

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. CRITERIO TÉCNICO.....	2
3. CRITERIO FUNCIONAL.....	9
4. CRITERIO MEDIO AMBIENTAL.....	17
5. CRITERIO ECONÓMICO .....	18
6. ANÁLISIS MULTICRITERIO: MÉTODO PATTERN .....	22
7. OPCIÓN SELECCIONADA.....	24
7.1. DESCRIPCIÓN DE LA OPCIÓN SELECCIONADA.....	24
7.2. CARACTERÍSTICAS DEL TRAZADO .....	25
7.3. PRESUPUESTO ESTIMADO .....	25

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se desarrolla un análisis multicriterio que tiene como objetivo la comparación de las alternativas definidas a escala 1:5.000 en la presente fase del “*Estudio Informativo del Acceso Ferroviario al Puerto Exterior de A Coruña en Punta Langosteria*”, para proponer la solución que se considere más adecuada a la vista de los resultados obtenidos.

Las alternativas planteadas se compararán entre sí a partir de la valoración de cuatro criterios fundamentales:

1. Criterio Técnico.
2. Criterio Funcional.
3. Criterio Medio Ambiental
4. Criterio Económico.

En primer lugar, se justificará la valoración de cada alternativa para cada criterio, cuantificándola en una escala de 0 a 1 (siendo el 1 la puntuación óptima). A continuación, se planteará la ponderación de cada criterio, y se desarrollará la metodología de comparación multicriterio (método Pattern). Tras efectuar el correspondiente análisis de sensibilidad mediante variación de los pesos de ponderación utilizados, se concluirá la selección del itinerario más adecuado.

## 2. CRITERIO TÉCNICO

Bajo este criterio, se efectúa la comparación de alternativas atendiendo a las siguientes características:

- Calidad del trazado en planta y alzado: se presentará una valoración de los trazados en función de la calidad de sus parámetros en planta y alzado.
- Velocidad de circulación mínima: se compararán las velocidades de circulación mínimas de las distintas alternativas, tanto para el recorrido Puerto-Uxes/Santiago

como para el recorrido Puerto-A Coruña/Lugo. Estos dos recorridos discurren, prácticamente en su totalidad, en rampa y, por tanto, son en los cuales localizan las velocidades mínimas. Se dará prioridad a aquellas que presenten mayores velocidades mínimas.

- Facilidad constructiva: en este caso, se incluirá una comparación de alternativas atendiendo a la mayor o menor facilidad de ejecución, lo que se traducirá en los correspondientes plazos de obra.

Por tanto, este criterio será valorado mediante 4 indicadores, con los que se obtendrá un indicador global para el criterio técnico:

- I) Calidad de trazado en planta: en este caso, se analiza la calidad del trazado en planta de las alternativas, evaluando la longitud con radios de diversa categoría: radios menores o iguales a 250 m,  $250 < R \leq 500$  m,  $500 < R \leq 1.000$  m y  $R > 1000$  m (incluyendo rectas). Se multiplican los porcentajes (%) de longitudes con radios en cada intervalo por el coeficiente de ponderación asignado (1 para  $R > 1000$  m y rectas, 0.8 para  $500 < R \leq 1000$  m, 0.4 para  $250 < R \leq 500$  m y 0 para  $R \leq 250$  m).
- II) Calidad de trazado en alzado: en este caso, se efectúa una ponderación según dos parámetros apoyados en la definición del trazado en alzado. Por un lado, se utiliza la rampa característica (con una escala lineal que otorga un 1 a una rampa característica de 15 ‰ y un cero a la alternativa con mayor rampa característica). Por otro lado, se valora el porcentaje (%) de longitud en los intervalos de pendiente comprendidos entre  $i \leq 12.5\%$  (ponderado con 1 punto),  $12.5\% < i \leq 15\%$  (ponderado con 0.75 puntos),  $15\% < i \leq 17\%$  (ponderado con 0.5 puntos) y  $i > 17\%$  (ponderado con 0 puntos). Tras la obtención de los dos subindicadores, el índice de calidad del trazado en alzado se obtendrá como la media de éstos.
- III) Velocidad de circulación: Para cada alternativa se determina la velocidad de circulación mínima de los trenes, tanto en el recorrido Puerto-Uxes/Santiago como en el recorrido Puerto-A Coruña/Lugo. Para valorar ambos subindicadores (recorrido Puerto-Uxes/Santiago y recorrido Puerto-A Coruña/Lugo) se establece una escala lineal en donde se asigna un cero a una puntuación igual a la media menos el 30% y un 1 a una puntuación igual a la media más el 30%. Tras la

obtención de los dos subindicadores, el “índice de velocidad de circulación” se obtendrá asignando un peso de 0.50 a cada uno de los trayectos.

IV) Facilidad constructiva: en este caso, se consideran más adecuadas las alternativas que presenten un menor plazo de ejecución. Se penalizarán los itinerarios con una previsión de plazo de ejecución más elevada, entendiendo como tales los que presenten mayor longitud total, mayor volumen global de tierras y mayor longitud en túnel. Para cada itinerario se tabulará su longitud total, volumen total de desmonte y terraplén y longitud de túnel:

- Para la valoración según la longitud total, se otorgará un 1 al itinerario con longitud igual a la media menos el 50 % de ésta y un cero con longitud igual a la media más el 50%.
- Para la valoración según el movimiento de tierras, se otorgará un 1 a la alternativa con menor volumen de tierras y un cero a la alternativa con mayor volumen de tierras.
- Para la valoración según la longitud de túnel, se otorgará un 1 a la longitud de túnel igual a la media menos el 25 % de ésta y un cero a longitud de túnel igual a la media más el 25%.
- Finalmente, las tres puntuaciones asignadas para cada itinerario se sumarán ponderadamente, asignando un factor 0.1 a la puntuación por longitud total, 0.1 al volumen de movimiento de tierras y 0.8 a la longitud de túnel.

Los indicadores serán ponderados para la obtención del indicador global del “Criterio Técnico” para cada alternativa. Se considera adecuado otorgar un peso del 10% a la calidad del trazado en planta, un 40% a la calidad del trazado en alzado, un 20% a la velocidad de circulación y un 30% a la facilidad constructiva.

