PROYECTO DE URBANIZACIÓN INTERIOR DE LAS CONEXIONES EXTERIORES DEL PARQUE CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO DE ECONOMÍA CIRCULAR LOS PALANCARES - (CUENCA)

DILIGENCIA para hacer constar que la Resolución de fecha 2 de julio de 2026 de la Consejería de Fomento, por la que se aprueban definitivamente los nueve proyectos técnicos para el desarrollo y ejecución del **Plan de Singular Interés "Economía Circular Los Palancares en Cuenca"**, promovido por la Excma. Diputación Provincial de Cuenca (DOCM, nº 150, de 07/08/2026), se ha adoptado sobre los documentos técnicos de los nueve proyectos, el proyecto de medidas complementarias, el estudio de impacto ambiental y los resúmenes de contestaciones a los informes y alegaciones, que constan de un total de **8.755 páginas** (incluidos planos y anexos de todos sus documentos).

Toledo, a 7 de agosto de 2026
LA JEFE DE SERVICIO
DE PLANEAMIENTO SUPRAMUNICIPAL
Fdo: Esther García Gutiérrez

Estudio de tráfico para la fase de obras anterior a la construcción del enlace en la N-420

PROMUEVE:

DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE CUENCA

Marzo - 2026

GrupoTragsa

ÍNDICE DEL DOCUMENTO:

1. ANTECEDENTES 2

2. OBJETO Y TRAMO DE ESTUDIO 2

3. LEGISLACIÓN APLICABLE 3

4. DATOS DE PARTIDA 4

4.1 EMPLAZAMIENTO 4
4.2 TRÁFICO CIRCULANTE POR LA N-420 7
4.3 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL 8
4.4 VISIBILIDAD DISPONIBLE EN LA ZONA DE ESTUDIO Y PROHIBICIONES DE ADELANTAMIENTO 9
4.5 DISTANCIA Y VISIBILIDAD DE PARADA 12
4.6 DISTANCIA Y VISIBILIDAD DE CRUCE 14
4.7 DISTANCIA Y VISIBILIDAD DE DECISIÓN 18
4.8 DETERMINACIÓN DE LA DEMORA 19
4.9 ACCESOS EXISTENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO 20

5. ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO EN EL PUNTO DE CONEXIÓN 22

5.1 EVOLUCIÓN DE LA IMD DEL TRAMO 22
5.2 ESTIMACIÓN DEL TRÁFICO EN LA ZONA PARA EL AÑO HORIZONTE PREVIO AL COMIENZO DE LAS OBRAS Y AÑO HORIZONTE DE FINALIZACIÓN DE LAS OBRAS 23
5.3 ESTIMACIÓN DEL TRÁFICO PROCEDENTE DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA URBANIZACIÓN 24

6. METODOLOGÍA Y CÁLCULO DE LA CAPACIDAD 25

6.1 NIVELES DE SERVICIO (LOS) 25
6.2 DETERMINAR LA VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (FFS) 26
6.3 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE LA TASA DE FLUJO V_P 27
6.4 DETERMINAR LA VELOCIDAD PROMEDIO DE RECORRIDO (ATS) 28
6.5 DETERMINAR EL PORCENTAJE DE DEMORA EN TIEMPO (PTSF) 30
6.6 CÁLCULO DEL NIVEL DE SERVICIO ACTUAL DE LA N-420 EN EL TRAMO DE ESTUDIO 31
6.7 CÁLCULO DEL NIVEL DE SERVICIO FUTURO DE LA N-420 EN EL TRAMO DE ESTUDIO 33
6.8 VARIACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO 36

7. COMPROBACIÓN DE CATEGORÍA DE TRÁFICO 36

8. PROPUESTA PARA ACCESO PROVISIONAL A ZONA DE OBRAS 37

9. CÁLCULO DEL NIVEL DE SERVICIO FUTURO DE LA N-420 EN EL TRAMO DE ESTUDIO PARA VELOCIDAD DE 50 KM/H 42

10. CONCLUSIONES 44

ANEXO: PLANOS 47

PLANO 1: LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DEL PLSI 47
PLANO 2: PLANTA GENERAL TRAMO DE ESTUDIO 47
PLANO 3: PLANTA GENERAL INTERSECCIÓN ACTUAL 47
PLANO 4: PLANTA GENERAL INTERSECCIÓN PROPUESTA 47
PLANO 5: PLANTA GENERAL INTERSECCIÓN PROPUESTA (TRAYECTORIAS) 47

1. ANTECEDENTES

La Excma. Diputación Provincial de Cuenca, pretende desarrollar a través de un Plan de Singular Interés (PLSI), la construcción de un Parque Científico y Tecnológico para la Economía Circular (PCYTEC), situado en el paraje del “Los Palancares”, en el término municipal de Cuenca.

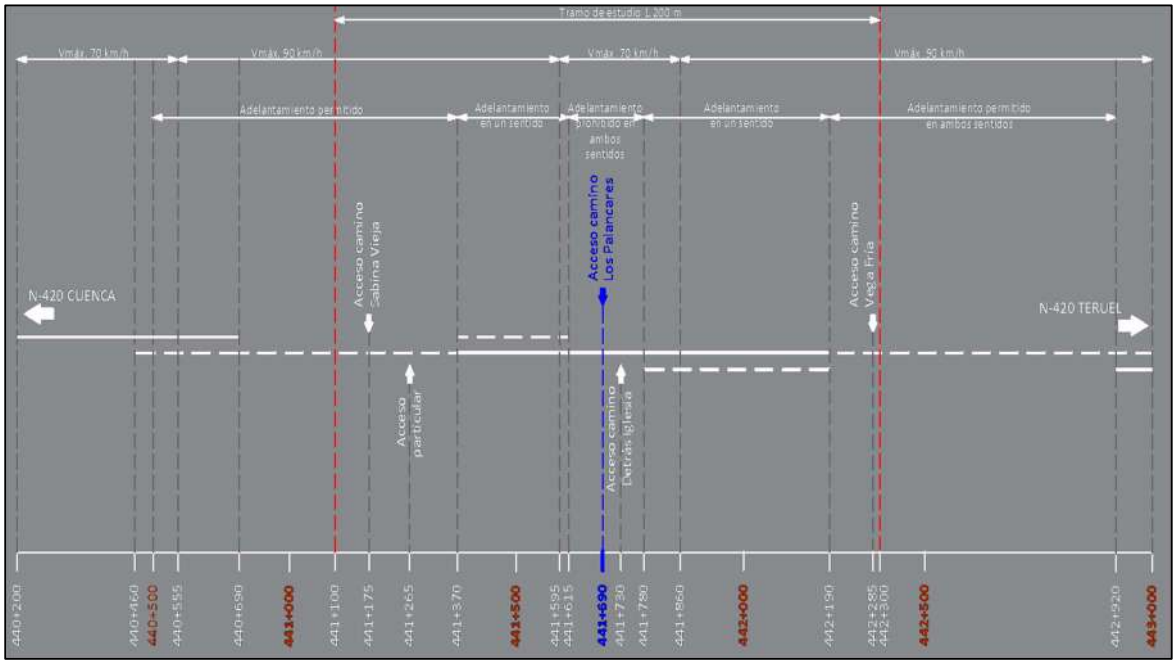
Se parte de un esquema viario principal que enmarca la parcela total a desarrollar y que define los elementos fundamentales de comunicación con su contorno. Uno de dichos elementos de comunicación consiste en el enlace viario de dicha parcela con la carretera nacional N-420 que delimita la misma al sur del ámbito.

Con este motivo se redacta un proyecto de construcción denominado PROYECTO DE ENLACE A DISTINTO NIVEL EN LA CARRETERA NACIONAL N-420, donde se definen las características de dicho enlace de comunicación entre el viario del PLSI y la carretera nacional N-420.

2. OBJETO Y TRAMO DE ESTUDIO

El siguiente Estudio de tráfico tiene por objeto definir la situación actual y determinar las afecciones que pudiera sufrir la carretera N-420 en las inmediaciones de la actual intersección de acceso al camino de los Palancares durante las obras de construcción de la urbanización correspondientes a Plan de Singular Interés Economía Circular Los Palancares (Cuenca) sirviendo la intersección actual como lugar de acceso a las obras mientras no se haya construido el enlace proyectado.

Se pretende comprobar que las condiciones relativas a la seguridad y la fluidez en el tráfico en este tramo de carretera no queden afectadas como consecuencia del tráfico generado por las obras y en su caso establecer las medidas oportunas para salvaguardar la seguridad y fluidez del tráfico, si procede. De forma específica, el tramo analizado se corresponde con los p.k. del 441+100 al 442+300, con un total de tres puntos de acceso por el norte y dos por el sur, en ese intervalo y una limitación de velocidad actual a 70 km/h en la zona justo donde se produce el actual acceso al camino de los Palancares y por donde accederán y saldrán vehículos de obra.



Esquema funcional y tramificación del ámbito de estudio en su estado actual
Fuente: Elaboración propia

En todo caso, se pretende comprobar que:

- El tráfico generado por las obras no afecta sustancialmente a su nivel de servicio, estándar de la calidad que ofrece una carretera.
- Existe visibilidad de parada y visibilidad de cruce suficiente para realizar las maniobras con el vehículo patrón representativo de la realidad.
- En caso necesario aportar una solución que mejore la intersección actual de forma provisional salvaguardando la seguridad y comodidad de los usuarios.

3. LEGISLACIÓN APLICABLE

La normativa de aplicación es la siguiente:

- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras
- Real Decreto 899/2025, de 9 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras.
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la norma 8.1-IC señalización vertical de la Instrucción de Carreteras.
- Orden de 16 de julio de 1987 por la que se aprueba la norma 8.2-IC «Marcas viales» de la Instrucción de Carreteras.
- Orden de 31 de agosto de 1987 sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.
- Real Decreto 465/2025, de 10 de junio, por el que se modifica el Reglamento General de Circulación, aprobado por Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, en materia de señalización de tráfico.
- Orden de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.

La justificación para la construcción del ENLACE A DISTINTO NIVEL EN LA CARRETERA NACIONAL N-420, cuyo proyecto ya se ha redactado, se basa en los siguientes puntos:

1. La Orden Ministerial de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios, establece en su TITULO III: ACCESOS A LAS CARRETERAS CONVENCIONALES (en el capítulo III. ACTUACIONES URBANÍSTICAS) que es el que sería de aplicación, en concreto en el:

> ***Artículo 51. Condiciones que han de cumplir los accesos.***
>
> *Cuando sea precisa la conexión (acceso) de una actuación urbanística con la red estatal de carreteras ésta se ajustará, a las siguientes condiciones:*
>
> *a. El acceso (conexión), deberá resolver por sí mismo, todos los movimientos y maniobras posibles con la carretera estatal, no permitiéndose que el mismo sirva, y/o sea servido, a y/o desde sólo una de las márgenes de la carretera. Cuando la IMD en la carretera, supere o iguale los 5.000 vehículos, será preciso que la actuación urbanística contemple la ejecución de un enlace a distinto nivel o la conexión a uno existente, mediante las oportunas vías de servicio, ajustadas a esta norma.*
>
> *b. Aparte de lo anterior, el acceso y sus características técnicas y funcionales se ajustarán y cumplirán lo prescrito para los accesos a instalaciones de servicios, contemplados en esta norma.*

2. El artículo quinto de la Orden FOM/2873/2007, de 24 de septiembre, sobre procedimientos complementarios para autorizar nuevos enlaces o modificar los existentes en las carreteras del estado (BOE 5-10-07) dice así:

> ***QUINTO. Características de los informes sobre planes urbanísticos que planteen nuevos enlaces o modifiquen los existentes.***

1. Los informes a planes urbanísticos, o a cualquier otro instrumento de planeamiento, en los que se planteen nuevas conexiones con la red de carreteras, ya sean a carreteras en servicio o a carreteras con proyectos o estudios informativos aprobados, o en los que se plantee la modificación de los enlaces existentes, o cambios de uso que puedan generar pérdidas de los niveles de servicio o de seguridad, se emitirán teniendo en cuenta el principio general de especialización funcional de las redes de carreteras, de forma que no se atribuyan a la red del Estado funciones de distribución del tráfico local, de acceso a las propiedades colindantes u otras que no le correspondan.

2. Previamente a la emisión de los informes se requerirá un estudio de tráfico y capacidad en el que se analice la incidencia de los desarrollos urbanísticos en el nivel de servicio de la carretera. En dicho estudio se incluirá expresamente el análisis de la capacidad de los enlaces para atender la demanda de salida de la carretera en horas punta. Cuando de dichos estudios se deduzcan afecciones graves a dicho nivel de servicio los planes se informarán negativamente en tanto no se adopten por los promotores, o por la autoridad que corresponda, las medidas oportunas para garantizar el mantenimiento del nivel de servicio del tráfico general.

3. En el caso de que en el momento de emitir los informes no esté todavía definido con suficiente detalle el diseño de las conexiones, y aquellos puedan ser favorables con base en la información existente, el informe favorable se dejará condicionado a la presentación y aprobación del proyecto definitivo, que deberá incluir el estudio de tráfico y capacidad ajustado al diseño concreto de las conexiones.

En todo caso, en los informes siempre se condicionará la autorización para construir o modificar enlaces a la aprobación de los proyectos correspondientes.

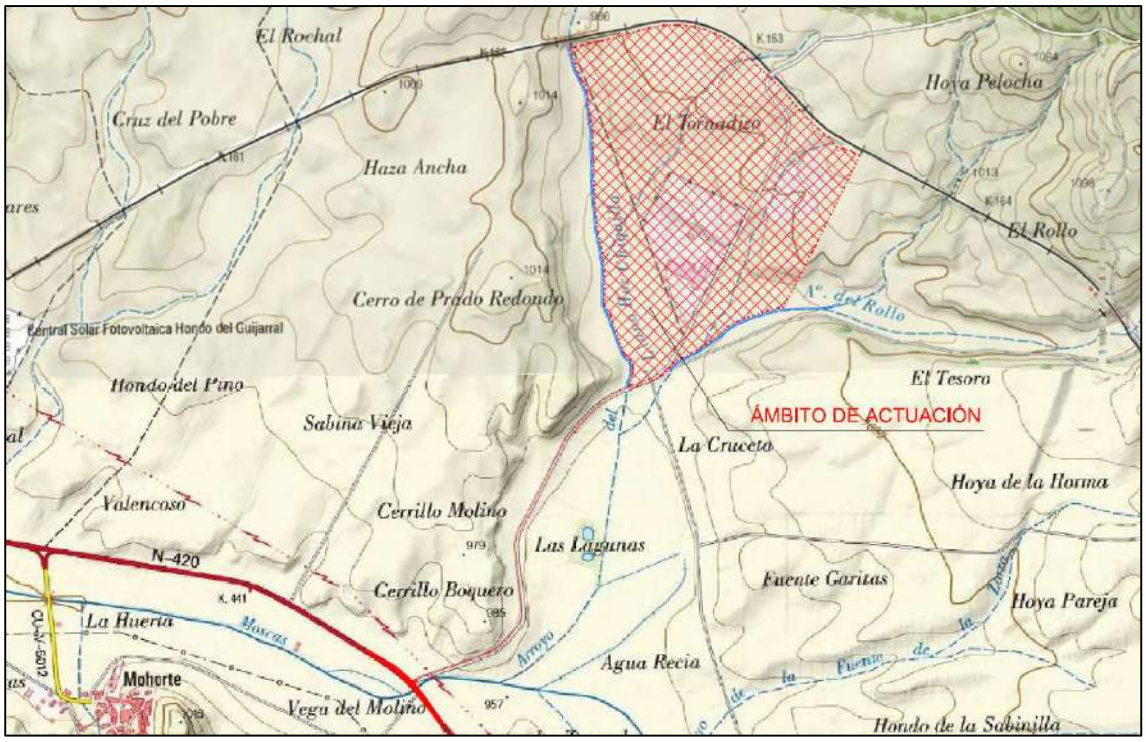
4. La competencia para resolver sobre los asuntos que se contemplan en este artículo corresponde igualmente al Director General de Carreteras.

En el caso que nos ocupa, se pretende seguir utilizando la actual intersección en el pk 441+690 de acceso al camino de los Palancares, como entrada y salida de vehículos para la ejecución de las obras de urbanización del PLSI, en tanto en cuanto, el enlace proyectado no se haya construido. Se trata pues de una situación transitoria que durará un periodo determinado de tiempo durante el cual se ejecutarán las obras de urbanización hasta que el mencionado enlace con la N-420 previsto se construya y quede abierto al tráfico momento en el cual la actual intersección se cerrará al tráfico.

4. DATOS DE PARTIDA

4.1 Emplazamiento

El área donde se van a llevar a cabo las obras de urbanización correspondientes a Plan de Singular Interés Economía Circular Los Palancares (Cuenca) se localiza unos 2.500 m al noreste de la pedanía de Mohorte, englobando una superficie de 81 has. con geometría irregular, limitando al Norte con la línea de Ferrocarril Madrid-Valencia, al Sur con el camino de los Palancares y con el Arroyo del Rollo, al Este con el Arroyo del Rollo y con suelo rústico de reserva (con este último en una línea casi recta de casi 600 m de longitud, trazada en paralelo al camino de los Palancares y distante unos 250 m de él) y al Oeste con el Arroyo del Llano.



