerando la hipótesis de que en el año 2040 entren en servicio tanto la estación de Metro de Darío Gazapo como el Área Intermodal próxima a la estación de Aviación Española. Con ello, se obtiene la siguiente puntuación para cada una de las alternativas analizadas.

ASPECTO ECONÓMICO		Beneficio económico			
PARÁMETRO		Rentabilidad económica TIR (%)			
PESO		0,30			
Alternativa	Valor medido	Valor óptimo ($\mu + 2\sigma$)	Valor pésimo ($\mu - 2\sigma$)	Puntuación (pésimo-medido / pésimo-óptimo)	Puntuación parámetro homogeneizada
1	5,14	17,63	3,00	0,15	0,04
2	12,64			0,66	0,20
3	11,22			0,56	0,17

Media (μ)	9,67
Desviación estándar (σ)	3,98
Probabilidad 95% (2σ)	7,97

3.3.4 Puntuación global criterio económico

De la suma de puntuaciones homogeneizadas de los factores y aplicando el peso correspondiente (0,25) resulta la siguiente puntuación homogeneizada del **CRITERIO ECONÓMICO**:

TABLA 7 - RESULTADO CRITERIO ECONÓMICO

CRITERIO	ECONÓMICO		
Alternativa	Suma puntuación homogeneizada de factores	Peso criterio	Puntuación criterio homogeneizado
1	0,20	0,25	0,05
2	0,70		0,17
3	0,56		0,14

La alternativa con mejor puntuación en este criterio es la alternativa 2, seguida por la alternativa 3, con última posición para la alternativa 1, que se recuerda que presenta un túnel del orden de un 50% más largo que las alternativas 2 y 3, ya que conecta con la Línea 10 en Aviación Española en lugar de conectar en Cuatro Vientos como lo hacen las alternativas más económicas.

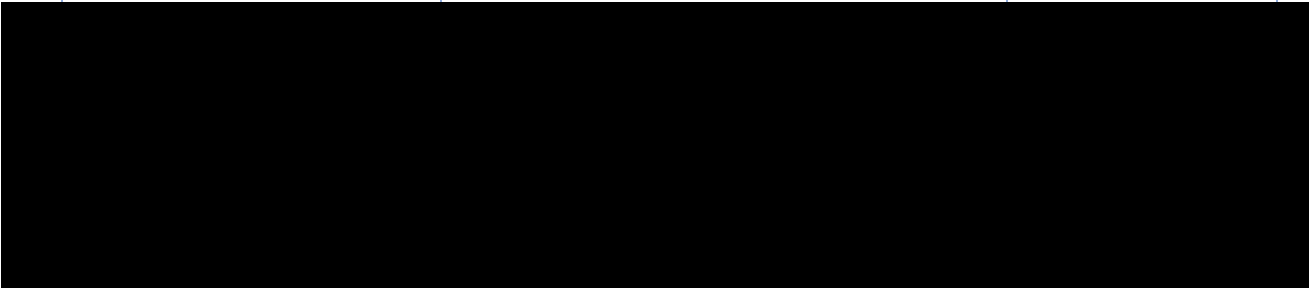
3.4 CRITERIO TERRITORIAL - SOCIAL

Para evaluar este objetivo se analiza para cada alternativa la respuesta ante la demanda ferroviaria, así como la implantación en el sitio, analizando qué afecciones conlleva cada una de ellas.

La valoración del objetivo territorial se realiza a partir de los siguientes aspectos y de los parámetros asociados correspondientes:.

TABLA 8 - CRITERIO TERRITORIAL - SOCIAL

ASPECTO AMBIENTAL	PARÁMETRO CONSIDERADO	PESO
Demanda ferroviaria	Número de subidos a nueva estación de Línea 11	0,25
Accesos	Nuevos accesos a estación desde el exterior	0,25



3.4.1 Demanda ferroviaria

La forma de valorar este factor es cuantificando el volumen de viajeros que van a utilizar la futura línea de Metro para cada una de las alternativas. Estos datos se explican en el estudio de demanda incluido en el Anejo nº3 de este Estudio Informativo.

A partir de la situación base de transporte, se analiza el número de subidos a las nuevas estaciones de Aviación Española o Cuatro Vientos, considerando iguales en este caso las alternativas 2 y 3. Se considera el escenario a largo plazo, año 2040, con el 100% de la operación Campamento ejecutada, así como ejecutada la estación de Darío Gazapo y el Área Intermodal que se explican en dicho anejo.

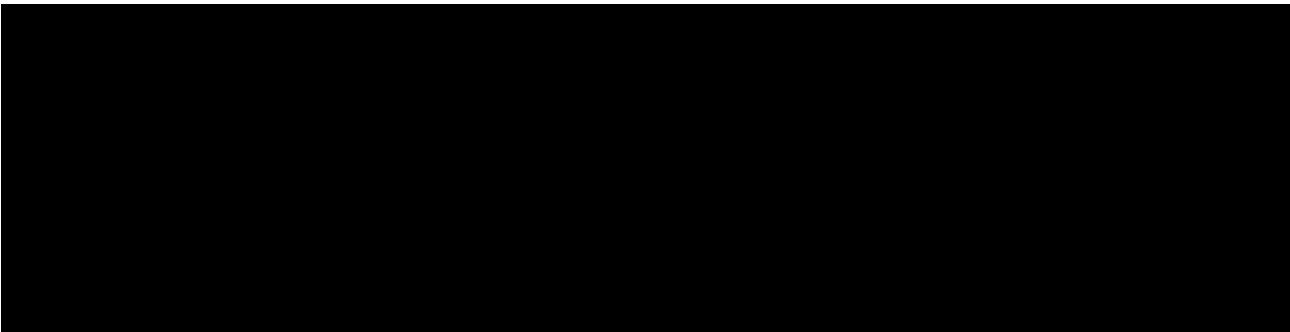
De este modo, teniendo en cuenta estos valores, se obtiene el resultado que se muestra a continuación.

ASPECTO TERRITORIAL - SOCIAL		Demanda ferroviaria			
PARÁMETRO		Incremento subidos estación L11 (estudio demanda)			
PESO		0,25			
Alternativa	Valor medido	Valor óptimo (μ + 2σ)	Valor pésimo (μ - 2σ)	Puntuación (pésimo-medido /pésimo-óptimo)	Puntuación parámetro homogeneizada
1	6.308,00	10.792,21	5.106,46	0,21	0,05
2	8.770,00			0,64	0,16
3	8.770,00			0,64	0,16

Media (μ)	7.949,33
Desviación estándar (σ)	1.421,44
Probabilidad 95% (2σ)	2.842,87

3.4.2 Accesos

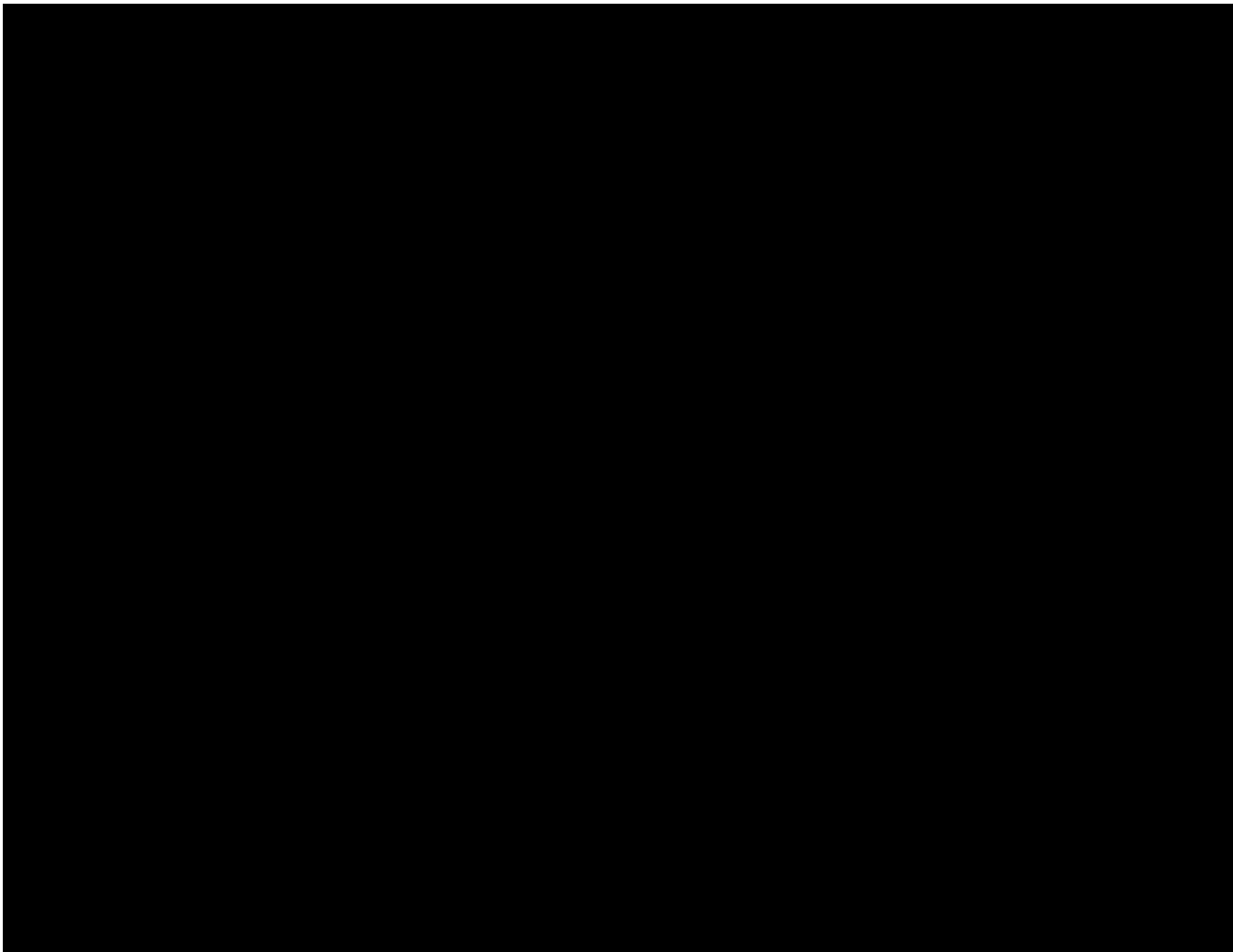
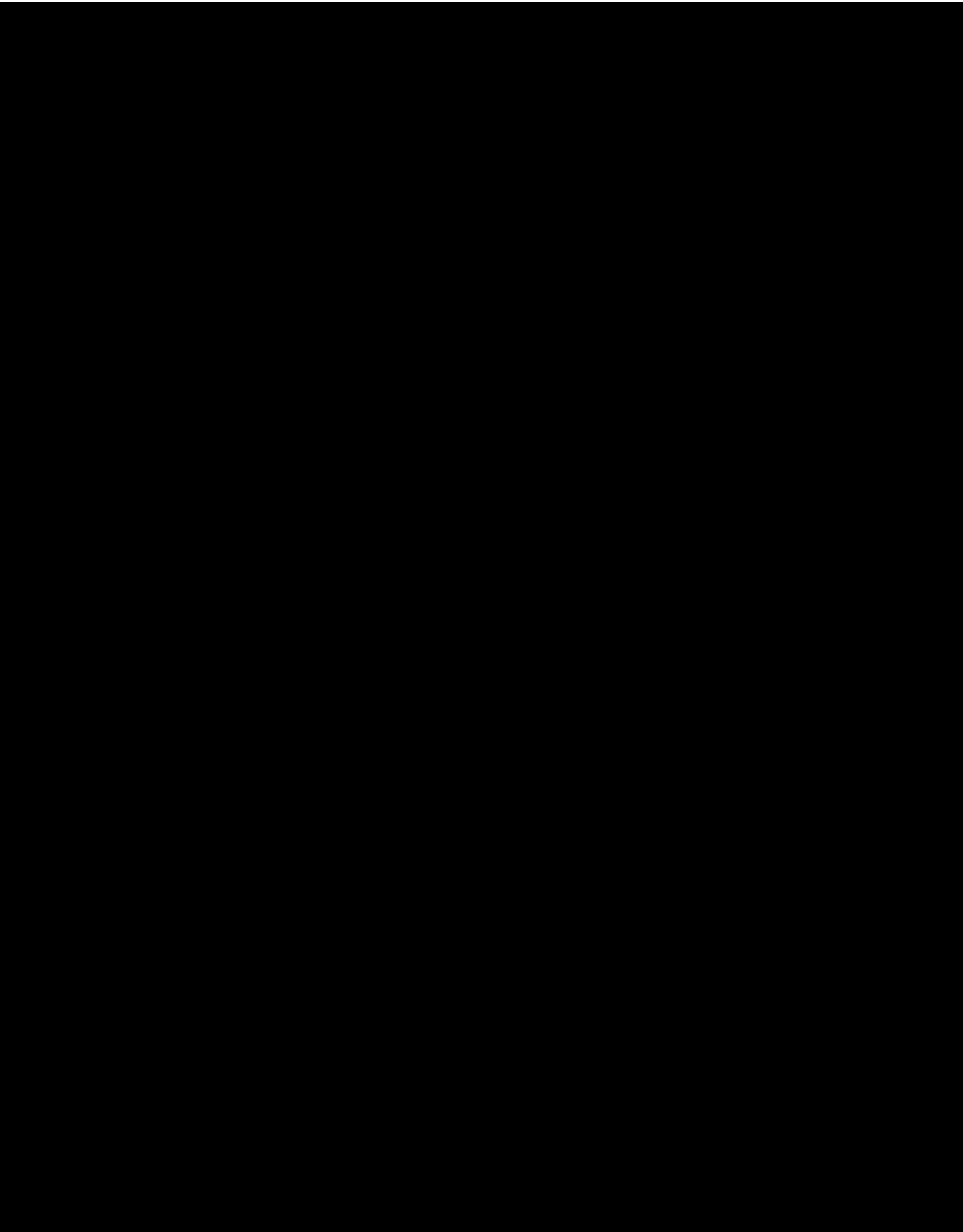
La implantación de una nueva estación mejora con la creación de nuevos accesos desde el exterior, sin necesidad de acceder por la estación existente, al tiempo que acerca la entrada a la estación a zonas residenciales.



Con estos datos, se obtienen los resultados siguientes.

ASPECTO TERRITORIAL - SOCIAL		Accesos			
PARÁMETRO		Nuevo acceso a estación desde el exterior			
PESO		0,25			
Alternativa	Valor medido	Valor óptimo (μ + 2σ)	Valor pésimo (μ - 2σ)	Puntuación (pésimo-medido /pésimo-óptimo)	Puntuación parámetro homogeneizada
1	1,00	1,49	0,00	0,67	0,17
2	0,00			0,00	0,00
3	0,00			0,00	0,00

Media (μ)	0,33
Desviación estándar (σ)	0,58
Probabilidad 95% (2σ)	1,15



3.4.5 Puntuación global criterio territorial - social

De la suma de puntuaciones homogeneizadas de los factores y aplicando el peso correspondiente (0,25) resulta la siguiente puntuación homogeneizada del **CRITERIO TERRITORIAL-SOCIAL**:

TABLA 9 - RESULTADO CRITERIO TERRITORIAL - SOCIAL

CRITERIO		TERRITORIAL - SOCIAL	
Alternativa	Suma puntuación homogeneizada de factores	Peso criterio	Puntuación criterio homogeneizado
1	0,72	0,25	0,18
2	0,49		0,12
3	0,49		0,12

La alternativa con mejor puntuación en este criterio es la alternativa 1, seguida por las alternativas 2 y 3 prácticamente empatadas.

4 RESULTADOS OBTENIDOS

4.1 VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Como resultado de la valoración de los diferentes objetivos, de su homogeneización en el intervalo [0,1] y de la aplicación de los pesos establecidos en la metodología, se obtiene la valoración global de cada alternativa. El posterior análisis de robustez y sensibilidad garantizará la validez del resultado obtenido, ante la variación de los pesos considerados.

La valoración global de cada alternativa es la siguiente:

TABLA 10 - RESUMEN VALORACIONES DE CADA ALTERNATIVA

CRITERIO	FUNCIONAL		AMBIENTAL		ECONÓMICO		TERRITORIAL - SOCIAL	
PESO	0,25		0,25		0,25		0,25	
Alternativa	Puntuación	Puntuación homogeneizada	Puntuación	Puntuación homogeneizada	Puntuación	Puntuación homogeneizada	Puntuación	Puntuación homogeneizada
1	0,51	0,13	0,65	0,16	0,20	0,05	0,72	0,18
2	0,55	0,14	0,49	0,12	0,70	0,17	0,49	0,12
3	0,44	0,11	0,43	0,11	0,56	0,14	0,49	0,12

Se observa que la alternativa 2 es la ganadora en dos criterios, funcional y económico, siendo la alternativa 1 al ganadora en los criterios ambiental y territorial-social. La alternativa 3 no resulta ganadora en ningún criterio, siendo la peor valorada en tres de ellos.

A partir de los anteriores indicadores, resulta el siguiente Índice global para cada alternativa:

TABLA 11 - PUNTUACIÓN TOTAL DE CADA ALTERNATIVA

CRITERIO	PUNTUACIÓN TOTAL - ÍNDICE DE PERTINENCIA
PESO	
Alternativa	
1	0,519
2	0,556
3	0,483

El resultado del análisis multicriterio indica que la alternativa que presenta una mejor valoración global es la **Alternativa 2**, quedando la alternativa 1 en segunda posición, con última posición para la alternativa 3.

5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y ROBUSTEZ

Tal y como se ha indicado en la metodología, para comprobar la idoneidad de la alternativa escogida y los coeficientes de ponderación empleados, se realiza un análisis de la robustez y la sensibilidad de los mismos.

5.1 ANÁLISIS DE ROBUSTEZ

Se han aplicado todas las combinaciones posibles de pesos (de 0 a 1, con incrementos de 0.05) a todos los criterios comprendidos en el modelo numérico anterior, obteniéndose el número de veces que cada alternativa resulta ser óptima.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 12 - ANÁLISIS DE ROBUSTEZ

ROBUSTEZ	ALTERNATIVA		
CRITERIO	1	2	3
Funcional	0,51	0,55	0,44
Ambiental	0,65	0,49	0,43
Económico	0,20	0,70	0,56
Territorial - Social	0,72	0,49	0,49
Puntuación Ponderada	0,519	0,556	0,483
Nº de veces ganadora	796	975	0
Ganador	44,9%	55,1%	0,0%

De este análisis de robustez se desprende que en la mayoría de las combinaciones de posibles pesos otorgados a cada criterio de medición, la alternativa mejora valorada sigue siendo la **Alternativa 2**, seguida de la alternativa 1. La alternativa 3 no resulta ganadora en ningún caso.

5.2 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En este caso, se aplica el mismo procedimiento que en el análisis de robustez, pero limitando los valores posibles de cada peso a un cierto rango, para ir acercando las ponderaciones de los criterios a los considerados más apropiados por las características de la zona de estudio.

En este caso, se variarán los pesos utilizados en el método PATTERN en un intervalo de + /- 0,20, con incrementos de 0,05, considerando todas las combinaciones posibles en este rango, de modo que todos los criterios tienen pesos de 0,20 - 0,25 - 0,30 - 0,35 - 0,40, con suma total de pesos igual a 1.

Se evita así tomar en consideración en el análisis ponderaciones extremas que podrían distorsionarlo, y se puede analizar la sensibilidad de los pesos seleccionados previamente en la obtención de la alternativa seleccionada.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 13 - ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

SENSIBILIDAD	ALTERNATIVA		
CRITERIO	1	2	3
Funcional	0,51	0,55	0,44
Ambiental	0,65	0,49	0,43
Económico	0,20	0,70	0,56
Territorial - Social	0,72	0,49	0,49
Puntuación Ponderada	0,519	0,556	0,483
Nº de veces ganadora	6	29	0
Ganador	17,1%	82,9%	0,0%

De este análisis de sensibilidad se desprende que en la mayoría de las combinaciones de posibles pesos otorgados a cada criterio de medición, la alternativa mejora valorada sigue siendo la **Alternativa 2**.

Por lo tanto, se propone la **ALTERNATIVA 2** como la alternativa seleccionada.

APÉNDICE 1. ESTUDIO DE RENTABILIDAD

Apéndice Rentabilidad Económica

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE AMPLIACIÓN SUR DE LA LÍNEA 11 DEL METRO DE MADRID

DOCUMENTO
APÉNDICE DE RENTABILIDAD ECONÓMICA

CONTROL DE EDICIONES		
VERSIÓN	FECHA	OBSERVACIONES
1.0	24/10/2025	1ª Edición
2.0	30/10/2025	2ª Edición (Tras Supervisión)
3.0		

APÉNDICE DE RENTABILIDAD ECONÓMICA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO1

2 METODOLOGÍA1

3 PERIODO DE EVALUACIÓN2

4 DEMANDA DE LA FUTURA INFRAESTRUCTURA3

5 COSTES.....6

5.1 COSTES DE INVERSIÓN6

5.2 COSTES DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN6

5.2.1 Coste de circulación de los trenes6

5.2.2 Coste de gestión de las estaciones.....9

6 BENEFICIOS10

6.1 INGRESOS POR TARIFA10

6.2 AHORRO DE TIEMPO FRENTE AL VEHÍCULO PRIVADO.....12

6.3 AHORRO DEL COSTE DE OPERACIÓN DE VEHÍCULOS PRIVADOS13

6.4 REDUCCIÓN DE LA ACCIDENTALIDAD15

6.5 EXTERNALIDADES DEL TRANSPORTE. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO217

6.6 EFECTO DE DEMANDA INDUCIDA.....18

6.7 DESCONGESTIÓN DE LA RED VIARIA18

6.8 OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTES.....19

7 ESCENARIOS CONSIDERADOS20

8 RESULTADOS OBTENIDOS20

9 HIPÓTESIS ADICIONAL: AÑO 2040 CON DARIÓ GAZAPO Y SIN ÁREA INTERMODAL.....23

SUBAPÉNDICES

SUBAPÉNDICE 1: TABLAS DE RESULTADOS - ESCENARIO 1 (DG+AI).....29

Horizonte 2040 con estación de Darío Gazapo y Área Intermodal
Tasa de descuento deL 3%. Escenario base.

SUBAPÉNDICE 2: TABLAS DE RESULTADOS - ESCENARIO 2 (DG+AI).....33

Horizonte 2040 con estación de Darío Gazapo y Área Intermodal
Tasa de descuento deL 3% y una disminución de la demanda del 5%.

SUBAPÉNDICE 3: TABLAS DE RESULTADOS - ESCENARIO 3 (DG+AI).....37

Horizonte 2040 con estación de Darío Gazapo y Área Intermodal
Tasa de descuento deL 3% y adicionalmente a una disminución de la demanda del 5% junto con un aumento de los costes de construcción del 10%.

SUBAPÉNDICE 4: TABLAS DE RESULTADOS - ESCENARIO 4 (DG+AI).....41

Horizonte 2040 con estación de Darío Gazapo y Área Intermodal
Tasa de descuento deL 3%, y adicionalmente una disminución de la demanda del 5%, un aumento de los costes de construcción del 10% y un aumento de los costes de explotación del 25 %.

SUBAPÉNDICE 5: TABLAS DE RESULTADOS - ESCENARIO 1 (DG).....45

Horizonte 2040 con estación de Darío Gazapo
Tasa de descuento de un 3%. Escenario base.

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

En el presente apéndice se realiza la evaluación de la rentabilidad socioeconómica de las tres alternativas analizadas.

El análisis socioeconómico permite medir, en términos monetarios, la aportación neta del proyecto al conjunto de la sociedad, considerando los costes y beneficios monetarizados para los diferentes agentes involucrados. En nuestro caso, éstos serán el administrador y explotador de la infraestructura, por un lado, y por el otro el usuarios de la futura ampliación sur de la Línea 11.

La evaluación de la rentabilidad socioeconómica se ha llevado a cabo siguiendo las indicaciones de los siguientes documentos

- Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects. Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020, de la Comisión Europea (Guía para el análisis coste-beneficio de la Comisión Europea para el periodo 2014-2020)
- Manual de Evaluación Económica de Proyectos del Transporte publicado por el CEDEX en agosto de 2010.
- La "Guía para la Evaluación de Proyectos de Transporte" del Colegio de Ingenieros de Caminos de Cataluña, con fecha de abril de 2010.
- Nota de Servicio 3/2014 sobre prescripciones y recomendaciones técnicas relativas a los contenidos mínimos a incluir en los estudios de rentabilidad de los estudios informativos o anteproyectos, de la Subdirección General de Estudios y Proyectos, del Ministerio de Transportes.

2 METODOLOGÍA

Para evaluar la rentabilidad de las distintas alternativas se han utilizado los siguientes indicadores socioeconómicos:

- VAN Valor Actual Neto del proyecto, considerando diferentes tasas de descuento.

- TIR Tasa Interna de Retorno
- Relación B/C
- PRI período de recuperación de la inversión

Para analizar la rentabilidad de cada alternativa, se consideran los costes y beneficios que aporta la nueva infraestructura a la sociedad, independientemente de quién los soporta. Así, los efectos de la puesta en servicio de una nueva infraestructura pueden ser:

- Costes, cuando extraen recursos de la sociedad. A su vez, y en función de cuándo se generan, pueden ser de inversión, si se generan al inicio de la vida del proyecto y están ligados a su puesta en funcionamiento, o de mantenimiento y gestión, si se producen de manera periódica y están ligados a la explotación de la infraestructura.
- Beneficios, cuando producen ahorros o generan ingresos. Los ahorros, serán generados sobre la sociedad o sobre el propio usuario, y se corresponden con los costes de ahorro de tiempo y las externalidades de la clasificación anterior.

La metodología de cálculo de la rentabilidad se basa en la comparación con una alternativa de referencia (o escenario 0). Así, la rentabilidad de una alternativa se determina a partir de la diferencia de costes del sistema que en caso de establecerse dicha alternativa se corresponde con la comparación de no hacerse nada sobre el sistema.

La metodología parte de la base que todo nuevo servicio de transporte provoca una redistribución en las variables de movilidad del sistema. La nueva distribución de viajes asociada a cada alternativa supondrá una variación en el tiempo dedicado al transporte que afectará tanto a los usuarios directos del nuevo servicio como a los que continuarían utilizando el medio de transporte que ya utilizan actualmente.

La evaluación económico-social de la inversión se ha realizado mediante el cálculo de la TIR, definida como el tipo de interés que hace que el valor actual neto (VAN) del proyecto se iguale a cero.

De este modo, para que una alternativa sea rentable económicamente, es necesario que se den las siguientes condiciones:

- $TIR > r$
- $VAN > 0$

- $B/C > 1$

Considerándose en la comparación más idóneas, desde un punto de vista de rentabilidad, las alternativas con VAN, TIR y B/C más elevados.

Se calcula además el período de recuperación de la inversión PRI, siendo r la tasa de descuento que hace la alternativa viable social y económicamente y que se establece en un 3,0% mínima recomendada por la Guía para el análisis coste- beneficio de la Comisión Europea.

Las condiciones citadas tienen las siguientes formulaciones:

- Valor actual neto (VAN): Definido como la diferencia entre el beneficio actualizado neto (BAN) y el coste actualizado neto (CAN). Permite establecer, en unidades monetarias, el valor socioeconómico de un proyecto aplicando una tasa de descuento social que refleja cómo la sociedad está dispuesta a renunciar un cierto bienestar hoy para disfrutar más en el futuro.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^{t-1}} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^{t-1}}, \text{ siendo}$$

Bt: beneficios correspondientes al período t .

Ct: costes al período t .

r : tasa de descuento considerada.

n : número de años para los que se realiza el análisis.

- Tasa Interna de Retorno (TIR): El TIR es aquella tasa de descuento que hace que el VAN sea nulo. En otras palabras, proporciona la rentabilidad social que se obtendría si se realizara el proyecto. Cabe indicar que este retorno no se recibe en unidades monetarias, sino en mejoras tales como ahorro de tiempo, mejoras en la seguridad, disminución de costes de funcionamiento, reducción de la contaminación, etc.
- El ratio Beneficio/Coste (B/C) es la relación entre el beneficio actualizado neto (BAN) y el coste actualizado neto (CAN) definiendo una cantidad adimensional que expresa el rendimiento obtenido por cada euro invertido.

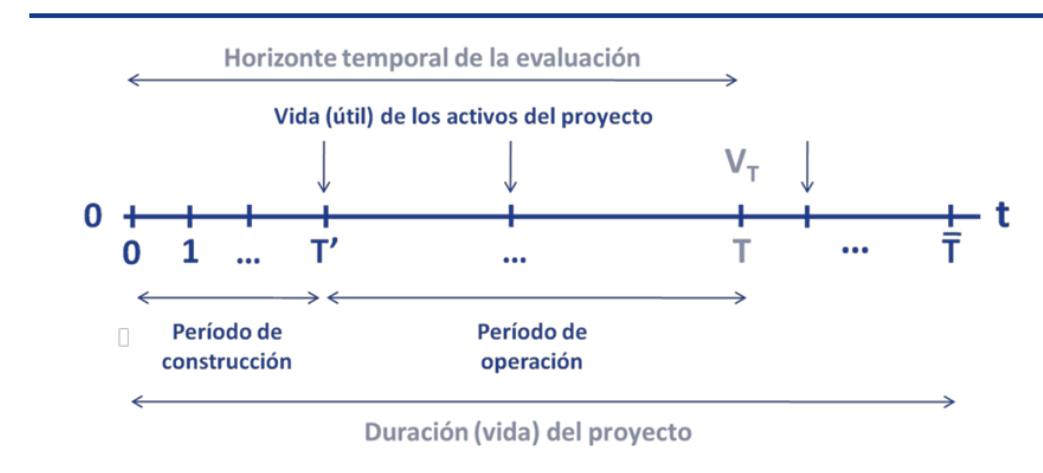
- El período de recuperación de la inversión (PRI) se define como el periodo de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión. Es un método estático para la evaluación de inversiones.

Como todos los procesos de preevaluación, los datos básicos procesados lo son, fundamentalmente, de futuro y sujetos a un margen de incertidumbre que introduce un riesgo al determinar los indicadores. Analizar la importancia relativa de este riesgo supone conocer la variación de uno u otro de los indicadores para determinadas variaciones en los datos, lo que exige realizar un análisis de sensibilidad. Este análisis de sensibilidad se lleva a cabo introduciendo variaciones en los datos siguientes:

- Disminución del tráfico previsto.
- Aumento de los costes de construcción.
- Aumento de los costes de explotación.

