ANEJO Nº 22.
ANÁLISIS MULTICRITERIO

ÍNDICE

22. ANEJO Nº 22. ANÁLISIS MULTICRITERIO 3

22.1. INTRODUCCIÓN 3

22.2. METODOLOGÍA 3

22.2.1. MÉTODO PATTERN 3
22.2.1.1. Objetivo funcional y de Seguridad Vial 4
22.2.1.1.1. Planteamiento general 4
22.2.1.1.2. Descripción de la metodología 4
22.2.1.2. Objetivo medioambiental 9
22.2.1.2.1. Planteamiento general 9
22.2.1.2.2. Descripción de la metodología 9
22.2.1.3. Objetivo económico 10
22.2.1.3.1. Planteamiento general 10
22.2.1.3.2. Descripción de la metodología 10
22.2.1.4. Objetivo territorial 11
22.2.1.4.1. Planteamiento general 11
22.2.1.4.2. Descripción de la metodología 11
22.2.2. ANÁLISIS DE ROBUSTEZ 13
22.2.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 13

22.3. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS 14

22.3.1. OBJETIVOS 14
22.3.1.1. Objetivo funcional y de Seguridad Vial 14
22.3.1.2. Objetivo ambiental 17
22.3.1.3. Objetivo económico 17
22.3.1.4. Objetivo territorial 18
22.3.2. MÉTODO PATTERN 19
22.3.3. ANÁLISIS DE ROBUSTEZ Y SENSIBILIDAD 19
22.3.4. CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE ALTERNATIVA 20

APÉNDICE 1. ANÁLISIS POR OBJETIVOS 22

22. ANEJO Nº 22. ANÁLISIS MULTICRITERIO

22.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anejo, una vez realizado el estudio individual de las alternativas planteadas en esta fase de estudio, es el realizar la comparación entre cada una de ellas, de manera que pueda determinarse finalmente la mejor opción, definida ésta como aquella que mejor se adapta a los objetivos de cumplimiento establecidos. Se trata, por tanto, no sólo de seleccionar la mejor alternativa posible, sino también de aportar los argumentos objetivos que fundamenten tal conclusión, resaltando la importancia relativa de cada uno de los criterios adoptados para basar tal decisión, mediante la generación de diferentes pesos.

En el Estudio Informativo se han desarrollado cinco alternativas que, además de ser en mayor o menor medida compatibles con el medio ambiente, son susceptibles de captar los tráficos a los que se pretende atender.

Siguiendo las indicaciones de la Dirección General de Carreteras en el documento "Metodología para análisis multicriterio en estudios informativos de carreteras" desarrollado por la consultora AYESA INECO ha desarrollado una metodología apoyada en un soporte informático que analiza automáticamente las valoraciones de las distintas alternativas y realiza el análisis de la sensibilidad y robustez de cada una de ellas de forma analítica. Esta metodología ha sido la utilizada en el análisis multicriterio, adaptándolo a las condiciones particulares del presente Estudio. En el siguiente epígrafe se describe en detalle dicha metodología.

22.2. METODOLOGÍA

El análisis multicriterio tiene como objetivo analizar cada una de las soluciones propuestas, consiguiendo los parámetros suficientes para el establecimiento del nivel de impacto funcional y de Seguridad Vial, territorial, de rentabilidad y medioambiental, generados por ellas mismas y todos los elementos funcionales que las conforman. Con toda esta información traducida en valores y ponderada según la importancia y condiciones de contorno del Estudio, se concluirá de entre las alternativas propuestas la más conveniente.

22.2.1. MÉTODO PATTERN

Se han distinguido cuatro objetivos, cada uno de ellos integrado a su vez por un conjunto de criterios a los que se les ha asignado pesos relativos dentro de su grupo. Los criterios considerados son:

1. Objetivo funcional y Seguridad Vial

1.1. Funcionalidad

- Velocidad de proyecto.
- Consistencia de trazado
- Riesgos técnicos en la construcción y durante el período de operación
- Afección al usuario
- Población atendida por la vía

1.2. Criterios de Seguridad Vial

- Efectos en la seguridad de las vías existentes.
- Efectos de la estacionalidad y las condiciones meteorológicas en la seguridad de la circulación.
- Efectos de la orientación del trazado.
- Necesidad de zonas de descanso y aparcamientos de emergencia.
- Potencial riesgo para la circulación asociado a actividad sísmica.

2. Objetivo medioambiental

- Matriz de evaluación. La valoración ambiental de las alternativas se realizará a partir de las conclusiones del estudio de impacto ambiental realizado.

3. Objetivo de rentabilidad o económico

- Presupuesto de inversión.
- Tasa Interna de Retorno de la Inversión (T.I.R.).

4. Objetivo territorial

- Permeabilidad territorial.
- Conectividad con la red existente
- Coordinación con otros planeamientos.

Se han establecido **indicadores para cada criterio**, que se combinarán linealmente para obtener el resultado o la nota de las alternativas en cada apartado. Con los valores de los indicadores para cada alternativa se establecen unos escalados que convierten los resultados en valores de 1 a 10, haciendo más fácil la comparación entre alternativas.

A continuación se describe la metodología seguida para la determinación del valor de cada uno de los objetivos.

22.2.1.1. Objetivo funcional y de Seguridad Vial

22.2.1.1.1. Planteamiento general

Se pretende medir con este objetivo un doble propósito:

- La funcionalidad de la carretera, valorando por tanto en mayor medida aquellas alternativas que facilitan las operaciones de conducción a los usuarios, es decir, que mejor sirven a la función para la que han sido creados, el transporte de vehículos.

- La Seguridad Vial, estimando cómo las distintas alternativas se ciñen a este criterio.

22.2.1.1.2. Descripción de la metodología

22.2.1.1.2.1. Determinación de indicadores

Se han buscado los criterios que de una forma objetiva revelen de modo claro y conciso el comportamiento funcional y de Seguridad Vial de la carretera. Los indicadores elegidos han sido los siguientes:

- **Funcionalidad**
  - Velocidad de proyecto.
  - Consistencia del trazado.
  - Riesgos técnicos en la construcción y durante el periodo de operación.
  - Afección al usuario
  - Población atendida por la vía
- **Seguridad Vial**
  - Efectos en la seguridad de las vías existentes.
  - Efectos de la estacionalidad y las condiciones meteorológicas en la seguridad de la circulación.
  - Efectos de la orientación del trazado.
  - Necesidad de zonas de descanso y aparcamientos de emergencia.
  - Potencial riesgo para la circulación asociado a actividad sísmica.

22.2.1.1.2.2. Evaluación de indicadores

- **Funcionalidad**
  - Velocidad de proyecto.

La velocidad de proyecto es de 120 km/h para las alternativas de nuevo trazado. El indicador escogido es el siguiente:

$$Indicador = \frac{Vteórica}{Vproyecto}$$

Dónde:

$V_{teórica}$ = velocidad teórica de la vía (km/h)
$V_{proyecto}$ = velocidad de proyecto de la vía (km/h)

El valor escalado de este criterio puede verse a continuación en la siguiente gráfica:

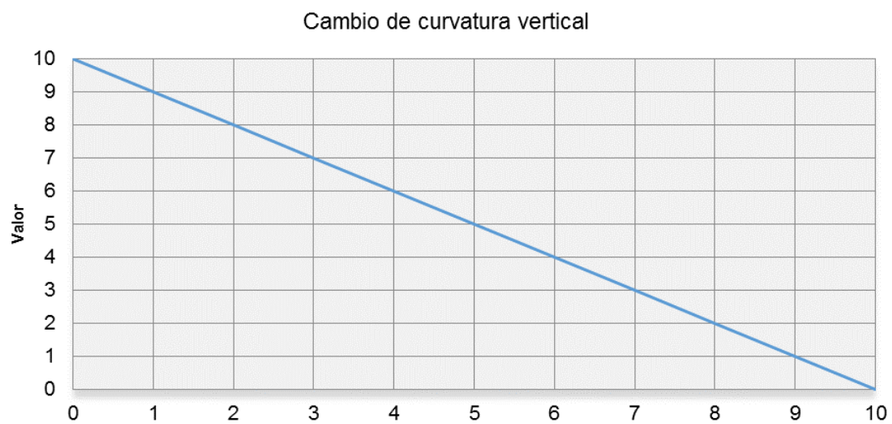
  - Consistencia del trazado.

La consistencia relaciona las características geométricas de una carretera con las que espera encontrar el conductor de un vehículo que circula por ella, es decir, trata de medir la homogeneidad del trazado procurando un nivel de atención sin variaciones bruscas y una fácil adaptación a las condiciones geométricas y operacionales cambiantes. Los indicadores que se establecen son:

- *Cambio de curvatura vertical (VCCR)*. Este parámetro introduce el trazado en alzado en el análisis de la consistencia. Relaciona la suma de las diferencias de las inclinaciones de un acuerdo con la longitud total del tramo. En función del valor que tome VCCR, se clasifica la consistencia en buena, regular y mala de acuerdo a la siguiente tabla:

VCCR (%/km)	Consistencia
VCCR < 5	Buena
5 < VCCR < 10	Regular
VCCR > 10	Mala

Por lo tanto, el valor de este criterio se obtiene en función del VCCR según la siguiente relación:



- *Perfil de velocidades de operación*. Este parámetro permite comparar la diferencia de velocidad entre elementos consecutivos y con la velocidad de proyecto. Se calcula según la siguiente expresión:

$$V_{85} = 102{,}16 - 5.596{,}72 / R$$

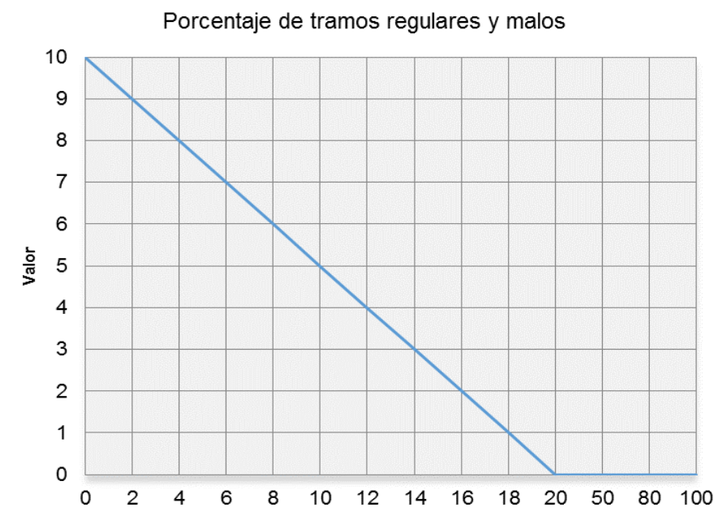
En función del valor que tome ΔV_{85}, se clasifica la consistencia en buena, regular y mala de acuerdo a la siguiente tabla:

ΔV_{85}	Consistencia
ΔV_{85} < 10 km/h	Buena
10 km/h < ΔV_{85} < 20 km/h	Regular
ΔV_{85} > 20 km/h	Mala

Para valorar este criterio se suman los porcentajes de los tramos regulares y malos, penalizando éstos últimos con un coeficiente mayorador, según la expresión:

d = L (tramos regulares) + 2 * L (tramos malos) / L total

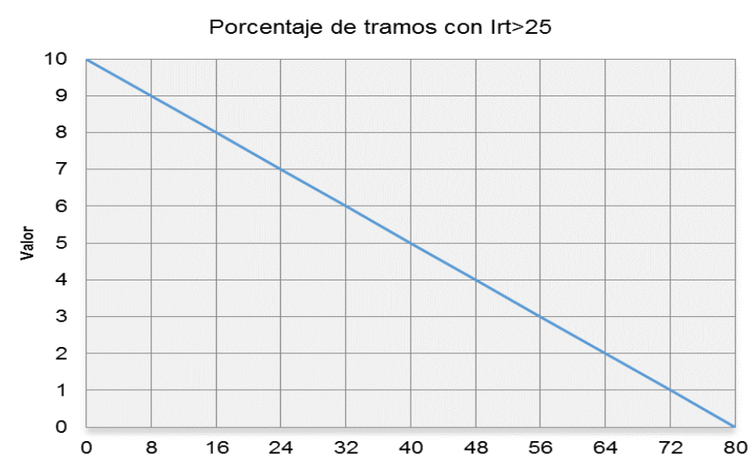
En función del valor de *d*, el valor de este criterio se obtiene según la siguiente relación:



- *Índice de reaparición del trazado (Irt)*. A través de este índice se trata de evaluar la coordinación entre planta y alzado. Se calcula mediante la expresión:

$$Irt = K_v / (i_e - i_s) * longitud$$

Para valores de Irt inferiores a 25 no se produce el efecto pérdida de trazado, pero para valores de superiores, se tiene una probabilidad del 41% de que se produzca. Por lo tanto, en función del porcentaje de tramos con valores de Irt superiores a 25 el indicador tomará los valores según la siguiente relación:



La consistencia del trazado se va a definir mediante una combinación de los criterios explicados anteriormente, estando ponderado cada uno de ellos de la siguiente forma:

Indicador	Ponderación
Cambio de curvatura vertical (VCCR)	0,33
Perfil de velocidades de operación	0,33
Índice de reaparición del trazado	0,33

- Riesgos técnicos en la construcción y durante el periodo de operación.

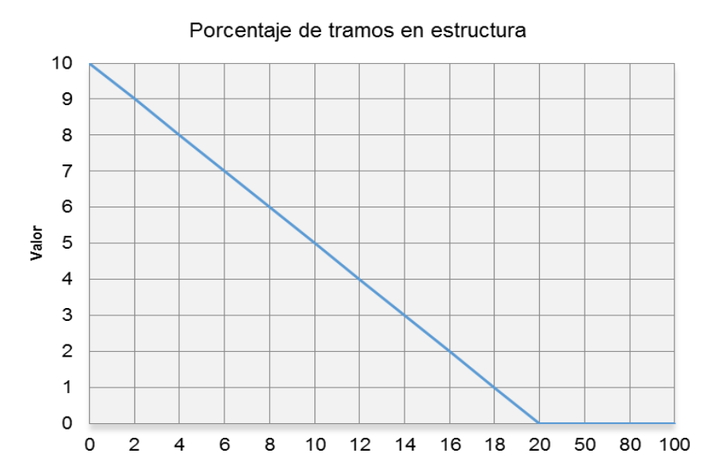
En el análisis de riesgos se realiza en un primer paso la identificación de los orígenes del mismo, así como sus causas y consecuencias potenciales. Posteriormente se analiza y cuantifica el riesgo, atendiendo a sus probabilidades de ocurrencia y el efecto que el riesgo tendría en el proyecto si ocurriese.

Se han seleccionado los siguientes elementos que permiten la evaluación comparativa de las distintas alternativas entre sí desde el punto de vista de riesgos técnicos:

- Presencia de túneles y longitud en estructuras. Se entiende que aquellas alternativas con presencia de túneles y mayor longitud en estructura conllevarían más riesgos.

  Se emplea para ello un indicador que cuantifica el porcentaje del trazado que discurre en túnel o en estructura respecto a la longitud analizada.

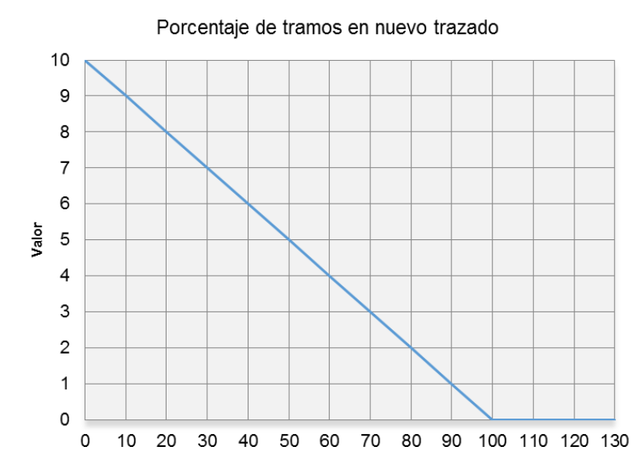
  La variación del indicador es inversamente lineal como se muestra en la siguiente figura, a medida que aumenta el porcentaje afectado el valor del indicador disminuye.



- Tramos de nuevo trazado. Comparativamente las alternativas de nuevo trazado implican más riesgos que las que se apoyan en tramos existentes.

  Para su estimación se ha calculado el porcentaje de tramo en nuevo trazado respecto al total.

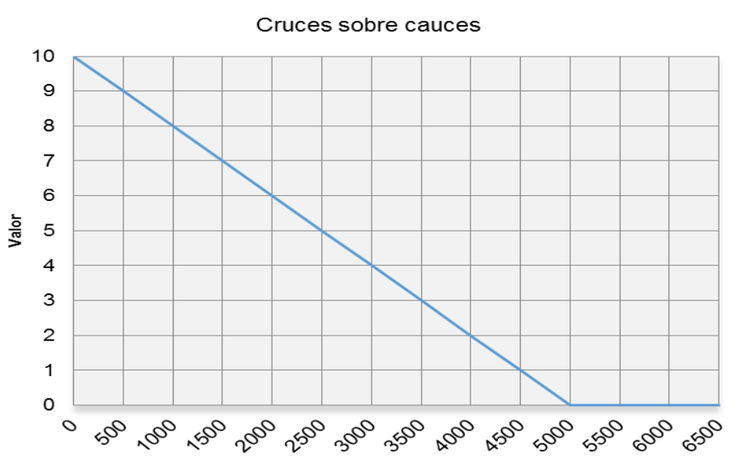
  Como ya ocurría en el indicador anterior, a mayor porcentaje del indicador menor puntuación alcanzada bajo este criterio.



- Cruce de cauces. Las alternativas con este tipo de soluciones comportan mayores riesgos técnicos.

  Para su valoración se ha creado un indicador resultado de multiplicar la longitud sobre cauces multiplicada por el número de cruces realizados.

