

ANEJO 7. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL FIRME



ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CV-345 A SU PASO POR LOS
MUNICIPIOS DE HIGUERUELAS Y LA YESA (VALENCIA)

ÍNDICE:

1. Introducción.....	4
2. Criterios de definición.....	4
2.1. Trazado en planta.....	6
2.2. Trazado en alzado.....	7
2.3. Sección transversal.....	9
3. Estudio de alternativas.....	10
3.1. Alternativa 0.....	11
3.2. Alternativa 1.....	11
3.3. Alternativa 2.....	14
3.3.1. Cubicación.....	20
3.4. Alternativa 3.....	21
3.4.1. Modificación de trazado 1.....	21
3.4.1.1. Adecuación a la normativa.....	25
3.4.1.2. Cubicación.....	26
3.4.2. Modificación de trazado 2.....	27
3.4.2.1. Adecuación a la normativa.....	30
3.4.2.2. Cubicación.....	31
4. Justificación de la solución adoptada.....	32
4.1. Matriz multicriterio.....	33
5. Conclusión.....	37
 Apéndice I. Listado de coordenadas para cada P.K.....	39
Apéndice II. Perfiles longitudinales alternativas de trazado.....	40
Apéndice III. Dimensiones de los elementos de las alternativas.....	53
Apéndice IV. Proceso de cálculo.....	57
Apéndice V. Estudio de la excavabilidad.....	62
Apéndice VI. Cubicación.....	66

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se pretende presentar desde un punto ingenieril las distintas alternativas de trazado en planta y alzado que presenta la carretera como infraestructura viaria. En primer lugar, se pretende abordar el estudio de los criterios de diseño que determina la norma en cuestión, 3.1-IC de trazado, en cuanto al diseño geométrico de una carretera, es decir, velocidades máximas, radios de giro, pendiente, entre otros.

Mediante el estudio de alternativas, se pretende buscar una serie de soluciones o parámetros de mejora para la actual CV-345, a su paso entre los municipios de Higuieruelas y La Yesa, con el fin de mejorar algunas de las deficiencias observables que hacen de la conducción menos cómoda, segura y confortable para los usuarios.

El punto de partida de este proyecto va a ser tratar de aprovechar la infraestructura existente con el fin de reducir el coste de la obra, siempre que sea posible, tratando de hacer una conducción más cómoda y segura.

Para ello, a lo largo del presente anejo se van a plantear una serie de alternativas, con la justificación adecuada y georreferenciadas, todo ello haciendo uso de herramientas informáticas del tipo AutoCAD Civil 3D y Excel. Con el fin de llevar a cabo las alterativas de manera adecuada, será necesario la determinación de zonas de especial interés y la vigilancia del impacto ambiental.

2. CRITERIOS DE DEFINICIÓN

La vía actual consta de dos carriles, y dos sentidos de circulación, por tanto, un carril para cada sentido de circulación, en estos casos la norma expone que el eje de la vía se materializa como la línea de separación entre ambos carriles.

Como ya se ha comentado al inicio de este anejo, el punto de partida es aprovechar al máximo la infraestructura existente con el fin de abaratar costes. A lo largo de la traza de la carretera se puede observar un pequeño paso superior que une las dos partes de la vía separadas por un pequeño barranco, se deben definir nuevas alternativas que aprovechen este tipo de infraestructuras.

La zona por la que discurre la traza de la carretera está caracterizada por la existencia de una zona de especial protección ZEPA. En concreto, forman parte de la zona “ Alto Turia y Sierra del Negrete” la cual se considera un espacio protegido de la Red Natura 2000, tal como se comentó en el anejo 5 “Geología y Geotecnia”. Para poder llevar a cabo alguna modificación de trazado con su consecuente afección al terreno natural e impacto ambiental es necesario realizar un estudio de la zona con el fin de comprobar si es posible llevar a cabo alguna intervención.

Para ello, en el sitio web de la “Conselleria d’Infraestructures, Territori i Medi Ambient” de la Generalitat Valenciana, donde se encuentra la normativa que regula estas zonas, se puede comprobar que no existe ningún plan de gestión en la zona, ni existe ningún proceso de redacción del mismo. Es por ello, que no existe ninguna limitación de actuación en la zona catalogada como ZEPA, pero a pesar de ello, con el fin de generar el menor impacto ambiental se tratará de que la solución adoptada se adecue lo máximo posible a la infraestructura existente.

La carrera actual cuenta con una velocidad de proyecto de 60 km/h, como velocidad de proyecto de un tramo se conoce a la velocidad para la que se definen las características geométricas del trazado de una carretera en condiciones de comodidad y seguridad. La normativa establece unas determinadas longitudes, radios y parámetros en función de la velocidad de proyecto de la carretera. Esta carretera está englobada dentro del grupo 3 de carreteras, nombrada con la letra C de carreteras convencionales y en concreto C-60.

La norma 3.1-IC establece una serie de tipos de proyectos en función de las actuaciones que se van a llevar a cabo:

- Proyecto de nuevo trazado: Es aquel cuya finalidad es la definición de una vía de comunicación no existente o la modificación de una vía en servicio mediante un trazado independiente, que permita mantenerla con un nivel de servicio adecuado.
- Proyecto de duplicación de calzada: Es aquel cuya finalidad es la transformación de una carretera convencional en otra de calzadas separadas, mediante la construcción de una nueva calzada, generalmente muy cercana y aproximadamente paralela a la existente. Estos proyectos suelen incluir modificaciones locales del trazado existente, supresión de cruces a nivel, reordenación de accesos y, en general, las variaciones necesarias para alcanzar las características de autopista, autovía o carretera multicarril.
- Proyecto de acondicionamiento: Es aquel cuya finalidad es la modificación de las características geométricas de la carretera existente, con actuaciones tendentes a mejorar los tiempos de recorrido, el nivel de servicio y la seguridad de la circulación.
- Proyecto de mejoras locales: Es aquel cuya finalidad es la modificación de las características geométricas de elementos aislados de la carretera por necesidades funcionales y de seguridad.
- Proyecto de actuaciones específicas: Es aquel cuya finalidad es la mejora de algún elemento constitutivo de una carretera en servicio (firme, drenaje, señalización, balizamiento, sistemas de contención, iluminación, y otros).

En el caso del estudio actual se van a desarrollar diferentes tipos de proyectos de los anteriormente recogidos, se determinará en cada alternativa. Los objetivos para cualquier diseño de carreteras deben ser, seguridad, funcionalidad, integración ambiental, comodidad, economía, estética y elasticidad.

2.1. TRAZADO EN PLANTA

El trazado en planta es una sucesión de rectas y arcos unidos mediante curvas de acuerdos que pueden no estar presentes.

La propia norma explica que para que se produzca una acomodación y una adaptación a la conducción, se procurará limitar las longitudes mínimas de las alineaciones rectas. Asimismo, para evitar problemas relacionados con el cansancio, los deslumbramientos, los excesos de velocidad, se procurará limitar las longitudes máximas de las alineaciones rectas.

A continuación, se adjuntan unas tablas donde se recoge las dimensiones en planta y en alzado de los acuerdos obtenidas de la norma 3.1-IC.

DIMENSIONES EN PLANTA				
LONGITUD			RADIO	PERALTE
MÁXIMA	MÍNIMA		MÍNIMO	MÁXIMO
	CURVA S	CURVA C		%
1002	83	167	130	7

Ilustración 1. Dimensiones en planta Norma 3.1-IC (Fuente: Elaboración propia)

Se define como peralte la inclinación transversal de la plataforma que conforma una carretera en los tramos en curva y que se dispone para contrarrestar la aceleración centrífuga no compensada por el rozamiento y evacuar el agua hacia el exterior. Se define como bombeo la inclinación transversal de la plataforma o plataformas de una carretera en los tramos en recta para evacuar el agua hacia el exterior. El valor habitual del bombeo se corresponde con una inclinación transversal mínima del dos por ciento ($\geq 2\%$).

Con el fin de llevar a cabo el cambio de pendiente transversal de la vía, surgen dos términos con el nombre de, desvanecimiento del bombeo y transición del peralte, de manera que sea posible materializar este cambio de pendiente en la infraestructura.

Se define como desvanecimiento del bombeo el giro que se efectúa en la inclinación transversal de una plataforma en carreteras de calzadas separadas para pasar, en una alineación recta, desde la inclinación correspondiente al bombeo a una inclinación transversal nula (0 %). Se define como transición del peralte el giro que se efectúa en la inclinación transversal de la plataforma para pasar, en una curva, desde una inclinación transversal nula (0 %) a la inclinación transversal correspondiente al peralte (P %) o desde el bombeo al peralte (P %).

En la propia norma, en el capítulo 4 “Trazado en planta” se expone el valor del peralte en función del tipo de vía y de la velocidad de proyecto de esta, tal y como se recoge en la tabla anterior el peralte toma un valor del 7 %.

Tal y como se puede observar en la propia norma, si se pretendiese aumentar la velocidad de proyecto de la vía, ya sea con el acondicionamiento de la misma o con alguna de las alternativas, tanto la longitud de las rectas como el radio mínimo en curvas aumentarían, lo que supondría un mayor volumen de tierras y la inadecuación de parte de la infraestructura actual, es por ello, por lo que se pretende mantener la velocidad de proyecto actual de la vía, 60 km/h. A continuación, se adjunta una tabla con las dimensiones en planta que incluye la norma para una velocidad de proyecto de 70 km/h.

DIMENSIONES EN ALZADO				
LONGITUD			RADIO	PERALTE
MÁXIMA	MÍNIMA		MÍNIMO	MÁXIMO
	CURVAS S	CURVAS C		%
1169 m	97	194	190	7

Ilustración 2. Dimensiones en planta para 70 km/h Norma 3.1-IC (Fuente: Elaboración propia)

2.2. TRAZADO EN ALZADO

Por lo que corresponde al trazado en alzado, la norma 3.1-IC en su capítulo 5 “Trazado en alzado” recoge todo lo correspondiente en cuanto a proceso y limitaciones de diseño y ejecución.

El trazado en alzado de una carretera o calzada se compondrá de la adecuada combinación de la rasante con inclinación uniforme (recta) y la curva de acuerdo vertical (parábola). La definición del trazado en alzado se referirá a un eje que fija un punto en cada sección transversal cuya definición viene expuesta en la norma en función de las características de la vía en estudio. En el caso de carreteras de calzada única y doble sentido de circulación se considera como eje de la vía el centro de la calzada, es decir, la marca vial de separación entre carriles, sin tener en cuenta eventualmente carriles adicionales.

Los valores de inclinación de la rasante vienen determinados en una serie de tablas en la norma, en función de la velocidad de proyecto y de la tipología de vía. Para el caso de carreteras convencionales y multicarril la tabla recogida en la norma es,

VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	INCLINACIÓN MÁXIMA (%)	INCLINACIÓN EXCEPCIONAL (%)
100	4	5
90 y 80	5	7
70 y 60	6	8
50 y 40	7	10

Ilustración 3. Valores de inclinación de las rasantes (Fuente: Norma 3.1-IC)

A la tabla de la ilustración 2, se adjuntan unas especificaciones con el fin de hacer menos restrictiva la limitación de los valores de inclinación de la rasante:

- En casos suficientemente justificados y, previa realización de un estudio económico de los costes de explotación, los valores anteriores podrán incrementarse en un uno por ciento (1 %).
- En el caso de que las calzadas tengan trazado en alzado independiente, los valores de la inclinación de la calzada en pendiente podrán incrementarse también en un uno por ciento (1 %) adicional.

Para el caso de la CV-345 se va a tomar los valores indicados en la tabla de la ilustración 2 por no tratarse de un caso especial y tener el mismo trazado ambas calzadas de la vía.

En cuanto a los acuerdos verticales, en la siguiente tabla, obtenida de la norma empleada en el desarrollo de este apartado, se establecen los parámetros mínimos que estos deben tener para garantizar la visibilidad de parada y de adelantamiento favoreciendo la seguridad vial. La vía en estudio, tal y como ya se ha comentado, está encuadrada en el grupo 3 de carreteras y con una velocidad de proyecto de 60 km/h.

GRUPO	VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	ACUERDOS CONVEXOS		ACUERDOS CÓNCAVOS	
		K_v (m) Parada	K_v (m) Adelantamiento	K_v (m) Parada	K_v (m) Adelantamiento
3	90	3 500	4 800	3 800	6 500
	80	2 300	3 100	3 000	5 400
	70	1 400	2 000	2 300	4 400
	60	800	1 200	1 650	3 600
	50	450	650	1 160	3 000
	40	250	300	760	2 400

Ilustración 4. Parámetros mínimos de los acuerdos verticales en carreteras tipo 3 (Fuente: Norma 3.1-IC)

2.3. SECCIÓN TRANSVERSAL

Una vez definidos los parámetros necesarios para el diseño en planta y alzado de una carretera con las características de la CV-345, se pretenden definir los aspectos más relevantes de la sección transversal de la misma, en cuanto a dimensiones.

El ancho habitual de los carriles será de 3,50 m y se podrá reducir, si fuese necesario y de forma justificada, en tramos periurbanos y urbanos considerándose simultáneamente una reducción de la velocidad.

En carreteras en terrenos con relieves accidentados o muy accidentados y con baja intensidad de tráfico ($IMD < 3\,000$) se podrá reducir el ancho del arcén en cincuenta centímetros (50 cm). Además, se podrá justificar la ausencia o reducción de la berma, garantizando siempre un ancho que permita la implantación de la señalización vertical y, si se dispusiese un sistema de contención de vehículos, su anchura de trabajo.

A continuación, se adjunta un fragmento de la tabla de la norma 3.1-IC en la que se incluye las dimensiones de los elementos que componen la sección transversal de la carretera para una carretera con características similares a las de la CV-345.

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (V _p) (km/h)	ANCHO (m)				NIVEL DE SERVICIO MÍNIMO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
		CARRILES	ARCENES		BERMAS (MÍNIMO)	
			INTERIOR / IZQUIERDO	EXTERIOR / DERECHO		
Carretera convencional	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	1,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50		0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00		0,50	E

Ilustración 5. Dimensiones de la sección transversal (Fuente: Norma 3.1-IC)

Tal y como se ha indicado al principio de este apartado alguna de las dimensiones anteriores se puede reducir si la situación así lo requiere, tales como el arcén y la berma.

3. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En este apartado se van a presentar las distintas soluciones que permite la vía en estudio con el fin de resolver la problemática presente o tratar de disminuir las consecuencias de esta sobre los conductores, respetando lo máximo posible el medio ambiente y la economía.

Para ello, el primer paso ha sido estudiar a fondo la traza de la vía con el fin de ver las posibilidades de la misma, y estudiar la documentación administrativa para saber cuáles son las actuaciones permitidas en ella, ya se ha comentado en el apartado 2 de este mismo anejo la existencia de una zona ZEPA.

Tras llevar a cabo este primer paso y teniendo en cuenta el punto de partida de este estudio de alternativas, tratar de aprovechar la infraestructura existente con el fin de economizar las obras, se planteas cuatro grupos de alternativas, donde cada grupo aumenta las modificaciones sobre el anterior y, por tanto, una vez todos planteados habrá que valorar cual es el más eficiente para desarrollar la alternativa.

