
ANEJO Nº 20. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

ANEJO 20

INDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO 1

2. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS..... 2

2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS.....2

2.2. DETERMINACIÓN DE LOS CRITERIOS DE VALORACIÓN2

2.3. OBTENCIÓN DE INDICADORES3

2.4. OBTENCIÓN DEL MODELO3

2.5. ANÁLISIS4

2.5.1. MÉTODO PATTERN PARA LA OBTENCIÓN DE LOS ÍNDICES DE PERTINENCIA4

2.5.2. ANÁLISIS DE ROBUSTEZ4

2.5.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD5

2.5.4. ANÁLISIS DE PREFERENCIAS5

3. ANÁLISIS MULTICRITERIO 5

3.1. FACTORES Y CONCEPTOS SIMPLES. TRAMO ACCESO A VITORIA-GASTEIZ5

3.1.1. FACTORES5

3.1.2. CONCEPTOS SIMPLES6

3.2. FACTORES Y CONCEPTOS SIMPLES. TRAMO NUDO DE ARKAUTE6

3.2.1. FACTORES6

3.2.2. CONCEPTOS SIMPLES6

3.3. JUSTIFICACIÓN DE LOS CRITERIOS7

3.4. JUSTIFICACIÓN DE LOS FACTORES Y CONCEPTOS SIMPLES7

3.4.1. AFECCIÓN MEDIO AMBIENTE7

3.4.2. VERTEBRACIÓN TERRITORIAL.....7

3.4.3. FUNCIONALIDAD11

3.4.4. CRITERIO ECONÓMICO15

3.5. VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.....17

3.5.1. MODELO17

3.5.2. ANÁLISIS MULTICRITERIO18

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El presente anejo tiene como objetivo el análisis comparativo de las distintas alternativas estudiadas en el Estudio Informativo de Integración de Ferrocarril en Vitoria-Gasteiz, con el fin de seleccionar aquella que presenta un mayor nivel de cumplimiento de los objetivos de la actuación y que, en consecuencia, se propondrá para su desarrollo en fases posteriores.

Para llevar a cabo este análisis, se ha recurrido a técnicas de análisis multicriterio, aplicando los métodos que se describen a continuación en el presente anejo.

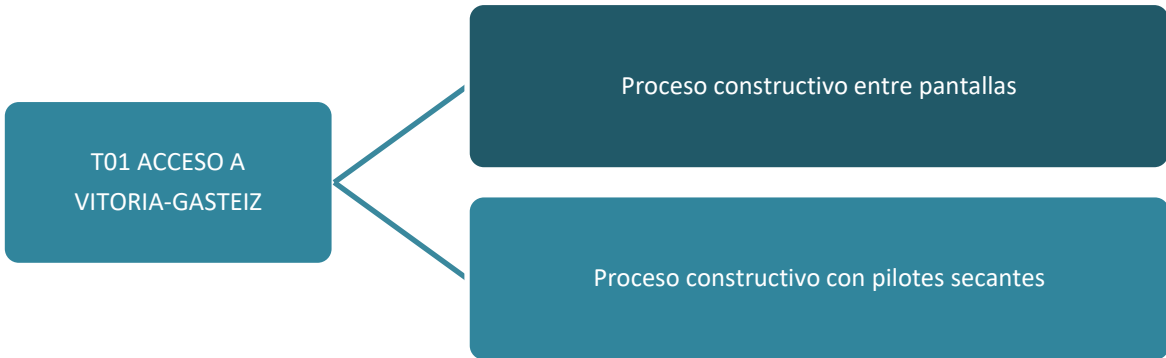
Con el objeto de realizar el presente análisis y selección de alternativas, el estudio se ha estructurado en dos tramos diferenciados:

- Tramo T01: Acceso a Vitoria-Gasteiz
- Tramo T02: Nudo de Arkaute



En el tramo T01 Acceso a Vitoria-Gasteiz se definen DOS (2) alternativas diferenciadas por el proceso constructivo utilizado en la ejecución del proyecto:

- Proceso constructivo entre pantallas
- Proceso constructivo con pilotes secantes

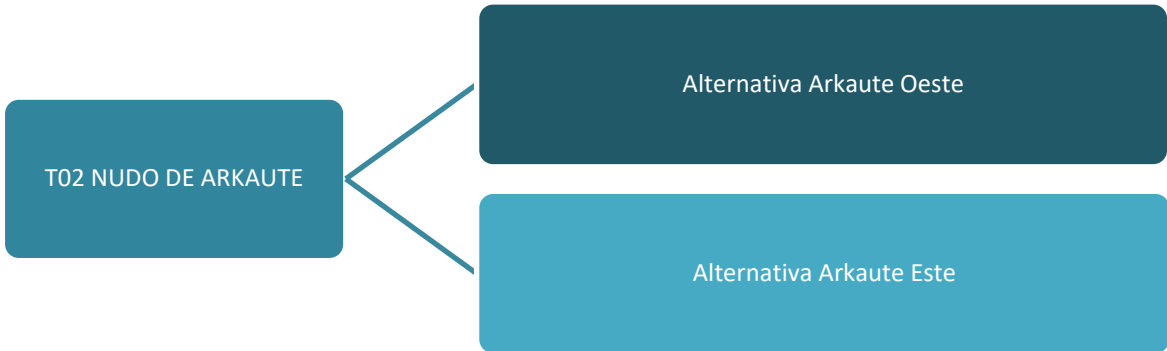


Tal y como se indica, ambas soluciones difieren en el proceso constructivo a realizar en el soterramiento, dicho proceso constructivo se puede ver con mayor detalle en el Anejo nº11 Proceso Constructivo.

El trazado de ambas alternativas conecta con el trazado correspondiente a la vía derecha del Estudio Informativo de Integración en Vitoria-Gasteiz del año 2010, en un punto previo al paso superior de Crispijana en las cercanías de Jándiz. La conexión permite coordinar los trazados actualmente en estudio en la zona, tanto de las instalaciones de Jándiz como del proyecto básico de ADIF de conexión con el Estudio Informativo de alta velocidad Burgos-Vitoria. El punto final es coincidente con el inicio del tramo T02 Nudo de Arkaute.

En el tramo T02 Nudo de Arkaute se han diseñado un total de DOS (2) alternativas de trazado:

- Alternativa Arkaute Oeste
- Alternativa Arkaute Este



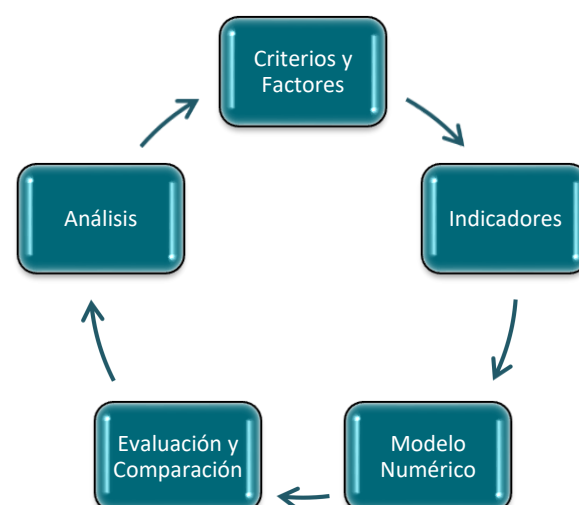
Esta tramificación del corredor en las alternativas estudiadas para la Solución de Alta Velocidad obedece a la intención de simplificar la selección y comparación de alternativas identificando en cada uno de estos tramos la solución más idónea a ser desarrollada en fases posteriores.

2. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

La metodología de análisis que conduce a la selección de la alternativa óptima en el Estudio Informativo de Integración en Vitoria-Gasteiz se ha basado en el desarrollo del siguiente proceso:

- Determinación de los criterios, factores y conceptos simples más adecuados para valorar el nivel de cumplimiento de los objetivos de la actuación y del grado de integración en el medio de cada alternativa.
- Obtención de los indicadores que permitan la valoración cuantitativa de las alternativas con respecto a estos criterios.
- Obtención del modelo numérico que permite sintetizar 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.



Las actuaciones llevadas a cabo en cada una de las fases de este proceso se describen seguidamente.

2.2. DETERMINACIÓN DE LOS CRITERIOS DE VALORACIÓN

Atendiendo a los objetivos fijados para la actuación y a las características del medio social y ambiental en el que ésta se desarrolla, se ha estimado conveniente valorar las alternativas considerando los siguientes criterios:

- Medio Ambiente
- Vertebración Territorial
- Funcionalidad
- Inversión

Para valorar la idoneidad de cada alternativa con respecto a cada uno de estos criterios, se ha deducido un parámetro único, cuyos valores oscilan en todos los casos entre 0 y 1, deducidos a partir de la evaluación de diversos factores y (en algunos casos) conceptos simples escogidos por su representatividad, su importancia y la factibilidad de su valoración por métodos cuantitativos. Los factores y conceptos simples adoptados dentro de cada criterio se desarrollan en los apartados correspondientes para cada una de las soluciones analizadas. La gradación en criterios, factores y conceptos simples permite una aproximación progresiva a cada alternativa propuesta y a la vez una simplificación de la valoración de las mismas mediante la obtención de una sola puntuación por alternativa para cada criterio. El esquema de gradación adoptado es:

- **Criterio** (Medioambiente, Vertebración territorial, Funcionalidad, Inversión)
- **Factor** (Planeamiento, criterios geotécnicos, Distancia a BIC, PEM, etc. cada uno dentro del criterio que le corresponda).
- **Concepto Simple** (m de trazado que discurre por suelo urbano, % de reutilización de excavaciones, etc. cada uno dentro del factor que le corresponda)

Por otro lado, a cada uno de los cuatro criterios anteriores se le asigna un peso entre 0 y 1 teniendo en cuenta la importancia de cada uno, de manera que la suma de todos los pesos debe ser 1. A su vez, a cada uno de los factores que componen los anteriores criterios, se les asigna también un peso entre 0 y 1, siendo la suma total de los mismos 1. Además, como se ha indicado anteriormente cada uno de esos factores puede ser medido mediante uno o varios conceptos simples, que también se ponderan con valores entre 0 y 1 sumando en conjunto 1.