3 PERIODO DE EVALUACIÓN

Los costes de inversión de un proyecto se expresan por el valor monetario de los recursos que la sociedad aporta para que dicho proyecto se lleve a cabo y genere beneficios y costes a la misma durante un determinado período de tiempo, el cual constituye la duración o vida del proyecto. En la mayoría de los proyectos de transporte la vida del proyecto se extiende más allá del horizonte de evaluación del mismo, surgiendo así el concepto de valor terminal del proyecto.



Valor terminal de un proyecto de transporte. Fuente: Manual de Evaluación Económica de Proyectos de Transporte (CEDEX)

El Manual de Evaluación Económica de Proyectos de Transporte, publicado por el CEDEX, considera razonable la adopción de un horizonte de evaluación de treinta (30) años, entendiéndose que el periodo de evaluación comprende el periodo tanto de inversión inicial como de operación, añadiendo que *“aunque este plazo debe extenderse o reducirse de nuevos según la vida útil de la mayoría de los activos implicados”*.

Las infraestructuras de Metro tienen unas características especiales, como son:

- Las inversiones son muy onerosas.
- La vida útil de las infraestructuras es muy larga. Algunas publicaciones, como la Nota de Servicio 3/2014 del Ministerio de Transportes proporciona valores de vida útil de los túneles entre 50 y 100 años.
- Incluso la vida útil del material rodante se extiende más allá de los 30 años, y puede estimarse en 40 años.

En este estudio de rentabilidad realizado se considera un horizonte de evaluación máximo de 40 años desde la puesta en funcionamiento de la nueva infraestructura, considerando de manera adicional el plazo de construcción inicial. Este horizonte máximo se ha considerado teniendo en cuenta las particularidades de las infraestructuras de Metro indicadas.

En el presente estudio, el periodo de construcción máximo se ha estimado en 37 meses, prácticamente 3 años, resultando por lo tanto, un horizonte temporal de la evaluación de 43 años máximo. Las obras se suponen iniciadas en 2027, con entrada en servicio de la Línea en 2030, siendo por tanto el horizonte el año 2070.

Todos los resultados que se muestran en este estudio se extrapolan hasta el año 2070. Sin embargo, dado que en todos los casos analizados se obtiene que la inversión se recupera en un plazo inferior a 30 años totales, las tablas resúmenes de resultados finales se incuyen con resultados totales en el año 2057, a 30 años desde el inicio de la inversión, coincidiendo con el inicio de las obras.

4 DEMANDA DE LA FUTURA INFRAESTRUCTURA

En el Anejo nº 3 de Estudio de Demanda, se analizan los tres escenarios de demanda realizados con la colaboración del Consorcio Regional de Transportes: Horizonte 2030, Horizonte 2035 y

Horizonte 2040. En los tres casos, se compara el escenario base con los escenarios para cada una de las opciones.

En el Horizonte 2040 se analizan varias situaciones, todas ellas con el 100% de la Operación Campamento en servicio, dependiendo de si se construyen o no tanto la estación de Darío Gazapo como el Área Intermodal prevista en la parcela próxima a la actual estación de Aviación Española.

Este análisis de rentabilidad se realiza de manera detallada para el escenario en el que se ejecutan tanto la estación de Darío Gazapo como el Área intermodal en el horizonte 2040.

De manera adicional, se realiza un estudio de rentabilidad complementario en el caso en que se construyera la estación de Darío Gazapo en 2040, pero no se ejecutara el Área Intermodal. Estos resultados se incluyen en el apartado 9 de este apéndice.

De este modo, en el caso en que en el año 2040 entraran en funcionamiento tanto la estación de Darío Gazapo como el Área Intermodal, y partiendo de los resultados de pasajeros subidos y bajados en las nuevas estaciones de la Línea 11, Aviación Española en la alternativa 1 o Cuatro Vientos en las alternativas 2 y 3, resultados obtenidos en el apartado 4.3.4. del Anejo de Estudio de Demanda, se consideran los siguientes datos de pasajeros subidos y bajados en las nuevas estaciones del ámbito:

2030 (10% Op. Camp + Sin DG / AI)				
	Alternativa 1 - Aviación Española		Alternativas 2 y 3 - Cuatro Vientos	
	Subidos	Bajados	Subidos	Bajados
0	5.449	5.932	8.196	7.289
0	11.381		15.485	

2035 (50% Op. Camp + Sin DG / AI)				
Base	Alternativa 1 - Aviación Española		Alternativas 2 y 3 - Cuatro Vientos	
	Subidos	Bajados	Subidos	Bajados
0	6.105	6.646	8.754	7.785
0	12.751		16.539	

2040 (100% Op. Camp + Con DG + Con AI)				
Base	Alternativa 1 - Aviación Española		Alternativas 2 y 3 - Cuatro Vientos	
	Subidos	Bajados	Subidos	Bajados
0	6.308	6.721	8.770	7.764
0	13.029		16.534	

De este modo, se obtienen los siguientes valores de subidos más bajados en las nuevas estaciones, así como las correspondientes tasas de crecimiento, obtenidas mediante la expresión:

$$D_{t2} = D_{t1} \times (1 + r)^{t2-t1}$$

Año horizonte	Alternativa 1	Alternativas 2 y 3
2030	11.381	15.485
2035	12.751	16.539
2040-4	13.029	16.534
r 2035-2030	2,30%	1,33%
r 2040-2035	0,43%	-0,01%

Para obtener la proyección más allá del año 2040 se tiene en cuenta la tasa de crecimiento de la población de Madrid publicada por el Ayuntamiento de Madrid, con estimaciones hasta el año 2031.

Año	Población	Tasa de crecimiento (%)
2022	3.255.536	
2023	3.269.786	0,44%
2024	3.283.849	0,43%
2025	3.297.744	0,42%
2026	3.311.487	0,42%
2027	3.325.096	0,41%
2028	3.338.574	0,41%
2029	3.351.920	0,40%
2030	3.365.133	0,39%
2031	3.378.254	0,39%

A partir de estos valores, se obtiene la ecuación lineal de la recta que mejor se adecue a estos valores, resultando la recta siguiente, con un elevado grado de ajuste de valor $R^2 = 0,9999994$, por lo que la relación es prácticamente lineal.

$$y = 13,635.33 x - 24,286,848.26$$

Dado que el número de usuarios de las infraestructuras de Metro depende en gran medida de la población, se toma a partir del año 2040 la misma tendencia de crecimiento en el número de subidos y bajados en las nuevas estaciones que en la población prevista, y de igual valor en las

3 alternativas.

En las tablas siguientes se muestra la estimación de población para Madrid en los próximos años según la ecuación de la recta obtenida, así como se muestra la estimación de demanda de viajes (subidos y bajados) en las nuevas estaciones de las alternativas 1 en Aviación Española y 2 y 3 en Cuatro Vientos en la Línea 11.

Año	Población de Madrid	Tasa de crecimiento (%)
2022	3.255.536	
2023	3.269.786	0,44%
2024	3.283.849	0,43%
2025	3.297.744	0,42%
2026	3.311.487	0,42%
2027	3.325.096	0,41%
2028	3.338.574	0,41%
2029	3.351.920	0,40%
2030	3.365.133	0,39%
2031	3.378.254	0,39%
2032	3.420.142	1,24%
2033	3.433.778	0,40%
2034	3.447.413	0,40%
2035	3.461.048	0,40%
2036	3.474.684	0,39%
2037	3.488.319	0,39%
2038	3.501.954	0,39%
2039	3.515.590	0,39%
2040	3.529.225	0,39%
2041	3.542.860	0,39%
2042	3.556.496	0,38%
2043	3.570.131	0,38%
2044	3.583.766	0,38%
2045	3.597.402	0,38%
2046	3.611.037	0,38%
2047	3.624.672	0,38%
2048	3.638.308	0,38%
2049	3.651.943	0,37%
2050	3.665.578	0,37%
2051	3.679.214	0,37%
2052	3.692.849	0,37%
2053	3.706.484	0,37%
2054	3.720.120	0,37%
2055	3.733.755	0,37%
2056	3.747.390	0,37%
2057	3.761.026	0,36%
2058	3.774.661	0,36%
2059	3.788.296	0,36%
2060	3.801.932	0,36%
2061	3.815.567	0,36%
2062	3.829.202	0,36%
2063	3.842.838	0,36%
2064	3.856.473	0,35%
2065	3.870.108	0,35%
2066	3.883.744	0,35%
2067	3.897.379	0,35%
2068	3.911.014	0,35%
2069	3.924.650	0,35%
2070	3.938.285	0,35%

Año	Alternativa 1		Alternativa 2 y Alternativa 3	
	Tasa de crecimiento anual	Incremento de demanda anual	Tasa de crecimiento anual	Incremento de demanda anual
2030	2,30%	11.381	1,33%	15.485
2031	2,30%	11.643	1,33%	15.690
2032	2,30%	11.910	1,33%	15.898
2033	2,30%	12.184	1,33%	16.109
2034	2,30%	12.464	1,33%	16.323
2035	2,30%	12.751	1,33%	16.539
2036	0,43%	12.806	-0,01%	16.538
2037	0,43%	12.861	-0,01%	16.537
2038	0,43%	12.917	-0,01%	16.536
2039	0,43%	12.973	-0,01%	16.535
2040	0,43%	13.029	-0,01%	16.534
2041	0,39%	13.079	0,39%	16.598
2042	0,38%	13.130	0,38%	16.662
2043	0,38%	13.180	0,38%	16.726
2044	0,38%	13.230	0,38%	16.790
2045	0,38%	13.281	0,38%	16.853
2046	0,38%	13.331	0,38%	16.917
2047	0,38%	13.381	0,38%	16.981
2048	0,38%	13.432	0,38%	17.045
2049	0,37%	13.482	0,37%	17.109
2050	0,37%	13.532	0,37%	17.173
2051	0,37%	13.583	0,37%	17.237
2052	0,37%	13.633	0,37%	17.301
2053	0,37%	13.683	0,37%	17.364
2054	0,37%	13.734	0,37%	17.428
2055	0,37%	13.784	0,37%	17.492
2056	0,37%	13.834	0,37%	17.556
2057	0,36%	13.885	0,36%	17.620
2058	0,36%	13.935	0,36%	17.684
2059	0,36%	13.985	0,36%	17.748
2060	0,36%	14.036	0,36%	17.812
2061	0,36%	14.086	0,36%	17.875
2062	0,36%	14.136	0,36%	17.939
2063	0,36%	14.187	0,36%	18.003
2064	0,35%	14.237	0,35%	18.067
2065	0,35%	14.287	0,35%	18.131
2066	0,35%	14.338	0,35%	18.195
2067	0,35%	14.388	0,35%	18.259
2068	0,35%	14.438	0,35%	18.323
2069	0,35%	14.489	0,35%	18.387
2070	0,35%	14.539	0,35%	18.450

5 COSTES

Los costes de proyecto valoran los recursos reales consumidos a lo largo de la vida útil de la infraestructura. Incluyen los costes de inversión, que se generan al inicio del proyecto y los de mantenimiento y gestión, necesarios a lo largo de su vida útil para mantener su funcionalidad.

5.1 COSTES DE INVERSIÓN

Como **coste de construcción** (inversión inicial en la infraestructura) se ha considerado el calculado en el Presupuesto Base de Licitación (PBL) sin IVA, considerándose los que se muestran en la tabla siguiente.

La misma tabla incluye el plazo de obra previsto para cada alternativa, así como el porcentaje de inversión considerado cada año que duren las obras.

	Coste de construcción		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
PEM	152.214.888,65 €	104.586.761,77 €	119.505.730,82 €
PBL (PEM+19%)	181.135.717,49 €	124.458.246,51 €	142.211.819,68 €
Plazo de obras (meses)	37	33	34
Porcentajes anuales (%)	20-40-35-5	25-40-35	25-40-35
Año 1 - 2027	36.227.143,50 €	31.114.561,63 €	35.552.954,92 €
Año 2 - 2028	72.454.287,00 €	49.783.298,60 €	56.884.727,87 €
Año 3 -2029	63.397.501,12 €	43.560.386,28 €	49.774.136,89 €
Año 4 -2030	9.056.785,87 €		

Dado que la ampliación sur de la Línea 11 se prevé que se realice una vez ejecutadas las ampliaciones centro y norte de la línea, y teniendo en cuenta que la ampliación sur representa solamente entre el 6,5% y el 10% de la longitud total de la Línea dependiendo de la alternativa, no se considera **inversión en material móvil** por considerar que se utilizarán los mismos trenes que operarán en la Línea sin esta ampliación sur.

5.2 COSTES DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN

En este análisis se consideran los siguientes costes que se repercuten anualmente, según el año en que se generan:

- Coste de operación, mantenimiento y energía de los trenes: considera la inversión necesaria para conservar la operatividad del material rodante.
- Coste de operación, mantenimiento y energía de las estaciones.

5.2.1 Coste de circulación de los trenes

Para analizar el coste de circulación de los trenes, se considera el coste unitario publicado por Metro de Madrid en su Memoria de Sostenibilidad del año 2024, dando un valor 2,867 €/coche.km.año en 2024.

Tabla 007. Coste de circulación de trenes

	2024	2023	2022
Total	546.335.685 €	537.027.447 €	601.165.409 €
Coche x km	190.582.133	186.249.905	193.501.738
Coste/coches x km (euros)	2,8667	2,8834	3,1068

* En el año 2022 se incorporan los gastos financieros y las subvenciones de capital como menor coste de las actividades

Para obtener el coste de circulación de los trenes en el tramo de la ampliación sur de cada una de las alternativas, se considera la longitud de cada tramo y se estiman los km que haría un coche en el nuevo recorrido de cada alternativa en un año. Para ello, se considera una frecuencia media de paso de trenes por cada andén, en cada sentido, de 7 minutos, lo cual corresponde con aproximadamente 8,5 pases por el tramo en cada dirección por hora, considerando que se mantiene la actual frecuencia de trenes de la Línea.

Intervalo medio entre trenes / Average time between trains						
Línea / Line 11 Plaza Elíptica - La Fortuna						
Periodo / Period	6:05 - 7:00	7:00 - 9:30	9:30 - 10:00	10:00 - 22:00	22:00 - 0:00	0:00 - 2:00
Lunes a jueves (minutos) Monday to Thursday (minutes)	6 ½ - 10 ½	5 - 6	6 ½ - 7 ½	7 *	7 ½ *	15 *
Viernes (minutos) Friday (minutes)	6 ½ - 10 ½	5 - 6	6 ½ - 7 ½	7 *	7 ½ *	15 *
Sábados (minutos) Saturdays (minutes)	7 - 9	7 ½ *				15 *
Domingos y festivos (minutos) Sundays & public holidays (minutes)	7 - 9	7 ½ *				15 *

El horario de Metro es de 6:05 h de la mañana a 2:00 de la noche, por lo que se consideran 20 horas al día. Para tener en cuenta la distinta frecuencia de los trenes en horas valle y fines de semana, se consideran 280 días de cálculo por año.

En cuanto al número de vehículos por tren, y a la vista del trayecto recorrido por la L11, se considera que su funcionamiento, en cuanto a composición de los trenes será de 6 coches por tren.

	Coste de circulación de los trenes		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Coste unitario operación en 2024 (€/coche.km.año)	2,867	2,867	2,867
Longitud (m)	3.261	2.272	2.175
Nº horas al día para cálculo	20	20	20
Nº días anuales para cálculo	280	280	280
Frecuencia media estimada (min)	7,00	7,00	7,00
Nº circulaciones al día por la ampliación	171	171	171
km recorridos al día por la ampliación	559	389	373
Nº de km al año por la ampliación por coche	156.528	109.056	104.400
Nº de coches por tren	6	6	6
Nº km anuales por tren (km)	939.168,00	654.336,00	626.400,00
Total (€) en la ampliación por anden	2.692.312,91 €	1.875.785,01 €	1.795.700,88 €
Total (€) en la ampliación en ambas direcciones	5.384.625,81 €	3.751.570,02 €	3.591.401,76 €

Se llega a una cifra similar de coste a partir del dato de coste total de circulación de trenes dado por la table anterior de la Memoria de Sostenibilidad de Metro, considerando la longitud total de kilómetros de red, con un total de 293,91km en el año 2024, obteniendo el coste por km y extrapolando a la longitud del trazado de cada alternativa.

Con todo ello, se estima el coste anual de circulación de los trenes para cada una de las alternativas a precios del año 2024. Este coste se incrementa anualmente con el IPC,

considerado este del 2% anual y acumulable, según diversas fuentes consultadas como el Banco de España y diferentes entidades económicas.

La ampliación sur de la Línea 11 contempla la automatización del transporte en los trenes de la ampliación, lo cual supondrá un ahorro en el consumo energético. Para tener en cuenta este ahorro, se parte del consumo de energía de tracción por coche, estimado en 2 kWh/km, lo cual supone 12 kWh/tren*km.

Se considera un precio medio de la energía eléctrica en tarifa 6.2TD que consume Metro para la circulación de sus trenes de 0,1057 €/kWh, obtenido a partir de los datos de la última adjudicación de Metro de suministro eléctrico para los años 2024-2028, con un importe de 84.046.000 € para un suministro de 794.807.667 kWh.

Teniendo en cuenta los km totales que se recorrerán en la ampliación al año, y considerando este precio de la energía, se obtiene el coste anual de la energía de tracción requerida para el funcionamiento convencional de los trenes de la ampliación sur de la Línea 11.

El informe “Energy savig in Rail” publicado por Europe’s Rail con fecha Marzo de 2024, valora en un 10% de media el ahorro en el consumo energético en trenes de toda Europa al pasar a un sistema automatizado. Estudios realizados en el Metro de Dubai cifran en un 15% el ahorro energético gracias al control automático. Existe también un estudio de la Universidad de Comillas que valora en un 24,79% el ahorro energético en una línea del Metro de Madrid al utilizar conducción automática junto con el aprovechamiento del frenado regenerativo y el rediseño horario. En base a estos datos, en este estudio de rentabilidad se estima un ahorro anual medio del 12% en el consumo energético en trenes automatizados frente a una conducción convencional.

	Coste de energía en los trenes		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Longitud tramo (m)			
Consumo eléctrico (tracción) por coche (kWh/coche*km)	2	2	2
Nº de coches por tren	6	6	6
Energía de tracción por tren (kWh/tren*km)	12	12	12
Nº km anuales por tren y anden (km)	939.168,00	654.336,00	626.400,00
Energía anual (kWh/año)	11.270.016,00	7.852.032,00	7.516.800,00
Precio electricidad en 2024-2028 (€/kWh)	0,1057 €	0,1057 €	0,1057 €
Coste anual energía de tracción (€) por andén	1.191.240,69 €	829.959,78 €	794.525,76 €
Coste anual energía de tracción (€) en ambas direcciones	2.382.481,38 €	1.659.919,56 €	1.589.051,52 €
AHORRO EN ENERGÍA			
Porcentaje ahorro en energía de tracción por automatización	12%	12%	12%
Ahorro en energía de tracción por automatización (€)	285.897,77 €	199.190,35 €	190.686,18 €

Pero la automatización de la línea no solamente posibilitará el ahorro energético, sino que permitirá un importante ahorro en el coste de personal al no requerir un conductor a bordo de cada tren y permitir operar los trenes desde un centro de control, estimando este ahorro en torno al 60% del coste de personal y mantenimiento, obtenido reduciendo del coste anual de circulación de los trenes el coste de la energía.

El sistema automático permitirá además mejorar la seguridad y fiabilidad del servicio prestado, minimizando los incidentes en la línea. El 50-60% de los incidentes en Metro son causados por errores humanos, que se reducirán notablemente con la automatización.

Por otro lado, la instalación de mamparas y puertas automáticas en los andenes de la nueva estación de cada alternativa contribuirá a la seguridad de los pasajeros, representando “*un elemento de seguridad importante que previenen en el acceso voluntario o involuntario de los clientes a la plataforma de vía, además de prevenir el acceso a elementos de alta tensión o el lanzamiento de objetos a la vía*” tal como se recoge en el pliego para automatización de la Línea 6. Cada año se producen en el Metro de Madrid una media de 20-25 arrollamientos de trenes a pasajeros, habiéndose producido 29 arrollamientos en 2024. La automatización de la línea

contribuirá a disminuir esta cifra, y con ello, el gasto que llevan asociados estos arrollamientos.

Igualmente, cada año se detectan entre 90 y 100 personas en la vía, afectando al servicio prestado, cifra que también se prevé que descienda con la incorporación de puertas automáticas que restrinjan el acceso no deseado a la vía.

El beneficio / ahorro que se produce por este incremento en la seguridad y la fiabilidad de la Línea se considera repercutido en los ahorros que se han cuantificado en la tabla siguiente.

	Coste de circulación de los trenes con automatización		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Coste de circulación de los trenes convencionales (€)	5.384.625,81 €	3.751.570,02 €	3.591.401,76 €
Coste anual energía de tracción (€) en ambas direcciones	2.382.481,38 €	1.659.919,56 €	1.589.051,52 €
Coste mantenimiento y personal (€)	3.002.144,43 €	2.091.650,46 €	2.002.350,24 €
Ahorro (12%) en energía por automatización (€)	285.897,77 €	199.190,35 €	190.686,18 €
Ahorro en personal y mantenimiento (~60%) por automatización (€)	1.801.286,66 €	1.254.990,27 €	1.201.410,14 €
Coste anual circulación de trenes al automatizar (€ a 2024)	3.297.441,39 €	2.297.389,40 €	2.199.305,43 €

En este análisis de rentabilidad se considera que la automatización del tramo de la ampliación sur de la Línea 11 se producirá alrededor del año 2040, coincidiendo con la colmatación al 100% de la Operación Campamento en ejecución.

De este modo, se considera un coste de circulación convencional de los trenes hasta el año 2040, y un coste de circulación automatizada a partir del año 2040, extrapolando el coste hasta ese año a razón de un IPC anual del 2%.

	Coste de circulación de los trenes		
Año	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
2024	5.384.625,81 €	3.751.570,02 €	3.591.401,76 €
2025	5.444.668,70 €	3.793.403,03 €	3.631.448,76 €
2026	5.504.711,59 €	3.835.236,04 €	3.671.495,77 €
2027	5.564.754,48 €	3.877.069,05 €	3.711.542,77 €
2028	5.624.797,37 €	3.918.902,06 €	3.751.589,78 €
2029	5.737.293,31 €	3.997.280,10 €	3.826.621,57 €
2030	5.852.039,18 €	4.077.225,70 €	3.903.154,01 €
2031	5.969.079,96 €	4.158.770,22 €	3.981.217,09 €
2032	6.088.461,56 €	4.241.945,62 €	4.060.841,43 €
2033	6.210.230,79 €	4.326.784,53 €	4.142.058,26 €
2034	6.334.435,41 €	4.413.320,22 €	4.224.899,42 €
2035	6.461.124,12 €	4.501.586,63 €	4.309.397,41 €
2036	6.590.346,60 €	4.591.618,36 €	4.395.585,36 €
2037	6.722.153,53 €	4.683.450,73 €	4.483.497,07 €
2038	6.856.596,60 €	4.777.119,74 €	4.573.167,01 €
2039	6.993.728,53 €	4.872.662,14 €	4.664.630,35 €
2040	4.437.921,96 €	3.091.983,65 €	2.959.975,55 €
2041	4.526.680,40 €	3.153.823,33 €	3.019.175,06 €
2042	4.617.214,01 €	3.216.899,79 €	3.079.558,56 €
2043	4.709.558,29 €	3.281.237,79 €	3.141.149,73 €
2044	4.803.749,45 €	3.346.862,55 €	3.203.972,73 €
2045	4.899.824,44 €	3.413.799,80 €	3.268.052,18 €
2046	4.997.820,93 €	3.482.075,79 €	3.333.413,23 €
2047	5.097.777,35 €	3.551.717,31 €	3.400.081,49 €
2048	5.199.732,90 €	3.622.751,65 €	3.468.083,12 €
2049	5.303.727,56 €	3.695.206,69 €	3.537.444,78 €
2050	5.409.802,11 €	3.769.110,82 €	3.608.193,68 €
2051	5.517.998,15 €	3.844.493,04 €	3.680.357,55 €
2052	5.628.358,11 €	3.921.382,90 €	3.753.964,70 €
2053	5.740.925,28 €	3.999.810,56 €	3.829.044,00 €
2054	5.855.743,78 €	4.079.806,77 €	3.905.624,88 €
2055	5.972.858,66 €	4.161.402,90 €	3.983.737,37 €
2056	6.092.315,83 €	4.244.630,96 €	4.063.412,12 €
2057	6.214.162,15 €	4.329.523,58 €	4.144.680,36 €
2058	6.338.445,39 €	4.416.114,05 €	4.227.573,97 €
2059	6.465.214,30 €	4.504.436,33 €	4.312.125,45 €
2060	6.594.518,58 €	4.594.525,06 €	4.398.367,96 €
2061	6.726.408,95 €	4.686.415,56 €	4.486.335,32 €
2062	6.860.937,13 €	4.780.143,87 €	4.576.062,03 €
2063	6.998.155,88 €	4.875.746,75 €	4.667.583,27 €
2064	7.138.118,99 €	4.973.261,68 €	4.760.934,93 €
2065	7.280.881,37 €	5.072.726,92 €	4.856.153,63 €
2066	7.426.499,00 €	5.174.181,46 €	4.953.276,70 €
2067	7.575.028,98 €	5.277.665,09 €	5.052.342,24 €
2068	7.726.529,56 €	5.383.218,39 €	5.153.389,08 €
2069	7.881.060,15 €	5.490.882,76 €	5.256.456,86 €
2070	8.038.681,35 €	5.600.700,41 €	5.361.586,00 €

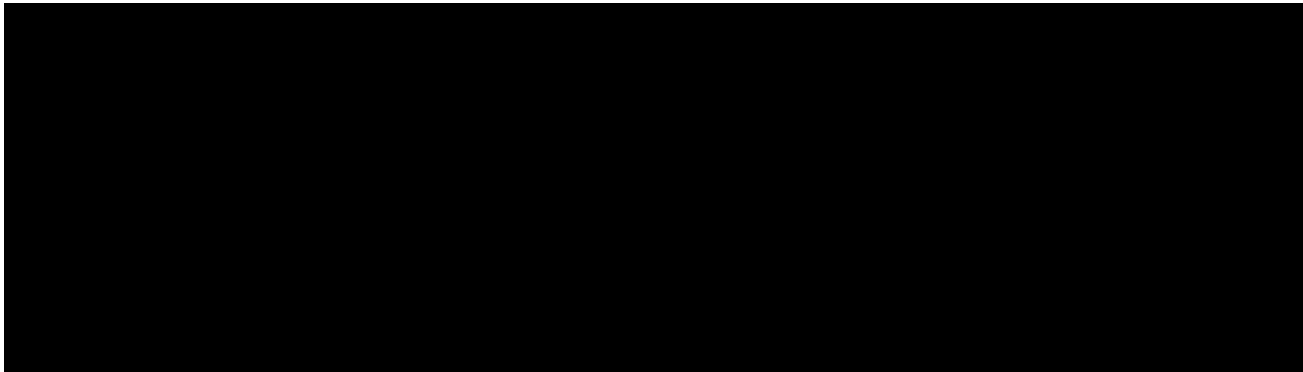
5.2.2 Coste de gestión de las estaciones

En la ya mencionada Memoria de Sostenibilidad publicada por Metro de Madrid en 2024, se publica el coste de gestión por hora de las estaciones de Metro, siendo este coste de 114,66€ en 2024.

Tabla 008. Coste de gestión de estaciones / Hora de apertura de estaciones

	2024	2023	2022
Total	296.651.044 €	287.465.594 €	306.879.007 €
Horas apertura estaciones	2.587.135	2.521.727	2.584.503
Coste/hora apertura estación	114,660 €	114,000 €	118,740 €

Este coste es un valor medio, por lo que se adapta a las particularidades de las nuevas estaciones de cada alternativa.



De este modo, se obtienen los siguientes costes de mantenimiento anual de cada una de las nuevas estaciones.

	Coste de gestión de las estaciones		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Coste gestión estaciones en 2024 (€/hora)	126,13 €	108,93 €	126,13 €
Coste gestión estaciones (€/año)	706.305,60 €	609.991,20 €	706.305,60 €

Estos costes corresponden al año 2024, por lo que se actualizan a todo el periodo de evaluación mediante un IPC anual del 2%, obteniendo los costes anuales siguientes.

