

ANEJO Nº 25. DEFINICIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS. ANÁLISIS MULTICRITERIO

TÍTULO DEL PROYECTO	
ESTUDIO INFORMATIVO DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE METRO DE MADRID AL BARRIO DE VALDEBEBAS	

DOCUMENTO	
TÍTULO	ANEJO Nº 25. DEFINICIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS. ANÁLISIS MULTICRITERIO
FICHERO	A25_ANÁLISIS MULTICRITERIO.docx

CONTROL DE EDICIONES		
ED.	FECHA	OBSERVACIONES / MOTIVO
02	JUN 2024	2ª EDICIÓN (TRAS SUPERVISION)
EDICIONES PREVIAS		
01	JUN 2024	1ª EDICIÓN (TRAS SUPERVISION)
00	ABRIL 2024	1ª EDICIÓN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVO Y ALCANCE DEL ANÁLISIS	1
2. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS	1
2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA.....	1
2.2. DETERMINACIÓN DE LOS CRITERIOS DE VALORACIÓN	1
2.3. OBTENCIÓN DE PUNTUACIONES PREVIAS	2
2.4. PUNTUACIÓN GLOBAL. ÍNDICE DE PERTINENCIA.....	3
3. DEFINICIÓN Y VALORACIÓN DE LOS DIFERENTES OBJETIVOS	3
3.1. CRITERIO FUNCIONAL	3
3.1.1. Longitud.....	3
3.1.2. Tiempos de viaje	5
3.1.3. Tiempo de transbordo en Mar de Cristal.....	6
3.1.4. Calidad de Trazado	7
3.1.5. Accesibilidad y mantenimiento.....	7
3.1.6. Puntuación global criterio funcional	8
3.2. CRITERIO AMBIENTAL.....	8
3.3. CRITERIO ECONÓMICO.....	9
3.4. CRITERIO TERRITORIAL-SOCIAL	9
3.4.1. Intermodalidad.....	10
3.4.2. Carga de la línea	10
3.4.3. Conectividad urbana.....	11
3.4.4. Puntuación global criterio territorial/social.....	12
4. PUNTUACIÓN GLOBAL.....	12
5. CONCLUSIONES.....	12

APÉNDICE 1. MATRIZ MULTICRITERIO

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO Y ALCANCE DEL ANÁLISIS

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

Su objeto es mostrar la evaluación y el análisis comparativo de las cuatro alternativas que se presentan en el 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 nos apoyamos 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 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.

2.2. DETERMINACIÓN DE LOS CRITERIOS DE VALORACIÓN

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 oferta de transporte en la zona por la que transcurre, y en consecuencia alcance la mayor demanda ferroviaria.

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 soluciones. 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:

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

Tabla nº 1. Pesos Criterios de Valoración de los Objetivos b

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 la suma de todos 1.

2.3. OBTENCIÓN DE PUNTUACIONES PREVIAS

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 sus puntuaciones por 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), 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)

- 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 (Vpésimo) y 1 al óptimo (Vóptimo).

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 pésimo: Valor pésimo posible considerado para el factor “k”

V_k óptimo: Valor óptimo posible considerado para el factor “k”

- 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:

$$PFH_{ik} = \sum (PPH_{ikl} \cdot P_{kl})$$

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 cuándo 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} pésimo: Valor pésimo posible considerado para el parámetro “l” dentro del factor “k”

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

Y siendo:

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

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)**

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

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:

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

Siendo:

PFH_{ijk}: 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.

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.

En algunos casos los factores pueden evaluarse a su vez mediante variables de tercer orden que denominamos parámetros elementales.

A continuación se describen los factores considerados.

3.1.1. Longitud

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.

En nuestro caso, la estación de Mar de Cristal es claramente el extremo origen desde el que efectuar la medición de longitud de todas las alternativas. Sin embargo el extremo opuesto no es tan claro pues depende de cuál se considere el destino principal para el que sirve la nueva línea. (Merecería la misma reflexión respecto del “origen” principal de la línea con “destino” Mar de Cristal)

Por este motivo, se plantea una subdivisión de este factor en tres parámetros, según los destinos principales de la línea. Estos son:

- Valdebebas Norte. Es la estación que captará la mayor demanda de viajeros con residencia en el barrio de Valdebebas dado que se sitúa en el centro de gravedad de la zona más densamente poblada.
- Barajas-T4. Si bien a corto plazo no resulta el destino más demandado, sí lo puede ser en futuro, una vez abierta la ciudad aeroportuaria comercial y de servicios en torno a la T4
- Valdebebas Sureste - Hospital Zandal. Tampoco es el destino más demandado a corto plazo dado que la zona que rodea la estación está destinada al sector servicios y se encuentra escasamente desarrollada actualmente; salvo por la presencia del Hospital Isabel Zandal que, si bien es de notables dimensiones, no cuenta aún con unos servicios hospitalarios regulares y estables que conlleven una demanda de transporte relevante. Esto no obsta para que en el futuro, cuando se hayan edificado las parcelas hoteleras y de servicios de la zona y el Hospital Zandal ofrezca un volumen de servicios sanitarios estables, esta estación pueda convertirse también en destino preferente de la línea.