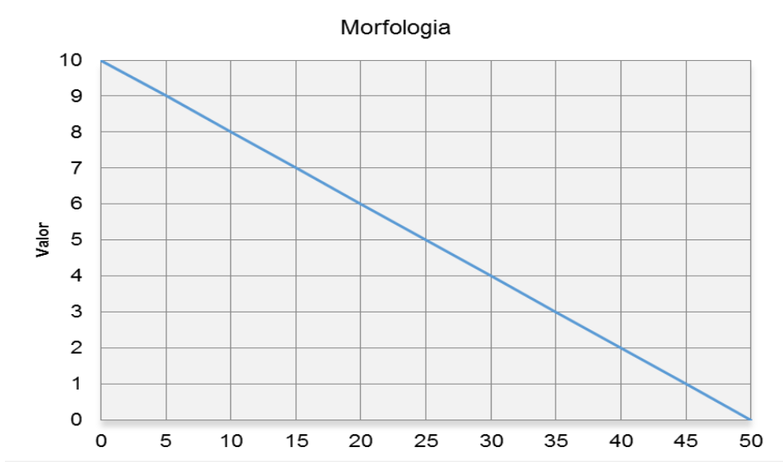
  Con objeto de obtener una puntuación de 0 a 10 y estando calibrado para los valores obtenidos bajo este criterio se ha establecido el siguiente escalado:



- Adaptación a la morfología del trazado. La generación de movimientos de tierra y la presencia de taludes importantes implican mayores riesgos.

  Se emplea para ello un indicador que cuantifica el porcentaje del trazado que genera taludes de más de 15 m (de desmonte o de terraplén) respecto a la longitud analizada.

  La variación del indicador es inversamente lineal como se muestra en la siguiente figura, a medida que aumenta el porcentaje afectado el valor del indicador disminuye.



Los riesgos técnicos se van a definir mediante una combinación de los criterios explicados anteriormente, estando ponderado cada uno de ellos de la siguiente forma:

Indicador	Ponderación
Presencia de túneles y longitud en estructuras	0,25
Tramos en nuevo trazado	0,25
Cruce de cauces	0,25
Adaptación a la morfología del trazado	0,25

- Afección al usuario

Con este criterio se pretende tener en cuenta las demoras ocasionadas al usuario de la carretera existente durante la construcción de la carretera.

Para todos los casos posibles, y siguiendo la metodología general, se evalúa el tiempo de retraso y el plazo durante el cual se produce el mismo. El número de usuarios afectados será la IMD actual en cada tramo.

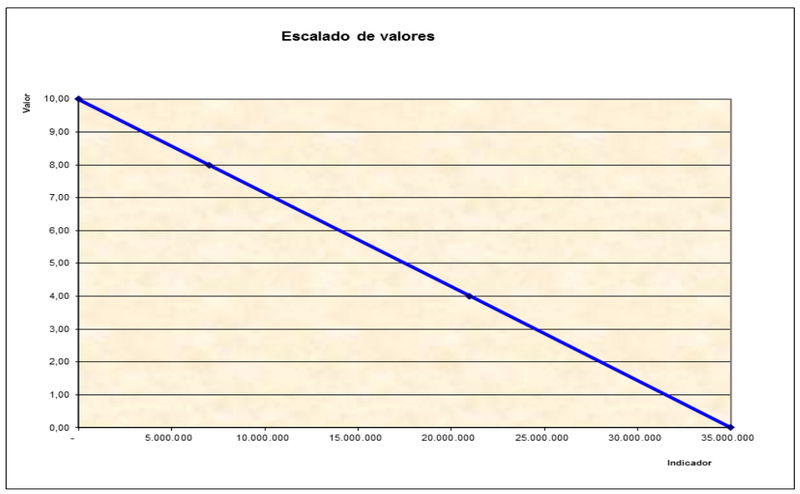
Según el tipo de afección, el tiempo de retraso y la duración, se han contemplado los siguientes casos:

Incidencia	Retardo (s)
Puntual - A	60
Puntual - B	30
Puntual - C	10
Lineal - A	1
Lineal - B	0.2

Con estos cinco tipos va a ser posible clasificar todas las incidencias que puedan aparecer en el trazado, tanto de carácter puntual como lineal. Si se multiplica el retardo, por la longitud afectada en el caso de las incidencias lineales, por la I.M.D. (Intensidad Media Diaria de vehículos), y por la duración del retraso expresada en días, da como resultado el retraso total acumulado que se produce durante la ejecución de las obras en cada incidencia (aparece expresado en horas). La suma de todas las incidencias dará como resultado el retraso total.

$$Indicador = \sum_{i=1}^{n} \mathrm{Re}\,traso_i = \sum_{i=1}^{n} IMD \cdot Días \cdot \mathrm{Re}\,tardo$$

Para equiparar los valores obtenidos en una escala comprendida entre uno y diez se aplica el siguiente escalado. Hay que tener en cuenta que cuanto menor es el retraso total acumulado mayores van a ser las valoraciones de la alternativa bajo este criterio.



- Población atendida por la vía.

Para este criterio se van a emplear dos indicadores:

- Mejora del Nivel de Servicio en la A-1.

  Aquí se calcula una nota media ponderada por longitud de los tramos de la A-1 basándose en el nivel de servicio resultante en la A-1 con la construcción de la variante en cada una de las alternativas. Se asigna una nota de 0 a 10 a los niveles de servicio de la A a F.

- Tráfico captado por la Variante.

  Se ha calculado la IMD ponderada por longitud de los tramos para el año 2025, tanto en la A-1 como en la Variante en cada escenario. La referencia o escenario sin proyecto y cada una de las alternativas desarrolladas.

- **Criterios de Seguridad Vial.**

En el Anejo nº 17 "Evaluación de impacto de las infraestructuras viarias en la seguridad" se estudian las condiciones de seguridad para los usuarios del corredor, incluidos los usuarios vulnerables. Se tienen en cuenta las características del viario (existente y previsto) y las del tráfico pronosticado. Además para las distintas alternativas estudiadas se analizan comparativamente a partir del siguiente análisis:

- Efectos en la seguridad de las existentes, a través del Indicador 1 "Porcentaje de enlaces en los que se debe actuar".

- Efecto de la estacionalidad y las condiciones meteorológicas, a través del Indicador 2 "Desviación estándar relativa a lo largo del año del número de vehículos que circulan en condiciones adversas".

- Efectos de la orientación del trazado, a través del Indicador 3a "Porcentaje de tramos en zonas de sombra combinadas con temperaturas inferiores a cero grados centígrados" y del indicador 3b "Porcentaje de tramos en los que se puede producir deslumbramiento".

- Necesidad de zonas de descanso y aparcamientos de emergencia, a través del Indicador 4a "Zonas de descanso por kilómetro" y del Indicador 4b "Porcentaje de almacenamiento de los aparcamientos de emergencia con respecto IMD_p del tramo".

- Potencial riesgo para la circulación asociado a actividad sísmica, a través del Indicador 5 "Aceleración sísmica horizontal básica a_b".

Por lo tanto, para cada una de las situaciones analizadas se proponen los siguientes indicadores de nivel de seguridad en una escala de 1 a 10 (siendo 10 el mejor resultado desde el punto de vista de la seguridad y 1 el peor).

Adicionalmente se establecen unos pesos relativos para cada uno de los indicadores de forma que reflejen la importancia relativa de cada uno de los aspectos considerados en la seguridad de la circulación.

22.2.1.1.2.3. Ponderación

El objetivo funcional y de Seguridad Vial se va a definir mediante una combinación lineal de los criterios considerados, estando ponderado cada uno de ellos de la siguiente forma:

- Funcionalidad:

  - Este aspecto se va a definir mediante una combinación lineal de los cinco criterios explicados anteriormente (Velocidad de proyecto, consistencia del trazado, riesgos técnicos en la construcción y durante el periodo de operación, afección al usuario y población atendida por la vía) estando ponderado cada uno de ellos de igual forma.

- Criterios de Seguridad Vial:

  - El peso otorgado al indicador 1 "Porcentaje de enlaces en los que se debe actuar" es de 0,30. Se considera que este criterio es relevante puesto que la afección a las rutas utilizadas por los usuarios más vulnerables debe ser tenida en cuenta para actuar en consecuencia y poder crear la infraestructura necesaria para su protección.

  - Se considera que el indicador 2 "Desviación estándar relativa a lo largo del año del número de vehículos que circulan en condiciones adversas" en la seguridad de la circulación no es distintivo entre las alternativas estudiadas ya que todas

ellas atraviesan zonas con una climatología muy parecida. En consecuencia este criterio se excluye de la comparación.

- El peso otorgado al indicador 3a "Porcentaje de tramos en zonas de sombra combinadas con temperaturas inferiores a cero grados centígrados" es de 0,30. Este criterio es importante para determinar la elección de una alternativa u otra. Durante la época invernal se producen episodios frecuentes de temperaturas inferiores a cero grados centrígados (aproximadamente un tercio de los días de los meses de invierno).

- El peso otorgado al indicador 3b "Porcentaje de tramos en los que se puede producir deslumbramiento" es de 0,30. Se considera que este criterio es importante para determinar la elección de una alternativa u otra. El deslumbramiento es causa de accidentes puesto que impide la correcta percepción de la vía por parte del conductor.

- El peso otorgado al indicador 4a "Zonas de descanso por kilómetro" es de 0,10. Se considera que este criterio no es tan determinante entre las distintas alternativas ya que en todas las alternativas existe la posibilidad de ejecutar zonas de descanso. No obstante, sí se puede considerar que es más fácil realizar una zona de descanso en un trazado completamente nuevo en el que la afección a zonas habitadas es menor.

- Se considera que el indicador 4b "Porcentaje de almacenamiento de los aparcamientos de emergencia con respecto IMD_p del tramo" no es distintivo entre las distintas alternativas ya que en todas las alternativas existe la posibilidad de ejecutar aparcamientos de emergencias.

- Por otro lado el indicador 5 "Potencial riesgo para la circulación asociado a actividad sísmica" tampoco diferencia entre las distintas alternativas ya que todas ellas atraviesan zonas con la misma aceleración sísmica horizontal básica y por lo tanto se eliminan ambos criterios de la comparación.

Objetivo funcional y de Seguridad Vial	Indicador	Ponderación
Funcionalidad (40%)	Velocidad de proyecto	0,20
	Consistencia de trazado	0,20
	Riesgos técnicos en la construcción y durante el período de operación	0,20
	Afección al usuario	0,20
	Población atendida por la vía	0,20
Criterios de Seguridad Vial (60%)	Indicador 1	0,30
	Indicador 3a	0,30
	Indicador 3b	0,30
	Indicador 4a	0,10

Además se propone que los Criterios de Seguridad Vial tengan mayor peso relativo frente a los de funcionalidad de cara a calcular el objetivo funcional y de Seguridad Vial.

22.2.1.2. Objetivo medioambiental

22.2.1.2.1. Planteamiento general

La valoración ambiental de las alternativas se realizará a partir de las conclusiones del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) realizado.

22.2.1.2.2. Descripción de la metodología

El Estudio de Impacto Ambiental evalúa las diferentes soluciones (técnicamente viables) planteadas mediante el diseño y análisis de una serie de indicadores que caracterizan la afección sobre el Medio.

Para el análisis se han utilizado los siguientes factores del Medio:

FACTORES DEL MEDIO ANALIZADOS
CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO CLIMÁTICO
CALIDAD ACÚSTICA
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA
EDAFOLOGÍA
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL
HIDROGEOLOGÍA
VEGETACIÓN
FAUNA
ESPACIOS NATURALES DE INTERÉS
PAISAJE
PATRIMONIO CULTURAL Y VÍAS PECUARIAS
POBLACIÓN
PRODUCTIVIDAD SECTORIAL
ORGANIZACIÓN TERRITORIAL
PLANEAMIENTO URBANÍSTICO
GENERACIÓN DE RESIDUOS
RECURSOS NATURALES

Se han seleccionado estos factores como los más representativos del Medio. Para cada uno de los factores del medio se ha creado un indicador numérico o se ha analizado de forma cualitativa.

Tras el análisis se ha caracterizado el impacto sobre el factor como compatible, moderado, severo o crítico.

Por último, para obtener una valoración comparable para valorar el objetivo ambiental en el análisis multicriterio, se ha traducido la caracterización de los impactos numéricamente, de modo que se ha dado un peso a cada uno de los factores de acuerdo a su importancia en el Medio y un valor numérico a los propios impactos, según lo establecido a continuación:

- MUY FAVORABLE: 2
- FAVORABLE: 1
- NULO: 0
- COMPATIBLE: -1
- MODERADO: -2
- SEVERO:-3

El impacto crítico no se cuantifica, ya que un impacto crítico comprometería la viabilidad del proyecto, descartando la alternativa, no siendo viable.

De la conversión numérica se obtiene un valor para cada alternativa, traduciéndose a una valoración entre 1 y 10, siendo 1 el valor de la alternativa más desfavorable, y 10 el correspondiente al trazado óptimo.

Como criterio de partida para el establecimiento de los pesos, se define la alternativa idónea (10 puntos) como aquella que, en fase de construcción da lugar a impactos compatibles sobre todas las variables del medio, a excepción de los espacios naturales, sobre los que el impacto es nulo, y la población, sobre la que el impacto es muy beneficioso; y en fase de explotación genera impactos compatibles sobre todos los factores, salvo en el caso de la hidrogeología y los espacios naturales, sobre los que el impacto es nulo, y en el caso de la población, sobre la que el impacto es beneficioso.

Asimismo, se define la alternativa más desfavorable, aunque viable ambientalmente (1 punto), como aquella que presenta impactos severos sobre todos los elementos del medio, en fase de obra y explotación, a excepción de los impactos sobre la población, que se consideran nulos en ambas fases.

22.2.1.3. Objetivo económico

22.2.1.3.1. Planteamiento general

En el logro de este objetivo se va a considerar tanto la parte estrictamente económica de inversión como la evaluación de la rentabilidad del proyecto. Para la primera parte se utilizará como dato el Presupuesto de Inversión, mientras que para el cumplimiento de rentabilidad puede emplearse el cálculo de ciertos parámetros como son el TIR y el VAN, para lo cual, es necesario conocer la evolución de los costes e inversiones estimadas, a lo largo del periodo de proyecto.

Según se ha desarrollado en el anejo nº 21 “Estudio de Rentabilidad” los criterios más comúnmente empleados para la estimación de la rentabilidad de cada una de las alternativas son los siguientes:

- Valor Actual o Actualizado Neto (VAN): Es la diferencia entre el Beneficio Actualizado Neto (BAN) y el Coste Actualizado Neto (CAN).
- Tasa Interna de Retorno de la inversión (TIR): Es aquella tasa de actualización o descuento para el cual el VAN es nulo, o lo que es lo mismo, se igualan el BAN y el CAN.
- Relación Coste-Beneficio (B/C): Es la relación entre el beneficio actualizado neto (BAN) y el coste actualizado neto (CAN) definiendo una cantidad adimensional que expresa el rendimiento obtenido por cada euro invertido.
- Periodo de recuperación de la inversión (PRI): Es el año para el cual el conjunto de beneficios actualizados hasta la fecha iguala y supera los costes actualizados, o lo que es lo mismo, a partir del que comienzan los beneficios netos.

22.2.1.3.2. Descripción de la metodología

22.2.1.3.2.1. Determinación de indicadores

Se han observado los siguientes indicadores para la clasificación de las alternativas:

- Presupuesto de inversión.
- Tasa Interna de Retorno (TIR).

22.2.1.3.2.2. Evaluación de indicadores

Se explica a continuación la metodología seguida en la evaluación de criterios económicos para la comparación de alternativas.

- Presupuesto de inversión.

El indicador elegido ha sido el valor del Presupuesto de Inversión.

El escalado de valores para el presupuesto (mayores presupuestos se corresponden con menores valores de este criterio) sería:

- Tasa Interna de Retorno (TIR).

La Tasa Interna de Retorno TIR es el tipo de descuento que hace igual a cero el Valor Actualizado Neto (VAN_S) que consiste en descontar los flujos de caja hasta un periodo común de referencia (t=0).

En la evaluación económica (social) de la inversión se tomará la tasa de descuento social, que representa el coste de oportunidad de los recursos utilizados en la nueva infraestructura.

Matemáticamente, la formula a utilizar para la obtención del VAN sería la siguiente:

$$VAN_S = \sum_{t=0}^{T} \frac{\Delta BS_t}{(1+i)^t}$$

Donde:

VAN_S = Valor actual Neto Social

ΔBS_t = Cambio en el beneficio social para el año "t"

i = tasa de descuento social

Tanto los flujos de caja como la tasa de descuento social elegidos se detallan en el anejo nº 21 "Estudio de rentabilidad".

Tras la determinación del valor del TIR se procederá a su correspondiente transformación a una escala comprendida entre el 0 y el 10 cuya distribución es la indicada en la siguiente gráfica:

Escalado de valores de forma que cuanto mayor es la rentabilidad de la inversión, mayor será la puntuación de la alternativa.

22.2.1.3.2.3. Ponderación

El objetivo económico se va a definir mediante una combinación lineal de los dos criterios explicados anteriormente, estando ponderado cada uno de ellos de igual forma:

Indicador	Ponderación
Presupuesto de inversión	0,50
Tasa Interna de Retorno (TIR)	0,50

22.2.1.4. Objetivo territorial

Con la consideración de este objetivo, se desea obtener la alternativa más beneficiosa para el desarrollo territorial del área por la que transcurre.