2.3. OBTENCIÓN DE INDICADORES

La modelización numérica requiere la utilización de unos índices desprovistos en la medida de lo posible de subjetividad, 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 ha considerado 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 (conceptos simples), empleando cuando sea necesario pesos basados en factores objetivos para graduar el nivel de influencia de cada uno de estos factores compuestos.

En este nivel se manejan tablas de este tipo:

	PONDERACIÓN	.....	ALTERNATIVA I	.....
Factor k	-	....	$\sum d_{ij} \cdot p'_j$	....
.....	..	..		..
Concepto simple j	p'_j	..	d_{ij}	..
.....	..	..	..	..

p'_j = Peso otorgado al concepto simple j
 d_{ij} = Valor deducido o medido de la alternativa i para el factor k
 $\sum d_{ij} \cdot p'_j$ = Puntuación sin homogeneizar de la alternativa i para el factor k

- **Nivel 1:** en él se produce la homogeneización de los valores obtenidos para cada factor, situándolos todos en la misma escala [0,1] mediante un escalado proporcional. Después, aplicando los pesos para cada factor se calcula la puntuación final, cuyo valor también debe estar comprendido entre 0 y 1.

De esta forma, en este nivel se manejan tablas de este tipo:

	PONDERACIÓN	.....	ALTERNATIVA I	.....
CRITERIO h	-	....	V_{ih}^{**}	....
CRITERIO h	-	....	$\sum V_{ik} \cdot p'_k$	....
.....	..	..		..
Factor k	p'_k	..	V_{ik}^*	..
.....	..	..	..	..

p'_k = Peso otorgado al factor k
 V_{ik}^* = Puntuación $\sum d_{ij} \cdot p_j$ homogeneizada en el intervalo [0,1]
 $\sum V_{ik} \cdot p'_k$ = Puntuación sin homogeneizar de la alternativa i para el criterio h
 V_{ih}^{**} = Puntuación $\sum V_{ik} \cdot p'_k$ homogeneizada en el intervalo [0,1]

2.4. OBTENCIÓN DEL MODELO

Tras el análisis y evaluación de la aptitud de cada alternativa con respecto a los criterios fijados en el presente estudio, las puntuaciones comprendidas en el intervalo [0,1] reflejan dichas aptitudes. Esos valores se agrupan para formar el modelo numérico que se utilizará posteriormente como una herramienta básica del análisis multicriterio.

La homogeneización de los índices iniciales en intervalos [0,1] ha sido realizada con el fin de facilitar la comparación de las diferentes alternativas mediante la aplicación de métodos que hacen variables las ponderaciones de cada uno de los criterios. A su vez, para obtener dichos índices hubo que realizar una homogeneización a las puntuaciones parciales de los factores con los que se evalúa cada uno de los criterios.

La fórmula que permite la homogeneización de unas puntuaciones comprendidas en un intervalo [valor pésimo, valor óptimo] distinto para cada caso, es la siguiente:

$$\left. \begin{aligned} A \cdot a + b &= 1 \\ B \cdot a + b &= 0 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} a &= \frac{1}{A - B} \\ b &= 1 - \frac{A}{A - B} \end{aligned}$$

Donde:

- A: "valor óptimo" del intervalo inicial
- B: "valor pésimo" del intervalo inicial
- 1: "valor óptimo" del intervalo [0,1]
- 0: "valor pésimo" del intervalo [0,1]

De forma que:

$$X \cdot a + b = Y$$

Donde:

- X: Puntuación en el intervalo inicial
- Y: Puntuación resultante en el intervalo homogeneizado

Con el modelo generado se pueden desarrollar distintos métodos de análisis, empleando criterios diferentes de ponderación, de manera que se alcancen los objetivos del proceso de análisis de alternativas.

El modelo es como sigue:

	PONDERACIÓN		ALTERNATIVA I	.....
.....	-	...	...	...
.....	-	...	...	...
CRITERIO h	-	...	Vih**	...
.....	-	...	...	...

Vih ** = Valoración de la alternativa i para el criterio h homogeneizada en el intervalo [0,1]

2.5. ANÁLISIS

Tras la obtención del modelo numérico se deben evaluar las alternativas de forma global, empleando procedimientos que permitan aplicar los coeficientes de ponderación necesarios sin distorsionar los resultados. Estos procedimientos son los siguientes:

- **Análisis de robustez:** Consiste en aplicar todas las combinaciones posibles de pesos a todos los criterios comprendidos en el modelo numérico anterior, obteniéndose el número de veces que cada alternativa resulta ser óptima. Este procedimiento es el más desprovisto de componentes subjetivos, y pone de relieve qué alternativas presentan mejor comportamiento general con los criterios marcados.
- **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. Se evita así tomar en consideración en el análisis ponderaciones extremas que podrían distorsionarlo. De esta forma se mantiene aún un gran nivel de objetividad en los resultados.
- **Análisis de preferencias:** Es el método PATTERN tradicional, y consiste en aplicar pesos a cada criterio de tal forma que respondan a un orden de preferencias relativas que se propone como más adecuado para evaluar la actuación.

Todos los análisis anteriores usan para la valoración de las alternativas los denominados ÍNDICES DE PERTINENCIA, que son las puntuaciones resultantes de operar los índices del modelo con diferentes combinaciones de pesos, tal y como se ha descrito, y homogeneizarlos en el intervalo [0,1]. En este caso, y a diferencia de cuando se crearon los índices del modelo, la homogeneización se realiza empleando el Método Pattern, que otorga el valor 1 a la alternativa de mayor puntuación del análisis y el valor 0 a la de menor.

¹ Esto supone una modificación con respecto al método de Pattern clásico, en el cual el índice IP no se limita al intervalo mencionado, con esto de facilita la comparación de alternativas.

2.5.1. Método PATTERN para la obtención de los índices de pertinencia

El método PATTERN (Planning Assistance Through Technical Evaluation of Relevance Numbers) permite sintetizar, en los análisis de sensibilidad y preferencias, las puntuaciones obtenidas por las alternativas para cada criterio, mediante la aplicación de pesos o coeficientes de ponderación variables, en un solo parámetro llamado IP (Índice de Pertinencia), cuyos valores están comprendidos en el intervalo [0,1] ¹ (siendo 0 el valor pésimo y 1 el valor óptimo). Este método crea un modelo que permite la comparación directa de las alternativas. De esta forma, se obtiene una matriz de alternativas/criterios, de la que se deduce el IP de cada alternativa de la siguiente forma:

$$IP_i = \frac{MAX - \sum_j \beta_j . a_{ij}}{MAX - MIN}$$

Donde:

- a_{ij} es la puntuación obtenida por la alternativa i para el criterio j
- β_j es el peso o coeficiente de ponderación del criterio j, cumpliéndose la condición de que Σ β_j=1
- MAX es el valor máximo de Σ β_ja_{ij} de entre los obtenidos por todas las alternativas
- MIN es el valor mínimo de Σ β_ja_{ij} de entre los obtenidos por todas las alternativas

2.5.2. Análisis de Robustez

Para efectuar el análisis de robustez se ha partido del modelo numérico desarrollado anteriormente sin coeficientes de ponderación. Este modelo se ha tratado con un programa informático que le aplica todas las posibilidades de combinación de pesos, con un salto de los mismos en cada aplicación. El valor de los pesos está en el intervalo [0,10] y el salto que se toma es de 1, cumpliendo siempre que la suma de las ponderaciones sea 10. De esta forma resultan combinaciones de ponderaciones en cada aplicación y para cada criterio del tipo [(10,0,0,0); (9,1,0,0); (9,0, 1,0);; (0,0, 1, 9); (0,0,0,10)]. El resultado a que se llega es el número de veces que cada alternativa obtiene la máxima calificación y el porcentaje de dichos casos respecto al total de posibilidades tanteadas, función del intervalo y salto seleccionados.

2.5.3. *Análisis de sensibilidad*

Al igual que en el análisis de robustez, se han aplicado todas las combinaciones posibles de pesos a los diferentes criterios, pero limitando el rango de variación de éstos a los siguientes intervalos:

CRITERIO	RANGO DE PESOS
Medio Ambiente	[2.0 – 6.0]
Vertebración Territorial	[0.0 – 2.0]
Inversión	[2.0 – 6.0]
Funcionalidad	[0.0 – 2.0]

De esta forma se mantiene la objetividad de realizar numerosos tanteos con diferentes combinaciones de pesos, pero, por otro lado, se aproxima más el análisis a las ponderaciones de los criterios que el analista estima como más apropiadas para el contexto de la zona de estudio.

El salto aplicado a las combinaciones de pesos ha sido 0,2.

2.5.4. *Análisis de preferencias*

El último procedimiento de análisis aplicado, llamado habitualmente método PATTERN, tiene en cuenta el orden de importancia relativa entre criterios más apropiados para las características de la actuación, señalado al principio de este apartado. Al igual que en otros casos, se aplican al modelo numérico los pesos que se deducen de este planteamiento, que son:

CRITERIO	PESOS
Medio Ambiente	0.40
Vertebración Territorial	0.10
Inversión	0.40
Funcionalidad	0.10

El resultado permite asegurar el diagnóstico dado para cada alternativa por los demás análisis con respecto al grado de cumplimiento de los objetivos de la actuación y su nivel de integración en el entorno.

3. **ANÁLISIS MULTICRITERIO**

3.1. **FACTORES Y CONCEPTOS SIMPLES. TRAMO ACCESO A VITORIA-GASTEIZ**

El ámbito Acceso a Vitoria-Gasteiz comprende el estudio de las distintas soluciones en el paso por la ciudad de Vitoria-Gasteiz y más concretamente en su zona soterrada. Dichas alternativas cumplen con los requisitos acordados previamente por las distintas administraciones como objetivos a cumplir por la operación:

- Proceso constructivo entre pantallas
- Proceso constructivo con pilotes secantes

3.1.1. *Factores*

Se definen a continuación los factores que se han analizado para cada uno de los criterios principales, así como los pesos adjudicados a cada uno de ellos.