Dadas las características de estos destinos y privilegiando la estación de Valdebebas Norte por ser la de principal demanda a corto plazo, se propone asignar los siguientes pesos relativos a cada uno de ellos dentro de la evaluación global del factor longitud:

- Longitud Mar de Cristal- Valdebebas Norte: 0,40
- Longitud Mar de Cristal – Barajas T4: 0,30
- Longitud Mar de Cristal – Hospital Zandal: 0,30

Debe significarse que dado que el trazado de las Alternativas 1 y 3 no alcanzan la zona de Valdebebas-Sureste / Hospital Zandal, la puntuación de longitud de estas alternativas para el parámetro “Longitud Mar de Cristal – Hospital Zandal” será de cero sobre 1.

La valoración y puntuación de cada parámetro de este factor resulta así:

Factor: Longitud						
Parámetro: Longitud Mar Cristal - Valdebebas Norte (m)					Peso: 0,40	
ALT	Valor medido	Valor óptimo supuesto. Puntuación asociada: 1		Valor pésimo supuesto. Puntuación asociada: 0		Puntuación Parámetro Homogeneizada
		Criterio	Valor	Criterio	Valor	
1	5.811,72	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite inferior con probabilidad del 95% (Media-2*desv, Tip)	3.711,68	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite superior con probabilidad del 95% (Media+2*desv, Tip)	9.236,99	0,248
2	7.320,84					0,139
3	5.554,28					0,267
4	7.210,51					0,147

Factor: Longitud						
Parámetro: Longitud Mar Cristal - Barajas T4 (m)					Peso: 0,30	
ALT	Valor medido	Valor óptimo supuesto. Puntuación asociada: 1		Valor pésimo supuesto. Puntuación asociada: 0		Puntuación Parámetro Homogeneizada
		Criterio	Valor	Criterio	Valor	
1	7.810,10	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite inferior con probabilidad del 95% (Media-2*desv, Tip)	2.270,73	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite superior con probabilidad del 95% (Media+2*desv, Tip)	10.674,25	0,102
2	5.318,76					0,191
3	7.552,67					0,111
4	5.208,43					0,195

Factor: Longitud						
Parámetro: Longitud Mar Cristal - Hospital Zandal (m)					Peso: 0,30	
ALT	Valor medido	Valor óptimo supuesto. Puntuación asociada: 1		Valor pésimo supuesto. Puntuación asociada: 0		Puntuación Parámetro Homogeneizada
		Criterio	Valor	Criterio	Valor	
1	1,00E+06	Considerando la muestra Alts 2 y 4 como de Distribución Normal, límite inferior con probabilidad del 95% (Media-2*desv, Tip)	3.200,63	Considerando la muestra Alts 2 y 4 como de Distribución Normal, límite superior con probabilidad del 95% (Media+2*desv, Tip)	4.292,82	0,000
2	3.875,44					0,115
3	1,00E+06					0,000
4	3.618,01					0,185

Y de estas puntuaciones de parámetros, resulta la siguiente puntuación homogeneizada del factor:

Criterio: Funcional			
Factor: Longitud			
ALT	Puntuación Factor	Peso Factor:	Puntuación Factor Homogeneizada
1	0,350	0,20	0,070
2	0,445		0,089
3	0,378		0,076
4	0,527		0,105

3.1.2. Tiempos de viaje

El tiempo de viaje es uno de los factores más apreciados por los usuarios del transporte público de una gran ciudad.

En la evaluación de este factor entran en juego el parámetro “longitud de trayecto” tratado anteriormente y la velocidad de circulación, que puede diferir según los trazados de las alternativas.

Las velocidades de circulación han sido analizadas mediante simulaciones de trenes de Metro Serie 6000 y sus conclusiones figuran en un Apéndice del Anejo nº3 Análisis de Demanda. Aplicando las velocidades medias obtenidas para cada alternativa a la longitud correspondiente que se considere, se obtienen los valores de tiempos de viaje.

De igual manera que para la puntuación del indicador “Longitud”, en este caso se proponen los mismos pesos relativos según destino:

- Tiempo de viaje Mar de Cristal- Valdebebas Norte: 0,40
- Tiempo de viaje Mar de Cristal – Barajas T4: 0,30
- Tiempo de viaje Mar de Cristal – Hospital Zental: 0,30

Al igual que para en la puntuación de longitud, la puntuación de tiempo de viaje de las alternativas 1 y 3 para el parámetro “Tiempo de viaje Mar de Cristal – Hospital Zental” será de cero sobre 1.