	Coste de gestión de la estación		
Año	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
2024	706.305,60 €	609.991,20 €	706.305,60 €
2025	720.431,71 €	622.191,02 €	720.431,71 €
2026	734.840,35 €	634.634,84 €	734.840,35 €
2027	749.537,15 €	647.327,54 €	749.537,15 €
2028	764.527,90 €	660.274,09 €	764.527,90 €
2029	779.818,45 €	673.479,57 €	779.818,45 €
2030	795.414,82 €	686.949,17 €	795.414,82 €
2031	811.323,12 €	700.688,15 €	811.323,12 €
2032	827.549,58 €	714.701,91 €	827.549,58 €
2033	844.100,57 €	728.995,95 €	844.100,57 €
2034	860.982,59 €	743.575,87 €	860.982,59 €
2035	878.202,24 €	758.447,39 €	878.202,24 €
2036	895.766,28 €	773.616,33 €	895.766,28 €
2037	913.681,61 €	789.088,66 €	913.681,61 €
2038	931.955,24 €	804.870,43 €	931.955,24 €
2039	950.594,34 €	820.967,84 €	950.594,34 €
2040	969.606,23 €	837.387,20 €	969.606,23 €
2041	988.998,36 €	854.134,94 €	988.998,36 €
2042	1.008.778,32 €	871.217,64 €	1.008.778,32 €
2043	1.028.953,89 €	888.642,00 €	1.028.953,89 €
2044	1.049.532,97 €	906.414,84 €	1.049.532,97 €
2045	1.070.523,63 €	924.543,13 €	1.070.523,63 €
2046	1.091.934,10 €	943.033,99 €	1.091.934,10 €
2047	1.113.772,78 €	961.894,67 €	1.113.772,78 €
2048	1.136.048,24 €	981.132,57 €	1.136.048,24 €
2049	1.158.769,20 €	1.000.755,22 €	1.158.769,20 €
2050	1.181.944,59 €	1.020.770,32 €	1.181.944,59 €
2051	1.205.583,48 €	1.041.185,73 €	1.205.583,48 €
2052	1.229.695,15 €	1.062.009,44 €	1.229.695,15 €
2053	1.254.289,05 €	1.083.249,63 €	1.254.289,05 €
2054	1.279.374,83 €	1.104.914,63 €	1.279.374,83 €
2055	1.304.962,33 €	1.127.012,92 €	1.304.962,33 €
2056	1.331.061,57 €	1.149.553,18 €	1.331.061,57 €
2057	1.357.682,81 €	1.172.544,24 €	1.357.682,81 €
2058	1.384.836,46 €	1.195.995,13 €	1.384.836,46 €
2059	1.412.533,19 €	1.219.915,03 €	1.412.533,19 €
2060	1.440.783,85 €	1.244.313,33 €	1.440.783,85 €
2061	1.469.599,53 €	1.269.199,60 €	1.469.599,53 €
2062	1.498.991,52 €	1.294.583,59 €	1.498.991,52 €
2063	1.528.971,35 €	1.320.475,26 €	1.528.971,35 €
2064	1.559.550,78 €	1.346.884,76 €	1.559.550,78 €
2065	1.590.741,80 €	1.373.822,46 €	1.590.741,80 €
2066	1.622.556,63 €	1.401.298,91 €	1.622.556,63 €
2067	1.655.007,76 €	1.429.324,89 €	1.655.007,76 €
2068	1.688.107,92 €	1.457.911,38 €	1.688.107,92 €
2069	1.721.870,08 €	1.487.069,61 €	1.721.870,08 €
2070	1.756.307,48 €	1.516.811,00 €	1.756.307,48 €

6 BENEFICIOS

Los beneficios derivados de la puesta en marcha de la futura infraestructura se calculan como la diferencia de costes respecto a la situación actual, en relación a los siguientes aspectos:

- Ingresos por tarifa.
- Ahorro de tiempo frente a sistemas alternativos (vehículo privado).
- Costes de operación de los vehículos.
- Reducción del número de accidentes.
- Externalidades del transporte (emisión de CO2).
- Efecto del tráfico inducido.
- Descongestión del tráfico urbano.
- Optimización del sistema de transportes.

Los beneficios totales por día se repercuten en beneficios anuales considerando 280 días equivalentes por año ya que la demanda en fin de semana y en verano, especialmente en agosto, es inferior al día laborable medio.

6.1 INGRESOS POR TARIFA

En la Memoria de Sostenibilidad de Metro de Madrid se publican los costes por viajero en el año 2024, siendo este de 1,409 € por viaje. Este valor se obtiene igualmente considerando los 715 millones de viajes realizados por los usuarios en 2024, de los cuales el 1,40% hace uso de billete sencillo con tarifa media de 1,48€, y el resto de viajeros, el 98,6% hace uso de un título multiviaje vendido por el CRTM para ser usado en los diferentes medios de transporte asociados a este.

Tabla 010. Coste de actividades y por viajero

	2024	2023	2022
Coste actividades	1.053.666.925 €	1.033.348.050 €	1.079.597.528 €
Ingresos explotación TFM	-13.474.102 €	-13.014.801 €	-12.630.658 €
Ingresos explotación MLM	-9.116.273 €	-9.485.519 €	-9.065.721 €
Ingresos Operalia*	-430.219 €	-417.283 €	-394.781 €
Ingresos MLO**	-90.274 €	-87.559 €	
Comisión venta títulos	-22.793.658 €	-24.550.326 €	-15.275.124 €
Ingresos explotación (TFM, MLM, VTA, TIT)	-45.904.526 €	-47.555.488 €	-37.366.284 €
Coste viajero Metro	1.007.762.399 €	985.792.562 €	1.042.231.244 €
Número de viajes (demanda)	715.208.882	662.307.878	571.668.684
COSTE POR VIAJERO	1,4090 €	1,4884 €	1,8231 €

* En el año 2022 se incorporan los ingresos de Operalia (T4) como menor coste
 ** En el año 2023 se incorporan los ingresos de MLO como menor coste

A partir de este precio de 1,409 €/viaje en 2024, se estima el precio medio del viaje en la ampliación sur de la Línea 11. Teniendo en cuenta que la estación de La Fortuna de la Línea 11, desde donde nace la ampliación sur, se encuentra en Leganés, dentro de la zona tarifaria B1, con precio de billete más caro, se incrementa el precio medio del billete en la ampliación sur en un 10%, partiendo de un valor de 1,55 €/viaje en 2024.

Con la demanda considerada en cada caso, correspondiente al número de usuarios subidos y bajados en la nueva estación de cada alternativa, y considerando un IPC anual del 2%, se estiman los ingresos anuales obtenidos por el pago de tarifa de los usuarios.

		Ingresos por tarifa								
		Alternativa 1			Alternativa 2			Alternativa 3		
Año	IPC	Nº viajeros día	Precio viaje	Ingreso anual	Nº viajeros día	Precio viaje	Ingreso anual	Nº viajeros día	Precio viaje	Ingreso anual
2024	2%		1,550			1,550			1,550	
2025	2%		1,581			1,581			1,581	
2026	2%		1,613			1,613			1,613	
2027	2%		1,645			1,645			1,645	
2028	2%		1,678			1,678			1,678	
2029	2%		1,711			1,711			1,711	
2030	2%	11.381	1,745	5.562.155,98 €	15.485	1,745	7.567.875,00 €	15.485	1,745	7.567.875,00 €
2031	2%	11.643	1,780	5.803.848,93 €	15.690	1,780	7.821.566,27 €	15.690	1,780	7.821.566,27 €
2032	2%	11.910	1,816	6.056.044,20 €	15.898	1,816	8.083.761,81 €	15.898	1,816	8.083.761,81 €
2033	2%	12.184	1,852	6.319.198,13 €	16.109	1,852	8.354.746,70 €	16.109	1,852	8.354.746,70 €
2034	2%	12.464	1,889	6.593.786,92 €	16.323	1,889	8.634.815,59 €	16.323	1,889	8.634.815,59 €
2035	2%	12.751	1,927	6.880.307,44 €	16.539	1,927	8.924.272,98 €	16.539	1,927	8.924.272,98 €
2036	2%	12.806	1,966	7.048.251,37 €	16.538	1,966	9.102.207,99 €	16.538	1,966	9.102.207,99 €
2037	2%	12.861	2,005	7.220.294,70 €	16.537	2,005	9.283.690,73 €	16.537	2,005	9.283.690,73 €
2038	2%	12.917	2,045	7.396.537,49 €	16.536	2,045	9.468.791,93 €	16.536	2,045	9.468.791,93 €
2039	2%	12.973	2,086	7.577.082,27 €	16.535	2,086	9.657.583,73 €	16.535	2,086	9.657.583,73 €
2040	2%	13.029	2,128	7.762.034,02 €	16.534	2,128	9.850.139,73 €	16.534	2,128	9.850.139,73 €
2041	2%	13.079	2,170	7.947.863,47 €	16.598	2,170	10.085.960,14 €	16.598	2,170	10.085.960,14 €
2042	2%	13.130	2,214	8.138.021,29 €	16.662	2,214	10.327.273,31 €	16.662	2,214	10.327.273,31 €
2043	2%	13.180	2,258	8.332.606,27 €	16.726	2,258	10.574.204,63 €	16.726	2,258	10.574.204,63 €
2044	2%	13.230	2,303	8.531.719,44 €	16.790	2,303	10.826.882,29 €	16.790	2,303	10.826.882,29 €
2045	2%	13.281	2,349	8.735.464,10 €	16.853	2,349	11.085.437,37 €	16.853	2,349	11.085.437,37 €
2046	2%	13.331	2,396	8.943.945,86 €	16.917	2,396	11.350.003,90 €	16.917	2,396	11.350.003,90 €
2047	2%	13.381	2,444	9.157.272,70 €	16.981	2,444	11.620.718,92 €	16.981	2,444	11.620.718,92 €
2048	2%	13.432	2,493	9.375.555,04 €	17.045	2,493	11.897.722,54 €	17.045	2,493	11.897.722,54 €
2049	2%	13.482	2,543	9.598.905,76 €	17.109	2,543	12.181.158,02 €	17.109	2,543	12.181.158,02 €
2050	2%	13.532	2,594	9.827.440,29 €	17.173	2,594	12.471.171,82 €	17.173	2,594	12.471.171,82 €
2051	2%	13.583	2,646	10.061.276,63 €	17.237	2,646	12.767.913,72 €	17.237	2,646	12.767.913,72 €
2052	2%	13.633	2,698	10.300.535,46 €	17.301	2,698	13.071.536,82 €	17.301	2,698	13.071.536,82 €
2053	2%	13.683	2,752	10.545.340,13 €	17.364	2,752	13.382.197,68 €	17.364	2,752	13.382.197,68 €
2054	2%	13.734	2,807	10.795.816,76 €	17.428	2,807	13.700.056,37 €	17.428	2,807	13.700.056,37 €
2055	2%	13.784	2,864	11.052.094,33 €	17.492	2,864	14.025.276,51 €	17.492	2,864	14.025.276,51 €
2056	2%	13.834	2,921	11.314.304,68 €	17.556	2,921	14.358.025,45 €	17.556	2,921	14.358.025,45 €
2057	2%	13.885	2,979	11.582.582,60 €	17.620	2,979	14.698.474,23 €	17.620	2,979	14.698.474,23 €
2058	2%	13.935	3,039	11.857.065,92 €	17.684	3,039	15.046.797,75 €	17.684	3,039	15.046.797,75 €
2059	2%	13.985	3,100	12.137.895,53 €	17.748	3,100	15.403.174,82 €	17.748	3,100	15.403.174,82 €
2060	2%	14.036	3,162	12.425.215,50 €	17.812	3,162	15.767.788,25 €	17.812	3,162	15.767.788,25 €
2061	2%	14.086	3,225	12.719.173,12 €	17.875	3,225	16.140.824,96 €	17.875	3,225	16.140.824,96 €
2062	2%	14.136	3,289	13.019.918,95 €	17.939	3,289	16.522.476,01 €	17.939	3,289	16.522.476,01 €
2063	2%	14.187	3,355	13.327.606,95 €	18.003	3,355	16.912.936,78 €	18.003	3,355	16.912.936,78 €
2064	2%	14.237	3,422	13.642.394,50 €	18.067	3,422	17.312.406,99 €	18.067	3,422	17.312.406,99 €
2065	2%	14.287	3,491	13.964.442,51 €	18.131	3,491	17.721.090,83 €	18.131	3,491	17.721.090,83 €
2066	2%	14.338	3,560	14.293.915,48 €	18.195	3,560	18.139.197,06 €	18.195	3,560	18.139.197,06 €
2067	2%	14.388	3,632	14.630.981,59 €	18.259	3,632	18.566.939,11 €	18.259	3,632	18.566.939,11 €
2068	2%	14.438	3,704	14.975.812,78 €	18.323	3,704	19.004.535,16 €	18.323	3,704	19.004.535,16 €
2069	2%	14.489	3,778	15.328.584,83 €	18.387	3,778	19.452.208,27 €	18.387	3,778	19.452.208,27 €
2070	2%	14.539	3,854	15.689.477,43 €	18.450	3,854	19.910.186,50 €	18.450	3,854	19.910.186,50 €

6.2 AHORRO DE TIEMPO FRENTE AL VEHÍCULO PRIVADO

Para los viajeros que utilicen la nueva infraestructura, la ampliación sur de la Línea 11 supondrá un ahorro de tiempo respecto a los medios existentes de transporte para cubrir este trayecto, en particular, respecto al vehículo privado.

Para determinar el valor económico de este tiempo se adoptará un valor de 8 €/h • persona (Valor utilizado por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid en algunos de sus últimos estudios en el año 2019). Este valor se actualiza de acuerdo con el IPC para los años posteriores, considerando un IPC del 2% anual, obteniendo de este modo un valor de 9,95 €/hora*persona en el año 2030.

Considerando la distancia entre la estación de La Fortuna y los nuevos finales de línea en las diferentes alternativas estudiadas, se estima el ahorro de tiempo obtenido.

La velocidad media de los vehículos en Madrid es de 10,19 km/h dentro del primer cinturón de Madrid, aumentando esta velocidad hasta los 20 km/h en el conjunto de la ciudad. De manera adicional, debe considerarse el tiempo que se tarda en buscar aparcamiento y aparcar, que se estima en 15 minutos de media. De este modo, se considera una velocidad media del vehículo privado de 13 km/h.

Se considera una velocidad media de los trenes de Metro de 30 km/h. La velocidad media de los trenes de Metro de Madrid es de aproximadamente 27,7 km/h en día laborable en hora punta, y de unos 36,9 km/h si se mide sin incluir los tiempos de parada en las estaciones, por lo que el valor de 30 km/h se considera razonable.

Se considera un 15% de viajeros traspasados desde el vehículo privado a Metro en la zona de la ampliación sur. Esta porcentaje se justifica por tratarse de una zona fuera del centro de la ciudad, ya que en la zona sur la oferta actual de transporte público es más limitada que en el centro de la ciudad y, por tanto, la implantación de la ampliación sur de la L11 genera un efecto de atracción significativo sobre los usuarios del vehículo privado. En cambio, en el centro urbano, donde la red metropolitana cuenta con una elevada densidad de líneas y múltiples alternativas de conexión, las nuevas ampliaciones apenas inducen un cambio modal apreciable, dado que ya se dispone de varias opciones de desplazamiento en Metro.

Con estos valores, y teniendo en cuenta el valor de 9,95 €/hora*persona percibido como valor del tiempo ahorrado en 2030, se obtienen los siguientes datos de ahorro de tiempo por tráfico de vehículo privado captado en cada alternativa.

	Ahorro de tiempo (€) por tráfico captado		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Longitud de la alternativa (m)			
Velocidad media vehículo privado (km/h)	13	13	13
Tiempo (h) recorrido vehículo privado	0,32	0,25	0,24
Velocidad media Metro (km/h)	30	30	30
Tiempo (h) recorrido en Metro	0,14	0,11	0,10
Ahorro (h) de tiempo en trayecto	0,18	0,14	0,14
Valor percibido de tiempo ahorrado (€h) 2030	1,83 €	1,40 €	1,36 €
Días de cálculo	280	280	280
Total ahorro percibido anual (€)	511,50 €	391,42 €	379,69 €
% viajeros traspasados de vehículo privado a Metro	15%	15%	15%
IPC anual	2%	2%	2%

A partir de estos valores, y partiendo del total de ahorro percibido anual en cada alternativa, se obtiene el ahorro de tiempo anual considerando la demanda de cada alternativa y teniendo en cuenta que el 15% de esta se considera por tráfico transferido desde el vehículo privado, obteniendo el siguiente ahorro en cada una de las alternativas estudiadas.

Año	Ahorro de tiempo anual (€) por tráfico captado		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
2030	873.202,33 €	909.170,20 €	881.932,60 €
2031	911.145,69 €	939.647,52 €	911.496,86 €
2032	950.737,80 €	971.146,51 €	942.052,17 €
2033	992.050,31 €	1.003.701,41 €	973.631,77 €
2034	1.035.157,98 €	1.037.347,61 €	1.006.269,98 €
2035	1.080.138,81 €	1.072.121,71 €	1.040.002,29 €
2036	1.106.504,31 €	1.093.498,02 €	1.060.738,19 €
2037	1.133.513,37 €	1.115.300,53 €	1.081.887,52 €
2038	1.161.181,71 €	1.137.537,75 €	1.103.458,54 €
2039	1.189.525,42 €	1.160.218,34 €	1.125.459,65 €
2040	1.218.560,98 €	1.183.351,15 €	1.147.899,43 €
2041	1.247.734,32 €	1.211.681,54 €	1.175.381,08 €
2042	1.277.587,18 €	1.240.671,81 €	1.203.502,84 €
2043	1.308.135,06 €	1.270.337,02 €	1.232.279,31 €
2044	1.339.393,82 €	1.300.692,57 €	1.261.725,45 €
2045	1.371.379,67 €	1.331.754,21 €	1.291.856,52 €
2046	1.404.109,20 €	1.363.538,03 €	1.322.688,14 €
2047	1.437.599,36 €	1.396.060,51 €	1.354.236,28 €
2048	1.471.867,49 €	1.429.338,47 €	1.386.517,27 €
2049	1.506.931,29 €	1.463.389,12 €	1.419.547,81 €
2050	1.542.808,91 €	1.498.230,06 €	1.453.344,97 €
2051	1.579.518,85 €	1.533.879,29 €	1.487.926,19 €
2052	1.617.080,07 €	1.570.355,19 €	1.523.309,32 €
2053	1.655.511,93 €	1.607.676,58 €	1.559.512,60 €
2054	1.694.834,24 €	1.645.862,68 €	1.596.554,70 €
2055	1.735.067,23 €	1.684.933,16 €	1.634.454,67 €
2056	1.776.231,61 €	1.724.908,11 €	1.673.232,02 €
2057	1.818.348,53 €	1.765.808,08 €	1.712.906,68 €
2058	1.861.439,64 €	1.807.654,09 €	1.753.499,04 €
2059	1.905.527,05 €	1.850.467,62 €	1.795.029,92 €
2060	1.950.633,39 €	1.894.270,62 €	1.837.520,64 €
2061	1.996.781,77 €	1.939.085,56 €	1.880.992,98 €
2062	2.043.995,83 €	1.984.935,39 €	1.925.469,21 €
2063	2.092.299,74 €	2.031.843,58 €	1.970.972,09 €
2064	2.141.718,20 €	2.079.834,12 €	2.017.524,89 €
2065	2.192.276,49 €	2.128.931,54 €	2.065.151,42 €
2066	2.244.000,42 €	2.179.160,93 €	2.113.875,99 €
2067	2.296.916,40 €	2.230.547,92 €	2.163.723,50 €
2068	2.351.051,41 €	2.283.118,72 €	2.214.719,35 €
2069	2.406.433,06 €	2.336.900,14 €	2.266.889,54 €
2070	2.463.089,56 €	2.391.919,57 €	2.320.260,66 €

6.3 AHORRO DEL COSTE DE OPERACIÓN DE VEHÍCULOS PRIVADOS

Considerando que un 15% de los usuarios de la nueva infraestructura corresponden a pasajeros que actualmente realizan este trayecto en vehículo privado, y que cambiarán de modo de transporte una vez se ponga en servicio la ampliación de la Línea 1, se obtiene el ahorro que se produce en el coste de operación de los vehículos.

La ocupación media de los vehículos privados se estima en 1,4 personas por vehículo. El Estudio Inicial de Movilidad y Tráfico publicado en 2023 por la Comunidad de Madrid indica que el 66,0% de los desplazamientos en vehículo privado son realizados por el conductor y el 30,6% por acompañantes, lo que da como resultado una cifra de ocupación media de 1,46 personas por vehículo.

Se considera un coste medio de operación de los vehículos privados de 0,30 €/km, valor que incluye todos los gastos producidos en su uso, como pueden ser:

- El coste del combustible, considerando un consumo de 7 litros a los 100 km, con un coste medio de 1,60 €/l, lo cual supone 0,112 €/km de coste en combustible.
- Considerando un kilometraje medio anual de 12.000km, y un vehículo utilitario de precio de compra 20.000 € y valor residual tras 10 años de 5.000 €, su depreciación anual será de unos 1.500 €/año, lo cual corresponde a 0,125 €/km.
- El coste del mantenimiento anual de un vehículo, considerando neumáticos, lubricante, frenos, revisiones... puede estimarse en 0,05 €/km.
- El coste de un seguro medio de 500 € anuales repercute en 0,04 €/km.
- Coste de aparcamientos y peajes, estimando unos 500 € anuales, lo cual representa otros 0,04 €/km.

Teniendo en cuenta que la ampliación de la Línea 11 objeto de este estudio se encuentra al Sur de la ciudad, limitando con localidades al sur de Madrid como Leganés, se considera que la distancia que recorrerían en coche en caso de no realizarse la ampliación sur sería de unos 15 km en cada viaje.

Con estas premisas, se obtiene el ahorro anual en el coste de operación de los vehículos privados.

	Ahorro de coste de operación de los vehículos (€)		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Coste operación vehículo (€/km)	0,3	0,3	0,3
Nº personas (pers/vehi)	1,4	1,4	1,4
Distancia diaria recorrida (km/veh)	15,00	15,00	15,00
% usuarios captados por Metro ampliación	15%	15%	15%
Días de calculo	280	280	280
IPC anual	2%	2%	2%

A partir de estos valores, se obtiene el ahorro anual por alternativa teniendo en cuenta el IPC anual del 2%.

	Ahorro de coste de operación anual de los vehículos (€)		
Año	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
2030	1.536.435,00 €	2.090.475,00 €	2.090.475,00 €
2031	1.603.197,87 €	2.160.552,17 €	2.160.552,17 €
2032	1.672.861,80 €	2.232.978,48 €	2.232.978,48 €
2033	1.745.552,84 €	2.307.832,66 €	2.307.832,66 €
2034	1.821.402,54 €	2.385.196,13 €	2.385.196,13 €
2035	1.900.548,13 €	2.465.152,97 €	2.465.152,97 €
2036	1.946.939,30 €	2.514.303,98 €	2.514.303,98 €
2037	1.994.462,85 €	2.564.434,98 €	2.564.434,98 €
2038	2.043.146,42 €	2.615.565,51 €	2.615.565,51 €
2039	2.093.018,33 €	2.667.715,49 €	2.667.715,49 €
2040	2.144.107,57 €	2.720.905,25 €	2.720.905,25 €
2041	2.195.439,26 €	2.786.045,96 €	2.786.045,96 €
2042	2.247.966,58 €	2.852.703,92 €	2.852.703,92 €
2043	2.301.716,81 €	2.920.913,79 €	2.920.913,79 €
2044	2.356.717,87 €	2.990.710,97 €	2.990.710,97 €
2045	2.412.998,28 €	3.062.131,67 €	3.062.131,67 €
2046	2.470.587,22 €	3.135.212,91 €	3.135.212,91 €
2047	2.529.514,52 €	3.209.992,55 €	3.209.992,55 €
2048	2.589.810,67 €	3.286.509,30 €	3.286.509,30 €
2049	2.651.506,87 €	3.364.802,71 €	3.364.802,71 €
2050	2.714.634,99 €	3.444.913,26 €	3.444.913,26 €
2051	2.779.227,63 €	3.526.882,31 €	3.526.882,31 €
2052	2.845.318,12 €	3.610.752,15 €	3.610.752,15 €
2053	2.912.940,54 €	3.696.566,04 €	3.696.566,04 €
2054	2.982.129,73 €	3.784.368,18 €	3.784.368,18 €
2055	3.052.921,32 €	3.874.203,78 €	3.874.203,78 €
2056	3.125.351,71 €	3.966.119,06 €	3.966.119,06 €
2057	3.199.458,15 €	4.060.161,26 €	4.060.161,26 €
2058	3.275.278,71 €	4.156.378,71 €	4.156.378,71 €
2059	3.352.852,31 €	4.254.820,79 €	4.254.820,79 €
2060	3.432.218,74 €	4.355.538,00 €	4.355.538,00 €
2061	3.513.418,69 €	4.458.581,98 €	4.458.581,98 €
2062	3.596.493,74 €	4.564.005,49 €	4.564.005,49 €
2063	3.681.486,43 €	4.671.862,52 €	4.671.862,52 €
2064	3.768.440,24 €	4.782.208,22 €	4.782.208,22 €
2065	3.857.399,60 €	4.895.099,00 €	4.895.099,00 €
2066	3.948.409,95 €	5.010.592,54 €	5.010.592,54 €
2067	4.041.517,77 €	5.128.747,77 €	5.128.747,77 €
2068	4.136.770,53 €	5.249.624,98 €	5.249.624,98 €
2069	4.234.216,79 €	5.373.285,78 €	5.373.285,78 €
2070	4.333.906,20 €	5.499.793,16 €	5.499.793,16 €

6.4 REDUCCIÓN DE LA ACCIDENTALIDAD

Debido a su propia naturaleza, las actividades vinculadas al transporte implican un riesgo de sufrir un accidente para los usuarios. Los accidentes en los que se encuentran involucrados vehículos suceden en todos los medios de transporte .Los beneficios vinculados a la mejora en la seguridad deben ser evaluados en el análisis económico, distinguiendo entre fallecidos, heridos graves y heridos leves.

De acuerdo con la literatura existente, el coste económico de los accidentes está definido por dos componentes:

- Coste directo: costes médicos (incurridos en el año del accidente y costes futuros por repercusiones a largo plazo de determinadas lesiones), costes administrativos de policía, juicios, investigación de accidentes, servicios de emergencia, seguros, etc.
- Costes indirectos: estos costes consisten en la pérdida de producción para la sociedad (por ejemplo el valor de los bienes y servicios que podría haber producido la persona si no hubiera ocurrido el accidente). La pérdida continuará a lo largo del periodo entre la ocurrencia del accidente y el año de jubilación de la víctima más joven.

Para obtener los datos de la accidentes de tráfico en Madrid en los últimos años, se consulta el Resumen de accidentes de tráfico registrados por la Policía Municipal de Madrid, publicado en el portal de datos abiertos del Ayuntamiento. Se filtran los datos recogidos en estos registros, obteniendo el número de muertos en accidentes, así como heridos graves, considerando estos como aquellos con ingreso hospitalario superior a un día, y heridos leves considerando estos como aquellos que reciben asistencia sanitaria con ingreso hospitalario inferior a un día.

De estos registros de accidentes de la Policía Municipal se obtiene una siniestralidad del 1,50% de accidentes por población de Madrid. En estos accidentes, el 0,059% resulta fallecido, el 1,15% herido grave, el 21,54% herido leve y el 77,25% no requiere asistencia sanitaria de ningún tipo.

La tabla siguiente muestra el resumen de los datos recogidos en el registro de la Policía Municipal de Madrid

Año	2024	2023
Accidentes en Madrid	49.340	48.830
Muertes	29	26
% muertos por accidente	0,059%	0,053%
Heridos graves	568	563
% graves por accidente	1,151%	1,153%
Heridos leves	10.629	10.887
% leves por accidente	21,54%	22,30%
Sin asistencia sanitaria	38.114	37.354
% sin asistencia por accidente	77,25%	76,50%
Población de Madrid	3.283.849	3.269.786
% accidentes sobre población	1,50%	1,49%

Según un estudio de 2021 de la Dirección General de Tráfico (DGT), en España, los costes medios agregados estimados para prevenir un accidente de coche con distintas consecuencias son los siguientes:

Víctima mortal	Herido grave	Herido leve
2.000.000,00 €	385.480,00 €	8.506,00 €

Adaptando estos costes a cada año mediante un IPC del 2%, y considerando una transferencia del 15% del vehículo privado al uso de Metro en la ampliación sur de la Línea 11, teniendo en cuenta la demanda considerada en cada alternativa, se obtienen los siguientes ahorros por alternativa y año.

