

ESTUDIO DE TRÁFICO DEL ÁREA OESTE DE POZUELO DE ALARCÓN SECTOR UZ 2.4-03 “ARPO”

REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN 2021

Ref. TMA: 2073/02

Marzo 2021

 **EXPERTOS
AMBIENTALES**

TMA es miembro fundador de G5 Expertos Ambientales

TASVALOR MEDIO AMBIENTE, S.L.

Teléfono: +34 913 600 169* tma@tma-e.com, CIF. B-83380311

www.tma-e.com

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	11
2. METODOLOGÍA	13
3. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA MOVILIDAD MUNICIPAL.....	16
3.1. VIAJES DIARIOS.....	16
3.2. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL GENERAL.....	16
3.3. DISTRIBUCIÓN MODAL.....	17
4. ÁREA DE ESTUDIO	18
4.1. ESTRUCTURA VIARIA	20
4.2. TRANSPORTE PÚBLICO Y VEHÍCULO COMPARTIDO	23
5. SITUACIÓN ACTUAL DEL TRÁFICO.....	27
5.1. HORA PUNTA GENERAL.....	29
5.2. INTENSIDADES DE CIRCULACIÓN	30
5.3. FUNCIONAMIENTO Y NIVEL DE SERVICIO DE LAS INTERSECCIONES.....	31
5.4. CANALIZACIÓN DE TRÁFICO AJENO POR LA M-513	36
6. PRODUCCIÓN DE NUEVO TRÁFICO	39
6.1. HORIZONTES TEMPORALES DE DESARROLLO	40
6.2. REDUCCIÓN ASOCIADA A LA EDIFICABILIDAD VACANTE	40
6.3. ÍNDICES DE PRODUCCIÓN DE TRÁFICO	41
6.4. HORAS PUNTA.....	42
6.5. NUEVAS ZONAS PRODUCTORAS DE TRÁFICO	42
6.6. NUEVO TRÁFICO PRODUCIDO	45
7. DISTRIBUCIÓN DEL NUEVO TRÁFICO PRODUCIDO.....	45
7.1. PUNTOS DE CONEXIÓN	45
7.2. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL	46
7.3. VIAJES INTERIORES AL ÁREA DE ESTUDIO.....	48
8. EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO DE PASO	48
8.1. INCREMENTO TENDENCIAL DEL TRÁFICO DE PASO	49
9. ASIGNACIÓN A LA RED.....	50
10. RED VIARIA FUTURA	50
10.1. CONEXIÓN ENTRE LA M-515, LA M-503 Y LA M-40	51

10.2. NUDO ENTRE LA M-503 Y LA M-513 (GLORIETA ORIENTAL)	54
10.3. NUDO ENTRE LA M-513 Y LA M-40 (GLORIETA OCCIDENTAL).....	57
10.4. TRAMO DE LA M-513 INTERIOR A ARPO.....	59
10.5. EL VIARIO INTERIOR DE ARPO Y DE LOS OTROS SECTORES	60
10.6. OTROS ELEMENTOS Y PUNTOS DE INTERÉS EN LA RED FUTURA.....	61
11. OTRAS CONSIDERACIONES SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LA MOVILIDAD A LARGO PLAZO	63
11.1. DOTACIÓN DE TRANSPORTE PÚBLICO Y REPARTO MODAL.....	63
11.2. MOVILIDAD A PARTIR DE 2030-2035	64
12. CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO FUTURO	65
12.1. HORIZONTE 2025	66
12.2. HORIZONTE 2035	76
12.3. HORIZONTE 2040	82
13. CONTRIBUCIONES SOBRE LA RED	89
13.1. GLORIETA M-513 Y M-40	89
13.2. GLORIETA M-515.....	93
13.3. TRONCO M-513	94
14. RESUMEN Y CONCLUSIONES	95
14.1. HORIZONTES TEMPORALES E HIPÓTESIS DE TRABAJO	95
14.2. MODELIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS ESCENARIOS FUTUROS.....	96
14.3. SITUACIÓN DEL TRÁFICO.....	97
14.4. CONCLUSIÓN GENERAL.....	103
ANEXO I. EQUIPO REDACTOR	105
ANEXO II. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE GLORIETAS.....	107
ANEXO III. PLANOS.....	109
ANEXO IV. DOCUMENTACIÓN.....	111
ANEXO V. GLORIETA ENTRE LA M-513 Y LA CALLE E DEL APR CARRETERA DE BOADILLA NORTE. INFORME DE MICROSIMULACIÓN	115
ANEXO VI. GLORIETA ENTRE LA M-513 Y LA CAÑADA DE LA CARRERA, CONSIDERANDO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE REMODELACIÓN DEL NUDO ENTRE LA M-513 Y LA M-40. INFORME DE MICROSIMULACIÓN.	117

