

**Anejo nº7:
ANÁLISIS
MULTICRITERIO**

ANEJO Nº7. ANÁLISIS MULTICRITERIO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....1

2. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....1

 2.1. PASOS A SEGUIR.....1

3. ANÁLISIS MULTICRITERIO.....2

 3.1. APLICACIÓN.....2

 3.2. JUSTIFICACIÓN DE LAS PUNTUACIONES ASIGNADAS.....3

4. FUENTES DE INFORMACIÓN EXTERNA CONSULTADAS.....6

1. INTRODUCCIÓN

Una vez han sido definidas y analizadas las tres principales soluciones propuestas, se procede a su análisis multicriterio, junto con la alternativa cero que consiste en la no actuación, con el objetivo de seleccionar una solución como la más óptima en relación global a todos los criterios considerados.

Los criterios con los que se van a evaluar a las distintas soluciones son los siguientes:

- **Economía.** Indica lo económica o cara que puede resultar la obra. A la hora de evaluar este criterio, se tomarán como referencia las valoraciones económicas realizadas en el anejo de Estudio de alternativas.
- **Impacto ambiental y socioeconómico.** La importancia radica en lo positivo o no que es el impacto que produce una alternativa, así como en la magnitud del mismo. Se valora lo dispuesto en el apartado homónimo del anejo de Estudio de alternativas.
- **Funcionalidad.** Se valora con este criterio el grado de utilidad de una alternativa o hasta qué punto es práctica desde el punto de vista de todos los conductores que transitan por ella para realizar una determinada trayectoria.
- **Proceso constructivo y mantenimiento.** Este criterio hace referencia a lo invasivo o no que puede resultar el proceso de construcción y a la interferencia que puede causar en el normal funcionamiento de las vías aledañas, así como a la complejidad de mantenimiento y conservación de los elementos constituyentes.
- **Seguridad vial.** Se valora hasta qué punto una determinada alternativa puede minimizar o provocar accidentes de tránsito, teniendo en cuenta el número de los mismos y su gravedad.

A la hora de establecer calificaciones se intentará justificar la decisión tomada con datos objetivos ya presentados o basados en la experiencia, con la intención de objetivar al máximo el análisis multicriterio.

2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Se ha decidido realizar un análisis multicriterio de tipo AHP (Proceso de Análisis Jerárquico). Este es un método matemático empleado para evaluar alternativas cuando se tienen en consideración varios criterios. En él, el conocimiento de los factores que influyen en la elección de la solución óptima es tan importante como el de los datos utilizados en el proceso. En otras palabras, en vez de prescribir la decisión «correcta», el PAJ ayuda a los tomadores de decisiones a encontrar la solución que mejor se ajusta a sus necesidades y a su comprensión del problema.

Thomas L. Saaty publicó esta herramienta basada en matemáticas y psicología en 1980. No ha dejado de estudiarse desde entonces.