De este modo, se obtienen los siguientes cálculos (en la última tabla aparecen los indicadores finales para el Criterio Técnico):

## I) Calidad del trazado en planta

	Radio	R≤250	250<R≤500	500<R≤1000	Recta y R>1000
Alternativa 1	Longitud	281,27	3.395,54	1.656,59	3.925,26
	Porcentaje	3,04%	36,67%	17,89%	42,40%
Alternativa 2A	Longitud	230,44	1.651,32	0,00	4.666,89
	Porcentaje	3,52%	25,22%	0,00%	71,26%
Alternativa 2B	Longitud	259,97	1.343,63	1.160,35	4.945,51
	Porcentaje	3,37%	17,43%	15,05%	64,15%
Alternativa 3	Longitud	0,00	3.691,24	3.382,80	1.963,37
	Porcentaje	0,00%	40,84%	37,43%	21,72%

	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2A	Alternativa 2B	Alternativa 3
<b>R≤250</b>	0	3,04	3,52	3,37	0,00
<b>250&lt;R≤500</b>	0,4	36,67	25,22	17,43	40,84
<b>500&lt;R≤1000</b>	0,8	17,89	0,00	15,05	37,43
<b>Recta y R&gt;1000</b>	1	42,40	71,26	64,15	21,72
		<b>0,71</b>	<b>0,81</b>	<b>0,83</b>	<b>0,68</b>

## II) Calidad del trazado en alzado

	Pendiente ≤ 12,5 ‰		12,5 ‰ < Pendiente ≤ 15 ‰		15 ‰ < Pendiente ≤ 17 ‰		Pendiente > 17 ‰	
	Longitud	Porcentaje	Longitud	Porcentaje	Longitud	Porcentaje	Longitud	Porcentaje
Alternativa 1	<b>1.174,87</b>	12,69%	<b>6.681,99</b>	72,17%	<b>0,00</b>	0,00%	<b>1.401,80</b>	15,14%
Alternativa 2A	<b>4.372,99</b>	66,78%	<b>1.664,58</b>	25,42%	<b>511,08</b>	7,80%	<b>0,00</b>	0,00%
Alternativa 2B	<b>5.573,63</b>	72,30%	<b>1.624,74</b>	21,07%	<b>511,08</b>	6,63%	<b>0,00</b>	0,00%
Alternativa 3	<b>1.169,68</b>	12,94%	<b>1.182,89</b>	13,09%	<b>6.684,84</b>	73,97%	<b>0,00</b>	0,00%

	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2A	Alternativa 2B	Alternativa 3
P ≤ 12,5 ‰	1	12,69	66,78	72,30	12,94
12,50 ‰ < P ≤ 15 ‰	0,75	72,17	25,42	21,07	13,09
15 ‰ < P ≤ 17 ‰	0,5	0,00	7,80	6,63	73,97
P > 17 ‰	0	15,14	0,00	0,00	0,00
Indicador 1		<b>0,67</b>	<b>0,90</b>	<b>0,91</b>	<b>0,60</b>

	Rampa Característica (‰)		Puerto-Coruña		Puerto-Santiago		Indicador 2
	Pendiente (‰)	Radio (m)	Indicador Puerto-Coruña	Indicador Puerto-Santiago	Indicador Puerto-Coruña	Indicador Puerto-Santiago	
Alternativa 1	18,10	275	21,01		0,00		0,33
	15,00	400		17,00		0,67	
Alternativa 2A	15,00	500	16,60		0,73		0,69
	15,50	475		17,18		0,64	
Alternativa 2B	15,00	500	16,60		0,73		0,69
	15,50	475		17,18		0,64	
Alternativa 3	16,77	275	19,68		0,22		0,31
	16,00	300		18,67		0,39	

Rampa Característica (milésimas) 21,01 puntuación 0  
Rampa Característica (milésimas) 15 puntuación 1  
Indicador 2 (Rampa Característica) 50% cada sentido

	Indicador total (media de 1 y 2)
Alternativa 1	<b>0,50</b>
Alternativa 2A	<b>0,79</b>
Alternativa 2B	<b>0,80</b>
Alternativa 3	<b>0,45</b>

## III) Velocidad de circulación

	Velocidad mínima (Km/h)	
	Puerto-Uxes	Puerto-"Ramal Lugo"
Alternativa 1	34,04	22,97
Alternativa 2A	34,53	40,75
Alternativa 2B	34,53	40,75
Alternativa 3	30,57	24,66

V media	33,4	32,3	
Media -30%	23,4	22,6	puntuación 0
Media + 30%	43,4	42,0	puntuación 1

	Factor		Indicador
	Puerto-Uxes	Puerto-"Ramal Lugo"	
Alternativa 1	0,53	0,02	<b>0,30</b>
Alternativa 2A	0,56	0,94	<b>0,82</b>
Alternativa 2B	0,56	0,94	<b>0,82</b>
Alternativa 3	0,36	0,11	<b>0,26</b>

Ponderación 50% cada trayecto

## IV) Facilidad constructiva

			Desmante + Terraplén						
	Longitud	Factor		Mov. Tierras	Factor		Long. Túneles	Factor	Indicador
Alternativa 1	9.258,7	0,36	Alternativa 1	991.406	0,29	Alternativa 1	4.319,50	0,60	<b>0,55</b>
Alternativa 2A	6.548,7	0,70	Alternativa 2A	135.436	1,00	Alternativa 2A	5.186,00	0,22	<b>0,35</b>
Alternativa 2B	7.709,5	0,55	Alternativa 2B	190.889	0,95	Alternativa 2B	5.251,00	0,19	<b>0,30</b>
Alternativa 3	9.037,4	0,39	Alternativa 3	1.345.870	0,00	Alternativa 3	3.449,00	0,98	<b>0,83</b>

Long media 8.138,5  
 Media -50% 4.069,3  
 Media + 50% 12.207,8

puntuación 1  
 puntuación 0

Mínimo vol: 135.436  
 Máximo vol: 1.345.870

puntuación 1  
 puntuación 0

Long túnel media 4.551,4  
 Media -25% 3.413,5  
 Media + 25% 5.689,2

puntuación 1  
 puntuación 0

Ponderación
-------------

0,10
------

0,10
------

0,80
------

**PONDERACIÓN GLOBAL**

	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2A	Alternativa 2B	Alternativa 3
I) Calidad del trazado en planta	0,10	0,71	0,81	0,83	0,68
II) Calidad del trazado en alzado	0,40	0,50	0,79	0,80	0,45
III) Velocidad de circulación	0,20	0,30	0,82	0,82	0,26
IV) Facilidad constructiva	0,30	0,55	0,35	0,30	0,83
<b>INDICADOR CRITERIO TÉCNICO</b>		<b>0,50</b>	<b>0,67</b>	<b>0,66</b>	<b>0,55</b>

Se analizan las puntuaciones obtenidas por cada alternativa según el Criterio Técnico:

<b>CRITERIO TÉCNICO</b>	
<b>Alternativa 1</b>	Es la peor valorada.
<b>Alternativa 2A</b>	Es la preferente según este criterio. Presenta unas buenas características de trazado en planta y alzado, es muy favorable respecto a la velocidad mínima y, en cuanto a la facilidad constructiva, es superior a la alternativa 2B..
<b>Alternativa 2B</b>	Su valoración es muy similar a la de la alternativa 2A. Su valoración en cuanto a la facilidad constructiva es inferior y presenta unos parámetros de trazado (planta y alzado) ligeramente mejores.
<b>Alternativa 3</b>	Su valoración es muy similar a la de la alternativa 1; aunque es la mejor en cuanto a la facilidad constructiva, es penalizada por el resto de subcriterios.