					Alternativa 1					Alternativa 2					Alternativa 3				
		Victima mortal	Herido grave	Herido leve	Accidentes totales por demanda	Accidentes evitados por paso de vehículo a Metro (15%)	Ahorro por victima mortal	Ahorro por herido grave	Ahorro por herido leve	Accidentes totales por demanda	Accidentes evitados por paso de vehículo a Metro (15%)	Ahorro por victima mortal	Ahorro por herido grave	Ahorro por herido leve	Accidentes totales por demanda	Accidentes evitados por paso de vehículo a Metro (15%)	Ahorro por victima mortal	Ahorro por herido grave	Ahorro por herido leve
2020		2.000.000,00 €	385.480,00 €	8.506,00 €															
2021	2%	2.040.000,00 €	393.189,60 €	8.676,12 €															
2022	2%	2.080.800,00 €	401.053,39 €	8.849,64 €															
2023	2%	2.122.416,00 €	409.074,46 €	9.026,64 €															
2024	2%	2.164.864,32 €	417.255,95 €	9.207,17 €															
2025	2%	2.208.161,61 €	425.601,07 €	9.391,31 €															
2026	2%	2.252.324,84 €	434.113,09 €	9.579,14 €															
2027	2%	2.297.371,34 €	442.795,35 €	9.770,72 €															
2028	2%	2.343.318,76 €	451.651,26 €	9.966,13 €															
2029	2%	2.390.185,14 €	460.684,28 €	10.165,46 €															
2030	2%	2.437.988,84 €	469.897,97 €	10.368,77 €	171,00	25,65	36.755,15	138.752,37	57.293,85	232,66	34,90	50.009,10	188.786,61	77.954,07	232,66	34,90	50.009,10	188.786,61	77.954,07
2031	2%	2.486.748,62 €	479.295,93 €	10.576,14 €	174,93	26,24	38.352,28	144.781,59	59.783,45	235,75	35,36	51.685,51	195.115,14	80.567,26	235,75	35,36	51.685,51	195.115,14	80.567,26
2032	2%	2.536.483,59 €	488.881,85 €	10.787,66 €	178,95	26,84	40.018,80	151.072,80	62.381,22	238,87	35,83	53.418,12	201.655,82	83.268,04	238,87	35,83	53.418,12	201.655,82	83.268,04
2033	2%	2.587.213,26 €	498.659,48 €	11.003,42 €	183,07	27,46	41.757,74	157.637,38	65.091,88	242,04	36,31	55.208,80	208.415,75	86.059,36	242,04	36,31	55.208,80	208.415,75	86.059,36
2034	2%	2.638.957,53 €	508.632,67 €	11.223,49 €	187,28	28,09	43.572,25	164.487,22	67.920,32	245,25	36,79	57.059,52	215.402,29	88.944,26	245,25	36,79	57.059,52	215.402,29	88.944,26
2035	2%	2.691.736,68 €	518.805,33 €	11.447,96 €	191,58	28,74	45.465,60	171.634,70	70.871,67	248,50	37,27	58.972,28	222.623,03	91.925,86	248,50	37,27	58.972,28	222.623,03	91.925,86
2036	2%	2.745.571,41 €	529.181,43 €	11.676,92 €	192,41	28,86	46.575,38	175.824,19	72.601,61	248,48	37,27	60.148,09	227.061,76	93.758,70	248,48	37,27	60.148,09	227.061,76	93.758,70
2037	2%	2.800.482,84 €	539.765,06 €	11.910,45 €	193,24	28,99	47.712,26	180.115,95	74.373,76	248,47	37,27	61.347,34	231.588,99	95.628,10	248,47	37,27	61.347,34	231.588,99	95.628,10
2038	2%	2.856.492,50 €	550.560,36 €	12.148,66 €	194,08	29,11	48.876,88	184.512,46	76.189,18	248,45	37,27	62.570,50	236.206,48	97.534,76	248,45	37,27	62.570,50	236.206,48	97.534,76
2039	2%	2.913.622,35 €	561.571,57 €	12.391,64 €	194,92	29,24	50.069,94	189.016,29	78.048,91	248,44	37,27	63.818,05	240.916,05	99.479,44	248,44	37,27	63.818,05	240.916,05	99.479,44
2040	2%	2.971.894,79 €	572.803,00 €	12.639,47 €	195,76	29,36	51.292,11	193.630,06	79.954,03	248,42	37,26	65.090,48	245.719,51	101.462,89	248,42	37,26	65.090,48	245.719,51	101.462,89
2041	2%	3.031.332,69 €	584.259,06 €	12.892,26 €	196,52	29,48	52.520,09	198.265,72	81.868,20	249,38	37,41	66.648,79	251.602,23	103.892,00	249,38	37,41	66.648,79	251.602,23	103.892,00
2042	2%	3.091.959,34 €	595.944,24 €	13.150,10 €	197,27	29,59	53.776,67	203.009,36	83.826,95	250,34	37,55	68.243,41	257.621,98	106.377,68	250,34	37,55	68.243,41	257.621,98	106.377,68
2043	2%	3.153.798,53 €	607.863,13 €	13.413,11 €	198,03	29,70	55.062,50	207.863,44	85.831,30	251,30	37,70	69.875,15	263.781,88	108.921,23	251,30	37,70	69.875,15	263.781,88	108.921,23
2044	2%	3.216.874,50 €	620.020,39 €	13.681,37 €	198,79	29,82	56.378,25	212.830,47	87.882,30	252,26	37,84	71.544,86	270.085,12	111.523,98	252,26	37,84	71.544,86	270.085,12	111.523,98
2045	2%	3.281.211,99 €	632.420,80 €	13.954,99 €	199,54	29,93	57.724,61	217.913,04	89.981,00	253,22	37,98	73.253,42	276.534,98	114.187,27	253,22	37,98	73.253,42	276.534,98	114.187,27
2046	2%	3.346.836,23 €	645.069,21 €	14.234,09 €	200,30	30,04	59.102,28	223.113,79	92.128,50	254,18	38,13	75.001,69	283.134,80	116.912,47	254,18	38,13	75.001,69	283.134,80	116.912,47
2047	2%	3.413.772,95 €	657.970,60 €	14.518,78 €	201,06	30,16	60.511,96	228.435,39	94.325,91	255,14	38,27	76.790,60	289.888,00	119.701,02	255,14	38,27	76.790,60	289.888,00	119.701,02
2048	2%	3.482.048,41 €	671.130,01 €	14.809,15 €	201,81	30,27	61.954,38	233.880,62	96.574,36	256,10	38,42	78.621,06	296.798,08	122.554,34	256,10	38,42	78.621,06	296.798,08	122.554,34
2049	2%	3.551.689,38 €	684.552,61 €	15.105,33 €	202,57	30,39	63.430,30	239.452,28	98.875,02	257,06	38,56	80.494,02	303.868,60	125.473,91	257,06	38,56	80.494,02	303.868,60	125.473,91
2050	2%	3.622.723,17 €	698.243,66 €	15.407,44 €	203,32	30,50	64.940,48	245.153,25	101.229,07	258,02	38,70	82.410,46	311.103,22	128.461,24	258,02	38,70	82.410,46	311.103,22	128.461,24
2051	2%	3.695.177,63 €	712.208,54 €	15.715,59 €	204,08	30,61	66.485,68	250.986,48	103.637,74	258,98	38,85	84.371,35	318.505,68	131.517,87	258,98	38,85	84.371,35	318.505,68	131.517,87
2052	2%	3.769.081,18 €	726.452,71 €	16.029,90 €	204,84	30,73	68.066,72	256.954,98	106.102,26	259,94	38,99	86.377,71	326.079,80	134.645,39	259,94	38,99	86.377,71	326.079,80	134.645,39
2053	2%	3.844.462,81 €	740.981,76 €	16.350,50 €	205,59	30,84	69.684,41	263.061,83	108.623,91	260,90	39,14	88.430,58	333.829,48	137.845,40	260,90	39,14	88.430,58	333.829,48	137.845,40
2054	2%	3.921.352,06 €	755.801,40 €	16.677,51 €	206,35	30,95	71.339,58	269.310,17	111.203,98	261,86	39,28	90.531,02	341.758,71	141.119,55	261,86	39,28	90.531,02	341.758,71	141.119,55
2055	2%	3.999.779,11 €	770.917,42 €	17.011,06 €	207,11	31,07	73.033,08	275.7											

6.5 EXTERNALIDADES DEL TRANSPORTE. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO2

Se considera en este apartado la disminución de los costes externos del transporte (que no están sujetos a una transferencia monetaria), derivados del cambio de modo de transporte una vez funcione la nueva infraestructura.

Se ha considerado como principal externalidad el coste de emisión de CO2. Para ello se ha supuesto un consumo medio de combustible de 7 l/100 km, y una generación de CO2 = 3,15 t/t carburante.

El precio de una tonelada de CO2 en el Sistema Electrónico de Negociación de Derechos de Emisión de Dióxido de Carbono varía, pero se sitúa en torno a los €78,16 (precio de cierre spot del 22 de octubre de 2025). La media anual de los últimos 12 mese ha sido de 71,15 €. Con ello, se considera un precio de la tonelada de CO2 emitida de 75 €.

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Distancia diaria recorrida (km/veh)	15	15	15
Captación desde vehículo privado (%)	15%	15%	15%
Consumo medio de combustible (l/100 km)	7	7	7
Emisión CO2 (t/t carburante)	3,15	3,15	3,15
Emisión CO2 (t/100 km) (densidad media 0,8kg/l)	0,01764	0,01764	0,01764
Coste de la tonelada de CO2 (€)	75,00 €	75,00 €	75,00 €
Días de cálculo	280	280	280

A partir de estos datos, se obtiene para cada alternativa el ahorro producido cada año por reducción de emisiones de CO2 motivado por el 15% de transferencia que se considera que deja el vehículo privado a favor del uso de la ampliación sur de la Línea 11 de Metro.

El ahorro se actualiza anualmente considerando un IPC del 2%.

Año	IPC estimado	Ahorro por reducción de emisión de CO2		
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
2030	2,00%	94.859	129.066	129.066
2031	2,00%	98.981	133.392	133.392
2032	2,00%	103.282	137.864	137.864
2033	2,00%	107.770	142.486	142.486
2034	2,00%	112.453	147.262	147.262
2035	2,00%	117.340	152.199	152.199
2036	2,00%	120.204	155.233	155.233
2037	2,00%	123.138	158.328	158.328
2038	2,00%	126.144	161.485	161.485
2039	2,00%	129.223	164.705	164.705
2040	2,00%	132.377	167.989	167.989
2041	2,00%	135.546	172.010	172.010
2042	2,00%	138.789	176.126	176.126
2043	2,00%	142.108	180.337	180.337
2044	2,00%	145.504	184.646	184.646
2045	2,00%	148.979	189.056	189.056
2046	2,00%	152.534	193.568	193.568
2047	2,00%	156.172	198.185	198.185
2048	2,00%	159.895	202.909	202.909
2049	2,00%	163.704	207.743	207.743
2050	2,00%	167.602	212.689	212.689
2051	2,00%	171.590	217.750	217.750
2052	2,00%	175.670	222.928	222.928
2053	2,00%	179.845	228.226	228.226
2054	2,00%	184.117	233.647	233.647
2055	2,00%	188.487	239.193	239.193
2056	2,00%	192.959	244.868	244.868
2057	2,00%	197.535	250.674	250.674
2058	2,00%	202.216	256.615	256.615
2059	2,00%	207.005	262.693	262.693
2060	2,00%	211.905	268.911	268.911
2061	2,00%	216.918	275.273	275.273
2062	2,00%	222.048	281.782	281.782
2063	2,00%	227.295	288.441	288.441
2064	2,00%	232.664	295.254	295.254
2065	2,00%	238.156	302.223	302.223
2066	2,00%	243.775	309.354	309.354
2067	2,00%	249.523	316.649	316.649
2068	2,00%	255.404	324.112	324.112
2069	2,00%	261.421	331.747	331.747
2070	2,00%	267.575	339.557	339.557

6.6 EFECTO DE DEMANDA INDUCIDA

Según la bibliografía existente, al disminuir el coste del transporte entre la situación actual y la situación futura consistente en la entrada en servicio de la futura línea ferroviaria, el movimiento de personas se incrementa en una cierta cantidad de movimientos que antes de existir la infraestructura no se realizaban. Estos movimientos inducidos pueden explicarse como la suma de los usuarios que en la situación actual no utilizaban el corredor estudiado y aquellos que aumentan la frecuencia de sus viajes gracias a la mejora de las infraestructuras.

Tal como indica la Nota de Servicio 3/2014 del Ministerio de Transportes, las consecuencias de la demanda inducida son importantes en tres aspectos:

- Desde el punto de vista de una valoración operativa, la actuación que se va a realizar en el sistema de transporte, la ampliación sur de la Línea 11, se diseña para ser sensible a la adición del tráfico inducido y esto se refleja en el modelo de demanda.
- Desde una óptica de valoración medioambiental, el tráfico inducido afecta al balance de daños medioambientales y así se considera en el análisis de externalidades.
- La valoración económica es sensible, en la estimación de costes y beneficios, a la existencia del tráfico inducido.

En este estudio de rentabilidad, el efecto de la demanda inducida se considera repercutido en la consideración de transferencia del 15% de la demanda desde el vehículo privado a la ampliación sur de la Línea 11, habiendo considerado este porcentaje en los diferentes beneficios analizados.

Este porcentaje del 15% se justifica porque en la zona sur la oferta actual de transporte público es más limitada que en el centro de Madrid y, por tanto, la implantación de la ampliación sur de L11 genera un efecto de atracción significativo sobre los usuarios del vehículo privado en la zona. En cambio, en el centro urbano, donde la red metropolitana cuenta con una elevada densidad de líneas y múltiples alternativas de conexión, las nuevas ampliaciones apenas inducen un cambio modal apreciable, dado que ya se dispone de varias opciones de desplazamiento en Metro.

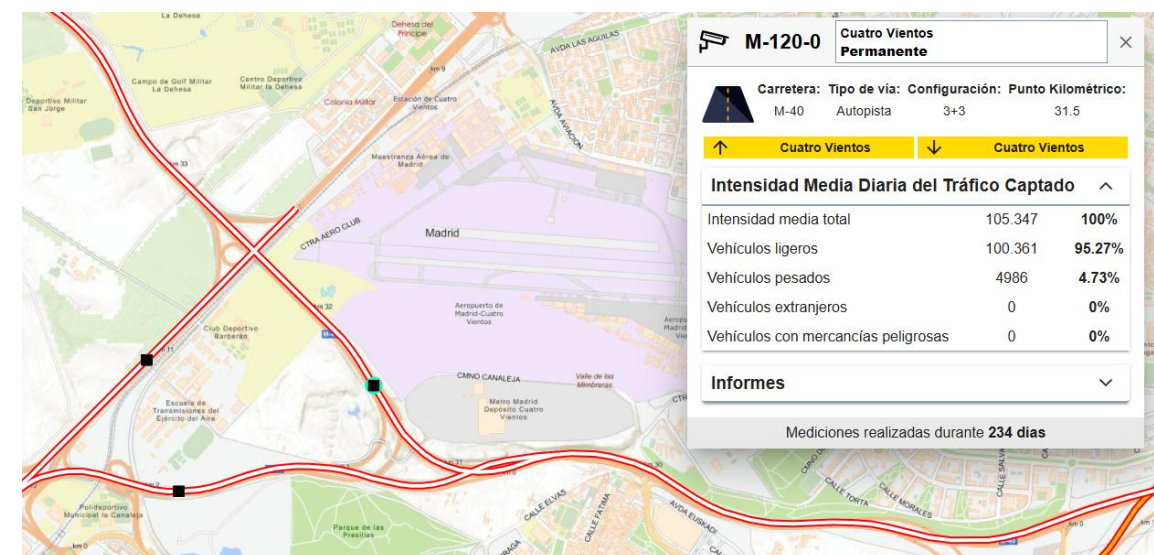
6.7 DESCONGESTIÓN DE LA RED VIARIA

Se considera que el posible beneficio que puede producirse por la pequeña descongestión de la red viaria motivada por la transferencia de viajeros desde el uso del vehículo privado al uso de Metro no produzca un efecto apreciable en el estado del tráfico viario en la zona, ni una

descongestión apreciable para el resto de vehículos.

La transferencia del 15% de la demanda de la ampliación sur de la Línea 11 que se considera procedente del vehículo privado, si bien puede ser importante para el tráfico de la Línea de Metro, apenas será perceptible en el tráfico de la red viaria de la zona.

Tanto la M-40 como la Autovía A-5 soportan cada día una gran afluencia de tráfico, en torno a 90.000 vehículos la A-5 y más de 100.000 la M-40 en la zona cercana a La Fortuna, según se indica en los Mapas de Tráfico del Ministerio de Transportes, por lo que una reducción del tráfico de vehículos de menos del orden del 1% en el conjunto de ambas vías apenas será perceptible en la congestión de estas vías.



6.8 OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTES

La entrada en servicio de la ampliación sur de la Línea 11 implica la modificación de los trayectos que algunos viajeros siguen en la actualidad.

El Estudio de Demanda realizado, incluido en el Anejo 03 del Estudio Informativo de Ampliación Sur de la Línea 11 y realizado con la colaboración del Consorcio Regional de Transportes, recoge el ahorro de tiempo que se producirá para todo el sistema de transporte en los diferentes años horizontes.

A partir de los viajes*hora en un día medio, y restando los valores de cada alternativa respecto de la base, se obtiene el ahorro de tiempo por día motivado por la construcción de la ampliación sur de la Línea 11 de Metro:

	Viajes*hora totales en un día			
	Base	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
2030	5.318.031	5.316.031	5.315.172	5.315.172
2035	5.495.439	5.493.020	5.492.287	5.492.287
2040	5.610.433	5.608.188	5.607.475	5.607.475

	Ahorro viajes*hora al día		
Año	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
2030	2.000	2.859	2.859
2035	2.419	3.152	3.152
2040	2.245	2.958	2.958
r 2035-2030	3,88%	1,97%	1,97%
r 2040-2035	-1,48%	-1,26%	-1,26%

Como diferencia entre el escenario base y los diferentes escenarios tras la puesta en servicio de las alternativas, y aplicando un coste de 8 €/hora al ahorro calculado a precio de 2019 , se obtiene la valoración del ahorro por la optimización del sistema de transporte debido a la entrada en servicio de la ampliación proyectada.

El coste de 8 €/hora, empleado habitualmente en la valoración de la optimización del sistema de tansporte, fue calculado para el año 2019 por el CRTM, actualizándose con una tasa de crecimiento igual a la inflación, del 2%, lo cual implica un ahorro de 9,95 € en 2030, 10,99 € en 2035 y 12,13€ en 2040.

Con todo ello, se obtiene el ahorro por la opitimización del sistema de transporte, considerando a partir del año 2040 un incremento de viajes*hora proporcional a la tasa de crecimiento anual de población, y considerando 280 días al año en el cálculo para tener en cuenta el efecto de fines de semana, festivos y verano. Con ello, se obtienen los siguientes resultados:

		Ahorro por optimización del sistema de transportes					
		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
Año	€/hora	vijaj*hora	Ahorro opt. Tpte	vijaj*hora	Ahorro opt. Tpte	vijaj*hora	Ahorro opt. Tpte
2030	9,95 €	2.000	5.570.316,90 €	2.859	7.962.768,01 €	2.859	7.962.768,01 €
2031	10,15 €	2.078	5.902.027,78 €	2.915	8.282.065,21 €	2.915	8.282.065,21 €
2032	10,35 €	2.158	6.253.491,96 €	2.973	8.614.165,83 €	2.973	8.614.165,83 €
2033	10,56 €	2.242	6.625.885,74 €	3.031	8.959.583,28 €	3.031	8.959.583,28 €
2034	10,77 €	2.329	7.020.455,46 €	3.091	9.318.851,54 €	3.091	9.318.851,54 €
2035	10,98 €	2.419	7.438.521,71 €	3.152	9.692.526,02 €	3.152	9.692.526,02 €
2036	11,20 €	2.383	7.474.857,23 €	3.112	9.761.567,00 €	3.112	9.761.567,00 €
2037	11,43 €	2.348	7.511.370,24 €	3.073	9.831.099,76 €	3.073	9.831.099,76 €
2038	11,65 €	2.313	7.548.061,61 €	3.034	9.901.127,82 €	3.034	9.901.127,82 €
2039	11,89 €	2.279	7.584.932,21 €	2.996	9.971.654,70 €	2.996	9.971.654,70 €
2040	12,13 €	2.245	7.621.982,91 €	2.958	10.042.683,94 €	2.958	10.042.683,94 €
2041	12,37 €	2.254	7.804.459,42 €	2.969	10.283.114,02 €	2.969	10.283.114,02 €
2042	12,62 €	2.262	7.991.186,20 €	2.981	10.529.144,23 €	2.981	10.529.144,23 €
2043	12,87 €	2.271	8.182.260,27 €	2.992	10.780.902,40 €	2.992	10.780.902,40 €
2044	13,12 €	2.280	8.377.780,83 €	3.004	11.038.519,24 €	3.004	11.038.519,24 €
2045	13,39 €	2.288	8.577.849,30 €	3.015	11.302.128,39 €	3.015	11.302.128,39 €
2046	13,66 €	2.297	8.782.569,40 €	3.027	11.571.866,50 €	3.027	11.571.866,50 €
2047	13,93 €	2.306	8.992.047,17 €	3.038	11.847.873,28 €	3.038	11.847.873,28 €
2048	14,21 €	2.314	9.206.391,02 €	3.049	12.130.291,59 €	3.049	12.130.291,59 €
2049	14,49 €	2.323	9.425.711,80 €	3.061	12.419.267,48 €	3.061	12.419.267,48 €
2050	14,78 €	2.332	9.650.122,86 €	3.072	12.714.950,29 €	3.072	12.714.950,29 €
2051	15,08 €	2.340	9.879.740,07 €	3.084	13.017.492,71 €	3.084	13.017.492,71 €
2052	15,38 €	2.349	10.114.681,93 €	3.095	13.327.050,84 €	3.095	13.327.050,84 €
2053	15,69 €	2.358	10.355.069,56 €	3.107	13.643.784,30 €	3.107	13.643.784,30 €
2054	16,00 €	2.366	10.601.026,83 €	3.118	13.967.856,28 €	3.118	13.967.856,28 €
2055	16,32 €	2.375	10.852.680,36 €	3.129	14.299.433,63 €	3.129	14.299.433,63 €
2056	16,65 €	2.384	11.110.159,61 €	3.141	14.638.686,92 €	3.141	14.638.686,92 €
2057	16,98 €	2.392	11.373.596,97 €	3.152	14.985.790,58 €	3.152	14.985.790,58 €
2058	17,32 €	2.401	11.643.127,76 €	3.164	15.340.922,90 €	3.164	15.340.922,90 €
2059	17,66 €	2.410	11.918.890,34 €	3.175	15.704.266,20 €	3.175	15.704.266,20 €
2060	18,02 €	2.418	12.201.026,17 €	3.187	16.076.006,87 €	3.187	16.076.006,87 €
2061	18,38 €	2.427	12.489.679,88 €	3.198	16.456.335,45 €	3.198	16.456.335,45 €
2062	18,75 €	2.436	12.784.999,33 €	3.209	16.845.446,78 €	3.209	16.845.446,78 €
2063	19,12 €	2.444	13.087.135,68 €	3.221	17.243.540,02 €	3.221	17.243.540,02 €
2064	19,50 €	2.453	13.396.243,49 €	3.232	17.650.818,82 €	3.232	17.650.818,82 €
2065	19,89 €	2.462	13.712.480,76 €	3.244	18.067.491,35 €	3.244	18.067.491,35 €
2066	20,29 €	2.471	14.036.009,02 €	3.255	18.493.770,45 €	3.255	18.493.770,45 €
2067	20,70 €	2.479	14.366.993,41 €	3.267	18.929.873,73 €	3.267	18.929.873,73 €
2068	21,11 €	2.488	14.705.602,78 €	3.278	19.376.023,62 €	3.278	19.376.023,62 €
2069	21,53 €	2.497	15.052.009,73 €	3.289	19.832.447,57 €	3.289	19.832.447,57 €
2070	21,96 €	2.505	15.406.390,71 €	3.301	20.299.378,06 €	3.301	20.299.378,06 €

7 ESCENARIOS CONSIDERADOS

El resultado del análisis de rentabilidad se presenta en los cuadros resumen que se incluyen a continuación en subapéndice para cada una de las alternativas, explicitándose los costes de inversión, costes de operación y mantenimiento y beneficios considerados.

Para cada uno de estos grupos se ha calculado el valor Total Actualizado calculado como la suma de los valores anuales (actualizados al año 1) según la tasa de actualización considerada. Se ha considerado una tasa de descuento del 3% de acuerdo con la Guía para el análisis coste – beneficio de la Comisión Europea para los Estados Miembros.

Adicionalmente, se ha realizado un análisis de sensibilidad considerando tres escenarios adicionales con diferentes estimaciones de demanda y variación de costes.

- Escenario 1: Tasa de descuento de un 3%. Escenario base.
- Escenario 2: Tasa de descuento de un 3% y una disminución de la demanda del 5%.
- Escenario 3: Tasa de descuento de un 3% y adicionalmente a una disminución de la demanda del 5% junto con un aumento de los costes de construcción del 10%.
- Escenario 4: Tasa de descuento de un 3%, y adicionalmente una disminución de la demanda del 5%, un aumento de los costes de construcción del 10% y un aumento de los costes de explotación del 25 %.

8 RESULTADOS OBTENIDOS

En subapéndices se justifican los resultados obtenidos para cada una de las 3 alternativas en cada uno de los 4 escenarios definidos. Todos ellos corresponden a la hipótesis de entrada en servicio de la estación de Darío Gazapo y el Área Intermodal en el año 2040.

Como se ha indicado en el apartado 3, todas las tablas anteriores se han realizado para un periodo de evaluación de 40 años de explotación, posteriores a 3 años de construcción, esto es, hasta el año 2070. Sin embargo, para no distorsionar los resultados obtenidos, las tablas resumen que se incluyen a continuación para cada alternativa en cada escenario analizado, incluyen resultados en un periodo de evaluación total de 30 años desde el inicio de la inversión, esto es, son resultados en el año 2057.

A modo de resumen se presenta el cuadro siguiente con los parámetros de rentabilidad obtenidos para cada alternativa en el escenario base 1 a partir de las diferentes consideraciones realizadas en este estudio (periodo de evaluación 30 años totales).

Escenario 1 (Base) Con DG + AI			
Indicador	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
VAN>0	62.048.664,88 €	244.910.110,93 €	228.132.808,63 €
B/C>1	1,217	2,221	2,053
PRI < n (30 años)	23	12	13
TIR > r (%)	5,14%	12,64%	11,22%

El periodo de retorno PRI obtenido en cada caso se cuenta desde el inicio de las obras de construcción. De este modo, para la alternativa 1, la inversión se recuperaría a los 23 años desde el inicio de la construcción, esto es, a los 20 años de explotación, todo ello teniendo en cuenta una tasa de descuento anual del 3% desde el inicio de la construcción. La inversión realizada para la alternativa 2 se recuperaría a los 12 años mientras que la alternativa 3 se recuperaría a los 13 años desde el inicio de la construcción.

Se comprueba que las tres alternativas propuestas son viables social y económicamente, pues su tasa de rentabilidad TIR es superior a la tasa de descuento recomendada del 3%. La alternativa 1 presenta un TIR a 30 años totales de 5,14%, compensando la tasa descuento aplicada, la alternativa 2 del 12,64% y la alternativa 3 del 11,22%.

En cuanto a los parámetros de rentabilidad, se comprueba que para todos los parámetros analizados (VAN, TIR y relación B/C), si bien todas resultan rentables, la alternativa 2 es la más rentable, siendo la alternativa 1 la menos rentable. Esto se explica ya que se trata de una alternativa con 1 km más de trazado que las alternativas 2 y 3, lo cual incrementa su coste, y con menor demanda que estas alternativas.

Las tablas resumen de datos de los escenarios adicionales estudiados se muestran a continuación.

Escenario 2 (Base - 5% demanda) Con DG + AI			
Indicador	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
VAN>0	44.677.045,44 €	222.633.681,63 €	205.888.564,93 €
B/C>1	1,157	2,110	1,950
PRI < n (30 años)	25	12	14
TIR > r (%)	4,58%	11,93%	10,56%

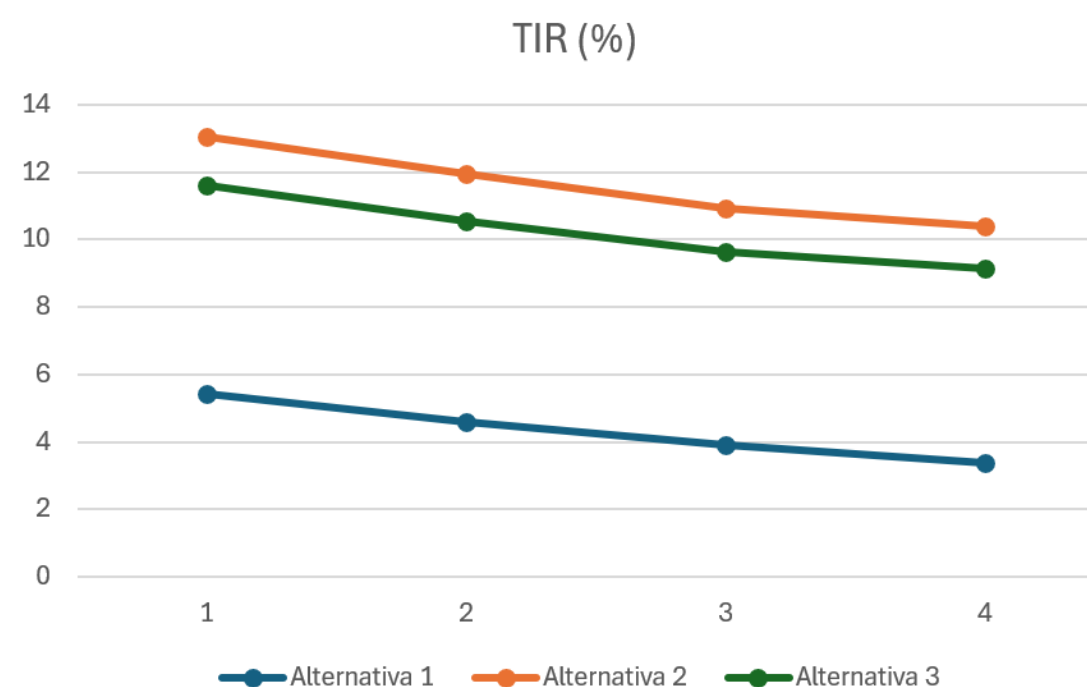
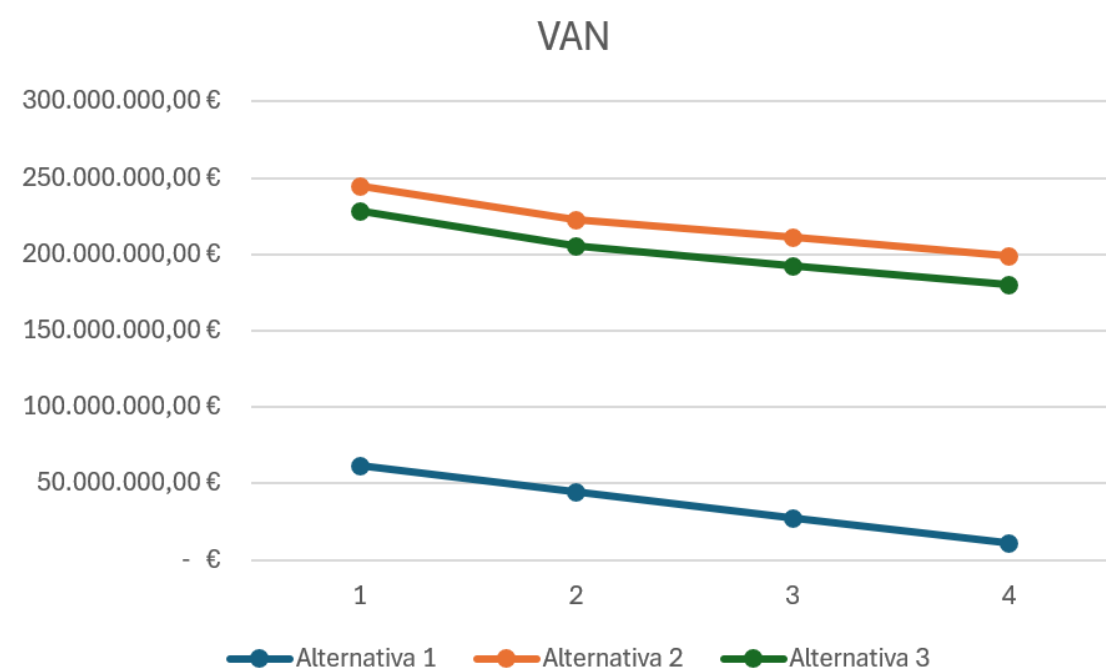
Escenario 3 (Base - 5% demanda + 10% presupuesto obra) Con DG + AI			
Indicador	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
VAN>0	27.723.882,46 €	210.933.904,62 €	192.519.851,94 €
B/C>1	1,092	1,993	1,837
PRI < n (30 años)	27	13	15
TIR > r (%)	3,92%	10,93%	9,63%

Escenario 4 (Base - 5% demanda + 10% presupuesto obra + 25% coste mantenimiento) Con DG + AI			
Indicador	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
VAN>0	11.327.210,33 €	198.783.941,60 €	180.135.039,20 €
B/C>1	1,036	1,886	1,743
PRI < n (30 años)	29	14	15
TIR > r (%)	3,37%	10,40%	9,16%

En las tablas de resultados anteriores, se observa que incluso en el peor escenario con una disminución de la demanda del 5%, con un 10% de incremento del presupuesto de ejecución de las obras y un incremento del 25% en los costes de operación, las 3 alternativas siguen siendo rentables en un plazo total de 30 años desde el inicio de la construcción de la nueva infraestructura.