La valoración y puntuación de cada parámetro de este factor resulta así:

Factor: Tiempos de viaje						
Parámetro: Mar Cristal - Valdebebas Norte (min)				Peso: 0,40		
ALT	Valor medido	Valor óptimo supuesto. Puntuación asociada: 1		Valor pésimo supuesto. Puntuación asociada: 0		Puntuación Parámetro Homogeneizada
		Criterio	Valor	Criterio	Valor	
1	6,57	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite inferior con probabilidad del 95% (Media-2*desv, Tip)	2,96	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite superior con probabilidad del 95% (Media+2*desv, Tip)	12,76	0,253
2	9,32					0,140
3	6,32					0,263
4	9,22					0,144

Factor: Tiempos de viaje						
Parámetro: Mar Cristal - Barajas T4 (min)				Peso: 0,30		
ALT	Valor medido	Valor óptimo supuesto. Puntuación asociada: 1		Valor pésimo supuesto. Puntuación asociada: 0		Puntuación Parámetro Homogeneizada
		Criterio	Valor	Criterio	Valor	
1	8,83	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite inferior con probabilidad del 95% (Media-2*desv, Tip)	4,24	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite superior con probabilidad del 95% (Media+2*desv, Tip)	11,19	0,102
2	6,77					0,191
3	8,60					0,112
4	6,66					0,196

Factor: Tiempos de viaje						
Parámetro: Mar Cristal - Hospital Zental (min)				Peso: 0,30		
ALT	Valor medido	Valor óptimo supuesto. Puntuación asociada: 1		Valor pésimo supuesto. Puntuación asociada: 0		Puntuación Parámetro Homogeneizada
		Criterio	Valor	Criterio	Valor	
1	0,00	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite inferior con probabilidad del 95% (Media-2*desv, Tip)	4,13	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite superior con probabilidad del 95% (Media+2*desv, Tip)	5,43	0,000
2	4,93					0,115
3	0,00					0,000
4	4,63					0,185

Y de estas puntuaciones de parámetros, resulta la siguiente puntuación homogeneizada del factor:

Criterio: Funcional			
Factor: Tiempos de viaje			
ALT	Puntuación Factor	Peso Factor:	Puntuación Factor Homogeneizada
1	0,354	0,20	0,071
2	0,446		0,089
3	0,375		0,075
4	0,525		0,105

3.1.3. Tiempo de transbordo en Mar de Cristal

Es un factor importante para la valoración comparativa entre las soluciones de estación E1.1 y E1.2 de Mar de Cristal. Un tiempo más corto de intercambio hace a la estación funcionalmente más favorable.

Para evaluar este factor se han considerado dos parámetros: el tiempo de transbordo entre L4 y L11 y entre L8 y L11. En este caso se han ponderado de manera diferente ambos parámetros. Se considera de un mayor interés público el intercambio entre líneas 4 y 11. La causa es que la línea 8 ya conecta con el Aeropuerto T4 (si bien tras parada en Aeropuerto T1/2/3) y el intercambio en Mar de Cristal resultará por tanto de menos interés para una buena parte de sus viajeros; sin embargo, la nueva L11 sí que ofrecerá una opción de acceso a la T4 totalmente nueva y más rápida que a través de la L8.

Los pesos relativos asignados han sido:

- Tiempo de transbordo L4-L11: 0,65
- Tiempo de transbordo L8-L11: 0,35

Y la valoración y puntuación de cada parámetro de este factor resulta así:

Factor:		Tiempo de transbordo en Mar de Cristal				
Parámetro:		L4-L11 (min)				Peso: 0,65
ALT	Valor medido	Valor óptimo supuesto. Puntuación asociada: 1		Valor pésimo supuesto. Puntuación asociada: 0		Puntuación Parámetro Homogeneizada
		Criterio	Valor	Criterio	Valor	
1	4,60	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite inferior con probabilidad del 95% (Media-2*desv, Tip)	3,00	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite superior con probabilidad del 95% (Media+2*desv, Tip)	7,50	0,419
2	4,60					0,419
3	5,90					0,231
4	5,90					0,231

Factor:		Tiempo de transbordo en Mar de Cristal				
Parámetro:		L8-L11 (min)				Peso: 0,35
ALT	Valor medido	Valor óptimo supuesto. Puntuación asociada: 1		Valor pésimo supuesto. Puntuación asociada: 0		Puntuación Parámetro Homogeneizada
		Criterio	Valor	Criterio	Valor	
1	6,25	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite inferior con probabilidad del 95% (Media-2*desv, Tip)	4,22	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite superior con probabilidad del 95% (Media+2*desv, Tip)	9,93	0,226
2	6,25					0,226
3	7,90					0,124
4	7,90					0,124

Y de estas puntuaciones de parámetros, resulta la siguiente puntuación homogeneizada del factor:

Criterio: Funcional			
Factor: Tiempo de transbordo en Mar de Cristal			
ALT	Puntuación Factor	Peso Factor:	Puntuación Factor Homogeneizada
1	0,644	0,20	0,129
2	0,644		0,129
3	0,356		0,071
4	0,356		0,071

3.1.4. Calidad de Trazado

La disposición del trazado repercute en el confort de los usuarios, en el mantenimiento de la línea ferroviaria y en el consumo energético.