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	ÁREA DE ESTUDIO, INCLUYENDO LOS PRINCIPALES SECTORES DE DESARROLLO DEL PGOU DE POZUELO.	19
FIGURA 2.	CONFIGURACIÓN ACTUAL DEL ENLACE ENTRE LA M-513 Y LA M-503 (GLORIETA ORIENTAL).	21
FIGURA 3.	CONFIGURACIÓN ACTUAL DEL NUDO ENTRE LA M-513 Y LA M-40.....	22
FIGURA 4.	CONFIGURACIÓN DE LAS CONEXIONES ENTRE M-503, M-515 Y M-40.	23
FIGURA 5.	RED DE TRANSPORTES EN LA ZONA DE ESTUDIO (FUENTE: PLANO DE LOS TRANSPORTES DE POZUELO DE ALARCÓN. FEBRERO DE 2020. CONSORCIO REGIONAL DE TRANSPORTES DE MADRID).	25
FIGURA 6.	EXTENSIÓN ACTUAL DE LAS ÁREAS HABILITADAS PARA COGER Y DEJAR VEHÍCULOS POR LAS COMPAÑÍAS DE CARSHARING WIBLE (IZQUIERDA), ZITY (DERECHA)	26
FIGURA 7.	EXTENSIÓN ACTUAL DE LAS ÁREAS HABILITADAS PARA COGER Y DEJAR LAS MOTOCICLETAS COMPARTIDAS DE ACCIONA MOVILIDAD.....	26
FIGURA 8.	ENCUADRES DE LA FILMACIÓN AÉREA MEDIANTE DRON EN LOS NUDOS ENTRE LA M-40 Y ENTRE LA M-40 Y LA M-503 (ABAJO).....	28
FIGURA 9.	ESQUEMA DE LA GLORIETA DE CONEXIÓN ENTRE LA M-513 Y LA M-503 Y TABLA CON LOS NIVELES DE SERVICIO ACTUALES DE LOS ACCESOS A LA GLORIETA.....	33
FIGURA 10.	ESQUEMA DE LA GLORIETA DE CONEXIÓN ENTRE LA M-513 Y LA M-40 Y TABLA CON LOS NIVELES DE SERVICIO ACTUALES DE LOS ACCESOS A LA GLORIETA.....	34
FIGURA 11.	ESQUEMA DE LA GLORIETA DE LA M-515 Y NIVELES DE SERVICIO ACTUALES DE LOS ACCESOS A LA GLORIETA.....	36
FIGURA 12.	TRÁFICO AJENO CANALIZADO POR LA M-513 EN SENTIDO OESTE ENTRE LA M-503 SENTIDO MAJADAHONDA Y LA M-40 SENTIDO SUR (ROJO) FRENTE AL RECORRIDO PROPIO DE ENLACE ENTRE ELLAS (VERDE).....	37
FIGURA 13.	ESQUEMAS DEL TRÁFICO AJENO QUE PUEDE CANALIZAR LA M-513 EN SENTIDO ESTE EN HORA PUNTA CON ORIGEN EN LA M-503 SENTIDO MADRID FRENTE AL RECORRIDO NATURAL (VERDE).	38