En la tabla siguiente se muestra el resumen completo de parámetros de rentabilidad de las 3 alternativas en los 4 escenarios estudiados. Se considera el Periodo de Retorno de la Inversión desde el inicio de las obras, tres años antes de la entrada en servicio de la nueva infraestructura. Todos los resultados corresponden a un plazo de evaluación de 30 años totales.

Periodo evaluación total = 30 años (2057)				Alternativa 1				Alternativa 2				Alternativa 3			
Escenario	Disminuc. demanda 5%	Incremento coste construcc. 10%	Incremento coste explotación 25%	VAN (€)	B/C	TIR (%)	PRI	VAN (€)	B/C	TIR (%)	PRI	VAN (€)	B/C	TIR (%)	PRI
1				62.048.664,88 €	1,217	5,44	23	244.910.110,93 €	2,221	13,05	12	228.132.808,63 €	2,053	11,61	13
2	X			44.677.045,44 €	1,157	4,58	25	222.633.681,63 €	2,110	11,93	12	205.888.564,93 €	1,950	10,56	14
3	X	X		27.723.882,46 €	1,092	3,92	27	210.933.904,62 €	1,993	10,93	13	192.519.851,94 €	1,837	9,63	15
4	X	X	X	11.327.210,33 €	1,036	3,37	29	198.783.941,60 €	1,886	10,40	14	180.135.039,20 €	1,743	9,16	15



9 HIPÓTESIS ADICIONAL: AÑO 2040 CON DARÍO GAZAPO Y SIN ÁREA INTERMODAL

De manera adicional, se realiza el estudio de rentabilidad para el caso en el que en el año 2040 entre en funcionamiento la estación de Metro de Darío Gazapo, pero no se considera la construcción del Área Intermodal próxima a la estación de Aviación Española.

En el Anejo nº 3 de Estudio de Demanda, se analiza esta situación, obteniendo los datos siguientes de demanda en cada una de las tres alternativas consideradas:

2030 (10% Op. Camp + Sin DG / AI)				
	Alternativa 1 - Aviación Española		Alternativas 2 y 3 - Cuatro Vientos	
	Subidos	Bajados	Subidos	Bajados
0	5.449	5.932	8.196	7.289
0	11.381		15.485	

2035 (50% Op. Camp + Sin DG / AI)				
Base	Alternativa 1 - Aviación Española		Alternativas 2 y 3 - Cuatro Vientos	
	Subidos	Bajados	Subidos	Bajados
0	6.105	6.646	8.754	7.785
0	12.751		16.539	

2040 (100% Op. Camp + Con DG - Sin AI)				
Base	Alternativa 1 - Aviación Española		Alternativas 2 y 3 - Cuatro Vientos	
	Subidos	Bajados	Subidos	Bajados
0	6.440	7.022	9.076	8.074
0	13.462		17.150	

De este modo, se consideran los datos siguientes en cada año horizonte, extrapolando a partir del año 2040 con la misma tasa de crecimiento anual que la población de Madrid.

Año horizonte	Alternativa 1	Alternativas 2 y 3
2030	11.381	15.485
2035	12.751	16.539
2040-4	13.462	17.150
r 2035-2030	2,30%	1,33%
r 2040-2035	1,09%	0,73%

Se observa que la demanda en el año 2040 es ligeramente superior en el caso de no construir

el Área Intermodal y considerar solamente la estación de Darío Gazapo.

Los costes tanto de construcción de cada alternativa como de explotación tanto de trenes como de las estaciones son independientes de la demanda, por lo que se mantienen los mismos datos que los explicados para el caso de considerar Darío Gazapo y Área Intermodal.

Sin embargo, los beneficios sí dependen de la demanda, por lo que se obtienen los beneficios para esta hipótesis, siguiendo el mismo procedimiento que el explicado anteriormente en este apéndice.

De este modo, los ingresos por tarifa obtenidos anualmente se estiman en las cantidades siguientes:

		Ingresos por tarifa								
		Alternativa 1			Alternativa 2			Alternativa 3		
Año	IPC	Nº viajeros día	Precio viaje	Ingreso anual	Nº viajeros día	Precio viaje	Ingreso anual	Nº viajeros día	Precio viaje	Ingreso anual
2024	2%		1,550			1,550			1,550	
2025	2%		1,581			1,581			1,581	
2026	2%		1,613			1,613			1,613	
2027	2%		1,645			1,645			1,645	
2028	2%		1,678			1,678			1,678	
2029	2%		1,711			1,711			1,711	
2030	2%	11.381	1,745	5.562.155,98 €	15.485	1,745	7.567.875,00 €	15.485	1,745	7.567.875,00 €
2031	2%	11.643	1,780	5.803.848,93 €	15.690	1,780	7.821.566,27 €	15.690	1,780	7.821.566,27 €
2032	2%	11.910	1,816	6.056.044,20 €	15.898	1,816	8.083.761,81 €	15.898	1,816	8.083.761,81 €
2033	2%	12.184	1,852	6.319.198,13 €	16.109	1,852	8.354.746,70 €	16.109	1,852	8.354.746,70 €
2034	2%	12.464	1,889	6.593.786,92 €	16.323	1,889	8.634.815,59 €	16.323	1,889	8.634.815,59 €
2035	2%	12.751	1,927	6.880.307,44 €	16.539	1,927	8.924.272,98 €	16.539	1,927	8.924.272,98 €
2036	2%	12.890	1,966	7.094.488,43 €	16.659	1,966	9.169.042,66 €	16.659	1,966	9.169.042,66 €
2037	2%	13.031	2,005	7.315.336,77 €	16.781	2,005	9.420.525,74 €	16.781	2,005	9.420.525,74 €
2038	2%	13.173	2,045	7.543.060,04 €	16.903	2,045	9.678.906,35 €	16.903	2,045	9.678.906,35 €
2039	2%	13.317	2,086	7.777.872,22 €	17.026	2,086	9.944.373,67 €	17.026	2,086	9.944.373,67 €
2040	2%	13.462	2,128	8.019.994,01 €	17.150	2,128	10.217.122,07 €	17.150	2,128	10.217.122,07 €
2041	2%	13.514	2,170	8.211.999,24 €	17.216	2,170	10.461.728,34 €	17.216	2,170	10.461.728,34 €
2042	2%	13.566	2,214	8.408.476,67 €	17.283	2,214	10.712.032,01 €	17.283	2,214	10.712.032,01 €
2043	2%	13.618	2,258	8.609.528,41 €	17.349	2,258	10.968.163,14 €	17.349	2,258	10.968.163,14 €
2044	2%	13.670	2,303	8.815.258,82 €	17.415	2,303	11.230.254,70 €	17.415	2,303	11.230.254,70 €
2045	2%	13.722	2,349	9.025.774,64 €	17.481	2,349	11.498.442,66 €	17.481	2,349	11.498.442,66 €
2046	2%	13.774	2,396	9.241.184,98 €	17.548	2,396	11.772.866,03 €	17.548	2,396	11.772.866,03 €
2047	2%	13.826	2,444	9.461.601,44 €	17.614	2,444	12.053.666,96 €	17.614	2,444	12.053.666,96 €
2048	2%	13.878	2,493	9.687.138,07 €	17.680	2,493	12.340.990,78 €	17.680	2,493	12.340.990,78 €
2049	2%	13.930	2,543	9.917.911,53 €	17.746	2,543	12.634.986,09 €	17.746	2,543	12.634.986,09 €
2050	2%	13.982	2,594	10.154.041,07 €	17.813	2,594	12.935.804,81 €	17.813	2,594	12.935.804,81 €
2051	2%	14.034	2,646	10.395.648,63 €	17.879	2,646	13.243.602,29 €	17.879	2,646	13.243.602,29 €
2052	2%	14.086	2,698	10.642.858,88 €	17.945	2,698	13.558.537,35 €	17.945	2,698	13.558.537,35 €
2053	2%	14.138	2,752	10.895.799,28 €	18.011	2,752	13.880.772,37 €	18.011	2,752	13.880.772,37 €
2054	2%	14.190	2,807	11.154.600,14 €	18.078	2,807	14.210.473,37 €	18.078	2,807	14.210.473,37 €
2055	2%	14.242	2,864	11.419.394,73 €	18.144	2,864	14.547.810,10 €	18.144	2,864	14.547.810,10 €
2056	2%	14.294	2,921	11.690.319,26 €	18.210	2,921	14.892.956,12 €	18.210	2,921	14.892.956,12 €
2057	2%	14.346	2,979	11.967.513,01 €	18.276	2,979	15.246.088,85 €	18.276	2,979	15.246.088,85 €
2058	2%	14.398	3,039	12.251.118,38 €	18.343	3,039	15.607.389,70 €	18.343	3,039	15.607.389,70 €
2059	2%	14.450	3,100	12.541.280,96 €	18.409	3,100	15.977.044,16 €	18.409	3,100	15.977.044,16 €
2060	2%	14.502	3,162	12.838.149,60 €	18.475	3,162	16.355.241,84 €	18.475	3,162	16.355.241,84 €
2061	2%	14.554	3,225	13.141.876,47 €	18.541	3,225	16.742.176,61 €	18.541	3,225	16.742.176,61 €
2062	2%	14.606	3,289	13.452.617,16 €	18.608	3,289	17.138.046,67 €	18.608	3,289	17.138.046,67 €
2063	2%	14.658	3,355	13.770.530,72 €	18.674	3,355	17.543.054,66 €	18.674	3,355	17.543.054,66 €
2064	2%	14.710	3,422	14.095.779,78 €	18.740	3,422	17.957.407,76 €	18.740	3,422	17.957.407,76 €
2065	2%	14.762	3,491	14.428.530,59 €	18.806	3,491	18.381.317,75 €	18.806	3,491	18.381.317,75 €
2066	2%	14.814	3,560	14.768.953,12 €	18.873	3,560	18.815.001,19 €	18.873	3,560	18.815.001,19 €
2067	2%	14.866	3,632	15.117.221,14 €	18.939	3,632	19.258.679,43 €	18.939	3,632	19.258.679,43 €
2068	2%	14.918	3,704	15.473.512,29 €	19.005	3,704	19.712.578,80 €	19.005	3,704	19.712.578,80 €
2069	2%	14.970	3,778	15.838.008,21 €	19.072	3,778	20.176.930,68 €	19.072	3,778	20.176.930,68 €
2070	2%	15.022	3,854	16.210.894,56 €	19.138	3,854	20.651.971,60 €	19.138	3,854	20.651.971,60 €

Con el mismo procedimiento que el explicado anteriormente se obtiene el ahorro de tiempo anual por tráfico captado proveniente del vehículo privado, así como el ahorro en el coste de operación de los vehículos, considerando una transferencia del 15% de la demanda desde el vehículo privado al Metro en la ampliación sur.

	Ahorro de tiempo anual (€) por tráfico captado		
Año	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
2030	873.202,33 €	909.170,20 €	881.932,60 €
2031	911.145,69 €	939.647,52 €	911.496,86 €
2032	950.737,80 €	971.146,51 €	942.052,17 €
2033	992.050,31 €	1.003.701,41 €	973.631,77 €
2034	1.035.157,98 €	1.037.347,61 €	1.006.269,98 €
2035	1.080.138,81 €	1.072.121,71 €	1.040.002,29 €
2036	1.113.763,06 €	1.101.527,23 €	1.068.526,85 €
2037	1.148.434,02 €	1.131.739,27 €	1.097.833,78 €
2038	1.184.184,27 €	1.162.779,94 €	1.127.944,51 €
2039	1.221.047,41 €	1.194.671,98 €	1.158.881,11 €
2040	1.259.058,09 €	1.227.438,74 €	1.190.666,21 €
2041	1.289.200,97 €	1.256.824,63 €	1.219.171,74 €
2042	1.320.045,95 €	1.286.894,98 €	1.248.341,22 €
2043	1.351.609,04 €	1.317.665,41 €	1.278.189,81 €
2044	1.383.906,64 €	1.349.151,90 €	1.308.733,00 €
2045	1.416.955,49 €	1.381.370,79 €	1.339.986,65 €
2046	1.450.772,74 €	1.414.338,77 €	1.371.966,95 €
2047	1.485.375,90 €	1.448.072,92 €	1.404.690,47 €
2048	1.520.782,88 €	1.482.590,70 €	1.438.174,14 €
2049	1.557.011,98 €	1.517.909,97 €	1.472.435,28 €
2050	1.594.081,93 €	1.554.048,97 €	1.507.491,60 €
2051	1.632.011,88 €	1.591.026,36 €	1.543.361,20 €
2052	1.670.821,39 €	1.628.861,23 €	1.580.062,59 €
2053	1.710.530,48 €	1.667.573,08 €	1.617.614,68 €
2054	1.751.159,61 €	1.707.181,87 €	1.656.036,84 €
2055	1.792.729,68 €	1.747.707,97 €	1.695.348,83 €
2056	1.835.262,10 €	1.789.172,25 €	1.735.570,89 €
2057	1.878.778,72 €	1.831.596,02 €	1.776.723,69 €
2058	1.923.301,90 €	1.875.001,07 €	1.818.828,38 €
2059	1.968.854,49 €	1.919.409,68 €	1.861.906,57 €
2060	2.015.459,87 €	1.964.844,63 €	1.905.980,35 €
2061	2.063.141,93 €	2.011.329,22 €	1.951.072,32 €
2062	2.111.925,08 €	2.058.887,26 €	1.997.205,57 €
2063	2.161.834,30 €	2.107.543,08 €	2.044.403,73 €
2064	2.212.895,12 €	2.157.321,58 €	2.092.690,93 €
2065	2.265.133,63 €	2.208.248,21 €	2.142.091,86 €
2066	2.318.576,53 €	2.260.348,97 €	2.192.631,75 €
2067	2.373.251,10 €	2.313.650,47 €	2.244.336,39 €
2068	2.429.185,21 €	2.368.179,88 €	2.297.232,18 €
2069	2.486.407,39 €	2.423.965,01 €	2.351.346,05 €
2070	2.544.946,78 €	2.481.034,27 €	2.406.705,59 €

	Ahorro de coste de operación anual de los vehículos (€)		
Año	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
2030	1.536.435,00 €	2.090.475,00 €	2.090.475,00 €
2031	1.603.197,87 €	2.160.552,17 €	2.160.552,17 €
2032	1.672.861,80 €	2.232.978,48 €	2.232.978,48 €
2033	1.745.552,84 €	2.307.832,66 €	2.307.832,66 €
2034	1.821.402,54 €	2.385.196,13 €	2.385.196,13 €
2035	1.900.548,13 €	2.465.152,97 €	2.465.152,97 €
2036	1.959.711,37 €	2.532.765,73 €	2.532.765,73 €
2037	2.020.716,34 €	2.602.232,93 €	2.602.232,93 €
2038	2.083.620,36 €	2.673.605,44 €	2.673.605,44 €
2039	2.148.482,56 €	2.746.935,51 €	2.746.935,51 €
2040	2.215.363,89 €	2.822.276,83 €	2.822.276,83 €
2041	2.268.401,51 €	2.889.844,45 €	2.889.844,45 €
2042	2.322.674,50 €	2.958.985,86 €	2.958.985,86 €
2043	2.378.211,04 €	3.029.736,99 €	3.029.736,99 €
2044	2.435.039,98 €	3.102.134,58 €	3.102.134,58 €
2045	2.493.190,79 €	3.176.216,17 €	3.176.216,17 €
2046	2.552.693,61 €	3.252.020,17 €	3.252.020,17 €
2047	2.613.579,28 €	3.329.585,84 €	3.329.585,84 €
2048	2.675.879,29 €	3.408.953,33 €	3.408.953,33 €
2049	2.739.625,87 €	3.490.163,69 €	3.490.163,69 €
2050	2.804.851,96 €	3.573.258,88 €	3.573.258,88 €
2051	2.871.591,24 €	3.658.281,82 €	3.658.281,82 €
2052	2.939.878,16 €	3.745.276,37 €	3.745.276,37 €
2053	3.009.747,92 €	3.834.287,38 €	3.834.287,38 €
2054	3.081.236,51 €	3.925.360,73 €	3.925.360,73 €
2055	3.154.380,75 €	4.018.543,30 €	4.018.543,30 €
2056	3.229.218,26 €	4.113.883,02 €	4.113.883,02 €
2057	3.305.787,52 €	4.211.428,91 €	4.211.428,91 €
2058	3.384.127,87 €	4.311.231,09 €	4.311.231,09 €
2059	3.464.279,51 €	4.413.340,79 €	4.413.340,79 €
2060	3.546.283,57 €	4.517.810,38 €	4.517.810,38 €
2061	3.630.182,08 €	4.624.693,41 €	4.624.693,41 €
2062	3.716.018,02 €	4.734.044,65 €	4.734.044,65 €
2063	3.803.835,32 €	4.845.920,05 €	4.845.920,05 €
2064	3.893.678,91 €	4.960.376,86 €	4.960.376,86 €
2065	3.985.594,70 €	5.077.473,56 €	5.077.473,56 €
2066	4.079.629,66 €	5.197.269,99 €	5.197.269,99 €
2067	4.175.831,77 €	5.319.827,28 €	5.319.827,28 €
2068	4.274.250,12 €	5.445.207,96 €	5.445.207,96 €
2069	4.374.934,87 €	5.573.475,93 €	5.573.475,93 €
2070	4.477.937,31 €	5.704.696,54 €	5.704.696,54 €

Siguiendo las mismas consideraciones que en el caso con Área Intermodal, se obtiene el beneficio por reducción en la accidentalidad en el tráfico viario.

				Alternativa 1						Alternativa 2					Alternativa 3				
	IPC	Víctima mortal	Herido grave	Herido leve	Accidentes totales por demanda	Accidentes evitados por paso de vehículo a Metro (15%)	Ahorro por victima mortal	Ahorro por herido grave	Ahorro por herido leve	Accidentes totales por demanda	Accidentes evitados por paso de vehículo a Metro (15%)	Ahorro por victima mortal	Ahorro por herido grave	Ahorro por herido leve	Accidentes totales por demanda	Accidentes evitados por paso de vehículo a Metro (15%)	Ahorro por victima mortal	Ahorro por herido grave	Ahorro por herido leve
2020		2.000.000,00 €	385.480,00 €	8.506,00 €															
2021	2%	2.040.000,00 €	393.189,60 €	8.676,12 €															
2022	2%	2.080.800,00 €	401.053,39 €	8.849,64 €															
2023	2%	2.122.416,00 €	409.074,46 €	9.026,64 €															
2024	2%	2.164.864,32 €	417.255,95 €	9.207,17 €															
2025	2%	2.208.161,61 €	425.601,07 €	9.391,31 €															
2026	2%	2.252.324,84 €	434.113,09 €	9.579,14 €															
2027	2%	2.297.371,34 €	442.795,35 €	9.770,72 €															
2028	2%	2.343.318,76 €	451.651,26 €	9.966,13 €															
2029	2%	2.390.185,14 €	460.684,28 €	10.165,46 €															
2030	2%	2.437.988,84 €	469.897,97 €	10.368,77 €	171,00	25,65	36.755,15	138.752,37	57.293,85	232,66	34,90	50.009,10	188.786,61	77.954,07	232,66	34,90	50.009,10	188.786,61	77.954,07
2031	2%	2.486.748,62 €	479.295,93 €	10.576,14 €	174,93	26,24	38.352,28	144.781,59	59.783,45	235,75	35,36	51.685,51	195.115,14	80.567,26	235,75	35,36	51.685,51	195.115,14	80.567,26
2032	2%	2.536.483,59 €	488.881,85 €	10.787,66 €	178,95	26,84	40.018,80	151.072,80	62.381,22	238,87	35,83	53.418,12	201.655,82	83.268,04	238,87	35,83	53.418,12	201.655,82	83.268,04
2033	2%	2.587.213,26 €	498.659,48 €	11.003,42 €	183,07	27,46	41.757,74	157.637,38	65.091,88	242,04	36,31	55.208,80	208.415,75	86.059,36	242,04	36,31	55.208,80	208.415,75	86.059,36
2034	2%	2.638.957,53 €	508.632,67 €	11.223,49 €	187,28	28,09	43.572,25	164.487,22	67.920,32	245,25	36,79	57.059,52	215.402,29	88.944,26	245,25	36,79	57.059,52	215.402,29	88.944,26
2035	2%	2.691.736,68 €	518.805,33 €	11.447,96 €	191,58	28,74	45.465,60	171.634,70	70.871,67	248,50	37,27	58.972,28	222.623,03	91.925,86	248,50	37,27	58.972,28	222.623,03	91.925,86
2036	2%	2.745.571,41 €	529.181,43 €	11.676,92 €	193,67	29,05	46.880,92	176.977,61	73.077,88	250,31	37,55	60.589,73	228.729,00	94.447,15	250,31	37,55	60.589,73	228.729,00	94.447,15
2037	2%	2.800.482,84 €	539.765,06 €	11.910,45 €	195,79	29,37	48.340,30	182.486,85	75.352,76	252,13	37,82	62.251,55	235.002,45	97.037,59	252,13	37,82	62.251,55	235.002,45	97.037,59
2038	2%	2.856.492,50 €	550.560,36 €	12.148,66 €	197,92	29,69	49.845,12	188.167,58	77.698,46	253,97	38,10	63.958,95	241.447,96	99.699,08	253,97	38,10	63.958,95	241.447,96	99.699,08
2039	2%	2.913.622,35 €	561.571,57 €	12.391,64 €	200,08	30,01	51.396,77	194.025,16	80.117,18	255,82	38,37	65.713,18	248.070,25	102.433,56	255,82	38,37	65.713,18	248.070,25	102.433,56
2040	2%	2.971.894,79 €	572.803,00 €	12.639,47 €	202,27	30,34	52.996,73	200.065,08	82.611,19	257,68	38,65	67.515,52	254.874,17	105.243,05	257,68	38,65	67.515,52	254.874,17	105.243,05
2041	2%	3.031.332,69 €	584.259,06 €	12.892,26 €	203,05	30,46	54.265,52	204.854,80	84.588,97	258,68	38,80	69.131,90	260.976,07	107.762,65	258,68	38,80	69.131,90	260.976,07	107.762,65
2042	2%	3.091.959,34 €	595.944,24 €	13.150,10 €	203,83	30,57	55.563,86	209.756,08	86.612,82	259,67	38,95	70.785,93	267.220,09	110.340,95	259,67	38,95	70.785,93	267.220,09	110.340,95
2043	2%	3.153.798,53 €	607.863,13 €	13.413,11 €	204,61	30,69	56.892,42	214.771,48	88.683,78	260,67	39,10	72.478,46	273.609,48	112.979,26	260,67	39,10	72.478,46	273.609,48	112.979,26
2044	2%	3.216.874,50 €	620.020,39 €	13.681,37 €	205,39	30,81	58.251,90	219.903,59	90.802,94	261,66	39,25	74.210,38	280.147,56	115.678,98	261,66	39,25	74.210,38	280.147,56	115.678,98
2045	2%	3.281.211,99 €	632.420,80 €	13.954,99 €	206,17	30,93	59.643,01	225.155,07	92.971,39	262,66	39,40	75.982,59	286.837,72	118.441,49	262,66	39,40	75.982,59	286.837,72	118.441,49
2046	2%	3.346.836,23 €	645.069,21 €	14.234,09 €	206,96	31,04	61.066,46	230.528,65	95.190,26	263,65	39,55	77.796,00	293.683,43	121.268,23	263,65	39,55	77.796,00	293.683,43	121.268,23
2047	2%	3.413.772,95 €	657.970,60 €	14.518,78 €	207,74	31,16	62.522,98	236.027,11	97.460,69	264,65	39,70	79.651,55	300.688,23	124.160,67	264,65	39,70	79.651,55	300.688,23	124.160,67
2048	2%	3.482.048,41 €	671.130,01 €	14.809,15 €	208,52	31,28	64.013,35	241.653,30	99.783,87	265,64	39,85	81.550,21	307.855,75	127.120,29	265,64	39,85	81.550,21	307.855,75	127.120,29
2049	2%	3.551.689,38 €	684.552,61 €	15.105,33 €	209,30	31,40	65.538,32	247.410,13	102.160,99	266,64	40,00	83.492,95	315.189,70	130.148,63	266,64	40,00	83.492,95	315.189,70	130.148,63
2050	2%	3.622.723,17 €	698.243,66 €	15.407,44 €	210,08	31,51	67.098,68	253.300,57	104.593,27	267,64	40,15	85.480,79	322.693,86	133.247,26	267,64	40,15	85.480,79	322.693,86	133.247,26
2051	2%	3.695.177,63 €	712.208,54 €	15.715,59 €	210,86	31,63	68.695,24	259.327,66	107.081,99	268,63	40,29	87.514,73	330.372,11	136.417,78	268,63	40,29	87.514,73	330.372,11	136.417,78
2052	2%	3.769.081,18 €	726.452,71 €	16.029,90 €	211,64	31,75	70.328,82	265.494,51	109.628,42	269,63	40,44	89.595,85	338.228,41	139.661,82	269,63	40,44	89.595,85	338.228,41	139.661,82
2053	2%	3.844.462,81 €	740.981,76 €	16.350,50 €	212,43	31,86	72.000,27	271.804,31	112.233,87	270,62	40,59	91.725,20	346.266,82	142.981,05	270,62	40,59	91.725,20	346.266,82	142.981,05
2054	2%	3.921.352,06 €	755.801,40 €	16.677,51 €	213,21	31,98	73.710,45	278.260,30	114.899,69	271,62	40,74	93.903,89	354.491,47	146.377,18	271,62	40,74	93.903,89	354.491,47	146.377,18
2055	2%	3.999.779,11 €	770.917,42 €	17.011,06 €	213,99	32,10	75.460,23	284.865,81	117.627,25	272,61	40,89	96.133,04	362.906,60	149.851,97	272,61	40,89	96.133,04	362.906,60	149.851,97
2056	2%	4																	

Y el ahorro motivado por la reducción en la emisión de CO2 obtenido es el siguiente en cada alternativa:

	Ahorro por reducción de emisión de CO2		
Año	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
2030	94.859	129.066	129.066
2031	98.981	133.392	133.392
2032	103.282	137.864	137.864
2033	107.770	142.486	142.486
2034	112.453	147.262	147.262
2035	117.340	152.199	152.199
2036	120.993	156.373	156.373
2037	124.759	160.662	160.662
2038	128.643	165.068	165.068
2039	132.647	169.596	169.596
2040	136.777	174.247	174.247
2041	140.051	178.419	178.419
2042	143.402	182.688	182.688
2043	146.831	187.056	187.056
2044	150.339	191.526	191.526
2045	153.930	196.100	196.100
2046	157.603	200.780	200.780
2047	161.362	205.569	205.569
2048	165.209	210.469	210.469
2049	169.145	215.483	215.483
2050	173.172	220.613	220.613
2051	177.292	225.862	225.862
2052	181.508	231.233	231.233
2053	185.822	236.729	236.729
2054	190.236	242.352	242.352
2055	194.751	248.105	248.105
2056	199.372	253.991	253.991
2057	204.099	260.014	260.014
2058	208.936	266.175	266.175
2059	213.885	272.480	272.480
2060	218.948	278.930	278.930
2061	224.127	285.529	285.529
2062	229.427	292.280	292.280
2063	234.849	299.187	299.187
2064	240.396	306.254	306.254
2065	246.071	313.483	313.483
2066	251.876	320.879	320.879
2067	257.816	328.446	328.446
2068	263.892	336.187	336.187
2069	270.108	344.106	344.106
2070	276.468	352.208	352.208

Para calcular el ahorro producido por la optimización del sistema de transporte global, se toman los datos de viajes*horas en un día medio indicados en el Anejo nº 3 de Demanda para el caso en el que en el año 2040 se construyese la estación de Darío Gazapo pero no el Área Intermodal. En este caso, los viajes*hora en un día obtenidos para cada alternativa son:

	Viajes*hora totales en un día			
	Base	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
2030	5.318.031	5.316.031	5.315.172	5.315.172
2035	5.495.439	5.493.020	5.492.287	5.492.287
2040	5.613.591	5.610.957	5.610.274	5.610.274

Y restando los valores de cada alternativa respecto de la base, se obtiene el ahorro de tiempo por día motivado por la construcción de la ampliación sur de la Línea 11 de Metro:

	Ahorro viajes*hora al día		
Año	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
2030	2.000	2.859	2.859
2035	2.419	3.152	3.152
2040	2.634	3.317	3.317
r 2035-2030	3,88%	1,97%	1,97%
r 2040-2035	1,72%	1,03%	1,03%

Con estos datos, se obtiene el beneficio anual motivado por la optimización del sistema de transporte que se recoge en la tabla siguiente.