- Alternativa 0:** No hacer nada.
- Alternativa 1:** Mejora del firme y estudio de la señalización.
- Alternativa 2:** Mejora del firme y señalización + aumento ancho sección transversal.
- Alternativa 3:** Mejora del firme y señalización + aumento ancho de la sección transversal + cambio de trazado.

3.1. ALTERNATIVA 0

Todo tipo de proyecto debe plantear una **alternativa 0**, “No hacer nada”, esta alternativa, no es más, que no llevar a cabo ningún tipo de actuación sobre la infraestructura en cuestión, esto puede estar motivado por diversos aspectos, diferentes entre ellos pero cuya resolución la tienen en común. Algunas de las motivaciones para llevar a cabo el desarrollo de esta actuación son,

- Inviabilidad del proyecto: no es rentable la obra, no solo económicamente, si no, funcionalmente, es decir, su desarrollo no resolvería grandes problemas. También podría formar parte de este punto, la zona de actuación, si no se dispone de suficiente espacio, en las inmediaciones de la traza, o si la conversión de este en infraestructura vial genera un gran impacto ambiental, también se llega a una inviabilidad del proyecto.
- Falta de soluciones: no se encuentran soluciones posibles a los problemas de la obra.
- Falta de recursos: no se tiene el suficiente apoyo por parte de la administración, en concreto, es una carretera que pertenece a la Generalitat Valenciana.

3.2. ALTERNATIVA 1

En cuanto a la alternativa 1, “Mejora del firme y estudio de la señalización”, se trata de una serie de obras cuya ejecución es necesaria debido al estado que presenta la vía, en lo referido a la mejora de la comodidad y seguridad de la carretera para los usuarios. En el anejo 10 “Documentación Fotográfica” se amplía la información acerca del estado actual de la carretera, en cuanto al estado de la cara superficial del firme o capa de rodadura.

Por lo que respecta a la señalización, tal y como se describirá, en determinadas zonas de la traza de la carretera se podría describir la señalización como inadecuada o insuficiente, y esto es debido a que la señalización implantada en la carretera no ha sido modificada en un largo periodo de tiempo y, sobre todo, en circulación nocturna, se denota la falta de actualización del sistema de señalización viario.

En primer lugar, se van a añadir una serie de fotografías tomadas en una salida de campo en las que se puede observar la necesidad de mejora que presenta el firme de la carretera, CV-345 a su paso por los municipios de Higuieruelas y La Yesa, con el fin de justificar la necesidad de llevar a cabo obras de mejora del firme de la vía. Cabe destacar, que en el anejo 6 “Diseño del firme” se llevó a cabo el cálculo y determinación de cuál sería el firme a disponer en función de las características intrínsecas del terreno por el que discurre la traza de la vía.



Ilustración 6. Firme deteriorado P.K. 27+800 (Fuente: Salida de campo)



Ilustración 7. Firme deteriorado P.K. 32+000 (Fuente: Salida de campo)



Ilustración 8. Firme deteriorado P.K. 31+000 (Fuente: Salida de campo)

Estas imágenes son solo un pequeño fragmento que queda completado con las imágenes del anejo 10 “Documentación Fotográfica”, en estas fotografías se puede observar las características que presenta el firme a lo largo de la traza, cabe destacar que en la zona próxima al P.K. 30+000 existe un pequeño tramo donde el firme ha sido restituído por uno nuevo, en aproximadamente 200m de la traza.

El estado actual del firme puede basarse en determinados condicionantes que se hayan podido dar a lo largo de su vida útil juntos o por separado. La CV-345, carretera convencional clasificada como rural con una IMD relativamente baja, se encuentra sometida a un fuerte tráfico de vehículos pesados tal y como se describió en el anejo 3 “Estudio de Tráfico”, esto es debido a la numerosa cantidad de explotaciones mineras por la que se caracteriza la comarca de Los Serranos, un ejemplo de ello es la existencia en las inmediaciones del término municipal de Higuieruelas de una explotación minera a cielo abierto. Además, este tráfico pesado también es debido a la existencia en la zona de numerosos parques eólicos con aerogeneradores, elementos de aproximadamente 67 metros de alto y de gran sección que son transportados con vehículos pesados cuyo tamaño y peso puede ser excesivo y superar los límites para los que estaba diseñada la vía. Dado que la situación deteriorada del firme se prolonga en gran parte de la traza, siendo pocas zonas las que no se ven afectadas, cabe la posibilidad de pensar que cuando se proyectó originalmente la vía no se esperaba un tráfico de pesados como el que se tiene y, por tanto, el diseño del firme es inadecuado para las condiciones actuales de tráfico de la vía.

Otra de las patologías que podrían ser la causa del estado actual del firme de la carretera, podría ser una mala ejecución de las obras, es decir, una mala compactación, curado o incluso un uso nulo de riegos entre las distintas capas del firme, causa muy común en la construcción de carreteras, cuyas consecuencias de asiento imprevisto del material con el consecuente asiento del paquete de firme y fisuración de la capa de rodadura, se ven en el aspecto final del firme. También, este estado de deterioro podría deberse a una incorrecta fase de explotación, en lo referido a una falta de mantenimiento y reparaciones inadecuadas.

Esta alternativa 1, presenta la posibilidad de llevar a cabo la restitución del firme actual de la vía debido al estado deteriorado que presenta, perjudicando las condiciones de comodidad y seguridad con las que se debe proyectar cualquier infraestructura viaria. Cabe la posibilidad de llevar a cabo la sustitución puntual del firme en las zonas donde este denote deterioro, pero al recorrer el largo de la traza de la CV-345 se puede observar que son pocas las zonas en las que el firme no se encuentra en condiciones de asiento de la losa, fisuración longitudinal y transversal, defectos en la textura del acabado o pérdida de regularidad superficial. Por ello, en esta alternativa se plantea la sustitución del paquete de firme en la totalidad de la traza de la carretera, formado por capa base y capa de rodadura, tal y como se indicó en el anejo 6 “Diseño del firme”, y el estudio de las condiciones en las que se encuentra la explanada debido a que se podría dar el caso en el que las condiciones de asiento del firme sean por un mal estado de la capa de la explanada o por el uso de materiales inadecuados cuyo deterioro provoque la necesidad de su restitución. Una vez llevado a cabo el estudio de la explanada, se determinaría la necesidad de sustituir esta capa también con el fin de no subsanar únicamente los desperfectos visibles, sino proyectar la vía de manera correcta.

En cuanto al estudio de señalización, se lleva a cabo el anejo correspondiente de “Señalización y Balizamiento”, en el que se estudia la señalización característica para una vía con las características de la CV-345.

3.3. ALTERNATIVA 2

Tal y como se ha comentado, cada alternativa va a tratar de aportar determinados aspectos a la alternativa anterior con la finalidad de mejorar la eficiencia de la infraestructura en estudio desde el punto de vista de la comodidad y seguridad para los usuarios. En esta alternativa 2, aparte de la mejora del firme y de la señalización, se pretende estudiar la posibilidad de ampliar la sección transversal actual de la CV-345, motivado por el incumplimiento de la normativa vigente aplicada en este apartado, 3.1-IC, cuyos requerimientos han sido planteados en el apartado 2 de este mismo anejo.

Recordando lo que incluye la norma para esta tipología de carretera, caracterizada como una carretera convencional con una velocidad de proyecto de 60 km/h (C-60), según la tabla incluida en la ilustración 5, el ancho mínimo del arcén exterior debe ser de 1.5 metros y el ancho de la berma debe ser de 0.75 metros, además, en la norma también se incluye un ancho de carril igual a 3.5 metros. A este conjunto de cifras, lo acompaña una serie de especificaciones aplicables en el caso en estudio, que ya fueron presentadas en el apartado 2.

Para el caso del ancho de carril, la norma permite disminuir el ancho de manera justificada en tramos urbanos y periurbanos, la CV-345 entre los municipios de La Yesa e Higuieruelas, no se puede considerar de esta clase, si no una vía interurbana.

Debido a la no obviedad de estos términos, surge la necesidad de definir ambos conceptos anteriores. La norma 3.1-IC establece,

- En primer lugar, como tramo urbano de una carretera, aquel cuya zona de dominio público es colindante por ambas márgenes con suelos clasificados como urbanizados (según Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio)
- Tramo periurbano de una carretera es aquel cuya zona de dominio público es colindante por una margen con suelos clasificados como urbanizados (según Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio). A estos efectos, también tendrán la consideración de periurbano los tramos de 4 km anteriores y posteriores a un tramo urbano de la misma carretera cuando este tenga una longitud superior a un kilómetro.

Además, la propia norma incluye que, si en un determinado tramo de carretera el tráfico de largo recorrido supera el 40 % del tráfico total, no se aplicarán los conceptos de urbano y periurbano, salvo que se trate de una travesía. Se entenderá por tráfico de largo recorrido aquel que no tiene el origen o el destino en la población o área metropolitana de la que forme parte.

En el caso de la CV-345 no se cumplen estas condiciones por los que la vía no es considerada ni urbana ni periurbana y, por tanto, no será posible la reducción del ancho del carril, que deberá ser de 3.5 metros en la totalidad de la traza de la carretera.

Por otro lado, la norma permite la reducción de las dimensiones de anchura de arcén y berma en terrenos con relieves accidentados o muy accidentados y con baja intensidad de tráfico ($IMD < 3\ 000$), permitiendo disponer de un ancho de arcén de 50 cm y la ausencia o reducción de la berma, siempre que se permita la colocación de la señalización vertical y del sistema de contención de vehículos en su caso. En el caso de la carretera objeto de estudio, se cumplen ambas condiciones y, por tanto, se va a aplicar esta reducción tanto a la berma como al arcén con el fin de crearlos en las zonas de la traza actual de la carretera donde no existen.

Para llevar a cabo el desarrollo de esta alternativa, surge la necesidad de llevar a cabo una salida de campo en la cual comprobar la viabilidad del proyecto, es decir, comprobar si en la totalidad de la traza se cumple la normativa en cuanto a las dimensiones de la sección transversal, y estudiar la posibilidad de llevar a cabo la ampliación de esta en aquellas zonas donde sea necesario con el fin de disponer de una sección transversal adecuada para la cómoda y segura circulación de los usuarios que por ella circulen.

Con el fin de llevar a cabo este estudio, se ha realizado una tabla en la que se adjunta para cada P.K. por el que discurre la carretera la necesidad de llevar a cabo alguna operación y las posibilidades que presenta. Tras la presentación de dicha tabla, se añaden una serie de aclaraciones y justificaciones a la misma.

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CV-345 A SU PASO POR LOS
MUNICIPIOS DE HIGUERUELAS Y LA YESA (VALENCIA)

P.K.	FIRME	ARCÉN	BERMA
20	ADECUADO	SI *	NO
21	DETERIORADO	SI *	NO
22	DETERIORADO	PUNTUAL	NO
23	DETERIORADO	NO	NO
24	DETERIORADO	NO	NO
25	DETERIORADO	NO	NO
26	DETERIORADO	NO	NO
27	DETERIORADO	NO	NO
28	DETERIORADO	NO	NO
29	DETERIORADO	NO	NO
30	DETERIORADO*	NO	NO
31	DETERIORADO	NO	NO
32	DETERIORADO	NO	NO
33	DETERIORADO	NO	NO
34	DETERIORADO	NO	NO
35	DETERIORADO	NO	NO
36	DETERIORADO	NO	NO
37	DETERIORADO	NO	NO
38	DETERIORADO	NO	NO
39	DETERIORADO	NO	NO
40	DETERIORADO	NO	NO
41	DETERIORADO	NO	NO

Ilustración 9. Parte 1. Estado actual por P.K. (Fuente: Elaboración propia)

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CV-345 A SU PASO POR LOS
MUNICIPIOS DE HIGUERUELAS Y LA YESA (VALENCIA)

P.K.	DESMONTE	TERRAPLÉN	POSIBILIDAD A MISMO NIVEL	INVIABILIDAD
20	NO	NO	AMBOS SENTIDOS	NO
21	NO	NO	AMBOS SENTIDOS	NO
22	CARRIL DERECHO	NO	NO	NO
	SENTIDO ASCENDENTE			
23	CARRIL DERECHO	NO	NO	NO
	SENTIDO ASCENDENTE			
24	CARRIL DERECHO	NO	NO	NO
	SENTIDO ASCENDENTE			
25	ESCASO	ESCASO	PRÁCTICAMENTE	NO
26	CARRIL IZQUIERDO	CARRIL DERECHO	NO	NO
	SENTIDO ASCENDENTE	SENTIDO ASCENDENTE		
27	CARRIL DERECHO	CARRIL IZQUIERDO	NO	NO
	SENTIDO ASCENDENTE	SENTIDO ASCENDENTE		
28	CARRIL DERECHO	NO	NO	NO
	SENTIDO ASCENDENTE			
29	CARRIL DERECHO	CARRIL IZQUIERDO *	NO	NO
	SENTIDO ASCENDENTE	SENTIDO ASCENDENTE		
30	ESCASO	ESCASO	PRÁCTICAMENTE	NO
31	ESCASO	ESCASO	PRÁCTICAMENTE	NO
32	NO	NO	NO	SI
33	CARRIL IZQUIERDO	CARRIL DERECHO	NO	NO
	SENTIDO ASCENDENTE	SENTIDO ASCENDENTE		
34	CARRIL IZQUIERDO	NO	NO	NO
	SENTIDO ASCENDENTE			
35	CARRIL IZQUIERDO	CARRIL DERECHO	NO	NO
	SENTIDO ASCENDENTE	SENTIDO ASCENDENTE		
36	AMBOS SENTIDOS	CARRIL DERECHO	NO	NO
		SENTIDO ASCENDENTE		
37	NO	NO	SI	NO
38	NO	NO	SI	NO
39	NO	NO	SI	NO
40	NO	NO	SI	NO
41	NO	NO	SI	NO

Ilustración 10. Parte 2. Listado de operaciones (Fuente: Elaboración propia)

La tabla que se incluye en las ilustraciones 9 y 10 de este anejo, se ha dividido en dos partes, en la primera de ellas, se hace un recorrido a lo largo de la traza de la CV-345 y se señala para cada P.K. el estado actual en el que se encuentra la infraestructura, en cuanto a las características que presente el firme y la existencia de arcén y de berma. En la segunda parte de la tabla, lo que se ha llevado a cabo es el estudio de posibilidades que esta presenta en la misma discretización de P.K. que para la parte 1, en este caso, se estudian las operaciones que se han de realizar con el fin de llevar a cabo una ampliación de la sección transversal de la carretera en aquellas zonas donde actualmente no existe ningún tipo de arcén o berma.

Una vez añadida la tabla anterior, es necesario llevar a cabo una serie de aclaraciones al contenido de la misma.

En la primera parte, en la columna de firme, se ha evaluado el estado visual del firme y la comodidad de rodadura al realizar una pasada por él, para contrastar esta información se puede recurrir al anejo 10 “Documentación Fotográfica” donde se han adjuntado una gama de imágenes sobre el estado del firme y el P.K. donde fue tomada la fotografía. También, se adjuntaron fotos acerca del estado actual del firme en el apartado 3.2. de este mismo anejo, cuando se llevó a cabo la descripción de la alternativa 1.