En el estudio de alternativas del tramo **Acceso a Vitoria-Gasteiz**, los pesos por criterio, factores y conceptos a considerar son los que se exponen a continuación:



3.1.2. Conceptos simples

CRITERIOS		FACTORES
Medioambiente	0,4	Calificación Medioambiental
Vertebración Territorial	0,1	Proceso constructivo
Inversión	0,4	PBL (Millón €)
Funcionalidad	0,1	Permeabilidad Transversal

La justificación de cada uno de los factores y criterios adoptados se incluye en el apartado 3.4

3.2. FACTORES Y CONCEPTOS SIMPLES. TRAMO NUDO DE ARKAUTE

El ámbito **Nudo de Arkaute** comprende el estudio de los distintos trazados proyectados entre el final del tramo Acceso a Vitoria-Gasteiz y las conexiones con la “Y” Vasca y la línea Madrid-Hendaya:

- Alternativa Arkaute Oeste
- Alternativa Arkaute Este

3.2.1. Factores

Se definen a continuación los factores que se han analizado para cada uno de los criterios principales, así como los pesos adjudicados a cada uno de ellos. En el tramo **Nudo de Arkaute** los factores, criterios y pesos a considerar son los siguientes:



3.2.2. Conceptos simples

CRITERIOS		FACTORES
Medioambiente	0,4	Calificación Medioambiental
Vertebración Territorial	0,1	Planeamiento
Inversión	0,4	PBL (Millón €)
Funcionalidad	0,1	Permeabilidad Transversal

La justificación de cada uno de los factores y criterios adoptados se incluye en el apartado 3.4

3.3. JUSTIFICACIÓN DE LOS CRITERIOS

Se han analizado cuatro criterios principales, que se adaptan a las zonas de estudio y a los principales aspectos que se persigue evaluar para las alternativas

CRITERIOS ACCESO A VITORIA-GASTEIZ	
Medioambiente	0.40
Vertebración territorial	0.10
Inversión	0.40
Funcionalidad	0.10

CRITERIOS NUDO DE ARKAUTE	
Medioambiente	0.40
Vertebración territorial	0.10
Inversión	0.40
Funcionalidad	0.10

Los pesos asignados obedecen a la importancia de cada uno de los criterios seleccionados teniendo en cuenta el tipo de estudio que se está llevando a cabo, **la zona donde se desarrolla** y la experiencia en estudios similares; así, los criterios a los cuales se les ha dado mayor relevancia es el de Medioambiente y el de Inversión debido al impacto que tienen en la selección de la alternativa idónea, seguido de la Vertebración Territorial y la Funcionalidad.

Dentro de cada Criterio se analizan aquellos Factores cuantificables de especial importancia que sirvan para valorar, puntuar y diferenciar cada una de las alternativas estudiadas.

Se describen a continuación los factores que se han ido analizando en las diferentes alternativas.

3.4. JUSTIFICACIÓN DE LOS FACTORES Y CONCEPTOS SIMPLES

3.4.1. *Afección Medio Ambiente*

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (modificada por la Ley 9/2018, de 5 de diciembre), en su Anexo VI, indica que el Estudio de Impacto Ambiental incluirá la identificación, cuantificación y valoración de los efectos significativos previsibles de las actividades proyectadas sobre los aspectos ambientales, para cada alternativa examinada.

La metodología seguida para la identificación, cuantificación y valoración de los impactos en el presente estudio, se ajusta a lo establecido en la citada Ley, y se describe detalladamente en el Documento nº4 EsIA.

El valor global de la afección de cada alternativa sobre el territorio se obtiene del sumatorio de las afecciones sobre todos los factores ambientales, tanto en la fase de construcción, como en la de explotación. Para llevar a cabo este sumatorio es preciso considerar la jerarquización de los impactos, ya que unos tienen una mayor importancia relativa que otros. Por tanto, de forma previa a la suma de afecciones, se multiplica el valor de importancia asignado a cada elemento del medio, por el valor de la magnitud del impacto que se ha obtenido en el proceso de valoración previo.

En la tabla siguiente se muestra el resumen de la valoración contenida en el Estudio de Impacto Ambiental en detalle.

TRAMO T01 ACCESO A VITORIA-GASTEIZ	
ALTERNATIVA SOTERRAMIENTO ENTRE PANTALLAS	-113
ALTERNATIVA SOTERRAMIENTO PILOTES SECANTES	-119
TRAMO T02 NUDO DE ARKAUTE	
ALTERNATIVA ARKAUTE OESTE	-171
ALTERNATIVA ARKAUTE ESTE	-203

3.4.2. *Vertebración territorial*

Para el estudio de la Vertebración territorial se han establecido dos Factores de estudio como indicadores del impacto de las soluciones analizadas en el territorio. Estos factores son el Planeamiento existente en los territorios atravesados, lo que supone la huella de la actuación, y los Criterios de rendimiento derivados del Proceso constructivo que tienen su relevancia en cuanto afectan al territorio durante la ejecución de las obras siendo necesario minimizar las afecciones ferroviarias, viarias y a la ciudad. A mayor plazo de obra, mayores afecciones.

Por tanto, el criterio de vertebración territorial se ha analizado conforme a dos Factores dependiendo el tramo en el que nos encontramos:

En el Tramo Acceso a Vitoria-Gasteiz se ha utilizado el factor de proceso constructivo que permite diferenciar el comportamiento de ambas alternativas y se desecha el de Planeamiento al no ser un criterio que permita establecer diferencia alguna.

Vertebración Territorial	0,1	Proceso constructivo
--------------------------	-----	----------------------

En el Tramo Nudo de Arkaute se ha utilizado el factor de Planeamiento que permite diferenciar el comportamiento de ambas alternativas dado que el trazado de las mismas es totalmente diferente.

Vertebración Territorial	0,1	Planeamiento
--------------------------	-----	--------------

Para el Planeamiento se ha tenido en cuenta el tipo de suelo que atraviesa el trazado.

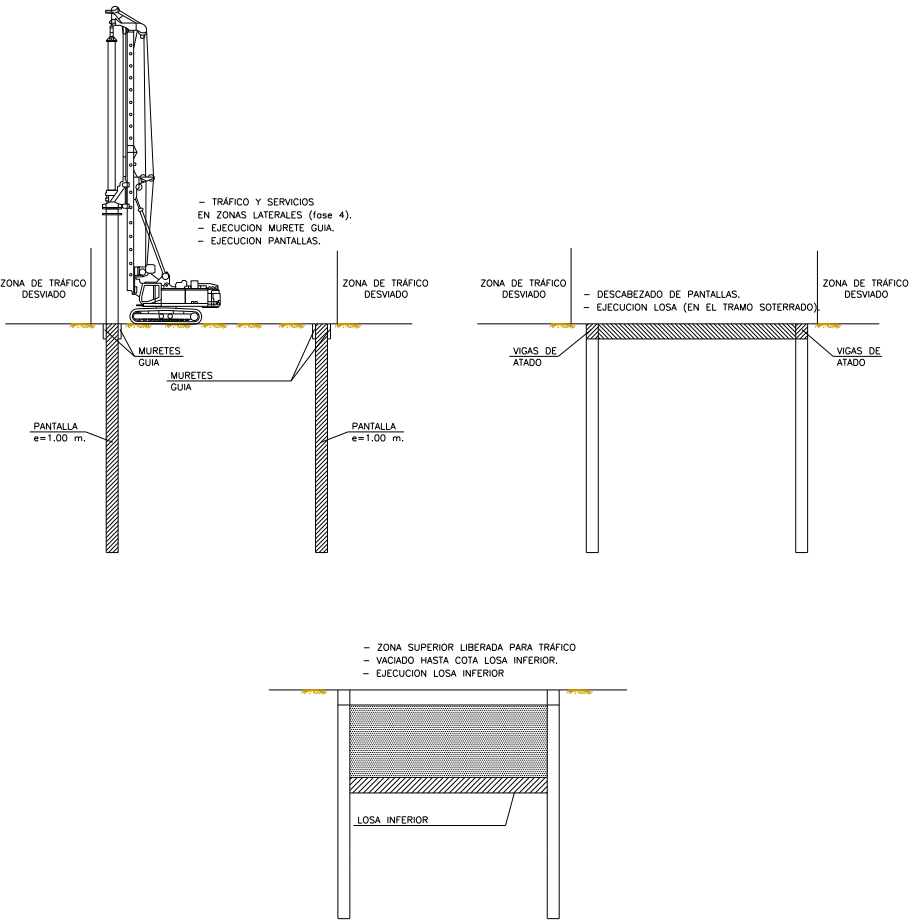
3.4.2.1. Proceso Constructivo

En el caso del tramo de acceso a Vitoria-Gasteiz, se considera relevante el rendimiento esperado en cada una de las soluciones planteadas en el soterramiento. Para ello resumimos al proceso constructivo de cada una de ellas.

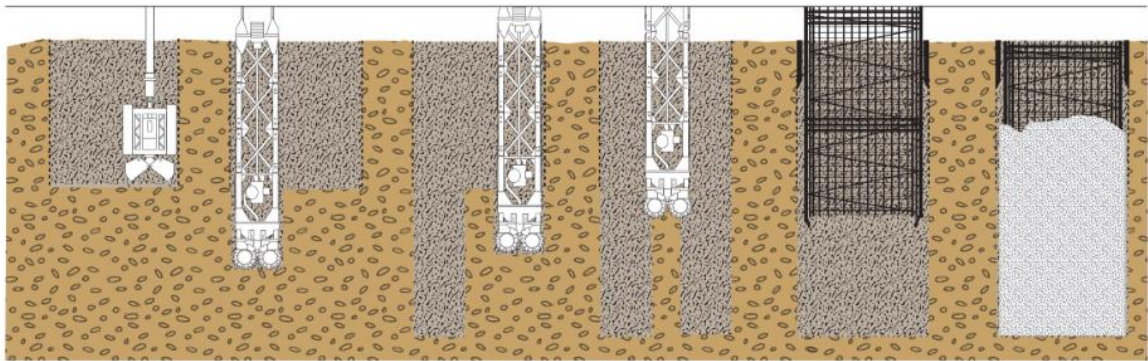
El proceso constructivo en el caso de ejecución del **túnel mediante pantallas** es el que sigue:

- 1. Excavación hasta cota de losa en la zona del paso.
- 2. Ejecución de los muretes guía.
- 3. Ejecución de las pantallas continuas.
- 4. Construcción de la losa superior del paso soterrado.
- 5. Relleno sobre losa (en su caso).
- 6. Vaciado del túnel.
- 7. Ejecución de la losa inferior del paso soterrado.