		Ahorro por optimización del sistema de transportes					
		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
Año	€/hora	viaj*hora	Ahorro opt. Tpte	viaj*hora	Ahorro opt. Tpte	viaj*hora	Ahorro opt. Tpte
2030	9,95 €	2.000	5.570.316,90 €	2.859	7.962.768,01 €	2.859	7.962.768,01 €
2031	10,15 €	2.078	5.902.027,78 €	2.915	8.282.065,21 €	2.915	8.282.065,21 €
2032	10,35 €	2.158	6.253.491,96 €	2.973	8.614.165,83 €	2.973	8.614.165,83 €
2033	10,56 €	2.242	6.625.885,74 €	3.031	8.959.583,28 €	3.031	8.959.583,28 €
2034	10,77 €	2.329	7.020.455,46 €	3.091	9.318.851,54 €	3.091	9.318.851,54 €
2035	10,98 €	2.419	7.438.521,71 €	3.152	9.692.526,02 €	3.152	9.692.526,02 €
2036	11,20 €	2.461	7.717.609,27 €	3.184	9.987.780,74 €	3.184	9.987.780,74 €
2037	11,43 €	2.503	8.007.167,98 €	3.217	10.292.029,54 €	3.217	10.292.029,54 €
2038	11,65 €	2.546	8.307.590,70 €	3.250	10.605.546,40 €	3.250	10.605.546,40 €
2039	11,89 €	2.590	8.619.285,05 €	3.283	10.928.613,64 €	3.283	10.928.613,64 €
2040	12,13 €	2.634	8.942.673,94 €	3.317	11.261.522,19 €	3.317	11.261.522,19 €
2041	12,37 €	2.644	9.156.768,87 €	3.330	11.531.132,25 €	3.330	11.531.132,25 €
2042	12,62 €	2.654	9.375.850,54 €	3.343	11.807.022,11 €	3.343	11.807.022,11 €
2043	12,87 €	2.665	9.600.032,76 €	3.355	12.089.335,11 €	3.355	12.089.335,11 €
2044	13,12 €	2.675	9.829.431,94 €	3.368	12.378.217,82 €	3.368	12.378.217,82 €
2045	13,39 €	2.685	10.064.167,07 €	3.381	12.673.820,10 €	3.381	12.673.820,10 €
2046	13,66 €	2.695	10.304.359,82 €	3.394	12.976.295,19 €	3.394	12.976.295,19 €
2047	13,93 €	2.705	10.550.134,63 €	3.407	13.285.799,76 €	3.407	13.285.799,76 €
2048	14,21 €	2.715	10.801.618,68 €	3.420	13.602.493,99 €	3.420	13.602.493,99 €
2049	14,49 €	2.726	11.058.942,04 €	3.432	13.926.541,66 €	3.432	13.926.541,66 €
2050	14,78 €	2.736	11.322.237,69 €	3.445	14.258.110,25 €	3.445	14.258.110,25 €
2051	15,08 €	2.746	11.591.641,58 €	3.458	14.597.370,97 €	3.458	14.597.370,97 €
2052	15,38 €	2.756	11.867.292,74 €	3.471	14.944.498,87 €	3.471	14.944.498,87 €
2053	15,69 €	2.766	12.149.333,28 €	3.484	15.299.672,93 €	3.484	15.299.672,93 €
2054	16,00 €	2.776	12.437.908,54 €	3.496	15.663.076,16 €	3.496	15.663.076,16 €
2055	16,32 €	2.787	12.733.167,06 €	3.509	16.034.895,65 €	3.509	16.034.895,65 €
2056	16,65 €	2.797	13.035.260,77 €	3.522	16.415.322,69 €	3.522	16.415.322,69 €
2057	16,98 €	2.807	13.344.344,95 €	3.535	16.804.552,85 €	3.535	16.804.552,85 €
2058	17,32 €	2.817	13.660.578,40 €	3.548	17.202.786,09 €	3.548	17.202.786,09 €
2059	17,66 €	2.827	13.984.123,45 €	3.560	17.610.226,84 €	3.560	17.610.226,84 €
2060	18,02 €	2.838	14.315.146,07 €	3.573	18.027.084,10 €	3.573	18.027.084,10 €
2061	18,38 €	2.848	14.653.815,95 €	3.586	18.453.571,57 €	3.586	18.453.571,57 €
2062	18,75 €	2.858	15.000.306,56 €	3.599	18.889.907,70 €	3.599	18.889.907,70 €
2063	19,12 €	2.868	15.354.795,27 €	3.612	19.336.315,84 €	3.612	19.336.315,84 €
2064	19,50 €	2.878	15.717.463,41 €	3.625	19.793.024,35 €	3.625	19.793.024,35 €
2065	19,89 €	2.888	16.088.496,35 €	3.637	20.260.266,67 €	3.637	20.260.266,67 €
2066	20,29 €	2.899	16.468.083,63 €	3.650	20.738.281,47 €	3.650	20.738.281,47 €
2067	20,70 €	2.909	16.856.419,00 €	3.663	21.227.312,76 €	3.663	21.227.312,76 €
2068	21,11 €	2.919	17.253.700,55 €	3.676	21.727.609,99 €	3.676	21.727.609,99 €
2069	21,53 €	2.929	17.660.130,79 €	3.689	22.239.428,19 €	3.689	22.239.428,19 €
2070	21,96 €	2.939	18.075.916,77 €	3.701	22.763.028,06 €	3.701	22.763.028,06 €

La tabla siguiente muestra el resumen de resultados obtenidos para las 3 alternativas estudiadas, en la hipótesis de entrada en servicio en el año 2040 solamente la estación de Darío Gazapo, sin el Área Intermodal.

Como se ha indicado en el apartado 3, todas las tablas anteriores se han realizado para un periodo de evaluación de 40 años de explotación, posteriores a 3 años de construcción, esto es, hasta el año 2070. Sin embargo, para no distorsionar los resultados obtenidos, la tabla resumen

que se incluye a continuación para cada alternativa, incluye resultados en un periodo de evaluación total de 30 años desde el inicio de la inversión, esto es, son resultados en el año 2057.

Los parámetros de rentabilidad obtenidos para cada alternativa en esta hipótesis son (periodo de evaluación 30 años totales):

Escenario 1 (Base) Con DG - Sin AI			
Indicador	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
VAN>0	83.636.528,65 €	267.108.101,85 €	250.314.085,03 €
B/C>1	1,293	2,331	2,155
PRI < n (30 años)	22	11	13
TIR >r (%)	5,74%	13,06%	11,64%

Los resultados obtenidos proporcionan una ligera mayor rentabilidad de cada alternativa en esta hipótesis sin el Área Intermodal.

En el subapendice 5 se incluyen las tablas de resultados completos para el escenario 1, con tasa de descuento del 3%, considerando en el horizonte 2040 con estación de Darío Gazapo pero sin Área Intermodal.

SUBAPÉNDICE 1:

TABLAS DE RESULTADOS - ESCENARIO 1

Horizonte 2040 con estación de Darío Gazapo y Área Intermodal

Tasa de descuento de un 3%. Escenario base.

PÁGINA 31

	ALTERNATIVA 3																
		Coste inversión			Beneficios							Balance anual					
		Presupuesto de construcción	Mantenimiento trenes	Mantenimiento estación	Ingreso por tarifa	Ahorro de tiempo	Operación vehículo	Accidentes	Emisiones CO2	Optimización del transporte		Flujo anual (€)	B.A.N. anual	C.A.N. Anual	V.A.N. Anual	V.A.N. Acumulado	P.R.I.
Año	Tasa actualizacion																
2025																	
2026	1,00																
2027	1,03	35.552.954,92 €										- 35.552.954,92 €	- €	34.517.431,96 €	- 34.517.431,96 €	- 34.517.431,96 €	
2028	1,06	56.884.727,87 €										- 56.884.727,87 €	- €	53.619.311,78 €	- 53.619.311,78 €	- 88.136.743,74 €	
2029	1,09	49.774.136,89 €										- 49.774.136,89 €	- €	45.550.386,22 €	- 45.550.386,22 €	- 133.687.129,97 €	
2030	1,13	- €	3.903.154,01 €	795.414,82 €	7.567.875,00 €	881.932,60 €	2.090.475,00 €	316.749,78 €	129.065,93 €	7.962.768,01 €		14.250.297,48 €	16.835.822,29 €	4.174.617,55 €	12.661.204,74 €	- 121.025.925,22 €	
2031	1,16		3.981.217,09 €	811.323,12 €	7.821.566,27 €	911.496,86 €	2.160.552,17 €	327.367,90 €	133.392,49 €	8.282.065,21 €		14.843.900,69 €	16.938.566,41 €	4.134.087,28 €	12.804.479,13 €	- 108.221.446,09 €	
2032	1,19		4.060.841,43 €	827.549,58 €	8.083.761,81 €	942.052,17 €	2.232.978,48 €	338.341,97 €	137.864,09 €	8.614.165,83 €		15.460.773,34 €	17.042.104,78 €	4.093.950,51 €	12.948.154,27 €	- 95.273.291,82 €	
2033	1,23		4.142.058,26 €	844.100,57 €	8.354.746,70 €	973.631,77 €	2.307.832,66 €	349.683,92 €	142.485,59 €	8.959.583,28 €		16.101.805,09 €	17.146.444,45 €	4.054.203,42 €	13.092.241,03 €	- 82.181.050,79 €	
2034	1,27		4.224.899,42 €	860.982,59 €	8.634.815,59 €	1.006.269,98 €	2.385.196,13 €	361.406,06 €	147.262,01 €	9.318.851,54 €		16.767.919,30 €	17.251.592,55 €	4.014.842,22 €	13.236.750,33 €	- 68.944.300,46 €	
2035	1,30		4.309.397,41 €	878.202,24 €	8.924.272,98 €	1.040.002,29 €	2.465.152,97 €	373.521,16 €	152.198,54 €	9.692.526,02 €		17.460.074,32 €	17.357.556,28 €	3.975.863,17 €	13.381.693,10 €	- 55.562.607,35 €	
2036	1,34		4.395.585,36 €	895.766,28 €	9.102.207,99 €	1.060.738,19 €	2.514.303,98 €	380.968,55 €	155.233,13 €	9.761.567,00 €		17.683.667,19 €	17.095.571,71 €	3.937.262,56 €	13.158.309,15 €	- 42.404.298,20 €	
2037	1,38		4.483.497,07 €	913.681,61 €	9.283.690,73 €	1.081.887,52 €	2.564.434,98 €	388.564,42 €	158.328,22 €	9.831.099,76 €		17.910.826,96 €	17.939.162,48 €	3.899.036,71 €	12.939.162,48 €	- 29.465.135,72 €	
2038	1,43		4.573.167,01 €	931.955,24 €	9.468.791,93 €	1.103.458,54 €	2.615.565,51 €	396.311,74 €	161.485,01 €	9.901.127,82 €		18.141.618,31 €	16.585.348,06 €	3.861.181,98 €	12.724.166,07 €	- 16.740.969,65 €	
2039	1,47		4.664.630,35 €	950.594,34 €	9.657.583,73 €	1.125.459,65 €	2.667.715,49 €	404.213,53 €	164.704,75 €	9.971.654,70 €		18.376.107,16 €	16.336.929,58 €	3.823.694,78 €	12.513.234,80 €	- 4.227.734,85 €	
2040	1,51		2.959.975,55 €	969.606,23 €	9.850.139,73 €	1.147.899,43 €	2.720.905,25 €	412.272,87 €	167.988,69 €	10.042.683,94 €		20.412.308,13 €	16.092.856,85 €	2.597.916,48 €	13.494.940,36 €	9.267.205,51 €	13
2041	1,56		3.019.175,06 €	988.998,36 €	10.085.960,14 €	1.175.381,08 €	2.786.045,96 €	422.143,02 €	172.010,48 €	10.283.114,02 €		20.916.481,28 €	15.998.187,40 €	2.572.693,99 €	13.425.493,40 €	22.692.698,92 €	
2042	1,60		3.079.558,56 €	1.008.778,32 €	10.327.273,31 €	1.203.502,84 €	2.852.703,92 €	432.243,07 €	176.125,94 €	10.529.144,23 €		21.432.656,42 €	15.903.839,29 €	2.547.716,38 €	13.356.122,90 €	36.048.821,82 €	
2043	1,65		3.141.149,73 €	1.028.953,89 €	10.574.204,63 €	1.232.279,31 €	2.920.913,79 €	442.578,26 €	180.337,22 €	10.780.902,40 €		21.961.111,98 €	15.809.815,19 €	2.522.981,27 €	13.286.833,92 €	49.335.655,74 €	
2044	1,70		3.203.972,73 €	1.049.532,97 €	10.826.882,29 €	1.261.725,45 €	2.990.710,97 €	453.153,96 €	184.646,50 €	11.038.519,24 €		22.502.132,70 €	15.716.117,72 €	2.498.486,31 €	13.217.631,41 €	62.553.287,15 €	
2045	1,75		3.268.052,18 €	1.070.523,63 €	11.085.437,37 €	1.291.856,52 €	3.062.131,67 €	463.975,66 €	189.056,01 €	11.302.128,39 €		23.056.009,81 €	15.622.749,39 €	2.474.229,16 €	13.148.520,23 €	75.701.807,38 €	
2046	1,81		3.333.413,23 €	1.091.934,10 €	11.350.003,90 €	1.322.688,14 €	3.135.212,91 €	475.048,97 €	193.568,05 €	11.571.866,50 €		23.623.041,14 €	15.529.712,64 €	2.450.207,52 €	13.079.505,12 €	88.781.312,50 €	
2047	1,86		3.400.081,49 €	1.113.772,78 €	11.620.718,92 €	1.354.236,28 €	3.209.992,55 €	486.379,62 €	198.184,94 €	11.847.873,28 €		24.203.531,33 €	15.437.009,83 €	2.426.419,09 €	13.010.590,74 €	101.791.903,24 €	
2048	1,92		3.468.083,12 €	1.136.048,24 €	11.897.722,54 €	1.386.517,27 €	3.286.509,30 €	497.973,47 €	202.909,08 €	12.130.291,59 €		24.797.791,90 €	15.344.643,26 €	2.402.861,63 €	12.941.781,63 €	114.733.684,87 €	
2049	1,97		3.537.444,78 €	1.158.769,20 €	12.181.158,02 €	1.419.547,81 €	3.364.802,71 €	509.836,53 €	207.742,92 €	12.419.267,48 €		25.406.141,49 €	15.252.615,13 €	2.379.532,87 €	12.873.082,25 €	127.606.767,12 €	
2050	2,03		3.608.193,68 €	1.181.944,59 €	12.471.171,82 €	1.453.344,97 €	3.444.913,26 €	521.974,91 €	212.688,94 €	12.714.950,29 €		26.028.905,94 €	15.160.927,57 €	2.356.430,61 €	12.804.496,95 €	140.411.264,07 €	
2051	2,09		3.680.357,55 €	1.205.583,48 €	12.767.913,72 €	1.487.926,19 €	3.526.882,31 €	534.394,90 €	217.749,71 €	13.017.492,71 €		26.666.418,51 €	15.069.582,64 €	2.333.552,65 €	12.736.029,99 €	153.147.294,07 €	
2052	2,16		3.753.964,70 €	1.229.695,15 €	13.071.536,82 €	1.523.309,32 €	3.610.752,15 €	547.102,90 €	222.927,84 €	13.327.050,84 €		27.319.020,03 €	14.978.582,34 €	2.310.896,80 €	12.667.685,55 €	165.814.979,61 €	
2053	2,22		3.829.044,00 €	1.254.289,05 €	13.382.197,68 €	1.559.512,60 €	3.696.566,04 €	560.105,46 €	228.225,99 €	13.643.784,30 €		27.987.059,04 €	14.887.928,59 €	2.288.460,90 €	12.599.467,68 €	178.414.447,30 €	
2054	2,29		3.905.624,88 €	1.279.374,83 €	13.700.056,37 €	1.596.554,70 €	3.784.368,18 €	573.409,29 €	233.646,89 €	13.967.856,28 €		28.670.892,00 €	14.797.623,22 €	2.266.242,84 €	12.531.380,38 €	190.945.827,68 €	
2055	2,36		3.983.737,37 €	1.304.962,33 €	14.025.276,51 €	1.634.454,67 €	3.874.203,78 €	587.021,22 €	239.193,34 €	14.299.433,63 €		29.370.883,45 €	14.707.668,03 €	2.244.240,48 €	12.463.427,55 €	203.409.255,23 €	
2056	2,43		4.063.412,12 €	1.331.061,57 €	14.358.025,45 €	1.673.232,02 €	3.966.119,06 €	600.948,27 €	244.868,19 €	14.638.686,92 €		30.087.406,21 €	14.618.064,72 €	2.222.451,74 €	12.395.612,99 €	215.804.868,22 €	
2057	2,50		4.144.680,36 €	1.357.682,81 €	14.698.474,23 €	1.712.906,68 €	4.060.161,26 €	615.197,59 €	250.674,36 €	14.985.790,58 €		30.820.841,52 €	14.528.814,95 €	2.200.874,54 €	12.327.940,41 €	228.132.808,63 €	
2058	2,58		4.227.573,97 €	1.384.836,46 €	15.046.797,75 €	1.753.499,04 €	4.156.378,71 €	629.776,50 €	256.614,82 €	15.340.922,90 €		31.571.579,29 €	14.439.920,28 €	2.179.506,82 €	12.260.413,46 €	240.393.222,09 €	
2059	2,65		4.312.125,45 €	1.412.533,19 €	15.403.174,82 €	1.795.029,92 €	4.254.										

SUBAPÉNDICE 2:

TABLAS DE RESULTADOS - ESCENARIO 2

Horizonte 2040 con estación de Darío Gazapo y Área Intermodal

Tasa de descuento de un 3% y una disminución de la demanda del 5%.

ALTERNATIVA 1																
		Coste inversión			Beneficios						Balance anual					
		Presupuesto de construcción	Mantenimiento trenes	Mantenimiento estación	Ingreso por tarifa	Ahorro de tiempo coche	Operación vehículo	Accidentes	Emisiones CO2	Optimización del transporte publico	Flujo anual (€)	B.A.N. anual	C.A.N. Anual	V.A.N. Anual	V.A.N. Acumulado	P.R.I.
Año	Tasa actualizacion															
2026	1,00															
2027	1,03	36.227.143,50 €									- 36.227.143,50 €	- €	35.171.983,98 €	- 35.171.983,98 €	- 35.171.983,98 €	
2028	1,06	72.454.287,00 €									- 72.454.287,00 €	- €	68.295.114,52 €	- 68.295.114,52 €	- 103.467.098,50 €	
2029	1,09	63.397.501,12 €									- 63.397.501,12 €	- €	58.017.694,38 €	- 58.017.694,38 €	- 161.484.792,88 €	
2030	1,13	9.056.785,87 €	5.852.039,18 €	795.414,82 €	5.284.048,18 €	829.542,22 €	1.459.613,25 €	221.161,30 €	90.116,52 €	5.291.801,06 €	- 2.527.957,35 €	11.706.956,36 €	13.953.013,73 €	- 2.246.057,36 €	- 163.730.850,24 €	
2031	1,16		5.969.079,96 €	811.323,12 €	5.513.656,49 €	865.588,40 €	1.523.037,98 €	230.771,45 €	94.032,36 €	5.606.926,40 €	7.053.609,99 €	11.933.341,20 €	5.848.835,26 €	- 157.646.344,30 €		
2032	1,19		6.088.461,56 €	827.549,58 €	5.753.241,99 €	903.200,91 €	1.589.218,71 €	240.799,18 €	98.118,36 €	5.940.817,36 €	7.609.385,37 €	12.164.790,91 €	5.792.050,45 €	6.372.740,45 €	- 151.273.603,85 €	
2033	1,23		6.210.230,79 €	844.100,57 €	6.003.238,22 €	942.447,79 €	1.658.275,20 €	251.262,66 €	102.381,91 €	6.294.591,45 €	8.197.865,87 €	12.401.432,10 €	5.735.816,95 €	6.665.615,15 €	- 144.607.988,70 €	
2034	1,27		6.334.435,41 €	860.982,59 €	6.264.097,57 €	983.400,08 €	1.730.332,41 €	262.180,80 €	106.830,72 €	6.669.432,69 €	8.820.856,27 €	12.643.394,81 €	5.680.129,41 €	6.084.505,94 €	- 157.646.344,30 €	
2035	1,30		6.461.124,12 €	878.202,24 €	6.536.292,07 €	1.026.131,86 €	1.805.520,73 €	273.573,37 €	111.472,85 €	7.066.595,62 €	9.480.260,15 €	12.890.812,53 €	5.624.982,52 €	7.265.830,01 €	- 130.378.893,30 €	
2036	1,34		6.590.346,60 €	895.766,28 €	6.695.838,80 €	1.051.179,09 €	1.849.592,34 €	280.251,12 €	114.193,83 €	7.101.114,37 €	9.606.056,67 €	12.718.179,35 €	5.570.371,04 €	7.147.808,31 €	- 123.231.084,99 €	
2037	1,38		6.722.153,53 €	913.681,61 €	6.859.279,96 €	1.076.837,70 €	1.894.739,71 €	287.091,87 €	116.981,23 €	7.135.801,73 €	9.734.897,07 €	12.548.986,53 €	5.516.289,77 €	7.032.696,77 €	- 116.198.388,22 €	
2038	1,43		6.856.596,60 €	931.955,24 €	7.026.710,62 €	1.103.122,63 €	1.940.989,10 €	294.099,60 €	119.836,67 €	7.170.658,53 €	9.866.865,30 €	12.383.154,36 €	5.462.733,56 €	6.920.420,80 €	- 109.277.967,42 €	
2039	1,47		6.993.728,53 €	950.594,34 €	7.198.228,15 €	1.130.049,15 €	1.988.367,41 €	301.278,39 €	122.761,80 €	7.205.685,60 €	10.002.047,62 €	12.220.605,04 €	5.409.697,31 €	6.810.907,73 €	- 102.467.059,69 €	
2040	1,51		4.437.921,96 €	969.606,23 €	7.373.932,32 €	1.157.632,93 €	2.036.902,19 €	308.632,40 €	125.758,34 €	7.240.883,76 €	12.836.213,75 €	12.061.262,64 €	5.375.013,17 €	8.486.249,47 €	- 93.980.810,22 €	
2041	1,56		4.526.680,40 €	988.998,36 €	7.550.470,30 €	1.185.347,61 €	2.085.667,30 €	316.021,31 €	128.769,10 €	7.414.236,45 €	13.164.833,31 €	11.990.309,85 €	5.340.304,31 €	8.450.005,55 €	- 85.530.804,67 €	
2042	1,60		4.617.214,01 €	1.008.778,32 €	7.731.120,22 €	1.213.707,82 €	2.135.568,25 €	323.582,33 €	131.849,98 €	7.591.626,89 €	13.501.463,17 €	11.919.597,90 €	5.350.932,42 €	8.413.665,48 €	- 77.117.139,20 €	
2043	1,65		4.709.558,29 €	1.028.953,89 €	7.915.975,96 €	1.242.728,31 €	2.186.630,97 €	331.319,38 €	135.002,60 €	7.773.147,26 €	13.846.292,28 €	11.849.128,79 €	5.347.894,24 €	8.377.234,55 €	- 68.739.904,65 €	
2044	1,70		4.803.749,45 €	1.049.532,97 €	8.105.133,47 €	1.272.424,13 €	2.238.881,97 €	339.236,47 €	138.228,57 €	7.958.891,79 €	14.199.513,98 €	11.778.904,47 €	5.348.186,53 €	8.340.717,94 €	- 60.399.186,71 €	
2045	1,75		4.899.824,44 €	1.070.523,63 €	8.298.690,90 €	1.302.810,69 €	2.292.348,36 €	347.337,73 €	141.529,59 €	8.148.956,84 €	14.561.326,03 €	11.708.926,85 €	5.340.806,08 €	8.304.120,77 €	- 52.095.065,94 €	
2046	1,81		4.997.820,93 €	1.091.934,10 €	8.496.748,57 €	1.333.903,74 €	2.347.057,86 €	355.627,34 €	144.907,35 €	8.343.440,93 €	14.931.930,75 €	11.639.197,73 €	5.371.749,71 €	8.327.611,92 €	- 43.827.617,92 €	
2047	1,86		5.097.777,35 €	1.113.772,78 €	8.699.409,07 €	1.365.719,39 €	2.403.038,79 €	364.109,59 €	148.363,61 €	8.542.444,81 €	15.311.535,14 €	11.569.718,90 €	5.339.014,28 €	8.230.704,62 €	- 35.596.913,29 €	
2048	1,92		5.199.732,90 €	1.136.048,24 €	8.906.777,29 €	1.398.274,11 €	2.460.320,14 €	372.788,89 €	151.900,17 €	8.746.071,47 €	15.700.350,92 €	11.500.492,07 €	5.306.596,66 €	8.193.895,41 €	- 27.403.017,89 €	
2049	1,97		5.303.727,56 €	1.158.769,20 €	9.118.960,47 €	1.431.584,73 €	2.518.931,52 €	381.669,72 €	155.518,83 €	8.954.426,21 €	16.098.594,72 €	11.431.518,89 €	5.327.493,78 €	8.157.025,11 €	- 19.245.992,78 €	
2050	2,03		5.409.802,11 €	1.181.944,59 €	9.336.068,27 €	1.465.668,46 €	2.578.903,24 €	390.756,66 €	159.221,49 €	9.167.616,71 €	16.506.488,14 €	11.362.800,96 €	5.324.702,58 €	8.120.098,38 €	- 11.125.894,40 €	
2051	2,09		5.517.998,15 €	1.205.583,48 €	9.558.212,80 €	1.500.542,91 €	2.640.266,25 €	400.054,41 €	163.010,04 €	9.385.753,07 €	16.924.257,85 €	11.294.339,84 €	5.321.220,03 €	8.083.119,81 €	- 3.042.774,59 €	
2052	2,16		5.628.358,11 €	1.229.695,15 €	9.785.508,69 €	1.536.226,07 €	2.703.052,21 €	409.567,77 €	166.886,44 €	9.608.947,83 €	17.352.135,76 €	11.226.137,00 €	5.318.043,14 €	8.046.093,86 €	5.003.319,27 €	25
2053	2,22		5.740.925,28 €	1.254.289,05 €	10.018.073,12 €	1.572.736,34 €	2.767.293,52 €	419.301,64 €	170.852,70 €	9.837.316,08 €	17.790.359,08 €	11.158.193,89 €	5.3149.168,93 €	8.009.024,95 €	13.012.344,22 €	
2054	2,29		5.855.743,78 €	1.279.374,83 €	10.256.025,93 €	1.610.092,53 €	2.833.023,25 €	429.261,05 €	174.910,86 €	10.070.975,49 €	18.239.170,48 €	11.090.511,89 €	5.3118.594,48 €	7.971.917,41 €	20.984.261,64 €	
2055	2,36		5.972.858,66 €	1.304.962,33 €	10.499.489,62 €	1.648.313,87 €	2.900.275,25 €	439.451,10 €	179.062,99 €	10.310.046,34 €	18.698.818,19 €	11.023.092,34 €	5.3088.316,86 €	7.934.775,48 €	28.919.037,11 €	
2056	2,43		6.092.315,83 €	1.331.061,57 €	10.748.589,44 €	1.687.420,03 €	2.969.084,13 €	449.877,06 €	183.311,25 €	10.554.651,63 €	19.169.556,14 €	10.955.936,51 €	5.3058.333,20 €	7.897.603,31 €	36.816.640,43 €	
2057	2,50		6.214.162,15 €	1.357.682,81 €	11.003.453,47 €	1.727.431,10 €	3.039.485,25 €	460.544,27 €	187.657,82 €	10.804.917,12 €	19.651.644,08 €	10.889.045,66 €	5.3028.640,65 €	7.860.405,01 €	44.677.045,44 €	
2058	2,58		6.338.445,39 €	1.384.836,46 €	11.264.212,62 €	1.768.367,66 €	3.111.514,78 €	471.458,22 €	192.104,92 €	11.060.971,37 €	20.145.347,71 €	10.822.420,95 €	5.2999.236,37 €	7.823.184,58 €	52.500.230,02 €	
2059	2,65		6.465.214,30 €	1.412.533,19 €	11.531.000,75 €	1.810.250,70 €	3.185.209,69 €	482.624,51 €	196.654,85 €	11.322.945,82 €	20.650.938,84 €	10.756.063,53 €	5.2970.117,57 €	7.785.945,96 €	60.286.175,98 €	
2060	2,73		6.594.518,58 €	1.440.783,85 €	11.803.954,73 €	1.853.101,72 €	3.260.607,80 €	494.048,86 €	201.309,93 €	11.590.974,86 €	21.168.695,47 €	10.689.974,49 €	5.2941.281,47 €	7.748.693,01 €	68.034.869,00 €	
2061	2,81		6.726.408,95 €	1.469.599,53 €	12.083.214,46 €	1.896.949,58 €	3.337.747,75 €	505.737,15 €	206.072,55 €	11.865.195,89 €	21.698.901,99 €	10.624.154,86 €	5.2912.725,34 €	7.711.429,52 €	75.746.298,51 €	
2062	2,90		6.860.937,13 €	1.498.991,52 €	12.368.923,00 €	1.941.796,04 €	3.416.669,06 €	517.695,34 €	210.945,15 €	12.145.749,36 €	22.241.849,29 €	10.558.605,66 €	5.2884.446,46 €	7.674.159,20 €	83.420.457,71 €	
2063	2,99		6.998.155,88 €	1.528.971,35 €	12.661.226,60 €	1.987.684,75 €	3.497.412,11 €	529.929,57 €	215.930,22 €	12.432.778,90 €	22.797.834,93 €	10.493.327,82 €	5.2856.442,12 €	7.636.885,70 €	91.057.343,41 €	
2064	3,07		7.138.118,99 €	1.559.550,78 €	12.960.274,77 €	2.034.632,29 €	3.580.018,22 €	542.446,08 €	221.030,33 €	12.726.431,32 €	23.367.163,25 €	10.428.322,27 €	5.2828.709,67 €	7.599.612,59 €	98.656.956,01 €	
2065	3,17		7.280.881,37 €	1.590.741,80 €	13.266.220,38 €	2.082.662,67 €	3.664.529,62 €	555.251,29 €	226.248,06 €	13.026.856,72 €	23.950.145,56 €	10.363.589,86 €	5.2801.246,47 €	7.562.343,39 €	106.219.299,39 €	
2066	3,26		7.426.499,00 €	1.622.556,63 €	13.579.219,70 €	2.131.800,40 €	3.750.989,46 €	568.351,73 €	231.586,09 €	13.334.208,57 €	24.547.100,31 €	10.299.131,43 €	5.2774.049,91 €	7.525.081,52 €	113.744.380,92 €	
2067	3,36		7.575.028,98 €	1.655.007,76 €	13.899.432,51 €	2.182.070,58 €	3.839.441,88 €	581.754,08 €	237.047,14 €	13.648.643,74 €	25.158.353,19 €	10.234.947,74 €	5.2747.117,38 €	7.487.830,36 €	121.232.211,28 €	
2068	3,46		7.726.529,56 €	1.688.107,92 €	14.227.022,14 €	2.233.498,84 €	3.929.932,00 €	595.465,19 €	242.634,00 €	13.970.322,64 €	25.784.237,34 €	10.171.039,55 €	5.2720.446,34 €	7.450.593,21 €	128.682.804,49 €	
2069	3,56		7.881.060,15 €	1.721.870,08 €	14.562.155,59 €	2.286.111,41 €	4.022.505,95 €	609.492,04 €	248.349,52 €	14.299.409,24 €	26.425.093,52 €	10.107.407,56 €	5.2694.034,24 €	7.413.373,32 €	136.096.177,81 €	
2070	3,67		8.038.681,35 €	1.756.307,48 €	14.905.003,56 €	2.339.935,08 €	4.117.210,89 €	623.841,77 €	254.196,60 €	14.636.071,18 €	27.081.270,25 €	10.044.052,42 €	5.2667.878,57 €	7.376.173,85 €	143.472.351,66 €	
Tasa de actualización r	3%															
Periodo	30 años (2057)															
Indicador	Valor	Criterio	Conclusión													
V.A.N.	44.677.045,44 €	VAN>0	Rentable													
B/C	1,157	B/C>1	Rentable													
P.R.I.	25	PRI < n (30)	Rentable													
T.I.R	4,58%	TIR >r (%)	Rentable													