Ámbito del PLSI sobre mapa topográfico nacional
Fuente: Elaboración propia

Ortofoto de la zona del enlace proyectado y actual intersección con la N-420

Ortofoto de la zona de la actual intersección con la N-420

Vista en dirección a Cuenca de la intersección de la carretera N-420 con camino de los Palancares

Vista en dirección a Teruel de la intersección de la carretera N-420 con camino de los Palancares

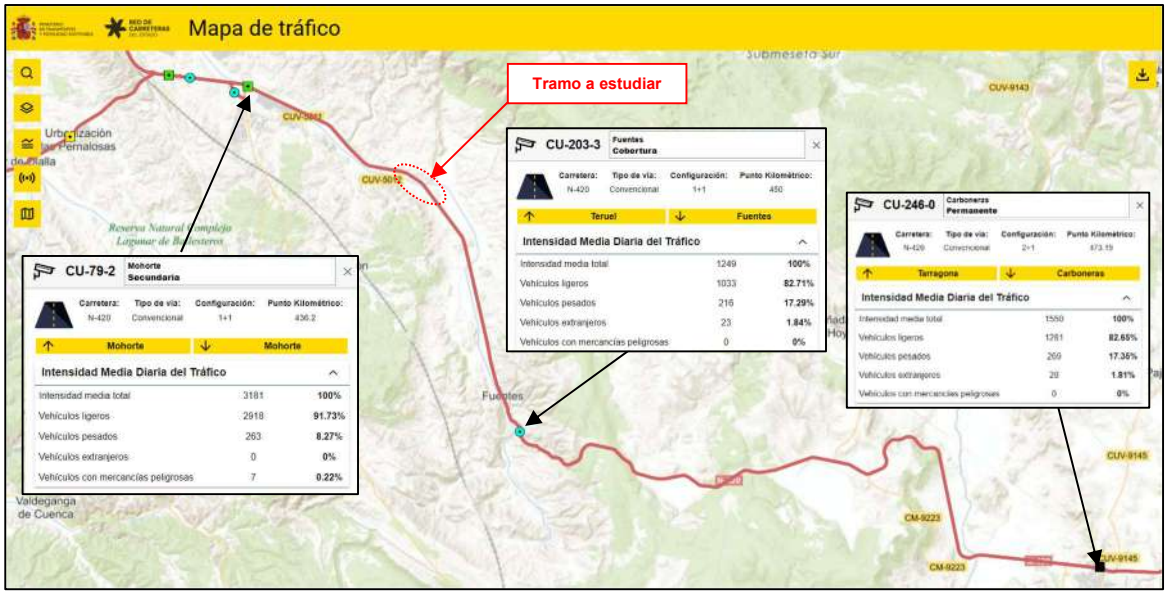
Vista en dirección a Teruel de la intersección de la carretera N-420 con camino de los Palancares

Vista desde el camino de los Palancares de la intersección con la carretera N-420

Vista desde la intersección con la carretera N-420 hacia el camino de los Palancares

4.2 Tráfico circulante por la N-420

De acuerdo a los datos de tráfico actualizados al año 2024 y que pueden ser consultados en el visor de la Dirección General de Carreteras, perteneciente al Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, existen dos estaciones de aforos que se han de tomar de referencia. En concreto se trata de la CU-79-2 y la CU-2020-3:



Ubicación de las estaciones de aforos próximas al tramo objeto del estudio
Fuente: Mapa de Tráfico de la DGC. Año 2024 (transportes.gob.es)

Como puede comprobarse, la IMD de la estación situada a la entrada de la ciudad de Cuenca es más del doble que la existente en la localidad de Fuentes, a pesar de que entre ambas localizaciones solo existen los núcleos de población correspondioentes a Las Zomas, Mohorte y La Melgosa, todos ellos con una población muy baja. La explicación está en la existencia de una planta industrial de fabricación de tableros de aglomerado (PINASA), situada frente a Las Zomas y los diversos desplazamientos de entrada y salida a Cuenca desde los distintos nucleos poblacionales.

4.3 Descripción de la situación actual

En la actualidad, el acceso a la zona de la Sierra de los Palancares, paraje natural de alto valor ambiental y con un gran potencial como recurso maderero, se realiza mediante una intersección en T. El actual acceso permite llegar a las dos industrias existentes en la parte llana previa a la sierra. En primer lugar, se trata de las actuales instalaciones de la empresa municipal "Ayuntamiento de Cuenca Maderas, S.A." que explota los recursos maderables de los montes públicos propiedad del consistorio municipal. La otra industria es "SunWood Biomasa Energía, S.L.", que se dedica a la fabricación de pellets a partir de los residuos de la fábrica municipal

Origen	Pesados	Ligeros
Fábrica de Maderas	12 veh./día	50 veh./día
SunWood	10 veh./día	40 veh./día

Tráfico actual originado por las actividades existentes

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos facilitados por las empresas

Actualmente hay proyectado un enlace para conectar la urbanización del Plan de Singular Interés Economía Circular Los Palancares (Cuenca) ubicado más al norte de la actual intersección y una vez entre en servicio se procederá a cerrar la actual intersección, pero hasta que se de esa situación, la actual intersección servirá para seguir dando acceso a la zona y obras a realizar.

La ejecución de las obras de urbanización generará un incremento del tráfico que utilice la intersección para tomar el camino de Palancares y acceder a las obras. En el presente estudio se comprobará la afección que producirá esta situación transitoria al nivel de servicio actual de la N-420.

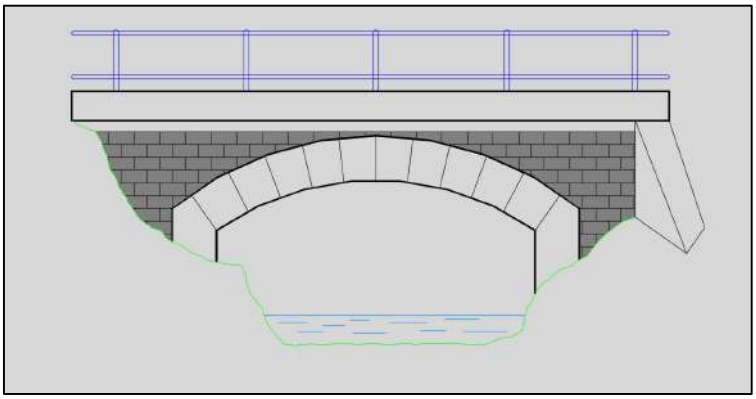
El flujo de vehículos actual en la intersección es prácticamente inexistente en días festivos o fines de semana, mientras que, en días laborables, puede estimarse de acuerdo con la tabla anteriormente expuesta.

El actual acceso se encuentra situado en un tramo de velocidad limitada a 70 km/h, en una curva de radio amplio (entre 700 y 800 m), estando prohibido el adelantamiento en ambos sentidos en su zona de influencia y en las zonas de aproximación. La actual N-420 consta de dos carriles de 3,50 m de ancho y arcenes de 1,5 m a cada lado. La rasante en el tramo de estudio dispone de una pendiente aproximada del 1% ascendente en el sentido creciente de pks. (Cuenca-Teruel)

Detalle del actual acceso visto desde ambos sentidos de circulación

Fuente: Google – Street view

Se da la circunstancia que, en el mismo punto de conexión del acceso actual a la carretera de los Palancares, el río Moscas cruza bajo la calzada de la N-420 mediante una obra de drenaje consistente en un arco achaflanado sobre cajeros rectos. La imagen siguiente pretende mostrar dicha configuración. Esta obra de drenaje condiciona una posible modificación de la intersección.

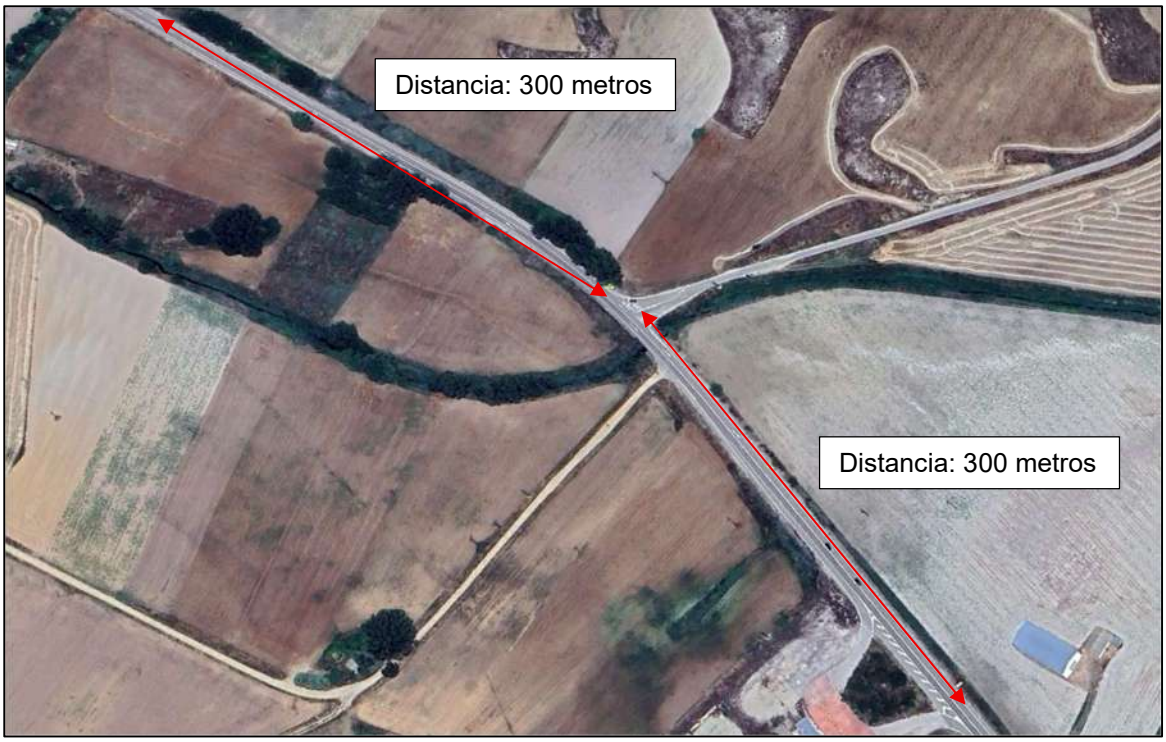


Detalle de la obra de fábrica del río Moscas bajo N-420
Fuente: Elaboración propia

4.4 Visibilidad disponible en la zona de estudio y prohibiciones de adelantamiento

Dado el transito de vehículos pesados que se incorporarán a la N-420 y que saldrán de la N-420 para acceder a la zona de obras, se considera conveniente evaluar la visibilidad de la zona y comprobar la señalización existente.

En las siguientes imágenes se intenta mostrar la visibilidad disponible en la zona en sentido ascendente y descendente de pks.



Ortofoto indicando distancias de 300 metros para evaluar la visibilidad

Visibilidad disponible a 300 m de la intersección. Sentido ascendente de pks (hacia Teruel)

Visibilidad disponible a 230 m de la intersección. Sentido ascendente de pks (hacia Teruel)

Visibilidad disponible a 150 m de la intersección. Sentido ascendente de pks (hacia Teruel)

Visibilidad disponible a 100 m de la intersección. Sentido ascendente de pks (hacia Teruel)

Visibilidad disponible a 300 m de la intersección. Sentido descendente de pks (hacia Cuenca)

Visibilidad disponible a 230 m de la intersección. Sentido descendente de pks (hacia Cuenca)

Visibilidad disponible a 150 m de la intersección. Sentido descendente de pks (hacia Cuenca)

Visibilidad disponible a 100 m de la intersección. Sentido descendente de pks (hacia Cuenca)

Como se puede observar en las fotografías, se dispone de una limitación de velocidad a 70 km/h en las inmediaciones de la intersección para ambos sentidos de circulación y se indica la existencia de la intersección con las señales P-1a y P-1b:

Además, se prohíbe el adelantamiento en esta zona según se puede ver en las siguientes imágenes:

Prohibición de adelantar en el sentido ascendente de pks 320 metros antes de llegar a la intersección (hacia Teruel)

Se permite el adelantamiento en sentido ascendente de pks una vez pasados 90 metros de la intersección (hacia Teruel)

Prohibición de adelantar en el sentido descendente de pks 500 metros antes de llegar a la intersección (hacia Cuenca)

Se permite el adelantamiento en el sentido descendente de pks una vez pasados unos 75 metros de la intersección (hacia Cuenca)

4.5 Distancia y visibilidad de parada

Según la norma 3.1.-IC de la Instrucción de Carreteras:

"En cualquier punto de la carretera el conductor de un vehículo deberá tener una visibilidad que dependerá de la forma, las dimensiones y la disposición de los elementos del trazado (ver epígrafe 3.2.9).

Para que las distintas maniobras puedan efectuarse en condiciones de comodidad y seguridad, se necesitará una visibilidad mínima que dependerá de la velocidad de los vehículos y del tipo de dichas maniobras."

Por otro lado, se define distancia de parada:

"Se define como distancia de parada (Dp) la distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse ante un obstáculo inesperado en su trayectoria, medida desde su posición en el momento de aparecer el objeto que motiva la detención. Incluye la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado. Se estimará mediante la expresión:

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

Siendo:

Dp = Distancia de parada (m).

V = Velocidad al inicio de la maniobra de frenado (km/h).

fl = Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento.

i = Inclinación de la rasante (en tanto por uno).

tp = Tiempo de percepción y reacción (s).

A efectos de diseño se considerará como distancia de parada, la obtenida a partir del valor de la velocidad de proyecto (Vp) del tramo considerado.

El coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado (fl) en una maniobra de frenado para diferentes valores de la velocidad se obtendrá de la Tabla 3.1. Para valores intermedios de dicha velocidad se podrá interpolar linealmente en dicha tabla. El valor del tiempo de percepción y reacción será de dos segundos (2 s).”

TABLA 3.1

COEFICIENTE DE ROZAMIENTO LONGITUDINAL MOVILIZADO (f_l) EN UNA MANIOBRA DE FRENADO

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

Fuente: Norma 3.1.-IC “Trazado”

“Se define la visibilidad de parada dentro de un carril como la distancia que existe entre un vehículo y un obstáculo situado en su trayectoria, en el momento en que el conductor puede divisarlo sin que luego desaparezca de su campo visual. La distancia se medirá a lo largo del carril.”

4.5.1 Visibilidad de parada sentido Teruel-Cuenca

Se estima una velocidad de proyecto de 90 km/h, si bien, al aproximarse a la intersección existe limitación de velocidad de 70 km/h, pero se toman los 90 km/h para quedar del lado de la seguridad.

Con lo cual tenemos:

V= 90 km/h
Tp= 2 s
Fl= 0,334
i= -1%

Sustituyendo en la formula anterior se obtiene una distancia de parada de 148,425 metros.

En la imagen siguiente se puede observar la visibilidad desde 150 metros antes de llegar a la intersección. Además, hay limitación de velocidad a 70 km/h con lo que la distancia de parada teóricamente debería ser menor que la calculada quedando del lado de la seguridad como se ha mencionado.

Visibilidad disponible a 150 m de la intersección. Sentido descendente de pks (hacia Cuenca)

Por lo tanto, se comprueba que **existe visibilidad de parada en el sentido Teruel-Cuenca para 90 km/h y por lo tanto para velocidades inferiores.**

4.5.2 Visibilidad de parada sentido Cuenca-Teruel

Se estima una velocidad de proyecto de 90 km/h, si bien, al aproximarse a la intersección existe limitación de velocidad de 70 km/h, pero se toman los 90 km/h para quedar del lado de la seguridad.

Con lo cual tenemos:

V= 90 km/h
Tp= 2 s
Fl= 0,334
i= 1%

Sustituyendo en la formula anterior se obtiene una distancia de parada de 142,703 metros.

En la imagen siguiente se puede observar la visibilidad desde 150 metros antes de llegar a la intersección. Además, hay limitación de velocidad a 70 km/h un poco más adelante, con lo que la distancia de parada teóricamente debería ser menor que la calculada quedando del lado de la seguridad como se ha mencionado.

Visibilidad disponible a 150 m de la intersección. Sentido ascendente de pks (hacia Cuenca)

Por lo tanto, se comprueba que **existe visibilidad de parada en el sentido Cuenca-Teruel para 90 km/h y por lo tanto para velocidades inferiores.**

4.6 Distancia y visibilidad de cruce

Según la norma 3.1.-IC de la Instrucción de Carreteras:

"Se define como distancia de cruce Dc , para un determinado movimiento de cruce (generalmente en carreteras convencionales), la distancia que puede recorrer un vehículo sobre una vía, durante el tiempo que otro emplea en realizar el citado movimiento de cruce atravesando dicha vía total o parcialmente. Se estimará mediante la fórmula:

$$D_c = \frac{V \cdot t_c}{3,6}$$

Siendo:

Dc = Distancia de cruce (m).

V = Velocidad (km/h) en la vía atravesada.

tc = Tiempo en segundos que se tarda en realizar el movimiento completo de cruce.

Se considerará como distancia de cruce mínima, la obtenida a partir del valor de la velocidad de proyecto (Vp) de la vía atravesada.

El valor de (tc) para movimientos de cruce del sentido opuesto por maniobra de giro a la izquierda sin carriles centrales de almacenamiento y espera (Figuras 3.4 y 3.5) se obtendrá de la fórmula:

$$t_c = t_p + \sqrt{\frac{2 \cdot (8 + l + w)}{9,8 \cdot j}}$$

Siendo:

tp = Tiempo de percepción y reacción del conductor, en segundos. Se adoptará un valor de dos segundos (tp = 2 s).

l = Longitud (m) del vehículo que atraviesa la vía. Se considerarán los valores de la Tabla A3.1 (Anexo 3), en función del vehículo patrón característico.

w = Ancho (m) total de los carriles atravesados.

j = Aceleración del vehículo que realiza el movimiento de cruce, en unidades "g". Se considerarán los siguientes valores, en función del vehículo que cruza:

j = 0,055 para vehículos articulados.

j = 0,075 para vehículos pesados rígidos.

j = 0,150 para turismos y furgones."

