

ANEJO Nº 18

ANÁLISIS COSTES/BENEFICIOS Y DE RENTABILIDAD

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	ANÁLISIS DE LA DEMANDA	3
3.	ANÁLISIS DE COSTES	4
3.1.	Costes de Proyecto.....	4
3.2.	Costes de Transporte.....	5
3.2.1.	Costes de funcionamiento.....	5
3.2.2.	Coste del tiempo de recorrido.....	6
3.2.3.	Coste de los accidentes.....	6
4.	RENTABILIDAD ECONÓMICA.....	7
5.	MODELO DE CÁLCULO.....	7
5.1.	Tráfico.....	7
5.2.	Características geométricas de los tramos objeto de cálculo.....	8
6.	RESULTADOS OBTENIDOS	8

1. INTRODUCCIÓN

En este Anejo se desarrolla la justificación económica de la rentabilidad de la ejecución de las alternativas planteadas en el “Estudio Informativo de Alternativas de conexión entre la Autovía Trujillo-Cáceres (A-58) y la Autovía de La Plata (A-66) en el entorno de Cáceres”.

Se han planteado 7 alternativas, cinco de ellas en el primer tramo, entre la A-58 y la A-66, y otras dos, entre la A-66 y la EX-A4. Para el cálculo de la rentabilidad necesitaremos estudiar las 15 situaciones que resultan de combinar las 5 alternativas del primer tramo con las alternativas 6 y 7 del segundo y la alternativa 0 (que supone no realizar ninguna actuación en el segundo tramo).

Para lograr este objetivo se van a emplear las instrucciones recogidas en la publicación "Recomendaciones para la evaluación económica, Coste-Beneficio, de estudios y proyectos de carreteras" publicado con fecha Octubre de 1990 por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (M.O.P.T.M.A.). En dicho documento se desarrollaron las pautas teóricas más relevantes de la evaluación económica de proyectos de carreteras.

El estudio comienza con la delimitación, identificación y definición de la zona en cuestión, contemplando todas las características tanto de la situación actual como de todas las alternativas.

El cálculo de la rentabilidad de un proyecto se basa en la diferencia entre los costes de mantenimiento de la situación actual frente a los beneficios generados como consecuencia de la realización del nuevo proyecto. Los beneficios se obtienen para cada año como diferencia entre los costes generales de transporte en la situación actual y los de cada una de las alternativas.

Paralelamente al desarrollo anterior se realiza un análisis de la demanda en función del estudio de tráfico, para lo que se calcula la distribución diaria a lo largo del año y la distribución por frecuencias de las intensidades horarias.

El resultado de estas operaciones es la obtención de un ajuste de frecuencias, válido para el estudio, en el que se contempla el número de vehículos que circula por el trazado para cada intervalo.

Refundiendo la información obtenida en ambos procesos, se calcula la capacidad de la carretera, así como la velocidad media de recorrido de vehículos ligeros y pesados para cada uno de los intervalos.

Conocida la evolución durante todo el proceso de la IMD y las velocidades medias de cada tramo de cada alternativa se comienza el cálculo de los costes propiamente dichos.

Se contemplan básicamente dos tipologías de costes, que son los de proyecto y los de transporte. Los primeros pasan al estudio de rentabilidad como gastos y los segundos como ingresos (concretamente como la diferencia entre los generados por la situación actual y cada alternativa).

El análisis somero de los costes de proyecto denota su descomposición en gastos de primera implantación y de rehabilitación y conservación.

Los gastos por implantación son la repercusión anual durante todo el período del sumatorio de los generados por la redacción y ejecución del proyecto junto a la dirección de obra.

Los de rehabilitación y conservación se establecen basándose en unos ratios contenidos en el documento de recomendación y en función de la longitud del tramo.

Por otra parte, los costes de transporte adquieren una mayor complejidad al obtenerse como consecuencia de los gastos de funcionamiento, coste del tiempo de recorrido y coste de los accidentes.

Los gastos de funcionamiento a su vez se descomponen en los generados por amortización de los vehículos, conservación de estos, consumos de combustibles, de lubricantes y de neumáticos.

Estos procesos permiten construir una tabla en la que se incluyen los costes y beneficios durante el período de estudio y, en consecuencia, la variación de la diferencia de ambos.

Esta diferencia entre costes y beneficios constituye la base del cálculo de los indicadores de rentabilidad económica del proyecto, tales como Valor Actualizado Neto (VAN), relación coste-beneficio (B/C), Período de Recuperación de la inversión (PRI) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

A continuación se describe más detalladamente cada uno de estos procesos.

2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Un correcto análisis de la previsión de tráfico comprende materias cuya complejidad es conocida y en cuyos desarrollos intervienen múltiples factores.

Para la determinación de los intervalos de igual demanda se parte de la información facilitada por la estación primaria del Ministerio de Fomento situada en la N-521, en el p.k. 41+900, situada cerca de Cáceres. De esta estación se ha tomado la distribución semanal, y la distribución mensual. Para completar esta información se ha tomado de la estación CC-17, situada en el acceso a Cáceres por el Oeste, en la N-521, la distribución horaria del tráfico. La proximidad de ambas estaciones permite emplear los datos simultáneamente con el propósito de averiguar la distribución horaria a lo largo del año.

Los datos de estas estaciones son las siguientes:

HORA	ih total	DÍA	% IMD	MES	% IMD
1	1.41%	L	102%	1	90%
2	0.82%	M	104%	2	97%
3	0.60%	X	102%	3	104%
4	0.37%	J	105%	4	110%
5	0.43%	V	109%	5	106%
6	0.77%	S	87%	6	104%
7	1.92%	D	89%	7	104%
8	5.13%			8	103%
9	6.19%			9	95%
10	5.94%			10	97%
11	5.38%			11	95%
12	5.58%			12	88%
13	6.16%				
14	6.79%				
15	6.95%				
16	5.70%				
17	5.79%				
18	5.94%				
19	7.07%				
20	6.93%				
21	6.11%				
22	4.33%				
23	2.50%				
24	1.32%				

De dicha estación se dispone de la distribución horaria del tráfico en un día medio (porcentaje de la IMD), la distribución diaria de la semana media y la distribución del tráfico durante los 12 meses del año.