### 3. CRITERIO FUNCIONAL

Este criterio valora la calidad de las alternativas en relación a sus prestaciones para el paso del tráfico ferroviario y a su repercusión en el área en que se ubica. Se efectúa la comparación de alternativas atendiendo a las siguientes características:

- Tiempos de recorrido: se compararán los tiempos de recorrido de las distintas alternativas, dando prioridad a aquellas que presenten menores tiempos. En el Anejo 9 “*Análisis funcional y de capacidad*” se incluye el ejercicio teórico de la simulación de marchas.
- Disponibilidad de apartadero antes de interferir con el Eje Atlántico: se valorará positivamente el hecho de poder contar con un apartadero antes de interferir con el Eje Atlántico. Esto se valorará para los trayectos Puerto-Santiago y Santiago-Puerto.
- Grado de congestión en el Eje Atlántico: serán mejor valoradas las alternativas que, tras su puesta en servicio, generen un menor grado de congestión en el tramo Santiago-A Coruña del Eje Atlántico actualmente en funcionamiento. El grado de congestión es determinado en el Anejo 9 “*Análisis funcional y de capacidad*”.
- Longitud de Eje Atlántico ocupada por las circulaciones: dando prioridad a las alternativas que generen una menor longitud de Eje Atlántico ocupada por las circulaciones. Se analiza la longitud de vía (Eje Atlántico) ocupada entre la Estación de Uxes y el desvío a Lugo (km 53+650-59+200). Se ha incluido un plano-esquema para representar este indicador.
- Integración en la explanada portuaria: dando prioridad a las alternativas que presenten una mínima ocupación de los espacios portuarios según la planificación inicial prevista por la Autoridad Portuaria.

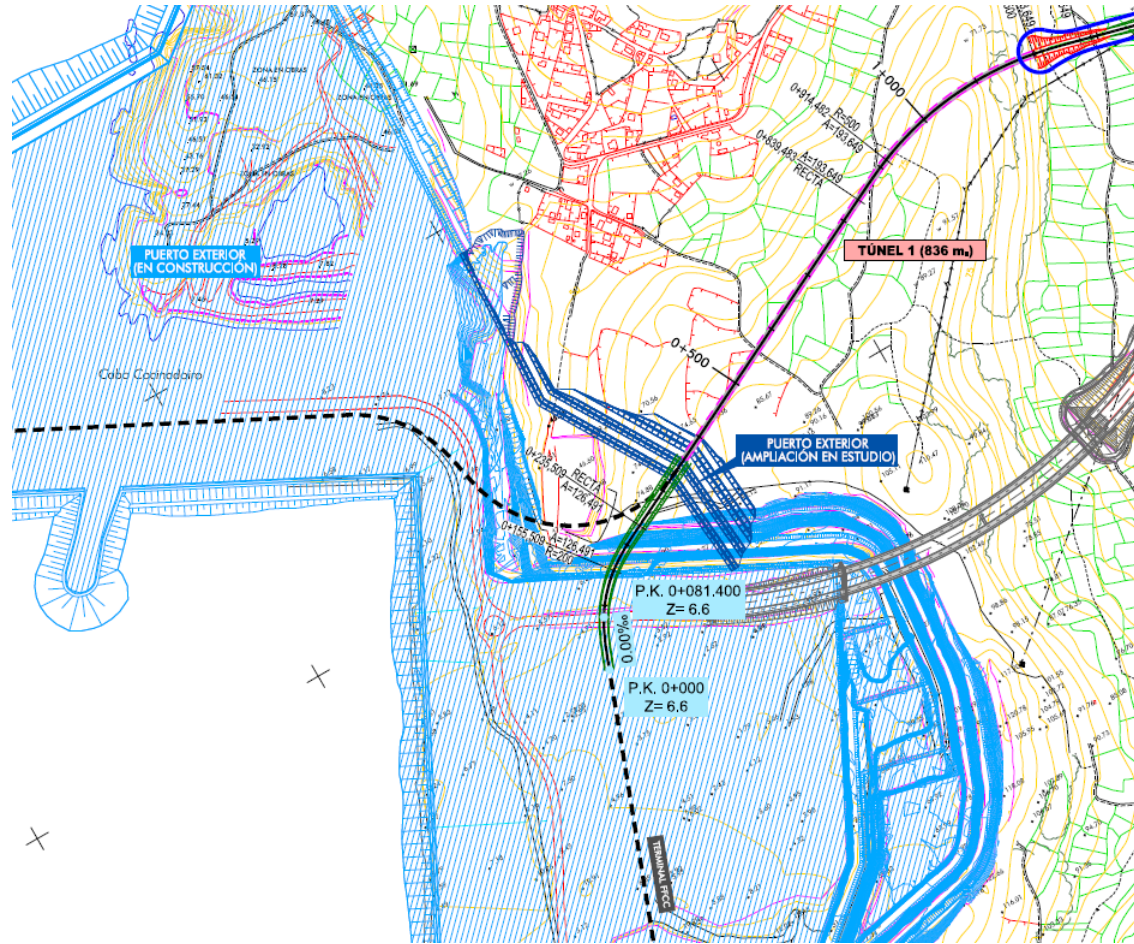
Por tanto, este criterio será valorado mediante 5 indicadores, con los que se obtendrá un indicador global para el criterio funcional:

- I) Tiempos de recorrido: Para cada alternativa se determina el tiempo de recorrido de los cuatro posibles movimientos: Puerto–Estación Uxes, Estación Uxes– Puerto,

Puerto-Ramal Lugo y Ramal Lugo-Puerto. Para valorar los cuatro subindicadores se establece una escala lineal en donde se asigna un cero a una puntuación igual a la media más el 50% y un 1 a una puntuación igual a la media menos el 50%. Tras la obtención de los cuatro subindicadores, el “índice de tiempos de recorrido” se obtendrá asignando un peso de 0.30 a los movimientos Puerto-Estación Uxes y Estación Uxes-Puerto y, de 0.20 a los movimientos Puerto-Ramal Lugo y Ramal Lugo-Puerto.

- II) Disponibilidad de apartadero antes de interferir con el Eje Atlántico: Se asignará la puntuación máxima de 1 a aquellas alternativas en las que sería posible ubicar un apartadero antes de interferir con el Eje Atlántico en los trayectos Puerto-Santiago y Santiago-Puerto. Estas alternativas son la nº 1 y la nº 3; su PK final está situado en la Estación de Uxes lo que permite disponer de apartadero. Se asignará un 0 a aquellas alternativas en las que no es posible disponer de apartaderos. Estas son las alternativas 2B y 2B cuyo PK final se ubica a la altura del Polígono de Pocomaco.
- III) Grado de congestión en el Eje Atlántico: Para valorar este indicador se establece una escala lineal en donde se asigna un cero a un grado de congestión del 80% (nivel con problemas sistemáticos de saturación) y un 1 a un grado de congestión de 50% (nivel sin problemas de saturación).
- IV) Longitud del Eje Atlántico ocupada por las circulaciones: Para cada alternativa se determina la longitud de Eje Atlántico entre Uxes-Ramal Lugo ocupada por las circulaciones para los movimientos Puerto-Santiago y Puerto-Lugo. Para valorar los dos subindicadores (Puerto-Santiago y Puerto-Lugo) se establece una escala lineal en donde se asigna un cero la longitud de ocupación máxima (km 53+650-59+200 = 5.550 m) y un 1 a aquellas alternativas que no generan ocupación del Eje Atlántico (longitud nula). Tras la obtención de los dos subindicadores, el “índice de longitud de Eje Atlántico ocupada por las circulaciones” se obtendrá asignando un peso de 0.50 a cada uno de los trayectos.
- V) Integración en la explanada portuaria: Se asignará la puntuación máxima de 1 a aquella alternativa en la que la ocupación de la explanada portuaria sea mínima. Esta alternativa es la nº 3 que accede al puerto por su lado sur; desde aquí es

posible dirigirse a cualquier lugar de la explanada portuaria. Se asignará un 0 a las restantes alternativas (1, 2A y 2B). Estas alternativas acceden al puerto por su lado norte y, en consecuencia, es necesario construir una bifurcación (triángulo ferroviario) para poder dirigirse hacia la explanada oeste. Este triángulo ferroviario genera una ocupación significativa de la explanada portuaria.