Según la norma 3.1.-IC de la Instrucción de Carreteras:

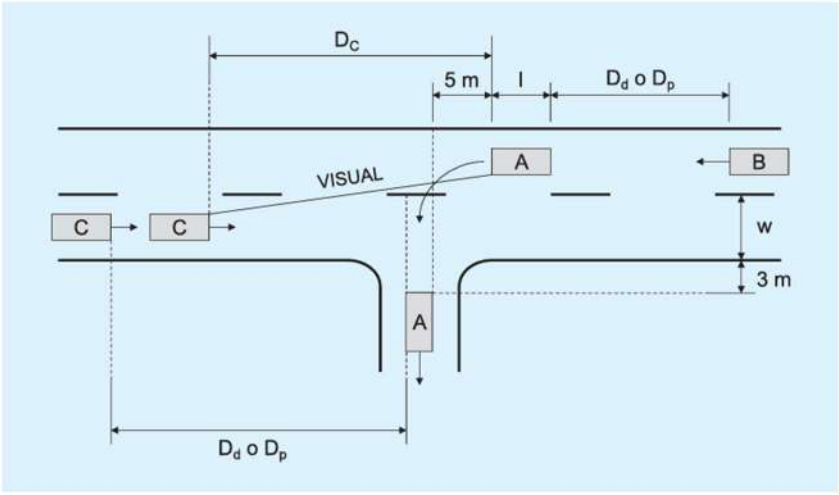
"Se considerará como visibilidad de cruce, la distancia que precisa ver el conductor de un vehículo para poder cruzar otra vía que intersecta su trayectoria, medida a lo largo de la carretera atravesada. Estará determinada por las dos condiciones siguientes (Figura 3.3):

- *El conductor de un vehículo que circula por una vía puede ver si otro vehículo se dispone a cruzar dicha vía.*
- *El conductor de un vehículo que va a cruzar la vía ve al vehículo que se aproxima.*

Se considerará a todos los efectos que el vehículo que realiza el movimiento de cruce desde la conexión o el acceso, parte del reposo y está situado a una distancia, medida perpendicularmente al borde del carril más próximo de la vía preferente, de tres metros (3,00 m)"

FIGURA 3.4

VISIBILIDAD DE CRUCE EN MANIOBRAS DE GIRO A LA IZQUIERDA DESDE LA VÍA PRINCIPAL

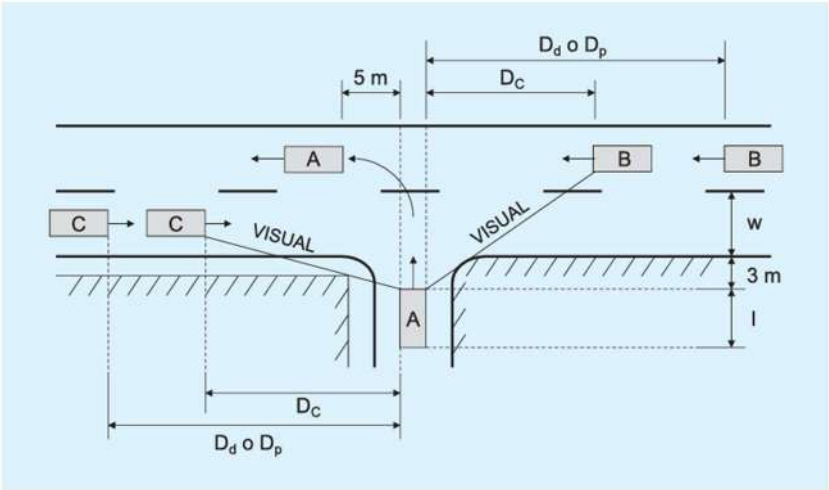


Fuente: Norma 3.1.-IC "Trazado"

"Si el movimiento de cruce se realiza mediante una maniobra de giro a la izquierda atravesando el sentido opuesto (Figura 3.4) y no existe carril central de espera, se supondrá que el vehículo que lo realiza se sitúa a una distancia, medida perpendicularmente al borde del carril más próximo de la vía a la que se dirige mediante dicho cruce, de cinco metros (5,00 m). Si existe carril central de espera, la distancia se reduce a tres metros (3,00 m)."

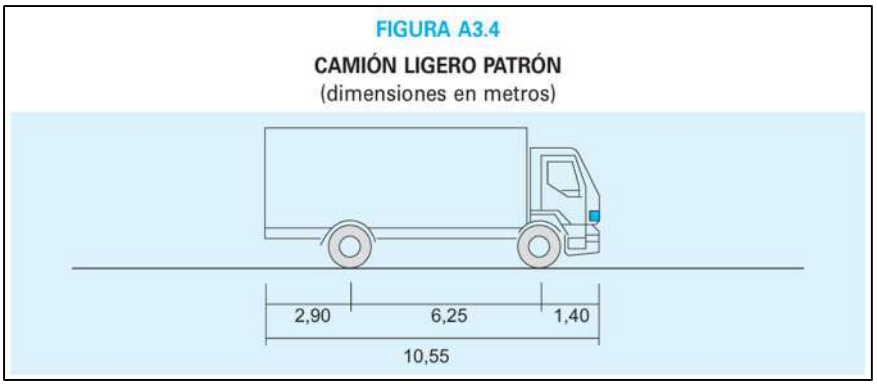
FIGURA 3.5

VISIBILIDAD DE CRUCE EN MANIOBRAS DE GIRO A LA IZQUIERDA DESDE LA VÍA SECUNDARIA



Fuente: Norma 3.1.-IC "Trazado"

Para el cálculo de la distancia de cruce se estima conveniente asimilar al vehículo patrón a los vehículos pesados que habitualmente utilizarán la intersección que serán principalmente camiones de movimiento de tierras por lo que se toma el vehículo patrón de la Norma 3.1.-IC siguiente, cuyas dimensiones son similares a los de los vehículos pesados que harán uso de la intersección:



Fuente: Norma 3.1.-IC "Trazado"

Se considera por lo tanto lo siguiente:

- Tp = 2 s
- l = 10,55 m
- w = 3,5 m
- j = 0,075

Por lo que se obtiene un tiempo de cruce de 9,75 segundos.

Y para evaluar si se dispone de visibilidad superior a la distancia de cruce:

1. Análisis de la situación del vehículo A de la figura 3.4:
   - Visibilidad disponible > 300m
   - Distancia de cruce necesaria:
     - Para 90 km/h se requiere 243,65 m
     - Para 70 km/h se requiere 189,65 m
     - Para 50 km/h se requiere 135,36 m
   - Se deduce:
     - que existe visibilidad para efectuar el cruce con seguridad

2. Análisis de la situación del vehículo A de la figura 3.5:
   - Visibilidad disponible:
     - hacia Teruel >300 m
     - hacia Cuenca 200 m
   - Distancia de cruce necesaria:
     - Para 90 km/h se requiere 243,65 m
     - Para 70 km/h se requiere 189,65 m
     - Para 50 km/h se requiere 135,36 m
   - Se deduce:
     - La visibilidad disponible es superior a la distancia de cruce para la visual en dirección a Teruel para velocidad de 90 km/h y por lo tanto para velocidades inferiores
     - La visibilidad disponible es superior a la distancia de cruce para la visual en dirección a Cuenca para velocidad de 70 km/h y por lo tanto para velocidades inferiores.

       En este caso hay que destacar que existe una señal de limitación de velocidad a 70 km/h situada a 100 metros de la intersección en sentido

Cuenca-Teruel por lo que se debería de alejar de la intersección una distancia de 100 metros para que se garantizara la distancia de cruce. Corresponde a la siguiente imagen:

Visibilidad disponible a 100 m de la intersección. Sentido ascendente de pks (hacia Teruel)

4.7 Distancia y visibilidad de decisión

Según la norma 3.1.-IC de la Instrucción de Carreteras:

"Se define como distancia de decisión Dd, la distancia medida a lo largo de la trayectoria que realiza un vehículo para que su conductor, en un entorno viario que puede estar visualmente congestionado, perciba la información proporcionada por la señalización y la existencia de una situación inesperada o difícil de percibir, las reconozca, valore el riesgo que representan, adopte una velocidad y una trayectoria adecuadas y lleve a cabo con seguridad y eficiencia la maniobra necesaria. La distancia de decisión Dd corresponde a la distancia recorrida en diez segundos (10 s) a la velocidad de proyecto (Vp) del tramo considerado y sus valores mínimos se indican en la Tabla 3.4

TABLA 3.4

DISTANCIA DE DECISIÓN

V_p (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
D_d (m)	110	140	170	195	225	250	280	305	335	365	390

Fuente: Norma 3.1.-IC "Trazado"

Siendo:

Vp = Velocidad de proyecto del tramo considerado.

Dd = Distancia de decisión.

Se considerará como visibilidad de decisión la distancia en línea recta entre la posición de un vehículo en movimiento (definido por el punto de vista del conductor) y el elemento que debe observar el conductor medida sobre el eje de la carretera

Los carteles laterales, las banderolas y los pórticos de salida inmediata deberán ser percibidos a una distancia mayor que los valores mínimos de la distancia de decisión Dd indicados en la Tabla 3.4. La distancia entre el punto de vista del conductor y el centro geométrico de los carteles de salida inmediata se medirá en línea recta."

De las imágenes, mostradas hasta el momento y comprobación en visita de campo se puede deducir que **existe visibilidad de decisión ≥250 m para ambos sentidos de circulación respecto de la señalización** que indica la presencia de la intersección (señales de peligro por intersección, limitaciones de velocidad y cartel indicador…)

Cartel que dispone de visibilidad de decisión pues hay una recta anterior a este punto de longitud superior a 250 metros y con pendiente longitudinal ascendente de 1%

En el caso de la anterior imagen, **no se dispone de visibilidad de decisión para velocidad de 90 km/h respecto de un obstáculo que exista en el carril en sentido Cuenca-Teruel**. Ya que la intersección no se puede observar desde 250 metros debido a la curva. Para 70 km/h si se dispone de distancia de decisión (195 metros) pero la señal de limitación de velocidad a 70 km/h se encuentra a 100 metros de la intersección y habría que alejarla otros 100 metros como igualmente se dedujo en la página anterior para el caso de distancia de cruce.

Cartel que dispone de visibilidad de decisión pues hay una recta anterior a este punto de longitud superior a 250 metros y con pendiente longitudinal descendente de 1%

En el caso de esta última imagen, también **se dispone de visibilidad de decisión respecto de un obstáculo que exista en la carretera**.

4.8 Determinación de la demora

Según la norma 3.1.-IC de la Instrucción de Carreteras:

"Deberá estimarse el tamaño del hueco disponible en las corrientes de tráfico que resulta necesario cruzar, en función de las correspondientes intensidades horarias de proyecto. Cuando el tiempo necesario para realizar el movimiento completo de cruce (tc), sea superior al tiempo correspondiente al tamaño del hueco disponible se podrán admitir para el movimiento de cruce las demoras indicadas en la Tabla 3.5.

TABLA 3.5

TIPO DE INTERSECCIÓN	DEMORA (s/veh)
Interurbana	60
Periurbana	120
Con una IMD de giro < 10 vehículos/día	180

Fuente: Norma 3.1.-IC "Trazado"

Si se sobrepasaran los valores de demora indicados en la Tabla 3.5, el movimiento de cruce deberá realizarse de otra forma."

Tomando como intensidad de hora punta el calculo realizado para la determinación de la capacidad en el epígrafe 6, tenemos que para la situación actual el volumen punta para el carril mas cargado es 130 veh/h y para la situación futura de obras es de 146 veh/h.

Si estos vehículos se distribuyeran de forma uniforme a lo largo de una hora, circularían los vehículos cada 27,7 s y 24,6 s respectivamente.

En esos tiempos y suponiendo que circulan a una velocidad media de 90 km/h / 70 km/h 50 km/h, el hueco existente entre vehículos sería:

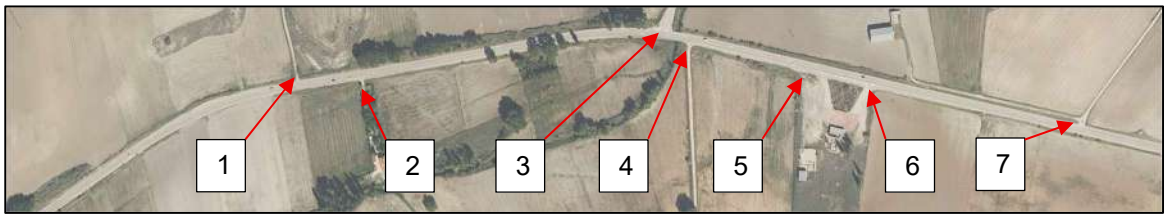
- En la situación actual (130 vh/c):
  - Para velocidad de 90km/h: 692,5 m
  - Para velocidad de 70 km/h: 538,5 m
  - Para velocidad de 50 km/h: 385 m
- En la situación futura de obras (146 vh/c):
  - Para velocidad de 90km/h: 615 m
  - Para velocidad de 70 km/h: 478 m
  - Para velocidad de 50 km/h: 342 m

En todos los casos el hueco disponible es superior a la distancia de cruce necesaria (189,65 m para velocidad de 70 km/h).

Según los resultados obtenidos se deduce que para una velocidad de 70 km/h se puede mantener la configuración de la actual intersección y las demoras por espera para girar serían inferiores a 60 segundos que indica la tabla 3.5 como límite para buscar una solución a la intersección distinta a la de las imágenes 3.4 y 3.5 de la Norma 3.1.-IC "Trazado".

4.9 Accesos existentes en la zona de estudio

En las siguientes imágenes se pretende mostrar los accesos existentes en la zona de estudio:



Vista de los accesos en la zona de estudio

En el punto 1 se indica un acceso a camino agrícola utilizado para acceder a diversas parcelas, no es un acceso muy transitado, pues tan solo permite el paso a unas 16 parcelas agrícolas ya que se corta a una distancia de unos 1300 metros. A estas parcelas se accede para realizar trabajos puntuales a lo largo del año. Este acceso se encuentra a una distancia de 515 m de la intersección.

En el punto 2 hay un acceso a una parcela privada con muy escasa utilización.

En el punto 3 se indica la intersección con el camino de Palancares que será el acceso a la zona de obras.

El punto 4 indica un acceso a camino que permite el paso a varias parcelas agrícolas y tiene conexión con la población de Mohorte por lo que si fuera necesario se podrían cerrar este acceso durante la ejecución de las obras, evitando más cruces de trayectorias.

El punto 5 corresponde con la salida mediante cuña y ramal de salida a una estación de servicio que se encuentra desmantelada por lo que su uso no es significativo.

El punto 6 corresponde con la incorporación a la N-420 mediante carril y cuña de incorporación desde la estación de servicio desmantelada por lo que su uso no es significativo.

El punto 7 corresponde con un acceso a camino que permite el paso a varias parcelas agrícolas y enlaza con otros caminos por lo que tendrá mayor transito que en el caso del punto 1, pero se encuentra a una distancia de 595 metros respecto de la intersección con el camino de Palancares.

Acceso a camino. Margen izquierda. Sentido ascendente. Situado a una distancia de 515 metros de la intersección del camino de Palancares (1)

Acceso a propiedad privada. Margen derecha. Sentido ascendente. Situado a una distancia de 425 metros de la intersección del camino de Palancares (2)

Acceso a propiedad privada. Margen derecha. Sentido ascendente. Situado a una distancia de 425 metros de la intersección del camino de Palancares. Mismo acceso que foto anterior (2)

Acceso a camino. Margen izquierda. Sentido descendente. Situado a una distancia de 40 metros de la intersección del camino de Palancares (4)

Acceso a estación de servicio desmantelada desde N-420. Margen izquierda. Sentido descendente. Situado a una distancia de 225 metros de la intersección del camino de Palancares. Incluye cuña y ramal de salida (5)

Acceso a N-420 desde estación de servicio desmantelada. Margen izquierda. Sentido descendente. Situado a una distancia de 300 metros de la intersección del camino de Palancares. Incluye cuña y ramal de entrada (6)

Acceso a camino. Margen derecha. Sentido descendente. Situado a una distancia de 595 metros de la intersección del camino de Palancares (7)

5. ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO EN EL PUNTO DE CONEXIÓN

5.1 Evolución de la IMD del tramo

Como ya se ha reseñado, se disponen datos de estaciones de aforos de la red estatal correspondientes a los años de 2012 a 2024, de manera que se tiene una idea bastante aproximada de la IMD del punto de conexión del camino de los Palancares con la N-420. En concreto se adopta la información procedente de la estación situada al oeste del tramo de estudio, la CU-79-2, por tener valores más altos y cuya evolución temporal es la siguiente:

Año	IMD	Incremento anual	Pesados	%Pesados	Incremento pesados	Incremento %
2012	2.731					
2013	3.125	394				
2014	2.805	-320				
2015	3.027	222	223	7,37		
2016	2.851	-176	176	6,17	- 47	-1,20%
2017	3.567	716	250	7,00	74	0,83%
2018	3.166	-401	258	8,15	8	1,15%
2019	3.209	43	257	8,01	- 1	-0,14%
2020	NO REPRESENTATIVO					

2021	3.303	94	294	8,90	37	0,89%
2022	3.235	-68	290	8,96	4	0,06%
2023	3.165	-70	329	10,39	39	1,43%
2024	3.181	16	263	8,27	- 66	-2,12%

En cuanto al año 2020, debido a la situación excepcional de la pandemia ocasionada por el virus COVID-19 no se dispone de valores representativos del tráfico, por lo que se tomará el tráfico igual a niveles de 2019, tanto de la IMD como del porcentaje de vehículos pesados.