En consecuencia, del resultado de multiplicar las 24 horas del día, por los 7 días de la semana por los 12 meses del año (con 4,34 semanas de media cada mes) se obtienen 8.760 intensidades horarias cuyo sumatorio debe aproximarse lo más posible al resultado de multiplicar la IMD por 365 días.

Se han establecido cinco intervalos de intensidad horaria, expresada en porcentaje de la IMD, para cada uno de los cuales se indica el porcentaje del número total de horas que se alcanza dicho intervalo.

INTERVALO DE LA I.M.D.				
MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA
0.0%	2.5%	1.25%	35.62%	35.62%
2.5%	5.0%	3.75%	12.00%	47.62%
5.0%	7.5%	6.25%	48.96%	96.58%
7.5%	10.0%	8.75%	3.42%	100.00%
10.0%	12.5%	11.25%	0.00%	100.00%

3. ANÁLISIS DE COSTES

Se van a distinguir dos tipos de costes: los costes de proyecto y los costes de transporte.

3.1. COSTES DE PROYECTO.

Los costes de proyecto son los recursos reales y escasos consumidos a lo largo de la vida útil y comprende los generados por realización del proyecto, dirección de obra, compra de terrenos, expropiaciones, reposición de servicios, obra civil, etc. junto a los de rehabilitación y explotación que se presentan con carácter cíclico. El valor a adoptar según la publicación del Servicio de Planeamiento es de:

$$Valor = \frac{1}{1,16} CosteContrata + Expropiaciones$$

Coste de Contrata = P.B.L. + Coste de Dirección de obra + Coste de Dirección de Proyecto

Se puede estimar que el Coste de la Dirección de Obra y de la Dirección de Proyecto suponen un 6% del P.B.L.

En el *Anejo 16.- Valoración de las obras*, se han obtenido los siguientes presupuestos, para cada una de las alternativas:

	P.B.L.	EXPROPIACIONES	1/1.16 Coste Contrata + EXPR.
Alternativa 1	37.614.420,55	167.879	34.539.677,09
Alternativa 2	38.534.985,56	180.890	35.393.894,05
Alternativa 3	38.740.688,82	176.810	35.577.784,27
Alternativa 4	39.386.386,13	189.281	36.180.289,02
Alternativa 5	75.166.166,15	94.990	68.781.314,24
Alternativa 6	10.285.303,05	11.982	9.410.620,99
Alternativa 7	20.531.484,04	110.540	18.872.068,52

Por lo tanto, para el cálculo de la rentabilidad de las 15 combinaciones resultantes tendremos los valores que aparecen en la siguiente tabla. Donde la alternativa 6+1 es la combinación de realizar la alternativa 1 en el primer tramo y la 6 en el segundo, la alternativa 0+1 es la combinación en la cual sólo se procede a la ejecución de la alternativa 1 en el primer tramo y en el segundo no se actúa.

	P.B.L.	EXPROPIACIONES	1/1.16 Coste Contrata + EXPR.
Alternativa 1 +6	47.899.723,60	179.861	43.950.298,08
Alternativa 1 +7	58.145.904,59	278.419	53.411.745,61
Alternativa 1 +0	37.614.420,55	167.879	34.539.677,09
Alternativa 2 +6	48.820.288,61	192.872	44.804.515,04
Alternativa 2 +7	59.066.469,60	291.430	54.265.962,57
Alternativa 2 +0	38.534.985,56	180.890	35.393.894,05
Alternativa 3 +6	49.025.991,87	188.792	44.988.405,26
Alternativa 3 +7	59.272.172,86	287.350	54.449.852,79
Alternativa 3 +0	38.740.688,82	176.810	35.577.784,27
Alternativa 4 +6	49.671.689,18	201.263	45.590.910,01
Alternativa 4 +7	59.917.870,17	299.821	55.052.357,53
Alternativa 4 +0	39.386.386,13	189.281	36.180.289,02
Alternativa 5 +6	85.451.469,20	106.972	78.191.935,23
Alternativa 5 +7	95.697.650,19	205.530	87.653.382,76
Alternativa 5 +0	75.166.166,15	94.990	68.781.314,24

Se considera que la inversión para la ejecución de las obras se va a acometer en dos anualidades idénticas en los años 2010 y 2011, siendo el año de puesta en servicio el 2012. Se considera además una vida útil de 20 años, siendo el año de horizonte el 2032.

Los gastos de rehabilitación se estudian como un desembolso de 130.345,46 euros por kilómetro de calzada (hay que multiplicar ese coste por dos en el caso de carreteras duplicadas, autovías y autopistas) cada 8 años y, los de explotación, como un gasto anual variable linealmente desde 1.303,45 euros por kilómetro el primer año, creciendo linealmente hasta duplicarse en el séptimo año.

3.2. COSTES DE TRANSPORTE.

Los beneficios de una alternativa son los generados como la diferencia entre los costes de transporte de la situación actual y los de la propia alternativa.

Los componentes del coste de transporte son los siguientes:

3.2.1. Costes de funcionamiento

Se distinguen cuatro tipos de costes de funcionamiento: amortización, mantenimiento y conservación, consumo de combustibles, consumo de lubricantes y gasto de neumáticos.

AMORTIZACIÓN.

Son aquellos generados por la depreciación del vehículo y se producen como consecuencia del tiempo de posesión, de la longitud recorrida, de las características de los recorridos y de la conservación y mantenimiento de este.

Desde un punto de vista socio-económico el tiempo, y sobre todo los primeros años, es el factor más determinante de la depreciación, y el estado de conservación y mantenimiento debido a los recorridos se imputan directamente a otro apartado en función de las características geométricas.

Estos costes ascienden a 0,04 €/km, en el caso de vehículos ligeros, y 0,06 €/km en el caso de vehículos pesados.

MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN.

Son los generados por frenos, lubricantes, puesta a punto y pequeñas reparaciones desglosados para turismos y vehículos pesados en función de la velocidad media.