Para evaluar este factor funcional se han elegido dos parámetros, uno de ellos referido al trazado en planta y el otro al trazado en alzado:

- Trazado en planta. Porcentaje de trazado en curva
- Trazado en alzado. Porcentaje de trazado en pendiente máxima

Las diferencias de trazado en alzado entre alternativas son bastante pequeñas y tienen menor incidencia en el confort de los viajeros que las diferencias de trazado en curva. Por este motivo se ha optado por asignar un mayor peso relativo al primer parámetro frente al segundo. Se proponen los siguientes pesos:

- % de trazado en curva: 0,75
- % de trazado con pendiente máxima: 0,25

Aplicando las mediciones de estos parámetros obtenidas para cada alternativa, resultan las siguientes valoraciones y puntuaciones:

Factor: Calidad del trazado						
Parámetro: Trazado en curva (%)					Peso: 0,75	
ALT	Valor medido	Valor óptimo supuesto. Puntuación asociada: 1		Valor pésimo supuesto. Puntuación asociada: 0		Puntuación Parámetro Homogeneizada
		Criterio	Valor	Criterio	Valor	
1	62,38%	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite inferior con probabilidad del 95% (Media-2*desv, Tip)	52,83%	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite superior con probabilidad del 95% (Media+2*desv, Tip)	66,87%	0,240
2	60,97%					0,315
3	59,05%					0,418
4	57,00%					0,527

Factor: Calidad del trazado						
Parámetro: Trazado con pendiente máxima (%)			Peso: 0,25			
ALT	Valor medido	Valor óptimo supuesto. Puntuación asociada: 1		Valor pésimo supuesto. Puntuación asociada: 0		Puntuación Parámetro Homogeneizada
		Criterio	Valor	Criterio	Valor	
1	16,43%	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite inferior con probabilidad del 95% (Media-2*desv, Tip)	10,46%	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite superior con probabilidad del 95% (Media+2*desv, Tip)	26,88%	0,159
2	21,14%					0,087
3	16,17%					0,163
4	20,94%					0,091

Y de estas puntuaciones de parámetros, resulta la siguiente puntuación homogeneizada del factor:

Criterio: Funcional			
Factor: Calidad del trazado			
ALT	Puntuación Factor	Peso Factor:	Puntuación Factor Homogeneizada
1	0,399	0,20	0,080
2	0,403		0,081
3	0,581		0,116
4	0,618		0,124

3.1.5. Accesibilidad y mantenimiento

La profundidad de túnel y estaciones repercuten en la accesibilidad de los usuarios en las estaciones, sus condiciones de evacuación, así como en las condiciones de mantenimiento de la línea (drenaje de filtraciones, ventilación, mantenimiento, etc.).

Dados los condicionantes del túnel cuyo método ejecución se prevé mediante tuneladora en las 4 alternativas, en todas ellas la profundidad de trazado se ha diseñado con una profundidad mínima de clave de túnel de 1,5 veces su diámetro bajo el terreno despejado o el nivel inferior de edificios existentes. Siendo el diámetro de perforación de tuneladora de 9,40 m, la profundidad mínima de rasante se sitúa en los 21 m. En realidad la profundidad media resulta mayor por la necesidad de adaptar longitudinalmente este condicionante envolvente y, adicionalmente, por los pasos en cruce que han de salvarse bajo infraestructuras subterráneas existentes.

Este factor se puntúa mediante un solo parámetro que es el de profundidad media de rasante a lo largo de toda la traza y, por tanto, su peso relativo asignado es 1

Aplicando las mediciones obtenidas para cada alternativa, resultan las siguientes valoraciones y puntuaciones:

Factor:		Accesibilidad / Mantenimiento				
Parámetro:		Profundidad media de trazado (m)			Peso:	1,00
ALT	Valor medido	Valor óptimo supuesto. Puntuación asociada: 1		Valor pésimo supuesto. Puntuación asociada: 0		Puntuación Parámetro Homogeneizada
		Criterio	Valor	Criterio	Valor	
1	30,49	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite inferior con probabilidad del 95% (Media-2*desv, Tip)	26,81	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite superior con probabilidad del 95% (Media+2*desv, Tip)	40,00	0,721
2	29,07					0,828
3	30,06					0,753
4	28,50					0,872

Resultando la siguiente puntuación homogeneizada del factor:

Criterio: Funcional			
Factor: Accesibilidad / Mantenimiento			
ALT	Puntuación Factor	Peso Factor:	Puntuación Factor Homogeneizada
1	0,324	0,20	0,065
2	0,584		0,117
3	0,403		0,081
4	0,689		0,138

3.1.6. Puntuación global criterio funcional

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

Criterio: Funcional			
ALT	Suma Puntuación Homogeneizada de Factores	Peso Criterio:	Puntuación Criterio Homogeneizada
1	0,415	0,25	0,104
2	0,505		0,126
3	0,419		0,105
4	0,543		0,136

3.2. CRITERIO AMBIENTAL

El criterio ambiental es de gran importancia en el Análisis Multicriterio. El presente Estudio Informativo cuenta con un Documento Ambiental que evalúa el impacto de cada alternativa sobre el Medio Ambiente, tanto a nivel relativo entre alternativas como a nivel absoluto son los parámetros estandarizados de evaluación ambiental.