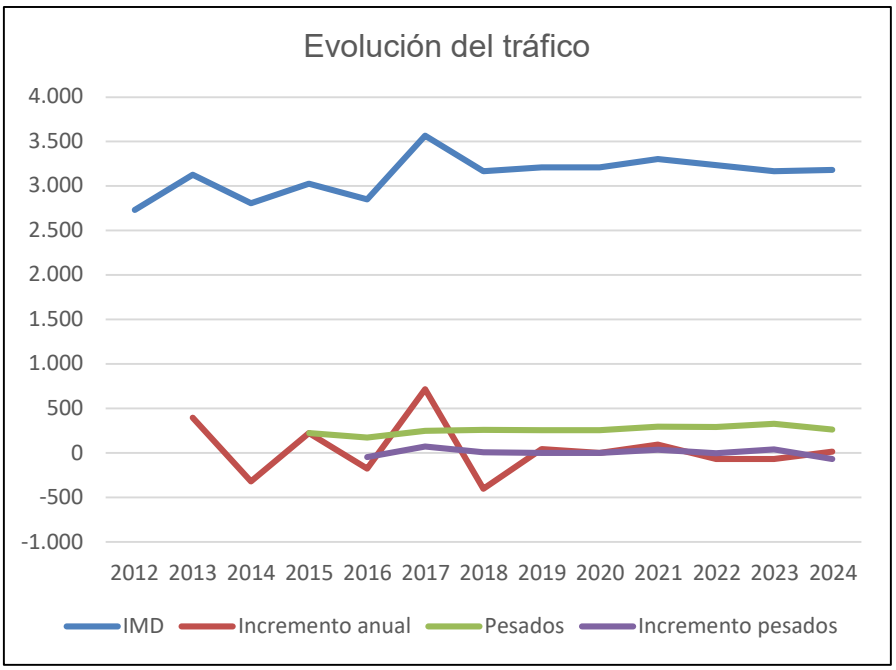


Tabla de evolución del tráfico y gráfica en estación de aforos CU-79-2 (N-420)
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Ministerio

Se consideran suficientemente representativos del tráfico existente en la zona y su evolución, la serie de años entre 2012 y 2024.

A la vista de los datos expuestos, no puede concluirse que exista una pauta o tendencia claramente identificable, ya que los incrementos tanto en el número total de la IMD como el porcentaje de vehículos pesados sufre variaciones incluso de signo en un intervalo de tiempo relativamente corto, lo cual puede deberse a efectos coyunturales o casuales, como por ejemplo las obras de ampliación realizadas en la planta industrial de PINASA. En todo caso el tráfico parece que tiende a estabilizarse en unos valores de IMD en torno a los 3.200 – 3.300 veh/día.

5.2 Estimación del tráfico en la zona para el año horizonte previo al comienzo de las obras y año horizonte de finalización de las obras

Se estima un año horizonte de comienzo de las obras para 2028, por lo que se estimará el tráfico para ese año excluyendo la influencia de las obras y se tendrá en cuenta:

- Por un lado, el tráfico de partida es el más recientemente aforado
- Por otro lado, se aplicará un incremento de tráfico, aunque los datos muestren cierta estabilidad.

Por esa razón, tomaremos como dato de partida el valor del año 2024 de la serie histórica reciente, es decir una IMD de 3.181 como valor representativo correspondiente al año 2024 y le aplicaremos

una corrección de acuerdo a lo establecido en la Orden FOM/3317/2010, Instrucción para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento, siendo para incrementos de tráfico previstos en estudios referidos a 2017 en adelante de un 1,44% como valor de incremento anual.

$$IMD_n = IMD_{2024} * (1 + 0{,}0144)^n$$

De este modo, partiremos de un valor de la IMD del año 2024 (últimos datos disponibles) y se estima que las obras comiencen en 2028. Se calculará la estimación de tráfico para este año 2028.

Por otro lado, se establece un año horizonte de 5 años para la finalización de los diferentes proyectos y puesta en marcha. Por lo que se estima un año horizonte, a efectos de cálculo del tráfico que pudiera existir en la zona, de 2033 (para contemplar posibles demoras y retrasos en el comienzo de las obras y quedar del lado de la seguridad en los cálculos). Conforme establece la Orden FOM/3317/2010, se obtiene un valor de 3.181 x $1{,}0144^9$ = 3.618.

De esta manera, se estima que el tráfico en la zona de la intersección para el año horizonte sea de 3.618 veh/día a los que habrá que sumar el tráfico generado durante la ejecución de las obras.

5.3 Estimación del tráfico procedente de las obras de construcción de la urbanización

Se pretende realizar un análisis del tráfico generado por las obras y que harán uso de la actual intersección. Se estima un volumen para comprobar que afecciones genera este incremento de tráfico en el nivel de servicio de la N-420 en el tramo de estudio.

El mayor volumen de vehículos de obra se generará como consecuencia del movimiento de tierras, pues se tendrán vehículos pesados que accederán y saldrán de la N-420 para realizar los procesos de transporte de materiales. Se estima que todos los vehículos de movimientos de tierras entran y salen a la zona del ámbito por esta intersección con la N-420 no previéndose el acceso por otro lugar.

Además del tráfico generado por los vehículos pesados de movimientos de tierras (camiones principalmente) se producirá un transito de vehículos ligeros de trabajadores que se concentrarán en las horas de comienzo y final de la jornada laboral pero también a lo largo de la jornada se realizarán desplazamientos por actividades propias del trabajo.

La estimación de vehículos pesados generados por las obras en la fase de movimiento de tierras es de una media de 6 vehículos pesados y de 12 vehículos ligeros por hora. Estimando 8 horas de trabajo, se considera adecuado un incremento en el tráfico de 48 vehículos pesados y 96 vehículos ligeros.

Este volumen estimado de vehículos se basa en la necesidad de transportar un volumen de tierras de 52.190 m3 una vez descontado el volumen de tierra de excavación que se aprovecha según datos del proyecto de urbanización.

Según el plan de obra del proyecto de urbanización el movimiento de tierras se estima que dure 22 semanas teniendo que cuenta que cada semana son 5 días de trabajo, el volumen diario a transportar sería de 474 m^3. Teniendo en cuenta que cada camión bañera tiene una capacidad de 20 m^3 se obtiene unos 24 camiones en carga y con sus correspondientes circulaciones en vacío. De ahí que se estime un total de 48 circulaciones de vehículos pesados al día en la época de mayor circulación correspondiente a los trabajos de movimiento de tierras.

La mayoría del tráfico generado por las obras se moverá en el sentido Cuenca – intersección con camino de los Palancares y viceversa, siendo una minoría los movimientos en la otra dirección (dirección a Teruel).

6. METODOLOGÍA Y CÁLCULO DE LA CAPACIDAD

El cálculo de los niveles de servicio se ha realizado sobre la base de lo expuesto en el *Highway Capacity Manual HCM-2000* para en nuestro caso Carreteras de dos carriles.

La *Highway Capacity Manual (HCM)* es una publicación de la *Transportation Research Board (TRB)* en el Estados Unidos. Contiene conceptos, directrices y procedimientos de cálculo para la determinación de la capacidad y calidad de servicio de las instalaciones de la carretera, incluyendo autopistas, las carreteras, los enlaces, accesos, así como los efectos de transporte público, peatones y bicicletas en el rendimiento de estos sistemas.

Se han realizado seis ediciones con los procedimientos mejorados y actualizados desde 1950 hasta 2016, y dos actualizaciones importantes en el HCM edición de 1985, en 1994, 1997 y 2015. El HCM ha sido una referencia en todo el mundo para el transporte y los profesionales de ingeniería de tráfico y también la base de varios manuales de la capacidad de diversos países específicos.

La capacidad de una carretera de dos carriles es 1.700 vehículos/h para cada dirección de trayecto y es prácticamente independiente de la distribución direccional del tráfico, por lo que la capacidad no excederá de 3.200 vehículos/h para ambas direcciones de recorrido.

Se realizará la influencia del tráfico de obras sobre el nivel de servicio de la carretera N-420 en esta zona y se comparará con la situación actual.

6.1 Niveles de servicio (LOS)

La medida del servicio para carreteras de dos carriles está definida en el capítulo “Conceptos de Carretera”. Sobre la Carretera clase I, son carreteras en donde los conductores esperan viajar a una velocidad relativamente alta. Son las principales arterias que conectan los mayores generadores de tránsito. Este tipo de carretera la mayoría de las veces sirve para hacer viajes largos. El nivel de servicio (LOS) está definido en términos de porcentaje de tiempo gastado en seguimiento (% de demora en tiempo) y el promedio de la velocidad de recorrido o velocidad media de recorrido (ATS). En nuestro caso, la N-420 es una arteria principal, por lo que la consideraremos como una carretera de clase I.

Sobre las carreteras de clase II la movilidad es menos critica, y LOS están definidos sólo en términos de porcentaje del tiempo gastado en seguimiento (% demora en tiempo), sin considerar la velocidad promedio de recorrido.

Los criterios de LOS para carreteras de dos carriles en clase I y II se encuentran en las Tablas 20-2, 20-3 y 20-4. La tabla 20-2 refleja los valores máximos de porcentaje de demora de tiempo (PTSF) y el promedio de velocidad de recorrido (ATS) para cada uno de los Niveles de Servicio (LOS) de carretera de clase I. Un segmento de una carretera de clase I debe considerar los dos criterios, el porcentaje de demora en tiempo y el promedio de velocidad del recorrido mostrado en Tabla 20-22 para ser clasificado en cualquier LOS.

EXHIBIT 20-2. LOS CRITERIA FOR TWO-LANE HIGHWAYS IN CLASS I

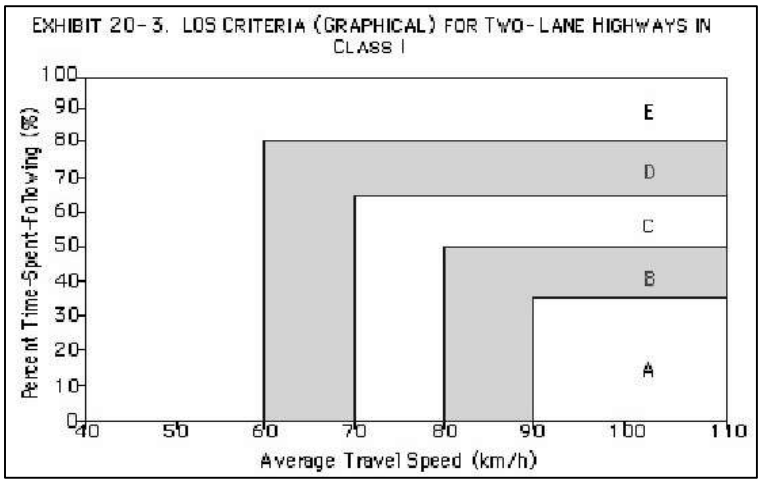
LOS	Percent Time-Spent-Following	Average Travel Speed (km/h)
A	≤ 35	> 90
B	> 35–50	> 80–90
C	> 50–65	> 70–80
D	> 65–80	> 60–70
E	> 80	≤ 60

Note:
LOS F applies whenever the flow rate exceeds the segment

EXHIBIT 20-4. LOS CRITERIA FOR TWO-LANE HIGHWAYS IN CLASS II

LOS	Percent Time-Spent-Following
A	≤ 40
B	> 40–55
C	> 55–70
D	> 70–85
E	> 85

Note:
LOS F applies whenever the flow rate exceeds the segment capacity.



6.2 Determinar la velocidad a flujo libre (FFS)

Una clave en la valoración de los Niveles de Servicio es determinar la velocidad a flujo libre (FFS). Dos métodos generales para poder determinar la FFS para una carretera de dos carriles son: Medida en campo y estimada.

La medida en campo se puede determinar directamente realizando un estudio de velocidad. El estudio de velocidad debe ser realizado en una localización representativa dentro del segmento de la carretera que está siendo evaluada. Debe ser realizado en periodos de baja circulación de tráfico (menos de 200 pc/h para los dos sentidos de circulación) y se debe medir la velocidad de cada uno de los vehículos o de un muestreo sistemático (ej. uno de cada diez vehículos).

Si no se tienen datos de campo se puede estimar indirectamente la FFS.

Para estimar la FFS, el análisis debe caracterizar condiciones de operación de la facilidad en términos de una base de velocidad a flujo libre (BFFS) que refleje las características del tráfico y la geometría de la vía.

Una vez estimada la BFFS, los ajustes pueden ser hechos por la influencia del ancho del carril y ancho de berma (f_{LS} Tabla 20-5), y densidad del punto de acceso (f_A Tabla 20-6). La ecuación de la FFS estimada es:

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

Donde:

FFS = Velocidad a flujo libre estimada (Km/h)

BFFS = Base de FFS (Km/h)

f_{LS} = Ajuste de carril y berma. Tabla 20-5

f_A = Ajuste para puntos de acceso. Tabla 20-6

EXHIBIT 20-5. ADJUSTMENT (f_{LS}) FOR LANE WIDTH AND SHOULDER WIDTH

	Reduction in FFS (km/h)			
	Shoulder Width (m)			
Lane Width (m)	≥ 0.0 < 0.6	≥ 0.6 < 1.2	≥ 1.2 < 1.8	≥ 1.8
2.7 < 3.0	10.3	7.7	5.6	3.5
≥ 3.0 < 3.3	8.5	5.9	3.8	1.7
≥ 3.3 < 3.6	7.5	4.9	2.8	0.7
≥ 3.6	6.8	4.2	2.1	0.0

EXHIBIT 20-6. ADJUSTMENT (f_A) FOR ACCESS-POINT DENSITY

Access Points per km	Reduction in FFS (km/h)
0	0.0
6	4.0
12	8.0
18	12.0
≥ 24	16.0

6.3 Determinación de la demanda de la tasa de flujo V_P

Se deben hacer ajustes para determinar el volumen de demanda horaria, si se basa en conteos de tráfico o en estimaciones, se llega a la tasa de flujo de vehículos ligeros equivalente, usando en los análisis de Niveles de Servicio. Estos ajustes son el FHP, factor de ajuste por pendiente f_G y el ajuste de vehículo pesado f_{HV}. Estos ajustes son aplicados de acuerdo a:

$$V_P = \frac{V}{FHP * f_G * f_{HV}}$$

Donde:

V_P = Tasa de flujo equivalente en vehículos ligeros para el período pico de 15 min (pc/h)

V = Demanda de volumen para una hora pico completa (veh/h)

FHP = Factor Hora Pico

f_G = Factor de ajuste por pendiente (Tabla 20-7 o 20-8)

f_{HV} = Factor de ajuste por vehículos pesados (Tabla 20-9 o 20-10)

FHP: Representa la variación en el flujo de tráfico dentro de una hora. El análisis de carreteras de dos carriles se basa en los volúmenes de demanda para el pico de un periodo de 15 min. Dentro de una hora de interés, usualmente la hora pico, para el análisis operacional, los volúmenes de demanda de hora completa deben ser convertidos a tasa de flujo con base en el período pico de 15 min.

f_G: Tiene en cuenta el efecto terreno sobre las velocidades de los vehículos y el porcentaje de tiempo de seguimiento (demora).

Hay que definir:

- Terreno plano: es una combinación del alineamiento horizontal y vertical permitiendo que los vehículos pesados mantengan aprox. la misma velocidad como un vehículo ligero; esto generalmente incluye pendientes cortas de no más del 1–2%.
- Terreno ondulado: Es cualquier combinación de alineación horizontal y vertical que causa disminución de la velocidad de los vehículos pesados substancialmente por debajo de los vehículos ligeros. Esto generalmente incluye longitudes de pendientes cortas o medias de no más de 4%. Los segmentos con longitudes substanciales de más de una pendiente de 4% deben ser analizados con un procedimiento específico para segmentos direccionales.

Usando la tabla 20-7 o 20-8, según sea para velocidades estimadas o para el porcentaje estimado de tiempo de seguimiento, se obtiene f_G.

EXHIBIT 20-7. GRADE ADJUSTMENT FACTOR (f_G) TO DETERMINE SPEEDS ON TWO-WAY AND DIRECTIONAL SEGMENTS

		Type of Terrain	
Range of Two-Way Flow Rates (pc/h)	Range of Directional Flow Rates (pc/h)	Level	Rolling
0–600	0–300	1.00	0.71
> 600–1200	> 300–600	1.00	0.93
> 1200	> 600	1.00	0.99

EXHIBIT 20-8. GRADE ADJUSTMENT FACTOR (f_G) TO DETERMINE PERCENT TIME-SPENT-FOLLOWING ON TWO-WAY AND DIRECTIONAL SEGMENTS

		Type of Terrain	
Range of Two-Way Flow Rates (pc/h)	Range of Directional Flow Rates (pc/h)	Level	Rolling
0–600	0–300	1.00	0.77
> 600–1200	> 300–600	1.00	0.94
> 1200	> 600	1.00	1.00

f_{HV}:

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Donde:

P_T = Proporción de camiones en tráfico, expresado en tanto por uno.

E_T = Equivalencia de pasajero – camión

P_R = Proporción de Resto de Vehículos en el tráfico, expresado en tanto por uno.

E_R = Equivalencia de Pasajero – RVs.

6.4 Determinar la velocidad promedio de recorrido (ATS)

La velocidad promedio de recorrido ATS, es estimada desde la FFS, la demanda de tasa de flujo, y un factor de ajuste para el porcentaje de zonas de no adelantamiento. La demanda de la tasa de flujo para un ATS es determinada por:

$$ATS = FFS - 0.0125V_P - f_{np}$$

Donde:

ATS = Velocidad promedio de recorrido para ambas direcciones de trayecto combinado (Km/h)

f_{np} = Porcentaje de ajuste para las zonas de no adelantamiento (Tabla 20-11)

V_P = Tasa de flujo de equivalencia de vehículo liviano para un periodo pico de 15 min. (pc/h) (Tabla 20-7 y 20-9)

FFS = Velocidad flujo libre, ya explicado.