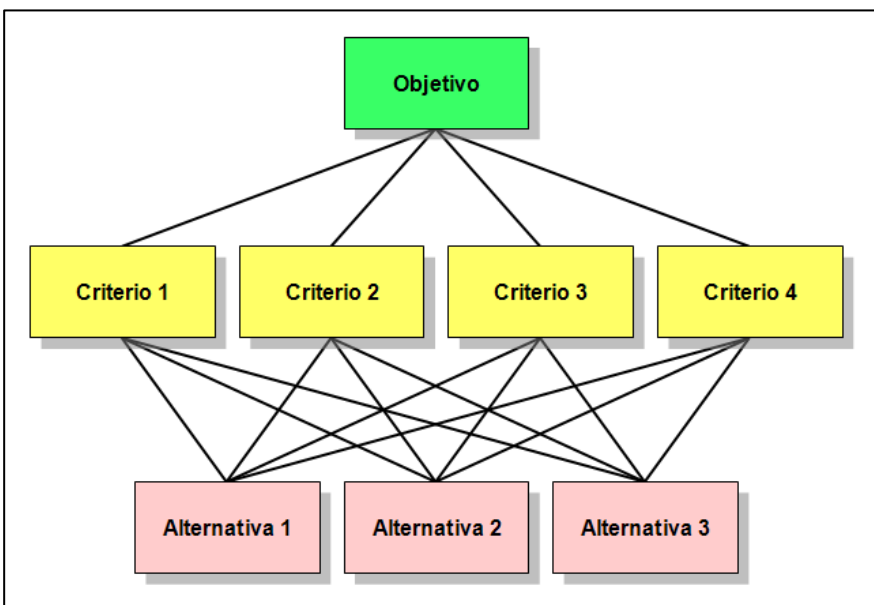


Figura 2.1. Esquema sobre el funcionamiento del análisis AHP. Fuente: Wikipedia.

2.1. PASOS A SEGUIR

Para esta metodología existen una serie de pasos establecidos a realizar hasta llegar al resultado final, fruto de su aplicación.

El fundamento psicológico se basa en que la mente humana trabaja muy bien a la hora de hacer comparaciones entre pares, pero no tanto a la hora de hacer comparaciones globales. Por ello, se propone una escala de comparación pareada para comparar los criterios de cada grupo del mismo nivel jerárquico y la comparación directa por pares de las alternativas respecto a los criterios del nivel inferior, una vez definida la estructura jerárquica.

| VALOR | DEFINICIÓN | COMENTARIOS |
|-----------|---|---|
| 1 | Igual importancia | El criterio A es igual de importante que el criterio B |
| 3 | Importancia moderada | La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B |
| 5 | Importancia grande | La experiencia y el juicio favorecen fuertemente el criterio A sobre el B |
| 7 | Importancia muy grande | El criterio A es mucho más importante que el B |
| 9 | Importancia extrema | La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda |
| 2,4,6 y 8 | Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar | |

Figura 2.1.1. Escala fundamental de comparación por pares. Fuente: Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*.

Aplicando esta escala, se procede a la ponderación de los criterios, donde se decide si todos ellos influyen de la misma forma en el interés de la alternativa o bien influyen en proporciones distintas, todo ello realizando comparaciones entre ellos. El resultado es una matriz cuadrada denominada matriz de decisión. Esta matriz cumple con las propiedades de reciprocidad (si $a_{ij}=x$, entonces $a_{ji}=1/x$), homogeneidad (si i y j son igualmente importantes, $a_{ij}=a_{ji}=1$, y además, $a_{ii}=1$ para todo i), y de consistencia (la matriz no debe contener contradicciones en la valoración realizada).

| | Criterio 1 | Criterio 2 | Criterio 3 | Criterio 4 |
|------------|------------|------------|------------|------------|
| Criterio 1 | 1/1 | 5/1 | 5/1 | 7/1 |
| Criterio 2 | 1/5 | 1/1 | 1/1 | 3/1 |
| Criterio 3 | 1/5 | 1/1 | 1/1 | 3/1 |
| Criterio 4 | 1/7 | 1/3 | 1/3 | 1/1 |

Figura 2.1.2. Ejemplo de matriz de decisión. Fuente: elaboración propia.

Una vez completa la matriz de comparación, se debe comprobar si es consistente. La consistencia se obtiene mediante el índice de consistencia (*Consistency Index*, CI) donde λ_{\max} es el máximo autovalor y n es la dimensión de la matriz de decisión. Un índice de consistencia igual a cero significa que la consistencia es plena.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Una vez obtenido CI, se obtiene la proporción de consistencia (*Consistency Ratio*, CR) siendo aceptado siempre que no supere los valores indicados en la siguiente tabla.

| Tamaño de la matriz (n) | Radio de consistencia |
|-------------------------|-----------------------|
| 3 | 5% |
| 4 | 9% |
| 5 o mayor | 10% |

Figura 2.1.3. Porcentajes máximos del ratio de consistencia CR. Fuente: elaboración propia.