Cabe destacar que el firme se encuentra deteriorado en prácticamente la totalidad de la traza excepto en el punto de partida de la vía en estudio, en concreto, aproximadamente en el P.K. 20+000 donde, al existir una rotonda de nueva construcción, se puede deducir que esta primera parte de firme se renovó junto con la construcción de la rotonda. También, en la descripción del estado del firme en el P.K. 30+000 aparece un asterisco (*) acompañando a la palabra deteriorado (deteriorado *), esto se debe, a que aproximadamente en la zona correspondiente al P.K. 30+500 se llevó a cabo una sustitución del firme de la carretera y, por ello, el aspecto de este no está deteriorado en apenas 300 metros desde este punto kilométrico.

En esta primera parte de la tabla, ilustración 9, también aparece información acerca del estado actual del arcén y de la berma, a continuación, se adjuntan una serie de imágenes para comprobar la existencia de estos, pero, con el fin de no extender demasiado este apartado, en el anejo 10 “Documentación Fotográfica” se tiene información más ampliada.

En la mayor parte de la traza no se dispone de arcén ni de berma, salvo en tramos puntuales. La norma añade que en la tipología de carretera de la CV-345, al arcén se le puede aplicar una reducción de anchura hasta 0.5 metros, en el caso actual de la vía, se incumple esta condición, por ello, se debería llevar a cabo la ampliación de la sección de la carretera en aquellas zonas donde se posible. Se considera que es posible llevar a cabo esta ampliación en aquellas zonas donde se puede llevar a cabo un desmonte, terraplén o incluso llevar a cabo la ampliación de la carretera al mismo nivel, disponiendo las mismas capas que se dedujeron en el anejo 6 “Diseño del Firme”.

En la tabla anterior, concretamente en la ilustración 10, se incluyen las operaciones a llevar a cabo para hacer posible esta ampliación y adaptarse a la normativa.

De la tabla anterior se puede deducir, que solo existe un tramo donde es inviable llevar a cabo algún tipo de ampliación, esto se debe a que es una zona que está encuadrada entre un gran barranco en la parte contigua al carril izquierdo, en sentido ascendente de P.K. (sentido Higuieruelas – La Yesa), y entre un talud de grandes dimensiones en la parte junto al carril derecho. Para el resto de P.K., llevar a cabo la ampliación es posible. En la tabla, para cada P.K. se incluye la posibilidad de llevar a cabo desmante, terraplén o si se podría llevar cabo la ampliación a misma cota aproximadamente, discretizando por carriles en el sentido Higuieruelas - La Yesa.



Ilustración 11. Estado actual de la sección transversal de la carretera P.K. 23+000 (Fuente: Salida de campo)



Ilustración 12. Estado actual de la sección transversal de la carretera P.K. 30+000 (Fuente: Salida de campo)

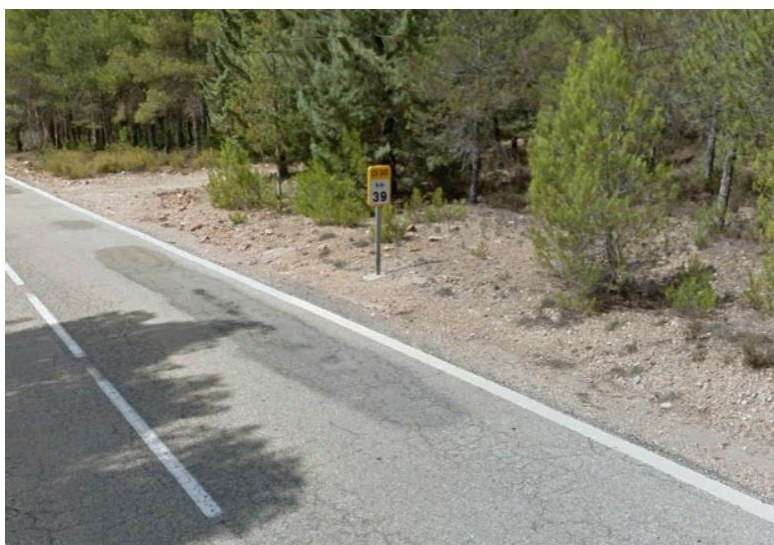


Ilustración 13. Estado actual de la sección transversal de la carretera P.K. 39+000 (Fuente: Salida de campo)

En resumen, en esta alternativa se plantea llevar a cabo una modificación de la sección transversal, adicional a la necesaria restitución del firme actual por el estado deteriorado que presenta y al estudio de la señalización. Para ello, se ha elaborado una tabla en la que se resumen las características que presenta la sección transversal del firme de la carretera y se comprueba que no se cumplen las prescripciones de la norma 3.1-IC, en cuanto a la disposición del arcén. Por otro lado, se ha estudiado la posibilidad de llevar a cabo algún tipo de ampliación en función de las características que presenta el terreno próximo a la traza, determinando así la viabilidad o no del proyecto de mejora que presenta esta alternativa. En el caso de desarrollar esta alternativa, será necesario determinar la excavabilidad de los taludes donde sea necesario llevar a cabo un desmonte, y estudiar las zonas de las que se puede obtener material con el fin de llevar a cabo los rellenos necesarios para los terraplenes, y las capas del firme, en concreto la capa base formada por zahorras artificiales.

3.3.1. CUBICACIÓN

Con el fin de hacer realidad esta alternativa, tal y como se puede observar en la tabla de la ilustración 9 y 10, en determinadas secciones es necesario llevar a cabo una serie de desmontes y terraplenes para poder materializar la rasante de la carretera.

Mediante el desarrollo de la cubicación se obtiene el movimiento de tierras necesario para ejecutar esta alternativa. Para ello, se han implementado una serie de superficies en la herramienta informática AutoCAD Civil 3D obtenidas de modelos digitales del terreno (MDT).

En la siguiente tabla queda reflejado el movimiento de tierras obtenido para esta alternativa en función de las posibilidades de la tabla anterior en cuanto a terraplén y desmonte y volumen de material neto, es decir, cantidad de material que quedaría en el caso de usar parte del material de desmonte para rellenar los terraplenes. No se va a desarrollar en este caso.

ALTERNATIVA 3.3. AMPLIACIÓN SECCIÓN TRANSVERSAL		
DESMONTE (m3)	TERRAPLÉN (m3)	VOLÚMEN NETO (m3)
195580	27390	168190

Ilustración 14. Movimiento de tierras alternativa 3 (Fuente: Elaboración propia)

3.4. ALTERNATIVA 3

La alternativa 3, plantea un término adicional a las alternativas anteriores con el fin común de mejorar la seguridad y comodidad de la circulación en la CV-345. En esta, además de la necesaria sustitución de las capas del firme, estudio de la señalización y modificación de la sección transversal, se plantea la posibilidad de llevar a cabo algún cambio de trazado de la actual CV-345.

Para ello, se va a utilizar la herramienta informática AutoCAD 2019 con el fin de determinar las zonas por donde pasaría el desvío previsto, y poder evaluar la posibilidad de llevarlo a cabo. Para reforzar la toma de decisiones, se complementa la información disponible con la herramienta Google Earth y con las distintas visitas a campo realizadas a lo largo del desarrollo de este trabajo.

Para el caso de la alternativa 3, en relación a la modificación del trazado, se presentan dos posibles variaciones del trazado.

3.4.1. MODIFICACIÓN DE TRAZADO 1

Esta primera modificación de trazado está dividida en dos variaciones de trazado a lo largo de la traza de la carretera, esto es debido a que, la CV-345 a su paso por los municipios de Higuieruelas y La Yesa, tiene una longitud de aproximadamente 20 kilómetros y el punto de partida común en todas las alternativas es el aprovechamiento de la infraestructura existente con el fin de abaratar los costes de las obras y provocar el menor impacto ambiental en el entorno, por lo que, cuanto menos actuaciones, desmontes o terraplenes, se lleven a cabo sobre el medio físico mejor grado de conservación tendrá este. Por ello en esta primera modificación no se plantea una variación global del trazado, sino una variación en las zonas donde es más necesario.

La primera de las variaciones del trazado que componen esta modificación de trazado tiene su punto de inicio en el P.K. 23+900 y su punto final en P.K. 27+300 de la

traza actual de la carretera. En la ilustración 14, se adjunta una vista en aérea del trazado que llevaría esta alternativa.



Ilustración 15. Variación de trazado 1 entre P.K. 23+900 Y P.K. 27+300 (Fuente: Elaboración propia)

En la imagen precedente se nombra como V1, el trazado que seguirá está primera variación del trazado actual; la traza actual de la carretera está remarcada con el nombre de CV-345 en la propia imagen.

En esta primera aproximación a la variación de trazado, ubicada al oeste de la zona del término municipal de Higuieruelas, se puede observar que el nuevo trazado difiere respecto de la traza actual de la CV-345 en el número de alineaciones curvas, de esta manera se pretende llevar a cabo una simplificación del trazado de la actual carretera con el fin de buscar la seguridad vial para los usuarios.

Mediante esta variación del trazado se estaría pasando de un trazado con una primera parte en forma de S y con alineaciones curvas sin recta intermedia, formado en total por 10 curvas y pequeños tramos de recta entre algunas curvas, en los cuales no se dispone de la longitud suficiente para cumplir las condiciones de confort con las que se debe proyectar una carretera, a un nuevo trazado simplificado formado por 2 rectas unidas mediante un 2 acuerdos, el primero de ellos cóncavo y el segundo convexo compuestos por dos clotoides y una curva central. La longitud de las dos rectas que componen esta primera variación de trazado es de 654 metros y de 1001 metros, siendo la de 654 m la primera que conforma la variación de trazado. El acuerdo que une ambas rectas está formado por dos clotoides simétricas y una curva central que cuenta con un radio de 130 metros.

Cabe destacar, que en la zona donde da comienzo esta primera alternativa existe una serie de carreteras o caminos habilitados para el paso de camiones que transportan los aerogeneradores de los campos eólicos próximos a la zona de la traza, por tanto, se plantea utilizar estos tramos de carretera como base de la variación de trazado planteada en este apartado, de manera que queden correctamente dimensionados según lo explicado en el anejo 6 “Diseño del firme” y adaptados a la normativa según las prescripciones añadidas en el apartado 2 de este mismo anejo.

Además del trazado en planta es necesario definir el trazado en alzado de cada una de las variaciones de carretera planteadas, en el caso de esta primera variación (V1), el P.K. de origen tiene una cota de 1045 metros y el P.K. final tiene una cota de 951 metros. Para diseñar el trazado en alzado fue necesario obtener el perfil longitudinal que presenta el terreno por el que se pretende pasar esta nueva alternativa, se puede comprobar en el Apéndice I de este mismo anejo, y se apreció que el punto más alto no era el de partida de la alternativa, si no, se encontraba en el parte central de la curva circular del acuerdo, concretamente a 0.57 km del punto de partida y con una cota de 1086 metros.

En un primer planteamiento de trazado, se pensó en diseñar el trazado con una pendiente en la primera recta, de 654 metros, y una rampa entre el punto más alto del trazado y el punto final de esta segunda alternativa P.K. 27+300, pero se desestimó esta opción por el hecho de que la rampa no cumplía la limitación de inclinación máxima del 6 %. Con el fin de realizar el menor movimiento de tierras posible, se decidió llevar a cabo el trazado con una primera pendiente con una inclinación del 1% de manera que la cota del punto más alto permitiera realizar esta segunda rampa con una pendiente del 6% de manera que se realizara el menor volumen de movimiento de material. De esta manera se cumplen las limitaciones de la norma 3.1-IC en cuanto a trazado en alzado y en planta.

En la ilustración 15, se introduce la segunda variación de trazado que se plantea en esta modificación de trazado 1, esta tiene su punto de origen en el P.K. 32+490 y su punto final en el P.K. 36+390, está formada por 4 alineaciones rectas unidas mediante 4 acuerdos, los tres primeros cóncavos y el último convexo, siguiendo el sentido de crecimiento de los P.K.



Ilustración 16. Variación de trazado 2 entre P.K. 32+490 Y P.K. 37+600 (Fuente: Elaboración propia)

En la ilustración 15 se nombra como V2, el trazado que seguirá la segunda variación del trazado, la traza actual de la carretera está remarcada con el nombre de CV-345 en la propia imagen, por último, con las siglas de PS se ha marcado la ubicación del único paso superior que se puede encontrar en la traza de la carretera.

Llevando a cabo esta variación de trazado se consigue simplificar la conducción adaptándose a las prescripciones de la norma 3.1-IC y favoreciendo una conducción segura y cómoda, frente al trazado actual que se encuentra fuera de lo recogido en la normativa. En este caso, el trazado actual está formado por 15 alineaciones curvas y 4 alineaciones rectas en su totalidad (siguiendo la traza actual entre los P.K. 32+492 y 37+600) el cual se caracteriza por ser un trazado en forma de S en gran parte del recorrido y formado por curvas sin rectas intermedias cuyos radios consecutivos no están coordinados, donde no se cumplen las condiciones de comodidad y seguridad que recoge la norma en cuestión.

En la imagen anterior, se ha remarcado la existencia de un paso superior, tal y como se ha comentado en varias ocasiones en este anejo, se pretende hacer uso de las infraestructuras existentes con el fin de conseguir hacer la obra más económica, por ello, se ha adaptado el trazado para que pase por el paso superior y siga la traza actual de la CV-345.

El P.K. de origen de esta alternativa, P.K. 32+490, tiene una cota de 938 metros; el punto kilométrico final, P.K. 36+390, tiene una cota de 1055 metros, siendo estos el punto más bajo y más alto de toda la alternativa respectivamente.

Tal y como se ha comentado, se plantean cuatro alineaciones rectas, la primera de ellas con una longitud de 218.51 metros, la segunda de estas con una longitud de 993.56 metros, la tercera de 798.57 metros y la cuarta con una longitud de 772.36 metros, siendo esta primera recta la que marca el inicio de esta segunda variación de trazado (V2), es decir, la que parte del P.K. 32+490. En cuanto a la segunda recta, es la que se enlaza a esta primera mediante el primer acuerdo planteado en esta alternativa, formado por dos clotoides simétricas y una curva de radio 130 metros, y se enlaza a la tercera recta mediante otro acuerdo parabólico formado por dos clotoides y una curva circular. La cuarta recta también se une a la tercera con un acuerdo similar, y el último acuerdo definido en esta alternativa es para conectar con la traza actual de la CV-345 en la parte próxima a Higueruelas.

Una vez definido el trazado en planta según la normativa en cuestión, para definir el trazado en alzado se plantean tres pendientes sucesivas del 1.7 % de manera que el ascenso de cota sea de manera suave, favoreciendo la circulación de los vehículos pesados, que son los que más perjudicada ven su circulación en este tipo de terreno tan accidentado.

3.4.1.1. ADECUACIÓN A LA NORMATIVA

Una vez planteadas las alternativas de trazado, es necesario comprobar la adecuación de estas con las prescripciones de la norma 3.1-IC, tanto en el trazado en alzado como para el trazado en planta.

Puesto que para la creación de estas dos variaciones de trazado (V1 y V2) se han seguido los criterios de diseño de la norma en cuestión que plantea la instrucción de carreteras, rápidamente se comprueba la adecuación de estos nuevos trazados a la normativa.