Los indicadores serán ponderados para la obtención del indicador global del “Criterio Funcional” para cada alternativa. Se considera adecuado otorgar un peso del 20% al tiempo de recorrido, un 10% a la disponibilidad de apartadero, un 30% al grado de congestión del Eje Atlántico, un 20% a la longitud de Eje Atlántico ocupada por las circulaciones y un 20% a la integración en la explanada portuaria.

De este modo, se obtienen los siguientes cálculos (en la última tabla aparecen los indicadores finales para el Criterio Funcional):



**II) Disponibilidad de apartadero antes de interferir con Eje Atlántico**

Sólo para itinerarios Puerto-Santiago y Santiago-Puerto:

	Estado	Indicador
Alternativa 1	CUMPLE	1,00
Alternativa 2A	NO CUMPLE	0,00
Alternativa 2B	NO CUMPLE	0,00
Alternativa 3	CUMPLE	1,00

**III) Grado de congestión en el Eje Atlántico**

Grado de congestión en el tramo Santiago-A Coruña previsto (puesta en servicio)

	Grado de congestión	Indicador
Alternativa 1	63,00	0,57
Alternativa 2A	63,00	0,57
Alternativa 2B	61,00	0,63
Alternativa 3	63,00	0,57

**Escala de valoración:**

mínimo (%): 50      indicador 1  
máximo (%): 80      indicador 0

**IV) Longitud de Eje Atlántico ocupada por las circulaciones**

Longitud de vía ocupada por cada circulación, según destino, entre Uxes y el desvío a Lugo.  
(Km. 53+650-59+200)

	Puerto-Santiago	Factor		Puerto-Lugo	Factor	Indicador
Alternativa 1	0,0	1,00	Alternativa 1	4.100	0,26	<b>0,63</b>
Alternativa 2A	3.550,0	0,36	Alternativa 2A	1.000	0,82	<b>0,59</b>
Alternativa 2B	3.550,0	0,36	Alternativa 2B	0	1,00	<b>0,68</b>
Alternativa 3	0,0	1,00	Alternativa 3	4.100	0,26	<b>0,63</b>

Ponderación al 50% de cada factor

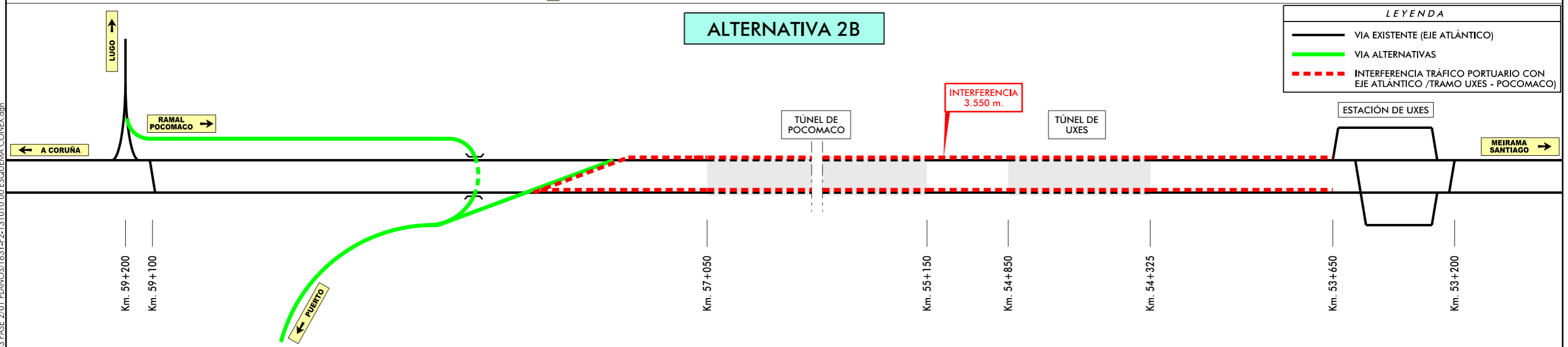
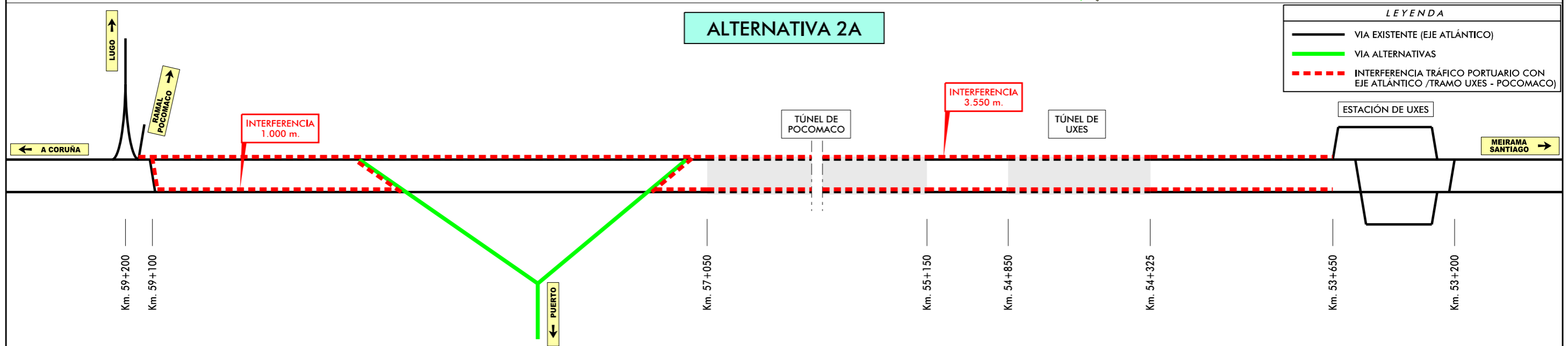
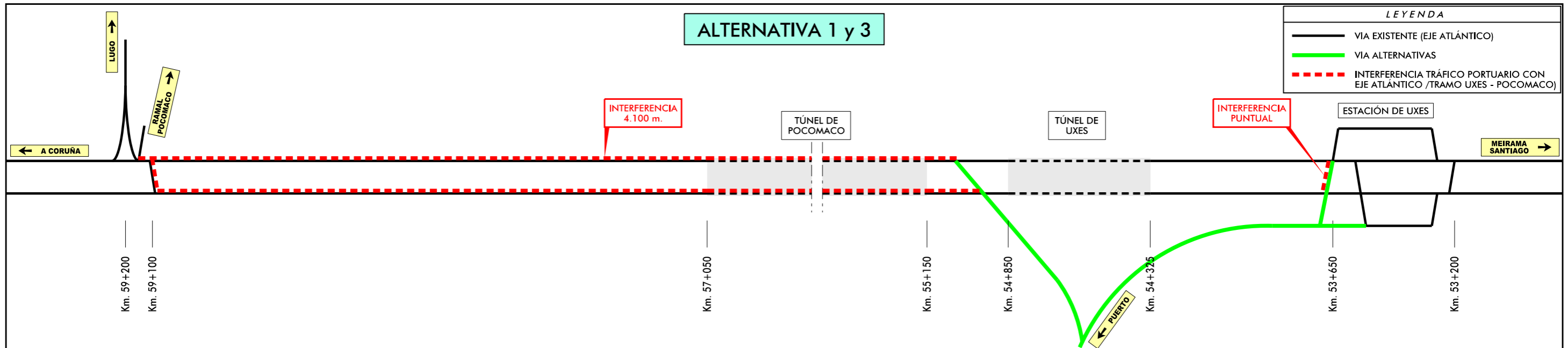
Long. Mínima (m): 0 Puntuación 1  
Long. Máxima (m): 5.550,0 Puntuación 0