Los resultados finales obtenidos han resultado los siguientes:

ALTERNATIVA:		ALT-1	ALT-2	ALT-3	ALT-4
IMPACTO	VALOR NUMÉRICO	-0,27675	-0,25015	-0,31266	-0,21698
	VALOR CUALITATIVO	MODERADO ALTO	MODERADO ALTO	MODERADO ALTO	MODERADO BAJO

A los efectos de Análisis Multicriterio, los resultados que interesa trasladar son valoraciones comparativas entre un valor pésimo (al que se asigna valor "0") y uno óptimo (al que se asigna el valor "1")

Adoptando para los valores extremos un criterio estadístico similar al tomado en otros factores (valor inferior: media - 2 veces desviación típica, valor superior: media + 2 veces desviación típica), las valoraciones y puntuaciones por el factor ambiental resultan:

Criterio:		Ambiental					
Factor:		Impacto Ambiental				Peso:	1,00
Parámetro:		Valor numérico Impacto Ambiental				Peso:	1,00
ALT	Valor medido	Valor óptimo supuesto. Puntuación asociada: 1		Valor pésimo supuesto. Puntuación asociada: 0		Puntuación Factor (=Parámetro)	Puntuación Factor Homogeneizada
		Criterio	Valor	Criterio	Valor		
1	-0,2768	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite inferior con probabilidad del 95% (Media-2*desv, Tip)	-0,1425	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite superior con probabilidad del 95% (Media+2*desv, Tip)	-0,3858	0,448	0,448
2	-0,2502					0,557	0,557
3	-0,3127					0,301	0,301
4	-0,2170					0,694	0,694

Y aplicando el peso correspondiente (0,25) resulta la siguiente puntuación homogeneizada del CRITERIO AMBIENTAL:

Criterio: Ambiental			
ALT	Suma Puntuación Homogeneizada de Factores	Peso Criterio:	Puntuación Criterio Homogeneizada
1	0,448	0,25	0,112
2	0,557		0,139
3	0,301		0,075
4	0,694		0,174

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.

Los PEM resultantes de cada alternativa son los siguientes:

ALTERNATIVA:	ALT-1	ALT-2	ALT-3	ALT-4
PEM:	462.740.004,30€	500.896.528,23€	452.907.478,87€	485.567.398,63€

A los efectos de Análisis Multicriterio, los resultados que interesa trasladar son valoraciones comparativas entre un valor pésimo (al que se asigna valor “0”) y uno óptimo (al que se asigna el valor “1”)

Adoptando para los valores extremos un criterio estadístico similar al tomado en otros factores (valor inferior: media - 2 veces desviación típica, valor superior: media + 2 veces desviación típica), las valoraciones y puntuaciones por el factor ambiental resultan:

Criterio: Económico							
Factor: Presupuesto de Ejecución Material (PEM)						Peso:	1,00
Parámetro: Importe PEM (k€)						Peso:	1,00
ALT	Valor medido	Valor óptimo supuesto. Puntuación asociada: 1		Valor pésimo supuesto. Puntuación asociada: 0		Puntuación Factor (=Parámetro)	Puntuación Factor Homogeneizada
		Criterio	Valor	Criterio	Valor		
1	462,74	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite inferior con probabilidad del 95% (Media-2*desv, Tip)	410,27	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite superior con probabilidad del 95% (Media+2*desv, Tip)	540,79	0,598	0,598
2	500,90					0,306	0,306
3	452,91					0,673	0,673
4	485,57					0,423	0,423

Y aplicando el peso correspondiente (0,25) resulta la siguiente puntuación homogeneizada del CRITERIO ECONÓMICO:

Criterio: Económico			
ALT	Suma Puntuación Homogeneizada de Factores	Peso Criterio:	Puntuación Criterio Homogeneizada
1	0,598	0,25	0,149
2	0,306		0,076
3	0,673		0,168
4	0,423		0,106

3.4. CRITERIO TERRITORIAL-SOCIAL

Para evaluar este objetivo se analiza para cada alternativa la respuesta ante la demanda ferroviaria, así como la posibilidad de intercambio con otros modos de transporte y la conectividad urbana con las nuevas estaciones.

Para poder evaluar la adaptación de una alternativa a la zona de estudio es necesario conocer con precisión la demanda captada por la nueva infraestructura, así como la posibilidad de transbordo e intercambio con diferentes modos de transporte. Los datos utilizados en este

apartado son el resultado del estudio realizado al efecto que se recoge en el ANEJO Nº 3.
ANÁLISIS DE DEMANDA.

En el Análisis de Demanda se obtienen las previsiones de demanda particularizadas para cada estación de la línea en cada una de las alternativas y en 4 escenarios de servicio:

- Escenario 2035
 - o Explotación aislada Mar de Cristal-Valdebebas
 - o Explotación completa de L11 La Fortuna-Valdebebas
- Escenario 2040
 - o Explotación aislada Mar de Cristal-Valdebebas
 - o Explotación completa de L11 La Fortuna-Valdebebas

Los factores considerados bajo este criterio y los pesos relativos asignados han sido:

- Intermodalidad (nº de transbordos/día lab). Peso: 0,33
- Carga de la línea (viajeros / día lab). Peso: 0,33
- Conectividad urbana (nº de estaciones con intercambio de METRO). Peso: 0,33

3.4.1. Intermodalidad

Dentro de este indicador se valora la previsión de intercambios (nº transbordos) en las distintas alternativas.