Para el caso del trazado en planta, ha sido necesario la comprobación de que los elementos de trazado cumplen las limitaciones de longitud máxima y mínima definidas en el apartado dos de este anejo, y la adecuación de los acuerdos, tanto clotoides como curvas circulares, a las prescripciones de la norma.

En el caso del trazado en alzado se debe comprobar la adecuación de este a las limitaciones de la norma, en lo referido a la inclinación de la rasante que, en este caso, puesto que la velocidad de proyecto es de 60 km/h la inclinación máxima de la rasante será del 6%, y además con una longitud menor de 3000 metros. Tal y como se ha comentado, el diseño de ambos trazados se ha llevado a cabo siguiendo la normativa, por tanto, la comprobación es inmediata.

Por último, se ha comprobado que el valor del parámetro de cada acuerdo sea superior al mínimo establecido por la norma, diferenciando entre acuerdos cóncavos y convexos.

La velocidad de proyecto de las nuevas alternativas, tal y como se comentó, ha seguido siendo de 60 km/h, ya que al aumentar la velocidad de proyecto se provocaba el inmediato incumplimiento de la normativa por parte de la vía existente, cuyo trazado se pretende seguir utilizando, la velocidad de proyecto, ha sido definida como la menor de las específicas de todos los elementos viarios.

En el apéndice III se incluyen tablas que recogen estos valores, y en el apéndice IV el proceso de cálculo de los más relevantes según la norma 3.1-IC.

3.4.1.2. CUBICACIÓN

Tal y como se puede observar en la tabla que se incluye en el apartado 3.3., en concreto en la ilustración 10, para llevar a cabo esta segunda variación de trazado sería necesario llevar a cabo una serie de desmontes y terraplenes con el fin de conseguir ubicar la carretera en este nuevo trazado. Como se puede prever el volumen de material movido será mayor en esta alternativa que en la anterior por implementar un cambio de trazado respecto de la anterior.

Mediante el desarrollo de la cubicación se obtiene el movimiento de tierras necesario para ejecutar esta alternativa. Para ello, se han implementado una serie de superficies en la herramienta informática AutoCAD Civil 3D obtenidas de modelos digitales del terreno (MDT).

En la siguiente tabla queda reflejado el movimiento de tierras obtenido para esta alternativa en función de las posibilidades de la tabla anterior en cuanto a terraplén y desmonte y volumen de material neto, es decir, cantidad de material que quedaría en el caso de usar parte del material de desmonte para rellenar los terraplenes. No se va a desarrollar en este caso.

ALTERNATIVA 3.4.1. MODIFICACIÓN DE TRAZADO 1			
SECCIÓN	DESMONTE (m3)	TERRAPLÉN (m3)	VOLÚMEN NETO (m3)
MODIFICACIÓN DE TRAZADO 1	461466,25	164363,8	297102,45
SOLO AMPLIACIÓN SECCIÓN T	129378,8	0	129378,8

Ilustración 17. Movimiento de tierras alternativa 3.4.1. (Fuente: Elaboración propia)

En el caso de esta tabla aparecen dos filas, la primera de estas, "Modificación de trazado 1", se refiere a la cantidad de movimiento de tierras que se da en la zona donde se ha propuesto un cambio de trazado respecto del actual. La segunda fila, se refiere a la parte de esta alternativa que se adapta al trazado actual de la CV-345 y cuya sección transversal va a sufrir una transformación.

3.4.2. MODIFICACIÓN DE TRAZADO 2

En esta segunda variación de trazado, se propone una alternativa única del trazado actual de la carretera, pero a gran escala. En esta se pretende llevar a cabo una modificación general del actual trazado con el fin de adecuar la CV-345 a la norma de trazado 3.1-IC y hacer un trazado más cómodo y seguro, reduciendo así el número de distracciones y accidentes en la carretera, y favoreciendo la seguridad vial.

La nueva modificación de trazado tiene su punto de origen en el P.K. 23+900, coincidiendo con el punto de origen de la modificación 1, con una cota de 1045 metros, y tiene su punto final en el P.K. 40+000, con una elevación respecto del nivel del mar de 1025. La parte próxima a La Yesa, recogida dentro de esta modificación de trazado, donde se encuentra el punto final de esta alternativa, está formada actualmente por un tramo de dos rectas y una curva suave entre estas, los cuales parece que cumplen con la normativa de trazado que establece la Instrucción de Carreteras, pero tras obtener las dimensiones de los elementos, se denota que la dimensión de la recta central no cumple con las limitaciones de longitud máxima de un tramo recto, 1006 metros, al contar esta con una longitud de 2287 metros. Por ello este último tramo que no se recogió en la alternativa 3.4.1. está implícito en esta alternativa con el fin de modificar dicha dimensión y adaptarla a la norma de trazado.

El tramo de la CV-345 próximo al término municipal de Higuieruelas, que no se recoge en esta modificación de trazado, está formado por cinco alineaciones rectas unidas mediante cuatro alineaciones curvas que se encuentran dentro de lo establecido por la norma, seguido de un trazado formado por curvas contiguas sin recta intermedia y, por último, cinco rectas y seis acuerdos que las unen. Para el trazado formado por curvas contiguas sin rectas intermedias la norma expone que se debe comprobar el adecuado equilibrio entre radios consecutivos, y para ello establece unas expresiones para determinar el radio máximo de la segunda alineación curva en función del tamaño del radio de la primera curva. Tal y como se puede comprobar en el estado de alineaciones del anejo 1 “Estado actual”, en este primer tramo también existen elementos viarios que incumplen la norma 3.1-IC en lo que se refiere al radio mínimos de las alineaciones curvas. Pese a esto, tal y como se puede comprobar en la ilustración 18 de este mismo anejo, la primera parte de esta nueva alternativa discurre por el trazado actual de la CV-345, concretamente entre el P.K. 20+000 y el P.K. 23+900.

Debido a la no idoneidad de esta opción surge la necesidad de una justificación. En estos primeros 3.9 km de trazado, no se ha decidido llevar a cabo ninguna actuación con el fin de buscar un equilibrio entre seguridad vial y economía e impacto ambiental. Esto es que, tras estudiar el estado de alineaciones se comprueba que son zonas puntuales y escasas en las que esta primera parte incumple la norma de trazado y se decide que a costa de no conseguir un nivel pleno de seguridad vial, excepcional en acondicionamientos de vías existentes, se consiga un ahorro económico y una mayor atención al impacto ambiental, que se ve incrementado con el aumento del movimiento

de tierras, muy acusado en estas modificaciones de trazado, tal y como se puede comprobar en el apartado de cubicación.

Tras observar el estudio de alineaciones del anejo 1, se puede deducir que las únicas curvas que se encuentran fuera de lo recogido en la norma son,

- La curva 11, la cual no es consistente con la curva 10.
- La curva 15, la cual no es consistente con la curva 16.

Las limitaciones de las dimensiones de los acuerdos han sido añadidas al principio de este anejo, apartado 2, y para el caso de la consistencia entre elementos curvos sin recta intermedia se ha utilizado la siguiente tabla de la Instrucción de carreteras, artículo 3.1.

R (m)	R' (m)
50 – 450	$\frac{50}{77} \cdot R + 7,8 \leq R' < \frac{127}{80} \cdot R - 14,4$
450 – 700	$\frac{40}{135} \cdot R + 166,7 \leq R' < \frac{110}{25} \cdot R - 1280$
700 – 1800	$R' \geq \frac{40}{135} \cdot R + 166,7$
> 1800	$R' \geq 700$

Ilustración 18. Coordinación entre alineaciones curvas consecutivas (Fuente: Norma 3.1-IC)

En el caso de todos los elementos que discurren en estos primeros 3.9 km se está en el primer caso, y se ha comprobado que las dos curvas anteriores son las únicas que incumplen esta condición.

- Curva 11 cuenta con un radio de 53.05 metros mientras que la curva 10 cuenta con un radio de 156.04 metros
- Curva 15 cuenta con un radio de 53 metros y por tanto no es consistente con la curva 16 que cuenta con un radio de 103 metros.

En el caso de ejecutar esta alternativa, surge la necesidad de reforzar la señalización de la vía en la primera parte del trazado, los primeros 3.9 km, por el hecho que se acaba de comentar y con el fin de conseguir absorber estas pequeñas deficiencias del trazado.

En el apéndice III, se adjunta una tabla con los parámetros que conforman esta alternativa, su longitud, y radio en los que fuese necesario. Esta segunda alternativa de trazado está formada por dieciséis alineaciones rectas y dieciocho acuerdos parabólicos entre las mismas, todos ellos formados por dos clotoides simétricas y una curva circular

ANEJO 7

central. El radio de las curvas se ha fijado en 130 metros, de manera que se cumpla con las prescripciones de la norma 3.1-IC, el parámetro A de la clotoide se ha fijado como 85, tras llevar a cabo la determinación de los valores mínimos de A y longitud para las clotoides o curvas de transición. Estos valores están recogidos en las tablas del apéndice III, y el proceso de cálculo está detallado en el apéndice IV. Esta alternativa de trazado pasa a tener una longitud total de 13.67 km, que se suma a la parte no recogida en la alternativa, es decir, 3.9 km de la parte próxima a Higuieruelas, tramos recogido dentro de la norma de diseño, excepto en la parte de la sección transversal, lo que quedó recogido en la tabla de las ilustraciones 9 y 10, y lo comentado previamente.

En la imagen siguiente, se ha remarcado la existencia de un paso superior, tal y como se ha comentado en varias ocasiones en este anejo, se pretende hacer uso de las infraestructuras existentes con el fin de conseguir hacer la obra más económica, por ello, se ha adaptado el trazado para que pase por el paso superior y siga la traza actual de la CV-345. También se ha tenido en cuenta el tramo, catalogado en inviable en la tabla de la ilustración 9 y 10, donde no es posible modificar el trazado debido a que se tenía un barranco de grandes dimensiones en una margen y en la otra se tiene un gran talud, en la imagen siguiente, es la recta de antes del paso superior.

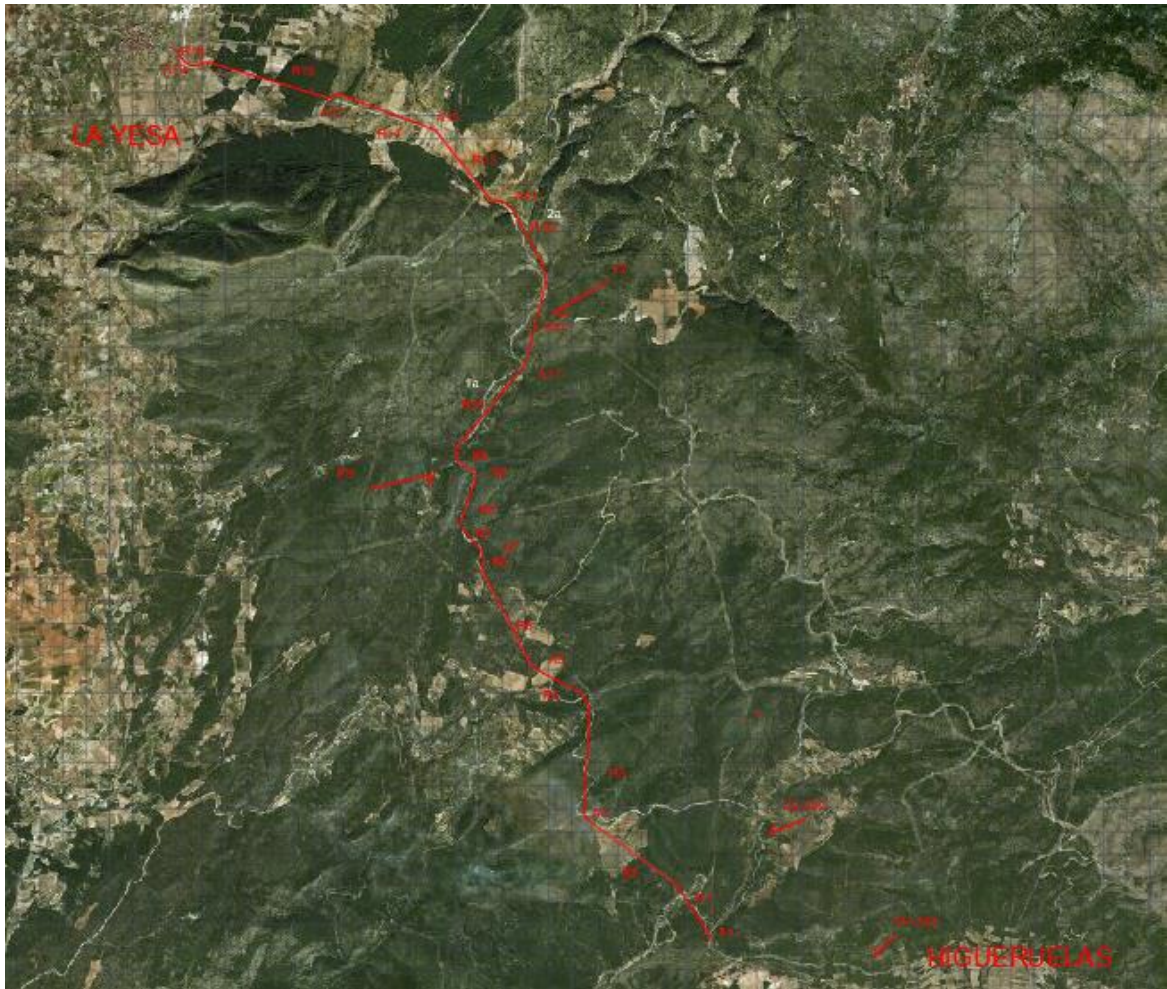


Ilustración 19. Alternativa 3.4.2. entre P.K. 23+900 Y P.K. 40+000 (Fuente: Elaboración propia)

Una vez definido el trazado en planta, queda exponer como se desarrollaría el trazado en alzado. Siguiendo el sentido de crecimiento de P.K., el punto de partida de esta alineación tiene una cota de 1045 metros (P.K. 23+900) y se enlaza con el P.K. 27+300 del actual trazado, el cual tiene una altitud respecto del nivel medio del mar de 951 metros, la manera de resolver esta primera parte es de manera similar a la modificación de trazado 1 (del apartado 3.4.1.), es decir, con una primera pendiente de inclinación 1 % y una rampa con una inclinación del 6 %, de manera que el volumen de material movido sea menor que para el caso de dos rampas consecutivas, ya que, el punto de origen de la modificación (P.K. 23+900 no es el punto más alto de esta primera parte de la alternativa, tal y como es comentó en el apartado 3.4.1. de este mismo anejo. La última parte de esta alternativa, en concreto las rectas 9,10,11 y 12, se han definido como pendientes con una inclinación del 1.7 %, y el último tramo próximo a La Yesa, zona no incluida en la modificación del apartado 3.4.1., se ha resuelto, en primer lugar, mediante una pendiente de inclinación 1.2 %, concretamente la recta 13, y seguido de esta, tres rampas consecutivas de inclinación 0.5 %, las rectas 14, 15 y 16.