La fase 4 puede ejecutarse a losa completa o por semilosas según se ejecutan las pantallas laterales en función de la disponibilidad de superficie y necesidades de la misma para los desvíos de tráfico.



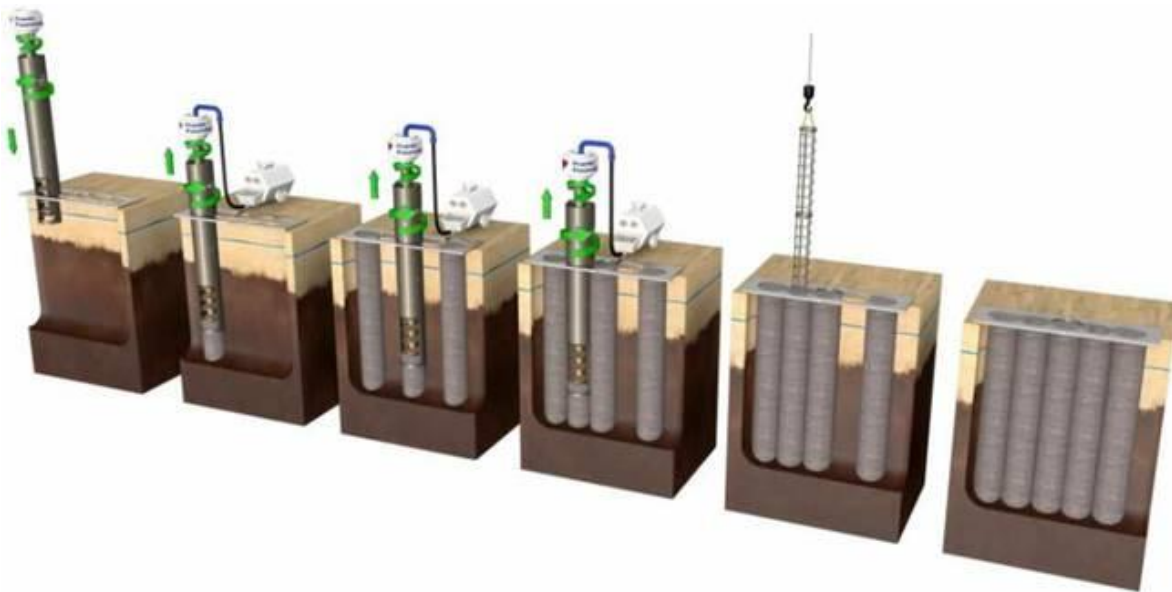
Dado el tipo de terreno presente, la ejecución se realizará con hidrofresa se realiza mediante tramos rectos de unos 3,0 m de longitud. Las pantallas se ejecutan por bataches alternos en los que primero se realiza la excavación con lodos bentoníticos, luego se coloca la armadura y por último se hormigona.



Las tolerancias son más exigentes en el caso de la ejecución por pantallas. La pantalla se ejecutará mediante hidrofresa y de acuerdo al tipo de terreno existente, se estiman rendimientos medios de **200 m²/día**.

En el caso de la alternativa con ejecución de la **pantalla de pilotes secantes**, esta se ejecuta siguiendo el siguiente esquema de fases general: primero se ejecutan pilotes de mortero a la misma

equidistancia que los pilotes. Luego se ejecutan los pilotes centrados entre pilotes de mortero, siguiendo el mismo criterio, se realiza la excavación, luego se incorpora la armadura y se hormigona.



La ejecución de los taladros a su paso por terrenos competentes es más sencilla al ser un diámetro de menores dimensiones. Por el contrario, la ejecución de los pilotes puede encontrar problemas al encontrarse bolos y pueden modificar sustancialmente la verticalidad del conjunto con las **implicaciones negativas** que ello conlleva.

El rendimiento de ejecución de los pilotes se estima en 100 -150 ml/día. En el caso de pilotes de mortero 150 y pilotes normales 100. Se estima la ejecución de un pilote cada 1,20 m por lo que el rendimiento con junto sería de **120 m²/día**.

La importancia del rendimiento de ejecución de los hastiales se deriva de las implicaciones que tiene en tanto en cuanto el aumento de rendimiento supone también un aumento del periodo de situaciones provisionales en superficie que perturbarán el normal funcionamiento ferroviario y viario.

Proceso Constructivo	0,1	Rendimiento	0,6	Óptimo 15 meses o inferior, pésimo 30 meses o superior
----------------------	-----	-------------	-----	--

Suponiendo la disposición de dos equipos implicaría en el caso de pantallas continuas aproximadamente **17 meses** para la ejecución de las pantallas, mientras que en el caso de la pantalla de pilotes secantes, nos iríamos a los **28 meses** de ejecución, siendo el resto de las obras similares.

Para valorar este criterio se ha tenido en cuenta como óptimo un plazo de ejecución de las pantallas de 15 meses y como pésimo un plazo de ejecución de las pantallas de 30 meses.

3.4.2.2. Planeamiento

Con el objeto de establecer unos factores que aseguren el establecimiento de las alternativas que menos impacto y más adecuación al planeamiento supongan, se plantean unos rangos cuantitativos que permiten el análisis multicriterio unificado. En concreto, se ha establecido como factor clave a estudiar:

- La clase de suelo establecida por los diferentes instrumentos de ordenación del territorio, o de planeamiento urbanístico en su caso, que están en vigor en los municipios presentes en el ámbito de estudio, por la que discurre cada alternativa. De acuerdo al Anejo nº 18 de Expropiaciones se han clasificado los diferentes terrenos de paso en función del tipo de uso del suelo:

USO
dominio publico
edificaciones en rustica
frutales
huerta
improductivo
labor de secano
monte alto
pastos
Suelo Urbano

Se han calculado las diferentes superficies ocupadas por todas las alternativas estudiadas. En alguno de los casos no resulta significativa la comparación al no suponer diferencias cuantificables. Finalmente se han adoptado estos factores:

- Dominio Público (%): el mayor porcentaje de superficie de trazado que discurra sobre suelo cuyo uso sea Domino Público por las alternativas en estudio, siendo óptimo cuando es superior al 25% y pésimo si es inferior al 10%.
- Monte Alto (m²): el menor porcentaje de superficie de trazado que discurra por las alternativas en estudio, siendo óptimo cuando es 0% y pésimo si es superior al 10%.
- Suelo Urbano (m²): para suelo urbano, la menor superficie de trazado que discurra por las alternativas en estudio, siendo óptimo cuando es 0% y pésimo si es superior al 10%.

PLANEAMIENTO	0,4	(%) Dominio Público	0,6	Óptimo 25% o superior y pésimo 10% o inferior
		(%) Monte Alto	0,2	Óptimo 0% y pésimo 10% o superior
		(%) Suelo Urbano	0,2	Óptimo 0% y pésimo 10% o superior

A continuación, se incluye una tabla resumen de los terrenos atravesados por alternativa y por tramo, en el **Anejo nº18 Expropiaciones** se incluye el detalle de los cálculos realizados, así como planos justificativos de cada una de las alternativas.

	TÉRMINOS MUNICIPALES	Dominio público	Frutales	Huerta	Improductivo	Labor de secoano	Monte alto	Pastos	Suelo urbano				m² Totales afectados
									Consolidado	No Consolidado	No urbanizable: Forestal	No urbanizable: Agroganadero	
Alternativa Nudo Arkaute Este	Arratzua-Ubarrundia	11.670	59	0	13.276	127.076	0	438	0	0	0	0	152.519
	Vitoria-Gasteiz	107.260	1.612	2.639	25.780	421.565	4.230	7.963	0	211	137	16	571.413
	Superficie Total (m²)	118.930	1.671	2.639	39.056	548.641	4.230	8.401	0	211	137	16	723.932
Alternativa Nudo Arkaute Oeste	Arratzua-Ubarrundia	6.257	0	0	10.980	91.805	218	0	0	0	0	0	109.260
	Vitoria-Gasteiz	151.486	4.298	2.290	41.376	312.886	63.976	11.239	0	55	32.705	41	620.352
	Superficie Total (m²)	157.743	4.298	2.290	52.356	404.691	64.194	11.239	0	55	32.705	41	729.612

				Alternativa Oeste	Alternativa Este
Planeamiento	0,1	(m²) Dominio Publico	0,6	21,62%	16,43%
				0,23	0,57
		(m²) Monte Alto	0,2	8,80%	0,58%
				0,12	0,94
		(m²) Suelo Urbano	0,2	4,50%	0,05%
				0,55	0,99
SUBTOTAL				0,27	0,73

3.4.3. Funcionalidad

Se pretende medir en esta opción la funcionalidad de la obra, valorando por tanto en mayor medida aquellas que mejor resuelven el funcionamiento de la misma. En este caso se valora la permeabilidad transversal de la infraestructura que permite su inserción en el territorio y el funcionamiento global de la infraestructura. En el tramo de acceso a Vitoria-Gasteiz uno de los aspectos más relevantes desde el punto de vista funcional será la restitución de los flujos en superficie y también del flujo subterráneo intersectado por el tramo soterrado.

De igual modo en el tramo del Nudo de Arkaute, se considera como aspecto relevante a tener en cuenta en la funcionalidad de esta obra como se comporta la infraestructura frente a los flujos en superficie y dentro de ellos, uno de los aspectos relevantes es el posible efecto barrera en las zonas inundables, al ser una zona sensible en ese aspecto.

Funcionalidad	0,1	Permeabilidad Transversal
---------------	-----	---------------------------

Con el objeto de definir la permeabilidad transversal en el tramo **Acceso a Vitoria-Gasteiz** se han calculado la permeabilidad de las alternativas estudiadas. En alguno de los casos no resulta significativa la comparación al no suponer diferencias cuantificables, para caracterizar esta permeabilidad se han adoptado estos factores:

- *Permeabilidad viaria* (Ud.): el mayor número de viales con necesidad de reposición o interceptados marcará el pésimo, en este caso ambas soluciones tienen el mismo comportamiento por lo que a ambas se le asigna 1.
- *Efecto barrera* (%): el menor porcentaje de superficie de trazado en superficie que discurra por zonas inundables, siendo óptimo cuando es 0% y pésimo si es superior al 10%.
- *Permeabilidad flujo subterráneo*: se evalúa cada alternativa en función de su comportamiento respecto al flujo subterráneo. Se procede por tanto a calificar con la máxima puntuación a la solución de pantalla continua con sifones y con la mínima a la solución con pilotes secantes y portillos inferiores.