Para vehículos ligeros se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{Coste} = 0,18 \times \text{velocidad media} - 0,449$$

Para vehículos pesados es directamente 0,09 €

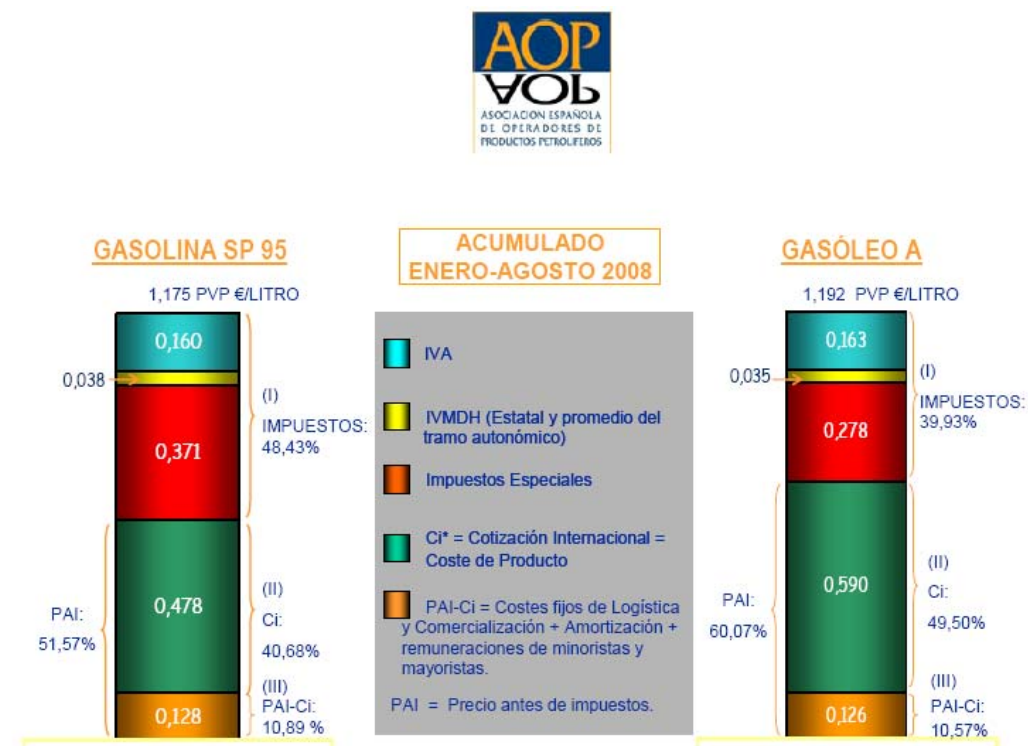
CONSUMO DE COMBUSTIBLES.

Es, junto a lo dicho anteriormente, la partida que varía más en función de la geometría.

Para su determinación se utilizan una serie de fórmulas que ligan el consumo en función de la inclinación y de la velocidad de recorrido para vehículos ligeros y pesados, en recorridos urbanos o interurbanos.

El precio de combustible contemplado es sin impuestos, tomándose los datos según los precios reales de venta al público en el momento de la redacción del Estudio.

Según la Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos (AOP) la gasolina sin plomo 95 y el gasóleo en el año 2008 (periodo enero – agosto), tienen los siguientes costes:



Los precios de los combustibles están actualmente (diciembre 2008) equiparados, por lo que se va a considerar un precio de 1,00 € para ambos. Su precio sin impuestos será de 0,51 € para la gasolina sin plomo, y 0,60 € para el gasóleo A.

CONSUMO DE LUBRICANTES.

El consumo de aceites está relacionado directamente con el consumo de combustibles y empíricamente responde al 1,2% del consumo de gasolina en vehículos ligeros y el 0,8% en pesados.

El precio por litro de lubricante se ha establecido en 4,21 €/l para el lubricante de un turismo, y en 4,59 €/l para el lubricante de un camión.

GASTOS DE NEUMÁTICOS.

Aunque pueden utilizarse valores medios, se ha supuesto el cambio de neumáticos cada 40.000 km en vehículos ligeros y cada 65.000 km en pesados.

Se ha considerado un precio del juego de neumáticos de 368,84€, mientras que para un camión el coste es de 4.963,18€.

3.2.2. Coste del tiempo de recorrido

La distribución del tiempo de recorrido es el aspecto más relevante de la serie de beneficios generados por realizar un nuevo proyecto, pudiendo alcanzar en ocasiones el 70-80% de los mismos, como más adelante se comprobará.

El tiempo, como beneficio, es la consecuencia de las mejoras introducidas en la alternativa sobre la situación actual y se calcula como una relación entre el tiempo invertido y el valor de este.

Se ha considerado un coste de 18,00 €/hora en el caso de los vehículos ligeros, y de 30,00 €/ hora en el caso de los vehículos pesados.

3.2.3. Coste de los accidentes.

Los accidentes representan uno de los elementos negativos más importantes asociados al transporte y que en consecuencia hay que minimizar.

Su consideración a la hora de realizar el estudio se ha efectuado cuantitativamente (coste por accidente en función del número de muertos y heridos) y cualitativamente (la propia seguridad que ofrece la carretera).

Para la determinación del número de muertos y heridos se ha utilizado el método estadístico basado en los índices de peligrosidad y mortalidad existentes para la red de carreteras.

Se ha estudiado la estadística de mortalidad de los últimos años para la provincia de Cáceres y se ha observado la gran dispersión de datos, obteniéndose valores de entre 1,43 a 2,75 para autovías y 0,37 a 1,96 en carreteras convencionales. En consecuencia se ha optado, como criterio conservador, por adoptar para todos los tipos de vía el índice de mortalidad (número de muertes por cada 10^8 vehículos – km) de valor 2.

Para determinar el número de heridos se emplea la constante k que permite pasar de accidentes a heridos, y que tiene un valor de 1,66 en carreteras convencionales, y de 1,70 en autopistas.

En cuanto al coste de los accidentes, se considera que un muerto tiene un coste de 150.000,00 €, mientras que un herido lo tiene de 40.000,00 €.

Una vez descritos someramente todos los componentes del coste de transporte se desarrolla a continuación el cálculo para cada una de las alternativas.