22.2.1.4.1. Planteamiento general

Para la realización del proceso de análisis territorial se cumplimentan los siguientes aspectos:

a) Dada la generalidad que expresa el objetivo territorial, y con el fin de objetivar al máximo la evaluación del grado de cumplimiento del mismo por parte de las distintas alternativas, se deben establecer indicadores de evaluación.

b) Según la formulación propuesta en apartados posteriores se evalúa el efecto de cada alternativa sobre cada indicador. Estos indicadores deben escalar dicho efecto sobre una escala predefinida, y que será homogénea para todos los criterios de evaluación. Dicha escala será de 0 a 10.

c) Con los indicadores anteriores obtenidos para cada una de las alternativas se obtendrá la matriz de valoración de alternativas en la que se expresa para cada alternativa la evaluación de cada indicador, según la escala homogénea ya dicha.

d) Asignación de pesos o coeficientes de ponderación a cada indicador en función de su grado de aporte a la consecución del mismo.

e) Resultados, valoración y comparación de alternativas.

22.2.1.4.2. Descripción de la metodología

22.2.1.4.2.1. Determinación de indicadores

El criterio que se ha considerado, para la estimación de cómo las distintas alternativas se ciñen a este objetivo de desarrollo territorial del área de estudio, ha sido el de la Accesibilidad General.

Los criterios que se han considerado, para la estimación de cómo las distintas alternativas se ciñen a este objetivo de desarrollo territorial del área de estudio, han sido los siguientes:

- Permeabilidad territorial.
- Conectividad con la red existente.
- Coordinación con otros planeamientos.

Con los valores de cada uno de estos tres criterios se han asignado unos valores de ponderación, obteniéndose así las puntuaciones de cada una de las alternativas estudiadas según este objetivo.

22.2.1.4.2.2. Evaluación de indicadores

- **Permeabilidad territorial**

La comparación de alternativas se realizará mediante el empleo de un indicador con el que poder cuantificar el aumento de las distancias para desplazarse entre ambas márgenes de la nueva vía.

Los parámetros cuya determinación es necesaria para poder estimar este incremento de las distancias de recorrido, son los que se recogen a continuación:

- Número de vías y caminos que atraviesan la futura vía
- Número de pasos superiores e inferiores, incluyendo los pasos de los enlaces

A partir de ambos valores, y dividiendo entre la longitud total de la actuación, se calcula el número de caminos por kilómetro (Dcaminos), y el número de pasos por kilómetro (Dpasos).

Con estos parámetros, se calcula el **indicador de permeabilidad territorial**, que se formula así:

$$Indicador = 10 - Dcam.inos + Dpasos$$

En este caso el indicador coincide con el valor que se le asigna al criterio, ya que el escalado se ha realizado previamente en el cálculo del indicador.

- **Conectividad con la red existente.**

Uno de los objetivos a evaluar es la facilidad de conexión que presenta cada alternativa, tanto con el viario local como con las redes de interés general (autonómicas, nacionales y europeas), de manera que se valore positivamente la contribución de la nueva vía a hacer más tupida y jerarquizada la red de carreteras, considerada desde un punto de vista global.

Para ello se habrá de evaluar y valorar la conectividad de la nueva vía con la red existente en el corredor en el que se desarrolla, discriminando entre las diferentes categorías de carreteras y de enlaces:

Para conseguir este objetivo se aplicarán los siguientes pesos o coeficientes de ponderación, cj:

- Vías de gran capacidad.- cj = 5.
- Carreteras Convencionales (Nacionales o Intercomarcales).- cj = 3.
- Carreteras Locales.- cj = 1.
- Enlace.- cj = 3.

La valoración final de este **indicador de conectividad con la red existente**, se expresa de la siguiente forma:

$$Indicador = \frac{\sum Vc_j \times c_j}{Max(\sum Vc_j \times c_j)} \times 100$$

Donde:

Vcj es la conectividad con carreteras y número de enlaces de la red del área de estudio con las alternativas en estudio.

Cj es el coeficiente de ponderación de la carretera en función de su categoría.

A partir del indicador, se realiza un escalado de valores para uniformizar los valores entre 0 y 10, a través de este escalado:

- **Coordinación con otros planeamientos.**

En este criterio, tendremos en cuenta el planeamiento urbanístico de los municipios afectados. En la decisión de adoptar un trazado u otro de las alternativas se considera la afección que se produce a tres tipos de suelo diferentes:

S.U. Superficie afectada de Suelo Urbano o Urbanizable según el planeamiento
S.N.U. Superficie afectada de Suelo No Urbanizable según el planeamiento
S.R.U. Superficie afectada de Reserva de Viario

Se ha formulado un **indicador de coordinación con el planeamiento** que arroja valores mayores cuanto más sea la superficie de Suelo Urbano o Urbanizable, así como de Suelo No Urbanizable. La función que lo define se puede ver a continuación:

$$Indicador = \frac{1 \times S.R.V. + 3 \times S.N.U. + 10 \times S.U.}{S_{tot}}$$

Dado que cuanto mayor sea el indicador menor será la compatibilidad con el planeamiento, se va a definir un escalado inversamente proporcional al valor del indicador

1.2.1.1.1.1. Ponderación

El objetivo territorial se va a definir mediante una combinación lineal de los tres criterios explicados anteriormente, estando ponderado cada uno de ellos de la siguiente forma:

Indicador	Ponderación
Permeabilidad territorial	0,2
Conectividad con la red existente	0,4
Coordinación con otros planeamientos	0,4

La ponderación de la conectividad con la red existente y la coordinación con otros planeamientos son superiores a la de permeabilidad territorial debido a que, en este caso este último aspecto es comparativamente menos determinante.

22.2.2. ANÁLISIS DE ROBUSTEZ

El análisis de robustez consiste en obtener para cada alternativa las combinaciones de ponderación de los 4 criterios básicos: medioambiental, económico, funcional y territorial en las que son la más favorable y representar gráficamente de una forma explícita el resultado.

Para realizarlo se realizan todas las combinaciones posibles de valoración de las alternativas obteniendo para cada una de ellas la más favorable. Para facilitar este proceso se ha utilizado un programa de ordenador desarrollado por INECO y al que se ha denominado S20.

Las combinaciones posibles responden a la siguiente estructuración:

AMBIENTAL	ECONÓMICO	FUNCIONAL	TERRITORIAL
1	0	0	0
0,99	0,01	0	0
0,99	0	0,01	0
0,99	0	0	0,01
0,98	0,01	0,01	0
0,98	0,01	0	0,01
-	-	-	-
0,01	0	0,01	0,98
0	0,01	0,01	0,98
0,01	0	0	0,99
0	0,01	0	0,99
0	0	0,01	0,99
0	0	0	1

Suponiendo que se realizara con una precisión de 0,01 en el salto de la valoración de cada criterio.

De esta forma se obtiene a continuación en forma de porcentaje el nº de combinaciones con respecto al total para el cual cada alternativa es más favorable.

Es evidente que independientemente del criterio al que se quiera dar más peso, aquellas alternativas cuyo índice sea mayor serán mejores en el conjunto.

22.2.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Consiste el análisis de la sensibilidad en limitar las combinaciones anteriores a aquellas que se encuentren dentro de un intervalo determinado de valoraciones al que llamaremos valor objetivo, y al intervalo de tolerancia de dicho valor objetivo. En este caso, el valor objetivo ha sido:

- Objetivo Funcionalidad y Seguridad Vial 0,25
- Objetivo Ambiental..... 0,25
- Objetivo Económico..... 0,25
- Objetivo Territorial 0,25

Y nuestra tolerancia con respecto a este objetivo de 0,1.

Al igual que en el caso anterior, el índice de sensibilidad de cada alternativa vendrá dado por el porcentaje en que cada una de ellas obtiene la máxima nota con respecto al número de casos totales posibles.

22.3. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

22.3.1. OBJETIVOS

22.3.1.1. Objetivo funcional y de Seguridad Vial

- **Funcionalidad**

A partir del trazado de las alternativas ha sido posible conformar los indicadores que se han evaluado dentro del objetivo funcional, y que en total son cuatro:

- Velocidad de proyecto.

Las Alternativas Este 1.1, Este 1.2, Este 1.3 y Este 2 se han trazado con parámetros amplios por lo que su velocidad teórica se acercaría a la velocidad de proyecto de 120 km/h. En este caso este criterio no es diferenciador entre las alternativas de nuevo trazado y todas obtendrían la máxima puntuación.

Con respecto a la Alternativa Este 3 (ampliación A1) tendría una velocidad de recorrido inferior por lo que su puntuación es menor.

Las puntuaciones obtenidas bajo este criterio serían las siguientes:

Alternativa	Variables		Indicador	Valor
	V teórica	V proyecto		
Alternativa Este 1.1	114,46	120	0,95	9,42
Alternativa Este 1.2	113,37	120	0,94	9,31
Alternativa Este 1.3	114,43	120	0,95	9,42
Alternativa Este 2	120	120	1,00	10,00
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	109,80	120	0,92	8,94

- Consistencia de trazado.

  - *Cambio de curvatura vertical (VCCR)*. Los valores obtenidos de VCCR para cada alternativa y el correspondiente valor de su indicador se resumen en la siguiente tabla:

Alternativa	VCCR	Valor
Alternativa Este 1.1	2,26	7,74
Alternativa Este 1.2	3,83	6,17
Alternativa Este 1.3	2,93	7,07
Alternativa Este 2	2,11	7,89
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	10,09	0,00

  - *Perfil de velocidades de operación.* Hecho el análisis de velocidades de operación, los tramos en los que se detecta una consistencia regular o mala se resumen en la siguiente tabla junto con el valor que toma el indicador para dicho parámetro.

Alternativa	% con consistencia regular o mala	Valor
Alternativa Este 1.1	0,00	10,00
Alternativa Este 1.2	7,31	6,35
Alternativa Este 1.3	4,08	7,96
Alternativa Este 2	0,00	10,00
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	10,66	4,67

  - *Índice de reaparición del trazado (Irt).* Del estudio de este índice se obtiene el porcentaje de longitud en los que Irt es superior a 25. Se resumen en la siguiente tabla junto con el valor que toma el indicador.

Alternativa	% con Irt > 25	Valor
Alternativa Este 1.1	7	9,11
Alternativa Este 1.2	24	6,97
Alternativa Este 1.3	9	8,82
Alternativa Este 2	9	8,83
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	25	6,84

En cuanto a consistencia, con igual ponderación de los anteriores indicadores, se obtienen las siguientes puntuaciones:

	Consistencia de trazado
Alternativa	**Valor**
Alternativa Este 1.1	8,86
Alternativa Este 1.2	6,43
Alternativa Este 1.3	7,87
Alternativa Este 2	8,82
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	3,80

Las alternativas de nuevo trazado obtienen buenas puntuaciones debido a que se han trazado con parámetros amplios. Las alternativas que se apoyan en la actual A-1 alcanzan peores registros siendo la Alternativa Este 3 la de menor puntuación bajo este criterio.

- Riesgos técnicos en la construcción y durante el periodo de operación.

  - *Presencia de túneles y longitud en estructuras*.

    Con el indicador que cuantifica el porcentaje del trazado que discurre en túnel o en estructura respecto a la longitud analizada se obtienen los siguientes valores:

Alternativa	% del tramo en estructura	Valor
Alternativa Este 1.1	7,49	6,26
Alternativa Este 1.2	4,75	7,62
Alternativa Este 1.3	7,59	6,21
Alternativa Este 2	7,44	6,28
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	0,00	10,00

  - *Tramos de nuevo trazado.*

    Se resumen en la siguiente tabla los valores registrados para el porcentaje de tramo en nuevo trazado respecto al total:

Alternativa	% de nuevo trazado	Valor
Alternativa Este 1.1	100,00	0,00
Alternativa Este 1.2	43,37	5,66
Alternativa Este 1.3	73,06	2,69
Alternativa Este 2	100,00	0,00
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	0,00	10,00

  - *Cruce de cauces.*

    Con el indicador que cuantifica la longitud sobre cauces multiplicada por el número de cruces realizados se obtienen los siguientes valores:

Alternativa	Indicador de cauces	Valor
Alternativa Este 1.1	2653	4,69
Alternativa Este 1.2	0,00	10,00
Alternativa Este 1.3	2400	5,20
Alternativa Este 2	1337	7,33
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	0,00	10,00

  - *Adaptación a la morfología del trazado.*

    Se resumen en la siguiente tabla los valores registrados para el porcentaje de tramo que genera taludes de más de 15 m (de desmonte o de terraplén) respecto a la longitud analizada.

Alternativa	% de tramo con taludes > 15 m	Valor
Alternativa Este 1.1	12,42	7,52
Alternativa Este 1.2	9,89	8,02
Alternativa Este 1.3	13,47	7,31
Alternativa Este 2	11,76	7,65
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	0,00	10,00

En cuanto a los riesgos técnicos y de construcción, con igual ponderación de los anteriores indicadores, se obtienen las siguientes puntuaciones:

	Riesgos técnicos y de construcción
Alternativa	**Valor**
Alternativa Este 1.1	4,62
Alternativa Este 1.2	7,83
Alternativa Este 1.3	5,35
Alternativa Este 2	5,31
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	10,00

- Afección al usuario.

Desde el punto de vista de la afección al usuario se obtienen los siguientes valores:

	Afección al usuario	
Alternativa	**Indicador**	**Valor**
Alternativa Este 1.1	198.955	9,94
Alternativa Este 1.2	16.271.008	5,35
Alternativa Este 1.3	8.607.406	7,54
Alternativa Este 2	186.273	9,95
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	21.584.574	3,83

Las mejores alternativas serían las Alternativas Este 1.1 y Este 2 ya que discurren en nuevo trazado. Las alternativas que se apoyan en la A1 (Alternativas Este 1.2, Este 1.3 y Este 3) registran peores puntuaciones, siendo la peor de ellas ésta última de Ampliación de la A1 afectaría a un número mayor de usuarios.

- Población atendida por la vía.

Una vez analizados los 2 indicadores, y aplicándoles el mismo peso relativo, se obtiene el siguiente valor para cada alternativa desde el punto de vista de la población atendida:

	Población atendida por la vía				
Alternativa	**Peso**	**Mejora del Nivel de Servicio en la A-1**	**Peso**	**Tráfico captado por la variante**	**Valor**
Alternativa Este 1.1	0,50	7,43	0,50	3,14	5,28
Alternativa Este 1.2	0,50	8,36	0,50	7,12	7,74
Alternativa Este 1.3	0,50	7,43	0,50	3,67	5,55
Alternativa Este 2	0,50	6,87	0,50	1,02	3,95
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	0,50	7,98	0,50	0,00	3,99

Se observa que la clasificación de las distintas alternativas según este criterio es: en primer lugar la Alternativa Este 1.2 con 7,74, segunda de la Alternativa Este 1.3 con 5,55 y tercera la Alternativa Este 1.2 con 5,28. A notable distancia se encuentran las dos peores clasificadas la Alternativa Este 2 y la Alternativa Este 3.

- **Criterios de Seguridad Vial**

Una vez analizados todos los indicadores, se obtiene un valor medio ponderado para cada alternativa según el criterio de Seguridad Vial.

	Indicador 1. Porcentaje de enlaces en los que se debe actuar			Indicador 3a. Porcentaje de tramos en zona de sombra combinadas con temperaturas inferiores a cero grados centígrados		
Alternativa	Valor	Peso	Total	Valor	Peso	Total
Alternativa Este 1.1	7,50	0,30	2,25	8,49	0,30	2,55
Alternativa Este 1.2	7,50	0,30	2,25	9,34	0,30	2,80
Alternativa Este 1.3	8,57	0,30	2,57	8,21	0,30	2,46
Alternativa Este 2	6,00	0,30	1,80	8,85	0,30	2,66
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	10,00	0,30	3,00	10,00	0,30	3,00

	Indicador 3b. Porcentaje de tramos en los que se puede producir deslumbramiento.			Indicador 4a Zonas de descanso por kilómetro		
Alternativa	Valor	Peso.	Total	Valor	Peso	Total
Alternativa Este 1.1	10,00	0,30	3,00	9,60	0,10	0,96
Alternativa Este 1.2	8,47	0,30	2,54	5,40	0,10	0,54
Alternativa Este 1.3	7,44	0,30	2,23	5,40	0,10	0,54
Alternativa Este 2	8,03	0,30	2,41	9,60	0,10	0,96
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	4,74	0,30	1,42	5,40	0,10	0,54

Alternativa	Criterios de Seguridad Vial
Alternativa Este 1.1	8,76
Alternativa Este 1.2	8,13
Alternativa Este 1.3	7,81
Alternativa Este 2	7,82
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	7,96

Se observa que desde el punto de vista del criterio de la seguridad vial, todas alcanzan buenos registros. En primer lugar se sitúa la Alternativa Este 1.1 con 8,76, seguida de la Alternativas Este 1.2. A cierta distancia se sitúan las tres alternativas restantes, comparativamente peores en la valoración de este aspecto.

Puntuación del objetivo funcional y de Seguridad Vial

Con la nota obtenida por Seguridad Vial, asignándola un peso de 60% y combinándola con un 40% de valoración al aspecto de funcionalidad se obtiene la puntuación del objetivo funcional y de Seguridad Vial.

	Funcionalidad			Criterios de Seguridad Vial		
Alternativa	**Valor**	**Peso**	**Total**	**Valor**	**Peso**	**Total**
Alternativa Este 1.1	7,63	0,40	3,05	8,76	0,60	5,25
Alternativa Este 1.2	7,33	0,40	2,93	8,13	0,60	4,88
Alternativa Este 1.3	7,15	0,40	2,86	7,81	0,60	4,68
Alternativa Este 2	7,61	0,40	3,04	7,82	0,60	4,69
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	6,11	0,40	2,44	7,96	0,60	4,78

A partir de estos valores se obtiene sumando, para cada una de las alternativas, el valor de este objetivo:

Alternativa	Objetivo funcional y de Seguridad Vial
Alternativa Este 1.1	8,30
Alternativa Este 1.2	7,81
Alternativa Este 1.3	7,54
Alternativa Este 2	7,74
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	7,22

Debido a que la zona de estudio no presenta una orografía especialmente complicada, se han podido proyectar trazados generosos en todas las alternativas.