Permeabilidad Transversal	0,4	Permeabilidad Viaria	0,2	Óptimo menor número y pésimo mayor número
		Efecto Barrera	0,2	Óptimo menor %
		Permeabilidad Flujo subterráneo	0,6	Óptimo mayor restitución de flujo

Con el objeto de definir la permeabilidad transversal en el tramo **Nudo de Arkaute** se han calculado la permeabilidad de todas las alternativas estudiadas. En alguno de los casos no resulta significativa la comparación al no suponer diferencias cuantificables, para caracterizar esta permeabilidad se han adoptado estos factores:

- *Permeabilidad viaria* (Ud.): el mayor número de viales con necesidad de reposición o interceptados marcará el pésimo.
- *Efecto barrera* (%): el menor porcentaje de superficie de trazado en superficie que discurra por zonas inundables, siendo óptimo cuando es 0% y pésimo si es superior al 10%.
- *Permeabilidad flujo subterráneo*: se evalúa cada alternativa en función de su comportamiento respecto al flujo subterráneo. En este caso al no existir obras subterráneas o grandes desmontes la afección es nula por lo que se asigna un 1 a ambas alternativas.

Permeabilidad Transversal	0,4	Permeabilidad Viaria	0,2	Óptimo menor número y pésimo mayor número
		Efecto Barrera	0,6	Óptimo menor %
		Permeabilidad Flujo subterráneo	0,2	Óptimo mayor restitución de flujo

A continuación, se detallan los principales factores y estudios realizados.

3.4.3.1. Permeabilidad viaria

Desde el punto de vista de la permeabilidad viaria, el tramo Acceso a Vitoria-Gasteiz, no arroja diferencia alguna entre las alternativas, esto hace que ambas sean calificada con un 1.

En el tramo Nudo de Arkaute se ha planteado una primera propuesta de reposición de viales, si bien esto es objeto de fases posteriores. No obstante, se determinan el número de carreteras y caminos interceptados y repuestos. Se ha ponderado la carretera por 2 siendo el mayor número el pésimo al suponer una mayor interacción entre la infraestructura diseñada y las existentes en la actualidad.

				Alternativa Oeste	Alternativa Este
Permeabilidad Transversal Viaria	0,2	Carretera (Ud.)	0,66	6,00	6,00
				1,00	1,00
		Camino (Ud.)	0,33	5,00	6,00
				1,00	0,00
		SUBTOTAL			0,99	0,66

3.4.3.2. Permeabilidad flujo subterráneo

Se plantean dos métodos constructivos que difieren en su comportamiento frente a las aguas subterráneas y en las afecciones que produce.

En la primera de las alternativas, **Alternativa entre pantallas**, la ejecución del sostenimiento se realiza mediante hidrofresa abarcando bataches de 2.40-2.90 m de pantalla continua. La profundidad máxima estimada para las pantallas es de 30 metros en la zona de máxima excavación. Una vez colocadas las pantallas se ejecuta la losa superior en dos tramos asegurando el empotramiento del nudo que se estima con un canto de 1.60m. Cuando se consigue el adecuado endurecimiento del hormigón se prosigue con la excavación permitiendo el mantenimiento del tráfico superior.

El gálibo ferroviario mínimo se establece en 7 metros a c.c.c., con lo que cuando se alcanzan profundidades superiores se deben colocar estampidores intermedios en los casos donde la distancia horizontal es de 14.70 m y losas apoyadas en pilas-pilote cuando se alcanzan separaciones mayores.

Como ya se ha comentado antes, los apoyos de losa intermedios en las zonas del entorno de la estación se resuelven con pilas-pilote, de diámetro que pasan de 1.20 a 1.80 m.

En la segunda de las alternativas, **Alternativa con pilotes secantes**, la ejecución del sostenimiento se realiza mediante pilotes separados a 1.20 m con pilotes de mortero para impedir el paso del agua, e impermeabilizar el vaso, en los paramentos laterales.

El método de ejecución se basa en la ejecución primero de una primera alineación de pilotes de mortero y más tarde, antes del endurecimiento del completo del mortero, realizar el mordido de los pilotes. La longitud máxima estimada es de 30 metros en la zona de máxima excavación. Una vez colocadas las pantallas se ejecuta la losa superior en dos tramos asegurando el empotramiento del nudo que se estima con un canto de 1.60 m. Cuando se consigue el adecuado endurecimiento del hormigón se prosigue con la excavación permitiendo el mantenimiento del tráfico superior.

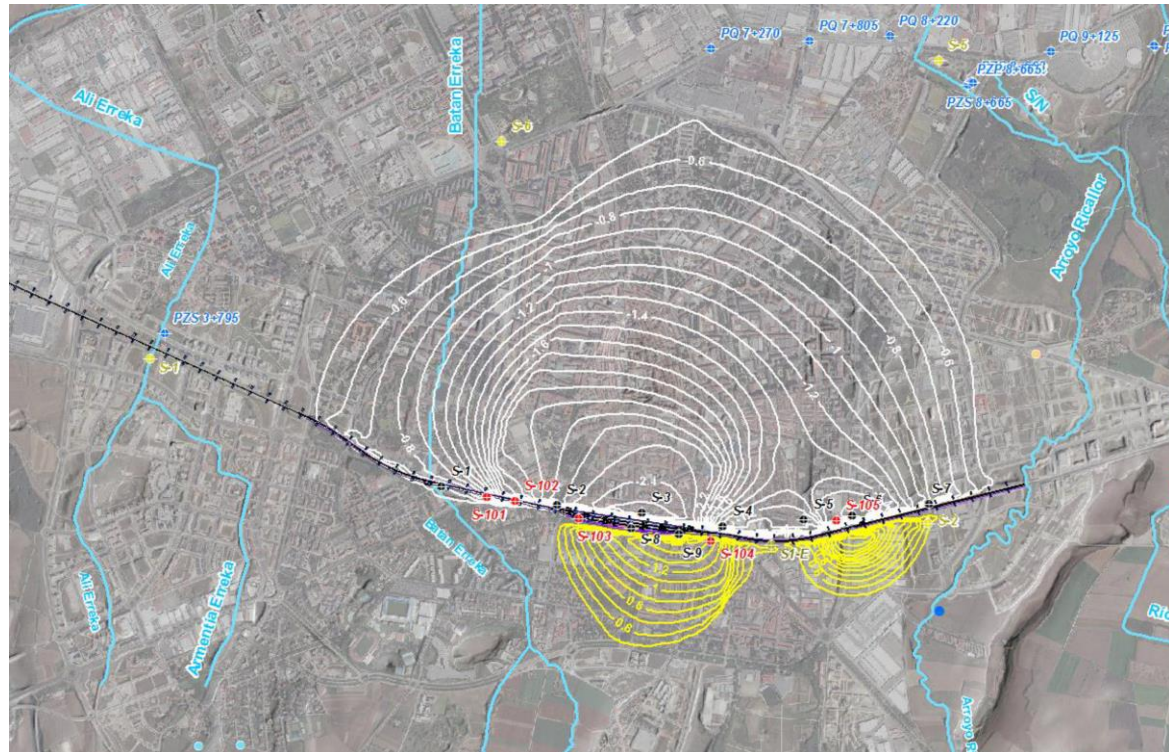
El gálibo ferroviario mínimo se establece en 7 metros a c.c.c., con lo que cuando se alcanzan profundidades superiores se deben colocar estampidores intermedios en los casos donde la distancia horizontal es de 14.70 m y losas apoyadas en pilas-pilote cuando se alcanzan separaciones mayores. Como ya se ha comentado antes, los apoyos de losa intermedios en las

zonas del entorno de la estación se resuelven con pilas-pilote, de diámetro que pasan de 1.20 a 1.80 m.

Una vez realizado el vaciado se colocará un revestimiento de 10cm a modo de protección que se puede realizar mediante gunitado proyectado.

Mediante la construcción de un modelo hidrogeológico tridimensional, elaborado con el software Visual Modflow 4.2, se ha evaluado la magnitud de un posible “efecto barrera” ocasionado por la estructura soterrada, así como posibles soluciones de restitución de flujo, si bien éstas vienen condicionadas por el método constructivo que finalmente se decida para las pantallas: la primera corresponde a un muro pantalla continuo (**Alternativa entre Pantallas**) y la segunda, a una pantalla ejecutada mediante pilotes secantes (**Alternativa con Pilotes secantes**).

Según los resultados del modelo, la estructura sin medidas de restitución de flujo, e independientemente del método constructivo, ocasionaría un “efecto barrera” que afectaría tanto al acuífero cuaternario aluvial como al acuitardo cretácico subyacente. En este sentido, aguas arriba de la estructura (al Sur), según el flujo subterráneo, se obtienen ascensos piezométricos de hasta +1,6 m sobre los niveles freáticos actuales (en situación de aguas altas), mientras que aguas debajo de la misma (al Norte) se producirían descensos de hasta -2,6 m con respecto igualmente a éstos.



Por lo que respecta a la simulación de las posibles medidas de restitución de flujo, la *Alternativa entre Pantallas* se ha dotado con sifones a distancias variables. Según dicha simulación, situando baterías de sifones cada 200 m en toda la estructura, y cada 100 m en la zona de la estación, se consigue un rebaje significativo de los ascensos y descensos piezométricos, de forma que éstos no superen los 0,5 m con respecto al flujo actual en situación de aguas altas. En cuanto a la *Alternativa con Pilotes secantes*, se ha procedido a acortar alternativamente 1 pilote de cada 2,

por debajo de la losa inferior, a modo de portillos inferiores. Esta simulación no ha logrado rebajes piezométricos tan efectivos como en el caso de la alternativa anterior; en cualquier caso, la atenuación máxima de los ascensos y descensos se quedan muy lejos del 0,5 m respecto a los niveles freáticos actuales. Los descensos se reducen de -2.6 a -2.4 m, mientras que los ascensos apenas bajan del +1.6 m inicial.