4. RENTABILIDAD ECONÓMICA.

Como se ha descrito con anterioridad se han determinado los costes y beneficios de todas las alternativas. Los primeros como la diferencia entre los costes de inversión, conservación, etc. de la opción analizada y la opción cero y los segundos como la diferencia entre los costes generalizados del transporte de cada año entre la opción cero y la alternativa en estudio.

Los indicadores de rentabilidad económica utilizados son los siguientes:

VALOR ACTUALIZADO NETO (VAN)

Es la diferencia entre el beneficio actualizado neto (BAN) y el coste actualizado neto (CAN).

El VAN se expresa en euros del año primero de cálculo (2010) utilizando una tasa de descuento del 6%, llamada así por que descuenta el valor del dinero en el futuro a su equivalente en el presente.

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 invertida.

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.

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).

Es aquella tasa de actualización o descuento para el cual el VAN es nulo, o lo que es lo mismo, se iguala al BAN y el CAN.

Según las premisas fijadas en las “Recomendaciones para la evaluación económica, coste beneficio de estudios y proyectos de carreteras” para que la alternativa sea rentable debe cumplir lo siguiente:

- TIR > 6% B/C > 1
- VAN > 0 €. PRI < 20 años

Se considera que la infraestructura entraría en funcionamiento el año 2012, y que tiene una vida útil es de 20 años, siendo por lo tanto el año horizonte el 2032.

5. MODELO DE CÁLCULO

Se ha definido un modelo de la red de carreteras afectada por el trazado de la nueva infraestructura que se detalla en el *Anejo Nº 4. Tráfico*.

5.1. TRÁFICO

En el estudio de tráfico se han determinado diferentes valores de tráfico en cada combinación de alternativas, en las que además se considera que circulará un 10 % de vehículos pesados.

5.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LOS TRAMOS OBJETO DE CÁLCULO

En el *Anejo N° 4. Tráfico* se definen todos los nodos y arcos que componen la red considerada y en él se detallan todas las características de cada arco en función de la alternativa que se esté estudiando en cada caso.

Se detallan las siguientes características de cada arco:

Tipo de vía: el tipo de vía puede pertenecer a una de estas cuatro categorías:

- A Carretera convencional
- B Carretera convencional duplicada
- C Autovía
- D Autopista de peaje

Tipo de terreno: en lo que respecta al tipo de terreno, la clasificación es la siguiente

- LLANO Pendiente <2%
- ONDULADO Pendiente 3-4%. Longitud <1000 m
Pendiente 5-6%. Longitud <500 m
- MONTAÑOSO Resto

En este caso y por simplificación de los cálculos de la red se ha considerado que todos los tramos discurren por terreno llano, aún no siendo éste el caso de la alternativa 5. La variación en el tipo de terreno no tendría mayor incidencia mas que un ligero incremento en el coste del combustible de dicha alternativa.

Curvas de velocidad asociadas: se han definido 8 curvas de velocidad. Para estas curvas existe una capacidad máxima de la vía y una velocidad libre, que oscila en este caso entre los 30 y los 120 km/h. Cuando se alcanza la capacidad de la vía se alcanza una velocidad de saturación.

Nº CURVA	C (veh/h)	I/C LIBRE	VLIBRE (km/h)	I/C SATURACIÓN	V SATURACIÓN (km/h)
1	3,300	0.3	30	1	30
2	3,300	0.3	50	1	40
3	3,300	0.3	60	1	40
4	3,300	0.3	70	1	40
5	3,300	0.3	80	1	40
6	10,000	0.3	80	1	40
7	10,000	0.3	100	1	40
8	10,000	0.3	120	1	40

6. RESULTADOS OBTENIDOS

Se han planteado 7 alternativas, cinco de ellas en el primer tramo, entre la A-58 y la A-66, y otras dos, entre la A-66 y la EX-A4. De las cuales resultan 15 combinaciones, las 5 alternativas del primer tramo con las alternativas 6 y 7 del segundo y la alternativa 0 (que supone no realizar ninguna actuación en el segundo tramo). Para cada combinación se han analizado dos escenarios:

- Escenario 0. No se construye la nueva autovía, y todo el tráfico continúa discurriendo por la red actual.
- Escenario 1. Se construye autovía, y todo el tráfico se reparte por la red futura que está compuesta por la actual y una combinación de alternativas.

La diferencia de costes anuales de estos dos escenarios da como resultado los costes y los beneficios generalizados del transporte. En las 15 combinaciones se produce un coste en los dos primeros años que se ha analizado como consecuencia de la inversión que hay que realizar para construir la autovía, y a partir de ahí se producen todos los años ahorros del escenario 1 con respecto al escenario 0 (no se construye la autovía), excepto en los años en los que hay que realizar la rehabilitación de los distintos tramos.

Para realizar los cálculos de costes y beneficios utilizamos la siguiente matriz:



	ESCENARIOS														
	1+6	1+7	1+0	2+6	2+7	2+0	3+6	3+7	3+0	4+6	4+7	4+0	5+6	5+7	5+0
Alternativa 00-arco 1															
Alternativa 00-arco 2															
...															
Alternativa 00-arco 700															
Alternativa 6+1-arco 1															
Alternativa 6+1-arco 2															
...															
Alternativa 6+1-arco 712															
Alternativa 7+1-arco 1															
Alternativa 7+1-arco 2															
...															
Alternativa 7+1-arco 710															
Alternativa 0+1-arco 1															
Alternativa 0+1-arco 2															
...															
Alternativa 0+1-arco 706															
Alternativa 6+2-arco 1															
Alternativa 6+2-arco 2															
...															
Alternativa 6+2-arco 712															
Alternativa 7+2-arco 1															
Alternativa 7+2-arco 2															
...															
Alternativa 7+2-arco 710															
Alternativa 0+2-arco 1															
Alternativa 0+2-arco 2															
...															
Alternativa 0+2-arco 706															
Alternativa 6+3-arco 1															
Alternativa 6+3-arco 2															
...															
Alternativa 6+3-arco 712															
Alternativa 7+3-arco 1															
Alternativa 7+3-arco 2															
...															
Alternativa 7+3-arco 710															
Alternativa 0+3-arco 1															
Alternativa 0+3-arco 2															
...															
Alternativa 0+3-arco 710															
Alternativa 6+4-arco 1															
Alternativa 6+4-arco 2															
...															
Alternativa 6+4-arco 712															
Alternativa 7+4-arco 1															
Alternativa 7+4-arco 2															
...															
Alternativa 7+4-arco 710															
Alternativa 0+4-arco 1															
Alternativa 0+4-arco 2															
...															
Alternativa 0+4-arco 706															
Alternativa 6+5-arco 1															
Alternativa 6+5-arco 2															
...															
Alternativa 6+5-arco 710															
Alternativa 7+5-arco 1															
Alternativa 7+5-arco 2															
...															
Alternativa 7+5-arco 708															
Alternativa 0+5-arco 1															
Alternativa 0+5-arco 2															
...															
Alternativa 0+5-arco 704															