Esto se traduce en que, la Alternativa Este 1.1 es la mejor desde el punto de vista funcional y de Seguridad Vial, a cierta distancia de las Alternativas Este 1.2, Este 2 y Este 1.3. La peor clasificada en el cumplimiento de este objetivo es la Alternativa Este 3 (ampliación A1).

22.3.1.2. Objetivo ambiental

Para el objetivo ambiental, se han extraído los siguientes valores, obtenidos del Estudio de Impacto Ambiental:

Alternativa	Objetivo ambiental
Alternativa Este 1.1	7,00
Alternativa Este 1.2	8,13
Alternativa Este 1.3	6,63
Alternativa Este 2	6,88
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	8,13

Como puede apreciarse en la tabla anterior, las Alternativas Este 1.2 y Este 3, que comparten trazado durante una buena parte de su recorrido, tienen una misma valoración (8,13), que además, constituye la mejor puntuación de todas las alternativas analizadas.

Esto se debe a que gran parte del trazado (en el caso de la Alternativa 1.2), o la totalidad del mismo (en el caso de la Alternativa 3), se plantea como duplicación de la carretera actual, lo que supone menores impactos en cuanto a la ocupación de suelo y los movimientos de tierras. Además, la proximidad a una infraestructura viaria supone que las superficies afectadas no presentan valores ambientales que merezcan su conservación, por tratarse de zonas degradadas como consecuencia de la influencia de la actual A-1. Estos dos trazados suponen, sin embargo, una mayor problemática desde el punto de vista acústico.

Las Alternativas Este 1.3 y 2 son las que presentan tramos más largos en variante, lo que supone una mayor afección a los elementos ambientales presentes en la zona, aspecto que les confiere una peor valoración en el objetivo medioambiental del análisis multicriterio.

22.3.1.3. Objetivo económico

En este objetivo se tienen en cuenta los siguientes indicadores:

- Presupuesto de inversión,
- Tasa Interna de Retorno (TIR)

Presupuesto de inversión

La mejor puntuación la obtiene la Alternativa Este 3 (Ampliación A1) ya que es la que cuenta con el menor presupuesto de inversión. Le siguen las Alternativas Este 1.1 y Este 1.2 que cuentan con presupuestos mayores. Las alternativas más caras son las alternativas Este 2 y Este 1.3 que son en consecuencia las que obtienen peores puntuaciones.

Alternativa	Presupuesto de inversión	Valor
Alternativa Este 1.1	312.624.571,24	7,00
Alternativa Este 1.2	335.717.921,59	6,38
Alternativa Este 1.3	375.815.493,85	5,31
Alternativa Este 2	361.531.875,84	5,69
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	239.545.794,13	8,95

Tasa Interna de Retorno (TIR)

Del anejo nº 21 Estudio de Rentabilidad se obtiene las siguientes tasas de las distintas alternativas:

Alternativa	T.I.R.
Alternativa Este 1.1	3,84
Alternativa Este 1.2	6,12

Alternativa	T.I.R.
Alternativa Este 1.3	1,57
Alternativa Este 2	-0,90
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	0,47

Desde el punto de vista del análisis Coste-Beneficio, la ejecución de las diferentes alternativas obtiene una TIR superior a la tasa de descuento utilizada (3%) para las Alternativas Este 1.1 y Este 1.2, por tanto, ofrece también para ellas un VAN positivo, por lo que se asegura la rentabilidad del proyecto en las dos alternativas y se establece la oportunidad del mismo. En el resto de alternativas la TIR obtenida es inferior a la tasa de descuento.

Estos registros traducidos a notas de 0 a 10 se resumen en la siguiente tabla:

Alternativa	T.I.R.	Valor
Alternativa Este 1.1	3,84	5,84
Alternativa Este 1.2	6,12	8,12
Alternativa Este 1.3	1,57	0,00
Alternativa Este 2	-0,90	0,00
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	0,47	0,00

Comparando las alternativas estudiadas entre sí, desde un punto de vista determinista, se presenta la alternativa Este 1.2 como la más adecuada desde el punto de vista socioeconómico, con unos ratios de rentabilidad mejores que la alternativa Este 1.1.

Con todo se puede concluir que desde el punto de vista económico-social y teniendo en cuenta los parámetros de medida de la rentabilidad VAN y TIR, la alternativa con mejores resultados es la alternativa Este 1.2.

Puntuación del objetivo económico

Con dichos indicadores, y con una ponderación igual para ambos indicadores se obtienen los siguientes valores del objetivo económico:

	Presupuesto de inversión			Tasa Interna de Retorno		
Alternativa	Valor	Peso	Total	Valor	Peso	Total
Alternativa Este 1.1	7,00	0,50	3,50	5,84	0,50	2,92
Alternativa Este 1.2	6,38	0,50	3,19	8,12	0,50	4,06
Alternativa Este 1.3	5,31	0,50	2,66	0,00	0,50	0,00
Alternativa Este 2	5,96	0,50	2,85	0,00	0,50	0,00
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	8,95	0,50	4,47	0,00	0,50	0,00

A partir de estos valores se obtiene sumando, para cada una de las alternativas, el valor de este objetivo:

Alternativa	Objetivo económico
Alternativa Este 1.1	6,42
Alternativa Este 1.2	7,25
Alternativa Este 1.3	2,66
Alternativa Este 2	2,85
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	4,47

La mejor alternativa en el cumplimiento de este objetivo es la Alternativa Este 1.2 ya que, aunque por inversión sea la tercera mejor posicionada, en rentabilidad es claramente y con diferencia la que alcanza mejores registros. Le sigue la Alternativa Este 1.1 y a notable distancia las Alternativa Este 3 (Ampliación A1), Alternativa Este 2 y Alternativa Este 1.3 en este orden.

22.3.1.4. Objetivo territorial

Los indicadores que se han evaluado dentro del objetivo territorial son:

- Permeabilidad territorial
- Conectividad con la red existente
- Coordinación con otros planeamientos

Permeabilidad territorial

La valoración obtenida bajo este criterio sería el siguiente:

Alternativa	Variables			D caminos	D pasos	Indicador	Valor
	Longitud	Caminos	Pasos				
Alternativa Este 1.1	25,37	32	28	1,26	1,10	9,84	9,84
Alternativa Este 1.2	25,23	14	13	0,55	0,52	9,96	9,96
Alternativa Este 1.3	27,68	20	18	0,72	0,65	9,93	9,93
Alternativa Este 2	28,27	34	29	1,20	1,03	9,82	9,82
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	26,20	0	0	0,00	0,00	10,00	10,00

Todas las alternativas obtienen puntuaciones muy altas debido a que se proyecta un número muy similar de pasos al número de caminos interceptados. La Alternativa Este 2 tiene peor puntuación ya que con un número similar de pasos intercepta más caminos.

La mejor alternativa sería la Alternativa Este 3 en la que no se proyecta ningún paso.

Conectividad con la red existente

La Alternativa 1.2 realiza un mayor número de conexiones y con carreteras de mayor entidad por lo que destaca sobre las demás alternativas y resulta la mejor clasificada en este aspecto. Las peores clasificadas son la Alternativa Este 1.1 ya que de entre las alternativas de nuevo trazado es la que menos conecta y la Alternativa Este 3 (Ampliación A1) que no genera nuevas conexiones.

Alternativa	Variables		Indicador	Valor
	A	B		
Alternativa Este 1.1	23	37	0,62	6,22
Alternativa Este 1.2	31	37	0,84	8,38
Alternativa Este 1.3	29	37	0,78	7,84
Alternativa Este 2	26	37	0,70	7,03
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	23	37	0,62	6,22

Coordinación con otros planeamientos

Las Alternativas Este 1.1, 1.3 y Este 3 (Ampliación A1) obtienen buenas puntuaciones en este apartado, siendo superior la valoración de las Alternativa Este 1.2 al discurrir por más zonas de Reserva Viaria y una baja proporción de suelos Urbanos e Urbanizables. A cierta distancia de las anteriores se sitúa, la Alternativa Este 2 que ocupa mayores zonas urbanas e urbanizables.

Alternativa	Variables			Indicador	Valor
	S.U.	S.N.U.	S.R.V.		
Alternativa Este 1.1	105.294,00	1.438.883,00	670.877,38	2,73	7,84
Alternativa Este 1.2	309.510,00	860.223,00	753.648,00	3,34	7,07
Alternativa Este 1.3	174.148,00	1.282.325,00	670.887,00	2,94	7,57
Alternativa Este 2	325.298,00	1.639.866,00	559.745,00	3,46	6,93
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	292.663,00	420.324,00	207.280,00	4,78	5,28

Puntuación del objetivo territorial

Las puntuaciones que se han obtenido para cada uno de los criterios que conforman el objetivo territorial se muestran en la siguiente tabla:

	Permeabilidad territorial			Conectividad con la red existente			Coordinación con otros planeamientos		
Alternativa	Valor	Peso	Total	Valor	Peso	Total	Valor	Peso	Total
Alternativa Este 1.1	9,84	0,20	1,97	6,22	0,40	2,49	7,84	0,40	3,14
Alternativa Este 1.2	9,96	0,20	1,99	8,38	0,40	3,35	7,07	0,40	2,83
Alternativa Este 1.3	9,93	0,20	1,99	7,84	0,40	3,14	7,57	0,40	3,03
Alternativa Este 2	9,82	0,20	1,96	7,03	0,40	2,81	6,93	0,40	2,77
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	10,00	0,20	2,00	6,22	0,40	2,49	5,28	0,40	2,11

A partir de estos valores se obtiene sumando, para cada una de las alternativas, el valor de este objetivo:

Alternativa	Objetivo territorial
Alternativa Este 1.1	7,59
Alternativa Este 1.2	8,17
Alternativa Este 1.3	8,15
Alternativa Este 2	7,55
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	6,60

Las Alternativas Este 1.2 y Este 1.3 obtienen las mejores puntuaciones, situándose a cierta distancia de las Alternativas Este 1.1, Este 2 y Este 3 con lo que ambas se sitúan como mejores bajo el punto de vista territorial.

22.3.2. MÉTODO PATTERN

Integrando los cuatro objetivos de manera que cada uno de ellos represente un 25% de la puntuación total de cada alternativa se obtiene:

Alternativa	Pattern
Alternativa Este 1.1	**7,33**
Alternativa Este 1.2	**7,84**
Alternativa Este 1.3	**6,24**
Alternativa Este 2	**6,25**
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	**6,60**

22.3.3. ANÁLISIS DE ROBUSTEZ Y SENSIBILIDAD

La Alternativa Este 1.2 demuestra una robustez del 94,7%, es decir que en un 94,7% de las posibles combinaciones de pesos de los 4 criterios básicos: medioambiental, funcional y seguridad vial, económico y territorial es favorable la Alternativa Este 1.2. En segunda posición se sitúa la Alternativa Este 1.1 con un 5,3% de las combinaciones.

En cuanto a la sensibilidad, dentro del valor objetivo, la Alternativa Este 1.2 tiene una sensibilidad del 100%.

VARIANTE DE A-1

NUMERO TOTAL DE CASOS ESTUDIADOS :	1.373.701,00
NUMERO TOTAL DE CASOS EN EL OBJETIVO:	45.961,00
OBJETIVO AMBIENTAL	0,25
OBJETIVO ECONOMICO	0,25
OBJETIVO FUNCIONAL Y SEGURIDAD VIAL	0,25
OBJETIVO TERRITORIAL	0,25
VARIACION ADMITIDA +-	10,00

Alternativa	*Zona de sensibilidad*
Alternativa Este 1.1	0,00
Alternativa Este 1.2	100,00
Alternativa Este 1.3	0,00
Alternativa Este 2	0,00
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	0,00

Alternativa	*Volumen del tetraedro*
Alternativa Este 1.1	5,30
Alternativa Este 1.2	94,70
Alternativa Este 1.3	0,00
Alternativa Este 2	0,00
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	0,00

VALOR DE CADA ALTERNATIVA SEGUN CRITERIO PATTERN	
Alternativa	VALOR
Alternativa Este 1.1	7,33
Alternativa Este 1.2	7,84
Alternativa Este 1.3	6,24
Alternativa Este 2	6,25
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	6,60

ALTERNATIVA ESTE 1.1	*1,00*
VALORACION AMBIENTAL	7,00
VALORACION ECONOMICA	6,42
VALORACION FUNCIONAL Y SEG. VIAL	8,30
VALORACION TERRITORIAL	7,59
CASOS EN LA QUE ES MAS FAVORABLE	72.852,00
CASOS DENTRO DEL OBJETIVO EN LA QUE ES MAS FAVORABLE	0,00
VOLUMEN TETRAEDRO EN %	5,30
INTERSECCION CON OBJETIVO EN %	0,00

VERTICES DEL POLIEDRO (SOBRE 100)

AMBIENTAL	ECONÓMICO	FUNCIONAL Y SEG. VIAL	TERRITORIAL
0,00	0,00	100,00	0,00
30,25	0,00	69,75	0,00
0,00	37,12	62,88	0,00
0,00	0,00	54,21	45,79

ALTERNATIVA ESTE 1.2	*2,00*
VALORACION AMBIENTAL	8,13
VALORACION ECONOMICA	7,25
VALORACION FUNCIONAL Y SEG. VIAL	7,81
VALORACION TERRITORIAL	8,17
CASOS EN LA QUE ES MAS FAVORABLE	1.300.849,00
CASOS DENTRO DEL OBJETIVO EN LA QUE ES MAS FAVORABLE	45.961,00
VOLUMEN TETRAEDRO EN %	94,70
INTERSECCION CON OBJETIVO EN %	100,00

VERTICES DEL POLIEDRO (SOBRE 100)

AMBIENTAL	ECONÓMICO	FUNCIONAL Y SEG. VIAL	TERRITORIAL
100,00	0,00	0,00	0,00
0,00	100,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	100,00
30,25	0,00	69,75	0,00
0,00	37,12	62,88	0,00
0,00	0,00	54,21	45,79

ALTERNATIVA ESTE 1.3	*3,00*
VALORACION AMBIENTAL	6,63
VALORACION ECONOMICA	2,66
VALORACION FUNCIONAL Y SEG. VIAL	7,54
VALORACION TERRITORIAL	8,15
CASOS EN LA QUE ES MAS FAVORABLE	0,00
CASOS DENTRO DEL OBJETIVO EN LA QUE ES MAS FAVORABLE	0,00
VOLUMEN TETRAEDRO EN %	0,00
INTERSECCION CON OBJETIVO EN %	0,00

VERTICES DEL POLIEDRO (SOBRE 100)

AMBIENTAL	ECONÓMICO	FUNCIONAL Y SEG. VIAL	TERRITORIAL

ALTERNATIVA ESTE 2	*4,00*
VALORACION AMBIENTAL	6,88
VALORACION ECONOMICA	2,85
VALORACION FUNCIONAL Y SEG. VIAL	7,74
VALORACION TERRITORIAL	7,55
CASOS EN LA QUE ES MAS FAVORABLE	0,00
CASOS DENTRO DEL OBJETIVO EN LA QUE ES MAS FAVORABLE	0,00
VOLUMEN TETRAEDRO EN %	0,00
INTERSECCION CON OBJETIVO EN %	0,00

VERTICES DEL POLIEDRO (SOBRE 100)

AMBIENTAL	ECONÓMICO	FUNCIONAL Y SEG. VIAL	TERRITORIAL

ALTERNATIVA ESTE 3 (AMPLIACIÓN A1)	*5,00*
VALORACION AMBIENTAL	8,13
VALORACION ECONOMICA	4,47
VALORACION FUNCIONAL Y SEG. VIAL	7,22
VALORACION TERRITORIAL	6,60
CASOS EN LA QUE ES MAS FAVORABLE	0,00
CASOS DENTRO DEL OBJETIVO EN LA QUE ES MAS FAVORABLE	0,00
VOLUMEN TETRAEDRO EN %	0,00
INTERSECCION CON OBJETIVO EN %	0,00

VERTICES DEL POLIEDRO (SOBRE 100)

AMBIENTAL	ECONÓMICO	FUNCIONAL Y SEG. VIAL	TERRITORIAL
100,00	0,00	0,00	0,00

22.3.4. CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE ALTERNATIVA

Las Alternativas Este 1.1 y la Alternativa Este 1.2 son las mejores situadas en el análisis realizado a cierta distancia de las 3 alternativas restantes (Alternativa Este 1.3, Alternativa Este 2 y Alternativa Este 3 (Ampliación A1)).

De entre las 2 alternativas mejor clasificadas, la Alternativa Este 1.2 obtiene las mejores puntuaciones ya que desde el punto de vista ambiental, económico y territorial resulta ganadora. Únicamente en el objetivo funcional y de Seguridad Vial se ve superada ligeramente por la Alternativa Este 1.1.