FIGURA 14.	ESQUEMAS DEL TRÁFICO AJENO QUE PUEDE CANALIZAR LA M-513 EN SENTIDO ESTE EN HORA PUNTA CON ORIGEN EN LA M-40 SENTIDO SUR (ROJO), FRENTE AL RECORRIDO NATURAL (VERDE).	38
FIGURA 15.	TRÁFICO AJENO QUE PUEDE CANALIZAR LA M-513 EN SENTIDO ESTE EN HORA PUNTA CON ORIGEN EN LA M-40 SENTIDO NORTE (ROJO), FRENTE AL RECORRIDO NATURAL (VERDE).	39
FIGURA 16.	DELIMITACIÓN DE LAS NUEVAS ÁREAS PRODUCTORAS DE TRÁFICO CONSIDERADAS EN EL ESTUDIO.....	44
FIGURA 17.	CONEXIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO CON LA RED VIARIA EXTERIOR.....	46
FIGURA 18.	DELIMITACIÓN DE LAS ZONAS DE TRANSPORTE DE POZUELO DISTINGUIENDO LAS ASOCIADAS A LA CONEXIÓN "POZUELO PUEBLO" (ZONAS 115-007 Y 115-008, CON BORDE AZUL).....	47
FIGURA 19.	INCREMENTOS DE TRÁFICO SEGÚN ORDEN FOM 3371/2010.....	49
FIGURA 20.	CAMBIO DE CONFIGURACIÓN EN LA CARRETERA DE MAJADAHONDA Y EN LA SALIDA DE LA M-503. ABAJO, DETALLE DEL TRANSFER ENTRE TRONCO Y VÍA LATERAL, SIN POSIBILIDAD DE TRENZADO ENTRE ÉSTA Y LA CARRETERA DE MAJADAHONDA.	52
FIGURA 21.	CONFIGURACIÓN ACTUAL (IZQUIERDA) Y FUTURA (DERECHA) PARA LA GLORIETA DE LA M-515.	53
FIGURA 22.	CONFIGURACIÓN PARA LA GLORIETA ENTRE LA UFV Y EL SECTOR EJE PINAR (LÍNEAS EN ROJO) RESPECTO A LA ANTERIORMENTE PREVISTA.	53
FIGURA 23.	(4 IMÁGENES). CONEXIONES DE TRANSFER PROPUESTAS QUE PERMITIRÁN AL TRÁFICO INTERCAMBIADO ENTRE LA M-503 Y LA M-40 EMPLEAR EL NUEVO PASO INFERIOR BAJO LA GLORIETA DE INTERSECCIÓN ENTRE ESTA CARRETERA Y LA M-513 (ÚLTIMAS TRES IMÁGENES CORRESPONDIENTES AL PROYECTO DE IYCMA).	56
FIGURA 25.	CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO DE URBANIZACIÓN PARA EL TRAMO ORIENTAL Y OCCIDENTAL DE LA TRAVESÍA DE LA M-513.	60
FIGURA 26.	POSIBLE PUENTE ENTRE LA ZONA DE MONTEALINA Y EL SECTOR EJE PINAR, AL NOROESTE DE ARPO.....	62