En la Alternativa entre pantallas con sifones cada 400 m, en las capas 1, 2, 3 y 4 los descensos aguas abajo de la estructura soterrada (al Norte) según el flujo subterráneo se atenuarían en casi 1 m, hasta casi -1,4 m, mientras que los ascensos aguas arriba de la misma (al Sur) lo hacen del orden de casi 0,5 m, hasta +1,2 m. El máximo y mínimo, respectivamente, se encuentran prácticamente en contacto con la estructura. En la capa 5, las atenuaciones resultan similares; de esta forma, el ascenso máximo se halla en +1,2 m y el descenso máximo, inferior a -1,1 m, si bien el máximo y el mínimo aparecen sensiblemente apartados de la estructura. Asimismo, esta capa inferior también es sensible a la restitución del flujo.

En la Alternativa entre pantallas con sifones cada 200 m, los descensos aguas abajo de la estructura soterrada (al Norte) según el flujo subterráneo se atenuarían hasta casi el umbral de 0,5 m (-0,7 m puntualmente en la zona de la estación), mientras que los ascensos aguas arriba de la misma (al Sur) lo hacen hasta un máximo en torno a +1,0 m, también en la zona de la estación. El máximo y mínimo, respectivamente, se encuentran prácticamente en contacto con la estructura. En la capa 5, las atenuaciones resultan similares; de esta forma, el ascenso máximo se encuentra ya por debajo de +1,0 m y el descenso máximo, en torno a -0,6 m, prácticamente alcanzando el umbral de tolerancia fijado en 0,5 m. Los máximos y mínimos siguen apareciendo sensiblemente apartados de la estructura.

En la Alternativa entre pantallas con sifones cada 100 m en la zona de la estación, los descensos aguas abajo de la estructura soterrada (al Norte) resultan ya inferiores al umbral de tolerancia fijado en 0,5 m, mientras que los ascensos aguas arriba de la misma (al Sur), en la zona de la estación, lo hacen hasta un máximo en torno a +0,6 m (no llegan a alcanzar los +0,7 m). Puede considerarse este resultado ya como tolerable. En la capa 5, las atenuaciones resultan similares; de esta forma, el ascenso máximo se encuentra apenas por encima de +0,5m (sin llegar a los +0,6 m) y el descenso máximo resulta ya inferior a -0,5 m (sin representación en las figuras).

En la Alternativa con Pilotes secantes, dotada de portillos inferiores en 1 de cada 2 pilotes, la medida de restitución de flujo correspondiente a esta Alternativa no ha logrado rebajes piezométricos tan efectivos como en el caso de la Alternativa entre pantallas (con sifones). En las capas 1, 2, 3 y 4, la atenuación máxima de los ascensos y descensos se quedan muy lejos del umbral de 0,5 m respecto a los niveles freáticos actuales, considerado como aceptable. Los descensos aguas abajo de la estructura soterrada (al Norte) se reducen de -2.6 a -2.4 m, mientras que los ascensos aguas arriba de la misma (al Sur) apenas bajan del +1.6 m inicial. En la capa 5, las atenuaciones resultan similares. Los descensos aguas abajo de la estructura soterrada (al Norte) se reducen a -2.1 m, mientras que +1,1 m.

Ello se debe a que la medida de restitución de flujo afecta únicamente al sustrato margoso, de permeabilidad relativamente baja. Es esta circunstancia la que impide la efectividad de la solución, mientras que, en el caso de los sifones (al ser elementos independientes de la estructura

estanca soterrada), éstos pueden ranurarse a voluntad, de forma que se capten tanto el acuífero cuaternario como el acuitardo cretácico, aumentando exponencialmente su efectividad con la permeabilidad del primero.

A la vista de los resultados, se hace evidente que cualquier mecanismo de restitución de flujo subterráneo ha de utilizar el acuífero aluvial cuaternario como medio; su vinculación exclusivamente al acuitardo margoso no resultará efectiva.

Se procede por tanto a calificar con la máxima puntuación a la solución de pantalla continua con sifones y con la mínima a la solución con pilotes secantes y portillos inferiores.

3.4.3.3. Efecto barrera

En el tramo Acceso a Vitoria-Gasteiz, el comportamiento de ambas alternativas es el mismo. En la zona de la Avenida de el Portal de Castilla el trazado discurre soterrado por lo que no presenta efecto barrera frente a las aguas superficiales.

En la zona del Nudo de Arkaute se produce la confluencia de los ríos Errekaleor, Santo Tomás y San Lorenzo, afluentes del Río Alegría, que a su vez es afluente del río Zadorra. Las zonas topográficamente más bajas y llanas están ocupadas por tierras agrícolas, situándose en el centro la ciudad de Vitoria-Gasteiz. En este sentido y tras un análisis previo, se proponen dos alternativas, realizando un estudio hidráulico de la problemática de la zona, con el objetivo fundamental de cuantificar la afección de los nuevos trazados al comportamiento frente a la situación actual, este estudio se incluye en el Apéndice nº6 del Anejo nº6 Climatología, Hidrología y Drenaje. En las siguientes imágenes extraídas de dicho apéndice se muestra la situación previa para periodo de retorno de 500 años (en el apéndice se encuentran también las de 100 años)

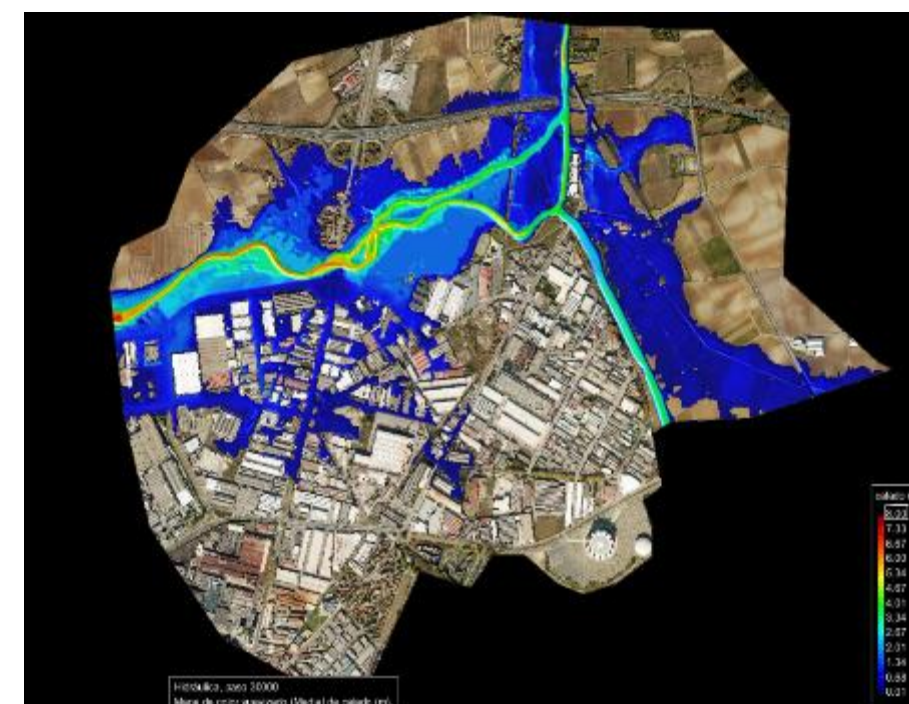


Figura 1.- Vit3-Arroyo Gastua T=500años. Situación actual.



Figura 2.- Vit4-Río Alegría T=500años. Situación actual.

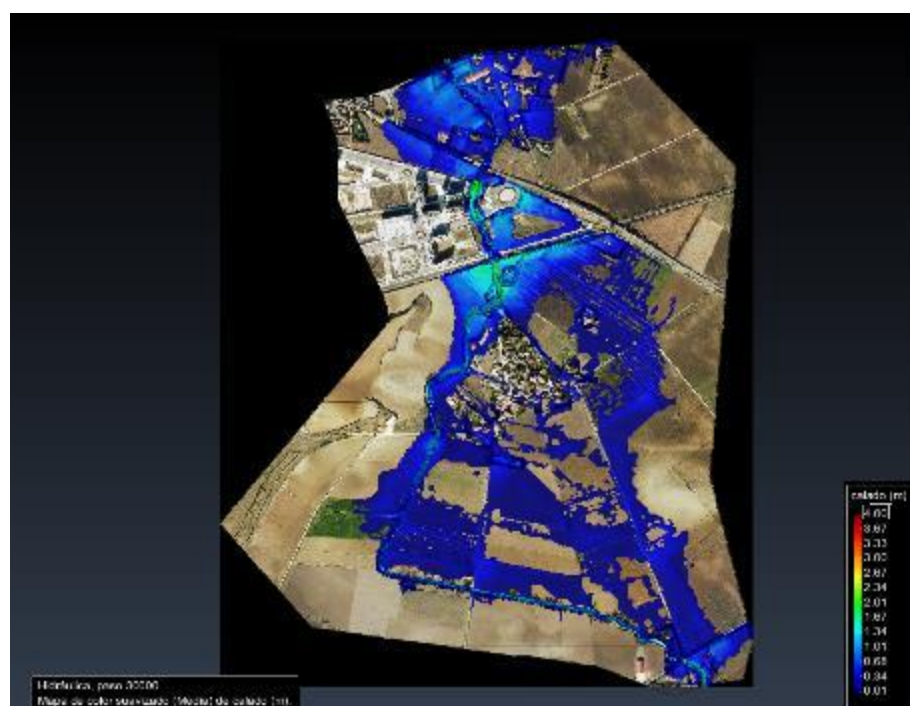


Figura 3.- Vit5-Río SANTO TOMAS T=500años. Situación actual.

Al igual que para el periodo de retorno de 100 años, se produce una inundación aguas arriba de la obra de drenaje transversal debido a la insuficiente capacidad de la misma. Además, debido a la mayor aportación de caudal la lámina de agua aumenta, tanto en extensión como en elevación.