PÁGINA 35

ALTERNATIVA 3																
		Coste inversión			Beneficios							Balance anual				
		Presupuesto de construcción	Mantenimiento trenes	Mantenimiento estación	Ingreso por tarifa	Ahorro de tiempo	Operación vehículo	Accidentes	Emisiones CO2	Optimización del transporte	Flujo anual (€)	B.A.N. anual	C.A.N. Anual	V.A.N. Anual	V.A.N. Acumulado	P.R.I.
Año	Tasa actualizacion															
2025																
2026	1,00															
2027	1,03	35.552.954,92 €									- 35.552.954,92 €	- €	34.517.431,96 €	- 34.517.431,96 €	- 34.517.431,96 €	
2028	1,06	56.884.727,87 €									- 56.884.727,87 €	- €	53.619.311,78 €	- 53.619.311,78 €	- 88.136.743,74 €	
2029	1,09	49.774.136,89 €									- 49.774.136,89 €	- €	45.550.386,22 €	- 45.550.386,22 €	- 133.687.129,97 €	
2030	1,13	- €	3.903.154,01 €	795.414,82 €	7.189.481,25 €	837.835,97 €	1.985.951,25 €	300.912,29 €	122.612,63 €	7.564.629,61 €	13.302.854,17 €	15.994.031,18 €	4.174.617,55 €	11.819.413,63 €	- 121.867.716,34 €	
2031	1,16		3.981.217,09 €	811.323,12 €	7.430.487,95 €	865.922,02 €	2.052.524,56 €	310.999,51 €	126.722,87 €	7.867.961,95 €	13.862.078,65 €	16.091.638,09 €	4.134.087,28 €	11.957.550,81 €	- 109.910.165,53 €	
2032	1,19		4.060.841,43 €	827.549,58 €	7.679.573,72 €	894.949,57 €	2.121.329,55 €	321.424,87 €	130.970,89 €	8.183.457,54 €	14.443.315,12 €	16.189.999,54 €	4.093.950,51 €	12.096.049,03 €	- 97.814.116,49 €	
2033	1,23		4.142.058,26 €	844.100,57 €	7.937.009,37 €	924.950,18 €	2.192.441,03 €	332.199,72 €	135.361,31 €	8.511.604,11 €	15.047.406,89 €	16.289.122,23 €	4.054.203,42 €	12.234.918,81 €	- 85.579.197,68 €	
2034	1,27		4.224.899,42 €	860.982,59 €	8.203.074,81 €	955.956,48 €	2.265.936,32 €	343.335,76 €	139.898,91 €	8.852.908,96 €	15.675.229,23 €	16.389.012,93 €	4.014.842,22 €	12.374.170,70 €	- 73.205.026,98 €	
2035	1,30		4.309.397,41 €	878.202,24 €	8.478.059,33 €	988.002,17 €	2.341.895,33 €	354.845,11 €	144.588,62 €	9.207.899,71 €	16.327.690,62 €	16.489.678,46 €	3.975.863,17 €	12.513.815,29 €	- 60.691.211,69 €	
2036	1,34		4.395.585,36 €	895.766,28 €	8.647.097,59 €	1.007.701,28 €	2.388.588,78 €	361.920,12 €	147.471,47 €	9.273.488,65 €	16.534.916,25 €	16.240.793,12 €	3.937.262,56 €	12.303.530,57 €	- 48.387.681,12 €	
2037	1,38		4.483.497,07 €	913.681,61 €	8.819.506,19 €	1.027.793,15 €	2.436.213,23 €	369.136,20 €	150.411,80 €	9.339.544,77 €	16.745.426,68 €	15.996.289,22 €	3.899.036,71 €	12.097.252,52 €	- 36.290.428,61 €	
2038	1,43		4.573.167,01 €	931.955,24 €	8.995.352,33 €	1.048.285,62 €	2.484.787,23 €	376.496,16 €	153.410,76 €	9.406.071,43 €	16.959.281,28 €	15.756.080,65 €	3.861.181,98 €	11.894.898,67 €	- 24.395.529,93 €	
2039	1,47		4.664.630,35 €	950.594,34 €	9.174.704,54 €	1.069.186,67 €	2.534.329,72 €	384.002,86 €	156.469,52 €	9.473.071,96 €	17.176.540,57 €	15.520.083,10 €	3.823.694,78 €	11.696.388,32 €	- 12.699.141,62 €	
2040	1,51		2.959.975,55 €	969.606,23 €	9.357.632,74 €	1.090.504,46 €	2.584.859,99 €	391.659,23 €	159.589,26 €	9.540.549,74 €	19.195.213,64 €	15.288.214,01 €	2.597.916,48 €	12.690.297,52 €	- 8.844,09 €	
2041	1,56		3.019.175,06 €	988.998,36 €	9.581.662,13 €	1.116.612,03 €	2.646.743,66 €	401.035,87 €	163.409,95 €	9.768.958,32 €	19.670.248,54 €	15.198.278,03 €	2.572.693,99 €	12.625.584,03 €	12.616.739,94 €	14
2042	1,60		3.079.558,56 €	1.008.778,32 €	9.810.909,65 €	1.143.327,70 €	2.710.068,73 €	410.630,92 €	167.319,64 €	10.002.687,02 €	20.156.606,76 €	15.108.647,32 €	2.547.716,38 €	12.560.930,94 €	25.177.670,88 €	
2043	1,65		3.141.149,73 €	1.028.953,89 €	10.045.494,39 €	1.170.665,35 €	2.774.868,10 €	420.449,35 €	171.320,36 €	10.241.857,28 €	20.654.551,20 €	15.019.324,43 €	2.522.981,27 €	12.496.343,16 €	37.674.014,04 €	
2044	1,70		3.203.972,73 €	1.049.532,97 €	10.285.538,17 €	1.198.639,18 €	2.841.175,42 €	430.496,27 €	175.414,17 €	10.486.593,28 €	21.164.350,78 €	14.930.311,83 €	2.498.486,31 €	12.431.825,52 €	50.105.839,56 €	
2045	1,75		3.268.052,18 €	1.070.523,63 €	10.531.165,50 €	1.227.263,69 €	2.909.025,08 €	440.776,88 €	179.603,21 €	10.737.021,97 €	21.686.280,53 €	14.841.611,92 €	2.474.229,16 €	12.367.382,76 €	62.473.222,32 €	
2046	1,81		3.333.413,23 €	1.091.934,10 €	10.782.503,71 €	1.256.553,73 €	2.978.452,27 €	451.296,52 €	183.889,64 €	10.993.273,18 €	22.220.621,72 €	14.753.027,01 €	2.450.207,52 €	12.303.019,49 €	74.776.241,81 €	
2047	1,86		3.400.081,49 €	1.113.772,78 €	11.039.682,98 €	1.286.524,47 €	3.049.492,93 €	462.060,64 €	188.275,69 €	11.255.479,62 €	22.767.662,05 €	14.665.159,34 €	2.426.419,09 €	12.238.740,25 €	87.014.982,06 €	
2048	1,92		3.468.083,12 €	1.136.048,24 €	11.302.836,41 €	1.317.191,41 €	3.122.183,83 €	473.074,80 €	192.763,63 €	11.523.777,01 €	23.327.695,74 €	14.577.411,10 €	2.402.861,63 €	12.174.549,47 €	99.189.531,53 €	
2049	1,97		3.537.444,78 €	1.158.769,20 €	11.572.100,12 €	1.348.570,42 €	3.196.562,58 €	484.344,70 €	197.355,77 €	11.798.304,11 €	23.901.023,71 €	14.489.984,37 €	2.379.532,87 €	12.110.451,50 €	111.299.983,02 €	
2050	2,03		3.608.193,68 €	1.181.944,59 €	11.847.613,23 €	1.380.677,72 €	3.272.667,60 €	495.876,17 €	202.054,50 €	12.079.202,78 €	24.487.953,73 €	14.402.881,19 €	2.356.430,61 €	12.046.450,57 €	123.346.433,60 €	
2051	2,09		3.680.357,55 €	1.205.583,48 €	12.129.518,03 €	1.413.529,88 €	3.350.538,19 €	507.675,16 €	206.862,23 €	12.366.618,07 €	25.088.800,54 €	14.316.103,51 €	2.333.552,65 €	11.982.550,86 €	135.328.984,46 €	
2052	2,16		3.753.964,70 €	1.229.695,15 €	12.417.959,98 €	1.447.143,85 €	3.430.214,55 €	519.747,76 €	211.781,45 €	12.660.698,30 €	25.703.886,04 €	14.229.653,22 €	2.310.886,80 €	11.918.756,43 €	147.247.740,89 €	
2053	2,22		3.829.044,00 €	1.254.289,05 €	12.713.087,80 €	1.481.536,97 €	3.511.737,74 €	532.100,19 €	216.814,69 €	12.961.595,09 €	26.333.539,43 €	14.143.532,16 €	2.288.460,90 €	11.855.071,25 €	159.102.812,14 €	
2054	2,29		3.905.624,88 €	1.279.374,83 €	13.015.053,55 €	1.516.726,96 €	3.595.149,77 €	544.738,82 €	221.964,55 €	13.269.463,47 €	26.978.097,41 €	14.057.742,06 €	2.266.242,84 €	11.791.499,22 €	170.894.311,36 €	
2055	2,36		3.983.737,37 €	1.304.962,33 €	13.324.012,69 €	1.552.731,94 €	3.680.493,59 €	557.670,16 €	227.233,67 €	13.584.461,95 €	27.637.904,29 €	13.972.284,63 €	2.244.240,48 €	11.728.044,15 €	182.622.355,51 €	
2056	2,43		4.063.412,12 €	1.331.061,57 €	13.640.124,17 €	1.589.570,42 €	3.767.813,10 €	570.900,85 €	232.624,78 €	13.906.752,58 €	28.313.312,21 €	13.887.161,49 €	2.222.451,74 €	11.664.709,75 €	194.287.065,26 €	
2057	2,50		4.144.680,36 €	1.357.682,81 €	13.963.550,52 €	1.627.261,35 €	3.857.153,20 €	584.437,71 €	238.140,64 €	14.236.501,05 €	29.004.681,29 €	13.802.374,20 €	2.200.874,54 €	11.601.499,66 €	205.888.564,93 €	
2058	2,58		4.227.573,97 €	1.384.836,46 €	14.294.457,86 €	1.665.824,08 €	3.948.559,78 €	598.287,68 €	243.784,08 €	14.573.876,76 €	29.712.379,80 €	13.717.924,27 €	2.179.506,82 €	11.538.417,45 €	217.426.982,38 €	
2059	2,65		4.312.125,45 €	1.412.533,19 €	14.633.016,08 €	1.705.278,43 €	4.042.079,75 €	612.457,87 €	249.558,00 €	14.919.052,89 €	30.436.784,38 €	13.633.813,14 €	2.158.346,56 €	11.475.466,58 €	228.902.448,95 €	
2060	2,73		4.398.367,96 €	1.440.783,85 €	14.979.398,84 €	1.745.644,61 €	4.137.761,10 €	626.955,55 €	255.465,37 €	15.272.206,52 €	31.178.280,19 €	13.550.042,19 €	2.137.391,74 €	11.412.650,45 €	240.315.099,40 €	
2061	2,81		4.486.335,32 €	1.469.599,53 €	15.333.783,71 €	1.786.943,33 €	4.235.652,88 €	641.788,16 €	261.509,21 €	15.633.518,68 €	31.937.261,12 €	13.466.612,74 €	2.116.640,36 €	11.349.972,37 €	251.665.071,77 €	
2062	2,90		4.576.062,03 €	1.498.991,52 €	15.696.352,21 €	1.829.195,75 €	4.335.805,22 €	656.963,29 €	267.692,61 €	16.003.174,44 €	32.714.129,98 €	13.383.526,06 €	2.096.090,46 €	11.287.435,60 €	262.952.507,37 €	
2063	2,99		4.667.583,27 €	1.528.971,35 €	16.067.289,94 €	1.872.423,48 €	4.438.269,39 €	672.488,71 €	274.018,75 €	16.381.363,02 €	33.509.298,68 €	13.300.783,35 €	2.075.740,06 €	11.225.043,29 €	274.177.550,66 €	
2064	3,07		4.760.934,93 €	1.559.550,78 €	16.446.786,64 €	1.916.648,64 €	4.543.097,81 €	688.372,37 €	280.490,86 €	16.768.277,88 €	34.328.188,48 €	13.218.395,58 €	2.055.587,25 €	11.162.798,53 €	285.340.349,19 €	
2065	3,17		4.856.153,63 €	1.590.741,80 €	16.835.036,29 €	1.961.893,85 €	4.650.344,05 €	704.622,37 €	287.112,24 €	17.164.116,78 €	35.156.230,15 €	13.136.334,43 €	2.035.630,09 €	11.100.704,34 €	296.441.053,52 €	
2066	3,26		4.953.276,70 €	1.622.556,63 €	17.232.237,21 €	2.008.182,19 €	4.760.062,91 €	721.247,02 €	293.886,28 €	17.569.081,93 €	36.008.864,22 €	13.054.630,35 €	2.015.866,69 €	11.038.763,66 €	307.479.817,18 €	
2067	3,36		5.052.342,24 €	1.655.007,76 €	17.638.592,15 €	2.055.537,32 €	4.872.310,38 €	738.254,81 €	300.816,44 €	17.983.380,04 €	36.881.541,16 €	12.973.274,53 €	1.996.295,17 €	10.976.979,36 €	318.456.796,54 €	
2068	3,46		5.153.389,08 €	1.688.107,92 €	18.054.308,40 €	2.103.983,38 €	4.987.143,73 €	755.654,42 €	307.906,25 €	18.407.222,44 €	37.774.721,62 €	12.892.267,91 €	1.976.913,66 €	10.915.354,25 €	329.372.150,78 €	
2069	3,56		5.256.456,86 €	1.721.870,08 €	18.479.597,86 €	2.153.545,06 €	5.104.621,49 €	773.454,70 €	315.159,33 €	18.840.825,19 €	38.688.876,69 €	12.811.611,38 €	1.957.720,33 €	10.853.891,06 €	340.226.041,84 €	
2070	3,67		5.361.586,00 €	1.756.307,48 €	18.914.677,17 €	2.204.247,62 €	5.224.803,50 €	791.664,74 €	322.579,37 €	19.284.409,15 €	39.624.488,08 €	12.731.305,78 €	1.938.713,33 €	10.792.592,45 €	351.018.634,29 €	
Tasa de actualización	3%															
Periodo	30 años (2057)															
Indicador	Valor	Criterio	Conclusión													
V.A.N.	205.888.564,93 €	VAN>0	Rentable													
B/C	1,950	B/C>1	Rentable													
P.R.I.	14	PRI < n (30)	Rentable													

SUBAPÉNDICE 3:

TABLAS DE RESULTADOS - ESCENARIO 3

Horizonte 2040 con estación de Darío Gazapo y Área Intermodal

Tasa de descuento de un 3% y adicionalmente a una disminución de la demanda del 5% junto con un aumento de los costes de construcción del 10%.

PÁGINA 38

PÁGINA 39

PÁGINA 40

SUBAPÉNDICE 4:

TABLAS DE RESULTADOS - ESCENARIO 4

Horizonte 2040 con estación de Darío Gazapo y Área Intermodal

Tasa de descuento de un 3%, y adicionalmente una disminución de la demanda del 5%, un aumento de los costes de construcción del 10% y un aumento de los costes de explotación del 25 %.

ALTERNATIVA 1																
		Coste inversión			Beneficios						Balance anual					
		Presupuesto de construcción	Mantenimiento trenes	Mantenimiento estación	Ingreso por tarifa	Ahorro de tiempo coche	Operación vehículo	Accidentes	Emisiones CO2	Optimización del transporte publico	Flujo anual (€)	B.A.N. anual	C.A.N. Anual	V.A.N. Anual	V.A.N. Acumulado	P.R.I.
Año	Tasa actualizacion															
2026	1,00															
2027	1,03	39.849.857,85 €									- 39.849.857,85 €	- €	38.689.182,38 €	- 38.689.182,38 €	- 38.689.182,38 €	
2028	1,06	79.699.715,70 €									- 79.699.715,70 €	- €	75.124.625,98 €	- 75.124.625,98 €	- 113.813.808,35 €	
2029	1,09	69.737.251,23 €									- 69.737.251,23 €	- €	63.819.463,81 €	- 63.819.463,81 €	- 177.633.272,17 €	
2030	1,13	9.962.464,46 €	7.268.197,51 €	994.268,53 €	5.284.048,18 €	829.542,22 €	1.459.613,25 €	221.161,30 €	90.116,52 €	5.291.801,06 €	- 5.048.647,97 €	11.706.956,36 €	16.192.614,70 €	- 4.485.658,33 €	- 182.118.930,50 €	
2031	1,16		7.413.561,46 €	1.014.153,90 €	5.513.656,49 €	865.588,40 €	1.523.037,98 €	230.771,45 €	94.032,36 €	5.606.926,40 €	5.406.297,72 €	11.933.341,20 €	7.269.821,30 €	- 4.663.519,90 €	- 177.455.410,60 €	
2032	1,19		7.561.832,69 €	1.034.436,98 €	5.753.241,99 €	903.200,91 €	1.589.218,71 €	240.799,18 €	98.118,36 €	5.940.817,36 €	5.929.126,85 €	12.164.790,91 €	7.199.240,51 €	- 4.965.550,39 €	- 172.489.860,20 €	
2033	1,23		7.713.069,34 €	1.055.125,72 €	6.003.238,22 €	942.447,79 €	1.658.275,20 €	251.262,66 €	102.381,91 €	6.294.591,45 €	6.484.002,18 €	12.401.432,10 €	7.129.344,97 €	- 5.272.087,13 €	- 167.217.773,07 €	
2034	1,27		7.867.330,73 €	1.076.228,23 €	6.264.097,57 €	983.400,08 €	1.730.332,41 €	262.180,80 €	106.830,72 €	6.669.432,69 €	7.072.715,31 €	12.643.394,81 €	7.060.128,03 €	- 5.583.266,78 €	- 161.634.506,30 €	
2035	1,30		8.024.677,34 €	1.097.752,80 €	6.536.292,07 €	1.026.131,86 €	1.805.520,73 €	273.573,37 €	111.472,85 €	7.066.595,62 €	7.697.156,36 €	12.890.812,53 €	6.991.583,10 €	- 5.899.229,43 €	- 155.735.276,87 €	
2036	1,34		8.185.170,89 €	1.119.707,85 €	6.695.838,80 €	1.051.179,09 €	1.849.592,34 €	280.251,12 €	114.193,83 €	7.101.114,37 €	7.787.290,81 €	12.718.179,35 €	6.923.703,65 €	- 5.794.475,70 €	- 149.940.801,16 €	
2037	1,38		8.348.874,31 €	1.142.102,01 €	6.859.279,96 €	1.076.837,70 €	1.894.739,71 €	287.091,87 €	116.981,23 €	7.135.801,73 €	7.879.755,89 €	12.548.986,53 €	6.856.483,23 €	- 5.692.503,31 €	- 144.248.297,86 €	
2038	1,43		8.515.851,79 €	1.164.944,05 €	7.026.710,62 €	1.103.122,63 €	1.940.989,10 €	294.099,60 €	119.836,67 €	7.170.658,53 €	7.974.621,30 €	12.383.154,36 €	6.789.915,43 €	- 5.593.238,93 €	- 138.655.058,92 €	
2039	1,47		8.686.168,83 €	1.188.242,93 €	7.198.228,15 €	1.130.049,15 €	1.988.367,41 €	301.278,39 €	122.761,80 €	7.205.685,60 €	8.071.958,74 €	12.220.605,04 €	6.723.993,92 €	- 5.496.611,12 €	- 133.158.447,81 €	
2040	1,51		4.437.921,96 €	1.212.007,79 €	7.373.932,32 €	1.157.632,93 €	2.036.902,19 €	308.632,40 €	125.758,34 €	7.240.883,76 €	12.593.812,19 €	12.061.262,64 €	3.735.269,16 €	- 8.325.993,48 €	- 124.832.454,32 €	
2041	1,56		4.526.680,40 €	1.236.247,94 €	7.550.470,30 €	1.185.347,61 €	2.085.667,30 €	316.021,31 €	128.769,10 €	7.414.236,45 €	12.917.583,72 €	11.990.309,85 €	3.699.004,41 €	- 8.291.305,44 €	- 116.541.148,88 €	
2042	1,60		4.617.214,01 €	1.260.972,90 €	7.731.120,22 €	1.213.707,82 €	2.135.568,25 €	323.582,33 €	131.849,98 €	7.591.626,89 €	13.249.268,59 €	11.919.597,90 €	3.663.091,75 €	- 8.256.506,15 €	- 108.284.642,73 €	
2043	1,65		4.709.558,29 €	1.286.192,36 €	7.915.975,96 €	1.242.728,31 €	2.186.630,97 €	331.319,26 €	135.002,60 €	7.773.147,26 €	13.589.053,81 €	11.849.128,79 €	3.627.527,75 €	- 8.221.601,04 €	- 100.063.041,69 €	
2044	1,70		4.803.749,45 €	1.311.916,21 €	8.105.133,47 €	1.272.424,13 €	2.238.881,97 €	339.236,47 €	138.228,57 €	7.958.891,79 €	13.937.130,74 €	11.778.904,47 €	3.592.309,03 €	- 8.186.595,44 €	- 91.876.446,24 €	
2045	1,75		4.899.824,44 €	1.338.154,53 €	8.298.690,90 €	1.302.810,69 €	2.292.348,36 €	347.337,73 €	141.529,59 €	8.148.956,84 €	14.293.695,12 €	11.708.926,85 €	3.557.432,25 €	- 8.151.494,60 €	- 83.724.951,64 €	
2046	1,81		4.997.820,93 €	1.364.917,62 €	8.496.748,57 €	1.333.903,74 €	2.347.057,86 €	355.627,34 €	144.907,35 €	8.343.440,93 €	14.658.947,23 €	11.639.197,73 €	3.522.894,07 €	- 8.116.303,66 €	- 75.608.647,96 €	
2047	1,86		5.097.777,35 €	1.392.215,98 €	8.699.409,07 €	1.365.719,39 €	2.403.038,79 €	364.109,59 €	148.363,61 €	8.542.444,81 €	15.033.091,94 €	11.569.718,90 €	3.488.691,21 €	- 8.081.027,69 €	- 67.527.620,30 €	
2048	1,92		5.199.732,90 €	1.420.060,30 €	8.906.777,29 €	1.398.274,11 €	2.460.320,14 €	372.788,89 €	151.900,17 €	8.746.071,47 €	15.416.338,86 €	11.500.492,07 €	3.454.820,43 €	- 8.045.671,64 €	- 59.481.948,65 €	
2049	1,97		5.303.727,56 €	1.448.461,50 €	9.118.960,47 €	1.431.584,73 €	2.518.931,52 €	381.669,72 €	155.518,83 €	8.954.426,21 €	15.808.902,42 €	11.431.518,89 €	3.421.278,48 €	- 8.010.240,41 €	- 51.471.708,24 €	
2050	2,03		5.409.802,11 €	1.477.430,73 €	9.336.068,27 €	1.465.668,46 €	2.578.903,24 €	390.756,66 €	159.221,49 €	9.167.616,71 €	16.211.001,99 €	11.362.800,96 €	3.388.062,18 €	- 7.974.738,78 €	- 43.496.969,46 €	
2051	2,09		5.517.998,15 €	1.506.979,35 €	9.558.212,80 €	1.500.542,91 €	2.640.266,25 €	400.054,41 €	163.010,04 €	9.385.753,07 €	16.622.861,98 €	11.294.339,84 €	3.355.168,38 €	- 7.939.171,46 €	- 35.557.798,00 €	
2052	2,16		5.628.358,11 €	1.537.118,93 €	9.785.508,69 €	1.536.226,07 €	2.703.052,21 €	409.567,77 €	166.886,44 €	9.608.947,83 €	17.044.711,97 €	11.226.137,00 €	3.322.593,93 €	- 7.903.543,07 €	- 27.654.254,93 €	
2053	2,22		5.740.925,28 €	1.567.861,31 €	10.018.073,12 €	1.572.736,34 €	2.767.293,52 €	419.301,64 €	170.852,70 €	9.837.316,08 €	17.476.786,81 €	11.158.193,89 €	3.290.335,73 €	- 7.867.858,15 €	- 19.786.396,78 €	
2054	2,29		5.855.743,78 €	1.599.218,54 €	10.256.025,93 €	1.610.092,53 €	2.833.023,25 €	429.261,05 €	174.910,86 €	10.070.975,49 €	17.919.326,77 €	11.090.511,89 €	3.258.390,73 €	- 7.832.121,16 €	- 11.954.275,62 €	
2055	2,36		5.972.858,66 €	1.631.202,91 €	10.499.489,62 €	1.648.313,87 €	2.900.275,25 €	439.451,10 €	179.062,99 €	10.310.046,34 €	18.372.577,60 €	11.023.092,34 €	3.226.755,86 €	- 7.796.339,47 €	- 4.157.939,14 €	
2056	2,43		6.092.315,83 €	1.663.826,97 €	10.748.589,44 €	1.687.420,03 €	2.969.084,13 €	449.877,06 €	183.311,25 €	10.554.651,63 €	18.836.790,74 €	10.955.936,51 €	3.195.428,14 €	- 7.760.508,38 €	- 3.602.569,23 €	29
2057	2,50		6.214.162,15 €	1.697.103,51 €	11.003.453,47 €	1.727.431,10 €	3.039.485,25 €	460.544,27 €	187.657,82 €	10.804.917,12 €	19.312.223,38 €	10.889.045,66 €	3.164.404,56 €	- 7.724.641,10 €	- 11.327.210,33 €	
2058	2,58		6.338.445,39 €	1.731.045,58 €	11.264.212,62 €	1.768.367,66 €	3.111.514,78 €	471.458,22 €	192.104,92 €	11.060.971,37 €	19.799.138,60 €	10.822.420,95 €	3.133.682,19 €	- 7.688.738,76 €	- 19.015.949,09 €	
2059	2,65		6.465.214,30 €	1.765.666,49 €	11.531.000,75 €	1.810.250,70 €	3.185.209,69 €	482.624,51 €	196.654,85 €	11.322.945,82 €	20.297.805,54 €	10.756.063,53 €	3.103.258,09 €	- 7.652.805,44 €	- 26.668.754,53 €	
2060	2,73		6.594.518,58 €	1.800.979,82 €	11.803.954,73 €	1.853.101,72 €	3.260.607,80 €	494.048,86 €	201.309,93 €	11.590.974,86 €	20.808.499,51 €	10.689.974,49 €	3.073.129,37 €	- 7.616.845,12 €	- 34.285.599,65 €	
2061	2,81		6.726.408,95 €	1.836.999,41 €	12.083.214,46 €	1.896.942,68 €	3.337.747,75 €	505.737,15 €	206.072,55 €	11.865.195,89 €	21.331.502,11 €	10.624.154,86 €	3.043.293,16 €	- 7.580.861,70 €	- 41.866.461,35 €	
2062	2,90		6.860.937,13 €	1.873.739,40 €	12.368.923,00 €	1.941.796,04 €	3.416.669,06 €	517.695,34 €	210.945,15 €	12.145.749,36 €	21.867.101,41 €	10.558.605,66 €	3.013.746,63 €	- 7.544.859,03 €	- 49.411.320,37 €	
2063	2,99		6.998.155,88 €	1.911.214,19 €	12.661.226,60 €	1.987.684,75 €	3.497.412,11 €	529.929,57 €	215.930,22 €	12.432.778,90 €	22.415.592,09 €	10.493.327,82 €	2.984.486,95 €	- 7.508.840,87 €	- 56.920.161,25 €	
2064	3,07		7.138.118,99 €	1.949.438,47 €	12.960.274,77 €	2.034.632,29 €	3.580.018,22 €	542.446,08 €	221.030,33 €	12.726.431,32 €	22.977.275,55 €	10.428.322,27 €	2.955.511,35 €	- 7.472.810,92 €	- 64.392.972,17 €	
2065	3,17		7.280.881,37 €	1.988.427,24 €	13.266.220,38 €	2.082.662,67 €	3.664.529,62 €	555.251,29 €	226.248,06 €	13.026.856,72 €	23.552.460,11 €	10.363.589,86 €	2.926.817,06 €	- 7.428.744,96 €	- 71.829.744,96 €	
2066	3,26		7.426.499,00 €	2.028.195,79 €	13.579.219,70 €	2.131.800,40 €	3.750.989,46 €	568.351,73 €	231.586,09 €	13.334.208,57 €	24.141.461,15 €	10.299.131,43 €	2.898.401,37 €	- 7.400.730,06 €	- 79.230.475,03 €	
2067	3,36		7.575.028,98 €	2.068.759,70 €	13.899.432,51 €	2.182.070,58 €	3.839.441,88 €	581.754,08 €	237.047,14 €	13.648.643,74 €	24.744.601,25 €	10.234.947,74 €	2.870.261,55 €	- 7.364.686,20 €	- 86.595.161,22 €	
2068	3,46		7.726.529,56 €	2.110.134,90 €	14.227.022,14 €	2.233.498,84 €	3.929.932,64 €	595.465,19 €	242.634,00 €	13.970.322,64 €	25.362.210,36 €	10.171.039,55 €	2.842.394,93 €	- 7.328.644,63 €	- 93.923.805,85 €	
2069	3,56		7.881.060,15 €	2.152.337,60 €	14.562.155,59 €	2.286.111,41 €	4.022.505,95 €	609.492,04 €	248.349,52 €	14.299.409,24 €	25.994.626,00 €	10.107.407,56 €	2.814.798,86 €	- 7.292.608,70 €	- 101.216.414,55 €	
2070	3,67		8.038.681,35 €	2.195.384,35 €	14.905.003,56 €	2.339.935,08 €	4.117.210,89 €	623.841,77 €	254.196,60 €	14.636.071,18 €	26.642.193,38 €	10.044.052,42 €	2.787.470,72 €	- 7.256.581,70 €	- 108.472.996,24 €	
Tasa de actualización r	3%															
Periodo	30 años (2057)															
Indicador	Valor	Criterio	Conclusión													
V.A.N.	11.327.210,33 €	VAN>0	Rentable													
B/C	1,036	B/C>1	Rentable													
P.R.I.	29	PRI < n (30)	Rentable													
T.I.R	3,37%	TIR >r (%)	Rentable													

PÁGINA 43

ANEJO N° 25. ANÁLISIS MULTICRITERIO - RENTABILIDAD ECONÓMICA

SUBAPÉNDICE 5:

TABLAS DE RESULTADOS - ESCENARIO 1

Horizonte 2040 con estación de Darío Gazapo

Tasa de descuento de un 3%. Escenario base.