**V) Integración en la explanada portuaria**

Mínima ocupación de espacios portuarios según planificación inicial prevista por la Autoridad Portuaria

	Estado	Indicador
Alternativa 1	NO CUMPLE	<b>0,00</b>
Alternativa 2A	NO CUMPLE	<b>0,00</b>
Alternativa 2B	NO CUMPLE	<b>0,00</b>
Alternativa 3	CUMPLE	<b>1,00</b>





1.631/6 ENTR/2 DEF/03 FASE 2/01 PLANOS/1.631-F2-131010 00 ESQUEMA CONEX.dgn

**PONDERACIÓN GLOBAL**

	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2A	Alternativa 2B	Alternativa 3
I) Tiempos de recorrido	0,20	0,42	0,58	0,60	0,40
II) Disponibilidad de apartadero antes de interferir con Eje Atlántico	0,10	1,00	0,00	0,00	1,00
III) Grado de congestión en el Eje Atlántico	0,30	0,57	0,57	0,63	0,57
IV) Longitud de Eje Atlántico ocupada por las circulaciones	0,20	0,63	0,59	0,68	0,63
V) Integración en la explanada portuaria	0,20	0,00	0,00	0,00	1,00
<b>INDICADOR CRITERIO FUNCIONAL</b>		<b>0,48</b>	<b>0,40</b>	<b>0,45</b>	<b>0,68</b>

Se analizan las puntuaciones obtenidas por cada alternativa según el Criterio Funcional:

<b>CRITERIO FUNCIONAL</b>	
<b>Alternativa 1</b>	Valoración intermedia; es superior a las alternativas 2A y 2B debido a que permite ubicar un apartadero; es peor que la alternativa 3 por el hecho de acceder al puerto por su lado norte y ocupar la explanada portuaria con el triángulo ferroviario necesario.
<b>Alternativa 2A</b>	Es la peor valorada. Aunque presenta buenos tiempos de recorrido, es penalizada por no permitir la ubicación de un apartadero, por generar la mayor longitud de ocupación del Eje Atlántico y por presentar una significativa ocupación de la explanada portuaria al acceder por el norte.
<b>Alternativa 2B</b>	Su valoración es muy similar a la de la alternativa 2A. Es ligeramente mejor que ella en cuanto a los tiempos de recorrido, al grado de congestión del Eje Atlántico y a la longitud de Eje Atlántico ocupada por las circulaciones.
<b>Alternativa 3</b>	Es la preferente según este criterio debido a su disponibilidad de apartadero y a su mejor integración en la explanada portuaria (ocupación mínima).





#### 4. CRITERIO MEDIO AMBIENTAL

En este caso, el indicador se obtiene a partir de los coeficientes calculados en la matriz de impacto ambiental definida en el Estudio de Impacto Ambiental. Dicha matriz cuantificó el impacto sobre el medio de cada alternativa mediante un índice que variaba en un rango comprendido entre -100 (máximo impacto negativo) y 0 (impacto nulo).

Con el fin de ponderar las valoraciones entre 0 y 1, se ha definido una escala lineal que asigna un 1 a un valor de impacto 0 y un 0 a un valor de impacto correspondiente al doble de la media. Así pues, se obtienen estos indicadores:

	Alternativa 1	Alternativa 2A	Alternativa 2B	Alternativa 3
Valor del impacto	22,94	17,60	27,20	27,61
Indicador:	<b>0,52</b>	<b>0,63</b>	<b>0,43</b>	<b>0,42</b>

media: 23,8375  
100 % de la media: 23,8375

media + 100% 47,675 Puntuación: 0  
media - 100% 0 Puntuación: 1

Se analizan las puntuaciones de cada alternativa según este indicador:

CRITERIO MEDIOAMBIENTAL	
<b>Alternativa 1</b>	Valoración intermedia. No destaca en ningún impacto.
<b>Alternativa 2A</b>	Es la preferente según este criterio al presentar los impactos más pequeños sobre los diferentes aspectos.
<b>Alternativa 2B</b>	Su valoración global es muy similar a la alternativa 3. Respecto a la alternativa 3 presenta menor impacto sobre el medio físico, el paisaje, el medio poblacional y el patrimonio cultural; sin embargo, su impacto es mayor sobre el medio biótico y sobre el planeamiento (paso por el Polígono de Pocomaco).
<b>Alternativa 3</b>	Es la peor valorada. Es la que presenta impactos más elevados sobre el medio físico, el paisaje, el medio poblacional (paso entre el Polígono de Sabón y el núcleo de Rañobre) y el patrimonio cultural.

## 5. CRITERIO ECONÓMICO

En este caso, se efectuará la comparación de los itinerarios en base a los presupuestos de inversión y a las tasas internas de retorno obtenidas en la evaluación económico-social del Estudio de Rentabilidad (Anejo 18). Se obtendrán dos indicadores que serán ponderados para obtener el indicador global de este criterio.

- Índice de coste: con el fin de ponderar las valoraciones entre 0 y 1, se ha definido una escala lineal que asigna un 1 a la alternativa con coste igual a la media de los presupuestos de inversión menos el 25% y un 0 a la media más el 25%.
- Índice de rentabilidad: con el fin de ponderar las valoraciones entre 0 y 1, se ha definido una escala lineal que asigna un 1 a la alternativa con TIR igual a la media más el 25% y un 0 a la alternativa con TIR igual a la media menos el 25%.