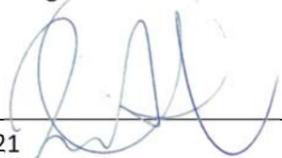
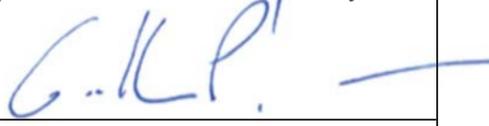
FIGURA 27.	CONFIGURACIÓN PREVISTA POR EL PGOU PARA LA CONEXIÓN CON LA M-40 AL SUR DE ARPO (EN ROJO, ELEMENTOS NO EXISTENTES Y TAMPOCO CONSIDERADOS EN LA MODELIZACIÓN).....	62
FIGURA 28.	ESQUEMA DE LA GLORIETA ENTRE LA M-513 Y LA M-503 Y NIVELES DE SERVICIO DE LOS ACCESOS. 2025.....	67
FIGURA 29.	ESQUEMA DEL NUDO MODIFICADO ENTRE LA M-513 Y LA M-40 Y NIVELES DE SERVICIO DE LOS ACCESOS A LA GLORIETA. 2025.	68
FIGURA 30.	ESQUEMA DE LA GLORIETA DE LA M-515 Y NIVELES DE SERVICIO DE LOS ACCESOS. 2025.....	69
FIGURA 31.	RUTAS ALTERNATIVAS POSIBLES DE ACCESO A LOS NUEVOS SECTORES PRODUCTIVOS DEL NORTE, EVITANDO EL PASO POR LA GLORIETA DE LA M-515 (COLOR VERDE), FRENTE A LAS ESPERABLES (NARANJA).....	71
FIGURA 32.	INTENSIDADES DE TRÁFICO PREVISTAS PARA LOS TRAMOS DE LA M-513 EN EL ESCENARIO 2025.HPM.	72
FIGURA 33.	INTENSIDADES DE TRÁFICO PREVISTAS PARA LOS TRAMOS DE LA M-513 EN EL ESCENARIO 2025.HPT.....	72
FIGURA 34.	ESQUEMA DE LA GLORIETA INTERIOR OCCIDENTAL Y NIVELES DE SERVICIO DE LOS ACCESOS. 2025.....	74
FIGURA 35.	IMAGEN DE LA MICRO-SIMULACIÓN EN VISSIM DE LA GLORIETA CENTRAL DE ARPO. ..	75
FIGURA 36.	NIVELES DE SERVICIO DE LOS ACCESOS. 2025.	76
FIGURA 37.	ESQUEMA DE LA GLORIETA ENTRE LA M-513 Y LA M-503 Y NIVELES DE SERVICIO DE LOS ACCESOS. 2035.....	77
FIGURA 38.	ESQUEMA DEL NUDO MODIFICADO ENTRE LA M-513 Y LA M-40 Y NIVELES DE SERVICIO DE LOS ACCESOS A LA GLORIETA.2035.	78
FIGURA 39.	ESQUEMA DE LA GLORIETA DE LA M-515 Y NIVELES DE SERVICIO DE LOS ACCESOS. 2035.....	79
FIGURA 40.	INTENSIDADES DE TRÁFICO PREVISTAS PARA LOS TRAMOS DE LA M-513 EN EL ESCENARIO 2035.HPM	80
FIGURA 41.	INTENSIDADES DE TRÁFICO PREVISTAS PARA LOS TRAMOS DE LA M-513 EN EL ESCENARIO 2035.HPT.....	80

FIGURA 42.	ESQUEMA DE LA GLORIETA INTERIOR OCCIDENTAL Y NIVELES DE SERVICIO DE LOS ACCESOS. 2035.....	81
FIGURA 43.	ESQUEMA DE LA GLORIETA CENTRAL DE ARPO Y NIVELES DE SERVICIO DE LOS ACCESOS. 2035.....	82
FIGURA 44.	ESQUEMA DE LA GLORIETA ENTRE LA M-513 Y LA M-503 Y NIVELES DE SERVICIO DE LOS ACCESOS. 2040.....	83
FIGURA 45.	ESQUEMA DEL NUDO MODIFICADO ENTRE LA M-513 Y LA M-40 Y NIVELES DE SERVICIO GLORIETA. 2040.....	84
FIGURA 46.	ESQUEMA DE LA GLORIETA DE LA M-515 Y NIVELES DE SERVICIO DE LOS ACCESOS. 2040.....	85
FIGURA 47.	INTENSIDADES DE TRÁFICO PREVISTAS PARA LOS TRAMOS DE LA M-513 EN EL ESCENARIO 2040.HPM.	86
FIGURA 48.	INTENSIDADES DE TRÁFICO PREVISTAS PARA LOS TRAMOS DE LA M-513 EN EL ESCENARIO 2040.HPT.....	86
FIGURA 49.	ESQUEMA DE LA GLORIETA INTERIOR OCCIDENTAL Y NIVELES DE SERVICIO DE LOS ACCESOS. 2040.....	88
FIGURA 50.	ESQUEMA DE LA GLORIETA CENTRAL DE ARPO Y NIVELES DE SERVICIO DE LOS ACCESOS. 2040.....	88
FIGURA 51.	TRAMOS CONSIDERADOS EN EL CÁLCULO DE CONTRIBUCIONES.	90