En la fórmula de CR, RI es el índice aleatorio e indica la consistencia de una matriz aleatoria.

| Tamaño de la matriz | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|---|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| Índice aleatorio RI | 0 | 0,58 | 0,9 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 |

Figura 2.1.4. Índice aleatorio RI. Fuente: elaboración propia.

Realizada esta comprobación, se pasa a calcular el vector propio de la matriz, cuyos elementos son los pesos de cada uno de los criterios, que representan la importancia relativa de estos o las prioridades de las diferentes alternativas respecto a un determinado criterio. Para ello, el AHP utiliza el método de los autovalores, donde se debe resolver la siguiente ecuación:

$$A \cdot w = \lambda_{\max} \cdot w$$

Donde A representa la matriz de comparación, w el autovector o vector de preferencia, y λ_{\max} el autovalor.

Una vez obtenido el vector propio tras haber comprobado la consistencia, se procede a comparar las alternativas por pares para cada uno de los criterios establecidos.

Finalmente, y para cada solución, se realiza la suma ponderada con las puntuaciones para cada criterio o variable, siendo la seleccionada aquella con una puntuación global mayor.

3. ANÁLISIS MULTICRITERIO

3.1. APLICACIÓN

Se crea la matriz de decisión con los criterios considerados:

| | Economía | Seguridad vial | Impacto | Funcionalidad | Construcción y mant. |
|----------------------|----------|----------------|---------|---------------|----------------------|
| Economía | 1 | 4 | 1/2 | 3 | 3 |
| Seguridad vial | 1/4 | 1 | 1/5 | 1/3 | 1/2 |
| Impacto | 2 | 5 | 1 | 4 | 5 |
| Funcionalidad | 1/3 | 3 | 1/4 | 1 | 3 |
| Construcción y mant. | 1/3 | 2 | 1/5 | 1/3 | 1 |

$$CR=0,045813355 < 0,1$$

El vector propio calculado para esta matriz es el siguiente:

| Economía | Seguridad vial | Impacto | Funcionalidad | Construcción y mant. |
|-------------|----------------|-------------|---------------|----------------------|
| 0,272525172 | 0,058628453 | 0,438434778 | 0,148246498 | 0,0821651 |

Se procede ahora a analizar las distintas soluciones en función de cada uno de los distintos criterios.

| CRITERIO 1: ECONOMÍA | | | | |
|---------------------------|----------------|---------------------------|-------------------|---------------|
| | Glorieta nivel | Glorieta a distinto nivel | Diamante de pesas | Solución cero |
| Glorieta a nivel | 1 | 5 | 6 | 1/4 |
| Glorieta a distinto nivel | 1/5 | 1 | 2 | 1/6 |
| Diamante de pesas | 1/6 | 1/2 | 1 | 1/7 |
| Solución cero | 4 | 6 | 7 | 1 |

$$CR=0,084674783 < 0,09$$

El vector propio calculado para esta matriz es el siguiente:

| Glorieta nivel | Glorieta a distinto nivel | Diamante de pesas | Solución cero |
|----------------|---------------------------|-------------------|---------------|
| 0,269100159 | 0,080325272 | 0,052828225 | 0,597746345 |

| CRITERIO 2: SEGURIDAD VIAL | | | | |
|----------------------------|----------------|---------------------------|-------------------|---------------|
| | Glorieta nivel | Glorieta a distinto nivel | Diamante de pesas | Solución cero |
| Glorieta a nivel | 1 | 1/4 | 1/3 | 5 |
| Glorieta a distinto nivel | 4 | 1 | 3 | 7 |
| Diamante de pesas | 3 | 1/3 | 1 | 6 |
| Solución cero | 1/5 | 1/7 | 1/6 | 1 |