Finalmente, ambos índices se ponderan en proporción 0.75 para el índice de coste y 0.25 para el índice de rentabilidad.

A continuación, se presentan los presupuestos de inversión de cada alternativa y los indicadores obtenidos:

CAPÍTULO	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2A	ALTERNATIVA 2B	ALTERNATIVA 3
<i>CAPÍTULO I. MOVIMIENTO DE TIERRAS</i>	3.321.127,36	627.724,97	1.017.530,40	4.169.462,30
<i>CAPÍTULO II. DRENAJE</i>	1.086.432,95	619.277,20	788.847,65	1.114.181,65
<i>CAPÍTULO III. ESTRUCTURAS</i>	1.838.100,00	1.018.490,00	3.032.790,00	1.978.100,00
<i>CAPÍTULO IV. TÚNELES</i>	49.885.826,45	65.291.179,47	66.250.190,51	38.232.196,36
<i>CAPÍTULO V. SUPERESTRUCTURA</i>	8.113.989,75	5.951.486,00	6.595.088,25	7.818.058,25
<i>CAPÍTULO VI. INSTALACIONES Y ELECTRIFICACIÓN</i>	10.264.806,58	7.994.857,28	8.997.697,86	10.013.603,46
<i>CAPÍTULO VII. VARIOS</i>	1.885.634,27	725.295,69	1.174.477,19	2.277.661,53
<i>OTROS</i>	8.785.530,50	9.456.255,72	10.103.511,51	7.544.375,31
<b><u>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</u></b>	<b><u>85.181.447,86</u></b>	<b><u>91.684.566,33</u></b>	<b><u>97.960.133,38</u></b>	<b><u>73.147.638,86</u></b>
<b><u>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN MAS IVA</u></b>	<b><u>122.652.766,77</u></b>	<b><u>132.016.607,06</u></b>	<b><u>141.052.796,05</u></b>	<b><u>105.325.285,19</u></b>
<b><u>RATIO (€/Km)</u></b>	<b><u>10.948.236,53</u></b>	<b><u>16.660.634,98</u></b>	<b><u>15.120.734,11</u></b>	<b><u>9.631.706,50</u></b>
<b><u>PRESUPUESTO DE INVERSIÓN</u></b>	<b><u>127.822.149,03</u></b>	<b><u>138.331.170,64</u></b>	<b><u>148.383.482,84</u></b>	<b><u>110.276.781,63</u></b>

**I) Índice de coste**

	Alternativa 1	Alternativa 2A	Alternativa 2B	Alternativa 3
Presupuesto de Inversión	127.822.149,03	138.331.170,64	148.383.482,84	110.276.781,63
Indicador:	<b>0,55</b>	<b>0,39</b>	<b>0,24</b>	<b>0,82</b>

Presupuesto medio	131.203.396,04	
Ppto medio -25%	98.402.547,03	puntuación 1
Ppto medio +25%	164.004.245,04	puntuación 0

**II) Índice de rentabilidad**

	Alternativa 1	Alternativa 2A	Alternativa 2B	Alternativa 3
TIR económica-social	7,74	8,64	7,55	8,79
Indicador:	<b>0,39</b>	<b>0,61</b>	<b>0,35</b>	<b>0,65</b>

TIR media	8,18	
TIR media -25%	6,14	puntuación 0
TIR media +25%	10,23	puntuación 1

**PONDERACIÓN GLOBAL**

	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2A	Alternativa 2B	Alternativa 3
I) Índice de coste	0,75	0,55	0,39	0,24	0,82
II) Índice de rentabilidad	0,25	0,39	0,61	0,35	0,65
<b>INDICADOR CRITERIO ECONÓMICO</b>		<b>0,51</b>	<b>0,45</b>	<b>0,27</b>	<b>0,78</b>

Se analizan las puntuaciones obtenidas por cada alternativa según el Criterio Económico:

<b>CRITERIO ECONÓMICO</b>	
<b>Alternativa 1</b>	Valoración intermedia, con un presupuesto de inversión inferior al de las alternativas 2A y 2B.
<b>Alternativa 2A</b>	Valoración intermedia, con un presupuesto de inversión superior al de las alternativas 1 y 3 pero una TIR buena.
<b>Alternativa 2B</b>	Es la peor valorada ya que presenta el mayor coste de inversión y la TIR más baja.
<b>Alternativa 3</b>	Máxima valoración, con bajo coste de inversión.

## 6. ANÁLISIS MULTICRITERIO: MÉTODO PATTERN

En este apartado se planteará el análisis multicriterio mediante el denominado método Pattern, que pertenece a los métodos de agregación total, en el que se tiene en cuenta tanto el peso que se asigne a los distintos criterios como la valoración de cada alternativa según cada criterio.

Para el desarrollo del método, todas las valoraciones deben ser normalizadas, esto es, medirse en una misma escala de valoración (en este caso entre 1 y 0, como se ha hecho con cada criterio). A continuación, se asignan pesos a cada criterio de valoración (que deben sumar 1), considerando en este caso:

- Criterio técnico: 0.25
- Criterio funcional: 0.25
- Criterio medio-ambiental: 0.25
- Coste económico: 0.25

Se multiplican las puntuaciones asignadas a cada alternativa para cada criterio por el peso de los criterios, sumando después y dividiendo por la suma total de pesos. Finalmente, la alternativa más adecuada será la de mayor puntuación. De este modo se obtiene:

Criterio	Factor de ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2A	Alternativa 2B	Alternativa 3
1. CRITERIO TÉCNICO	0,25	0,50	0,67	0,66	0,55
2. CRITERIO FUNCIONAL	0,25	0,48	0,40	0,45	0,68
3. CRITERIO MEDIOAMBIENTAL	0,25	0,52	0,63	0,43	0,42
4. CRITERIO ECONÓMICO	0,25	0,51	0,45	0,27	0,78
Indicador		<b>0,50</b>	<b>0,54</b>	<b>0,45</b>	<b>0,61</b>

Resultaría, por tanto, mejor valorada desde un punto de vista global la **ALTERNATIVA 3**. Presenta la máxima valoración bajo los criterios funcional y económico. Respecto de la alternativa 1, es superior en todos los aspectos excepto en el criterio medioambiental. Respecto de las alternativas 2A y 2B, es inferior bajo los criterios técnico y medioambiental; esta valoración (técnica y medioambiental) de las alternativas 2A y 2B no es suficiente para su selección. La alternativa 3 es claramente ventajosa en el criterio económico y funcional respecto a las otras alternativas.



## 7. OPCIÓN SELECCIONADA

### 7.1. DESCRIPCIÓN DE LA OPCIÓN SELECCIONADA

**Planta.** La alternativa 3 presenta una longitud total de 9,04 km sumando la conexión Puerto-Santiago ("Eje principal") y la "Conexión Puerto-A Coruña".