EXHIBIT 20-9. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS FOR TRUCKS AND RVS TO DETERMINE SPEEDS ON TWO-WAY AND DIRECTIONAL SEGMENTS

Vehicle Type	Range of Two-Way Flow Rates (pc/h)	Range of Directional Flow Rates (pc/h)	Type of Terrain: Level	Type of Terrain: Rolling
Trucks, E_T	0–600	0–300	1.7	2.5
	> 600–1,200	> 300–600	1.2	1.9
	> 1,200	> 600	1.1	1.5
RVs, E_R	0–600	0–300	1.0	1.1
	> 600–1,200	> 300–600	1.0	1.1
	> 1,200	> 600	1.0	1.1

EXHIBIT 20-10. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS FOR TRUCKS AND RVS TO DETERMINE PERCENT TIME-SPENT-FOLLOWING ON TWO-WAY AND DIRECTIONAL SEGMENTS

Vehicle Type	Range of Two-Way Flow Rates (pc/h)	Range of Directional Flow Rates (pc/h)	Type of Terrain: Level	Type of Terrain: Rolling
Trucks, E_T	0–600	0–300	1.1	1.8
	> 600–1,200	> 300–600	1.1	1.5
	> 1,200	> 600	1.0	1.0
RVs, E_R	0–600	0–300	1.0	1.0
	> 600–1,200	> 300–600	1.0	1.0
	> 1,200	> 600	1.0	1.0

EXHIBIT 20-11. ADJUSTMENT (f_{np}) FOR EFFECT OF NO-PASSING ZONES ON AVERAGE TRAVEL SPEED ON TWO-WAY SEGMENTS

	Reduction in Average Travel Speed (km/h)					
	No-Passing Zones (%)					
Two-Way Demand Flow Rate, v_p (pc/h)	0	20	40	60	80	100
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	1.0	2.3	3.8	4.2	5.6
400	0.0	2.7	4.3	5.7	6.3	7.3
600	0.0	2.5	3.8	4.9	5.5	6.2
800	0.0	2.2	3.1	3.9	4.3	4.9
1000	0.0	1.8	2.5	3.2	3.6	4.2
1200	0.0	1.3	2.0	2.6	3.0	3.4
1400	0.0	0.9	1.4	1.9	2.3	2.7
1600	0.0	0.9	1.3	1.7	2.1	2.4
1800	0.0	0.8	1.1	1.6	1.8	2.1
2000	0.0	0.8	1.0	1.4	1.6	1.8
2200	0.0	0.8	1.0	1.4	1.5	1.7
2400	0.0	0.8	1.0	1.3	1.5	1.7
2600	0.0	0.8	1.0	1.3	1.4	1.6
2800	0.0	0.8	1.0	1.2	1.3	1.4
3000	0.0	0.8	0.9	1.1	1.1	1.3
3200	0.0	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1

EXHIBIT 20-12. ADJUSTMENT ($f_{d/np}$) FOR COMBINED EFFECT OF DIRECTIONAL DISTRIBUTION OF TRAFFIC AND PERCENTAGE OF NO-PASSING ZONES ON PERCENT TIME-SPENT-FOLLOWING ON TWO-WAY SEGMENTS

	Increase in Percent Time-Spent-Following (%)					
	No-Passing Zones (%)					
Two-Way Flow Rate, v_p (pc/h)	0	20	40	60	80	100
Directional Split = 50/50						
≤ 200	0.0	10.1	17.2	20.2	21.0	21.8
400	0.0	12.4	19.0	22.7	23.8	24.8
600	0.0	11.2	16.0	18.7	19.7	20.5
800	0.0	9.0	12.3	14.1	14.5	15.4
1400	0.0	3.6	5.5	6.7	7.3	7.9
2000	0.0	1.8	2.9	3.7	4.1	4.4
2600	0.0	1.1	1.6	2.0	2.3	2.4
3200	0.0	0.7	0.9	1.1	1.2	1.4
Directional Split = 60/40						
≤ 200	1.6	11.8	17.2	22.5	23.1	23.7
400	0.5	11.7	16.2	20.7	21.5	22.2
600	0.0	11.5	15.2	18.9	19.8	20.7
800	0.0	7.6	10.3	13.0	13.7	14.4
1400	0.0	3.7	5.4	7.1	7.6	8.1
2000	0.0	2.3	3.4	3.6	4.0	4.3
≥ 2600	0.0	0.9	1.4	1.9	2.1	2.2
Directional Split = 70/30						
≤ 200	2.8	13.4	19.1	24.8	25.2	25.5
400	1.1	12.5	17.3	22.0	22.6	23.2
600	0.0	11.6	15.4	19.1	20.0	20.9
800	0.0	7.7	10.5	13.3	14.0	14.6
1400	0.0	3.8	5.6	7.4	7.9	8.3
≥ 2000	0.0	1.4	4.9	3.5	3.9	4.2
Directional Split = 80/20						
≤ 200	5.1	17.5	24.3	31.0	31.3	31.6
400	2.5	15.8	21.5	27.1	27.6	28.0
600	0.0	14.0	18.6	23.2	23.9	24.5
800	0.0	9.3	12.7	16.0	16.5	17.0
1400	0.0	4.6	6.7	8.7	9.1	9.5
≥ 2000	0.0	2.4	3.4	4.5	4.7	4.9
Directional Split = 90/10						
≤ 200	5.6	21.6	29.4	37.2	37.4	37.6
400	2.4	19.0	25.6	32.2	32.5	32.8
600	0.0	16.3	21.8	27.2	27.6	28.0
800	0.0	10.9	14.8	18.6	19.0	19.4
≥1400	0.0	5.5	7.8	10.0	10.4	10.7

6.5 Determinar el porcentaje de demora en tiempo (PTSF)

La demanda de tasa de flujo V_P para un PTSF es determinada por la ecuación antes expuesta, usando el valor de f_{HV} usando la tabla 20-10. PTSF es entonces estimado mediante:

$$PTSF = BPTSF + f_{d/np}$$

$$BPTSF = 100\,(1 - e^{-0.000879\ V_P})$$

Siendo:

PTSF = Porcentaje de demora en Tiempo.

BPTSF = Base de PTSF para ambas direcciones de recorrido combinado.

$f_{d/np}$ = Ajuste para el efecto combinado de la distribución direccional del tráfico y el porcentaje de zonas de no adelantamiento sobre PTSF. (Tabla 20-12).

V_P = Tasa de flujo equivalente vehículo liviano por período pico de 15 min. (Tablas 20-8 y 20-10)

6.6 Cálculo del nivel de servicio actual de la N-420 en el tramo de estudio

6.6.1 Cálculo velocidad promedio de recorrido ATS

Calculamos la Velocidad a Flujo Libre:

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

BFFS = 70 Km/h (limitación de velocidad en parte central del tramo)

f_{LS} = 2,8 (ancho 3,3-3,6 y berma 1,2 – 1,8) Tabla 20-5

f_A = 2 (3 accesos por Km) Tabla 20-6

FFS = 70 – 2,8 – 2 = 65,2 Km/h

Calculamos V_P:

$$V_P = \frac{V}{FHP * f_G * f_{HV}}$$

V = Volumen demanda en Hora punta.

Consideramos la IMD calculada a partir de la IMD de 2024 y con un crecimiento anual de 1,44%

$$IMD_n = IMD_{2024} * (1 + 0{,}0144)^n$$

IMD_{2028} = 3.181 x $1{,}0144^4$ = 3.368

Cogemos el valor estimado anteriormente de 3.368 vh/día y estimamos la hora punta dividiendo esta cantidad entre 24 horas y aplicando un coeficiente de concentración (coef. de Hora Punta) del 30%.

V = 3.368 vh/día / 24h x 1,30 = 183 vh/h.

Por las características del tráfico actual, la mayor parte del mismo está originado por viajes de ida y vuelta con origen en Cuenca, de personas que se desplazan a trabajar u otras causas por la mañana y regresan por la tarde. Con el fin de hacer una hipótesis conservadora, supondremos que el tráfico se distribuye en proporción 60-40% en cualquiera de los dos sentidos de circulación, siendo por tanto el volumen de vehículos, a efectos del presente estudio, el 60% de los 183 calculados, es decir 110 vh/h.

De este modo se hará un estudio por carril, tomando este valor indistintamente en ambas direcciones.

FHP = Se adopta un valor de 0,9 comúnmente sancionado por la experiencia.

f_G = 1 (Terreno plano < 2% pend. y 0-300 pc/h) Tabla 20-7

f_{HV} = Factor de ajuste vehículos pesados. De los datos recopilados tenemos que el porcentaje medio de pesados es de 8,13%. Pero para el cálculo se estimará el porcentaje de pesados del año 2024 que es superior (8,27%) y el resto obviamente del 91,73% para ligeros. Usando la tabla 20-9 para obtener E_T = 1,7 y E_R = 1,0.

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Sustituyendo f_{HV} = 0,945

Entonces:

V_P = 110 / (0,9 x 1 x 0,945) = 130 vh/h

A continuación, calculamos f_{np} para cada uno de los carriles, para lo cual se deberá tener en cuenta los diferentes sentidos de circulación con la hipótesis ya comentada de suponer el 60% del volumen de tráfico horario total indistintamente en ambos sentidos.

Sobre una distancia total del tramo objeto de estudio de 1.200 m, las zonas de adelantamiento son:

- Dirección oeste (hacia Cuenca): 575 m de prohibido adelantar (47,92%) y 625 m sin prohibición (52,08%).
- Dirección este (hacia Teruel): 410 m de prohibido adelantar (34,17%) y 790 m sin prohibición (65,83%).

De la tabla 20-11, para el caso más desfavorable de V_P = 130 obtenemos:

Sentido Cuenca: f_{np} = 1,881 (valor interpolado).

Sentido Teruel : f_{np} = 1,249 (valor interpolado).

Ahora sustituimos en la fórmula de la velocidad promedio de recorrido ATS

$$ATS = FFS - 0.0125V_P - f_{np}$$

Sentido Cuenca: ATS = 65,2 – 0,0125 x 130 – 1,881 = 61,69 Km/h

Sentido Teruel: ATS = 65,2 – 0,0125 x 130 – 1,249 = 62,33 Km/h

6.6.2 Obtención porcentaje de demora PTSF

Calculamos V_P:

Usando la misma fórmula, siendo V = 110 vh/h, FHP = 0,9, tenemos que calcular f_G y f_{HV} usando la tabla 20-8 y 20-10 respectivamente, adecuadas para la demora en cada uno de los carriles o sentidos de circulación.

f_G = 1 (Terreno plano, 0-600 pc/h)

f_{HV} = 0,945 (calculado anteriormente)

V_P = 110 / (0,9 x 1 x 0,945) = 130 vh/h

BPTSF:

$$BPTSF = 100\ (1 - e^{-0.000879\ V_P})$$

Sustituimos y obtenemos:

BPTSF = 10,80%

$f_{d/np}$ es el ajuste por el efecto combinado de la distribución de tráfico y el porcentaje de zonas no-adelantamiento en el porcentaje de demora en tiempo sobre segmentos en dos sentidos.

De la tabla 20-12 obtenemos que (≤ 200 pc/h y 60/40 de reparto de tráfico):

Sentido Cuenca (47,92% No adelantamiento): **$f_{d/np}$ = 19,30%** (valor interpolado)

Sentido Teruel (34,17% No adelantamiento): **$f_{d/np}$ = 15,63%** (valor interpolado)

Sustituyendo en la fórmula:

$$PTSF = BPTSF + f_{d/np}$$

Resulta:

Sentido Cuenca: PTSF = 10,80 + 19,30 = 30,10%

Sentido Teruel: PTSF = 10,80 + 15,63 = 26,43%

6.6.3 Nivel de servicio actual

Se muestra a continuación una tabla resumen por sentidos de circulación de los valores de ATS y PTSF obtenidos anteriormente. Seguidamente se entra en la tabla 20-2, correspondiente a las denominadas como carreteras "Clase I":

Sentido circulación	ATS	PTSF	Nivel de servicio
Cuenca	61,69 km/h	30,10%	D
Teruel	62,33 km/h	26,43%	D

Con ATS > 60-70 Km/h, y PTSF ≤ 35% obtenemos que nuestro **nivel de servicio es D en ambos casos**, ya que es ATS es condición más restrictiva que la de PTSF (<35% el nivel sería A en este caso).

EXHIBIT 20-2. LOS CRITERIA FOR TWO-LANE HIGHWAYS IN CLASS I

LOS	Percent Time-Spent-Following	Average Travel Speed (km/h)
A	≤ 35	> 90
B	> 35-50	> 80-90
C	> 50-65	> 70-80
D	> 65-80	> 60-70
E	> 80	≤ 60

Note:
LOS F applies whenever the flow rate exceeds the segment

6.7 Cálculo del nivel de servicio futuro de la N-420 en el tramo de estudio

Se repite el cálculo para la situación futura, incluyendo el tráfico generado por las obras, partiendo de similares hipótesis en cuanto a hora punta y distribución del tráfico que en el caso anterior, obteniendo los siguientes resultados:

6.7.1 Cálculo velocidad promedio de recorrido ATS

Calculamos la Velocidad a Flujo Libre:

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

BFFS = 70 Km/h (limitación de velocidad del tramo)

f_{LS} = 2,8 (ancho 3,3-3,6 y berma 1,2 – 1,8) Tabla 20-5

f_A = 2 (3 accesos por Km) Tabla 20-6

FFS = 70 – 2,8 – 2 = 65,2 Km/h

Calculamos V_P:

$$V_P = \frac{V}{FHP * f_G * f_{HV}}$$

V = Volumen demanda en Hora punta.

Cogemos el valor estimado para la hipótesis de obras a pleno funcionamiento. Por lo que se estima un año horizonte de 2033 por posibles demoras y quedar del lado de la seguridad, conforme al incremento descrito en anteriores epígrafes, se estima un valor de IMD de 3.181 x $1{,}0144^9$ = 3.618 vh/día. A este valor se añaden las 144 circulaciones de vehículos inducidas por las obras: 3.762 vh/día. Estimamos la hora punta dividiendo esta cantidad entre 24 horas y aplicando un coeficiente de concentración (coef. de Hora Punta) del 30%, al igual que en el anterior cálculo realizado.

V = 3.762 vh/día / 24h x 1,30 = 204 vh/h.

Se prevén unas características del tráfico similares a las actuales, la mayor parte del mismo estará originado por viajes de ida y vuelta con origen en Cuenca, de personas que se desplazan a trabajar u otras causas por la mañana y regresan por la tarde. Con el fin de hacer una hipótesis conservadora, supondremos que el tráfico se distribuirá igual que actualmente en proporción 60-40% en cualquiera de los dos sentidos de circulación, siendo por tanto el volumen horario de vehículos, a efectos del presente estudio, el 60% de los 204 calculados, es decir 123 vh/h.

De este modo se hará un estudio por carril, tomando este valor indistintamente en ambas direcciones.

FHP = Se adopta un valor de 0,9 comúnmente sancionado por la experiencia.

f_G = 1 (Terreno plano < 2% pend. y 0-300 pc/h) Tabla 20-7

f_{HV} = Factor de ajuste vehículos pesados. Del cálculo realizado se ha obtenido que en esta hipótesis el porcentaje de pesados crece hasta el 9,22% y del resto obviamente del 90,78%. Usando la tabla 20-9 para obtener E_T = 1,7 y E_R = 1,0.

Año	IMD	Pesados	%Pesados	IMD	Pesados	%Pesados
2024	En N-420			Debido a las obras		
	3.618	299	8,27	144	48	33,33%

Con un total de 3.762 vehículos de los cuales 347 son pesados es decir un 9,22%

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Sustituyendo f_{HV} = 0,939

Entonces:

V_P = 123 / (0,9 x 1 x 0,939) = 146 vh/h

A continuación, calculamos f_{np} para cada uno de los carriles, para lo cual se deberá tener en cuenta los diferentes sentidos de circulación con la hipótesis ya comentada de suponer el 60% del volumen de tráfico horario total indistintamente en ambos sentidos.

De la tabla 20-11, y suponiendo que la señalización se mantiene, los tramos de adelantamiento y prohibición son los mismos que en el caso actual. Se dispone por tanto de 47,92% de prohibición de adelantar en el sentido a Cuenca y del 34,17% de prohibición de adelantar en el sentido Teruel.

De la tabla 20-11, para el caso más desfavorable de V_P = 146 obtenemos:

Sentido Cuenca: f_{np} = 2,11 (valor interpolado).

Sentido Teruel : f_{np} = 1,40 (valor interpolado).

Ahora sustituimos en la fórmula de la velocidad promedio de recorrido ATS

$$ATS = FFS - 0.0125V_P - f_{np}$$

Sentido Cuenca: **ATS = 65,2 – 0,0125 x 146 – 2,11 = 61,26 Km/h**

Sentido Teruel: **ATS = 65,2 – 0,0125 x 146 – 1,40 = 61,97 Km/h**

6.7.2 Obtención porcentaje de demora PTSF

Calculamos V_P:

Usando la misma fórmula, siendo V = 146 vh/h, FHP = 0,9, tenemos que calcular f_G y f_{HV} usando la tabla 20-8 y 20-10 respectivamente, adecuadas para la demora, que como ya se ha explicado se considera similar en ambos carriles.

f_G = 1 (Terreno plano, 0-600 pc/h)

f_{HV} = 0,939 (calculado anteriormente)

V_P = 123 / (0,9 x 1 x 0,939) = 146 vh/h

BPTSF:

$$BPTSF = 100\ (1 - e^{-0.000879\ V_P})$$

Sustituimos y obtenemos

BPTSF = 12,04%

$f_{d/np}$ es el ajuste por el efecto combinado de la distribución de tráfico y el porcentaje de zonas no-adelantamiento en el porcentaje de demora en tiempo sobre segmentos en dos sentidos.