CR=0,0843 < 0,09

El vector propio calculado para esta matriz es el siguiente:

| Glorieta nivel | Glorieta a distinto nivel | Diamante de pesas | Solución cero |
|----------------|---------------------------|-------------------|---------------|
| 0,142658263 | 0,535161615 | 0,275357308 | 0,046822814 |

| CRITERIO 3: IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIOECONÓMICO | | | | |
|--|----------------|---------------------------|-------------------|---------------|
| | Glorieta nivel | Glorieta a distinto nivel | Diamante de pesas | Solución cero |
| Glorieta a nivel | 1 | 3 | 4 | 7 |
| Glorieta a distinto nivel | 1/3 | 1 | 3 | 7 |
| Diamante de pesas | 1/4 | 1/3 | 1 | 6 |
| Solución cero | 1/7 | 1/6 | 1/4 | 1 |

CR=0,084612881 < 0,09

El vector propio calculado para esta matriz es el siguiente:

| Glorieta nivel | Glorieta a distinto nivel | Diamante de pesas | Solución cero |
|----------------|---------------------------|-------------------|---------------|
| 0,529016865 | 0,292640704 | 0,137499372 | 0,04084306 |

| CRITERIO 4: FUNCIONALIDAD | | | | |
|---------------------------|----------------|---------------------------|-------------------|---------------|
| | Glorieta nivel | Glorieta a distinto nivel | Diamante de pesas | Solución cero |
| Glorieta a nivel | 1 | 1/4 | 1/5 | 5 |
| Glorieta a distinto nivel | 4 | 1 | 1/2 | 8 |
| Diamante de pesas | 5 | 2 | 1 | 9 |
| Solución cero | 1/5 | 1/8 | 1/9 | 1 |

CR=0,059031756 < 0,09

El vector propio calculado para esta matriz es el siguiente:

| Glorieta nivel | Glorieta a distinto nivel | Diamante de pesas | Solución cero |
|----------------|---------------------------|-------------------|---------------|
| 0,119917026 | 0,331056727 | 0,510331833 | 0,038694414 |

| CRITERIO 5: PROCESO CONSTRUCTIVO Y MANTENIMIENTO | | | | |
|--|----------------|---------------------------|-------------------|---------------|
| | Glorieta nivel | Glorieta a distinto nivel | Diamante de pesas | Solución cero |
| Glorieta a nivel | 1 | 4 | 4 | 1/5 |
| Glorieta a distinto nivel | 1/4 | 1 | 1 | 1/7 |
| Diamante de pesas | 1/4 | 1 | 1 | 1/7 |
| Solución cero | 5 | 7 | 7 | 1 |

CR=0,052730521 < 0,09

El vector propio calculado para esta matriz es el siguiente:

| Glorieta nivel | Glorieta a distinto nivel | Diamante de pesas | Solución cero |
|----------------|---------------------------|-------------------|---------------|
| 0,215437145 | 0,078385974 | 0,078385974 | 0,627790907 |

Finalmente, se multiplica la matriz resultante de los vectores propios de las matrices de comparación entre soluciones por el vector propio de la matriz de decisión.

$$\begin{pmatrix} 0,2691 & 0,1427 & 0,5290 & 0,1199 & 0,2154 \\ 0,0803 & 0,5352 & 0,2926 & 0,3311 & 0,0784 \\ 0,0528 & 0,2754 & 0,1375 & 0,5103 & 0,0784 \\ 0,5977 & 0,0468 & 0,0408 & 0,0387 & 0,6278 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,2725 \\ 0,0586 \\ 0,4384 \\ 0,1482 \\ 0,0822 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,3504 \\ 0,2438 \\ 0,1731 \\ 0,2374 \end{pmatrix}$$

Por lo que el resultado final que devuelve el análisis multicriterio efectuado es:

| GLORIETA NIVEL | GLORIETA A DISTINTO NIVEL | DIAMANTE DE PESAS | SOLUCIÓN CERO |
|----------------|---------------------------|-------------------|---------------|
| 0,3504 | 0,2438 | 0,1731 | 0,2374 |

Por lo que la alternativa de intersección en glorieta a nivel resulta ser la alternativa más idónea teniendo en cuenta los anteriores criterios.