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	DISTRIBUCIÓN MODAL DE LOS DESPLAZAMIENTOS DEL MUNICIPIO.....	17
TABLA 2.	REPARTO TRANSPORTE PÚBLICO/PRIVADO EN EL MUNICIPIO.	17
TABLA 3.	PRINCIPALES INTENSIDADES DIARIAS (IMD) EN LOS SENTIDOS DE ENTRADA Y SALIDA AL ÁREA DE ESTUDIO.	30
TABLA 4.	PRINCIPALES INTENSIDADES EN HORA PUNTA DE MAÑANA (IMHPM) EN LOS SENTIDOS DE ENTRADA Y SALIDA AL ÁREA DE ESTUDIO.....	30
TABLA 5.	PRINCIPALES INTENSIDADES EN HORA PUNTA DE TARDE (IMHPT) EN LOS SENTIDOS DE ENTRADA Y SALIDA AL ÁREA DE ESTUDIO.....	30
TABLA 6.	HIPÓTESIS DE PORCENTAJE DE OCUPACIÓN Y ENTRADA EN CARGA SEGÚN USO Y SECTOR.. ..	40
TABLA 7.	REDUCCIÓN POR EDIFICABILIDAD VACANTE Y VIVIENDAS VACÍAS	41
TABLA 8.	PORCENTAJE DE GENERACIÓN EN HORA PUNTA SEGÚN USO	42
TABLA 9.	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS MOVIMIENTOS SEGÚN LAS CONEXIONES EXTERIORES CONSIDERADAS.	48
TABLA 10.	CONTRIBUCIONES A LA CARGA DE TRÁFICO ADICIONAL SOBRE CADA ELEMENTO DE ENTRADA Y SALIDA AL NUDO Y SOBRE SU CONJUNTO.....	91
TABLA 11.	CONTRIBUCIONES A LA CARGA DE TRÁFICO ADICIONAL SOBRE TODOS LOS ELEMENTOS ANALIZADOS DEL NUDO Y SOBRE SU CONJUNTO.....	91
TABLA 12.	CONTRIBUCIONES A LA CARGA TOTAL SOBRE TODOS LOS ELEMENTOS ANALIZADOS DEL NUDO Y SOBRE SU CONJUNTO.....	92
TABLA 13.	CONTRIBUCIONES A LA CARGA TOTAL SOBRE TODOS LOS ELEMENTOS ANALIZADOS DEL NUDO Y SOBRE SU CONJUNTO.....	93
TABLA 14.	CONTRIBUCIONES A LA CARGA TOTAL SOBRE TODOS LOS ELEMENTOS ANALIZADOS DEL NUDO Y SOBRE SU CONJUNTO.....	93
TABLA 15.	CONTRIBUCIONES A LA CARGA TOTAL SOBRE TODOS LOS ELEMENTOS ANALIZADOS DEL NUDO Y SOBRE SU CONJUNTO.....	93
TABLA 16.	CONTRIBUCIONES A LA CARGA DE TRÁFICO ADICIONAL SOBRE CADA ELEMENTO DE ENTRADA Y SALIDA AL NUDO Y SOBRE SU CONJUNTO.....	94

TABLA 17.	CONTRIBUCIONES A LA CARGA TOTAL SOBRE TODOS LOS ELEMENTOS ANALIZADOS DEL NUDO Y SOBRE SU CONJUNTO.	95
TABLA 18.	DEFINICIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO EN INTERSECCIONES CON PRIORIDAD. FUENTE: TRB, MANUAL DE CAPACIDAD, 2000.	108
TABLA 19.	VIAJES DIARIOS Y EN HPM PRODUCIDOS POR LAS ZONAS PRODUCTORAS EN LOS TRES HORIZONTES.....	113

Redactado por: Rodrigo Avilés 	Revisado por: Guillermo García de Polavieja 
Fecha: 18/03/2021	Fecha: 18/03/2021

Estudio realizado por TMA entre marzo y julio de 2020, y revisado en marzo de 2021