Por tanto, solo queda definir la parte central de esta alternativa, esta parte está formada por las rectas de la 3 a la 8, en concreto, está formada por tres rampas y tres pendientes, todas cumpliendo lo recogido en la normativa. Se ha desarrollado de tal forma por el hecho de adaptarse a la traza actual de la carretera, ya que tal y como se ha indicado, existe un tramo en el que no se puede desplazar la traza de la carretera por los condicionantes del trazado próximo, y así tratar de generar el menor impacto ambiental.

Las primeras dos rectas que se encuentran en esta parte central, es decir, las rectas 3 y 4, son dos rampas de inclinación igual al 1 %. Las rectas 5 y 6 son dos pendientes con una inclinación del 0.8 % cada una. La recta 7 es una rampa de inclinación 2.55 % hasta llegar a la cota 928, donde se encuentra la recta 8, una pendiente que sigue el trazado actual de la CV-345 con una inclinación de 1.58%, hasta la cota 936 metros. De esta manera se consigue adaptar a la orografía del entorno y aprovechar parte de la traza actual, disminuyendo el coste final de la obra.

En el apéndice IV, se introducen los parámetros de los acuerdos en alzado que conforman esta alternativa, en concreto nueve acuerdos.

3.4.2.1. ADECUACIÓN A LA NORMATIVA

Una vez planteadas las alternativas de trazado, es necesario comprobar la adecuación de estas con las prescripciones de la norma 3.1-IC, tanto en el trazado en alzado como para el trazado en planta.

Puesto que para la creación de esta variación de trazado se han seguido los criterios de diseño de la norma en cuestión que plantea la instrucción de carreteras, rápidamente se comprueba la adecuación de estos nuevos trazados a la normativa.

Para el caso del trazado en planta, ha sido necesario la comprobación de que los elementos de trazado cumplen las limitaciones de longitud máxima y mínima definidas en el apartado dos de este anejo, y la adecuación de los acuerdos, tanto clotoides como curvas circulares, a las prescripciones de la norma.

En el caso del trazado en alzado se debe comprobar la adecuación de este a las limitaciones de la norma, en lo referido a la inclinación de la rasante que, en este caso, puesto que la velocidad de proyecto es de 60 km/h la inclinación máxima de la rasante será del 6%, y además con una longitud menor de 3000 metros. Tal y como se ha comentado, el diseño de ambos trazados se ha llevado a cabo siguiendo la normativa, por tanto, la comprobación es inmediata.

Por último, se ha comprobado que el valor del parámetro de cada acuerdo sea superior al mínimo establecido por la norma, diferenciando entre acuerdos cóncavos y convexos.

La velocidad de proyecto de las nuevas alternativas, tal y como se comentó, ha seguido siendo de 60 km/h, ya que al aumentar la velocidad de proyecto se provocaba el inmediato incumplimiento de la normativa por parte de la vía existente, cuyo trazado se pretende seguir utilizando, la velocidad de proyecto, ha sido definida como la menor de las específicas de todos los elementos viarios.

En el apéndice III se incluyen tablas que recogen estos valores, y en el apéndice IV el proceso de cálculo de los más relevantes según la norma 3.1-IC

3.4.2.2. CUBICACIÓN

Tal y como se puede observar en la tabla que se incluye en el apartado 3.3., en concreto en la ilustración 10, para llevar a cabo esta tercera variación de trazado sería necesario llevar a cabo una serie de desmontes y terraplenes con el fin de conseguir ubicar la carretera en este nuevo trazado. Como se puede prever el volumen de material movido será mayor en esta alternativa que en la anterior por implementar un cambio de trazado mucho mayor que el anterior con el fin de hacer la conducción más cómoda y segura.

Mediante el desarrollo de la cubicación se obtiene el movimiento de tierras necesario para ejecutar esta alternativa. Para ello, se han implementado una serie de superficies en la herramienta informática AutoCAD Civil 3D obtenidas de modelos digitales del terreno (MDT).

En la siguiente tabla queda reflejado el movimiento de tierras obtenido para esta alternativa en función de las posibilidades de la tabla anterior en cuanto a terraplén y desmonte y volumen de material neto, es decir, cantidad de material que quedaría en el caso de usar parte del material de desmonte para rellenar los terraplenes. No se va a desarrollar en este caso.

ALTERNATIVA 3.4.2. MODIFICACIÓN DE TRAZADO 2			
SECCIÓN	DESMONTE (m3)	TERRAPLÉN (m3)	VOLÚMEN NETO (m3)
MODIFICACIÓN DE TRAZADO 2	1025707,55	218471,3	807236,25
SOLO AMPLIACIÓN SECCIÓN T	40700	0	40700

Ilustración 20. Movimiento de tierras alternativa 3.4.2. (Fuente: Elaboración propia)

De la misma forma que en la alternativa anterior, en esta tabla aparecen dos filas, la primera de estas, "Modificación de trazado 1", se refiere a la cantidad de movimiento de tierras que se da en la zona donde se ha propuesto un cambio de trazado respecto del actual. La segunda fila, se refiere a la parte de esta alternativa que se adapta al trazado actual de la CV-345 y cuya sección transversal va a sufrir una transformación.

Por las características deterioradas del material de la traza de la carretera, el material obtenido de desmonte deberá ser retirado a un vertedero legalmente autorizado lo más próximo a la zona de las obras. El material de terraplén se deberá

obtener de algún préstamo cercano a la carretera, en concreto, se necesitará material seleccionado.

4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

En el presente apartado se pretende valorar las distintas opciones planteadas en este anejo con el fin de llevar a cabo una mejora en la conducción por la traza de la CV-345 a su paso por los municipios de Higuieruelas y La Yesa, desde el punto de vista de la seguridad y la comodidad por parte de los usuarios de la infraestructura viaria.

En resumen, en este anejo de “Estudio de alternativas y diseño geométrico” se han planteado un total de cinco alternativas teniendo en cuenta las limitaciones de la vía y del presente estudio académico, y siguiendo las prescripciones que detalla la norma de trazado, imprescindible para diseñar una carretera, Norma 3.1-IC.

A la hora de valorar las distintas alternativas y llegar a la conclusión de cuál de ellas es la más apropiada para el caso en estudio, hay una variedad de criterios posibles a elección del proyectista. Los que se han seguido en el presente caso son,

- Impacto ambiental: Uno de los principales factores a tener en cuenta en el caso de cualquier construcción que tenga efecto sobre el medio ambiente es el posible estudio de impacto ambiental. Un estudio de impacto ambiental es un documento en el que se detalla, con informes técnicos e investigaciones el alcance que un determinado proyecto tiene sobre el medio ambiente.
- Seguridad vial: Una infraestructura viaria ha de ser proyectada desde el punto de vista de la seguridad de los usuarios, para ello se debe comprobar la adecuación a las prescripciones de la norma 3.1-IC en cuanto al trazado en alzado, en planta y la visibilidad.
- Económico: El condicionante económico es, junto al de impacto ambiental, uno de los factores más relevantes para determinar la viabilidad de cualquier obra, por ello será uno de los factores cuyo peso en la valoración de las alternativas planteadas sea de los más grandes.
- Funcionalidad: En este criterio de selección se pretende evaluar la eficiencia de las alternativas planteadas, ponderando desde la mejora del nuevo recorrido en cuanto al tiempo que necesitan los usuarios para recorrer el mismo recorrido que presenta actualmente la CV-345, es decir, el tiempo que le ocupa a cualquier usuario que circule dentro de la velocidad de operación delimitada por la norma recorrer el tramo Higuieruelas-La Yesa, hasta la utilización de las infraestructuras ya existente en la vía.

Para llevarlo a cabo, ha sido necesario el empleo del trazado en planta y en alzado de la traza actual de la CV-345 y de las alternativas planteadas que presenten

alguna modificación de trazado, además de la determinación de las estructuras existentes en la vía.

Con el fin del exponer la ponderación de los distintos criterios anteriormente expuestos se va a implementar una matriz multicriterio.

4.1. MATRIZ MULTICRITERIO

En el presente subapartado se va a mostrar la valoración de los criterios que se ha seguido con el fin de determinar la solución más apropiada objeto de este estudio de alternativas.

Todos los criterios evaluados han seguido un rango de valores de 0 a 5, siendo el valor de 0 el que menor importancia tiene y el de 5 el que mayor relevancia o impacto genera.

El primero de los factores evaluado en este caso ha sido el de impacto ambiental, debido a que en el presente estudio de alternativas no se ha llevado a cabo la realización de un estudio de impacto ambiental, por las limitaciones académicas del actual documento, necesario para cualquier tipo de obras, pudiendo ser este un anejo más del proyecto o incluso un proyecto completo, en el presente anejo se va a estudiar la afección de las alternativas a la zona ZEPA en la que se encuentra la zona de estudio según la Generalitat Valenciana. Además, también se va a evaluar el volumen de material movilizado por cada una de las propuestas ya que este es uno de los factores relevantes para la evaluación del impacto ambiental. Cabe resaltar la obligatoriedad de realizar un estudio de impacto ambiental en el caso de que la presente propuesta de actuación sobre la CV-345 fuese a hacerse una realidad.

Otro de los factores que se van a evaluar en el caso del criterio de impacto ambiental sería el futuro tráfico continuo de vehículos por las nuevas alternativas.

IMPACTO AMBIENTAL	
AFECCIÓN A LA ZONA ZEPA	
ALTERNATIVA 1	4
ALTERNATIVA 2	3.75
ALTERNATIVA 3	3.5
ALTERNATIVA 4	3.25
ALTERNATIVA 5	3

Ilustración 21. Evaluación de la afección a la zona ZEPA (Fuente: Elaboración propia)

Se ha evaluado con un 1 las alternativas 1 y 2 debido a que siguen la traza actual de la CV-345 la cual está presente dentro de la zona ZEPA. Los valores de evaluación de este ANEJO 7

criterio han sido mayores en función del tamaño de las modificaciones en la traza actual, debido a que cada una provoca mayor modificación que la anterior y por tanto un mayor impacto ambiental.

La alternativa 5 por ser la que mayor afección sobre el entorno propone es la que mayor puntuación ha obtenido en este criterio.

El caso de la evaluación del volumen de movimiento de tierras, no se expone en este primer criterio por tratarse del mismo que en el caso del criterio económico, y la evaluación del continuo tráfico de vehículos en fase de explotación no ha sido evaluado por el hecho de considerarse igual en todas las alternativas.

Para el caso del segundo criterio expuesto en este apartado, la seguridad vial, se ha evaluado la adecuación del trazado propuesto en las distintas alternativas a los criterios de la normativa empleada para el caso que confiere el presente documento, en lo referido al trazado en planta, en alzado y sección transversal.

SEGURIDAD VIAL		
	ADECUACIÓN NORMATIVA	VISIBILIDAD
ALTERNATIVA 1	2	3
ALTERNATIVA 2	2	3
ALTERNATIVA 3	3	3
ALTERNATIVA 4	4	4
ALTERNATIVA 5	4.75	4.75

Ilustración 22. Evaluación de la adecuación del trazado (Fuente: Elaboración propia)

Las alternativas mejor valoradas en este caso han sido la 4 y 5 debido a que estas han sido diseñadas según los criterios que establece la norma 3.1-IC, en cuanto a su trazado en planta y alzado, mientras que la alternativa 3 únicamente recoge los criterios referidos a las dimensiones de la sección transversal. Estas tres últimas alternativas proponen mejoras en cuanto a la seguridad y comodidad del trazado de la CV-345 frente al actual trazado, por ello han sido mejor ponderadas.

Tal y como se ha comentado al inicio de este subapartado, el criterio económico es uno de los que mayor peso obtiene para la determinación de la solución más apropiada a llevar a cabo. Para ello, se van a evaluar dos aspectos que lo definan de la manera más aproximada posible, el movimiento de tierras que supone cada una de las alternativas y el aprovechamiento de las infraestructuras existentes.

Para poder evaluar el movimiento de tierras, ha sido necesaria la determinación del volumen de desmonte y terraplén que es necesario acometer para llevar a cabo cada una de las alternativas propuestas. Para ello ha sido necesario el empleo de los perfiles ANEJO 7

longitudinales del terreno en cada una de las zonas afectadas, obtenidos mediante modelos digitales del terreno (MDT). Una vez obtenidos los perfiles longitudinales y determinada la sección transversal de la carretera en cuestión, mediante el programa informático AutoCAD y el empleo del trazado en planta y en alzado de las alternativas, definido en el apartado 3 de este mismo anejo, se han obtenido los volúmenes de material movido.

Para el segundo de los aspectos expuesto en este segundo criterio, el aprovechamiento de las infraestructuras existentes se ha comprobado el uso que cada una de las alternativas hace de estas y la manera de enfocar la zona calificada como crítica o inviable en el apartado 3.3. de este mismo anejo. La única estructura presente en el trazado actual es el puente o paso superior situado entre el P.K. 32+000 y el P.K. 33+000.

ECONOMÍA		
	MOVIMIENTO TIERRAS	APROVECHAMIENTO
ALTERNATIVA 1	5	5
ALTERNATIVA 2	5	5
ALTERNATIVA 3	4	5
ALTERNATIVA 4	3.5	5
ALTERNATIVA 5	3	5

Ilustración 23. Evaluación del criterio económico (Fuente: Elaboración propia)

Cabe aclarar que, puesto que todas las alternativas pasan por el paso superior y se adaptan al trazado actual en la zona calificada como de actuación inviable, todas ellas han obtenido la misma puntuación. Los volúmenes de material movido han sido determinados en el apartado de cubicación de cada una de las alternativas que así lo requiriesen.

El último criterio que compone esta matriz multicriterio es el de la funcionalidad de las alternativas. Puesto que con la alternativa 5 se disminuye la cantidad de kilómetros que supone el recorrido Higuieruelas-La Yesa, la mejor valoración de este apartado ha sido para esta alternativa. La alternativa 4 también supone una disminución del tiempo actual de recorrido, mientras que las otras tres, al seguir el trazado existente, mantienen un tiempo de recorrido similar, aunque en alguna de ellas el recorrido se considere más cómodo y seguro.

FUNCIONALIDAD	
TIEMPO DE RECORRIDO	
ALTERNATIVA 1	2
ALTERNATIVA 2	2
ALTERNATIVA 3	2.5
ALTERNATIVA 4	3.5
ALTERNATIVA 5	4.5

Ilustración 24. Evaluación del criterio de funcionalidad (Fuente: Elaboración propia)

Cabe destacar, que ninguna de las alternativas toma valor de 5 en este último criterio por el hecho de que en todas se reutiliza parte del trazado actual por el que discurre la CV-345.

A modo de aclaración,

- Alternativa 1: es la planteada en el apartado 3.1., con el nombre de “Alternativa 0”
- Alternativa 2: expuesta como “Alternativa 1” es la expuesta en el apartado 3.2.
- Alternativa 3: se encuentra recogida en el apartado 3.3. de este anejo con el nombre de “Alternativa 2”
- Alternativa 4: está explicada en el apartado 3.4.1., nombrada como “Modificación de trazado 1”.
- Alternativa 5: es la última que se propone para el caso en estudio, dispuesta en el apartado 3.4.2. con el nombre de “Modificación de trazado 2”.

5. CONCLUSIÓN

En este apartado, se pretende resumir los valores que han tomado las características más relevantes de cada alternativa según la matriz multicriterio del apartado anterior. Se va a proceder mostrando los porcentajes de ponderación de cada uno de los criterios anteriores y haciendo el recuento ponderado y sin ponderar de los puntos que obtiene cada una de las variantes planteadas en este anejo, con el fin de determinar cuál es la mejor solución al estudio planteado.