Como parámetro de evaluación comparativa se toma el total de transbordos previstos en el escenario de explotación aislada del año 2035. Con estos valores resultan las siguientes puntuaciones:

Factor:		Intermodalidad de los intercambiadores				
Parámetro:		Nº de transbordos (viaj/día)			Peso: 1,00	
ALT	Valor medido	Valor óptimo supuesto. Puntuación asociada: 1		Valor pésimo supuesto. Puntuación asociada: 0		Puntuación Parámetro Homogeneizada
		Criterio	Valor	Criterio	Valor	
1	4.771,00	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite inferior con probabilidad del 95% (Media-2*desv, Tip)	4.978,97	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite superior con probabilidad del 95% (Media+2*desv, Tip)	4.673,53	0,319
2	4.868,00					0,637
3	4.795,00					0,398
4	4.871,00					0,647

Y de estas puntuaciones de parámetros, resulta la siguiente puntuación homogeneizada del factor:

Criterio: Territorial/Social			
Factor: Intermodalidad			
ALT	Puntuación Factor	Peso Factor:	Puntuación Factor Homogeneizada
1	0,319	0,33	0,106
2	0,637		0,212
3	0,398		0,133
4	0,647		0,216

3.4.2. Carga de la línea

Como parámetro de evaluación comparativa se toma el total de viajeros que se prevé utilizarán diariamente esta línea en un día laborable en el escenario de explotación aislada del año 2035.

Con estos valores resultan las siguientes puntuaciones:

Factor: Carga de la línea						
Parámetro:		Carga de la línea (viaj/día)			Peso:	1,00
ALT	Valor medido	Valor óptimo supuesto. Puntuación asociada: 1		Valor pésimo supuesto. Puntuación asociada: 0		Puntuación Parámetro Homogeneizada
		Criterio	Valor	Criterio	Valor	
1	10.109,00	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite inferior con probabilidad del 95% (Media-2*desv, Tip)	10.468,12	Considerando la muestra como de Distribución Normal, límite superior con probabilidad del 95% (Media+2*desv, Tip)	9.949,38	0,308
2	10.269,00					0,616
3	10.165,00					0,416
4	10.292,00					0,660

Y de estas puntuaciones de parámetros, resulta la siguiente puntuación homogeneizada del factor:

Criterio: Territorial/Social			
Factor: Carga de la línea			
ALT	Puntuación Factor	Peso Factor:	Puntuación Factor Homogeneizada
1	0,308	0,33	0,103
2	0,616		0,205
3	0,416		0,139
4	0,660		0,220

3.4.3. Conectividad urbana

Este factor evalúa la capacidad potencial de la alternativa para establecer intercambios de medios de transporte, tanto en el escenario de la puesta en servicio del tramo de proyecto como tras posibles ampliaciones futuras.

Es evidente que esa capacidad requiere de la presencia de una estación en que los viajeros pueden efectuar el intercambio. Por ello, este factor puede medirse comparativamente por el número de estaciones que presenta la línea. Se propone por tanto la consideración de los siguientes dos parámetros con igual peso relativo:

- Nº de estaciones en situación de servicio de la línea de proyecto. Peso: 0,50
- Nº de estaciones adicionales por prolongaciones futuras. Peso: 0,50

Respecto a este segundo parámetro debe indicarse que las alternativas 1 y 3 presentarán un valor “cero” dado que su trazado, con estación de cabecera en Barajas-T4, no permitiría ninguna prolongación futura. Por el contrario, las alternativas 2 y 4 tienen posibilidad de prolongación y, por tanto, de captación de mayor demanda. Núcleos urbanos que podrían beneficiarse de hipotéticas prolongaciones pueden ser las zonas del Encinar de los Reyes, Sanchinarro o Las Tablas en el municipio de Madrid o La Moraleja en el municipio de Alcobendas. En estas opciones se ha considerado un valor de 3.

Con estos valores resultan las siguientes puntuaciones:

Factor:		Conectividad urbana				
Parámetro:		Nº estaciones actuales (ud)			Peso:	0,50
ALT	Valor medido	Valor óptimo supuesto. Puntuación asociada: 1		Valor pésimo supuesto. Puntuación asociada: 0		Puntuación Parámetro Homogeneizada
		Criterio	Valor	Criterio	Valor	
1	5,00	10 estaciones	1,00	0 estaciones	0,00	0,222
2	6,00					0,278
3	5,00					0,222
4	6,00					0,278

Factor:		Conectividad urbana				
Parámetro:		Incremento estaciones en el futuro (ud)			Peso:	0,50
ALT	Valor medido	Valor óptimo supuesto. Puntuación asociada: 1		Valor pésimo supuesto. Puntuación asociada: 0		Puntuación Parámetro Homogeneizada
		Criterio	Valor	Criterio	Valor	
1	0,00	3 estaciones	3,00	0 estaciones	0,00	0,000
2	3,00					0,500
3	0,00					0,000
4	3,00					0,500

Y de estas puntuaciones de parámetros, resulta la siguiente puntuación homogeneizada del factor:

Criterio: Territorial/Social			
Factor: Conectividad urbana			
ALT	Puntuación Factor	Peso Factor:	Puntuación Factor Homogeneizada
1	0,222	0,33	0,074
2	0,278		0,093
3	0,222		0,074
4	0,278		0,093

3.4.4. Puntuación global criterio territorial/social

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

Criterio: Territorial/Social			
ALT	Suma Puntuación Homogeneizada de Factores	Peso Criterio:	Puntuación Criterio Homogeneizada
1	0,282	0,25	0,071
2	0,674		0,169
3	0,345		0,086
4	0,693		0,173

4. PUNTUACIÓN GLOBAL

Como resultado de la valoración de los diferentes objetivos, de su homogeneización en intervalo de escala 0-1 y de la aplicación de los pesos establecidos en la metodología, se obtiene la puntuación global de cada alternativa o índice de pertinencia.