De la tabla 20-12 obtenemos que (≤ 200 pc/h y 60/40 de reparto de tráfico):

Sentido Cuenca (47,92% No adelantamiento): **$f_{d/np}$ = 19,30%** (valor interpolado)

Sentido Teruel (34,17% No adelantamiento): **$f_{d/np}$ = 15,63%** (valor interpolado)

Sustituyendo en la fórmula:

$$PTSF = BPTSF + f_{d/np}$$

Resulta:

Sentido Cuenca: PTSF = 12,04 + 19,30 = 31,34%

Sentido Teruel: PTSF = 12,04 + 15,63 = 27,67%

6.7.3 Nivel de servicio futuro

Se muestra a continuación una tabla resumen por sentidos de circulación de los valores de ATS y PTSF obtenidos anteriormente. Seguidamente se entra en la tabla 20-2, correspondiente a las denominadas como carreteras “Clase I”:

Sentido circulación	ATS	PTSF	Nivel de servicio
Cuenca	61,26 km/h	31,34%	D
Teruel	61,97 km/h	27,67%	D

Con ATS > 60-70 Km/h, y PTSF ≤ 35% obtenemos que nuestro **nivel de servicio es D en ambos casos**, ya que es ATS condición más restrictiva que la de PTSF (<35% el nivel sería A en este caso).

EXHIBIT 20-2. LOS CRITERIA FOR TWO-LANE HIGHWAYS IN CLASS I

LOS	Percent Time-Spent-Following	Average Travel Speed (km/h)
A	≤ 35	> 90
B	> 35-50	> 80-90
C	> 50-65	> 70-80
D	> 65-80	> 60-70
E	> 80	≤ 60

Note:
LOS F applies whenever the flow rate exceeds the segment

6.8 Variación del nivel de servicio

Por lo anteriormente expuesto, el incremento de tráfico por efecto de las obras y manteniendo la configuración actual de la intersección no alteraría el nivel de servicio del tramo estudiado de la carretera N-420.

Cabe reseñar que la velocidad es el parámetro que más influye en la determinación de dicho nivel, y dado que el actual tramo está limitado a 70 km/h y la existencia de varios accesos en una longitud relativamente corta, hace que en la actualidad sea ya de por sí bajo, independientemente del tráfico soportado que como se ha visto no es excesivamente elevado, ni tampoco es el factor que lo condicione en mayor grado.

7. COMPROBACIÓN DE CATEGORÍA DE TRÁFICO

Como hemos previsto un aumento de tráfico en la N-420, debemos de comprobar que la sección del firme aguantará el tráfico rodado en el futuro.

Usamos la Norma 6.1–IC de firmes para obtener la categoría del tráfico. En la hipótesis de crecimiento del tráfico establecida para el año horizonte, transitarían 347 vh pesado/día, y según la norma se distribuye 50/50 en cada carril, por lo que tendremos 174 vh pesado/día carril.

TABLA 1A

Categorías de tráfico pesado T00 a T2

Categoría de tráfico pesado	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4000	< 4000 ≥ 2000	< 2000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1B

Categorías de tráfico pesado T3 y T4

Categoría de tráfico pesado	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Entrando en la tabla 1A de la 6.1–IC resulta un tráfico T31, al estar entre 100 y 200 vehículos pesados.

Sin embargo, el tramo objeto de estudio fue reforzado durante el período 2009-2010 por el Ministerio en base a una instrucción interna por la cual cualquier carretera nacional debía estar dimensionado para un tráfico de categoría T2, por lo que se considera el firme actual compatible con el incremento de tráfico previsto.

8. PROPUESTA PARA ACCESO PROVISIONAL A ZONA DE OBRAS

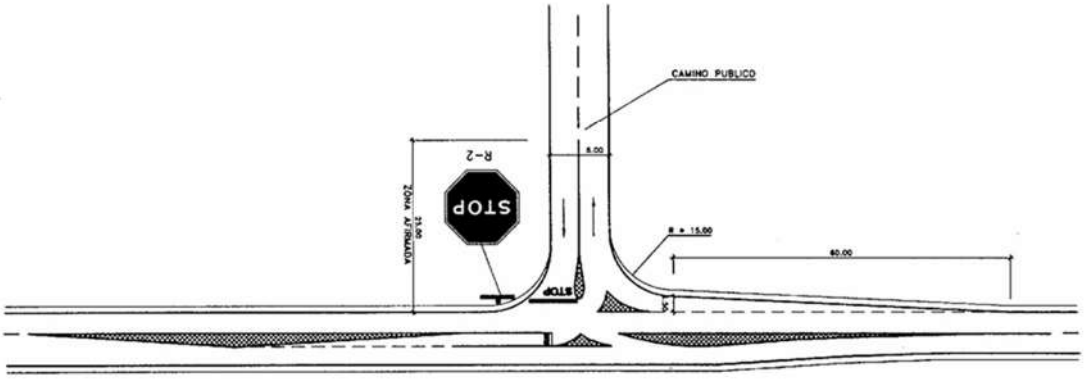
Con todas las cuestiones tenidas en cuenta y para garantizar unas condiciones mínimas de seguridad y fluidez del tráfico, y teniendo en cuenta la Orden de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios, donde se menciona, en el capítulo IV refiriéndose a los caminos agrícolas y otras vías públicas:

"55. Disposición de los accesos. Se tendrá en cuenta la IMD en la carretera estatal.

c) Si la IMD está comprendida entre 3.000 y 5.000 vehículos, se dispondrá una cuña de deceleración de tipo directo, de sesenta metros (60 m) de longitud. Para la realización de giros a la izquierda se dispondrá en el centro de la calzada un carril central de espera (acceso tipo C, figura 20)."

FIGURA 20

Acceso tipo C



Fuente: Orden de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios

En la Orden mencionada se dispone el acceso tipo C al cual se pretende asemejar la solución propuesta. De tal forma que es necesario pasar de dos carriles de 3,5 metros a 3 carriles de 3 metros, tomando parte de los arcenes. Se ha comprobado que la sección de la carretera actual es 7 metros de calzada y 2 arcenes de 1,5 metros lo que supone 10 metros. En la zona de la intersección y proximidades se requiere disponer de 9 metros para ubicar esos tres carriles de 3 metros tal y como se muestra en el plano nº4.

La gran mayoría del tránsito de vehículos inducidos por las obras procederán de Cuenca, tomando el carril central de espera para realizar los giros a la izquierda. También la gran mayoría de vehículos que se incorporen a la N-420 tomarán la dirección hacia Cuenca.

En este caso, no se puede disponer de cuña de deceleración de 60 metros ya que en esa zona existe una obra de drenaje del rio Moscas la cual habría que ampliar con las complicaciones que supondría tanto de ejecución como de trámites con la Confederación Hidrográfica del Júcar, y teniendo en cuenta la provisionalidad de esta intersección ya que una vez se construya el enlace proyectado, esta intersección será clausurada.

Se propone la distribución de carriles del plano nº4, con las medidas indicadas donde se han comprobado los movimientos de los vehículos pesados (plano nº5). Por otro lado, se considera apropiado estudiar las señales de limitación de velocidad actualmente fijadas a 70 km/h.

Para ello se acude a la norma 3.1.-IC "Trazado", en su tabla 7.1 donde se disponen las dimensiones de la sección transversal de carreteras convencionales.

Se deduce que para disponer de carriles de 3 metros de anchura se debe limitar la velocidad a 50 km/h, dejando un arcén de 0,5 metros y bermas de 0,5 metros.

TABLA 7.1

DIMENSIONES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

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		
Autopista y autovía	140, 130 y 120	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	C
	110 y 100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
Carretera multicarril	100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
	50 y 40	3,25 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00 / 1,50	0,50	E
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
Vía colectora - distribuidora y ramal de enlace de sentido único	100	3,50	1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	E
	50 y 40	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
Ramal de enlace de doble sentido	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	2,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	2,50		1,00	E
	50 y 40	3,50	1,50 / 2,50		1,00	E
Vía de servicio de sentido único	90 y 80	3,50	1,00	1,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00	1,00 / 1,50	0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00	0,50	E
Vía de servicio de doble sentido	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

Si los ramales de enlace, los ramales de transferencia, las vías colectoras - distribuidoras, las vías de servicio y las vías laterales solo tuviesen un carril su ancho será de cuatro metros (4,00 m) y, en curvas, tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) más el sobreancho correspondiente (epígrafe 7.3.5) con un valor mínimo de cuatro metros (≥ 4,00 m).

Fuente: Norma 3.1.-IC "Trazado"

La limitación de 70 km/h pasaría a ser de 50 km/h en una longitud al menos de 325 m en ambos sentidos de circulación y en los 100 metros previos a dichas limitaciones se establecería una limitación a 70 km/h.

El nivel de servicio mínimo que sería admisible sería el E cuya comprobación se realiza en el siguiente epígrafe.

La entrada al camino de los Palancares dispone de amplitud suficiente para realizar los giros y se considera apropiado establecer un carril central de espera para los giros a la izquierda de longitud 40 metros con una cuña previa de 60 metros. Este carril de espera tendría capacidad para 3 camiones de obra evitando de esta forma retenciones y demoras en los vehículos de paso por la N-420 en dirección Cuenca-Teruel.

En la dirección Teruel-Cuenca no se prevé disponer cuña de salida y los vehículos que vayan a girar para tomar el camino de los Palancares llevarán una velocidad de unos 30 km/h al realizar el giro, los usuarios de la N-420 que vayan detrás del vehículo que gira podrán asumir esta reducción de velocidad teniendo en cuenta la limitación de velocidad a 50 km/h que se pretende establecer 125 metros antes. La incorporación desde el camino de los Palancares a la N-420 en dirección Teruel-Cuenca se podrá hacer en condiciones adecuadas de seguridad teniendo en cuenta que se dispone de visibilidad suficiente y se impone limitación de velocidad a 50 km/h en ambos sentidos de la N-420 que facilita la incorporación. Se dispone de visibilidad de cruce superior a la distancia de cruce.

Se dispondrán señales de limitación de velocidad a 70km/h en 100 metros anteriores a las de 50 km/h para realizar la transición adecuada de velocidades de 90 km/h a 50 km/h.

Se dispondrá de señalización vertical advirtiendo de la salida de camiones.

Por otro lado, se propone cerrar el acceso al camino existente que conduce a la pedanía de Mohorte y que permite el paso principalmente a varias parcelas agrícolas. Dado que existe acceso a todas estas parcelas desde Mohorte y por razones de seguridad y reducción de concentración de movimientos en esta zona, se considera oportuno su cierre temporal durante las obras. Este cierre temporal se materializará mediante barrera new Jersey.

Cierre temporal del acceso mediante barrera new Jersey

Las señales propuestas disponen de visibilidad de decisión ya que se pueden ver desde distancias superiores a 250 metros.

Los accesos más próximos se ubican a mas de 500 metros de la intersección y por lo tanto no se considera su influencia.

Accesos a caminos más próximos a más de 500 metros

CLASE DE CARRETERA	DENOMINACIÓN	IMD EN EL AÑO HORIZONTE	CONEXIONES	ACCESOS			
				INSTALACIONES DE SERVICIO	EXPLOTACIONES DONDE SE DESARROLLEN ACTIVIDADES ECONÓMICAS	CAMINOS AGRÍCOLAS	EDIFICACIONES RESIDENCIALES AISLADAS O FINCAS SIN ACTIVIDAD ECONÓMICA
AUTOPISTAS	TODAS	CUALQUIERA	CARRIL	NO PERMITIDOS	NO PERMITIDOS	NO PERMITIDOS	NO PERMITIDOS
AUTOVÍAS	TODAS	CUALQUIERA	CARRIL	NO PERMITIDOS	NO PERMITIDOS	NO PERMITIDOS	NO PERMITIDOS
CARRETERAS MULTICARRIL	C-100	CUALQUIERA	CARRIL	NO PERMITIDOS	NO PERMITIDOS	NO PERMITIDOS	NO PERMITIDOS
	C-90 Y C-80	CUALQUIERA	CARRIL				
	C-70 Y C-60	CUALQUIERA	CUÑA				
	C-50 Y C-40	CUALQUIERA	CUÑA REDUCIDA				
CARRETERAS CONVENCIONALES	C-100	IMD ≥ 5000	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA	CUÑA REDUCIDA
		5000 > IMD ≥ 3000	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA
		3000 > IMD ≥ 1500	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA
		IMD < 1500	CARRIL	CARRIL	CARRIL	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO
	C-90 Y C-80	IMD ≥ 5000	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA	CUÑA REDUCIDA
		5000 > IMD ≥ 3000	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA
		3000 > IMD ≥ 1500	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA
		IMD < 1500	CUÑA	CUÑA	CUÑA	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO
	C-70 Y C-60	IMD ≥ 5000	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA
		5000 > IMD ≥ 3000	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA
		3000 > IMD ≥ 1500	CUÑA	CUÑA	CUÑA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA
		IMD < 1500	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO
	C-50 Y C-40	CUALQUIERA	CUÑA REDUCIDA	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO
VÍAS DE SERVICIO	C-90 Y C-80	IMD ≥ 5000	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA	CUÑA REDUCIDA
		5000 > IMD ≥ 3000	CARRIL	CUÑA	CUÑA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA
		3000 > IMD ≥ 1500	CARRIL	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA
		IMD < 1500	CUÑA	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO
	C-70 Y C-60	IMD ≥ 5000	CARRIL	CUÑA	CUÑA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA
		5000 > IMD ≥ 3000	CUÑA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA
		3000 > IMD ≥ 1500	CUÑA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA
		IMD < 1500	CUÑA REDUCIDA	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO
	C-50 Y C-40	CUALQUIERA	CUÑA REDUCIDA	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO

Tabla 9.1. Elementos básicos para materializar movimientos de entrada y salida en conexiones y accesos. Norma 3.1.-IC "Trazado"

Según la tabla 9.1 de la Norma 3.1.-IC "Trazado" se puede comprobar que para una carretera convencional C-50 para nuestro caso temporal durante la ejecución de las obras se podría disponer de una envolvente de giro para la intersección del camino de los Palancares, sin necesidad de cuña reducida. Se han comprobado las trayectorias de giro para el vehículo patrón para los giros de entrada y salida a la N-420 desde el carril adjunto:

Comprobación de trayectorias de giro para vehículo patrón

IMD	VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) DEL TRAMO AFECTADO (km/h)		
	100, 90 y 80	70 y 60	50 y 40
IMD ≥ 5 000	No se permitirán las maniobras de giro a la izquierda a nivel.		
5 000 > IMD ≥ 3 000	Se dispondrán carriles centrales, constituidos por carril de cambio de velocidad y tramo de almacenamiento y espera.	Se dispondrán carriles centrales, constituidos por carril de cambio de velocidad y tramo de almacenamiento y espera.	Se dispondrán carriles centrales, constituidos por cuña de cambio de velocidad y tramo de almacenamiento y espera.
3 000 > IMD ≥ 1 000		Se dispondrá carril central, constituido por cuña de cambio de velocidad y tramo de almacenamiento y espera.	Se dispondrá carril central, constituido por cuña reducida de cambio de velocidad y tramo de almacenamiento y espera.
IMD < 1 000	Se dispondrán carriles centrales, constituidos por cuña de cambio de velocidad y tramo de almacenamiento y espera.	Se permitirán las maniobras de giro a la izquierda a nivel sin carriles centrales.	

Nota 1. En los accesos a caminos agrícolas, edificaciones residenciales aisladas o fincas sin una actividad económica que genere importantes tráficos[33], el organismo titular de la carretera podrá ordenar la disposición en los carriles centrales de almacenamiento y espera, de cuñas de cambio de velocidad en sustitución de carriles de cambio de velocidad o de cuñas reducidas en sustitución de cuñas de cambio de velocidad.

Nota 2. Para velocidades de proyecto (V_p) menores que ochenta kilómetros por hora (< 80 km/h) e IMD menor que tres mil (< 3 000) vehículos/día, se podrá reducir justificadamente la longitud del carril central de aceleración.

Tabla 9.2. Maniobras de giro a la izquierda en carreteras convencionales y en vías de servicio de doble sentido. Norma 3.1.-IC "Trazado"

Según la tabla anterior para velocidad de proyecto del tramo afectado de 50 km/h y una IMD de entre 3000 y 5000, se dispondrán carriles centrales, constituidos por cuña de cambio de velocidad y tramo de almacenamiento y espera.

En el caso propuesto se dispone carril central de espera de 40 metros y cuña de cambio de velocidad de 60 metros para realizar los giros a la izquierda desde la N-420 hacia el camino de los Palancares.

Para la incorporación desde el camino de los Palancares a la N-420 en dirección Teruel no se dispone de carril central de espera por diversos condicionantes:

- Evitar solapes de trayectorias con los vehículos que giran para salir de la N-420 hacia el camino de los Palancares ya que al realizar el giro la parte trasera del camión puede invadir parte del carril central de espera, siendo preferible que se invada una parte de cebreado, donde no habrá ningún vehículo parado. El acceso al camino de los Palancares se mantiene con las mismas dimensiones ya que viene condicionado por la presencia del rio Moscas junto al mismo.
- Existe visibilidad de cruce superior a la distancia de cruce para los vehículos que quieren incorporarse a la N-420 en dirección Teruel, siendo preferible que los vehículos esperen

en el propio acceso al camino en lugar de en un carril central de espera de 3 metros de ancho.

- Este movimiento desde el camino de los Palancares hacia Teruel es el que se producirá en menor medida, pues la mayoría de los movimientos serán hacia y desde Cuenca.