Puesto que se han definido cuatro criterios la ponderación de cada uno en función de la transcendencia que se les otorga es,

- Impacto ambiental: 30 %
- Seguridad vial: 25%
- Economía: 35 %
- Funcionalidad: 10 %

La tabla que refleja el resultado de la valoración anterior es la siguiente,

VALORACIÓN FINAL		
	SUMA CRITERIOS	SUMA PONDERADA
ALTERNATIVA 1	21	6.15
ALTERNATIVA 2	20.75	6.075
ALTERNATIVA 3	21	5.95
ALTERNATIVA 4	23.25	6.3
ALTERNATIVA 5	25	6.525

Ilustración 25. Valoración de las alternativas (Fuente: Elaboración propia)

Por tanto, la alternativa que obtiene la mejor valoración de las propuestas en este anejo es la alternativa 5, por tanto, se puede afirmar que llevando a cabo la realización de esta alternativa se podría llegar a tener el mayor nivel de seguridad y comodidad en la CV-345.

APÉNDICE I. LISTADO DE COORDENADAS PARA CADA P.K.

En el presente apéndice se van a adjuntar una de tabla en las que se introduce las coordenadas de cada punto kilométrico de la traza actual, los cuales han sido base para la realización de determinados cálculos a lo largo del presente anejo.

En la segunda tabla, se adjunta información relativa a la pendiente o inclinación de la rasante entre los distintos P.K. que componen la traza actual, es decir, sin modificación, de la CV-345 a su paso por los municipios de Higuieruelas y La Yesa.

TABLA DE LAS COORDENADAS Y PENDIENTE PARA CADA P.K.						
P.K.	ESTE	NORTE	ALTITUD	DIFERENCIA	PENDIENTE RADIANTES	PENDIENTE GRADOS
40	674972	4417450	1025	-16		
39	675937	4417244	1041	-5	-0,016	-0,92
38	676908	4416993	1046	-8	-0,005	-0,29
37	677752	4416561	1054	21	-0,008	-0,46
36	678423	4415854	1033	32	0,021	1,20
35	678711	4414971	1001	8	0,032	1,83
34	678429	4414238	993	40	0,008	0,46
33	677923	4413464	953	25	0,040	2,29
32	677965	4412612	928	-12	0,025	1,43
31	678349	4411834	940	26	-0,012	-0,69
30	678894	4411010	914	-35	0,026	1,49
29	679468	4410558	949	-12	-0,035	-2,00
28	679478	4409827	961	10	-0,012	-0,69
27	679926	4409563	951	-23	0,010	0,57
26	680856	4409714	974	-32	-0,023	-1,32
25	681278	4409153	1006	-42	-0,032	-1,83
24	680872	4408336	1048	42	-0,042	-2,41
23	681529	4408036	1006	73	0,042	2,41
22	682478	4407933	933	61	0,073	4,18
21	683391	4407976	872	67	0,061	3,49
20	683318	4407167	805	PARTIDA	0,067	3,83

Cabe aclarar, que las pendientes que se muestran en signo negativo, no se trata de un error, si no, de una manera de remarcar que se trata de un tramo en rampa, mientras que los valores de signo positivo señalan un tramo en pendiente.

Cuando se habla de un tramo en rampa, se trata de un recorrido en el que la altitud va disminuyendo de valor entre el punto de partida y el punto final, mientras que en un tramo en pendiente, el valor de la altitud se mueve en sentido opuesto, es decir, el punto de partida tiene una altitud menor a la del punto final.

APÉNDICE II. PERFILES LONGITUDINALES DE LAS ALTERNATIVAS

En el siguiente apéndice se adjuntan los perfiles longitudinales de las alternativas planteadas, obtenidos antes de llevar a cabo alguna actuación sobre el terreno.

Alternativa 3.4.1.

- Variación de trazados entre P.K. 23+900 y P.K. 27+300



Ilustración 26. Primera modificación de trazado Alternativa 3.4.1. entre P.K. 23+900 Y P.K. 27+300 (Fuente: Elaboración propia)



- Variación de trazados entre P.K. 32+490 y P.K. 37+600

En el caso de esta parte de la alternativa, el perfil longitudinal se ha dividido en dos partes, uno correspondiente al primer tramo de movimiento de material (1a) y otro correspondiente al segundo tramo (2a).

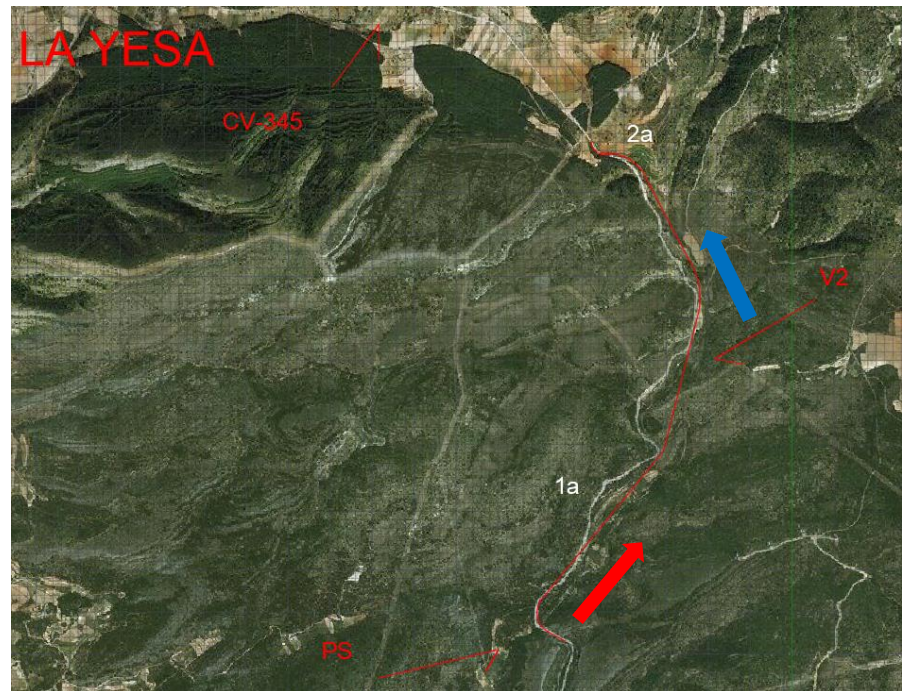


Ilustración 27. Segunda modificación de trazado Alternativa 3.4.1. entre P.K. 32+490 Y P.K. 37+600 (Fuente: Elaboración propia)

Perfil longitudinal 1a:



Perfil longitudinal 2a:



Alternativa 3.4.2.

Para el caso de la alternativa 3.4.2., es decir, la segunda de las alternativas que presenta modificación de trazado, se va a añadir el perfil longitudinal en tres tomos. El primer y el tercer tomo, se corresponden con los de la alternativa 3.4.1., y el segundo tomo es el de la parte central.

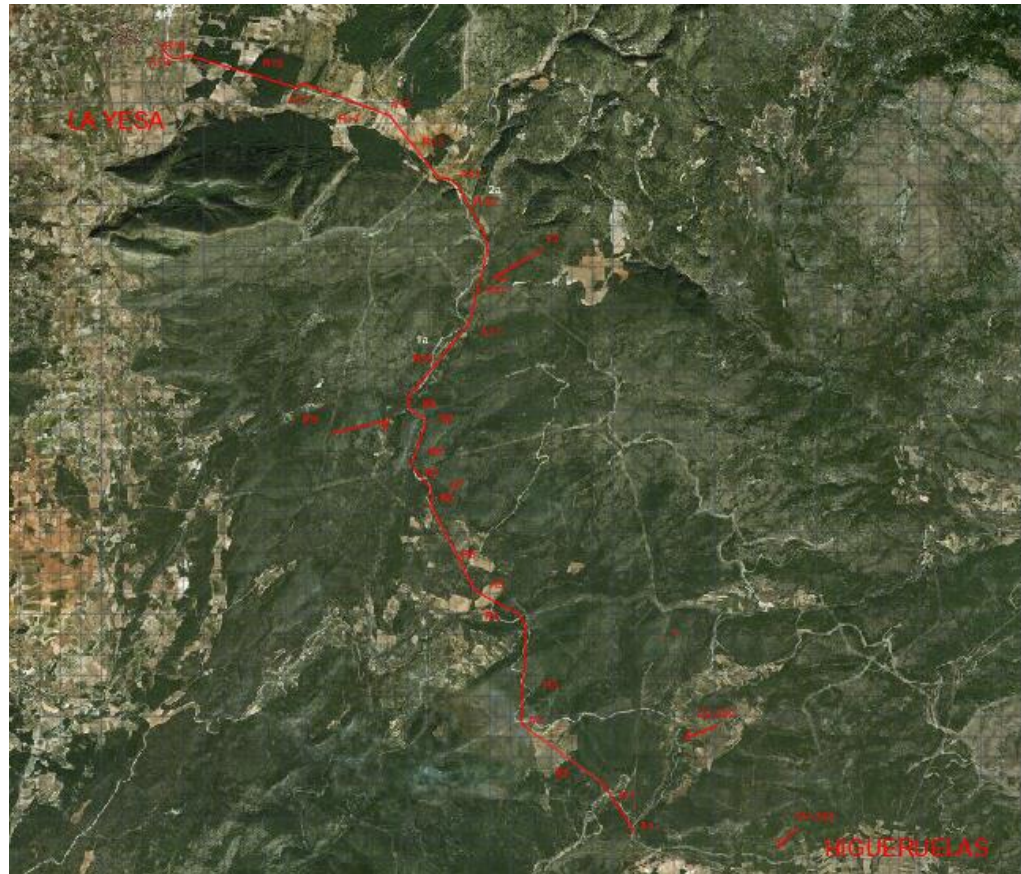


Ilustración 28. Alternativa 3.4.2. entre P.K. 23+900 Y P.K. 40+000 (Fuente: Elaboración propia)

Primer Tomo.



Ilustración20. Primer Tomo Alternativa 3.4.2. entre P.K. 23+900 Y P.K. 27+300 (Fuente: Elaboración propia)



Segundo Tomo.

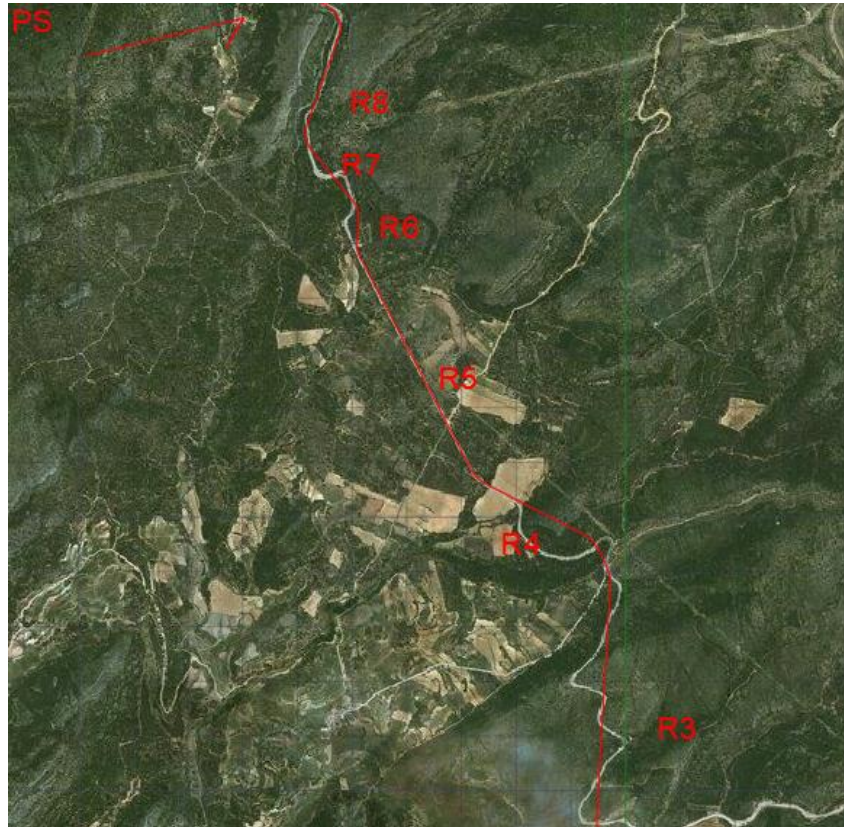
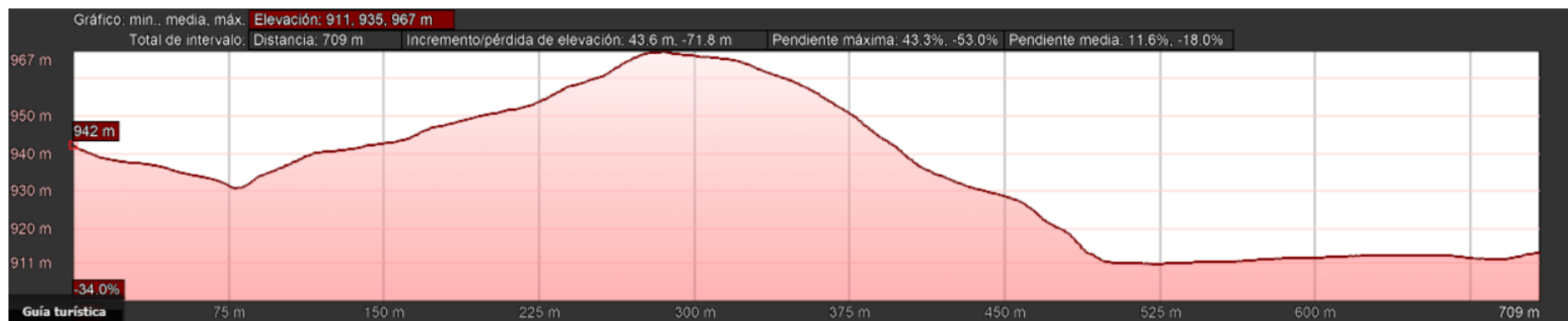


Ilustración 29. Segundo Tomo Alternativa 3.4.2. entre P.K. 27+300 Y P.K. 32+490 (Fuente: Elaboración propia)

Zona R3



Zona R4



Zona R5 Y R6



Zona R7



Zona R8



Tercer Tomo.