A partir de los resultados del análisis multicriterio y del estudio de robustez y sensibilidad se puede concluir que para la variante de la Autovía A-1 en el tramo en estudio la **alternativa óptima es la Alternativa Este 1.2.**

APÉNDICE 1. ANÁLISIS POR OBJETIVOS

INDICADORES DE FUNCIONALIDAD

Velocidad de proyecto

	Variables			
Alternativa	Vteórica	Vproyecto	Indicador	Valor
Alternativa Este 1.1	114,46	120,00	0,95	9,42
Alternativa Este 1.2	113,37	120,00	0,94	9,31
Alternativa Este 1.3	114,43	120,00	0,95	9,42
Alternativa Este 2	120,00	120,00	1,00	10,00
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	109,80	120,00	0,92	8,94

Escalado de valores

Indicador	Valor
0,20	0,00
0,60	5,00
0,60	5,00
1,00	10,00
2,00	10,00

Variables

V teórica — Velocidad teórica de la vía (km/h)

V proyecto — Velocidad de proyecto de la vía (km/h)

$$Indicador = \frac{Vteórica}{Vproyecto}$$

Consistencia de trazado

	Variables						
Alternativa	Peso 1	Indicador 1	Peso 2	Indicador 2	Peso 3	Indicador 3	Valor
Alternativa Este 1.1	0,33	7,74	0,33	10,00	0,33	9,11	8,86
Alternativa Este 1.2	0,33	6,17	0,33	6,35	0,33	6,97	6,43
Alternativa Este 1.3	0,33	7,07	0,33	7,96	0,33	8,82	7,87
Alternativa Este 2	0,33	7,89	0,33	10,00	0,33	8,83	8,82
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	0,33	-	0,33	4,67	0,33	6,84	3,80

Indicador 1. Cambio de curvatura vertical (VCCR)
Indicador 2. Perfil de velocidades de operación
Indicador 3. Indice de reaparición del trazado (irt)

Riesgos técnicos en la construcción y durante el periodo de operación

Alternativa	Peso 4	Indicador 4	Peso 5	Indicador 5	Peso 6	Indicador 6	Peso 7	Indicador 7	Valor
Alternativa Este 1.1	0,25	6,26	0,25	-	0,25	4,69	0,25	7,52	4,62
Alternativa Este 1.2	0,25	7,62	0,25	5,66	0,25	10,00	0,25	8,02	7,83
Alternativa Este 1.3	0,25	6,21	0,25	2,69	0,25	5,20	0,25	7,31	5,35
Alternativa Este 2	0,25	6,28	0,25	-	0,25	7,33	0,25	7,65	5,31
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	0,25	10,00	0,25	10,00	0,25	10,00	0,25	10,00	10,00

Indicador 4. Túneles o estructuras
Indicador 5. Nuevo trazado
Indicador 6. Cruce con cauces
Indicador 7. Morfología

Indicador 1. Cambio de curvatura vertical (VCCR)

Cálculo del cambio de curvatura vertical (VCCR)		
ALTERNATIVA ESTE 1-1		
i	Inclinación del acuerdo i	Diferencia absoluta
1	0,99816	3,899479
2	-2,901319	3,401319
3	0,5	0,999995
4	-0,499995	1,25003
5	-1,750025	1,250006
6	-0,500019	1,500019
7	1	3
8	-2	2,5
9	0,5	2
10	2,5	3
11	-0,5	1,25
12	0,75	1,25
13	-0,5	2
14	1,5	2,75
15	-1,25	1,75
16	0,5	3
17	3,5	4
18	-0,5	3
19	2,5	3
20	-0,5	1,9
21	1,4	1,9
22	-0,5	4,6
23	4,1	4,1
24	0	0
25	0	0
26	0	0
27	0	0
28	0	0
29	0	0
30	0	0
31	0	0
32	0	0
33	0	0
34	0	0
35	0	0
36	0	0
37	0	0
38	0	0
39	0	0
40	0	0
41	0	0
42	0	0
43	0	0
44	0	0
45	0	0
46	0	0
47	0	0
48	0	0
49	0	0
50	0	0
51	0	0
52	0	0
53	0	0
54	0	0
55	0	0
56	0	0
57	0	0
58	0	0
59	0	0
Total		57,300848
Longitud total del tramo (km)		25,365
VCCR		2,26
<5	Buena	
5-10	Regular	
>10	Mala	

Cálculo del cambio de curvatura vertical (VCCR)		
ALTERNATIVA ESTE 1-2		
i	Inclinación del acuerdo i	Diferencia absoluta
1	0,99816	3,89948
2	-2,90132	3,40132
3	0,5	0,99983
4	-0,49983	1,250186
5	-1,750016	1,249997
6	-0,500019	1,500019
7	1	3
8	-2	2,5
9	0,5	1
10	-0,5	2,646
11	2,146	0,39428
12	2,54028	0,39368
13	2,93396	0,22217
14	3,15613	0,00122
15	3,15735	0,00061
16	3,15796	1E-05
17	3,15795	0,00062
18	3,15857	0,005246
19	3,163816	3,163816
20	0	2,5
tramo c	2,5	3,55
22	-1,05	1,6
23	0,55	0,3
24	0,85	1,75
25	-0,9	1,4
26	0,5	0,8
27	-0,3	0,6
28	0,3	0,2908
29	0,0092	0,0162
30	-0,007	1,857
31	1,85	1,85
32	0	1,2
33	1,2	0,2
34	1,4	0,27
35	1,13	3,03
36	-1,9	1,9046
37	0,0046	0,0229
38	0,0275	0,6725
39	0,7	2,4
40	3,1	2,75
41	0,35	0,45
42	0,8	0,15
43	0,65	1,6
44	-0,95	2,75
45	1,8	3,25
46	-1,45	1,45
47		5,833099
tramo d	-5,83	9,131365
49	3,30	5,374445
50	-2,08	4,120623
51	2,04	0,293777
52	1,75	2,885748
53	4,64	3,472893
54	1,16	1,163522
55	0	0
56	0	0
57	0	0
58	0	0
59	0	0
Total		96,517956
Longitud total del tramo (km)		25,229
VCCR		3,83
<5	Buena	
5-10	Regular	
>10	Mala	

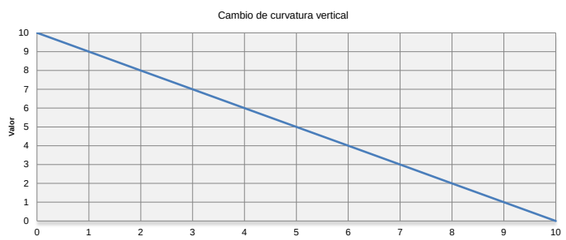
Cálculo del cambio de curvatura vertical (VCCR)		
ALTERNATIVA ESTE 1-3		
i	Inclinación del acuerdo i	Diferencia absoluta
1	0,99816	3,89948
2	-2,90132	3,40132
3	0,5	0,999831
4	-0,499831	1,2502
5	-1,750031	1,250012
6	-0,500019	1,500019
7	1	3
8	-2	2,5
9	0,5	2
10	2,5	3
11	-0,5	1,5
12	1	2
13	-1	2,5
14	1,5	2,75
15	-1,25	4,75
16	3,5	6,5
17	-3	4,5
18	1,5	1,5
19	0	5,833099
tramo d	-5,833099	9,131365
21	3,298266	5,374445
22	-2,076179	4,120623
23	2,044444	0,293777
24	1,750667	2,885748
25	4,636415	3,472893
26	1,163522	1,163522
27	0	0
28	0	0
29	0	0
30	0	0
31	0	0
32	0	0
33	0	0
34	0	0
35	0	0
36	0	0
37	0	0
38	0	0
39	0	0
40	0	0
41	0	0
42	0	0
43	0	0
44	0	0
45	0	0
46	0	0
47	0	0
48	0	0
49	0	0
50	0	0
51	0	0
52	0	0
53	0	0
54	0	0
55	0	0
56	0	0
57	0	0
58	0	0
59	0	0
Total		81,076334
Longitud total del tramo (km)		27,684
VCCR		2,93
<5	Buena	
5-10	Regular	
>10	Mala	

Cálculo del cambio de curvatura vertical (VCCR)		
ALTERNATIVA ESTE 2		
i	Inclinación del acuerdo i	Diferencia absoluta
1	0,99816	3,89948
2	-2,90132	3,40132
3	0,5	0,999831
4	-0,499831	0,728767
5	-1,228598	2,228598
6	1	2
7	3	4
8	-1	2
9	1	1,75
10	-0,75	1,5
11	0,75	1,75
12	-1	1,75
13	0,75	2,75
14	-2	2,5
15	0,5	1,5
16	-1	2,26612
17	1,26612	2,23388
18	3,5	4
19	-0,5	3
20	2,5	3
21	-0,5	1,9
22	1,4	1,9
23	-0,5	4,6
24	4,1	4,1
25	0	0
26	0	0
27	0	0
28	0	0
29	0	0
30	0	0
31	0	0
32	0	0
33	0	0
34	0	0
35	0	0
36	0	0
37	0	0
38	0	0
39	0	0
40	0	0
41	0	0
42	0	0
43	0	0
44	0	0
45	0	0
46	0	0
47	0	0
48	0	0
49	0	0
50	0	0
51	0	0
52	0	0
53	0	0
54	0	0
55	0	0
56	0	0
57	0	0
58	0	0
59	0	0
Total		59,757996
Longitud total del tramo (km)		28,270
VCCR		2,11
<5	Buena	
5-10	Regular	
>10	Mala	

Cálculo del cambio de curvatura vertical (VCCR)		
ALTERNATIVA ESTE 3 Ampliación A1		
i	Inclinación del acuerdo i	Diferencia absoluta
tramo d	-5,833099	9,131365
2	3,298266	5,374445
3	-2,076179	4,120623
4	2,044444	0,293777
5	1,750667	2,885748
6	4,636415	3,472893
7	1,163522	1,163522
8	0	2,5
tramo c	2,5	3,55
10	-1,05	1,6
11	0,55	0,3
12	0,85	1,75
13	-0,9	1,4
14	0,5	0,8
15	-0,3	0,6
16	0,3	0,2908
17	0,0092	0,0162
18	-0,007	1,857
19	1,85	1,85
20	0	1,2
21	1,2	0,2
22	1,4	0,27
23	1,13	3,03
24	-1,9	1,9046
25	0,0046	0,0229
26	0,0275	0,6725
27	0,7	2,4
28	3,1	2,75
29	0,35	0,45
30	0,8	0,15
31	0,65	1,6
32	-0,95	2,75
33	1,8	3,25
34	-1,45	1,45
35	0	1
tramo a	-1	2
37	-3	1,5
38	-4,5	14,5
39	10	10,5
40	-0,5	6,5
41	6	6
42	0	5
43	-5	5
44	0	4
45	-4	11
46	7	7
47	0	5
48	5	5
49	0	5
50	5	4
51	1	2
52	-1	5,5
53	4,5	11
54	-6,5	6
55	-0,5	2,5
56	-3	3
57	0	4,5
58	-4,5	4,5
	0	0
Total		197,056373
Longitud total del tramo (km)		19,524
VCCR		10,09
<5	Buena	
5-10	Regular	
>10	Mala	

Indicador	Valor
0	10
1	9
2	8
3	7
4	6
5	5
6	4
7	3
8	2
9	1
10	0

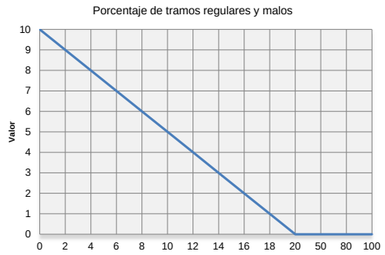
	Indicador	Valor
ALTERNATIVA ESTE 1-1	2,26	7,74
ALTERNATIVA ESTE 1-2	3,83	6,17
ALTERNATIVA ESTE 1-3	2,93	7,07
ALTERNATIVA ESTE 2	2,11	7,89
ALTERNATIVA ESTE 3 Ampliación A1	10,09	0,00



Indicador 2. Perfil de velocidades de operación

Determinación del perfil de velocidades de operación							
ALTERNATIVA ESTE 1-1							
i	Radio i (m)	Longitud	V_{85} (km/h)	Diferencia entre elementos consecutivos	Longitud de tramos regulares	Longitud de tramos malos	d
1	700	715,325	112,2				
2	10.000	504,253	119,6	7,44	0	0	0
3	700	733,568	112,2	7,44	0	0	0
4	1.000	683,401	114,6	2,40	0	0	0
5	1.000	455,621	114,6	0,00	0	0	0
6	1.000	755,760	114,6	0,00	0	0	0
7	1.500	1.329,766	116,4	1,87	0	0	0
8	900	455,421	113,9	2,49	0	0	0
9	700	184,687	112,2	1,78	0	0	0
10	700	332,041	112,2	0,00	0	0	0
11	10.000	1.493,365	119,6	7,44	0	0	0
12	1.600	1.909,292	116,7	2,94	0	0	0
13	1.800	1.657,582	117,1	0,39	0	0	0
14	1.500	1.780,878	116,4	0,62	0	0	0
15	1.200	1.432,140	115,5	0,93	0	0	0
16	1.500	994,847	116,4	0,93	0	0	0
17	1.200	1.256,593	115,5	0,93	0	0	0
18	1.200	1.053,338	115,5	0,00	0	0	0
19	2.000	764,009	117,4	1,87	0	0	0
20	700	385,412	112,2	5,20	0	0	0
<=10 km/h		Buena			Longitud total	25.365,00	0
10 km/h - 20 km/h		Regular					0%
>20 km/h		Mala					

Indicador	Valor
0	10
2	9
4	8
6	7
8	6
10	5
12	4
14	3
16	2
18	1
20	0
50	0
80	0
100	0



	Indicador	Valor
ALTERNATIVA ESTE 1-1	0,00	10,00
ALTERNATIVA ESTE 1-2	7,31	6,35
ALTERNATIVA ESTE 1-3	4,08	7,96
ALTERNATIVA ESTE 2	0,00	10,00
ALTERNATIVA ESTE 3 Ampliación A1	10,66	4,67

Determinación del perfil de velocidades de operación							
ALTERNATIVA ESTE 1-2							
i	Radio i (m)	Longitud	V_{85} (km/h)	Diferencia entre elementos consecutivos	Longitud de tramos regulares	Longitud de tramos malos	d
1	700	715,324	112,2				
2	10.000	524,426	119,6	7,44	0	0	0
3	700	775,519	112,2	7,44	0	0	0
4	1.000	690,158	114,6	2,40	0	0	0
5	10.000	258,364	119,6	5,04	0	0	0
6	1.000	455,447	114,6	5,04	0	0	0
7	1.000	755,784	114,6	0,00	0	0	0
8	1.500	1.329,766	116,4	1,87	0	0	0
9	900	455,423	113,9	2,49	0	0	0
10	700	92,099	112,2	1,78	0	0	0
11	1.200	874,417	115,5	3,33	0	0	0
12	1.200	874,417	115,5	0,00	0	0	0
13	1.500	145,298	116,4	0,93	0	0	0
14	700	80,232	112,2	4,26	0	0	0
tramo c	2.000	79	117,4				
16	2.500	96	117,9	0,56	0	0	0
17	1.500	246	116,4	1,49	0	0	0
18	250	75	97,8	18,66	75	0	75
19	250	112	97,8	0,00	0	0	0
20	250	64	97,8	0,00	0	0	0
21	1.500	220	116,4	18,66	220	0	220
22	1.500	217	116,4	0,00	0	0	0
23	250	73	97,8	18,66	73	0	73
24	250	72	97,8	0,00	0	0	0
25	250	75	97,8	0,00	0	0	0
26	1.500	184	116,4	18,66	184	0	184
27	3.024	159	118,3	1,88	0	0	0
28	4.020	181	118,8	0,46	0	0	0
29	250	57	97,8	20,99	0	57	114
30	40	24	-19,8	117,53	0	24	48
tramo d	450	71	107,7				
32	10.000	775	119,6	11,88	775	0	775
33	750	596	112,7	6,90	0	0	0
34	16.000	1.172	119,8	7,11	0	0	0
35	900	269	113,9	5,87	0	0	0
36	600	224	110,8	3,11	0	0	0
37	700	183	112,2	1,33	0	0	0
38	469	81	108,2	3,94	0	0	0
39	10.000	77	119,6	11,37	77	0	77
40	1.500	215	116,4	3,17	0	0	0
41	10.000	703	119,6	3,17	0	0	0
42	500	40	109,0	10,63	40	0	40
43	10.000	237	119,6	10,63	237	0	237
44	700	503	112,2	7,44	0	0	0
45	10.000	152	119,6	7,44	0	0	0
46	750	350	112,7	6,90	0	0	0
47	10.000	317	119,6	6,90	0	0	0
<=10 km/h		Buena			Longitud total	25.229,00	1.843
10 km/h - 20 km/h		Regular					7%
>20 km/h		Mala					

Determinación del perfil de velocidades de operación							
ALTERNATIVA ESTE 1-3							
i	Radio i (m)	Longitud	V_{85} (km/h)	Diferencia entre elementos consecutivos	Longitud de tramos regulares	Longitud de tramos malos	d
1	700	715,324	112,2				
2	10.000	524,426	119,6	7,44	0	0	0
3	700	775,543	112,2	7,44	0	0	0
4	1.000	690,076	114,6	2,40	0	0	0
5	10.000	258,672	119,6	5,04	0	0	0
6	1.000	455,295	114,6	5,04	0	0	0
7	1.000	755,742	114,6	0,00	0	0	0
8	1.500	1.329,762	116,4	1,87	0	0	0
9	900	455,421	113,9	2,49	0	0	0
10	700	184,687	112,2	1,78	0	0	0
11	700	332,040	112,2	0,00	0	0	0
12	10.000	1.493,373	119,6	7,44	0	0	0
13	10.000	1.493,373	119,6	0,00	0	0	0
14	1.600	1.909,293	116,7	2,94	0	0	0
15	1.800	1.657,579	117,1	0,388661111	0	0	0
16	1.500	1.730,742	116,4	0,62	0	0	0
17	10.000	528,717	119,6	3,17	0	0	0
18	4.000	1.712,075	118,8	0,84	0	0	0
19	10.000	934,701	119,6	0,84	0	0	0
20	10.000	934,701	119,6	0,00	0	0	0
21	700	750,222	112,2	7,44	0	0	0
tramo d	450	71,313	107,7				
23	10.000	774,607	119,6	11,88	775	0	775
24	750	595,928	112,7	6,90	0	0	0
25	16.000	1.171,968	119,8	7,11	0	0	0
26	900	268,821	113,9	5,87	0	0	0
27	600	223,888	110,8	3,11	0	0	0
28	700	183,065	112,2	1,33	0	0	0
29	469	81,087	108,2	3,94	0	0	0
30	10.000	77,372	119,6	11,37	77	0	77
31	1.500	215,100	116,4	3,17	0	0	0
32	10.000	702,891	119,6	3,17	0	0	0
33	500	40,281	109,0	10,63	40	0	40
34	10.000	237,058	119,6	10,63	237	0	237
35	700	502,735	112,2	7,44	0	0	0
36	10.000	151,739	119,6	7,44	0	0	0
37	750	350,227	112,7	6,90	0	0	0
38	10.000	316,873	119,6	6,90	0	0	0
<=10 km/h		Buena			Longitud total	27.684,00	1.129
10 km/h - 20 km/h		Regular					4%
>20 km/h		Mala					