TÉRMINO ADITIVO
 TÉRMINO SUSTRACTIVO

En esta matriz se han reflejado todos los arcos de las combinaciones posibles. En nuestro caso tenemos entre 700 y 712 (en función de la alternativa) arcos por combinación, según indica el *Anejo Nº 4. Tráfico*.

Por ejemplo, para calcular el balance anual de la combinación de la Alternativa 1 y la Alternativa 6 habrá que sumar la situación actual (sin ejecutar obra alguna), y restarle los costes del tramo de las dos alternativas y del tráfico que quedaría por la red considerada. Así, valores positivos implicarían un ahorro del escenario 1 frente al escenario 0, sin ejecución de la actuación, mientras que los valores negativos supondrían un sobrecoste.

La forma de calcular los costes y beneficios de cada arco que compone la red se realizan según la plantilla que aparece en las siguientes páginas, donde como ejemplo figura el de los costes de la combinación Alternativas 5 y 7, para el arco 708.

1. DATOS BÁSICOS DEL TRAMO.

Nº	Designación	Tipo de vía	Longitud (km)	Tipo de terreno	I.M.D. 2012	I.M.D. 2022	I.M.D. 2032	% pesados	Curva					
									nº curva	C (veh/h)	I/C LIBRE	VLIBRE (km/h)	I/C sat	V sat (km/h)
11338	Alt 7 5-708	C	7,94	LLANO	579	741	947	10%	8	10000	0,3	120	1	40

2. INTENSIDADES HORARIAS Y VELOCIDADES.

AÑO	I.M.D.	IH1	v1	n1	IH2	v2	n2	IH3	v3	n3	IH4	v4	n4	IH5	v5	n5	Velocidad media (km/h)	
																	Ligeros	Pesados
2012	579	7	120,00	0,36	22	120,00	0,12	36	120,00	0,49	51	120,00	0,03	65	120,00	-	120,00	90,65
2013	595	7	120,00	0,36	22	120,00	0,12	37	120,00	0,49	52	120,00	0,03	67	120,00	-	120,00	90,65
2014	611	8	120,00	0,36	23	120,00	0,12	38	120,00	0,49	53	120,00	0,03	69	120,00	-	120,00	90,65
2015	628	8	120,00	0,36	24	120,00	0,12	39	120,00	0,49	55	120,00	0,03	71	120,00	-	120,00	90,65
2016	644	8	120,00	0,36	24	120,00	0,12	40	120,00	0,49	56	120,00	0,03	72	120,00	-	120,00	90,65
2017	660	8	120,00	0,36	25	120,00	0,12	41	120,00	0,49	58	120,00	0,03	74	120,00	-	120,00	90,65
2018	676	8	120,00	0,36	25	120,00	0,12	42	120,00	0,49	59	120,00	0,03	76	120,00	-	120,00	90,65
2019	692	9	120,00	0,36	26	120,00	0,12	43	120,00	0,49	61	120,00	0,03	78	120,00	-	120,00	90,65
2020	709	9	120,00	0,36	27	120,00	0,12	44	120,00	0,49	62	120,00	0,03	80	120,00	-	120,00	90,65
2021	725	9	120,00	0,36	27	120,00	0,12	45	120,00	0,49	63	120,00	0,03	82	120,00	-	120,00	90,65
2022	741	9	120,00	0,36	28	120,00	0,12	46	120,00	0,49	65	120,00	0,03	83	120,00	-	120,00	90,65
2023	762	10	120,00	0,36	29	120,00	0,12	48	120,00	0,49	67	120,00	0,03	86	120,00	-	120,00	90,65
2024	782	10	120,00	0,36	29	120,00	0,12	49	120,00	0,49	68	120,00	0,03	88	120,00	-	120,00	90,65
2025	803	10	120,00	0,36	30	120,00	0,12	50	120,00	0,49	70	120,00	0,03	90	120,00	-	120,00	90,65
2026	823	10	120,00	0,36	31	120,00	0,12	51	120,00	0,49	72	120,00	0,03	93	120,00	-	120,00	90,65
2027	844	11	120,00	0,36	32	120,00	0,12	53	120,00	0,49	74	120,00	0,03	95	120,00	-	120,00	90,65
2028	865	11	120,00	0,36	32	120,00	0,12	54	120,00	0,49	76	120,00	0,03	97	120,00	-	120,00	90,65
2029	885	11	120,00	0,36	33	120,00	0,12	55	120,00	0,49	77	120,00	0,03	100	120,00	-	120,00	90,65
2030	906	11	120,00	0,36	34	120,00	0,12	57	120,00	0,49	79	120,00	0,03	102	120,00	-	120,00	90,65
2031	926	12	120,00	0,36	35	120,00	0,12	58	120,00	0,49	81	120,00	0,03	104	120,00	-	120,00	90,65
2032	947	12	120,00	0,36	36	120,00	0,12	59	120,00	0,49	83	120,00	0,03	107	120,00	-	120,00	90,65