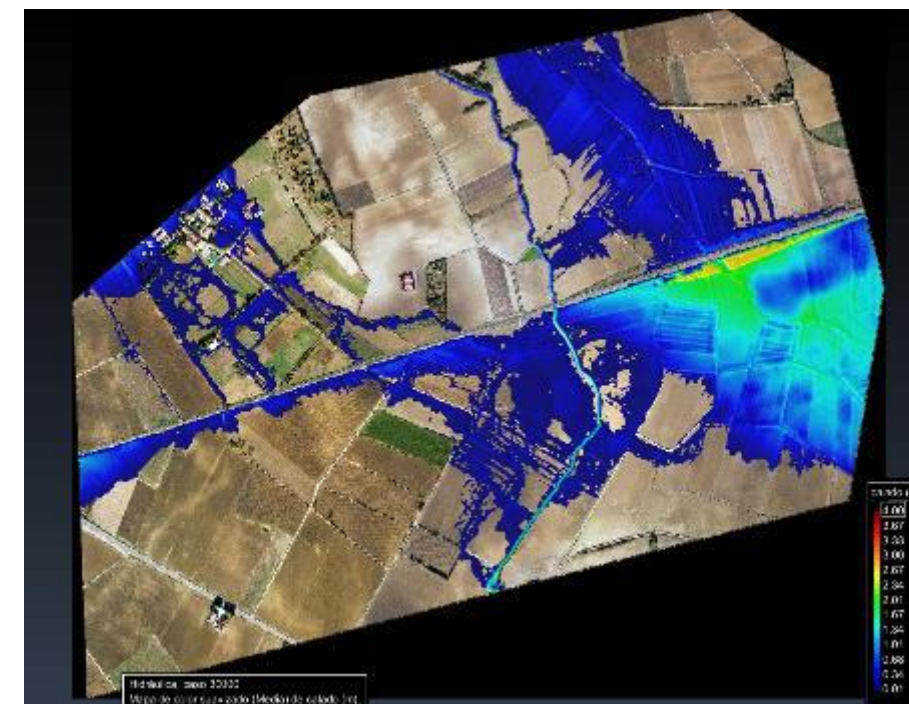


Figura 4.- Vit6-RÍO SAN LORENZO T=500años. Situación actual.

Al igual que la simulación para caudal de periodo de retorno 100 años, la obra de drenaje (OD08) y paso inferior (OD09) son insuficientes para desaguar el caudal de avenida. Debido a las mayores aportaciones consideradas, se eleva el calado hasta un máximo de 2.81m y se produce un incremento de la extensión de la llanura de inundación, desaguardo por la totalidad de acequias existentes en el trazado existente.

Tras el estudio realizado se concluye que en la alternativa Oeste los trazados no afectan significativamente al comportamiento hidráulico de la zona en la confluencia de los arroyos Gastúa y Alegría. En la zona del río Santo Tomás se mejora la hidráulica de la zona respecto a la situación actual. En la zona del río San Lorenzo la obra de drenaje existente posee una capacidad hidráulica que limita el paso de caudales en avenidas, produciéndose como consecuencia la elevación de la lámina aguas arriba del trazado, extendiéndose la zona afectada por la inundación hasta la obra de paso situada hacia la derecha del trazado (paso inferior OD9 del inventario). Esta obra de paso permite el desagüe de la avenida, impidiendo de esta manera una sobreelevación superior y por lo tanto el sobrevertido, en la zona izquierda el restante caudal es desaguardo por las diferentes pequeñas obras de drenajes existentes. Se proyecta la sustitución de la obra de drenaje existente (OD08 Bóveda de dimensiones 4.00x2.50 m) un nuevo pontón de dimensiones 8.00x2.50 m que aumente la capacidad y no provoque afecciones a la nueva vía proyectada.

En la alternativa Este la alternativa propuesta no afecta de manera significativa al comportamiento hidráulico de la zona al igual que la alternativa Oeste. En la zona del río Alegría se produce una alteración en la dirección del flujo, en la zona norte, provocando el aumento del nivel de la lámina de agua en zonas cercanas a la carretera, el paso inferior existente en la zona norte permite desaguar parte del caudal desviado por la infraestructura, la otra parte de este será desaguarda por las obras de drenaje existentes en la carretera A-2134.

En la zona del río Santo Tomás, ambas alternativas tiene un comportamiento similar. Mientras que en la zona del río San Lorenzo la alternativa Este altera el comportamiento a la izquierda de la zona de estudio, impidiendo el paso de agua hacia la totalidad de las acequias existentes. Para la zona de la derecha aumenta la lámina de agua, y se produce un aumento de la zona inundada en el interior del nudo. No obstante, se cumplen los resguardos mínimos necesarios.

Para el correcto funcionamiento hidráulico de la zona se han proyectado, por una parte, la apertura de la sección de paso en la vía existente a un ancho de 8 m. Se proyecta una obra de drenaje transversal de dimensiones 3.00x3.00 m en el ramal eje Vía 1 UIC Vitoria – “Y” Vasca en el PK 3+335 para dar permeabilidad a la llanura de inundación hacia la derecha y mantener de esa manera las mismas condiciones de calado, al tratarse de zona con especial protección medioambiental. Se proyecta también una obra de drenaje transversal de dimensiones 3.00x2.00 m en el ramal Vía UIC Central Vitoria -"Y" Vasca PK 3+250 para evacuar el caudal de la zona interna del enlace del propio nudo de Arkaute.

Se considera que **ambas alternativas son viables**, si bien la alternativa Este produce mayores alteraciones al flujo actual. Para su cuantificación se ha calculado la superficie de terraplén y de viaducto que discurre por zonas susceptibles de inundación. Para evitar distorsiones y la correcta valoración de este criterio esta superficie se ha expresado en porcentaje de la superficie total de la alternativa aplicando una ponderación 65/35 a dichas superficies.

Efecto Barrera	0,1	% Viaducto	0,35	Óptimo 0% y pésimo 20% o superior
		% Terraplén	0,65	Óptimo el 10% y pésimo el 50% o superior

En la tabla siguiente se muestran los porcentajes de superficie de viaducto y terraplén sobre zona inundable en ambos periodos de retorno. Para la cuantificación de este criterio se han tomado los datos referentes al periodo de retorno de 500 años. Las superficies de inundación proceden de las modelizaciones realizadas en el estudio informativo, la situación previa al proyecto, lo que permite cuantificar adecuadamente el criterio. En el apéndice nº6 del anejo de climatología, hidrología y drenaje, se adjuntan las modelizaciones realizadas también postoperacionales, lo que demuestra la viabilidad de ambas soluciones.

Alternativa		Periodo de Retorno	Superficie m²	%
Este	Viaducto	Q ₁₀₀	24.873,70	5,51%
		Q ₅₀₀	24.961,63	5,53%
	Terraplén	Q ₁₀₀	131.509,65	29,12%
		Q ₅₀₀	163.376,15	36,18%
Oeste	Viaducto	Q ₁₀₀	36.723,42	11,32%
		Q ₅₀₀	36.414,87	11,23%
	Terraplén	Q ₁₀₀	41.063,21	12,66%
		Q ₅₀₀	51.159,35	15,77%

A continuación, se muestra la tabla ponderada para el multicriterio.

				Alternativa Oeste	Alternativa Este
Efecto Barrera	0,6	Viaducto	0,35	11,23%	5,53%
				0,44	0,72
		Terraplén	0,65	15,77%	36,18%
				0,86	0,35
		SUBTOTAL			0,71	0,48

Finalmente, el criterio de permeabilidad transversal en el Nudo de Arkaute tras analizar todos los aspectos quedaría:

				Alternativa Oeste	Alternativa Este
Permeabilidad Transversal	0,1	Permeabilidad Viaria	0,2	0,99	0,66
				1,00	0,00
		Efecto Barrera	0,6	0,71	0,48
				1,00	0,00
		Permeabilidad Flujo Subterráneo	0,2	1,00	1,00
				1,00	1,00
		SUBTOTAL			0,83	0,49

3.4.4. Criterio económico

En el análisis multicriterio también se valora el coste de inversión de cada una de las alternativas planteadas. El factor analizado es el Presupuesto Base de Licitación.

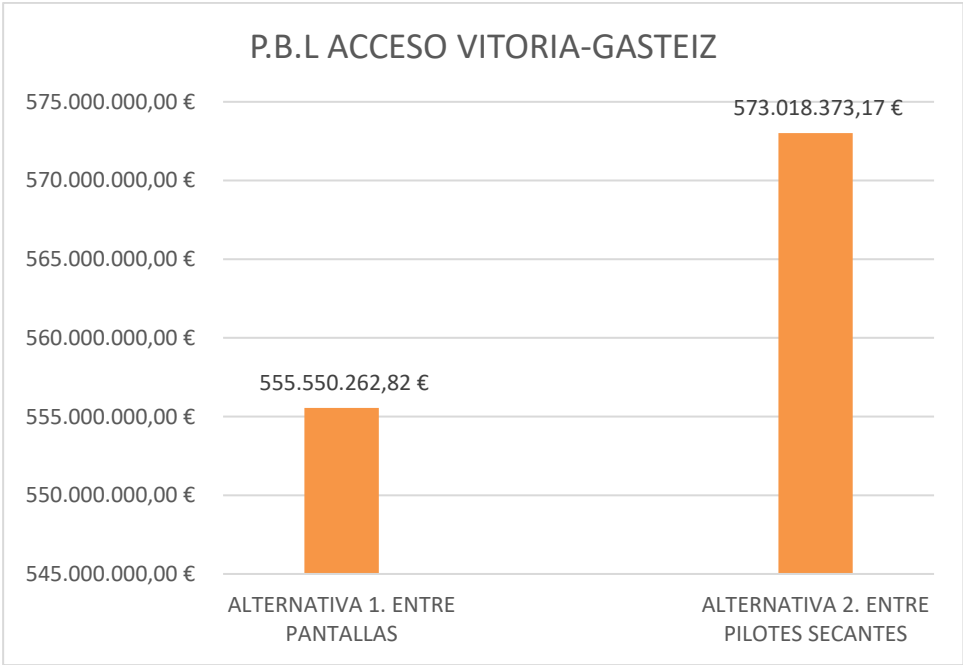
Se considera un valor del PBL por debajo de una cierta cantidad de M€ sería un resultado óptimo y que uno por encima de otra cantidad M€ como indeseable. De ahí que a estos valores se les dé puntuaciones de 1 y 0, interpolándose para el resto.