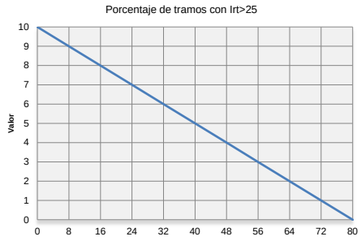
Determinación del perfil de velocidades de operación							
ALTERNATIVA ESTE 2							
i	Radio i (m)	Longitud	V_{85} (km/h)	Diferencia entre elementos consecutivos	Longitud de tramos regulares	Longitud de tramos malos	d
1	700	715,324	112,2				
2	10.000	524,426	119,6	7,44	0	0	0
3	700	775,543	112,2	7,44	0	0	0
4	1.000	690,076	114,6	2,40	0	0	0
5	10.000	258,672	119,6	5,04	0	0	0
6	1.000	469,165	114,6	5,04	0	0	0
7	800	1.220,479	113,2	1,40	0	0	0
8	3.500	1.064,332	118,6	5,40	0	0	0
9	1.000	981,606	114,6	4,00	0	0	0
10	1.200	696,498	115,5	0,93	0	0	0
11	1.200	144,070	115,5	0,00	0	0	0
12	20.000	2.376,646	119,9	4,38	0	0	0
13	1.500	1.870,601	116,4	3,45	0	0	0
14	10.000	1.826,291	119,6	3,17	0	0	0
15	2.000	1.320,303	117,4	2,238688	0	0	0
16	1.500	1.006,550	116,4	0,93	0	0	0
17	1.200	1.454,749	115,5	0,93	0	0	0
18	1.500	994,847	116,4	0,93	0	0	0
19	1.200	1.256,593	115,5	0,93	0	0	0
20	1.200	1.053,338	115,5	0,00	0	0	0
21	2.000	762,814	117,4	1,87	0	0	0
22	700	424,305	112,2	5,196954286	0	0	0
23	700	758,457	112,2	0,00	0	0	0
<=10 km/h		Buena			Longitud total	28.270,00	0
10 km/h - 20 km/h		Regular					0%
>20 km/h		Mala					

Determinación del perfil de velocidades de operación							
ALTERNATIVA ESTE 3 Ampliación A1							
i	Radio i (m)	Longitud	V_{85} (km/h)	Diferencia entre elementos consecutivos	Longitud de tramos regulares	Longitud de tramos malos	d
tramo d	450	71	107,7				
2	10.000	775	119,6	11,88	775	0	775
3	750	596	112,7	6,90	0	0	0
4	16.000	1.172	119,8	7,11	0	0	0
5	900	269	113,9	5,87	0	0	0
6	600	224	110,8	3,11	0	0	0
7	700	183	112,2	1,33	0	0	0
8	469	81	108,2	3,94	0	0	0
9	10.000	77	119,6	11,37	77	0	77
10	1.500	215	116,4	3,17	0	0	0
11	10.000	703	119,6	3,17	0	0	0
12	500	40	109,0	10,63	40	0	40
13	10.000	237	119,6	10,63	237	0	237
14	700	503	112,2	7,44	0	0	0
15	10.000	152	119,6	7,44	0	0	0
16	750	350	112,7	6,90	0	0	0
17	10.000	317	119,6	6,90	0	0	0
tramo c	2.000	79	117,4				
19	2.500	96	117,9	0,56	0	0	0
20	1.500	246	116,4	1,49	0	0	0
21	250	75	97,8	18,66	75	0	75
22	250	112	97,8	0,00	0	0	0
23	250	64	97,8	0,00	0	0	0
24	1.500	220	116,4	18,66	220	0	220
25	1.500	217	116,4	0,00	0	0	0
26	250	73	97,8	18,66	73	0	73
27	250	72	97,8	0,00	0	0	0
28	250	75	97,8	0,00	0	0	0
29	1.500	184	116,4	18,66	184	0	184
30	3.024	159	118,3	1,88	0	0	0
31	4.020	181	118,8	0,46	0	0	0
32	250	57	97,8	20,99	0	57	114
33	40	24	-19,8	117,53	0	24	48
tramo a	10.000	52	119,6				
35	500	19	109,0	10,63	19	0	19
36	950	401	114,3	5,30	0	0	0
37	1.000	171	114,6	0,29	0	0	0
38	1.515	2.491	116,5	1,90	0	0	0
39	10.000	151	119,6	3,13	0	0	0
40	400	218	106,2	13,43	218	0	218
41	400	88	106,2	0,00	0	0	0
42	1.000	653	114,6	8,40	0	0	0
43	10.000	270	119,6	5,04	0	0	0
<=10 km/h		Buena			Longitud total	19.524,00	2.081
10 km/h - 20 km/h		Regular					11%
>20 km/h		Mala					

Indicador 3. Indice de reaparición del trazado (irt)

Cálculo del índice de reaparición del trazado (Irt)							
ALTERNATIVA ESTE 1-1							
i	Kv (m)	Inclinación de la rasante de entrada (%)	Inclinación de la rasante de salida (%)	Diferencia entre rasantes	Distancia entre acuerdos consecutivos	Diferencia entre rasantes	Tramos con Irt>25
1	12.000	1,00	-2,90	3,90	224,513	13,71	0
2	15.000	-2,90	0,50	3,40	863,952	5,10	0
3	25.000	0,50	-0,50	1,00	987,19	25,32	987,19
4	35.000	-0,50	-1,75	1,25	1647,008	17,00	0
5	20.000	-1,75	-0,50	1,25	1023,757	15,63	0
6	40.000	-0,50	1,00	1,50	1462,387	18,23	0
7	30.800	1,00	-2,00	3,00	1095,128	9,37	0
8	15.000	-2,00	0,50	2,50	652,165	9,20	0
9	10.000	0,50	2,50	2,00	558,539	8,95	0
10	20.000	2,50	-0,50	3,00	464,932	14,34	0
11	15.000	-0,50	0,75	1,25	1140,686	10,52	0
12	30.000	0,75	-0,50	1,25	814,652	29,46	814,652
13	20.000	-0,50	1,50	2,00	706,917	14,15	0
14	30.800	1,50	-1,25	2,75	860,445	13,02	0
15	27.500	-1,25	0,50	1,75	844,893	18,60	0
16	25.000	0,50	3,50	3,00	1161,424	7,18	0
17	35.000	3,50	-0,50	4,00	2129,143	4,11	0
18	15.000	-0,50	2,50	3,00	1822,032	2,74	0
19	30.800	2,50	-0,50	3,00	1470,961	6,98	0
20	15.000	-0,50	1,40	1,90	1051,842	7,51	0
21	20.000	1,40	-0,50	1,90	1813,225	5,81	0
22	8.800	-0,50	4,10	4,60	833,456	2,30	0
23		4,10					
<25		Buena			Longitud total	25.365,00	1.802
>25		Regular					7%

Indicador	Valor
0	10
8	9
16	8
24	7
32	6
40	5
48	4
56	3
64	2
72	1
80	0



	Indicador	Valor
ALTERNATIVA ESTE 1-1	7	9,11
ALTERNATIVA ESTE 1-2	24	6,97
ALTERNATIVA ESTE 1-3	9	8,82
ALTERNATIVA ESTE 2	9	8,83
ALTERNATIVA ESTE 3 Ampliación A1	25	6,84

Cálculo del índice de reaparición del trazado (Irt)							
ALTERNATIVA ESTE 1-2							
i	Kv (m)	Inclinación de la rasante de entrada (%)	Inclinación de la rasante de salida (%)	Diferencia entre rasantes	Distancia entre acuerdos consecutivos	Diferencia entre rasantes	Tramos con Irt>25
1	12.000	1,00	-2,90	3,90	224,513	13,71	0
2	15.000	-2,90	0,50	3,40	863,952	5,10	0
3	25.000	0,50	-0,50	1,00	987,344	25,32	987,344
4	35.000	-0,50	-1,75	1,25	1647,706	16,99	0
5	20.000	-1,75	-0,50	1,25	1023,762	15,63	0
6	40.000	-0,50	1,00	1,50	1462,386	18,23	0
7	30.800	1,00	-2,00	3,00	1095,142	9,37	0
8	15.000	-2,00	0,50	2,50	679,133	8,83	0
9	30.800	0,50	-0,50	1,00	638,52	48,24	638,52
10	15.000	-0,50	2,15	2,65	448,471	12,64	0
11	0	2,15	2,54	0,39	245,071	0,00	0
12	0	2,54	2,93	0,39	10	0,00	0
13	0	2,93	3,16	0,22	10	0,00	0
14	0	3,16	3,16	0,00	10	0,00	0
15	0	3,16	3,16	0,00	10	0,00	0
16	0	3,16	3,16	0,00	10	0,00	0
17	0	3,16	3,16	0,00	10	0,00	0
18	0	3,16	3,16	0,01	10	0,00	0
19		3,16					
tramo c	8.000	2,50	-1,05	3,55	168,798	13,35	0
21	16.311	-1,05	0,55	1,60	792,961	12,86	0
22	21.000	0,55	0,85	0,30	424,41	164,93	424,41
23	8.000	0,85	-0,90	1,75	282,197	16,20	0
24	10.000	-0,90	0,50	1,40	286,638	24,92	0
25	10.000	0,50	-0,30	0,80	484,941	25,78	484,941
26	20.000	-0,30	0,30	0,60	206,65	161,30	206,65
27	15.000	0,30	0,01	0,29	314,745	163,88	314,745
28	1.500	0,01	-0,01	0,02	96,885	955,70	96,885
29	3.000	-0,01	1,85	1,86	108,413	14,90	0
30	2.000	1,85	0,00	1,85	70,726	15,29	0
31	7.500	0,00	1,20	1,20	112,26	55,67	112,26
32	20.000	1,20	1,40	0,20	156,697	638,17	156,697
33	22.000	1,40	1,13	0,27	136,785	595,69	136,785
34	1.200	1,13	-1,90	3,03	370,356	1,07	0
35	1.500	-1,90	0,00	1,90	87,193	9,03	0
36	1.500	0,00	0,03	0,02	117,41	557,89	117,41
37	1.400	0,03	0,70	0,67	88,076	23,64	0
38	8.000	0,70	3,10	2,40	245,124	13,60	0
39	8.000	3,10	0,35	2,75	397,568	7,32	0
40	13.500	0,35	0,80	0,45	407,736	73,58	407,736
41	16.000	0,80	0,65	0,15	405,733	262,90	405,733
42	5.000	0,65	-0,95	1,60	174,655	17,89	0
43	3.500	-0,95	1,80	2,75	110,278	11,54	0
44	1.200	1,80	-1,45	3,25	82,641	4,47	0
45		-1,45					
tramo d	1.095	-5,83	3,30	9,13	130,503	0,92	0
47	9.303	3,30	-2,08	5,37	382,951	4,52	0
48	12.134	-2,08	2,04	4,12	1026,105	2,87	0
49	170.197	2,04	1,75	0,29	1634,856	354,37	1634,856
50	17.327	1,75	4,64	2,89	1040,322	5,77	0
51	14.397	4,64	1,16	3,47	1267,388	3,27	0
52		1,16					
<25		Buena			Longitud total	25.229,00	6.125
>25		Regular					24%

Cálculo del índice de reaparición del trazado (Irt)							
ALTERNATIVA ESTE 3 Ampliación A1							
i	Kv (m)	Inclinación de la rasante de entrada (%)	Inclinación de la rasante de salida (%)	Diferencia entre rasantes	Distancia entre acuerdos consecutivos	Diferencia entre rasantes	Tramos con Irt>25
tramo d	1.095	-5,83	3,30	9,13	135,081	0,89	0
2	9.303	3,30	-2,08	5,37	382,951	4,52	0
3	12.134	-2,08	2,04	4,12	1026,105	2,87	0
4	170.197	2,04	1,75	0,29	1634,856	354,37	1634,856
5	17.327	1,75	4,64	2,89	1040,322	5,77	0
6	14.397	4,64	1,16	3,47	1267,388	3,27	0
7		1,16					
tramo c	8.000	2,50	-1,05	3,55	168,798	13,35	0
9	16.311	-1,05	0,55	1,60	792,961	12,86	0
10	21.000	0,55	0,85	0,30	424,41	164,93	424,41
11	8.000	0,85	-0,90	1,75	282,197	16,20	0
12	10.000	-0,90	0,50	1,40	286,638	24,92	0
13	10.000	0,50	-0,30	0,80	484,941	25,78	484,941
14	20.000	-0,30	0,30	0,60	206,65	161,30	206,65
15	15.000	0,30	0,01	0,29	314,745	163,88	314,745
16	1.500	0,01	-0,01	0,02	96,885	955,70	96,885
17	3.000	-0,01	1,85	1,86	108,413	14,90	0
18	2.000	1,85	0,00	1,85	70,726	15,29	0
19	7.500	0,00	1,20	1,20	112,26	55,67	112,26
20	20.000	1,20	1,40	0,20	156,697	638,17	156,697
21	22.000	1,40	1,13	0,27	136,785	595,69	136,785
22	1.200	1,13	-1,90	3,03	370,356	1,07	0
23	1.500	-1,90	0,00	1,90	87,193	9,03	0
24	1.500	0,00	0,03	0,02	117,41	557,89	117,41
25	1.400	0,03	0,70	0,67	88,076	23,64	0
26	8.000	0,70	3,10	2,40	245,124	13,60	0
27	8.000	3,10	0,35	2,75	397,568	7,32	0
28	13.500	0,35	0,80	0,45	407,736	73,58	407,736
29	16.000	0,80	0,65	0,15	405,733	262,90	405,733
30	5.000	0,65	-0,95	1,60	174,655	17,89	0
31	3.500	-0,95	1,80	2,75	110,278	11,54	0
32	1.200	1,80	-1,45	3,25	82,641	4,47	0
33		-1,45					
tramo a	11.000	-1,00	-3,00	2,00	160,668	34,23	160,668
35	11.000	-3,00	-4,50	1,50	277,355	26,44	277,355
36	500	-4,50	10,00	14,50	131,308	0,26	0
37	1.000	10,00	-0,50	10,50	119,468	0,80	0
38	1.000	-0,50	6,00	6,50	156,318	0,98	0
39	2.500	6,00	0,00	6,00	110,056	3,79	0
40	2.000	0,00	-5,00	5,00	526,671	0,76	0
41	2.000	-5,00	0,00	5,00	107,428	3,72	0
42	2.000	0,00	-4,00	4,00	197,871	2,53	0
43	1.500	-4,00	7,00	11,00	874,246	0,16	0
44	1.000	7,00	0,00	7,00	141,116	1,01	0
45	1.000	0,00	5,00	5,00	118,563	1,69	0
46	1.000	5,00	0,00	5,00	292,25	0,68	0
47	1.000	0,00	5,00	5,00	71,578	2,79	0
48	1.500	5,00	1,00	4,00	207,51	1,81	0
49	8.000	1,00	-1,00	2,00	224,893	17,79	0
50	1.000	-1,00	4,50	5,50	119,752	1,52	0
51	1.020	4,50	-6,50	11,00	131,554	0,70	0
52	2.500	-6,50	-0,50	6,00	299,637	1,39	0
53	5.000	-0,50	-3,00	2,50	167,176	11,96	0
54	5.000	-3,00	0,00	3,00	383,325	4,35	0
55	1.000	0,00	-4,50	4,50	157,36	1,41	0
		-4,50					
<25		Buena			Longitud total	19.524,00	4.937
>25		Regular					25%

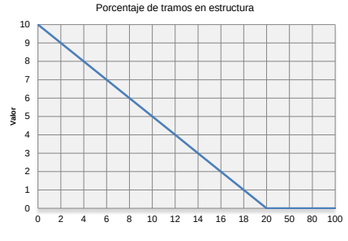
Cálculo del índice de reaparición del trazado (Irt)							
ALTERNATIVA ESTE 1-3							
i	Kv (m)	Inclinación de la rasante de entrada (%)	Inclinación de la rasante de salida (%)	Diferencia entre rasantes	Distancia entre acuerdos consecutivos	Diferencia entre rasantes	Tramos con Irt>25
1	12.000	1,00	-2,90	3,90	224,513	13,71	0
2	15.000	-2,90	0,50	3,40	863,952	5,10	0
3	25.000	0,50	-0,50	1,00	987,344	25,32	987,344
4	35.000	-0,50	-1,75	1,25	1647,701	16,99	0
5	20.000	-1,75	-0,50	1,25	1023,754	15,63	0
6	40.000	-0,50	1,00	1,50	1462,386	18,23	0
7	30.800	1,00	-2,00	3,00	1095,128	9,37	0
8	15.000	-2,00	0,50	2,50	652,165	9,20	0
9	10.000	0,50	2,50	2,00	558,538	8,95	0
10	20.000	2,50	-0,50	3,00	464,932	14,34	0
11	15.000	-0,50	1,00	1,50	1216,838	8,22	0
12	20.000	1,00	-1,00	2,00	940,86	10,63	0
13	20.000	-1,00	1,50	2,50	560,84	14,26	0
14	30.800	1,50	-1,25	2,75	954,736	11,73	0
15	27.500	-1,25	3,50	4,75	1524,197	3,80	0
16	35.000	3,50	-3,00	6,50	2788,682	1,93	0
17	15.000	-3,00	1,50	4,50	1833,071	1,82	0
18		1,50					
tramo d	1.095	-5,83	3,30	9,13	130,503	0,92	0
20	9.303	3,30	-2,08	5,37	382,951	4,52	0
21	12.134	-2,08	2,04	4,12	1026,105	2,87	0
22	170.197	2,04	1,75	0,29	1634,856	354,37	1634,856
23	17.327	1,75	4,64	2,89	1040,322	5,77	0
24	14.397	4,64	1,16	3,47	1267,388	3,27	0
25		1,16					
<25		Buena			Longitud total	27.684,00	2.622
>25		Regular					9%