Esta alternativa inicia su trazado a salida del recinto portuario, al cual accede por su extremo sur. Tras conectar con la alineación recta donde se ubicará la futura playa de cargas (terminal ferroviaria) de dirección sur-norte, la traza describe una curva de radio 300 metros seguida de otra contraria de radio 500 metros y de otra recta de 220 metros de longitud. En este primer tramo se dispone de dos túneles, Túnel 1 (de 361 m) y Túnel 2 (de 336 m), para evitar afecciones en el núcleo de Rañobre, sobre las naves del Polígono Industrial de Sabón y al gasoducto Mugardos-Sabón.

A partir de la boquilla de salida del Túnel 2, la traza describe una disposición de curva y contracurva de radios 700 y 650 metros. En el PK 1+734 se inicia el Túnel 3 (de 1.635 metros) que finaliza al final de la curva de radio 650 m (PK 3+369). Mediante este túnel la traza discurre por el sur de los núcleos de Pastoriza y A Maceira y bajo las carreteras AC-415 y AC-552.

La siguiente alineación es una curva a izquierdas de 600 metros de radio mediante la cual se evita el área poblada de Vilarrodís, se sorteja el Castro de Galán y se pasa en terraplén sobre el Arroyo de Teixuerias.

A continuación, el trazado adopta una alineación recta hasta alcanzar el PK 3+907. Unos metros antes se inicia el Túnel 4 de 1.117 m de longitud que permite cruzar bajo la Autopista AG-55 y pasar bajo los montes de Agra de Abaixo y Os Piñeiros.

Transcurridos 150 metros desde la salida del Túnel 4, el trazado se plantea en terraplén situándose al sur del núcleo de Santa Cecilia y encaminándose hacia su conexión con la red actual (Eje Atlántico) en la Estación de Uxes. Dicha conexión (dirección Puerto-Santiago de Compostela) se realiza mediante una disposición de curva y contracurva de radios 400 y 1700 metros seguida por una alineación recta de 300 metros de longitud, respetando los núcleos actuales de Uxes y Roxiñas. El tronco se mantiene en paralelo al Eje Atlántico hasta

ganara la cota suficiente para conectar y entrar en la estación de Uxes, concretamente en su vía de apartado III. Aquí se ubicarán los aparatos de desvío necesarios para poder realizar todos los movimientos.

La estación de Uxes está situada en el PK 53+483 del Eje Atlántico y se configura con cuatro vías (dos generales y dos de apartado).

En cuanto al ramal de conexión hacia A Coruña, tiene su inicio en el PK 5+117 del tronco principal en la recta de salida del Túnel 4 (coincidente con el túnel 2 de la alternativa 1). Aquí se ubicará el correspondiente aparato de desvío. Las siguientes alineaciones son una curva a derechas de radio 500 m y dos curvas a izquierdas de radios 350 y 275 m, respectivamente, mediante las cuales se enlaza con la vía existente (Eje Atlántico) antes del emboquille del túnel del Pocomaco. Aquí se ubicarán los aparatos de desvío necesarios para poder realizar todos los movimientos.

**Alzado.** La solución se inicia con un tramo de unos 40 metros en pendiente horizontal (cota +6,6) dando continuidad a la "terminal ferroviaria". En el PK 0+040 se localiza un acuerdo vertical cóncavo de parámetro 3.800 y salida en rampa de 16 milésimas continua hasta las inmediaciones de la salida del Túnel 4 al sur del núcleo de Santa Cecilia, concretamente hasta el PK 5+310.

Posteriormente le sigue una pendiente de 6,85 milésimas y, de nuevo, otra rampa de 15 milésimas. En los últimos metros, se adopta la pendiente del Eje Atlántico (0,62 milésimas) hasta alcanzar finalmente la cota de conexión (105,58) en el PK 7+572,946.

En cuanto al ramal de conexión hacia A Coruña, parte del tronco principal a la cota +87,83 y debe conectar con el Eje Atlántico (PK 1+464,465) a la cota 111,367, resultando una pendiente de valor 16,77 milésimas.

### 7.2. CARACTERÍSTICAS DEL TRAZADO

Se presentan en este apartado las principales características de trazado de la opción seleccionada. Los principales parámetros serían:

Alternativa 3	
Longitud Eje principal (m)	7.573
Longitud "Conexión Puerto-A Coruña" (m)	1.464
Longitud "Conexión Puerto-Santiago" (m)	-
Radio mínimo Eje principal (m)	300
Radio máximo Eje principal (m)	1.700
Radio mínimo "Conexión Puerto-A Coruña" (m)	275
Radio mínimo "Conexión Puerto-Santiago" (m)	-
Rampa máxima Eje principal (m)	16
Rampa máxima "Conexión Puerto-A Coruña" (m)	16,77
Rampa máxima "Conexión Puerto-Santiago" (m)	-
Kv acuerdo convexo mín.	3.800
Kv acuerdo cóncavo mín.	3.800

### 7.3. PRESUPUESTO ESTIMADO

Según se comprueba en el Anejo 19, los presupuestos estimados para la opción seleccionada serán:

CAPÍTULO	ALTERNATIVA 3
CAPÍTULO I. MOVIMIENTO DE TIERRAS	4.169.462,30
CAPÍTULO II. DRENAJE	1.114.181,65
CAPÍTULO III. ESTRUCTURAS	1.978.100,00
CAPÍTULO IV. TÚNELES	38.232.196,36
CAPÍTULO V. SUPERESTRUCTURA	7.818.058,25
CAPÍTULO VI. INSTALACIONES Y ELECTRIFICACIÓN	10.013.603,46
CAPÍTULO VII. VARIOS	2.277.661,53
OTROS	7.544.375,31
<b><u>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</u></b>	<b><u>73.147.638,86</u></b>
<b><u>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN MAS IVA</u></b>	<b><u>105.325.285,19</u></b>
<b><u>RATIO (€/Km)</u></b>	<b><u>9.631.706,50</u></b>
<b><u>PRESUPUESTO DE INVERSIÓN</u></b>	<b><u>110.276.781,63</u></b>