PROPIEDAD INTELECTUAL

El presente documento, incluyendo texto, fotografías y gráficos –excepto donde se especifique lo contrario– así como la metodología empleada en la elaboración del estudio que constituye la base del mismo, son propiedad intelectual de Tasvalor Medio Ambiente S.L. quedando prohibida su revelación, copia, reproducción total o parcial y difusión; sin expresa autorización de la citada mercantil. El presente documento se edita para uso exclusivo del cliente que en él se cita, a los efectos de la tramitación administrativa de su plan, programa o proyecto frente al órgano sustantivo o ambiental de la administración correspondiente; así como para otros objetivos específicos que en él documento se citen específicamente. Tasvalor Medio Ambiente S.L. se reserva el derecho de ejecutar cuantas acciones legales estime necesarias para garantizar la defensa de sus derechos sobre la propiedad intelectual de este trabajo.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El presente documento recoge los planteamientos y resultados del Estudio de Tráfico realizado sobre el Oeste del TM de Pozuelo de Alarcón (Madrid) a raíz del desarrollo previsto del sector UZ 2.4-03 "ARPO". El trabajo se realiza por encargo de la Junta de Compensación del citado sector y constituye una revisión, ampliación y actualización de los ya realizados entre finales de 2018 y mediados de 2019, considerando ahora la propuesta urbanística más reciente y detallada, tal y como refleja el Proyecto de Urbanización (en adelante, PU), en especial en relación a la definición de la red viaria interior del sector y sus conexiones con la red exterior.

Se parte, por tanto, de un planteamiento similar al de los fases anteriores, recogiendo algunas de las conclusiones y sugerencias formuladas entonces como consecuencia de los análisis efectuados, si bien se revisan algunos de los planteamientos e hipótesis de partida, en especial los vinculados a las condiciones del tráfico y la movilidad actuales (al disponerse de nuevos datos oficiales y de aforos más recientes), así como a la producción y distribución del tráfico adicional futuro de ARPO y de los otros sectores de suelo urbanizable considerados en el estudio.

Al igual que en aquellos trabajos, el objetivo general es predecir la evolución y efectos previsibles de la carga de tráfico en el conjunto de la red viaria en la zona, incluyendo la futura del propio sector en su progresivo desarrollo y la de las principales vías e intersecciones de acceso al mismo.

En cuanto al modelo de simulación empleado, se ha revisado por completo el anterior, incrementando su complejidad, amplitud y precisión, mejorando su calibración con datos más completos y actuales, y recogiendo la mayor cantidad posible de aspectos particulares asociados al municipio que ofrece la reciente Encuesta Domiciliaria de Movilidad EDM, realizada por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid (CRTM) con datos de 2018 y cuyos resultados están disponibles desde febrero de 2020.

De cara a los escenarios futuros, se han incorporado todas las previsiones de modificación en la configuración de nudos y enlaces de acuerdo a las últimas propuestas conocidas en la definición del PU del sector, de ATP Ingenieros, presentado en junio de 2020 y modificado posteriormente para su tramitación en marzo de 2021 y eventual aprobación.

PRINCIPALES PUNTOS DE ATENCIÓN

Se ha prestado especial atención a la evolución de la situación prevista para el tramo de la actual **carretera M-513** que atraviesa el sector, definido por el nudo entre las carreteras M-503 y M-513 (al Este) y el nudo entre la M-513 y la autovía M-40 (al Oeste), y que pasará a convertirse en vía urbana de titularidad municipal dentro de ARPO.

Para este tramo se contemplaba originalmente una ampliación de la sección de la carretera actual mediante una configuración en trinchera, con el tronco deprimido e independizado del viario interior del núcleo de ARPO, acompañado de dos vías laterales paralelas a la cota del terreno e integradas en dicho viario interior. Este tipo de sección suponía un considerable impacto en el núcleo de ARPO, tanto en los aspectos social y urbano (barrera espacial / peatonal y discontinuidad del sector) como ambiental (alteración del terreno original y repercusiones ambientales de la ejecución material de la obra), además del económico, que podría reducirse si se sustituyera por otra de menores dimensiones y requerimientos, ambientalmente más amable y espacialmente más permeable; siempre y cuando ofrezca la capacidad necesaria en un horizonte futuro de pleno desarrollo urbano del sector y de su entorno.

Los resultados de los estudios precedentes ya indicaban que era posible una redefinición de esta sección para adoptar configuraciones de menor impacto sin ver comprometida su capacidad, incluso en el largo plazo. El Proyecto de Urbanización de 2020 recoge esta conclusión y plantea una nueva sección, definitivamente ya en superficie, más acorde con su ubicación y su nueva condición de elemento viario principal y municipal. Se proponía además en dos sub-tramos diferenciados adaptados a las diferentes particularidades de las dos zonas que atraviesa: la colindante con los APR "Carretera de Boadilla Norte" y "Carretera de Boadilla Sur" (donde domina la vivienda unifamiliar), y la correspondiente al núcleo de ARPO (de mayor densidad).