3.2. JUSTIFICACIÓN DE LAS PUNTUACIONES ASIGNADAS

Entre criterios

Observando el vector propio de la matriz de decisión se aprecia que el factor de impacto ambiental y socioeconómico es el que se considera más importante seguido del referente a la economía. Se le da un mayor peso al primero al considerar que el impacto positivo de la obra sobre la actividad económica del centro comercial, principalmente, podría ser bastante mayor al precio de la misma (valorado en el criterio económico), eso sí, no a corto plazo.

Aunque estos son considerados los más importantes, no se ha querido despreciar criterios como la funcionalidad, la seguridad vial, el proceso constructivo y el mantenimiento que, ciertamente tienen pesos menores, pero que en cierta manera aseguran que la alternativa elegida presente un mínimo de calidad.

Economía

La alternativa más beneficiada al valorar este criterio es la solución cero al no requerir una inversión económica. Esta solución plantea la no actuación y, por tanto, no se ejecuta ninguna obra.

Para el resto de alternativas se ha tratado de otorgar puntuaciones inversamente proporcionales al precio estimado para cada una de ellas. Como resultado, de estas tres, la glorieta a nivel es la que más puntos recibe, seguida de la glorieta a distinto nivel y la solución de enlace en diamante de pesas.

Se adjunta a continuación el criterio seguido a la hora de establecer comparaciones entre las tres soluciones distintas a la cero.

| | | | |
|--|------------------|---------------------------|-------------------|
| Solución | Glorieta a nivel | Glorieta a distinto nivel | Diamante de pesas |
| Coste estimado | 312.100,54€ | 892.546,99 € | 1.078.926,81 € |
| Ratio solución i / glorieta a nivel | 1 | 2,86 | 3,46 |
| Ratio solución i / glorieta a distinto n. | 0,35 | 1 | 1,21 |

Con las ratios entre precios se establece una escala que otorga un valor de preferencia (a aplicar en el análisis) determinado a cada rango de valores resultantes de las ratios.

| Ratio coste solución x/coste solución y | Valor de preferencia de y sobre x (escala fundamental de comparación por pares) |
|--|--|
| 1,1-1,50 | 2 |
| 1,51-2 | 3 |
| 2,01-2,50 | 4 |
| 2,51-3 | 5 |
| 3,01-3,50 | 6 |

Seguridad vial

Se observa que para este criterio las soluciones a distinto nivel (diamante de pesas y glorieta a distinto nivel) son las que obtienen una mayor puntuación. Esta decisión se apoya en el Informe RACE 2018: Evaluación de carreteras del Estado, concretamente en el apéndice 5.5. *Clasificación del Índice de Riesgo en función de las intersecciones*. Dicho apartado pone de manifiesto con datos basados en índices de riesgo para intersecciones al mismo nivel y a distinto nivel que las primeras son las que presentan una distribución de riesgo más alto.

Dentro del grupo de soluciones al mismo nivel, parece evidente que la glorieta regula el tráfico y evita incorporaciones peligrosas de vehículos a la vía principal desde la vía secundaria que es, precisamente, lo que ocurre actualmente.

Impacto ambiental y socioeconómico

Para este criterio se valora lo estudiado en el anejo de Estudio de alternativas. Se tiene en cuenta la afección medioambiental durante todas las fases de la obra (generación de residuos y ruidos durante la obra, ocupación de terrenos y superficie a expropiar...), pero también los posibles impactos positivos para la economía y la sociedad.

Teniendo en cuenta esto, se considera que las tres soluciones distintas a la no actuación o solución cero provocarían un impacto económico y social parecido, pues las tres cumplen el objetivo de dar mejor acceso al centro comercial, así como al camino de la Ratlla del terme y a la fábrica. Se penalizan, entonces, aquellas con mayor ocupación de terrenos y en las que el proceso constructivo puede provocar un mayor grado de impacto medioambiental (emisiones, transporte de materiales y objetos pesados, ruidos, desforestación...).