Resulta lo siguiente:

	CRITERIO FUNCIONAL		CRITERIO AMBIENTAL		CRITERIO ECONÓMICO		CRITERIO TERRIT/SOCIAL		PUNTUACIÓN GLOBAL / ÍNDICE DE PERTINENCIA
	Peso: 0,25		Peso: 0,25		Peso: 0,25		Peso: 0,25		
	Puntuación	Puntuación Homog.	Puntuación Homog.	Puntuación Homog.	Puntuación Homog.	Puntuación Homog.	Puntuación Homog.	Puntuación Homog.	
ALTERNATIVA 1	0,415	0,104	0,448	0,112	0,598	0,150	0,282	0,071	0,437
ALTERNATIVA 2	0,505	0,126	0,557	0,139	0,306	0,077	0,674	0,169	0,511
ALTERNATIVA 3	0,419	0,105	0,301	0,075	0,673	0,168	0,345	0,086	0,434
ALTERNATIVA 4	0,543	0,136	0,694	0,174	0,423	0,106	0,693	0,173	0,589

5. CONCLUSIONES

La alternativa que presenta una mayor valoración global es la 4, con diferencia de 0,78 décimas sobre la segunda que resulta ser la alternativa 2. Por último las alternativas 1 y 3, que están casi emparejadas en valoración.

Se propone por tanto la **ALTERNATIVA 4** como alternativa seleccionada.