Ámbito Acceso a Vitoria-Gasteiz

Se considera un valor del P.B.L. por debajo de 550 M€ sería un resultado óptimo y que uno por encima de 600M€ como indeseable. De ahí que a estos valores se les dé puntuaciones de 1 y 0, interpolándose para el resto.

En la tabla adjunta puede observarse las valoraciones a nivel de PBL mostrando que las alternativas en el tramo de Acceso a Vitoria-Gasteiz.

	P.E.M ACCESO VITORIA-GASTEIZ	P.B.L ACCESO VITORIA-GASTEIZ
ALTERNATIVA 1. ENTRE PANTALLAS	385.825.587,07 €	555.550.262,82 €
ALTERNATIVA 2. ENTRE PILOTES SECANTES	397.957.061,73 €	573.018.373,17 €

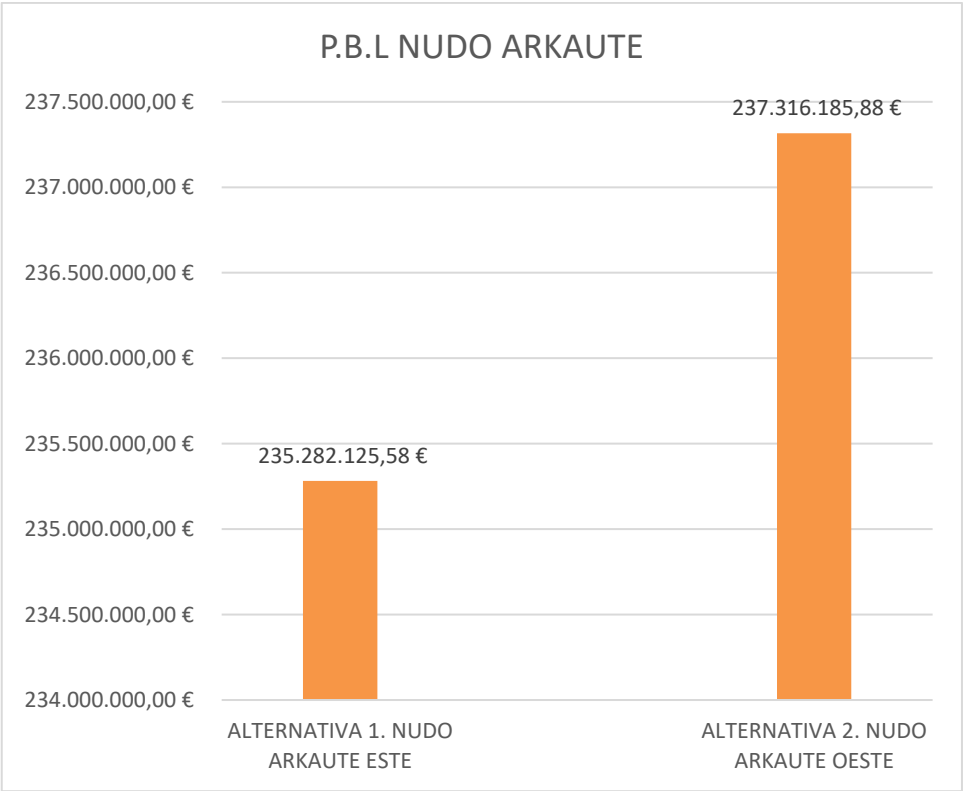


Ámbito Nudo de Arkaute

Se considera un valor del P.B.L. por debajo de 225 M€ sería un resultado óptimo y que uno por encima de 260M€ como indeseable. De ahí que a estos valores se les dé puntuaciones de 1 y 0, interpolándose para el resto.

En la tabla adjunta puede observarse las valoraciones a nivel de PBL mostrando que las alternativas en el tramo de Nudo de Arkaute.

	P.E.M NUDO ARKAUTE	P.B.L NUDO ARKAUTE
ALTERNATIVA 1. NUDO ARKAUTE ESTE	163.401.712,33 €	235.282.125,58 €
ALTERNATIVA 2. NUDO ARKAUTE OESTE	164.814.352,30 €	237.316.185,88 €



3.5. VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

A continuación, se incluyen las tablas resumen donde se incluyen los resultados del multicriterio con los valores cuantificados de los distintos factores y conceptos simples (nivel 2) y los valores homogeneizados en el intervalo (0,1).

Los valores cuantificados de los diversos factores y conceptos simples se encuentran recogidos en sus respectivos anejos y documentos.

MULTICRITERIO TABLA DE VALORACIÓN

TRAMO ACCESO A VITORIA-GASTEIZ				Entre pantallas	Pilotes Secantes
Medioambiente	0,40	Calificación Medioambiental	Valores	-113,00	-119,00
			Valores Hom.	1,00	0,00
Vertebración Territorial	0,10	Proceso Constructivo	Valores	17,00	28,00
			Valores Hom.	0,87	0,13
Inversión	0,40	PBL (Millón €)	Valores	555,55	573,02
			Valores Hom.	0,89	0,54
Funcionalidad	0,10	Permeabilidad Transversal	Valores	1,00	0,00
			Valores Hom.	1,00	0,00

TRAMO NUDO DE ARKAUTE

				Alternativa Oeste	Alternativa Este
Medioambiente	0,40	Calificación Medioambiental	Valores	-203,00	-171,00
			Valores Hom.	0,00	1,00
Vertebración Territorial	0,10	Planeamiento	Valores	0,27	0,73
Inversión	0,40	PBL (Millón €)	Valores	244,44	242,34
			Valores Hom.	0,44	0,50
Funcionalidad	0,10	Permeabilidad Transversal	Valores	0,83	0,49

3.5.1. Modelo

Se ha realizado un análisis multicriterio con el objetivo de definir la solución óptima a desarrollar en las siguientes etapas. Un resumen de los resultados de este análisis multicriterio se expone a continuación:

ACCESO A VITORIA-GASTEIZ

	Alternativa entre pantallas	Alternativa Pilotes Secantes
Medioambiente	1,00	0,00
Vertebración Territorial	0,87	0,13
Inversión	0,89	0,54
Funcionalidad	1,00	0,00

NUDO DE ARKAUTE

	Alternativa Oeste	Alternativa Este
Medioambiente	0,00	1,00
Vertebración Territorial	0,27	0,73
Inversión	0,44	0,50
Funcionalidad	0,83	0,49

3.5.2. Análisis multicriterio

3.5.2.1. Preferencias

Este método consiste en la aplicación de pesos para cada criterio de acuerdo a preferencias subjetivas consideradas como las más apropiadas por el equipo de diseño para obtener aquella que presenta un mejor comportamiento.

ACCESO A VITORIA-GASTEIZ

PREFERENCIAS		Alternativa Entrepantallas	Alternativa Pilotes Secantes
Medioambiente	0,40	1,00	0,00
Vertebración Territorial	0,10	0,87	0,13
Inversión	0,40	0,89	0,54
Funcionalidad	0,10	1,00	0,00
Valoración		0,94	0,23
Valoración (0,1)		1,000	0,243

NUDO DE ARKAUTE

PREFERENCIAS		Alternativa Oeste	Alternativa Este
Medioambiente	0,40	0,00	1,00
Vertebración Territorial	0,10	0,27	0,73
Inversión	0,40	0,65	0,71
Funcionalidad	0,10	0,83	0,49
Valoración		0,37	0,80
Valoración (0,1)		0,459	1,000

En ambos casos la alternativa con mejores comportamientos coincide con los análisis de robustez y sensibilidad, siendo la alternativa entre pantallas en el tramo “Acceso a Vitoria-Gasteiz”, y la alternativa Este en el tramo “Nudo de Arkauté”.

3.5.2.2. Robustez

Este método consiste en la aplicación de todas las combinaciones posibles de pesos para todos los criterios. El resultado obtenido es el número de veces que cada alternativa resulta ser la óptima en esa combinación de pesos.

Este procedimiento es el que tiene menor subjetividad y muestra claramente que alternativas tienen un mejor comportamiento.

ACCESO A VITORIA-GASTEIZ

	Alternativa entre pantallas	Alternativa Pilotes Secantes
Número de máximos	286	0
	100%	0%

En este caso la que obtiene un mayor porcentaje de máximos es la alternativa entre pantallas con el 100% de los máximos.

NUDO DE ARKAUTE

	Alternativa Oeste	Alternativa Este
Número de Máximos		
Número de máximos	39	247
	14%	86%

En este caso la que obtiene un mayor porcentaje de máximos es la alternativa este con el 86% de los máximos.

3.5.2.3. Sensibilidad

Este método consiste en la aplicación de todas las posibles combinaciones de pesos para todos los criterios, pero entre unos intervalos determinados de acuerdo con la importancia que el análisis estime para cada criterio. De esta forma se obtienen el número de veces que cada alternativa es óptima entre los rangos definidos. Este método es una combinación de parámetros objetivos y subjetivos, con el objetivo de obtener la mejor alternativa, pero de acuerdo al comportamiento de esta en los criterios considerados más relevantes.

ACCESO A VITORIA-GASTEIZ

	Alternativa entre pantallas	Alternativa Pilotes Secantes
Número de Máximos		
Número de máximos	300	0
	100%	0%

En este caso el análisis de sensibilidad confirma los resultados del análisis de preferencias y el de robustez.

NUDO DE ARKAUTE

	Alternativa Oeste	Alternativa Este
Número de máximos	Número de Máximos	
	0	300
	0%	100%

En este caso el análisis de sensibilidad confirma los resultados del análisis de preferencias y el de robustez.

3.5.2.4. Alternativa Seleccionada

En ambos casos la alternativa seleccionada coincide con los análisis de robustez y sensibilidad, siendo la alternativa entre pantallas en el tramo “Acceso a Vitoria-Gasteiz”, y la alternativa Este en el tramo “Nudo de Arkaute”.

En el tramo Acceso a Vitoria-Gasteiz la alternativa entre pantallas presenta mejores comportamientos en todos los criterios.

En el tramo Nudo de Arkaute, la alternativa Este presenta mejor comportamiento en medioambiente, vertebración territorial e inversión, presentando peor comportamiento en funcionalidad.