3. COSTES DEL PROYECTO.

AÑO	I.M.D.	Rehabilitación	Conservación	Total
2012	579	-	31.040,47	31.040,47
2013	595	-	35.474,82	35.474,82
2014	611	-	39.909,17	39.909,17
2015	628	-	44.343,53	44.343,53
2016	644	-	48.777,88	48.777,88
2017	660	-	53.212,23	53.212,23
2018	676	-	57.646,58	57.646,58
2019	692	-	62.080,94	62.080,94
2020	709	2.069.364,54	31.040,47	2.100.405,00
2021	725	-	35.474,82	35.474,82
2022	741	-	39.909,17	39.909,17
2023	762	-	44.343,53	44.343,53
2024	782	-	48.777,88	48.777,88
2025	803	-	53.212,23	53.212,23
2026	823	-	57.646,58	57.646,58
2027	844	-	62.080,94	62.080,94
2028	865	-	31.040,47	31.040,47
2029	885	2.069.364,54	35.474,82	2.104.839,36

AÑO	I.M.D.	Rehabilitación	Conservación	Total
2030	906	-	39.909,17	39.909,17
2031	926	-	44.343,53	44.343,53
2032	947	-	48.777,88	48.777,88

4. COSTES DE TRANSPORTE.

AÑO	I.M.D.	Amortización		Conservación		Combustibles		Lubricantes		Neumáticos		Tiempo de recorr.		Muertos	Heridos	Peaje		Total
		Ligeros	Pesados	Ligeros	Pesados	Ligeros	Pesados	Ligeros	Pesados	Ligeros	Pesados	Ligeros	Pesados	Totales	Totales	Ligeros	Pesados	
2012	579,00	53.135,49	10.736,43	33.064,18	14.553,09	64.593,36	26.890,80	5.879,74	474,85	13.925,82	12.809,41	226.472,93	55.518,28	5.032,73	15.487,70	0,00	0,00	538.574,81
2013	595,20	54.622,19	11.036,83	33.989,29	14.960,27	66.400,64	27.643,18	6.044,25	488,13	14.315,45	13.167,81	232.809,47	57.071,64	5.173,54	15.921,04	0,00	0,00	553.643,74
2014	611,40	56.108,88	11.337,23	34.914,41	15.367,46	68.207,91	28.395,57	6.208,76	501,42	14.705,09	13.526,21	239.146,02	58.625,00	5.314,36	16.354,37	0,00	0,00	568.712,68
2015	627,60	57.595,57	11.637,62	35.839,52	15.774,64	70.015,19	29.147,95	6.373,27	514,71	15.094,72	13.884,61	245.482,57	60.178,36	5.455,17	16.787,71	0,00	0,00	583.781,61
2016	643,80	59.082,26	11.938,02	36.764,63	16.181,83	71.822,46	29.900,34	6.537,79	527,99	15.484,36	14.243,00	251.819,12	61.731,72	5.595,98	17.221,04	0,00	0,00	598.850,54
2017	660,00	60.568,96	12.238,42	37.689,74	16.589,01	73.629,74	30.652,72	6.702,30	541,28	15.873,99	14.601,40	258.155,67	63.285,08	5.736,79	17.654,37	0,00	0,00	613.919,47
2018	676,20	62.055,65	12.538,82	38.614,85	16.996,20	75.437,01	31.405,11	6.866,81	554,56	16.263,63	14.959,80	264.492,22	64.838,44	5.877,60	18.087,71	0,00	0,00	628.988,41
2019	692,40	63.542,34	12.839,21	39.539,97	17.403,38	77.244,29	32.157,49	7.031,32	567,85	16.653,26	15.318,20	270.828,76	66.391,80	6.018,42	18.521,04	0,00	0,00	644.057,34
2020	708,60	65.029,03	13.139,61	40.465,08	17.810,57	79.051,57	32.909,88	7.195,83	581,14	17.042,90	15.676,60	277.165,31	67.945,16	6.159,23	18.954,38	0,00	0,00	659.126,27
2021	724,80	66.515,73	13.440,01	41.390,19	18.217,75	80.858,84	33.662,26	7.360,34	594,42	17.432,53	16.034,99	283.501,86	69.498,53	6.300,04	19.387,71	0,00	0,00	674.195,20
2022	741,00	68.002,42	13.740,41	42.315,30	18.624,94	82.666,12	34.414,65	7.524,85	607,71	17.822,16	16.393,39	289.838,41	71.051,89	6.440,85	19.821,05	0,00	0,00	689.264,14
2023	761,60	69.892,90	14.122,39	43.491,68	19.142,72	84.964,26	35.371,38	7.734,04	624,60	18.317,62	16.849,13	297.895,99	73.027,15	6.619,91	20.372,08	0,00	0,00	708.425,87
2024	782,20	71.783,39	14.504,38	44.668,05	19.660,50	87.262,40	36.328,12	7.943,24	641,50	18.813,09	17.304,87	305.953,58	75.002,41	6.798,97	20.923,11	0,00	0,00	727.587,60
2025	802,80	73.673,87	14.886,37	45.844,43	20.178,27	89.560,54	37.284,86	8.152,43	658,39	19.308,55	17.760,61	314.011,17	76.977,67	6.978,03	21.474,14	0,00	0,00	746.749,32
2026	823,40	75.564,36	15.268,35	47.020,81	20.696,05	91.858,68	38.241,59	8.361,62	675,29	19.804,01	18.216,36	322.068,75	78.952,93	7.157,08	22.025,17	0,00	0,00	765.911,05
2027	844,00	77.454,85	15.650,34	48.197,18	21.213,83	94.156,82	39.198,33	8.570,82	692,18	20.299,47	18.672,10	330.126,34	80.928,19	7.336,14	22.576,20	0,00	0,00	785.072,78
2028	864,60	79.345,33	16.032,33	49.373,56	21.731,61	96.454,96	40.155,06	8.780,01	709,07	20.794,93	19.127,84	338.183,92	82.903,46	7.515,20	23.127,23	0,00	0,00	804.234,51
2029	885,20	81.235,82	16.414,32	50.549,94	22.249,39	98.753,10	41.111,80	8.989,20	725,97	21.290,39	19.583,58	346.241,51	84.878,72	7.694,26	23.678,26	0,00	0,00	823.396,24
2030	905,80	83.126,30	16.796,30	51.726,32	22.767,17	101.051,24	42.068,54	9.198,39	742,86	21.785,85	20.039,32	354.299,10	86.853,98	7.873,31	24.229,29	0,00	0,00	842.557,97
2031	926,40	85.016,79	17.178,29	52.902,69	23.284,94	103.349,38	43.025,27	9.407,59	759,76	22.281,31	20.495,06	362.356,68	88.829,24	8.052,37	24.780,32	0,00	0,00	861.719,70
2032	947,00	86.907,27	17.560,28	54.079,07	23.802,72	105.647,52	43.982,01	10.305,43	832,27	22.776,77	20.950,80	370.414,27	90.804,50	8.231,43	25.331,35	0,00	0,00	881.625,69