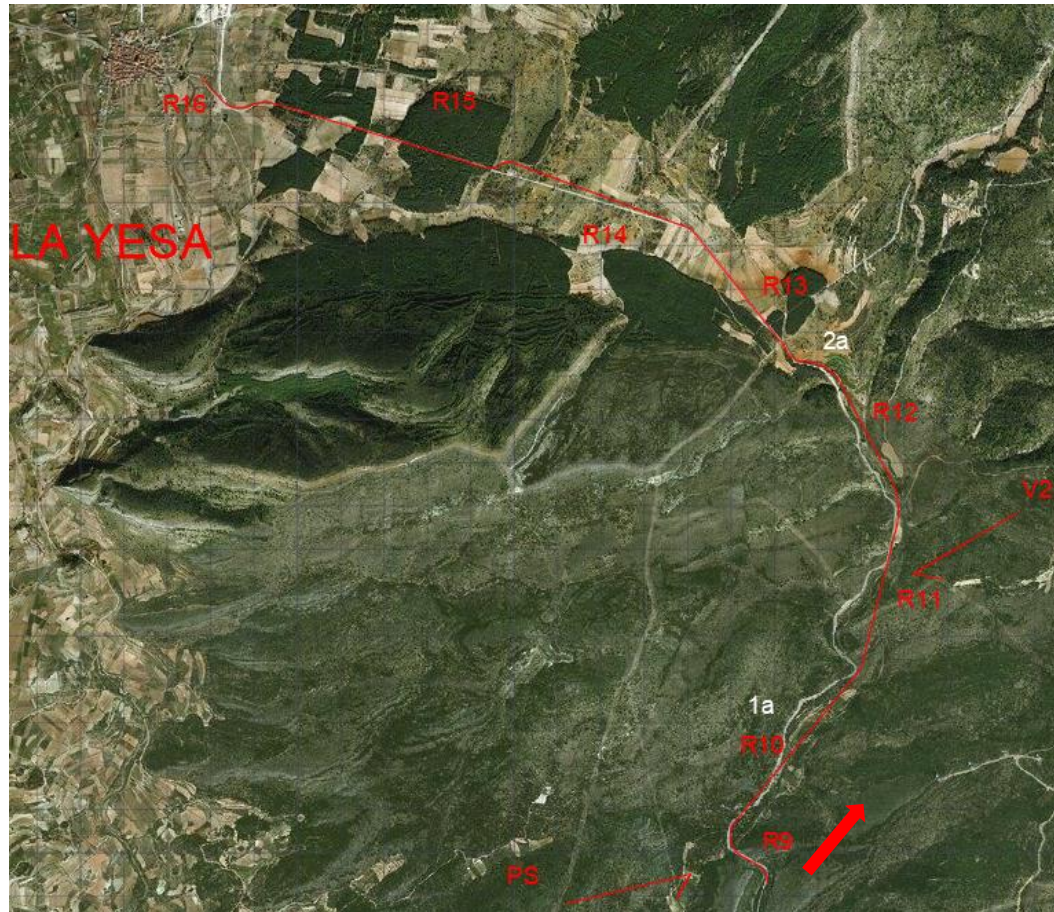
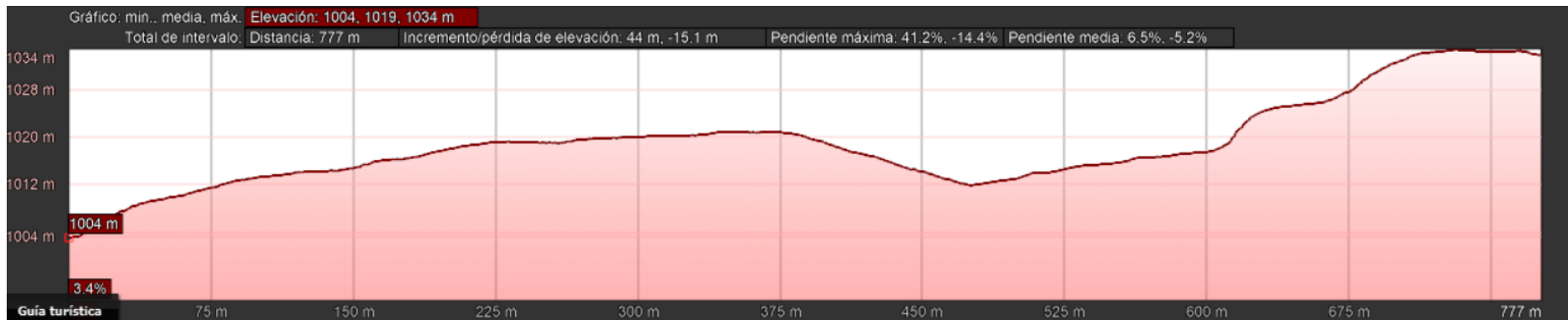


Ilustración 30. Tercer Tomo Alternativa 3.4.2. entre P.K. 32+490 Y P.K. 37+600 (Fuente: Elaboración propia)

Perfil longitudinal R10:



Perfil longitudinal R11 y R12:



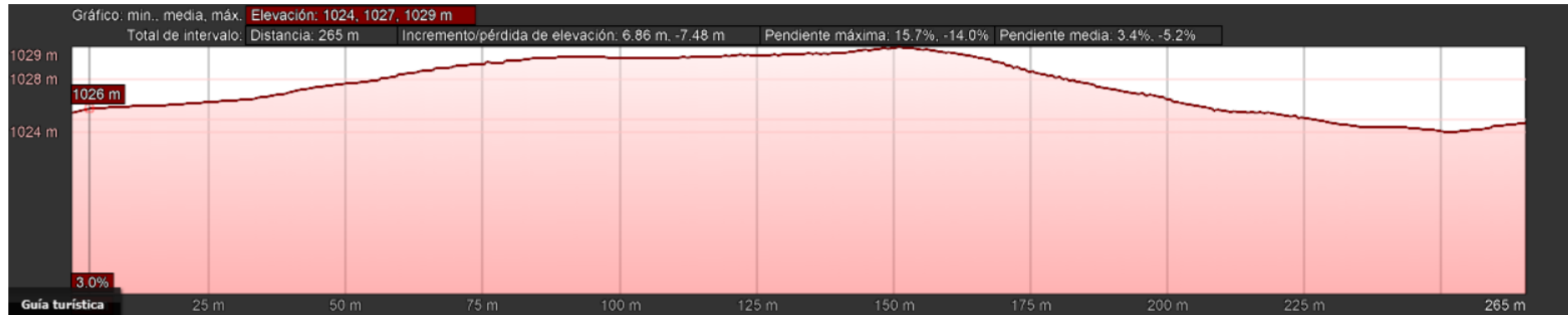
Perfil longitudinal R13:



Perfil longitudinal R14 y R15:



Perfil longitudinal R16:



Cabe destacar, que tal y como se puede observar en los planos, en determinadas zonas de la traza de la carretera que delimita esta alternativa, se ha adaptado a la traza existente, por ello, aunque se muestre el perfil longitudinal, cuando se ha llevado a cabo la cubicación de las alternativas se ha tenido en cuenta.

APÉNDICE III. DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS DE LAS ALTERNATIVAS

A continuación, se adjunta una serie de tablas donde se aporta la información acerca de las dimensiones de los elementos viarios que componen las dos alternativas que proponen un cambio de trazado.

Alternativa 3.4.1.

ALTERNATIVA 3.4.1.						
Elemento	Longitud	Radio	P.K. inicio	P.K. final	Cota (m)	Pendiente (%)
Clotoide 1	55,75		23.773	23.829		
curva central	15,3	130	23.829	23.844		
Clotoide 2	55,75		23.844	23.900		
R1	654		23.900	24.554	1045	1
Clotoide 1	55,75		24.554	24.610		
Curva central	46	130	24.610	24.656		
Clotoide 2	55,75		24.656	24.711		
R2	1001		24.711	25.712	1056	-6
Clotoide 1	55,75		29.860	29.916		
Curva central	3,5	130	29.916	29.919		
Clotoide 2	55,75		29.919	29.975		
R9	218,51		29.975	30.194	937	1,7
Clotoide 1	55,75		30.194	30.249		
Curva central	108,5	130	30.249	30.358		
Clotoide 2	55,75		30.358	30.414		
R10	993,56		30.414	31.407	943	1,7
Clotoide 1	55,75		31.407	31.463		
Curva central	3,5	130	31.463	31.466		
Clotoide 2	55,75		31.466	31.522		
R11	798,57		31.522	32.321	972,5	1,7
Clotoide 1	55,75		32.321	32.376		
Curva central	223,9	130	32.376	32.600		
Clotoide 2	55,75		32.600	32.656		
R12	772,36		32.656	33.428	996,2	1,7
DISTANCIA TOTAL (m)					5507,7	
DISTANCIA TOTAL (km)					5,5077	

Alternativa 3.4.2.

ALTERNATIVA 3.4.2.						
Elemento	Longitud	Radio	P.K. inicio	P.K. final	Cota (m)	Pendiente (%)
Clotoide 1	55,75		23.773	23.829		
curva central	15,3	130	23.829	23.844		
Clotoide 2	55,75		23.844	23.900		
R1	654		23.900	24.554	1045	1
Clotoide 1	55,75		24.554	24.610		
Curva central	46	130	24.610	24.656		
Clotoide 2	55,75		24.656	24.711		
R2	1001		24.711	25.712	1056	-6
Clotoide 1	55,75		25.712	25.768		
Curva central	13,5	130	25.768	25.782		
clotoide 2	55,75		25.782	25.837		
R3	998,5		25.837	26.836	951	-1
Clotoride 1	55,75		26.836	26.892		
Curva central	80,92	130	26.892	26.972		
Clotoride 2	55,75		26.972	27.028		
R4	497,16		27.028	27.525	933	-1
Clotoide 1	55,75		27.525	27.581		
Curva central	21,24	130	27.581	27.602		
Clotoide 2	55,75		27.602	27.658		
R5	1001,48		27.658	28.660	924	0,8
Clotoide 1	55,75		28.660	28.715		
Curva central	3,5	130	28.715	28.719		
Clotoide 2	55,75		28.719	28.775		
R6	100		28.775	28.875	938	0,8
Clotoide 1	55,75		28.875	28.930		
Curva central	1,5	130	28.930	28.932		
Clotoide 2	55,75		28.932	28.988		
R7	290,15		28.988	29.278	939	-2,55

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CV-345 A SU PASO POR LOS
MUNICIPIOS DE HIGUERUELAS Y LA YESA (VALENCIA)

Clotoide 1	55,75		29.278	29.334		
Curva central	12,72	130	29.334	29.346		
Clotoide 2	55,75		29.346	29.402		
R8	457,63		29.402	29.860	926	1,58
Clotoide 1	55,75		29.860	29.915		
Curva central	3,5	130	29.915	29.919		
Clotoide 2	55,75		29.919	29.975		
R9	218,51		29.975	30.193	937	1,7
Clotoide 1	55,75		30.193	30.249		
Curva central	108,5	130	30.249	30.357		
Clotoide 2	55,75		30.357	30.413		
R10	993,56		30.413	31.407	943	1,7
Clotoide 1	55,75		31.407	31.462		
Curva central	3,5	130	31.462	31.466		
Clotoide 2	55,75		31.466	31.522		
R11	798,57		31.522	32.320	972,5	1,7
Clotoide 1	55,75		32.320	32.376		
Curva central	223,9	130	32.376	32.600		
Clotoide 2	55,75		32.600	32.656		
R12	772,36		32.656	33.428	996,2	1,7
Clotoide 1	55,75		33.428	33.484		
Curva central	100,16	130	33.484	33.584		
Clotoide 2	55,75		33.584	33.640		
Clotoide 1	55,75		33.640	33.695		
Curva central	34,868	130	33.695	33.730		
Clotoide 2	55,75		33.730	33.786		
R13	826,63		33.786	34.613	1019,12	1,2

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CV-345 A SU PASO POR LOS
MUNICIPIOS DE HIGUERUELAS Y LA YESA (VALENCIA)

Clotoide 1	55,75		34.613	34.668		
Curva central	8,5	130	34.668	34.677		
Clotoide 2	55,75		34.677	34.733		
R14	908,72		34.733	35.641	1036,5	-0,5
Clotoide 1	55,75		35.641	35.697		
Curva central	1,28	130	35.697	35.698		
Clotoide 2	55,75		35.698	35.754		
Clotoide 1	55,75		35.754	35.810		
Curva central	28,5	130	35.810	35.838		
Clotoide 2	55,75		35.838	35.894		
R15	1005,4		35.894	36.900	1026,7	-0,5
Clotoide 1	55,75		36.900	36.955		
Curva central	28,5	130	36.955	36.984		
Clotoide 2	55,75		36.984	37.040		
Clotoide 1	55,75		37.040	37.095		
Curva central	63,5	130	37.095	37.159		
Clotoide 2	55,75		37.159	37.215		
R16	226,8		37.215	37.441	1017,92	-0,5
DISTANCIA TOTAL (m)					13668,358	
DISTANCIA TOTAL (km)					13,668358	

APÉNDICE IV. PROCESO DE CÁLCULO

En el presente anejo se va a explicar cómo se ha llevado a cabo el cálculo de los distintos parámetros que componen los acuerdos parabólicos de unión entre rectas según las prescripciones de la norma 3.1-IC.

Para poder determinar los acuerdos parabólicos que aparecen en los nuevos trazados de las alternativas 3.4.1. y 3.4.2. ha sido necesario el estudio de la normativa que propone la Instrucción de Carreteras.

Para el caso del trazado en planta, la norma establece dos limitaciones a los acuerdos, una limitación de longitud de la curva de acuerdo y su parámetro A correspondiente. Para ello se añaden dos expresiones, con el fin de limitar la aceleración centrífuga no compensada con el peralte, desde un punto de vista de la comodidad.

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{R_o \cdot V_e}{46,656 \cdot J} \cdot \left[\frac{V_e^2}{R_o} - 1,27 \cdot P_o \right]}$$

$$L_{\min} = \frac{V_e}{46,656 \cdot J} \cdot \left[\frac{V_e^2}{R_o} - 1,27 \cdot P_o \right]$$

Ilustración 31. Limitaciones parámetros en planta (Fuente: Norma 3.1-IC)

Donde,

- V = Velocidad específica de la curva circular asociada de radio menor (km/h).
- J = Variación de la aceleración centrífuga (m/s³).
- R₁ = Radio de la curva circular asociada de radio mayor (m).
- R₀ = Radio de la curva circular asociada de radio menor (m).
- P₁ = Peralte, con su signo, de la curva circular asociada de radio mayor (%).
- P₀ = Peralte, con su signo, de la curva circular asociada de radio menor (%).

Por ello, en primer lugar, es necesario exponer como se ha determinado la velocidad específica de cada elemento viario.

$$V_e = \sqrt{127 \cdot R \cdot \left(f_t + \frac{P}{100} \right)}$$

Ilustración 32. Velocidad específica (Fuente: Norma 3.1-IC)

Donde,

- V_e = velocidad específica, en km/h.
- T = Radio de la curva en m.
- f_t = coeficiente de rozamiento transversal movilizado
- p = peralte en %

V_e (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
f_t	0,180	0,166	0,151	0,137	0,122	0,113	0,104	0,096	0,087	0,078	0,069	0,060

Ilustración 33. Valores de f_t (Fuente: 3.1-IC)

El proceso de determinación de la velocidad específica es un proceso iterativo, y esto se debe que el parámetro f_t depende a su vez de la propia velocidad específica.

Para el caso de la curva de menor radio, la velocidad específica toma un valor de

$$60^2 = 127 * 130 (0.151 + 7/100)$$

$$3600 = 3648$$

Por tanto, la velocidad específica para la curva de menor radio se fija en 60 km/h y, por tanto, la velocidad de proyecto también, al estar definida como la menor de las específicas.