ALTERNATIVA 1																
		Coste inversión			Beneficios						Balance anual					
		Presupuesto de construcción	Mantenimiento trenes	Mantenimiento estación	Ingreso por tarifa	Ahorro de tiempo coche	Operación vehículo	Accidentes	Emisiones CO2	Optimización del transporte publico	Flujo anual (€)	B.A.N. anual	C.A.N. Anual	V.A.N. Anual	V.A.N. Acumulado	P.R.I.
Año	Tasa actualizacion															
2026	1,00															
2027	1,03	36.227.143,50 €									- 36.227.143,50 €	- €	35.171.983,98 €	- 35.171.983,98 €	- 35.171.983,98 €	
2028	1,06	72.454.287,00 €									- 72.454.287,00 €	- €	68.295.114,52 €	- 68.295.114,52 €	- 103.467.098,50 €	
2029	1,09	63.397.501,12 €									- 63.397.501,12 €	- €	58.017.694,38 €	- 58.017.694,38 €	- 161.484.792,88 €	
2030	1,13	9.056.785,87 €	5.852.039,18 €	795.414,82 €	5.562.155,98 €	873.202,33 €	1.536.435,00 €	232.801,37 €	94.859,50 €	5.570.316,90 €	- 1.834.468,80 €	12.323.111,96 €	13.953.013,73 €	- 1.629.901,77 €	- 163.114.694,64 €	
2031	1,16		5.969.079,96 €	811.323,12 €	5.803.848,93 €	911.145,69 €	1.603.197,87 €	242.917,31 €	98.981,44 €	5.902.027,78 €	7.781.715,95 €	12.561.411,79 €	5.848.835,26 €	6.712.576,53 €	- 156.402.118,11 €	
2032	1,19		6.088.461,56 €	827.549,58 €	6.056.044,20 €	950.737,80 €	1.672.861,80 €	253.472,82 €	103.282,49 €	6.253.491,96 €	8.373.879,93 €	12.805.043,06 €	5.792.050,45 €	7.012.992,61 €	- 149.389.125,51 €	
2033	1,23		6.210.230,79 €	844.100,57 €	6.319.198,13 €	992.050,31 €	1.745.552,84 €	264.487,01 €	107.770,43 €	6.625.885,74 €	9.000.613,09 €	13.054.139,05 €	5.735.816,95 €	7.318.322,10 €	- 142.070.803,41 €	
2034	1,27		6.334.435,41 €	860.982,59 €	6.593.786,92 €	1.035.157,98 €	1.821.402,54 €	275.979,79 €	112.453,39 €	7.020.455,46 €	9.663.818,08 €	13.308.836,64 €	5.680.129,41 €	7.628.707,23 €	- 134.442.096,18 €	
2035	1,30		6.461.124,12 €	878.202,24 €	6.880.307,44 €	1.080.138,81 €	1.900.548,13 €	287.971,97 €	117.339,84 €	7.438.521,71 €	10.365.501,54 €	13.569.276,34 €	5.624.982,52 €	7.944.293,82 €	- 126.497.802,35 €	
2036	1,34		6.590.346,60 €	895.766,28 €	7.094.488,43 €	1.113.763,06 €	1.959.711,37 €	296.936,41 €	120.992,58 €	7.717.609,27 €	10.817.388,23 €	13.619.523,80 €	5.570.371,04 €	8.049.152,76 €	- 118.448.649,59 €	
2037	1,38		6.722.153,53 €	913.681,61 €	7.315.336,77 €	1.148.434,02 €	2.020.716,34 €	306.179,91 €	124.759,03 €	8.007.167,98 €	11.286.758,91 €	13.670.084,55 €	5.516.289,77 €	8.153.794,78 €	- 110.294.854,82 €	
2038	1,43		6.856.596,60 €	931.955,24 €	7.543.060,04 €	1.184.184,27 €	2.083.620,36 €	315.711,16 €	128.642,72 €	8.307.590,70 €	11.774.257,41 €	13.720.960,81 €	5.462.733,56 €	8.258.227,25 €	- 102.036.627,57 €	
2039	1,47		6.993.728,53 €	950.594,34 €	7.777.872,22 €	1.221.047,41 €	2.148.482,56 €	325.539,11 €	132.647,31 €	8.619.285,05 €	12.280.550,79 €	13.772.154,83 €	5.409.697,31 €	8.362.457,52 €	- 93.674.170,05 €	
2040	1,51		4.437.921,96 €	969.606,23 €	8.019.994,01 €	1.259.058,09 €	2.215.363,89 €	335.673,00 €	136.776,57 €	8.942.673,94 €	15.502.011,30 €	13.823.668,87 €	5.375.013,17 €	10.248.655,70 €	- 83.425.514,35 €	
2041	1,56		4.526.680,40 €	988.998,36 €	8.211.999,24 €	1.289.200,97 €	2.268.401,51 €	343.709,29 €	140.051,11 €	9.156.768,87 €	15.894.452,24 €	13.742.348,37 €	3.540.304,31 €	10.202.044,07 €	- 73.223.470,28 €	
2042	1,60		4.617.214,01 €	1.008.778,32 €	8.408.476,67 €	1.320.045,95 €	2.322.674,50 €	351.932,76 €	143.401,92 €	9.375.850,54 €	16.296.390,01 €	13.661.303,90 €	3.505.932,42 €	10.155.371,48 €	- 63.068.098,80 €	
2043	1,65		4.709.558,29 €	1.028.953,89 €	8.609.528,41 €	1.351.609,04 €	2.378.211,04 €	360.347,68 €	146.830,75 €	9.600.032,76 €	16.708.047,51 €	13.670.084,55 €	3.471.894,24 €	10.108.643,52 €	- 52.959.455,28 €	
2044	1,70		4.803.749,45 €	1.049.532,97 €	8.815.258,82 €	1.383.906,64 €	2.435.039,98 €	368.958,43 €	150.339,37 €	9.829.431,94 €	17.129.652,75 €	13.500.052,19 €	3.438.186,53 €	10.061.865,66 €	- 42.897.589,62 €	
2045	1,75		4.899.824,44 €	1.070.523,63 €	9.025.774,64 €	1.416.955,49 €	2.493.190,79 €	377.769,47 €	153.929,60 €	10.064.167,07 €	17.561.438,98 €	13.419.849,34 €	3.404.806,08 €	10.015.043,26 €	- 32.882.546,36 €	
2046	1,81		4.997.820,93 €	1.091.934,10 €	9.241.184,98 €	1.450.772,74 €	2.552.693,30 €	386.785,36 €	157.603,30 €	10.304.359,82 €	18.003.644,80 €	13.339.931,33 €	3.371.749,71 €	9.968.181,62 €	- 22.914.621,62 €	
2047	1,86		5.097.777,35 €	1.113.772,78 €	9.461.601,44 €	1.485.375,90 €	2.613.579,28 €	396.010,79 €	161.362,38 €	10.550.134,63 €	18.456.514,28 €	13.260.300,16 €	3.339.014,28 €	9.921.285,89 €	- 12.993.078,86 €	
2048	1,92		5.199.732,90 €	1.136.048,24 €	9.687.138,07 €	1.520.782,88 €	2.675.879,29 €	405.450,52 €	165.208,79 €	10.801.618,68 €	18.920.297,08 €	13.180.957,82 €	3.306.596,66 €	9.874.361,16 €	- 3.118.717,69 €	
2049	1,97		5.303.727,56 €	1.158.769,20 €	9.917.911,53 €	1.557.011,98 €	2.739.625,87 €	415.109,43 €	169.144,50 €	11.058.942,04 €	19.395.248,59 €	13.101.906,20 €	3.274.493,78 €	9.827.412,42 €	- 6.708.694,73 €	22
2050	2,03		5.409.802,11 €	1.181.944,59 €	10.154.041,07 €	1.594.081,93 €	2.804.851,96 €	424.992,52 €	173.171,56 €	11.322.237,69 €	19.881.630,04 €	13.023.147,13 €	3.242.702,58 €	9.780.444,55 €	- 16.489.139,27 €	
2051	2,09		5.517.998,15 €	1.205.583,48 €	10.395.648,63 €	1.632.011,88 €	2.871.591,24 €	435.104,89 €	177.292,04 €	11.591.641,58 €	20.379.708,64 €	12.944.682,38 €	3.211.220,03 €	9.733.462,35 €	- 26.222.601,62 €	
2052	2,16		5.628.358,11 €	1.229.695,15 €	10.642.858,88 €	1.670.821,39 €	2.939.878,16 €	445.451,75 €	181.508,08 €	11.867.292,74 €	20.889.757,74 €	12.866.513,66 €	3.180.043,14 €	9.686.470,52 €	- 35.909.072,15 €	
2053	2,22		5.740.925,28 €	1.254.289,05 €	10.895.799,28 €	1.710.530,48 €	3.009.747,92 €	456.038,45 €	185.821,84 €	12.149.333,28 €	21.412.056,92 €	12.788.642,62 €	3.149.168,93 €	9.639.473,69 €	- 45.548.545,83 €	
2054	2,29		5.855.743,78 €	1.279.374,83 €	11.154.600,14 €	1.751.159,61 €	3.081.236,51 €	466.870,44 €	190.235,54 €	12.437.908,54 €	21.946.892,17 €	12.711.070,85 €	3.118.594,48 €	9.592.476,37 €	- 55.141.022,20 €	
2055	2,36		5.972.858,66 €	1.304.962,33 €	11.419.394,73 €	1.792.729,68 €	3.154.380,75 €	477.953,29 €	194.751,47 €	12.733.167,06 €	22.494.556,00 €	12.633.799,87 €	3.088.316,86 €	9.455.483,01 €	- 64.686.505,21 €	
2056	2,43		6.092.315,83 €	1.331.061,57 €	11.690.319,26 €	1.835.262,10 €	3.229.218,26 €	489.292,70 €	199.371,94 €	13.035.260,77 €	23.055.347,62 €	12.556.831,16 €	3.058.333,20 €	9.498.497,96 €	- 74.185.003,17 €	
2057	2,50		6.214.162,15 €	1.357.682,81 €	11.967.513,01 €	1.878.778,72 €	3.305.787,52 €	500.894,52 €	204.099,32 €	13.344.344,95 €	23.629.573,09 €	12.480.166,13 €	3.028.640,65 €	9.451.525,48 €	- 83.636.528,65 €	
2058	2,58		6.338.445,39 €	1.384.836,46 €	12.251.118,38 €	1.923.301,90 €	3.384.127,87 €	512.764,68 €	208.936,05 €	13.660.578,40 €	24.217.545,44 €	12.403.806,14 €	2.999.236,37 €	9.404.569,77 €	- 93.041.098,42 €	
2059	2,65		6.465.214,30 €	1.412.533,19 €	12.541.280,96 €	1.968.854,49 €	3.464.279,51 €	524.909,30 €	213.884,62 €	13.984.123,45 €	24.819.584,85 €	12.327.752,49 €	2.970.117,57 €	9.357.634,92 €	- 102.398.733,34 €	
2060	2,73		6.594.518,58 €	1.440.783,85 €	12.838.149,60 €	2.015.459,87 €	3.546.283,57 €	537.334,59 €	218.947,55 €	14.315.146,07 €	25.436.018,83 €	12.252.006,44 €	2.941.281,47 €	9.310.724,96 €	- 111.709.458,31 €	
2061	2,81		6.726.408,95 €	1.469.599,53 €	13.141.876,47 €	2.063.141,93 €	3.630.182,08 €	550.046,94 €	224.127,44 €	14.653.815,95 €	26.067.182,32 €	12.176.569,17 €	2.912.725,34 €	9.263.843,83 €	- 120.973.302,13 €	
2062	2,90		6.860.937,13 €	1.498.991,52 €	13.452.617,16 €	2.111.925,08 €	3.716.018,02 €	563.052,84 €	229.426,95 €	15.000.306,56 €	26.713.417,95 €	12.101.441,83 €	2.884.446,46 €	9.216.995,38 €	- 130.190.297,51 €	
2063	2,99		6.998.155,88 €	1.528.971,35 €	13.770.530,72 €	2.161.834,30 €	3.803.835,32 €	576.358,96 €	234.848,79 €	15.354.795,27 €	27.375.076,13 €	12.026.625,52 €	2.856.442,12 €	9.170.183,40 €	- 139.360.480,91 €	
2064	3,07		7.138.118,99 €	1.559.550,78 €	14.095.779,78 €	2.212.895,12 €	3.893.678,91 €	589.972,10 €	240.395,74 €	15.717.463,41 €	28.052.515,27 €	11.952.121,28 €	2.828.709,67 €	9.123.411,61 €	- 148.483.892,52 €	
2065	3,17		7.280.881,37 €	1.590.741,80 €	14.428.530,59 €	2.265.133,63 €	3.985.594,70 €	603.899,23 €	246.070,62 €	16.088.496,35 €	28.746.101,95 €	11.877.930,10 €	2.801.246,47 €	9.076.683,62 €	- 157.560.576,14 €	
2066	3,26		7.426.499,00 €	1.622.556,63 €	14.768.953,12 €	2.318.576,53 €	4.079.629,66 €	618.147,45 €	251.876,33 €	16.468.083,63 €	29.456.211,09 €	11.804.052,92 €	2.774.049,91 €	9.030.003,01 €	- 166.590.579,15 €	
2067	3,36		7.575.028,98 €	1.655.007,76 €	15.117.221,14 €	2.373.251,10 €	4.175.831,77 €	632.724,04 €	257.815,85 €	16.856.419,00 €	30.183.226,15 €	11.730.490,64 €	2.747.117,38 €	8.983.373,26 €	- 175.573.952,41 €	
2068	3,46		7.726.529,56 €	1.688.107,92 €	15.473.512,29 €	2.429.185,21 €	4.274.250,18 €	647.636,43 €	263.892,20 €	17.253.700,55 €	30.927.539,33 €	11.657.244,11 €	2.720.446,34 €	8.936.797,77 €	- 184.510.750,18 €	
2069	3,56		7.881.060,15 €	1.721.870,08 €	15.838.008,21 €	2.486.407,39 €	4.374.934,87 €	662.892,24 €	270.108,48 €	17.660.130,79 €	31.689.551,75 €	11.584.314,13 €	2.694.034,24 €	8.890.279,89 €	- 193.401.030,06 €	
2070	3,67		8.038.681,35 €	1.756.307,48 €	16.210.894,56 €	2.544.946,78 €	4.477.937,31 €	678.499,22 €	276.467,85 €	18.075.916,77 €	32.469.673,65 €	11.511.701,46 €	2.667.878,57 €	8.843.822,89 €	- 202.244.852,95 €	
Tasa de actualización r		3%														
Periodo		30 años (2057)														
Indicador	Valor	Criterio	Conclusión													
V.A.N.	83.636.528,65 €	VAN>0	Rentable													
B/C	1,293	B/C>1	Rentable													
P.R.I.	22	PRI < n (30)	Rentable													
T.I.R	5,74%	TIR >r (%)	Rentable													

PÁGINA 47

ALTERNATIVA 3																
		Coste inversión			Beneficios							Balance anual				
		Presupuesto de construcción	Mantenimiento trenes	Mantenimiento estación	Ingreso por tarifa	Ahorro de tiempo	Operación vehículo	Accidentes	Emisiones CO2	Optimización del transporte	Flujo anual (€)	B.A.N. anual	C.A.N. Anual	V.A.N. Anual	V.A.N. Acumulado	P.R.I.
Año	Tasa actualizacion															
2025																
2026	1,00															
2027	1,03	35.552.954,92 €									- 35.552.954,92 €	- €	34.517.431,96 €	- 34.517.431,96 €	- 34.517.431,96 €	
2028	1,06	56.884.727,87 €									- 56.884.727,87 €	- €	53.619.311,78 €	- 53.619.311,78 €	- 88.136.743,74 €	
2029	1,09	49.774.136,89 €									- 49.774.136,89 €	- €	45.550.386,22 €	- 45.550.386,22 €	- 133.687.129,97 €	
2030	1,13	- €	3.903.154,01 €	795.414,82 €	7.567.875,00 €	881.932,60 €	2.090.475,00 €	316.749,78 €	129.065,93 €	7.962.768,01 €	14.250.297,48 €	16.835.822,29 €	4.174.617,55 €	12.661.204,74 €	- 121.025.925,22 €	
2031	1,16		3.981.217,09 €	811.323,12 €	7.821.566,27 €	911.496,86 €	2.160.552,17 €	327.367,90 €	133.392,49 €	8.282.065,21 €	14.843.900,69 €	16.938.566,41 €	4.134.087,28 €	12.804.479,13 €	- 108.221.446,09 €	
2032	1,19		4.060.841,43 €	827.549,58 €	8.083.761,81 €	942.052,17 €	2.232.978,48 €	338.341,97 €	137.864,09 €	8.614.165,83 €	15.460.773,34 €	17.042.104,78 €	4.093.950,51 €	12.948.154,27 €	- 95.273.291,82 €	
2033	1,23		4.142.058,26 €	844.100,57 €	8.354.746,70 €	973.631,77 €	2.307.832,66 €	349.683,92 €	142.485,59 €	8.959.583,28 €	16.101.805,09 €	17.146.444,45 €	4.054.203,42 €	13.092.241,03 €	- 82.181.050,79 €	
2034	1,27		4.224.899,42 €	860.982,59 €	8.634.815,59 €	1.006.269,98 €	2.385.196,13 €	361.406,06 €	147.262,01 €	9.318.851,54 €	16.767.919,30 €	17.251.592,55 €	4.014.842,22 €	13.236.750,33 €	- 68.944.300,46 €	
2035	1,30		4.309.397,41 €	878.202,24 €	8.924.272,98 €	1.040.002,29 €	2.465.152,97 €	373.521,16 €	152.198,54 €	9.692.526,02 €	17.460.074,32 €	17.357.556,28 €	3.975.863,17 €	13.381.693,10 €	- 55.562.607,35 €	
2036	1,34		4.395.585,36 €	895.766,28 €	9.169.042,66 €	1.068.526,85 €	2.532.765,73 €	383.765,88 €	156.372,96 €	9.987.780,74 €	18.006.903,18 €	17.336.089,64 €	3.937.262,56 €	13.398.827,08 €	- 42.163.780,27 €	
2037	1,38		4.483.497,61 €	913.681,61 €	9.420.525,74 €	1.097.833,78 €	2.602.232,93 €	394.291,59 €	160.661,86 €	10.292.029,54 €	18.570.396,76 €	17.314.686,44 €	3.899.036,71 €	13.415.649,74 €	- 28.748.130,53 €	
2038	1,43		4.573.167,01 €	931.955,24 €	9.678.906,35 €	1.127.944,51 €	2.673.605,44 €	405.105,98 €	165.068,40 €	10.605.546,40 €	19.151.054,83 €	17.293.346,53 €	3.861.181,98 €	13.432.164,55 €	- 15.315.965,98 €	
2039	1,47		4.664.630,35 €	950.594,34 €	9.944.373,67 €	1.158.881,11 €	2.746.935,51 €	416.216,99 €	169.595,80 €	10.928.613,64 €	19.749.392,02 €	17.272.069,74 €	3.823.694,78 €	13.448.374,96 €	- 1.867.591,02 €	
2040	1,51		2.959.975,55 €	969.606,23 €	10.217.122,07 €	1.190.666,21 €	2.822.276,83 €	427.632,74 €	174.247,37 €	11.261.522,19 €	22.163.885,64 €	17.250.855,93 €	2.597.916,48 €	14.652.939,44 €	- 12.785.348,42 €	13
2041	1,56		3.019.175,06 €	988.998,36 €	10.461.728,34 €	1.219.171,74 €	2.889.844,45 €	437.870,62 €	178.419,00 €	11.531.132,25 €	22.709.992,98 €	17.149.374,31 €	2.572.693,99 €	14.576.680,32 €	- 27.362.028,74 €	
2042	1,60		3.079.558,56 €	1.008.778,32 €	10.712.032,01 €	1.248.341,22 €	2.958.985,86 €	448.346,96 €	182.687,79 €	11.807.022,11 €	23.269.079,06 €	17.048.237,16 €	2.547.716,38 €	14.500.520,78 €	- 41.862.549,52 €	
2043	1,65		3.141.149,73 €	1.028.953,89 €	10.968.163,14 €	1.278.189,81 €	3.029.736,99 €	459.067,21 €	187.055,96 €	12.089.335,11 €	23.841.444,59 €	16.947.447,34 €	2.522.981,27 €	14.424.466,07 €	- 56.287.015,59 €	
2044	1,70		3.203.972,73 €	1.049.532,97 €	11.230.254,70 €	1.308.733,00 €	3.102.134,58 €	470.036,92 €	191.525,79 €	12.378.217,82 €	24.427.397,11 €	16.847.007,65 €	2.498.486,31 €	14.348.521,34 €	- 70.635.536,93 €	
2045	1,75		3.268.052,18 €	1.070.523,63 €	11.498.442,66 €	1.339.986,65 €	3.176.216,17 €	481.261,80 €	196.099,59 €	12.673.820,10 €	25.027.251,16 €	16.746.920,78 €	2.474.229,16 €	14.272.691,62 €	- 84.908.228,56 €	
2046	1,81		3.333.413,23 €	1.091.934,10 €	11.772.866,03 €	1.371.966,95 €	3.252.020,17 €	492.747,66 €	200.779,73 €	12.976.295,19 €	25.641.328,40 €	16.647.981,84 €	2.450.207,52 €	14.196.981,84 €	- 99.105.210,46 €	
2047	1,86		3.400.081,49 €	1.113.772,78 €	12.053.666,96 €	1.404.690,47 €	3.329.585,84 €	504.500,45 €	205.568,63 €	13.285.799,76 €	26.269.957,84 €	16.547.815,91 €	2.426.419,09 €	14.121.396,81 €	- 113.226.607,21 €	
2048	1,92		3.468.083,12 €	1.136.048,24 €	12.340.990,78 €	1.438.174,14 €	3.408.953,33 €	516.526,25 €	210.468,78 €	13.602.493,99 €	26.913.475,92 €	16.448.802,88 €	2.402.861,63 €	14.045.941,25 €	- 127.272.548,46 €	
2049	1,97		3.537.444,78 €	1.158.769,20 €	12.634.986,09 €	1.472.435,28 €	3.490.163,69 €	528.831,28 €	215.482,71 €	13.926.541,66 €	27.572.226,74 €	16.350.152,65 €	2.379.532,87 €	13.970.619,77 €	- 141.243.168,24 €	
2050	2,03		3.608.193,68 €	1.181.944,59 €	12.935.804,81 €	1.507.491,60 €	3.573.258,88 €	541.421,91 €	220.613,00 €	14.258.110,25 €	28.246.562,20 €	16.251.867,50 €	2.356.430,61 €	13.895.436,88 €	- 155.138.605,12 €	
2051	2,09		3.680.357,55 €	1.205.583,48 €	13.243.602,29 €	1.543.361,20 €	3.658.281,82 €	554.304,62 €	225.862,32 €	14.597.370,97 €	28.936.842,19 €	16.153.949,63 €	2.333.552,65 €	13.820.396,99 €	- 168.959.002,11 €	
2052	2,16		3.753.964,70 €	1.229.695,15 €	13.558.537,35 €	1.580.062,59 €	3.745.276,37 €	567.486,08 €	231.233,36 €	14.944.498,87 €	29.643.434,76 €	16.056.401,20 €	2.310.896,80 €	13.745.504,40 €	- 182.704.506,51 €	
2053	2,22		3.829.044,00 €	1.254.289,05 €	13.880.772,37 €	1.617.614,68 €	3.834.287,38 €	580.973,07 €	236.728,90 €	15.299.672,93 €	30.366.716,29 €	15.959.224,24 €	2.288.460,90 €	13.670.763,33 €	- 196.375.269,84 €	
2054	2,29		3.905.624,88 €	1.279.374,83 €	14.210.473,37 €	1.656.036,84 €	3.925.360,73 €	594.772,55 €	242.351,77 €	15.663.076,16 €	31.107.071,71 €	15.862.420,74 €	2.266.242,84 €	13.596.177,90 €	- 209.971.447,74 €	
2055	2,36		3.983.737,37 €	1.304.962,33 €	14.547.810,10 €	1.695.348,83 €	4.018.543,30 €	608.891,61 €	248.104,86 €	16.034.895,65 €	31.864.894,66 €	15.765.992,61 €	2.244.240,48 €	13.521.752,13 €	- 223.493.199,87 €	
2056	2,43		4.063.412,12 €	1.331.061,57 €	14.892.956,12 €	1.735.570,89 €	4.113.883,02 €	623.337,53 €	253.991,14 €	16.415.322,69 €	32.640.587,69 €	15.669.941,69 €	2.222.451,74 €	13.447.489,95 €	- 236.940.689,83 €	
2057	2,50		4.144.680,36 €	1.357.682,81 €	15.246.088,85 €	1.776.723,69 €	4.211.428,91 €	638.117,74 €	260.013,62 €	16.804.552,85 €	33.434.562,50 €	15.574.269,74 €	2.200.874,54 €	13.373.395,20 €	- 250.314.085,03 €	
2058	2,58		4.227.573,97 €	1.384.836,46 €	15.607.389,70 €	1.818.828,38 €	4.311.231,09 €	653.239,81 €	266.175,41 €	17.202.786,09 €	34.247.240,06 €	15.478.978,45 €	2.179.506,82 €	13.299.471,63 €	- 263.613.556,66 €	
2059	2,65		4.312.125,45 €	1.412.533,19 €	15.977.044,16 €	1.861.906,57 €	4.413.340,79 €	668.711,52 €	272.479,66 €	17.610.226,84 €	35.079.050,89 €	15.384.069,46 €	2.158.346,56 €	13.225.722,90 €	- 276.839.279,56 €	
2060	2,73		4.398.367,96 €	1.440.783,85 €	16.355.241,84 €	1.905.980,35 €	4.517.810,38 €	684.540,80 €	278.929,61 €	18.027.084,10 €	35.930.435,27 €	15.289.544,31 €	2.137.391,74 €	13.152.152,57 €	- 289.991.432,13 €	
2061	2,81		4.486.335,32 €	1.469.599,53 €	16.742.176,61 €	1.951.072,32 €	4.624.693,41 €	700.735,77 €	285.528,57 €	18.453.571,57 €	36.801.843,39 €	15.195.404,52 €	2.116.640,36 €	13.078.764,15 €	- 303.070.196,28 €	
2062	2,90		4.576.062,03 €	1.498.991,52 €	17.138.046,67 €	1.997.205,57 €	4.734.044,65 €	717.304,72 €	292.279,92 €	18.889.907,70 €	37.693.735,67 €	15.101.651,49 €	2.096.090,46 €	13.005.561,03 €	- 316.075.757,31 €	
2063	2,99		4.667.583,27 €	1.528.971,35 €	17.543.054,66 €	2.044.403,73 €	4.845.920,05 €	734.256,14 €	299.187,10 €	19.336.315,84 €	38.606.582,91 €	15.008.286,59 €	2.075.740,06 €	12.932.546,53 €	- 329.008.303,84 €	
2064	3,07		4.760.934,93 €	1.559.550,78 €	17.957.407,76 €	2.092.690,93 €	4.960.376,86 €	751.598,69 €	306.253,67 €	19.793.024,35 €	39.540.866,54 €	14.915.311,13 €	2.055.587,25 €	12.859.723,88 €	- 341.868.027,72 €	
2065	3,17		4.856.153,63 €	1.590.741,80 €	18.381.317,75 €	2.142.091,86 €	5.077.473,56 €	769.341,24 €	313.483,22 €	20.260.266,67 €	40.497.078,88 €	14.822.726,35 €	2.035.630,09 €	12.787.096,26 €	- 354.655.123,98 €	
2066	3,26		4.953.276,70 €	1.622.556,63 €	18.815.001,19 €	2.192.631,75 €	5.197.269,99 €	787.492,85 €	320.879,45 €	20.738.281,47 €	41.475.723,36 €	14.730.533,41 €	2.015.866,69 €	12.714.666,72 €	- 367.369.790,70 €	
2067	3,36		5.052.342,24 €	1.655.007,76 €	19.258.679,43 €	2.244.336,39 €	5.319.827,28 €	806.062,79 €	328.446,14 €	21.227.312,76 €	42.477.314,80 €	14.638.733,45 €	1.996.295,17 €	12.642.438,28 €	- 380.012.228,98 €	
2068	3,46		5.153.389,08 €	1.688.107,92 €	19.712.578,80 €	2.297.232,18 €	5.445.207,96 €	825.060,53 €	336.187,14 €	21.727.609,99 €	43.502.379,60 €	14.547.327,52 €	1.976.913,66 €	12.570.413,85 €	- 392.582.642,84 €	
2069	3,56		5.256.456,86 €	1.721.870,08 €	20.176.930,68 €	2.351.346,05 €	5.573.475,93 €	844.495,75 €	344.106,40 €	22.239.428,19 €	44.551.456,07 €	14.456.316,61 €	1.957.720,33 €	12.498.596,29 €	- 405.081.239,12 €	
2070	3,67		5.361.586,00 €	1.756.307,48 €	20.651.971,60 €	2.406.705,59 €	5.704.696,54 €	864.378,36 €	352.207,96 €	22.763.028,06 €	45.625.094,65 €	14.365.701,69 €	1.938.713,33 €	12.426.988,35 €	- 417.508.227,48 €	
Tasa de actualización r		3%														
Periodo		30 años (2057)														
Indicador	Valor	Criterio	Conclusión													
V.A.N.	250.314.085,03 €	VAN>0	Rentable													
B/C	2,155	B/C>1	Rentable													
P.R.I.	13	PRI < n (3														