5. COSTES TOTALES

AÑO	I.M.D.	Proyecto	Transporte	Total
2012	579,00	31.040,47	538.574,81	569.615,28
2013	595,20	35.474,82	553.643,74	589.118,57
2014	611,40	39.909,17	568.712,68	608.621,85
2015	627,60	44.343,53	583.781,61	628.125,14
2016	643,80	48.777,88	598.850,54	647.628,42
2017	660,00	53.212,23	613.919,47	667.131,71
2018	676,20	57.646,58	628.988,41	686.634,99
2019	692,40	62.080,94	644.057,34	706.138,28
2020	708,60	2.100.405,00	659.126,27	2.759.531,28
2021	724,80	35.474,82	674.195,20	709.670,03
2022	741,00	39.909,17	689.264,14	729.173,31
2023	761,60	44.343,53	708.425,87	752.769,39
2024	782,20	48.777,88	727.587,60	776.365,47
2025	802,80	53.212,23	746.749,32	799.961,56
2026	823,40	57.646,58	765.911,05	823.557,64
2027	844,00	62.080,94	785.072,78	847.153,72
2028	864,60	31.040,47	804.234,51	835.274,98
2029	885,20	2.104.839,36	823.396,24	2.928.235,60
2030	905,80	39.909,17	842.557,97	882.467,14
2031	926,40	44.343,53	861.719,70	906.063,22
2032	947,00	48.777,88	881.625,69	930.403,57

Tras realizar los cálculos de la plantilla anterior con todos los arcos de la red obtenemos los siguientes resultados:

AÑO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Alternativa 1 +6	-21.975.149,04	-21.975.149,04	4.114.915,52	4.217.854,34	4.320.951,91	4.424.387,64	4.527.869,42	4.632.340,85	4.737.111,81	4.841.689,21	-3.435.531,62	5.197.096,26	5.302.790,09	5.443.110,93	5.583.915,29	5.725.049,80	5.866.886,23	6.008.328,12	6.296.239,55	-2.089.379,53	6.582.635,80	6.727.455,79	6.907.555,02
Alternativa 1 +7	-26.705.872,80	-26.705.872,80	4.338.462,71	4.442.668,78	4.547.033,60	4.651.736,58	4.756.485,62	4.862.224,30	4.968.262,51	5.074.107,17	-6.050.237,25	5.481.730,18	5.588.691,27	5.732.333,35	5.876.458,95	6.020.914,69	6.166.072,37	6.310.835,49	6.651.749,63	-4.628.620,52	6.944.788,35	7.092.929,58	7.278.098,17
Alternativa 1 +0	-17.269.838,54	-17.269.838,54	3.551.928,24	3.641.366,04	3.730.969,59	3.820.918,39	3.910.920,42	4.001.919,50	4.093.375,22	4.184.520,58	-2.886.605,91	4.491.815,13	4.584.090,20	4.706.681,22	4.829.695,98	4.953.211,98	5.077.301,28	5.201.011,72	5.449.936,34	-1.712.579,29	5.700.950,60	5.828.260,44	5.988.236,80
Alternativa 2 +6	-22.402.257,52	-22.402.257,52	3.920.292,96	4.018.024,11	4.115.924,77	4.214.174,47	4.312.481,24	4.411.788,94	4.511.557,24	4.611.055,36	-3.581.899,05	4.954.712,54	5.055.319,06	5.189.303,93	5.323.762,43	5.458.745,81	5.594.238,42	5.729.401,61	6.009.461,37	-2.291.554,36	6.283.156,38	6.421.901,42	6.595.390,41
Alternativa 2 +7	-27.132.981,28	-27.132.981,28	4.143.993,13	4.242.996,13	4.342.168,64	4.441.690,20	4.541.268,82	4.641.848,37	4.742.888,52	4.843.658,49	-6.196.274,56	5.239.537,81	5.341.416,18	5.478.728,04	5.616.513,55	5.754.823,94	5.893.643,54	6.032.133,73	6.365.198,92	-4.830.418,72	6.645.547,94	6.787.619,98	6.966.184,72
Alternativa 2 +0	-17.696.947,02	-17.696.947,02	3.333.172,46	3.416.600,24	3.500.197,54	3.584.143,88	3.668.147,28	3.753.151,61	3.838.616,54	3.923.811,30	-3.063.909,89	4.217.590,36	4.303.893,51	4.418.915,36	4.534.410,84	4.650.431,20	4.766.960,79	4.883.160,96	5.122.986,30	-1.956.184,47	5.358.755,27	5.478.537,29	5.630.609,29
Alternativa 3 +6	-22.494.202,63	-22.494.202,63	3.698.071,79	3.789.417,67	3.880.929,93	3.972.875,20	4.064.794,10	4.157.710,89	4.251.085,10	4.344.092,35	-3.982.718,61	4.677.160,07	4.771.436,29	4.897.027,15	5.023.155,63	5.149.786,77	5.276.992,66	5.403.821,17	5.677.800,68	-2.761.130,04	5.935.058,77	6.065.512,92	6.228.738,52
Alternativa 3 +7	-27.224.926,39	-27.224.926,39	3.921.771,96	4.014.389,69	4.107.173,81	4.200.390,93	4.293.581,68	4.387.770,32	4.482.416,39	4.576.695,49	-6.597.094,12	4.961.985,33	5.057.533,41	5.186.451,27	5.315.906,75	5.445.864,89	5.576.397,78	5.706.553,30	6.033.538,24	-5.299.994,41	6.297.450,33	6.431.231,47	6.599.532,82
Alternativa 3 +0	-17.788.892,13	-17.788.892,13	3.104.840,57	3.181.710,85	3.258.747,53	3.336.217,21	3.413.660,51	3.492.101,71	3.571.000,33	3.649.531,99	-3.472.223,12	3.932.377,21	4.012.177,85	4.118.586,81	4.225.533,39	4.332.982,63	4.441.006,63	4.548.653,24	4.782.179,55	-2.435.130,32	5.001.073,84	5.112.346,09	5.253.923,82
Alternativa 4 +6	-22.795.455,00	-22.795.455,00	3.415.889,20	3.499.591,46	3.583.463,77	3.667.707,81	3.751.989,08	3.837.271,90	3.923.015,94	4.008.501,02	-4.242.883,94	4.324.893,33	4.411.562,34	4.527.418,37	4.643.706,45	4.760.549,69	4.877.903,76	4.994.930,06	5.257.629,16	-3.106.703,06	5.495.058,84	5.615.693,81	5.768.606,71
Alternativa 4 +7	-27.526.178,77	-27.526.178,77	3.639.589,37	3.724.563,48	3.809.707,64	3.895.223,54	3.980.776,66	4.067.331,33	4.154.347,22	4.241.104,15	-6.857.259,45	4.609.718,59	4.697.659,46	4.816.842,49	4.936.457,57	5.056.627,81	5.177.308,88	5.297.662,18	5.613.366,71	-5.645.567,42	5.857.450,39	5.981.412,37	6.139.401,01
Alternativa 4 +0	-18.090.144,51	-18.090.144,51	2.826.641,39	2.895.979,96	2.965.488,58	3.035.368,93	3.105.286,51	3.176.205,63	3.247.585,98	3.318.707,36	-3.727.512,35	3.585.101,07	3.657.406,40	3.754.222,98	3.851.471,61	3.949.275,40	4.047.590,02	4.145.576,87	4.367.965,31	-2.774.606,20	4.567.316,09	4.668.911,61	4.800.333,67
Alternativa 5 +6	-39.095.967,62	-39.095.967,62	2.653.423,40	2.717.050,48	2.780.831,77	2.845.165,11	2.909.782,10	2.974.463,22	3.039.076,41	3.104.079,81	-3.781.681,71	3.356.958,61	3.423.981,38	3.516.416,43	3.609.362,90	3.701.512,31	3.793.730,80	3.885.912,47	4.099.520,80	-2.880.376,79	4.287.120,53	4.382.724,95	4.510.162,01
Alternativa 5 +7	-43.826.691,38	-43.826.691,38	3.966.988,56	2.892.042,37	2.955.550,77	3.019.611,22	3.083.955,32	3.148.363,55	3.212.703,85	3.277.434,36	-6.564.299,42	3.581.320,28	3.648.070,15	3.741.927,50	3.836.296,26	3.929.867,96	4.023.508,74	4.117.112,70	4.383.696,21	-5.602.031,34	4.574.140,53	4.671.167,24	4.801.710,36
Alternativa 5 +0	-34.390.657,12	-34.390.657,12	2.016.955,76	2.064.708,86	2.112.616,18	2.161.075,54	2.209.818,55	2.258.625,68	2.307.364,90	2.356.494,31	-3.433.061,12	2.558.228,41	2.609.377,19	2.680.911,81	2.752.957,84	2.824.206,81	2.895.524,86	2.966.806,09	3.140.117,23	-2.729.203,99	3.285.916,08	3.360.620,06	3.464.638,19