Una vez determinada la velocidad específica del tramo de menor radio se procede a determinar los valores de longitud y de parámetro A mínimos.

$$L_{\min} = (60 / (46.656 * 0.5)) * (60^2/130 - 1.27*7) = 48.36 \text{ m}$$

$$A_{\min} = \text{raíz}^2 (((130*60) / (46.656*0.5)) * (60^2/130 - 1.27*7)) = 79.29$$

Una vez determinados los valores de los parámetros para los acuerdos parabólicos en planta queda determinar el proceso de cálculo de dichos parámetros en el caso del trazado en alzado de las nuevas alternativas.

La norma 3.1-IC establece dos expresiones diferentes para la determinación de los parámetros de visibilidad, en función de la forma del acuerdo, una para acuerdos cóncavos y otra para acuerdos convexos. En dichas expresiones aparece un parámetro referido a la visibilidad requerida, la norma establece el valor de esta como el mayor de la visibilidad de parada y la visibilidad de adelantamiento. A continuación, se adjuntan las expresiones que establece la norma para cada caso.

Para acuerdos convexos,

$$K_v = \frac{D^2}{2 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$$

Ilustración 34 Expresión para acuerdos convexos (Fuente: Norma 3.1-IC)

Para el caso de los acuerdos cóncavos,

$$K_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h - h_2 + D \cdot \operatorname{tg} \alpha)}$$

Ilustración 35. Expresión para acuerdos cóncavos (Fuente: Norma 3.1-IC)

Donde,

- K_v = Parámetro de la parábola (m).
- h_1 = Altura del punto de vista del conductor sobre la calzada (m).
- h_2 = Altura del objeto sobre la calzada (m).
- h = Altura de los faros del vehículo (m).
- α = Ángulo que el rayo de luz de mayor pendiente del cono de luz de los faros forma con el eje longitudinal del vehículo.
- D = Visibilidad requerida (m).

La formulación seguida para obtener la distancia de parada y de adelantamiento es la propuesta por la instrucción de carreteras en el anejo 3.1.

Para el caso de la distancia de parada, la fórmula que se adjunta es la siguiente.

$$D_p = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f_l + i)}$$

Ilustración 36. Expresión distancia de parada (Fuente: Norma 3.1-IC)

Donde,

- D_p = Distancia de parada (m).
- V = Velocidad al específica (km/h).
- f_l = Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento.
- i = Inclinación de la rasante (en tanto por uno).
- t_p = Tiempo de percepción y reacción (s).

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
f_l	0,432	0,411	0,390	0,369	0,348	0,334	0,320	0,306	0,291	0,277	0,263

Ilustración 37. Valores de f_l (Fuente: Norma 3.1-IC)

Para el caso de la distancia de adelantamiento, se procurará obtener tramos de la máxima longitud posible en los que la visibilidad de adelantamiento sea mayor que la distancia de adelantamiento D_{a2} . La Instrucción española no desarrolla la formulación de cálculo, sino que ofrece unas tablas donde a partir de la velocidad de proyecto se obtiene la distancia de parada.

V_p (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
D_{a1} (m)	50	75	100	130	165	205	250

Ilustración 38. Valores de la distancia de adelantamiento D_{a1} (Fuente: Elaboración propia)

V_p (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
D_{a2} (m)	150	180	220	260	300	340	400

Ilustración 39. Valores de la distancia de adelantamiento D_{a2} (Fuente: Elaboración propia)

Para el caso de la CV-345, se va a tomar como distancia de adelantamiento la incluida en la tabla de la ilustración 30, quedándose del lado de la seguridad.

A continuación, se adjuntan unas tablas en las que se exponen las características más importantes de cada acuerdo para el caso de las alternativas que presentan modificación de trazado.

Para el caso de la alternativa 3.4.1. en los dos tramos de modificación, los acuerdos en alzado que se tienen presentan las siguientes características.

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CV-345 A SU PASO POR LOS MUNICIPIOS DE HIGUERUELAS Y LA YESA (VALENCIA)

ALTERNATIVA 3.4.1.			
TRAZADO EN ALZADO			
VARIABLES	Sector	Forma	Kv
Acuerdo 1	R1-R2	Convexo	5500
Acuerdo 2	R8-R9	Cóncavo	6935,31
Acuerdo 3	R12-R13	Cóncavo	6935,31

Ilustración 40. Características de los acuerdos en alzado (Fuente: Elaboración propia)

Para el caso de la alternativa 3.4.2. se adjunta la siguiente tabla reflejando las características más relevantes.

ALTERNATIVA 3.4.2.			
TRAZADO EN ALZADO			
VARIABLES	Sector	Forma	Kv
Acuerdo 1	R1-R2	Convexo	5500
Acuerdo 2	R2-R3	Cóncavo	6935,31
Acuerdo 3	R4-R5	Cóncavo	6935,31
Acuerdo 4	R6-R7	Convexo	5500
Acuerdo 5	R7-R8	Cóncavo	6935,31
Acuerdo 6	R8-R9	Cóncavo	6935,31
Acuerdo 7	R12-R13	Convexo	5500
Acuerdo 8	R12-R13	Cóncavo	6936,31
Acuerdo 9	R13-R14	Convexo	5500

Ilustración 41. Características de los acuerdos en alzado (Fuente: Elaboración propia)

APÉNDICE V. ESTUDIO DE LA EXCAVABILIDAD

Tal y como ya se ha comentado en el anejo 4 “Geología y Geotecnia”, es necesario determinar la excavabilidad en aquellas zonas donde se prevea la ejecución de desmontes, con el fin de llevar a cabo la correcta elección del medio más adecuado para el desarrollo de estas operaciones.

Para ello se va a hacer uso de la siguiente gráfica, y se va a necesitar la resistencia a compresión simple de la roca y el espaciamiento entre discontinuidades.

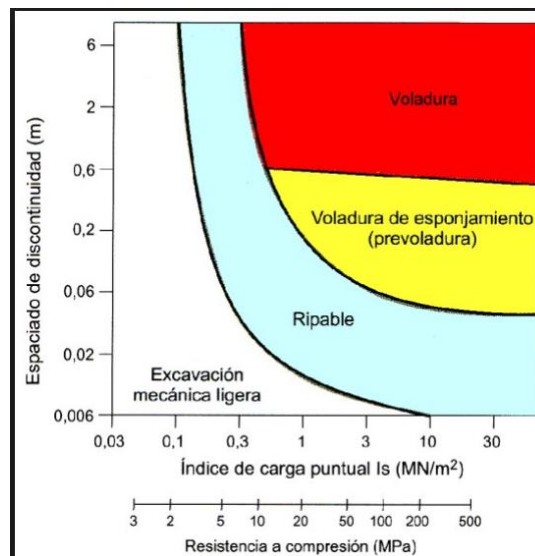


Ilustración 42. Excavabilidad de los materiales (Fuente: Asignatura Técnicas y Métodos de la Ingeniería del Terreno)

La resistencia a compresión simple es un parámetro que depende de las propiedades de cada material y del estado en que se encuentre, es por ello por lo que esta viene determinada en un rango de valores posibles, un mismo material que esté muy deteriorado o mezclado con otro material tomará los valores de menor rango, y por el contrario uno que se encuentre en buen estado, tomara los valores más grandes del rango de posibles.

Este rango de valores para el caso de las arcillas se ha tomado de,

- $RCS_{\text{ARCILLAS}} = [78 - 150] \text{ MPa}$

Para el valor de la resistencia a compresión simple se va a tomar un valor representativo de todo el conjunto igual al valor medio del rango de los posibles de la tabla precedente, debido a que en algunas zonas se encuentra la roca más fracturada o deteriorada, y en otras menos. Todo ello motivado porque debido a las limitaciones del presente estudio no se han podido llevar a cabo la serie de ensayos normalizados.

El espaciamiento es una variable que depende de cada familia de discontinuidades, y por tanto, variará entre los distintos taludes.

A continuación, se muestra una representación de los cálculos llevados a cabo con el fin de determinar el medio de excavación más apropiado.



Ilustración 43. Talud P.K. 23+350 (Fuente: Salida de campo)

Para el caso del estrato presente en el P.K. 23+350 de la ilustración 43, se va a determinar el método más adecuado de excavabilidad mediante el uso de la gráfica anterior. En rojo se ha representado la primera discontinuidad tomada en los cálculos.

- Espaciamiento Discontinuidad 1 = 20 cm
- RCS = 114 MPa
- ➔ Con los valores anteriores y según la gráfica la excavación se debería llevar a cabo con una voladura de esponjamiento o prevoladura, y con la orientación que llevan las familias de discontinuidades se podría afirmar que se trata de un talud que sería estable a la excavación, evitando la caída posterior a la carreteo, excepto desprendimientos de pequeño espesor.

En el caso de la discontinuidad representada en color verde, la excavabilidad queda de la siguiente forma,

- Espaciamiento Discontinuidad 1 = 30 cm
- RCS = 114 MPa
- ➔ Con los valores anteriores y según la gráfica la excavación se debería llevar a cabo con una voladura de esponjamiento o prevoladura, y con la orientación que llevan las familias de discontinuidades se podría afirmar que se trata de un talud que sería estable a la excavación, evitando la caída posterior a la carreteo, excepto desprendimientos de pequeño espesor.



Ilustración 44. Talud P.K. 34+000 (Fuente: Salida de campo)

Para el caso del estrato presente en el P.K. 23+350 de la ilustración 44, se va a determinar el método más adecuado de excavabilidad mediante el uso de la gráfica anterior.

- Espaciamento Discontinuidad 1 = 35 cm
- RCS = 114 MPa
- ➔ Con los valores anteriores y según la gráfica la excavación se debería llevar a cabo con una voladura de esponjamiento o prevoladura, y con la orientación que llevan las familias de discontinuidades se podría afirmar que se trata de un talud que sería estable a la excavación, evitando la caída posterior a la carreteo, excepto desprendimientos de pequeño espesor.



Ilustración 45. Talud P.K. 36+000 (Fuente: Salida de campo)

Para el caso del estrato presente en el P.K. 36+000 de la ilustración 45, se va a determinar el método más adecuado de excavabilidad mediante el uso de la gráfica anterior.

- Espaciamiento Discontinuidad 1 = 15 cm
- RCS = 114 MPa
- ➔ Con los valores anteriores y según la gráfica la excavación se debería llevar a cabo con una voladura de esponjamiento o prevoladura, y con la orientación que llevan las familias de discontinuidades se podría afirmar que se trata de un talud que sería estable a la excavación, evitando la caída posterior a la carreteo, excepto desprendimientos de pequeño espesor.

Dado que en un talud pueden coincidir discontinuidades con diferente valor de espaciamiento entre discontinuidades, se decide optar por realizar todos los desmontes con la técnica de prevoladura y con la posterior extracción mediante maquinaria. Cabe destacar, que una vez en la obra la técnica de excavación de los taludes puede ser diferente, ya que en aquellas zonas donde las discontinuidades tengan un valor de espaciamiento próximo a 10 centímetros se realizaran las operaciones directamente con medios mecánicos, de la misma forma que en el caso de taludes que se presenten muy deteriorados, todo ello bajo la aprobación de la dirección de obra.

APÉNDICE VI. CUBICACIÓN.

En el presente apartado se van a añadir las tablas Excel que se programaron para llevar a cabo la cubicación de cada una de las alternativas.

La primera de las tablas que se adjuntan es la correspondiente a la alternativa con cambio de trazado planteada en el apartado 3.4.1.

Como se puede comprobar los valores no coinciden con los de la tabla donde se resume la cubicación para esta alternativa del apartado 3.4.1.2. esto se debe a que en la tabla siguiente solo se recogen las zonas donde se produce modificación de trazado y, por tanto, a este valor es necesario añadir el movimiento de tierras correspondiente a las secciones donde solo se lleve a cabo la ampliación de la sección transversal.

La siguiente tabla que se adjunta es la que se corresponde al movimiento de tierras de la alternativa 3.4.2., como en el caso anterior, los valores de la tabla se completan con la parte en la que solo se realiza la ampliación de la sección transversal.

Por último, se adjunta también la tabla que se corresponde a la cubicación de la alternativa 3.3. en la cual se realiza solo la ampliación de la sección transversal en todas las secciones en las que es posible, es decir, en toda la traza de la CV-345 excepto las dos secciones próximas al P.K. 32+000 en las cuales se comentó la inviabilidad de las actuaciones.

El valor de la tabla no se corresponde con el del apartado de cubicación de esta alternativa por el hecho de que se completa con algunas determinaciones de las otras tablas, por ello, se ha dejado para el último lugar.

ALTERNATIVA 3.4.1.							
Perfil longitudinal		Área (m2)	Volumen (m3)	Desmonte (m3)	Terraplén (m3)	Total Desmonte (m3)	Total Terraplén (m3)
PL 1	1	10350	119025			160051,25	0
	2	1400	16100				
	3	1700	19550				
	4	467,5	5376,25				
PL2	1	4656,25	53546,9			0	107093,8
	2	4656,25	53546,9				
PL 7	1	4950	56925			136275	46000
	2	3300	37950				
	3	3600	41400				
	4	4000	46000				
PL 8	1	2500	28750			115575	9430
	2	1250	14375				
	3	4340	49910				
	4	1860	21390				
	5	320	3680				
	6	100	1150				
	7	300	3450				
	8	200	2300				
PL 9	1	1520	17480			20240	1840
	2	240	2760				
	3	30	345				
	4	130	1495				
PL 10	1	2550	29325			29325	0
TOTAL						461466,25	164363,8

ALTERNATIVA 3.4.2.							
Perfil longitudinal		Área (m2)	Volumen (m3)	Desmonte (m3)	Terraplen (m3)	Total Desmonte (m3)	Total Terraplén (m3)
PL 1	1	10350	119025			160051,25	0
	2	1400	16100				
	3	1700	19550				
	4	467,5	5376,25				
PL2	1	4656,25	53546,9			0	107093,8
	2	4656,25	53546,9				
PL 3	1	1500	17250			258031,25	0
	2	3750	43125				
	3	10625	122187,5				
	4	4375	50312,5				
	5	2187,5	25156,25				
PL 4	1	575	6612,5			65262,5	53532,5
	2	1725	19837,5				
	3	2025	23287,5				
	4	1350	15525				
	5	4655	53532,5				
PL 5	1	4050	40575			138612,5	0
	2	1950	22425				
	3	375	4312,5				
	4	1950	22425				
	5	375	4312,5				
	6	3250	37375				
	7	625	7187,5				

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CV-345 A SU PASO POR LOS MUNICIPIOS DE HIGUERUELAS Y LA YESA (VALENCIA)

PL 6	1	1000	11500			13656,25	575
	2	50	575				
	3	125	1437,5				
	4	62,5	718,75				
PL 7	1	4950	56925			136275	46000
	2	3300	37950				
	3	3600	41400				
	4	4000	46000				
PL 8	1	2500	28750			115575	9430
	2	1250	14375				
	3	4340	49910				
	4	1860	21390				
	5	320	3680				
	6	100	1150				
	7	300	3450				
	8	200	2300				
PL 9	1	1520	17480			20240	1840
	2	240	2760				
	3	30	345				
	4	130	1495				
PL 10	1	2550	29325			29325	0
PL 11	1	2475	28462,5			88678,8	0
	2	1375	15812,5				
	3	2758	31717				
	4	586	6739				
	5	517,2	5947,8				
TOTAL						1025707,55	218471,3