En la alternativa cero el impacto medioambiental es nulo, pero el socioeconómico también y, es por ello, que es la alternativa con menor puntuación para este criterio. Además, se tiene en cuenta la agravación de la situación en un futuro si no se actúa: depreciación de la zona, deterioro de la infraestructura, etc.

El criterio que se ha seguido para establecer los valores de preferencia entre alternativas se desarrolla como sigue:

| Solución | Impacto socioeconómico (60%) | Impacto ambiental (40%) | | |
|----------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---|
| | | Ocupación de terrenos (20%) | Residuos durante la obra (10%) | Afección actuación sobre vías existentes (10%) |
| Solución cero | Nulo | 0 m2 | 0 t | Nula |
| Glorieta a nivel | Muy positivo | 2150 m2 | 884 t | Media |
| Glorieta distinto n. | Muy positivo | 5500 m2 | 4125 t | Baja |
| Diamante de pesas | Muy positivo | 23500 m2 | 5435 t | Baja |

En una escala de -10 a +10 (entendiendo como -10 el efecto más negativo y +10 el más positivo que puede darse) se transforman tanto las evaluaciones cuantitativas como las cualitativas. Para las cuantitativas, se toma el valor más negativo como el peor (-10) y sobre él se calculan proporcionalmente el resto de valores, teniendo en cuenta que una afección nula de alguno de los factores anteriores corresponde a 0. Finalmente se calcula la puntuación total para cada solución mediante una suma ponderada de los factores.

| Solución | Impacto socioeconómico (60%) | Impacto ambiental (40%) | | | Puntos totales |
|----------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---|-----------------------|
| | | Ocupación de terrenos (20%) | Residuos durante la obra (10%) | Afección actuación sobre vías existentes (10%) | |
| Solución cero | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Glorieta a nivel | +10 | -1 | -2 | -5 | +9,1 |
| Glorieta distinto n. | +10 | -2 | -8 | -3 | +8,5 |
| Diamante de pesas | +10 | -10 | -10 | -3 | +6,7 |

Los valores de preferencia se fijan a partir de la diferencia relativa de puntos entre las distintas soluciones. Se consideran la siguiente escala de evaluación:

| <i>puntos x – puntos y</i> 20 (rango escala evaluación) | Valor de preferencia de x sobre y (escala fundamental de comparación por pares) |
|---|--|
| 0-0,01 | 1 |
| 0,011-0,04 | 2 |
| 0,041-0,09 | 3 |
| 0,091-0,16 | 4 |
| 0,161-0,25 | 5 |
| 0,251-0,36 | 6 |
| 0,361-0,49 | 7 |

La intención de esta escala de evaluación exponencial es que las pequeñas diferencias entre puntuaciones cuenten, pues al final es el impacto ambiental y, especialmente, un factor tan importante como la ocupación de terrenos (y en consecuencia expropiaciones), el que decanta la balanza a igualdad de impacto socioeconómico, que es el que más peso tiene dentro de este criterio.

Funcionalidad

Para la funcionalidad se tienen en cuenta factores como la facilidad de tomar distintas trayectorias para los vehículos, así como el tiempo que pueden tardar en realizarlas o la afección al tráfico de las vías ya existentes.

En este sentido la solución en diamante de pesas es la más puntuada, fundamentalmente por la nula afección que supone sobre la Nacional 340 y la mayor capacidad de regulación del tráfico al contar con dos intersecciones giratorias. A continuación se sitúa la solución de glorieta a distinto nivel que sí afecta a la vía principal pero solo en su diseño en alzado, con lo que no se interrumpe el flujo de vehículos.

La solución de glorieta a nivel presenta el inconveniente de interrumpir la circulación del tráfico de la Nacional, por lo que se ve penalizada en su puntuación. Finalmente, la solución cero es la peor puntuada con diferencia, por la poca capacidad de los accesos actualmente y sus condiciones de poca seguridad y comodidad.