El Valor Actual Neto (V.A.N.) que genera la construcción de cada una de las alternativas, la Tasa Interna de Retorno (T.I.R.), la Relación Beneficio- Coste (B/C) y el Periodo de Recuperación de la Inversión (P.R.I.), definidos en el apartado 4 “Rentabilidad económica”, son los que pueden verse en la siguiente tabla:

	V.A.N. (i=6%)	T.I.R.	B/C	P.R.I
Alternativa 1 +6	5.854.961,20	7,5%	1,17	2027
Alternativa 1 +7	-2.448.099,19	5,5%	1,01	2032
Alternativa 1 +0	8.301.796,02	8,6%	1,28	2025
Alternativa 2 +6	2.654.265,43	6,7%	1,09	2029
Alternativa 2 +7	-5.646.691,02	4,7%	0,95	-
Alternativa 2 +0	4.771.071,11	7,5%	1,17	2027
Alternativa 3 +6	-498.755,43	5,9%	1,03	2032
Alternativa 3 +7	-8.799.711,87	4,0%	0,90	-
Alternativa 3 +0	1.538.983,21	6,5%	1,09	2029
Alternativa 4 +6	-4.614.307,98	4,8%	0,93	-
Alternativa 4 +7	-12.915.264,43	3,0%	0,82	-
Alternativa 4 +0	-2.525.058,25	5,2%	0,97	-
Alternativa 5 +6	-43.195.926,15	-2,2%	0,42	-
Alternativa 5 +7	-51.262.175,82	-3,2%	0,56	-
Alternativa 5 +0	-41.811.966,44	-3,5%	0,37	-

Se han resaltado en naranja las combinaciones de TIR entre 0 y 6 % y en rojo las menos rentables, de TIR<0%.

Todas las combinaciones de alternativas 1+0, 2+0, 3+0, 4+0 y 5+0 corresponden a la situación en la cual en el segundo tramo no se realiza ninguna actuación y podemos observar que el V.A.N. es positivo en las alternativas 1, 2 y 3 y, resulta negativo en las alternativas 4 y 5, por lo que concluimos que estas no resultan rentables. El T.I.R. es superior al 6% (valor que se utiliza como referencia para la rentabilidad general de una inversión) en las tres primeras alternativas e inferior en las alternativas 4 y 5, que como se acaba de comentar no son rentables. La Alternativa 1 es la que presenta valores más favorables de todos los índices, destacando que esto se debe en gran parte a que es la alternativa que presenta una menor inversión inicial.

El análisis realizado refleja que la ejecución del tramo A-66 – EX-A4 supone una reducción importante de la rentabilidad global del proyecto, siendo la combinación óptima la de Alternativa 1 con la Alternativa 0.

Por otro lado, hay que destacar que las combinaciones con la Alternativa 5 no resultan rentables en ningún caso y eso se debe a la elevada inversión inicial debido a que esta alternativa presenta un túnel de 880m.