## ESTUDIO INFORMATIVO: ACCESO FERROVIARIO AL PUERTO EXTERIOR DE A CORUÑA

## ALTERNATIVA 3

DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	Longitud: 9,04 km	
		MEDICIÓN	COSTE (€)
<b>CAPITULO I. MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>			
M2. Despeje y desbroce	0,55	188.184,00	103.501,20
M3. Excavación en tierra vegetal	1,90	130.719,00	248.366,10
M3. Excavación en desmonte en todo tipo de terreno	3,25	482.864,63	1.569.310,03
M3. Excavación en desmonte con control de voladuras	6,00	89.895,00	539.370,00
M3. Terraplén con productos procedentes de la excavación	1,15	798.541,63	918.322,87
M3. Capa de forma	10,50	36.709,00	385.444,50
M3. Subbalasto	20,20	12.650,00	255.530,00
M3. Saneos	4,40	34.004,00	149.617,60
<b>Total capítulo</b>			<b>4.169.462,30</b>
<b>CAPITULO II. DRENAJE</b>			
Km. Drenaje longitudinal	80.000,00	9,04	722.992,88
Km. Drenaje transversal (a cielo abierto)	70.000,00	5,59	391.188,77
<b>Total capítulo</b>			<b>1.114.181,65</b>
<b>CAPITULO III. ESTRUCTURAS</b>			
M2. Estructura en pasos superiores	500,00	3.000,00	1.500.000,00
M2. Estructura en pasos inferiores	700,00	395,00	276.500,00
M2. Muros	240,00	840,00	201.600,00
<b>Total capítulo</b>			<b>1.978.100,00</b>
<b>CAPITULO IV. TÚNELES</b>			
<b>TÚNEL 1</b>			
Ud. Tratamiento del talud frontal de boquillas	113.850,00	1,00	113.850,00
Ml. Ejecución de estructura de túnel artificial, sin incluir excavación ni relleno de tierras e instalaciones ferroviarias.	6.041,31	26,00	157.074,06
Ml. Ejecución de túnel con sostenimiento Tipo III, incluyendo excavación, sostenimiento y revestimiento, sin incluir instalaciones ferroviarias.	7.854,78	335,00	2.631.351,30
Ud. Ejecución de nicho en túnel	3.300,00	1,00	3.300,00
Ml. P.P. de elementos de terminación de la obra civil del túnel: conducciones para cables, arquetas de registro e instalaciones de seguridad	1.300,00	361,00	469.300,00
<b>TÚNEL 2</b>			
Ml. Ejecución de túnel entre pantallas, incluyendo excavación entre pantallas en zona cubierta, hormigón, acero y encofrado	7.800,00	336,00	2.620.800,00
Ud. Ejecución de nicho en túnel	3.300,00	1,00	3.300,00
Ml. P.P. de elementos de terminación de la obra civil del túnel: conducciones para cables, arquetas de registro e instalaciones de seguridad	1.300,00	336,50	437.450,00
<b>TÚNEL 3</b>			
Ud. Tratamiento del talud frontal de boquillas	113.850,00	2,00	227.700,00
Ml. Ejecución de estructura de túnel artificial, sin incluir excavación ni relleno de tierras e instalaciones ferroviarias.	6.041,31	68,50	413.829,74
Ml. Ejecución de túnel con sostenimiento Tipo II, incluyendo excavación, sostenimiento y revestimiento, sin incluir instalaciones ferroviarias.	7.559,89	264,75	2.001.481,67
Ml. Ejecución de túnel con sostenimiento Tipo III, incluyendo excavación, sostenimiento y revestimiento, sin incluir instalaciones ferroviarias.	8.366,48	1.301,75	10.891.064,04
Ud. Ejecución de nicho en túnel	3.300,00	8,00	26.400,00
Ml. P.P. de elementos de terminación de la obra civil del túnel: conducciones para cables, arquetas de registro e instalaciones de seguridad	1.300,00	1.635,00	2.125.500,00
Ml. Ejecución de salida emergencia en galería (4,5 x 4,5 m)	6.000,00	505,00	3.030.000,00
Ml. Ejecución de salida emergencia a cielo abierto (4,5 x 4,5 m)	750,00	65,00	48.750,00
Ud. Acondicionamiento de zona exterior y accesos	20.000,00	1,00	20.000,00
<b>TÚNEL 4</b>			
Ud. Tratamiento del talud frontal de boquillas	113.850,00	2,00	227.700,00
Ml. Ejecución de estructura de túnel artificial, sin incluir excavación ni relleno de tierras e instalaciones ferroviarias.	6.041,31	68,00	410.809,08
Ml. Ejecución de túnel con sostenimiento Tipo III, incluyendo excavación, sostenimiento y revestimiento, sin incluir instalaciones ferroviarias.	8.366,48	1.049,00	8.776.436,47
Ud. Ejecución de nicho en túnel	3.300,00	5,00	16.500,00
Ml. P.P. de elementos de terminación de la obra civil del túnel: conducciones para cables, arquetas de registro e instalaciones de seguridad	1.300,00	1.117,00	1.452.100,00
Ml. Ejecución de salida emergencia en galería (4,5 x 4,5 m)	6.000,00	345,00	2.070.000,00
Ml. Ejecución de salida emergencia a cielo abierto (4,5 x 4,5 m)	750,00	50,00	37.500,00
Ud. Acondicionamiento de zona exterior y accesos	20.000,00	1,00	20.000,00
<b>Total capítulo</b>			<b>38.232.196,36</b>

DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	MEDICIÓN	COSTE (€)
<b>CAPITULO V. SUPERESTRUCTURA</b>			
Ml. Via única y traviesa sobre balasto	750,00	9037,41	6.778.058,25
Ud. Desvío	130.000,00	8,00	1.040.000,00
<b>Total capítulo</b>			<b>7.818.058,25</b>
<b>CAPITULO VI. INSTALACIONES Y ELECTRIFICACIÓN</b>			
Ml. Catenaria en vía única excepto túneles	260,00	5588,41	1.452.986,86
Ml. Catenaria en vía única en túneles	330,00	3449,00	1.138.170,00
Ud. Puesto de Transformación	2.000.000,00	1,00	2.000.000,00
Ml. Instalaciones de Señalización en vía única	450,00	9037,41	4.066.834,95
Ml. Instalaciones de telecomunicación vía única	150,00	9037,41	1.355.611,65
<b>Total capítulo</b>			<b>10.013.603,46</b>
<b>CAPITULO VII. VARIOS</b>			
Km. Cerramientos	26.500,00	5,59	148.092,89
Km. Servicios afectados no singulares (a cielo abierto)	140.000,00	5,59	782.377,54
Ud. Reubicación de torre de alta tensión	175.000,00	0,00	0,00
Ud. Refuerzo de Gasoducto	100.000,00	2,00	200.000,00
Ml. Reposición de carreteras principales(sin estructura)	250,00	100,00	25.000,00
Ml. Reposición de carreteras secundarias (sin estructura)	180,00	500,00	90.000,00
Ml. Reposición de caminos	120,00	500,00	60.000,00
Ml. Caminos de servicio	70,00	5.905,00	413.350,00
Km. Medidas correctoras de Impacto Ambiental	100.000,00	5,59	558.841,10
<b>Total capítulo</b>			<b>2.277.661,53</b>
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL INICIAL			65.603.263,55
Imprevistos (10% del P.E.M.inicial)			6.560.326,35
Seguridad y salud (1.5% del P.E.M.inicial)			984.048,95
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>			<b>73.147.638,86 €</b>
Gastos generales (13% del P.E.M.)			9.509.193,05
Beneficio industrial (6% del P.E.M.)			4.388.858,33
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>			<b>87.045.690,24 €</b>
I.V.A. (21% del P.B.L.)			18.279.594,95
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN MÁS IVA</b>			<b>105.325.285,19 €</b>
<b>Ratio (€/Km, PBL)</b>			<b>9.631.706,50 €</b>
Expropiaciones			1.319.238,19
Pago Lucro Cesante Derecho Minero (Monte da Costa)			2.766.660,00
Cultural sobre P.E.M. (R.D. 111/1986)			731.476,39
Programa de Vigilancia ambiental			134.121,86
<b>PRESUPUESTO DE INVERSIÓN</b>			<b>110.276.781,63 €</b>