9. CÁLCULO DEL NIVEL DE SERVICIO FUTURO DE LA N-420 EN EL TRAMO DE ESTUDIO PARA VELOCIDAD DE 50 KM/H

Se repite el cálculo para la situación futura y 50 km/h, incluyendo el tráfico generado por las obras, partiendo de similares hipótesis en cuanto a hora punta y distribución del tráfico que en los casos anteriores, obteniendo los siguientes resultados:

9.1.1 Cálculo velocidad promedio de recorrido ATS

Calculamos la Velocidad a Flujo Libre:

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

BFFS = 50 Km/h (limitación de velocidad del tramo)

f_{LS} = 2,8 (ancho 3,0-3,5 y berma 0,0 – 0,6) Tabla 20-5

f_A = 2 (3 accesos por Km) Tabla 20-6

FFS = 50 – 8,5 – 2 = 39,5 Km/h

Calculamos V_P:

$$V_P = \frac{V}{FHP * f_G * f_{HV}}$$

V = Volumen demanda en Hora punta.

Cogemos el valor estimado para la hipótesis de obras a pleno funcionamiento. Por lo que se estima un año horizonte de 2033 por posibles demoras y quedar del lado de la seguridad, conforme al incremento descrito en anteriores epígrafes, se estima un valor de IMD de 3.181 x $1{,}0144^9$ = 3.618 vh/día. A este valor se añaden las 144 circulaciones de vehículos inducidas por las obras: 3.762 vh/día. Estimamos la hora punta dividiendo esta cantidad entre 24 horas y aplicando un coeficiente de concentración (coef. de Hora Punta) del 30%, al igual que en el anterior cálculo realizado.

V = 3.762 vh/día / 24h x 1,30 = 204 vh/h.

Se prevén unas características del tráfico similares a las actuales, la mayor parte del mismo estará originado por viajes de ida y vuelta con origen en Cuenca, de personas que se desplazan a trabajar u otras causas por la mañana y regresan por la tarde. Con el fin de hacer una hipótesis conservadora, supondremos que el tráfico se distribuirá igual que actualmente en proporción 60-40% en cualquiera de los dos sentidos de circulación, siendo por tanto el volumen horario de vehículos, a efectos del presente estudio, el 60% de los 204 calculados, es decir 123 vh/h.

De este modo se hará un estudio por carril, tomando este valor indistintamente en ambas direcciones.

FHP = Se adopta un valor de 0,9 comúnmente sancionado por la experiencia.

f_G = 1 (Terreno plano < 2% pend. y 0-300 pc/h) Tabla 20-7

f_{HV} = Factor de ajuste vehículos pesados. Del cálculo realizado se ha obtenido que en esta hipótesis el porcentaje de pesados crece hasta el 9,22% y del resto obviamente del 90,78%. Usando la tabla 20-9 para obtener E_T = 1,7 y E_R = 1,0.

Año	IMD	Pesados	%Pesados	IMD	Pesados	%Pesados
2024	En N-420			Debido a las obras		
	3.618	299	8,27	144	48	33,33%

Con un total de 3.762 vehículos de los cuales 347 son pesados es decir un 9,22%

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Sustituyendo f_{HV} = 0,939

Entonces:

V_P = 123 / (0,9 x 1 x 0,939) = 146 vh/h

A continuación, calculamos f_{np} para cada uno de los carriles, para lo cual se deberá tener en cuenta los diferentes sentidos de circulación con la hipótesis ya comentada de suponer el 60% del volumen de tráfico horario total indistintamente en ambos sentidos.

De la tabla 20-11, y teniendo en cuenta que la señalización de prohibición de adelantamiento varia, se dispone por tanto de 67,08% de prohibición de adelantar en el sentido a Cuenca y del 45,00% de prohibición de adelantar en el sentido Teruel.

De la tabla 20-11, para el caso más desfavorable de V_P = 146 obtenemos:

Sentido Cuenca: f_{np} = 2,88 (valor interpolado).

Sentido Teruel : f_{np} = 1,95 (valor interpolado).

Ahora sustituimos en la fórmula de la velocidad promedio de recorrido ATS

$$ATS = FFS - 0.0125V_P - f_{np}$$

Sentido Cuenca: ATS = 39,5 – 0,0125 x 146 – 2,88 = 34,80 Km/h

Sentido Teruel: ATS = 39,5 – 0,0125 x 146 – 1,95 = 35,72 Km/h

9.1.2 Obtención porcentaje de demora PTSF

Calculamos V_P:

Usando la misma fórmula, siendo V = 146 vh/h, FHP = 0,9, tenemos que calcular f_G y f_{HV} usando la tabla 20-8 y 20-10 respectivamente, adecuadas para la demora, que como ya se ha explicado se considera similar en ambos carriles.

f_G = 1 (Terreno plano, 0-600 pc/h)

f_{HV} = 0,939 (calculado anteriormente)

V_P = 123 / (0,9 x 1 x 0,939) = 146 vh/h

BPTSF:

$$BPTSF = 100\ (1 - e^{-0.000879\ V_P})$$

Sustituimos y obtenemos

BPTSF = 12,04%

$f_{d/np}$ es el ajuste por el efecto combinado de la distribución de tráfico y el porcentaje de zonas no-adelantamiento en el porcentaje de demora en tiempo sobre segmentos en dos sentidos.

De la tabla 20-12 obtenemos que (≤ 200 pc/h y 60/40 de reparto de tráfico):

Sentido Cuenca (67,08% No adelantamiento): **$f_{d/np}$ = 22,71%** (valor interpolado)

Sentido Teruel (45,00% No adelantamiento): **$f_{d/np}$ = 18,52%** (valor interpolado)

Sustituyendo en la fórmula:

$$PTSF = BPTSF + f_{d/np}$$

Resulta:

Sentido Cuenca: PTSF = 12,04 + 22,71 = 34,76%

Sentido Teruel: PTSF = 12,04 + 18,52 = 30,57%

9.1.3 Nivel de servicio futuro

Se muestra a continuación una tabla resumen por sentidos de circulación de los valores de ATS y PTSF obtenidos anteriormente. Seguidamente se entra en la tabla 20-2, correspondiente a las denominadas como carreteras "Clase I":

Sentido circulación	ATS	PTSF	Nivel de servicio
Cuenca	34,80 km/h	34,76%	E
Teruel	35,72 km/h	30,57%	E

Con ATS < 60 Km/h, y PTSF ≤ 35% obtenemos que nuestro **nivel de servicio es E en ambos casos**, ya que es ATS condición más restrictiva que la de PTSF.

EXHIBIT 20-2. LOS CRITERIA FOR TWO-LANE HIGHWAYS IN CLASS I

LOS	Percent Time-Spent-Following	Average Travel Speed (km/h)
A	≤ 35	> 90
B	> 35-50	> 80-90
C	> 50-65	> 70-80
D	> 65-80	> 60-70
E	> 80	≤ 60

Note:
LOS F applies whenever the flow rate exceeds the segment

Este nivel de servicio viene condicionado por la limitación de velocidad a 50 km/h que se establece en una longitud de 325 metros, fuera de este tramo el nivel de servicio sería al menos D en las zonas contiguas con limitación de velocidad a 70 km/h que es el mismo nivel de servicio que en la situación actual calculado en anteriores epígrafes.

10. CONCLUSIONES

Se ha estudiado el tráfico actual de la carretera N-420 en el tramo del acceso al camino de Los Palancares para comprobar en que medida el incremento de tráfico inducido por las obras puede afectar al nivel de servicio de la nacional en ese punto y buscar una solución segura para la circulación de vehículos por la zona durante la realización de las obras de urbanización del PLSI.

La carretera actualmente tiene un nivel de servicio D en esta zona condicionado por la limitación de velocidad en las inmediaciones de este mismo acceso, limitado a 70 km/h. Como se ha detallado, el volumen de vehículos que utilizarán la intersección para acceder al camino de los Palancares no resulta significativo en la variación del nivel de servicio.

El tránsito de camiones con destino y punto de partida las obras de construcción de la urbanización, aumentaría los valores habituales de la N-420, tanto por el tránsito de vehículos de obra como de los vehículos ligeros que circulan habitualmente.

Con estos datos se ha comprobado que el nivel de servicio de la carretera sigue siendo Nivel D para velocidad de 70 km/h, ya que como se ha explicado, el tramo con limitación de velocidad y varios accesos condiciona un nivel de servicio relativamente bajo ya en el estado actual.

Por otro lado, se propone de una modificación en la señalización para la fase de construcción de la urbanización, introduciendo una limitación de velocidad a 50 km/h para la zona más próxima a la intersección condicionado por la pretensión de disponer carriles de 3 metros de ancho. Previamente a llegar a esta zona se limitará la velocidad a 70 km/h con el fin de realizar un escalonamiento en la reducción de velocidad. Se prohibirá adelantar en toda la zona afectada, y se ve conveniente añadir carteles de advertencia indicando la salida de vehículos pesados.

En el tramo donde la limitación de velocidad es a 50 km/h el nivel de servicio corresponde con el E, que es admisible según la tabla 7.1 y para una longitud de tan solo 325 metros lo cual se considera admisible teniendo en cuenta que se trata de una solución provisional durante la ejecución de las obras y en un tramo muy corto.

Respecto de la capacidad de la vía, recordemos que la limitación para este tipo de carreteras era de 1.700 vh/h por carril y de 3.200 vh/h para la totalidad. Teniendo en cuenta que el valor calculado para V_p en la hipótesis de situación de obras es de 204 vh/h para ambos carriles, se corresponde con un valor muy inferior al valor límite de 3.200 vh/h.

Hay que mencionar que se han realizado los cálculos tomando como año horizonte 2028 como situación para el cálculo del nivel de servicio de partida, y por otro lado se ha comparado con una hipotética situación de obras (motivado por retrasos y demoras en el inicio de las obras…) con el crecimiento consecuente del tráfico para el año horizonte de 2033, constituyendo esta circunstancia un factor conservador de dimensionamiento y estudio.

El hecho de aumentar el número de vehículos que se incorporarán al camino de los Palancares desde la N-420 procedentes de Cuenca en su gran mayoría y realizando un giro a izquierdas ha motivado proponer una intersección provisional durante la ejecución de las obras en la cual se pasa de 2 a 3 carriles (se dispone un carril central de espera para realizar giros a la izquierda) y reduciendo consecuentemente el ancho de carril a 3 metros. Esta reducción del ancho de carril supondrá una reducción en la velocidad de los usuarios en esta zona. La actual limitación de velocidad a 70 km/h que viene impuesta en una longitud de 250 metros pasaría a ser de 50 km/h para ambos sentidos y en una longitud de 325 metros. Esto no implicaría un incremento importante de demora, ni reducción apreciable del nivel de servicio de la N-420 en este tramo. Por el contrario, facilitará los movimientos de entrada y salida a la N-420 desde el camino de los Palancares, se producirá un calmado del tráfico y dará mayor seguridad a los usuarios durante el periodo que duren las obras. Además, se propone cerrar provisionalmente, mediante barreras new Jersey, el acceso ubicado al sur de la intersección a escasos 30 metros, ya que el camino al que se accede conecta con la pedanía de Mohorte y, por lo tanto, las parcelas agrícolas disponen de acceso rodado, de tal forma que, se pretende eliminar los cruces de trayectorias en las inmediaciones de la intersección con el camino de los Palancares.

Con el presente estudio, se considera alcanzado el propósito de comprobar la afección a la N-420 de las obras de construcción relativas al Plan de Singular Interés Economía Circular Los Palancares y establecer las medidas oportunas para mejorar la intersección de acceso al camino de los Palancares con las mínimas afecciones al tráfico y salvaguardar la seguridad y comodidad en la conducción para todos los usuarios de la vía en este tramo, así como, facilitar el acceso de

vehículos de obra. Se comprueba que el nivel de servicio se reduce principalmente condicionado por la necesaria reducción de velocidad que pretende configurar una intersección más segura.

Se propone la modificación de la intersección mediante marcas viales y señalización vertical. Se trata de una solución temporal (se estima un plazo máximo de unos 2 años) y una vez construido el enlace proyectado sobre la N-420 se procedería a cerrar al tráfico esta intersección conforme a los informes de la subdirección general de Carreteras de 31 de marzo de 2023 y 30 de abril de 2024 y restaurar el tramo afectado al estado actual restituyendo los dos carriles de 3,5 metros de ancho y arcenes de 1,5 metros. Se repondrán las señales y marcas viales conforme a la situación actual previo extendido de una capa de microaglomerado en todo el tramo afectado por la solución propuesta.

El presente estudio se eleva al conocimiento de la autoridad competente para su consulta y visto bueno si procede.

Cuenca, marzo de 2026

EDUARDO RUBIO HUERTAS

Ingeniero Caminos, Canales y P. - Colegiado Nº 31.974 del C.I.C.C.P.

ANEXO: PLANOS

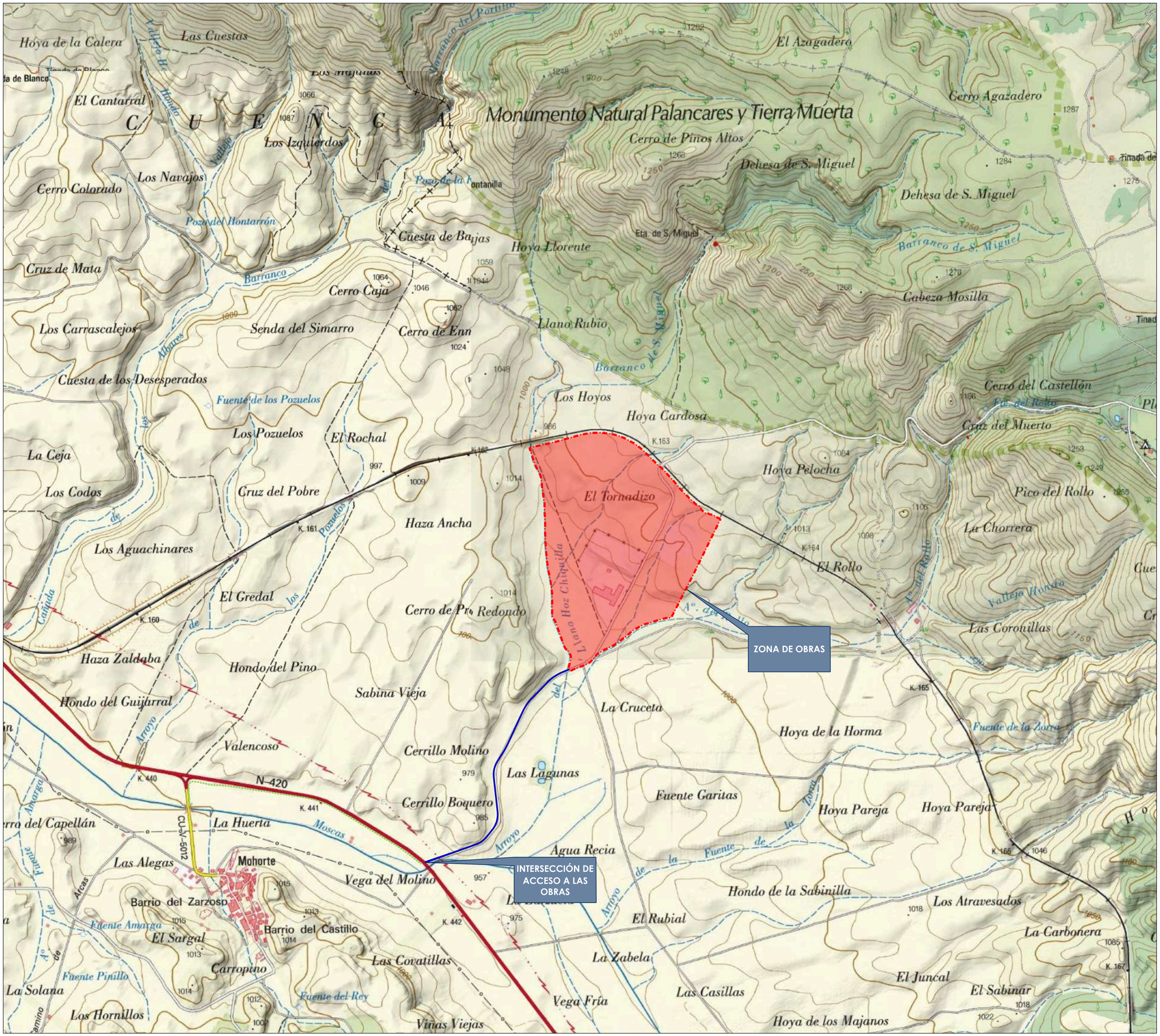
Plano 1: Localización y emplazamiento del PLSI

Plano 2: Planta general tramo de estudio

Plano 3: Planta general intersección actual

Plano 4: Planta general intersección propuesta

Plano 5: Planta general intersección propuesta (trayectorias)



LEYENDA:

- Ámbito de la actuación (zona de obras)
- Camino de los Palancares

DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE CUENCA

PLAN DE SINGULAR INTERÉS (PLSI)
ECONOMÍA CIRCULAR
"LOS PALANCARES" - CUENCA

FECHA: Marzo - 2026

ESCALA: 1/10.000 (Original en A.1)

ESTUDIO DE TRÁFICO PARA LA FASE DE OBRAS ANTERIOR A LA CONSTRUCCIÓN DEL ENLACE EN LA N-420

PLANO: 01

TÍTULO DEL PLANO:

Localización y emplazamiento del PLSI

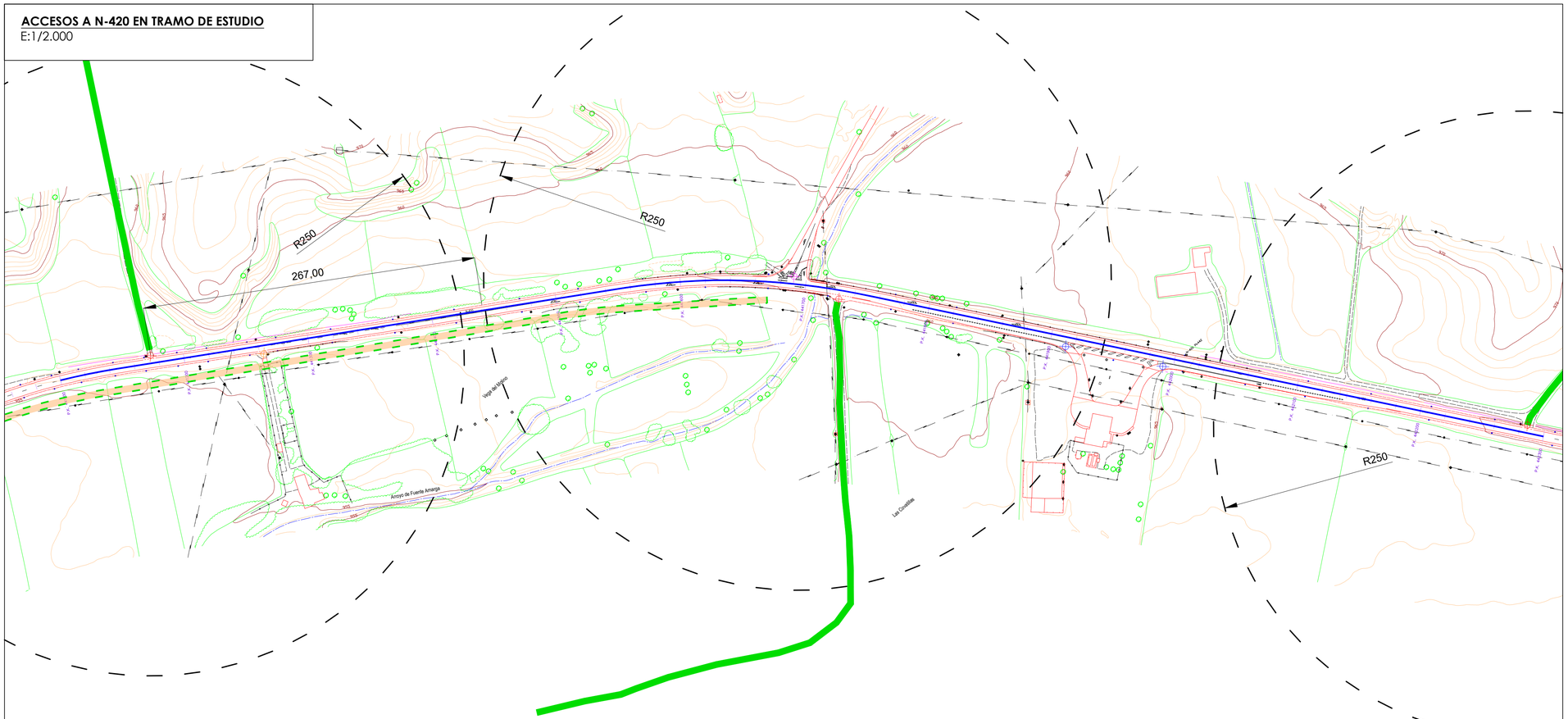
EQUIPO REDACTOR:

GrupoTragsa

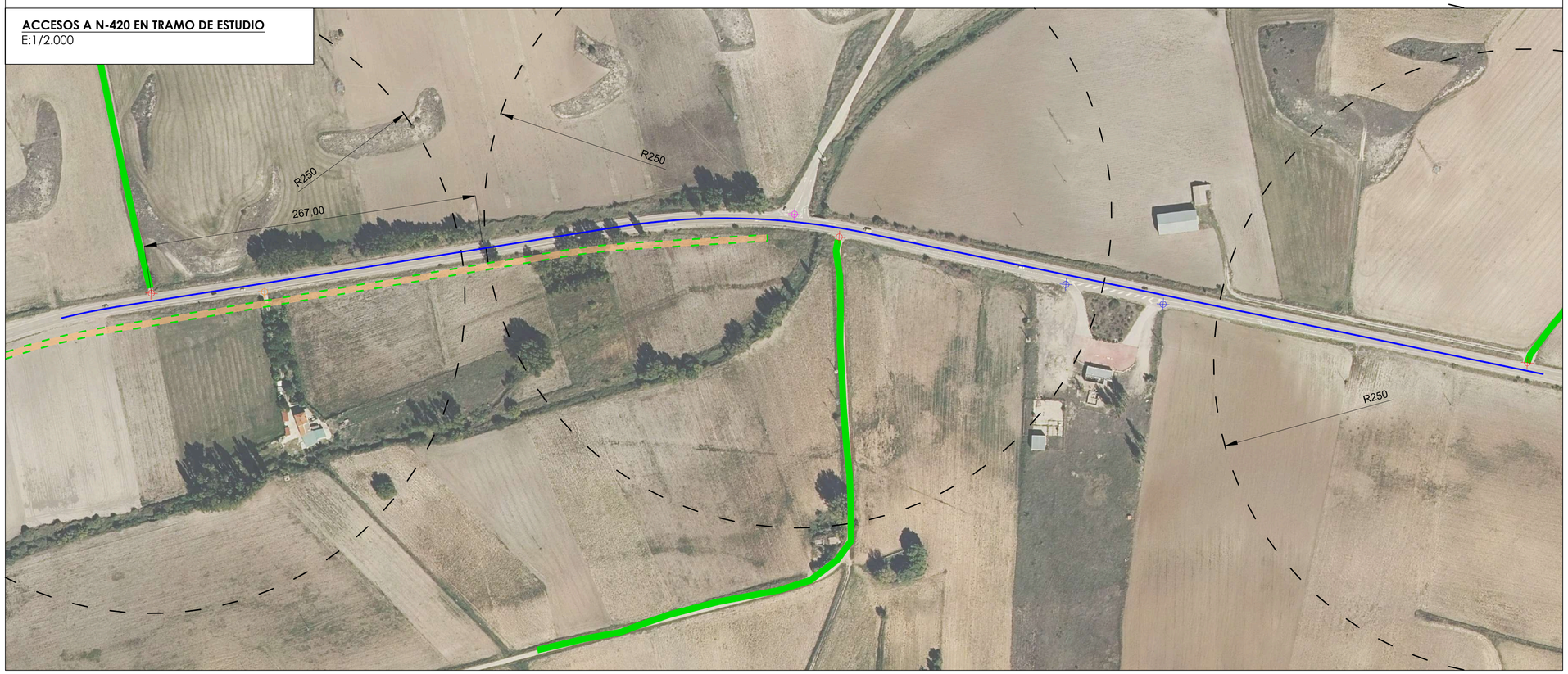
Miriam Bermejo Pinar
Responsable Act. y Proy. - Cuenca

Eduardo Rubio Huertas
Ingeniero de Caminos, C. y P.

ACCESOS A N-420 EN TRAMO DE ESTUDIO
E:1/2.000



ACCESOS A N-420 EN TRAMO DE ESTUDIO
E:1/2.000



LEYENDA:

- Caminos actuales con acceso a N-420
- Nuevo camino proyectado
- Punto de acceso a N-420 desde camino
- Punto de acceso con ramales de incorporación a N-420 (estos accesos no son significativos dado que dan entrada y salida a una estación de servicio fuera de uso)
- Punto de acceso a propiedad privada (poco transitado)
- Intersección de acceso a las obras
- Tramo de estudio (1.200 m)

DIR. GRAL. DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y URBANISMO · CONSEJERÍA DE FOMENTO · Castilla-La Mancha

DIPUTACION PROVINCIAL DE CUENCA

PLAN DE SINGULAR INTERÉS (PLSI)
ECONOMÍA CIRCULAR
"LOS PALANCARES" - CUENCA

FECHA: Marzo - 2026

ESTUDIO DE TRÁFICO PARA LA FASE DE OBRAS ANTERIOR A LA CONSTRUCCIÓN DEL ENLACE EN LA N-420

ESCALA: Varias
Original en A-1

PLANO: 02

TÍTULO DEL PLANO:
Planta general tramo de estudio

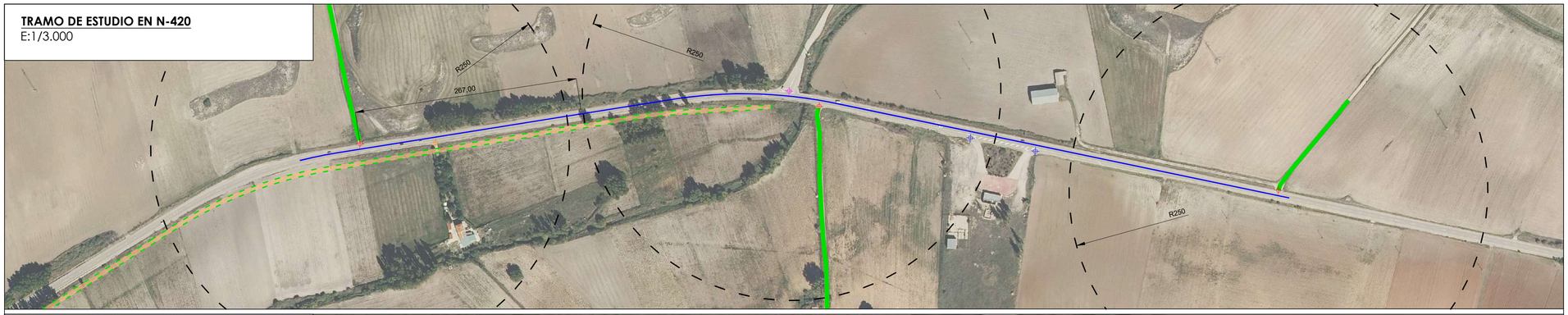
EQUIPO REDACTOR:

GrupoTragsa

Miriam Bermejo Pinar
Responsable Act. y Proy. - Cuenca

Eduardo Rubio Huertas
Ingeniero de Caminos, C. y P.

TRAMO DE ESTUDIO EN N-420
E:1/3.000



INTERSECCIÓN EN N-420 EN TRAMO DE ESTUDIO
E:1/500

LEYENDA:

- Caminos actuales con acceso a N-420
- Nuevo camino proyectado
- Punto de acceso a N-420 desde camino
- Punto de acceso con ramales de incorporación a N-420 (estos accesos no son significativos dado que dan entrada y salida a una estación de servicio fuera de uso)
- Punto de acceso a propiedad privada (poco transitado)
- Intersección de acceso a las obras
- Tramo de estudio (1.200 m)

DIR. GRAL. DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y URBANISMO · CONSEJERÍA DE FOMENTO · Castilla-La Mancha

DIPUTACION PROVINCIAL DE CUENCA

PLAN DE SINGULAR INTERÉS (PLSI)
ECONOMÍA CIRCULAR
"LOS PALANCARES" - CUENCA

FECHA: Marzo - 2026

ESTUDIO DE TRÁFICO PARA LA FASE DE OBRAS ANTERIOR A LA CONSTRUCCIÓN DEL ENLACE EN LA N-420

ESCALA: Varias
Original en A 1

PLANO: 03

TÍTULO DEL PLANO:
Planta general intersección actual

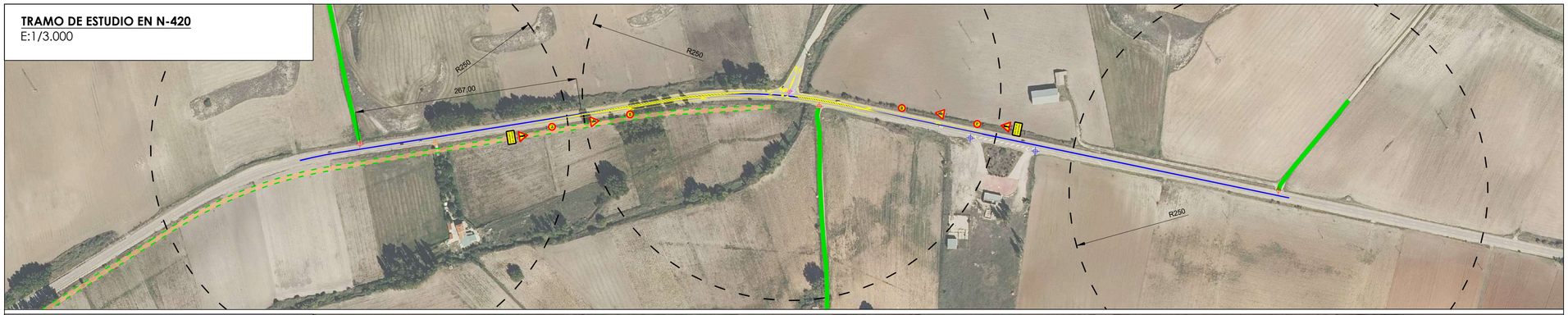
EQUIPO REDACTOR:

GrupoTragsa

Miriam Bermejo Pinar
Responsable Act. y Proy. - Cuenca

Eduardo Rubio Huertas
Ingeniero de Caminos, C. y P.

TRAMO DE ESTUDIO EN N-420
E:1/3.000



INTERSECCIÓN EN N-420 EN TRAMO DE ESTUDIO
E:1/1.000

LEYENDA:

- Caminos actuales con acceso a N-420
- Nuevo camino proyectado
- Punto de acceso a N-420 desde camino
- Punto de acceso con ramales de incorporación a N-420 (estos accesos no son significativos dado que dan entrada y salida a una estación de servicio fuera de uso)
- Punto de acceso a propiedad privada (poco transitado)
- Intersección de acceso a las obras
- Tramo de estudio (1.200 m)
- Cierre de acceso mediante barrera new Jersey

DIR. GRAL. DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y URBANISMO · CONSEJERÍA DE FOMENTO · Castilla-La Mancha

DIPUTACION PROVINCIAL DE CUENCA

PLAN DE SINGULAR INTERÉS (PLSI)
ECONOMÍA CIRCULAR
"LOS PALANCARES" - CUENCA

FECHA: Marzo - 2026

ESTUDIO DE TRÁFICO PARA LA FASE DE OBRAS ANTERIOR A LA CONSTRUCCIÓN DEL ENLACE EN LA N-420

ESCALA: Varias
Original en A 1

PLANO: 04

TÍTULO DEL PLANO:
Planta general intersección propuesta

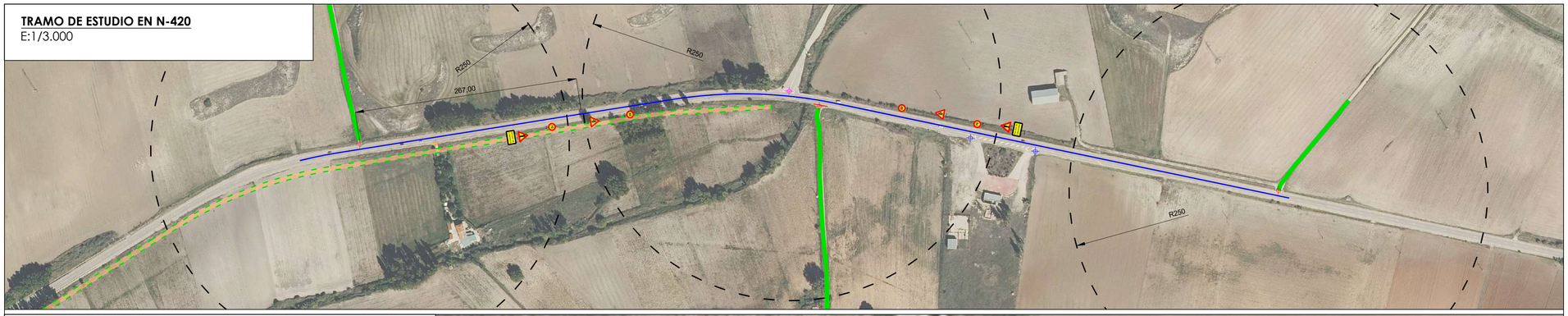
EQUIPO REDACTOR:

GrupoTragsa

Miriam Bermejo Pinar
Responsable Act. y Proy. - Cuenca

Eduardo Rubio Huertas
Ingeniero de Caminos, C. y P.

TRAMO DE ESTUDIO EN N-420
E:1/3.000



TRAYECTORIAS DE VEHÍCULOS PESADOS (90% de los movimientos)
E:1/500

TRAYECTORIAS DE VEHÍCULOS PESADOS (10% de los movimientos)
E:1/500

LEYENDA:

- Caminos actuales con acceso a N-420
- Nuevo camino proyectado
- Punto de acceso a N-420 desde camino
- Punto de acceso con ramales de incorporación a N-420 (estos accesos no son significativos dado que dan entrada y salida a una estación de servicio fuera de uso)
- Punto de acceso a propiedad privada (poco transitado)
- Intersección de acceso a las obras
- Tramo de estudio (1.200 m)
- Cierre de acceso mediante barrera new Jersey

DIR. GRAL. DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y URBANISMO · CONSEJERÍA DE FOMENTO · Castilla-La Mancha

DIPUTACION PROVINCIAL DE CUENCA

PLAN DE SINGULAR INTERÉS (PLSI)
ECONOMÍA CIRCULAR
"LOS PALANCARES" - CUENCA

FECHA: Marzo - 2026

ESCALA: Varias
Original en A-1

PLANO: 05

ESTUDIO DE TRÁFICO PARA LA FASE DE OBRAS ANTERIOR A LA CONSTRUCCIÓN DEL ENLACE EN LA N-420

TÍTULO DEL PLANO:
Planta intersección propuesta (Trayectorias)

EQUIPO REDACTOR:

GrupoTragsa

Míriam Bermejo Pinar
Responsable Act. y Proy. - Cuenca

Eduardo Rubio Huertas
Ingeniero de Caminos, C. y P.