Cálculo del índice de reaparición del trazado (Irt)							
ALTERNATIVA ESTE 2							
i	Kv (m)	Inclinación de la rasante de entrada (%)	Inclinación de la rasante de salida (%)	Diferencia entre rasantes	Distancia entre acuerdos consecutivos	Diferencia entre rasantes	Tramos con Irt>25
1	12.000	1,00	-2,90	3,90	224,513	13,71	0
2	15.000	-2,90	0,50	3,40	863,952	5,10	0
3	25.000	0,50	-0,50	1,00	987,344	25,32	987,344
4	35.000	-0,50	-1,23	0,73	1647,701	29,15	1647,701
5	20.000	-1,23	1,00	2,23	2594,233	3,46	0
6	30.800	1,00	3,00	2,00	1494,373	10,31	0
7	15.000	3,00	-1,00	4,00	861,338	4,35	0
8	20.000	-1,00	1,00	2,00	645,3	15,50	0
9	15.000	1,00	-0,75	1,75	633,254	13,54	0
10	15.000	-0,75	0,75	1,50	478,541	20,90	0
11	15.000	0,75	-1,00	1,75	1263,051	6,79	0
12	15.000	-1,00	0,75	1,75	857,097	10,00	0
13	20.000	0,75	-2,00	2,75	1359,73	5,35	0
14	15.000	-2,00	0,50	2,50	1073,961	5,59	0
15	15.000	0,50	-1,00	1,50	523,494	19,10	0
16	27.500	-1,00	1,27	2,27	795,822	15,25	0
17	30.000	1,27	3,50	2,23	1724,281	7,79	0
18	35.000	3,50	-0,50	4,00	1681,374	5,20	0
19	15.000	-0,50	2,50	3,00	1894,225	2,64	0
20	30.800	2,50	-0,50	3,00	1344,567	7,64	0
21	15.000	-0,50	1,40	1,90	1301,843	6,06	0
22	20.000	1,40	-0,50	1,90	1813,224	5,81	0
23	8.800	-0,50	4,10	4,60	480,577	3,98	0
24	0	4,10					
<25		Buena			Longitud total	28.270,00	2.635
>25		Regular					9%

Indicador 4. Túneles o estructuras

Determinación de tramos en estructura			
ALTERNATIVA ESTE 1-1			
i	Inicio	Fin	Longitud
1	1.460	1.740	280,000
2	3.440	3.500	60,000
3	3.570	3.660	90,000
4	5.470	5.530	60,000
5	7.180	7.270	90,000
6	8.796	9.210	414,249
7	11.110	11.180	70,000
8	12.160	12.300	140,000
9	12.760	13.090	330,000
10	20.820	20.915	95,066
11	23.500	23.580	80,000
12	23.710	23.900	190,000
Longitud afectada			1.899,32
Longitud analizada			25.365,00
< 10 %		Buena	7,49%
10 - 20 %		Regular	
>20 %		Mala	

Indicador	Valor
0	10
2	9
4	8
6	7
8	6
10	5
12	4
14	3
16	2
18	1
20	0
50	0
80	0
100	0



	Indicador	Valor
ALTERNATIVA ESTE 1-1	7,49	6,26
ALTERNATIVA ESTE 1-2	4,75	7,62
ALTERNATIVA ESTE 1-3	7,59	6,21
ALTERNATIVA ESTE 2	7,44	6,28
ALTERNATIVA ESTE 3 Ampliacion A1	0,00	10,00

Determinación de tramos en estructura			
ALTERNATIVA ESTE 1-2			
i	Inicio	Fin	Longitud
1	1.460	1.740	280,000
2	3.440	3.500	60,000
3	3.570	3.660	90,000
4	7.180	7.270	90,000
Longitud afectada			520,00
Longitud analizada			10.942,00
< 10 %		Buena	4,75%
10 - 20 %		Regular	
>20 %		Mala	

Determinación de tramos en estructura			
ALTERNATIVA ESTE 1-3			
i	Inicio	Fin	Longitud
1	1.460	1.740	280,000
2	3.440	3.500	60,000
3	3.570	3.660	90,000
4	5.470	5.530	60,000
5	7.180	7.270	90,000
6	8.796	9.210	414,249
7	11.110	11.180	70,000
8	12.160	12.300	140,000
9	12.760	13.090	330,000
Longitud afectada			1.534,25
Longitud analizada			20.227,00
< 10 %		Buena	7,59%
10 - 20 %		Regular	
>20 %		Mala	

Determinación de tramos en estructura			
ALTERNATIVA ESTE 2			
i	Inicio	Fin	Longitud
1	1.460	1.740	280,000
2	3.440	3.500	60,000
3	3.570	3.660	90,000
4	6.270	6.758	488,424
5	7.030	7.100	70,000
6	8.750	8.850	100,000
7	9.770	9.930	160,000
8	13.240	13.340	100,000
9	13.820	13.930	110,000
10	15.490	15.590	100,000
11	16.630	16.810	180,000
12	23.840	23.935	95,000
13	25.990	26.070	80,000
14	26.700	26.890	190,000
Longitud afectada			2.103,42
Longitud analizada			28.270,00
< 10 %		Buena	7,44%
10 - 20 %		Regular	
>20 %		Mala	

Determinación de tramos en estructura			
ALTERNATIVA ESTE 3 Ampliacion A1			
i	Inicio	Fin	Longitud
1	0	0	0,000
Longitud afectada			0,00
Longitud analizada			26.198,00
< 10 %		Buena	0,00%
10 - 20 %		Regular	
>20 %		Mala	

Indicador 5. Nuevo trazado

Determinación de tramos en nuevo trazado			
ALTERNATIVA ESTE 1-1			
i	Inicio	Fin	Longitud
1	0+000	4+780	4.780
2	4+780	7+933	3.153
3	7+933	15+320	7.387
4	15+320	16+500	1.180
5	16+500	25+365	8.865
Longitud nueva			25.365,00
Longitud analizada			25.365,00
< 50 %		Buena	100%
50 - 100 %		Regular	
>100 %		Mala	

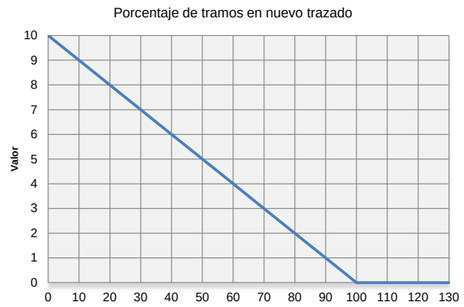
Determinación de tramos en nuevo trazado			
ALTERNATIVA ESTE 1-2			
i	Inicio	Fin	Longitud
1	0+000	4+780	4.780
2	4+780	7+933	3.153
3	7+933	10+942	3.009
Longitud nueva			10.942,00
Longitud analizada			25.229,00
< 50 %		Buena	43%
50 - 100 %		Regular	
>100 %		Mala	

Determinación de tramos en nuevo trazado			
ALTERNATIVA ESTE 1-3			
i	Inicio	Fin	Longitud
1	0+000	4+780	4.780
2	4+780	7+933	3.153
3	7+933	15+320	7.387
4	15+320	16+500	1.180
5	16+500	20+227	3.727
Longitud afectada			20.227
Longitud analizada			27.684
< 50 %		Buena	73%
50 - 100 %		Regular	
>100 %		Mala	

Determinación de tramos en nuevo trazado			
ALTERNATIVA ESTE 2			
i	Inicio	Fin	Longitud
1	0+000	4+780	4.780
2	4+780	18+334	13.554
3	18+334	19+515	1.181
4	19+515	28+270	8.755
Longitud afectada			28.270
Longitud analizada			28.270
< 50 %		Buena	100%
50 - 100 %		Regular	
>100 %		Mala	

Determinación de tramos en nuevo trazado			
ALTERNATIVA ESTE 3 Ampliacion A1			
i	Inicio	Fin	Longitud
1	0	0	0
Longitud afectada			0
Longitud analizada			26.198
< 50 %		Buena	0%
50 - 100 %		Regular	
>100 %		Mala	

Indicador	Valor
0	10
10	9
20	8
30	7
40	6
50	5
60	4
70	3
80	2
90	1
100	0
110	0
120	0
130	0



	Indicador	Valor
ALTERNATIVA ESTE 1-1	100,00	0,00
ALTERNATIVA ESTE 1-2	43,37	5,66
ALTERNATIVA ESTE 1-3	73,06	2,69
ALTERNATIVA ESTE 2	100,00	0,00
ALTERNATIVA ESTE 3 Ampliacion A1	0,00	10,00

Indicador 6. Cruce con cauces

Número de cruces de cauces y su longitud			
ALTERNATIVA ESTE 1-1			
i	Inicio cruce	Fin cruce	Longitud
1	8.796	9.210	414
2	12.160	12.300	140
3	12.760	13.090	330
Cruces con cauces			3
Longitud de cruce			884
Indicador			2653
< 2500		Buena	
2500 - 5000		Regular	
>5000		Mala	

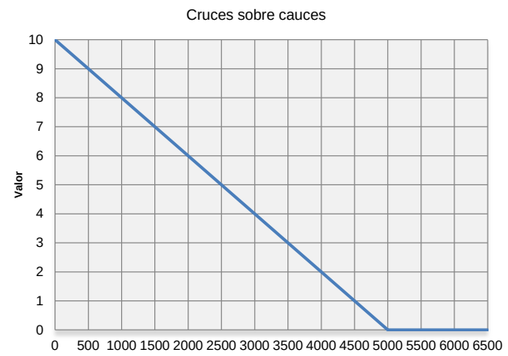
Número de cruces de cauces y su longitud			
ALTERNATIVA ESTE 1-2			
i	Inicio cruce	Fin cruce	Longitud
1			
Cruces con cauces			0
Longitud de cruce			0
Indicador			0
< 2500		Buena	
2500 - 5000		Regular	
>5000		Mala	

Número de cruces de cauces y su longitud			
ALTERNATIVA ESTE 1-3			
i	Inicio cruce	Fin cruce	Longitud
1	12.760	13.090	330,000
2	12.160	12.300	140,000
3	12.760	13.090	330,000
Cruces con cauces			3
Longitud de cruce			800
Indicador			2400
< 2500		Buena	
2500 - 5000		Regular	
>5000		Mala	

Determinación de tramos en estructura			
ALTERNATIVA ESTE 2			
i	Inicio cruce	Fin cruce	Longitud
1	6.270	6.758	488,424
2	16.630	16.810	180,000
Cruces con cauces			2
Longitud de cruce			668
Indicador			1337
< 2500		Buena	
2500 - 5000		Regular	
>5000		Mala	

Número de cruces de cauces y su longitud			
ALTERNATIVA ESTE 3 Ampliacion A1			
i	Inicio cruce	Fin cruce	Longitud
1	0	0	0,000
Cruces con cauces			0
Longitud de cruce			0
Indicador			0
< 2500		Buena	
2500 - 5000		Regular	
>5000		Mala	

Indicador	Valor
0	10
500	9
1000	8
1500	7
2000	6
2500	5
3000	4
3500	3
4000	2
4500	1
5000	0
5500	0
6000	0
6500	0



	Indicador	Valor
ALTERNATIVA ESTE 1-1	2653	4,69
ALTERNATIVA ESTE 1-2	0	10,00
ALTERNATIVA ESTE 1-3	2400	5,20
ALTERNATIVA ESTE 2	1337	7,33
ALTERNATIVA ESTE 3 Ampliacion A1	0	10,00

Indicador 7. Morfología

Cálculo del índice de morfología							
Alternativa	Altura máxima de desmonte	Longitud con desmonte > 15m	Altura máxima de terraplén	Longitud con terraplén > 15m	Longitud total de taludes > 15m	Longitud analizada	%
ALTERNATIVA ESTE 1-1	25,37	660	24,18	2.280	2.940	23.680	12,42%
ALTERNATIVA ESTE 1-2	25,37	340	24,18	580	920	9.305	9,89%
ALTERNATIVA ESTE 1-3	25,37	920	35,35	1.640	2.560	19.000	13,47%
ALTERNATIVA ESTE 2	25,37	440	38,13	2.700	3.140	26.700	11,76%
ALTERNATIVA ESTE 3	2,24	0	4,88	0	0	7.394	0,00%
< 25 %		Buena					
25 - 50 %		Regular					
>50 %		Mala					

Indicador	Valor
0	10
5	9
10	8
15	7
20	6
25	5
30	4
35	3
40	2
45	1
50	0

	Indicador	Valor
ALTERNATIVA ESTE 1-1	12,42	7,52
ALTERNATIVA ESTE 1-2	9,89	8,02
ALTERNATIVA ESTE 1-3	13,47	7,31
ALTERNATIVA ESTE 2	11,76	7,65
ALTERNATIVA ESTE 3	0,00	10,00

Afección del usuario

Variables								
Alternativa	Tipo	Carretera	p.k. inicio	longitud tramo (km)	I.M.D.	Días	Retardo	Retraso
Alternativa Este 1.1	Puntual - A	M-12	-	-	23.526	90	60,00	35.289,00
Alternativa Este 1.1	Puntual - C	R-2	-		8.214	90	10,00	2.053,50
Alternativa Este 1.1	Puntual - A	M-50	3+620		39.535	90	60,00	59.302,50
Alternativa Este 1.1	Puntual - B	M-100	6+800		51.369	90	30,00	38.526,75
Alternativa Este 1.1	Puntual - A	A-1	25+365		42.522	90	60,00	63.783,00
Alternativa Este 1.2	Puntual - A	M-12	-		23.526	90	60,00	35.289,00
Alternativa Este 1.2	Puntual - C	R-2	-		8.214	90	10,00	2.053,50
Alternativa Este 1.2	Puntual - A	M-50	3+620		39.535	90	60,00	59.302,50
Alternativa Este 1.2	Puntual - B	M-100	6+800		51.369	90	30,00	38.526,75
Alternativa Este 1.2	Puntual - A	A-1	10+942		67.323	90	60,00	100.984,50
Alternativa Este 1.2	Puntual - B	E. Sur San Agustín	17+772		4.027	90	30,00	3.020,25
Alternativa Este 1.2	Puntual - C	Molar Sur	25+229		4.411	90	10,00	1.102,75
Alternativa Este 1.2	Lineal - A	Tramo c	10+942	6,830	67.323	60	1,00	7.663.601,50
Alternativa Este 1.2	Lineal - A	Tramo d	17+772	7,457	67.323	60	1,00	8.367.126,85
Alternativa Este 1.3	Puntual - A	M-12	-		23.526	90	60,00	35.289,00
Alternativa Este 1.3	Puntual - C	R-2	-		8.214	90	10,00	2.053,50
Alternativa Este 1.3	Puntual - A	M-50	3+620		39.535	90	60,00	59.302,50
Alternativa Este 1.3	Puntual - B	M-100	6+800		51.369	90	30,00	38.526,75
Alternativa Este 1.3	Puntual - A	A-1	20+227		67.323	90	60,00	100.984,50
Alternativa Este 1.3	Puntual - B	E. Sur San Agustín	20+227		4.027	90	30,00	3.020,25
Alternativa Este 1.3	Puntual - C	Molar Sur	27+684		4.411	90	10,00	1.102,75
Alternativa Este 1.3	Lineal - A	Tramo d	20+227	7,457	67.323	60	1,00	8.367.126,85
Alternativa Este 2	Puntual - A	M-12	-		23.526	90	60,00	35.289,00
Alternativa Este 2	Puntual - C	R-2	-		8.214	90	10,00	2.053,50
Alternativa Este 2	Puntual - A	M-50	3+620		39.535	90	60,00	59.302,50
Alternativa Este 2	Puntual - A	M-111	7+070		8.615	90	60,00	12.922,50
Alternativa Este 2	Puntual - A	M-111	15+550		8.615	90	60,00	12.922,50
Alternativa Este 2	Puntual - A	A-1	28+270		42.522	90	60,00	63.783,00
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	Puntual - C	Alcobendas	-		23.333	90	10,00	5.833,25
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	Puntual - B	M-12	1+700		23.733	90	30,00	17.799,75
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	Puntual - B	M-50	5+237		39.535	90	30,00	29.651,25
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	Puntual - B	M-100	8+500		51.369	90	30,00	38.526,75
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	Puntual - B	E. Sur San Agustín	18+741		4.027	90	30,00	3.020,25
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	Puntual - C	Molar Sur	26+198		4.411	90	10,00	1.102,75
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	Lineal - B	Tramo a	-	5,237	180.750	60	0,20	3.155.292,50
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	Lineal - B	Tramo b	5+237	6,674	103.504	60	0,20	2.302.618,99
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	Lineal - A	Tramo c	11+911	6,830	67.323	60	1,00	7.663.601,50
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	Lineal - A	Tramo d	18+741	7,457	67.323	60	1,00	8.367.126,85

Incidencia	Retardo (s)
Puntual - A	60
Puntual - B	30
Puntual - C	10
Lineal - A	1
Lineal - B	0,2

Alternativa	Indicador	Valor
Alternativa Este 1.1	198.955	9,94
Alternativa Este 1.2	16.271.008	5,35
Alternativa Este 1.3	8.607.406	7,54
Alternativa Este 2	186.273	9,95
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	21.584.574	3,83

$$Indicador = \sum_{i=1}^{n} \mathrm{Re}\,traso_i = \sum_{i=1}^{n} IMD \cdot Días \cdot \mathrm{Re}\,tardo$$