APÉNDICES

APÉNDICE 1. MATRIZ MULTICRITERIO

ESTUDIO INFORMATIVO DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE METRO DE MADRID AL BARRIO DE VALDEBEBAS

MATRIZ MULTICRITERIO

CRITERIOS (N1)	Peso	FACTORES (N2)	Peso	PARÁMETROS (N3)	Peso rel.		óptimo	pésimo	ALT-1		ALT-2		ALT-3		ALT-4								
			L11						Valor/PP	PPH	Valor/PP	PPH	Valor/PP	PPH	Valor/PP	PPH							
Funcional	0,25	Longitud	0,20	Longitud Mar Cristal - Valdebebas Norte (m)	0,40	Valor	3.711,68	9.236,99	5.811,72		7.320,84		5.554,28		7.210,51								
				PP	1	0	0,62	0,248	0,35	0,139	0,67	0,267	0,37	0,147									
				Longitud Mar Cristal - Barajas T4 (m)	0,30	Valor	2.270,73	10.674,25	7.810,10		5.318,76		7.552,67		5.208,43								
				PP	1	0	0,34	0,102	0,64	0,191	0,37	0,111	0,65	0,195									
				Longitud Mar Cristal - Hospital Zendal (m)	0,30	Valor	3.200,63	4.292,82	1,00E+06		3.875,44		1,00E+06		3.618,01								
				PP	1	0	0,00	0,000	0,38	0,115	0,00	0,000	0,62	0,185									
				Comprobación:	1,00	PF=ΣPPHi-->		0,35		0,44		0,38		0,53									
				Puntuación Factor Homogeneizada (0-1) PFH-->					0,070		0,089		0,076		0,105								
		Tiempos de viaje	0,20	Mar Cristal - Valdebebas Norte (min)	0,40	Valor	2,96	12,76	6,57		9,32		6,32		9,22								
				PP	1	0	0,63	0,253	0,35	0,140	0,66	0,263	0,36	0,144									
				Mar Cristal - Barajas T4 (min)	0,30	Valor	4,24	11,19	8,83		6,77		8,60		6,66								
				PP	1	0	0,34	0,102	0,64	0,191	0,37	0,112	0,65	0,196									
				Mar Cristal - Hospital Zendal (min)	0,30	Valor	4,13	5,43	0,00		4,93		0,00		4,63								
				PP	1	0	0,00	0,000	0,38	0,115	0,00	0,000	0,62	0,185									
				Comprobación:	1,00	PF=ΣPPHi-->		0,354		0,446		0,375		0,525									
				Puntuación Factor Homogeneizada (0-1) PFH-->					0,071		0,089		0,075		0,105								
		Tiempo de transbordo en Mar de Cristal	0,20	L4-L11 (min)	0,65	Valor	3,00	7,50	4,600		4,600		5,900		5,900								
				PP	1	0	0,644	0,419	0,644	0,419	0,356	0,231	0,356	0,231									
				L8-L11 (min)	0,35	Valor	4,22	9,93	6,250		6,250		7,900		7,900								
				PP	1	0	0,644	0,226	0,644	0,226	0,356	0,124	0,356	0,124									
				Comprobación:	1,00	PF=ΣPPHi-->		0,644		0,644		0,356		0,356									
				Puntuación Factor Homogeneizada (0-1) PFH-->					0,129		0,129		0,071		0,071								
				Calidad del trazado	0,20	Trazado en curva (%)	0,75	Valor	52,83%	66,87%	62,38%		60,97%		59,05%		57,00%						
						PP	1	0	0,32	0,240	0,42	0,315	0,56	0,418	0,70	0,527							
		Trazado con pendiente máxima (%)	0,25			Valor	10,46%	27%	16,43%		21,14%		16,17%		20,94%								
		PP	1			0	0,64	0,159	0,35	0,087	0,65	0,163	0,36	0,091									
		Comprobación:	1,00			PF=ΣPPHi-->		0,399		0,403		0,581		0,618									
		Puntuación Factor Homogeneizada (0-1) PFH-->					0,080		0,081		0,116		0,124										
		Accesibilidad / Mantenimiento	0,20			Profundidad media de trazado (m)	1,00	Valor	26,81	32,25	30,49		29,07		30,06		28,50						
						PP	1	0	0,32	0,324	0,58	0,584	0,40	0,403	0,69	0,689							
				Comprobación:	1,00	PF=ΣPPHi-->		0,324		0,584		0,403		0,689									
				Puntuación Factor Homogeneizada (0-1) PFH-->					0,065		0,117		0,081		0,138								
		Puntuacion Criterio (PC=ΣPFHi)-->					0,415		0,505		0,419		0,543										
		Comprobación:					1,00	Puntuación Criterio Homogeneizada (0-1), PCH-->					0,104		0,126		0,105		0,136				
Ambiental	0,25	Impacto Ambiental	1,00	Valor numérico Impacto Ambiental	1,00	Valor	-0,1425	-0,3858	-0,2768		-0,2502		-0,3127		-0,2170								
				PP	1	0	0,4482	0,448	0,5575	0,557	0,3006	0,301	0,6938	0,694									
				Comprobación:	1,00	PF=ΣPPHi-->		0,448		0,557		0,301		0,694									
		Puntuación Factor Homogeneizada (0-1) PFH-->					0,448		0,557		0,301		0,694										
		Puntuacion Criterio (PC=ΣPFHi)-->					0,448		0,557		0,301		0,694										
Comprobación:					1,00	Puntuación Criterio Homogeneizada (0-1) PCH-->					0,112		0,139		0,075		0,174						
Económico	0,25	Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	1,00	Importe PEM (k€)	1,00	Valor	410,269	540,786	462,74		500,90		452,91		485,57								
				PP	1	0	0,60	0,598	0,31	0,306	0,67	0,673	0,42	0,423									
				Comprobación:	0,00	PF=ΣPPHi-->		0,598		0,306		0,673		0,423									
		Puntuación Factor Homogeneizada (0-1) PFH-->					0,598		0,306		0,673		0,423										
		Puntuacion Criterio (PC=ΣPFHi)-->					0,598		0,306		0,673		0,423										
Comprobación:					1,00	Puntuación Criterio Homogeneizada (PCH)-->					0,150		0,077		0,168		0,106						
Territorial/Social	0,25	Intermodalidad	0,33	Nº de transbordos (viaj/día)	1,00	Valor	4.979	4.674	4.771		4.868		4.795		4.871								
				PP	1	0	0,32	0,319	0,64	0,637	0,40	0,398	0,65	0,647									
				Comprobación:	1,00	PF=ΣPPHi-->		0,319		0,637		0,398		0,647									
				Puntuación Factor Homogeneizada (0-1) PFH-->					0,106		0,212		0,133		0,216								
		Carga de la línea	0,33	Carga de la línea (viaj/día)	1,00	Valor	10.468	9.949	10.109,00		10.269,00		10.165,00		10.292,00								
				PP	1	0	0,31	0,308	0,62	0,616	0,42	0,416	0,66	0,660									
				Comprobación:	1,00	PF=ΣPPHi-->		0,308		0,616		0,416		0,660									
				Puntuación Factor Homogeneizada (0-1) PFH-->					0,103		0,205		0,139		0,220								
		Conectividad urbana	0,33	Nº estaciones actuales (ud)	0,50	Valor	10	1	5,00		6,00		5,00		6,00								
				PP	1	0	0,44	0,222	0,56	0,278	0,44	0,222	0,56	0,278									
				Incremento estaciones en el futuro (ud)	0,50	Valor	3	0	0,00		3,00		0,00		3,00								
				PP	1	0	0,00	0,000	1,00	0,500	0,00	0,000	1,00	0,500									
				Comprobación:	1,00	PF=ΣPPHi-->		0,222		0,778		0,222		0,778									
				Puntuación Factor Homogeneizada (0-1) PFH-->					0,073		0,257		0,073		0,257								
Puntuacion Criterio (PC=ΣPFHi)-->					0,282		0,674		0,345		0,693												
Comprobación:					1,00	Puntuación Criterio Homogeneizada (PCH)-->					0,071		0,169		0,086		0,173						
Comprobación:	1,00	Puntuacion GLOBAL(PGH=ΣPCHi)-->														0,436		0,511		0,434		0,589	