Proceso constructivo y mantenimiento

Para valorar este criterio, ya descrito anteriormente, se ha tenido en cuenta la descripción y características de los procesos constructivos para cada alternativa y los planes de ejecución que se estimaron.

Dicho esto, la alternativa cero sale beneficiada en tanto en cuanto no requiere de proceso constructivo por no haber ninguna actuación. Aun así se tiene en cuenta que será necesario mantenimiento en un futuro, ya sea repintado o reasfaltado de los accesos actuales.

De las tres soluciones que contemplan alguna actuación, la glorieta a nivel es la que presenta un proceso constructivo más sencillo y más corto. Por otro lado, las otras dos soluciones requieren de un proceso más invasivo, complejo y de mayor tiempo. Además, hay que tener en cuenta el mantenimiento de las estructuras de los pasos superiores previstos para estas dos soluciones.

El criterio que se ha seguido para establecer los valores de preferencia entre alternativas se desarrolla como sigue:

| Solución | Mantenimiento (40%) | Proceso constructivo (60%) | | |
|----------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---|
| | | Tiempo ejecución obra (20%) | Transporte de materiales (10%) | Afección actuación sobre vías existentes durante la construcción (10%) |
| Solución cero | Bajo | 0 semanas | Nulo | Nula |
| Glorieta a nivel | Bajo | 6 semanas | Bajo | Media |
| Glorieta distinto n. | Medio | 22 semanas | Medio-alto | Media-alta |
| Diamante de pesas | Medio-alto | 17 semanas | Alto | Baja |

En este caso la escala mediante la que se transforman los datos cuantitativos y cualitativos va desde 0 a 10, siendo el valor de 0 el que representa una magnitud mínima para un factor determinado y 10 la máxima magnitud. Para las valoraciones cualitativas se otorgan las siguientes puntuaciones: Nulo, 0; Bajo, 2; Medio, 4; Medio-alto, 6; Alto, 8; Muy alto, 10.

Para el tiempo de ejecución, en el que los datos son cantidades, se toma el mayor (22 semanas) y se considera alto, por lo que se le otorga 8 puntos. El resto de puntuaciones se calculan proporcionalmente a este valor. Por ejemplo, por una sencilla regla de tres, si a 22 semanas le corresponden 8 puntos, entonces a 17 semanas le corresponden 6,18 puntos, que se redondean a 6. En el caso de 6 semanas, le corresponden 2,18 puntos, que se redondean a 2.

| Solución | Mantenimiento (40%) | Proceso constructivo (60%) | | | Puntos totales |
|----------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---|-----------------------|
| | | Tiempo ejecución obra (20%) | Transporte de materiales (20%) | Afección actuación sobre vías existentes durante la construcción (20%) | |
| Solución cero | 2 | 0 | 0 | 0 | 0,8 |
| Glorieta a nivel | 2 | 2 | 2 | 4 | 2,4 |
| Glorieta distinto n. | 4 | 8 | 6 | 6 | 5,6 |
| Diamante de pesas | 6 | 6 | 8 | 2 | 5,6 |

Con las ratios entre puntos totales se establece una escala que otorga un valor de preferencia determinado a cada rango de valores resultantes de las ratios.

| Ratio puntos solución x/puntos solución y | Valor de preferencia de y sobre x (escala fundamental de comparación por pares) |
|--|--|
| 1,1-1,50 | 2 |
| 1,51-2 | 3 |
| 2,01-2,50 | 4 |
| 2,51-3 | 5 |
| 3,01-3,50 | 6 |
| >3,50 | 7 |

Teniendo en cuenta lo anterior, se ha puntuado en consecuencia.

4. FUENTES DE INFORMACIÓN EXTERNA CONSULTADAS

1. **Saaty, T.L.** (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. Ed.: The McGraw-Hill Companies.
2. **RACE** (2018). *Informe RACE 2018. Evaluación de la Red de Carreteras del Estado*. Disponible en: https://www.race.es/wp-content/uploads/2018/12/Informe_RACE-EuroRAP_2018.pdf