Escalado de valores

Indicador	Valor
-	10,00
7.000.000	8,00
21.000.000	4,00
35.000.000	0,00

Variables

I.M.D.	Intensidad Media Diaria que circula por el tramo objeto de análisis (vehículos) en el año 2025
Días	Duración de la incidencia (días)
Retardo	Retardo que se produce en un punto o en un tramo como consecuencia de la incidencia (s)
Retraso	Retraso total acumulado como consecuencia de la incidencia (h)

Población atendida por la vía

Alternativa	Peso 8	Indicador 8	Peso 9	Indicador 9	Valor
Alternativa Este 1.1	0,50	7,43	0,50	3,14	5,28
Alternativa Este 1.2	0,50	8,36	0,50	7,12	7,74
Alternativa Este 1.3	0,50	7,43	0,50	3,67	5,55
Alternativa Este 2	0,50	6,87	0,50	1,02	3,95
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	0,50	7,98	0,50	-	3,99

Indicador 8. Mejora del Niovel de Servicio en la A-1
Indicador 9. Tráfico captado por la Variante

Ponderaciones

Indicador	Ponderación
Velocidad de proyecto	0,20
Consistencia de trazado	0,20
Riesgos técnicos en la construcción y durante el periodo de operación	0,20
Afección del usuario	0,20
Población atendida por la vía	0,20

Resultados de Funcionalidad

	Velocidad de proyecto			Consistencia de trazado			Riesgos técnicos en la construcción y durante el periodo de operación			Afección del usuario			Población atendida por la vía			
Alternativa	Valor	Ponderación	Total	Valor	Ponderación	Total	Valor	Ponderación	Total	Valor	Ponderación	Total	Valor	Ponderación	Total	Funcionalidad
Alternativa Este 1.1	9,42	0,20	1,88	8,86	0,20	1,77	4,62	0,20	0,92	9,94	0,20	1,99	5,28	0,20	1,06	7,63
Alternativa Este 1.2	9,31	0,20	1,86	6,43	0,20	1,29	7,83	0,20	1,57	5,35	0,20	1,07	7,74	0,20	1,55	7,33
Alternativa Este 1.3	9,42	0,20	1,88	7,87	0,20	1,57	5,35	0,20	1,07	7,54	0,20	1,51	5,55	0,20	1,11	7,15
Alternativa Este 2	10,00	0,20	2,00	8,82	0,20	1,76	5,31	0,20	1,06	9,95	0,20	1,99	3,95	0,20	0,79	7,61
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	8,94	0,20	1,79	3,80	0,20	0,76	10,00	0,20	2,00	3,83	0,20	0,77	3,99	0,20	0,80	6,11

Indicador 8 Mejora del Nivel de Servicio en la A-1

NIVELES DE SERVICIO AÑO 2025

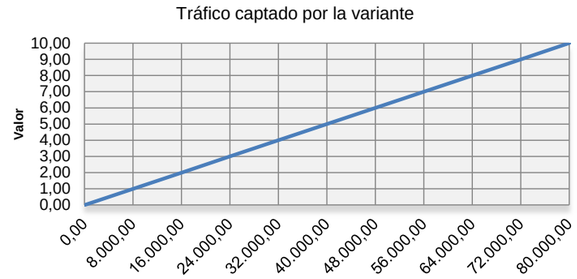
	Tramos de la A-1					
Longitud (km)	5,1	3,5	2,8	2,9	7,4	8,3
Escenario	A.1	A.2	B.1	B.2	C	D
Referencia	D	D	C	B	B	C
Alternativa 1-1	C	C	B	B	B	B
Alternativa 1-2	C	C	A	A	B	A
Alternativa 1-3	C	C	B	B	B	B
Alternativa 2	C	C	B	B	B	C
Alternativa 3	C	C	B	B	B	A

Tabla de conversión NS a Puntos	
NS	PUNTOS
A	10
B	8
C	6
D	4
E	2
F	0

	Tramos de la A-1							
Longitud (km)	5,1	3,5	2,8	2,9	7,4	8,3		
Escenario	A.1	A.2	B.1	B.2	C	D	**Nota Media Ponderada**	NS Medio
Referencia	4	4	6	8	8	6	**6,11**	C
Alternativa 1-1	6	6	8	8	8	8	**7,43**	B
Alternativa 1-2	6	6	10	10	8	10	**8,36**	B
Alternativa 1-3	6	6	8	8	8	8	**7,43**	B
Alternativa 2	6	6	8	8	8	6	**6,87**	B
Alternativa 3	6	6	8	8	8	10	**7,98**	B

Indicador para A-1: Media ponderada de NS 2025 (puntaje)
Indicador para variante: IMD media ponderada (veh. totales) 2025

Indicador 9 Tráfico captado por la Variante



CORREDOR ESTE	**IMD media ponderada (veh. totales) AÑO 2025**		
Escenario	***A-1***	***Variante***	**Nota Media Ponderada**
Referencia	77.529	**0**	**0,00**
Alternativa 1-1	53.085	**25.147**	**3,14**
Alternativa 1-2	61.830	**56.970**	**7,12**
Alternativa 1-3	64.880	**29.342**	**3,67**
Alternativa 2	69.113	**8.192**	**1,02**
Alternativa 3	77.428	**0**	**0,00**

Indicador	**Valor**
0,00	**0,00**
8.000,00	**1,00**
16.000,00	**2,00**
24.000,00	**3,00**
32.000,00	**4,00**
40.000,00	**5,00**
48.000,00	**6,00**
56.000,00	**7,00**
64.000,00	**8,00**
72.000,00	**9,00**
80.000,00	**10,00**

INDICADORES DE SEGURIDAD VIAL

- Efectos en la seguridad de las existentes

Indicador 1. Porcentaje de enlaces en los que se debe actuar

Alternativa	Indicador 1
Alternativa Este 1.1	7,50
Alternativa Este 1.2	7,50
Alternativa Este 1.3	8,57
Alternativa Este 2	6,00
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	10,00

- Efecto de la estacionalidad y las condiciones meteorológicas

Indicador 2. Desviación estándar relativa a lo largo del año del número de vehículos que circulan en condiciones adversas

Alternativa	Indicador 2
Alternativa Este 1.1	3,43
Alternativa Este 1.2	3,43
Alternativa Este 1.3	3,43
Alternativa Este 2	3,43
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	3,43

- Efecto de la orientación del trazado

Indicador 3a Porcentaje de tramos en zonas de sombra combinadas con temperaturas inferiores a cero grados centígrados

Alternativa	Indicador 3a
Alternativa Este 1.1	8,49
Alternativa Este 1.2	9,34
Alternativa Este 1.3	8,21
Alternativa Este 2	8,85
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	10,00

Indicador 3b Porcentaje de tramos en los que se puede producir deslumbramiento.

Alternativa	Indicador 3b
Alternativa Este 1.1	10,00
Alternativa Este 1.2	8,47
Alternativa Este 1.3	7,44
Alternativa Este 2	8,03
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	4,74

- Necesidad de zonas de descanso y aparcamientos de emergencia

Indicador 4a Zonas de descanso por kilómetro

Alternativa	Indicador 4a
Alternativa Este 1.1	9,60
Alternativa Este 1.2	5,40
Alternativa Este 1.3	5,40
Alternativa Este 2	9,60
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	5,40

Indicador 4b Porcentaje de almacenamiento de los aparcamientos de emergencia con respecto a la IMDp del tramo.

Alternativa	Indicador 4b
Alternativa Este 1.1	1,90
Alternativa Este 1.2	1,90
Alternativa Este 1.3	1,90
Alternativa Este 2	1,90
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	1,90

- Potencial riesgo para la circulación asociado a actividad sísmica

Indicador 5. Indicador del potencial riesgo para la circulación asociado a actividad sísmica

Alternativa	Indicador 5
Alternativa Este 1.1	10,00
Alternativa Este 1.2	10,00
Alternativa Este 1.3	10,00
Alternativa Este 2	10,00
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	10,00

Ponderaciones

Indicador	Ponderación
Indicador 1	0,30
Indicador 2	0,00
Indicador 3a	0,30
Indicador 3b	0,30
Indicador 4a	0,10
Indicador 4b	0,00
Indicador 5	0,00

	Indicador 1			Indicador 2			Indicador 3a			Indicador 3b			Indicador 4a			Indicador 4b			Indicador 5			
Alternativa	Valor	Ponderación	Total	Valor	Ponderación	Total	Valor	Ponderación	Total	Valor	Ponderación	Total	Valor	Ponderación	Total	Valor	Ponderación	Total	Valor	Ponderación	Total	Seguridad Vial
Alternativa Este 1.1	7,50	0,30	2,25	3,43		-	8,49	0,30	2,55	10,00	0,30	3,00	9,60	0,10	0,96	1,90	0,00	-	10,00	0,00	-	8,76
Alternativa Este 1.2	7,50	0,30	2,25	3,43		-	9,34	0,30	2,80	8,47	0,30	2,54	5,40	0,10	0,54	1,90	0,00	-	10,00	0,00	-	8,13
Alternativa Este 1.3	8,57	0,30	2,57	3,43		-	8,21	0,30	2,46	7,44	0,30	2,23	5,40	0,10	0,54	1,90	0,00	-	10,00	0,00	-	7,81
Alternativa Este 2	6,00	0,30	1,80	3,43		-	8,85	0,30	2,66	8,03	0,30	2,41	9,60	0,10	0,96	1,90	0,00	-	10,00	0,00	-	7,82
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	10,00	0,30	3,00	3,43		-	10,00	0,30	3,00	4,74	0,30	1,42	5,40	0,10	0,54	1,90	0,00	-	10,00	0,00	-	7,96

INDICADORES DEL OBJETIVO ECONÓMICO

Presupuesto de inversión

Alternativa	Variables Presupuesto de inversión	Valor
Alternativa Este 1.1	312.624.571,24	7,00
Alternativa Este 1.2	335.717.921,59	6,38
Alternativa Este 1.3	375.815.493,85	5,31
Alternativa Este 2	361.531.875,84	5,69
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	239.545.794,13	8,95

Variables
Presupuesto de inversión

Escalado de valores

Indicador	Valor
100.000.000	10,00
200.000.000	10,00
350.000.000	6,00
425.000.000	4,00
575.000.000	0,00

Tasa Interna de Retorno

Alternativa	Variables T.I.R.	Valor
Alternativa Este 1.1	3,84	5,84
Alternativa Este 1.2	6,12	8,12
Alternativa Este 1.3	1,57	0,00
Alternativa Este 2	-0,90	0,00
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	0,47	0,00

Variables
T.I.R. Tasa Interna de Retorno de la inversión en la nueva infraestructura

Escalado de valores

Indicador	Valor
0,00	0,00
2,00	0,00
3,00	5,00
8,00	10,00
25,00	10,00

Resumen del Objetivo Económico

Ponderaciones

Indicador	Ponderación
Presupuesto de inversión	0,50
Tasa Interna de Retorno	0,50

Resultados del Objetivo Economico

Alternativa	Presupuesto de inversión Valor	Ponderación	Total	Tasa Interna de Retorno Valor	Ponderación	Total	Objetivo económico
Alternativa Este 1.1	7,00	0,50	3,50	5,84	0,50	2,92	6,42
Alternativa Este 1.2	6,38	0,50	3,19	8,12	0,50	4,06	7,25
Alternativa Este 1.3	5,31	0,50	2,66	-	0,50	-	2,66
Alternativa Este 2	5,69	0,50	2,85	-	0,50	-	2,85
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	8,95	0,50	4,47	-	0,50	-	4,47

INDICADORES DEL OBJETIVO TERRITORIAL

Permeabilidad territorial

	Variables						
Alternativa	Longitud	Caminos	Pasos	D camino	D pasos	Indicador	Valor
Alternativa Este 1.1	25,37	32	28	1,26	1,10	9,84	9,84
Alternativa Este 1.2	25,23	14	13	0,55	0,52	9,96	9,96
Alternativa Este 1.3	27,68	20	18	0,72	0,65	9,93	9,93
Alternativa Este 2	28,27	34	29	1,20	1,03	9,82	9,82
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	26,20	0	0	-	-	10,00	10,00

Variables

Longitud	Longitud del trazado en kilómetros
Caminos	Número de caminos interceptados por el nuevo trazado
Pasos	Número de pasos superiores e inferiores
D caminos	Densidad de caminos (nº caminos por kilómetro)
D pasos	Densidad de pasos (nº pasos por kilómetro)

$$Indicador = 10 - Dca\min os + Dpasos$$

Conectividad con la red existente

		Variables			
Alternativa	Carreteras conectadas	A	B	Indicador	Valor
Alternativa Este 1.1	M-12, R-2, M-50, M-100, A-1	23,00	37,00	0,62	6,22
Alternativa Este 1.2	M-12, R-2, M-50, M-100, A-1, Race,pol. Ind, enlace sur, enlace norte, mafer, el molar sur	31,00	37,00	0,84	8,38
Alternativa Este 1.3	M-12, R-2, M-50, M-100, A-1, enlace sur, enlace norte, mafer, el molar sur	29,00	37,00	0,78	7,84
Alternativa Este 2	M-12, R-2, M-50, M-111, M-111, A-1	26,00	37,00	0,70	7,03
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	Alcobendas, M-12, N-1, M-50, M-100, A-1, Race,pol. Ind, enlace sur, enlace norte, mafer, el molar sur	23,00	37,00	0,62	6,22

Categoría de carretera enlazada	Ponderación
Vía de gran capacidad	5
Carretera convencional (Nacional o intercomarcal)	3
Carretera Local	1

Categoría de enlace	Ponderación
Enlace	3

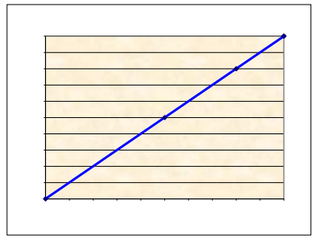
Variables

Vcj	Conectividad con carreteras y número de enlaces de la red del área de estudio con las alternativas en estudio
cj	Coeficiente de ponderación de la carretera en función de su categoría

$$Indicador = \frac{A}{B} = \frac{\sum Vc_j \times c_j}{Max(\sum Vc_j \times c_j)}$$

Escalado de valores

Indicador	Valor
0,00	0,00
0,50	5,00
0,80	8,00
1,00	10,00
1,00	10,00



Coordinación con otros planeamientos

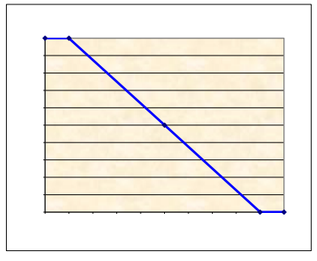
	Variables				
Alternativa	S.U.	S.N.U.	S.R.V.	Indicador	Valor
Alternativa Este 1.1	105.294,00	1.438.883,00	670.877,00	2,73	7,84
Alternativa Este 1.2	309.510,00	860.223,00	753.648,00	3,34	7,07
Alternativa Este 1.3	174.148,00	1.282.325,00	670.877,00	2,94	7,57
Alternativa Este 2	325.298,00	1.639.866,00	559.745,00	3,46	6,93
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	292.663,00	420.324,00	207.280,00	4,78	5,28

Variables

S.U.	Superficie afectada de Suelo Urbano o Urbanizable según el planeamiento
S.N.U.	Superficie afectada de Suelo No Urbanizable según el planeamiento
S.R.V.	Superficie afectada de Reserva de Viario
S tot	Superficie total afectada

$$Indicador = \frac{1 \times S.R.V. + 3 \times S.N.U. + 10 \times S.U.}{S_{tot}}$$

Indicador	Valor
0,00	10,00
1,00	10,00
5,00	5,00
9,00	0,00
10,00	0,00



Resultados del Objetivo Territorial

Ponderaciones

Indicador	Ponderación
Permeabilidad territorial	0,20
Conectividad con la red existente	0,40
Coordinación con otros planeamientos	0,40

	Permeabilidad territorial			Conectividad con la red existente			Coordinación con otros planeamientos			
Alternativa	Valor	Ponderación	Total	Valor	Ponderación	Total	Valor	Ponderación	Total	Objetivo territorial
Alternativa Este 1.1	9,84	0,20	1,97	6,22	0,40	2,49	7,84	0,40	3,14	7,59
Alternativa Este 1.2	9,96	0,20	1,99	8,38	0,40	3,35	7,07	0,40	2,83	8,17
Alternativa Este 1.3	9,93	0,20	1,99	7,84	0,40	3,14	7,57	0,40	3,03	8,15
Alternativa Este 2	9,82	0,20	1,96	7,03	0,40	2,81	6,93	0,40	2,77	7,55
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	10,00	0,20	2,00	6,22	0,40	2,49	5,28	0,40	2,11	6,60

INDICADORES DEL OBJETIVO AMBIENTAL

Alternativa	Objetivo Ambiental
Alternativa Este 1.1	7,00
Alternativa Este 1.2	8,13
Alternativa Este 1.3	6,63
Alternativa Este 2	6,88
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	8,13

PATTERN Y ENTRADA DE DATOS DEL ANÁLISIS DE ROBUSTEZ Y SENSIBILIDAD

	Ámbito				Pattern
Alternativa	Funcional y Seguridad vial	Ambiental	Económico	Territorial	
Alternativa Este 1.1	8,30	7,00	6,42	7,59	7,33
Alternativa Este 1.2	7,81	8,13	7,25	8,17	7,84
Alternativa Este 1.3	7,54	6,63	2,66	8,15	6,24
Alternativa Este 2	7,74	6,88	2,85	7,55	6,25
Alternativa Este 3 (Ampliación A1)	7,22	8,13	4,47	6,60	6,60