En esta última revisión de marzo de 2021 se ha estudiado la sección del Proyecto de Urbanización por indicación del Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón, que consta de dos carriles centrales por sentido y una vía lateral a ambos lados de la calle que actualmente es la M-513 a su paso por las dos zonas mencionadas.

Se ha prestado también atención detallada al funcionamiento esperable de las principales conexiones de la red viaria del sector con la red principal exterior (M-40, M-503, M-513, M-515), reproduciendo las modificaciones previstas sobre ellas y procediendo a la microsimulación de tráfico en alguno de los casos (véase anexos con los estudios previos a la modificación del presente documento). Cabe destacar la dedicada al nudo entre la M-513 y la M-40, para la que la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid ha estudiado una posible y ambiciosa remodelación reflejada en un Estudio Informativo ahora en tramitación que, de acuerdo a las conclusiones del presente estudio, podría resolverse mediante una configuración mucho más sencilla (denominada nudo de 6 ramales en este documento), resultando también en un menor coste medioambiental, social y económico. Esta conclusión se fundamenta en la previsible descarga sobre este nudo (y más en concreto sobre la glorieta existente entre la M-513 y la cañada de la Carrera, ampliada en el futuro) que supondrá el efecto de la remodelación ya en curso del nudo con la M-503, situado en el extremo

opuesto de ARPO, con la modificación sugerida en la anterior versión de este trabajo y ya recogida en el proyecto actualmente ya en ejecución, en relación con la posibilidad de permitir un trenzado en las vías laterales que permita la descarga del tramo de ARPO de la M-513, del tráfico de paso Pozuelo-Boadilla.

Respecto a las otras conexiones estudiadas, incluyen esta última glorieta (M-503 con M-513), la glorieta situada en la conexión con la M-40 y la M-503 a través de la M-515, la glorieta propuesta por el PU sobre la M-513 en el borde occidental del núcleo de ARPO (integrada en el nudo con la M-40). En cuanto a las intersecciones interiores, la atención se ha centrado en la prevista entre la travesía de la M-513 y el eje estructurante Norte-Sur (cuya prolongación enlazará con el viario estructurante de los nuevos sectores al Norte), planteada inicialmente como una glorieta partida y semaforizada, y actualmente planteada como una glorieta completa sin regulación semafórica, por indicación del Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón.

2. METODOLOGÍA

Se enumeran a continuación los puntos esenciales de la metodología general seguida en el conjunto del trabajo realizado, incluyendo aquellos que han sido tratados en los trabajos previos y que se han incorporado (revisándolos, en algunos casos) en el trabajo actual:

1. Análisis de los **aspectos básicos de movilidad** del municipio que resultan de interés a la hora de definir las hipótesis de generación y distribución del tráfico producido en ARPO y los nuevos desarrollos del Oeste de Pozuelo de Alarcón, tomados de los resultados ofrecidos por la reciente EDM 18.
2. Definición ampliada de la **zona de estudio** que incluye la red viaria sobre la que tendrá una influencia más directa el desarrollo urbanístico de ARPO y del resto de los principales nuevos desarrollos del Oeste de Pozuelo, tanto en lo relativo a carga adicional como a la posibilidad de establecer recorridos alternativos a los actuales para el tráfico de paso mediante la nueva red viaria prevista.
3. Definición de los **puntos de conexión** de la zona de estudio con la red viaria exterior a la misma, ampliándolos respecto a los considerados en los estudios anteriores.
4. Obtención de la **información diaria y horaria de tráfico** más reciente publicada (correspondientes al año 2018), procedente de fuentes oficiales, así como de aforos específicos *in situ* para conocer tanto las intensidades y el comportamiento de tráfico, como el funcionamiento y los posibles problemas de la red en la zona de estudio durante las horas punta, determinando éstas. Respecto la obtención de datos *in situ*, el presente trabajo se ha

realizado durante el estado de alarma derivado de la crisis sanitaria del COVID-19, estando vigentes las restricciones a la movilidad, por lo que no ha sido posible realizar nuevos aforos representativos, y buena parte de la información procede de la recopilada en los estudios previos (primer semestre de 2019). No obstante, se ha podido disponer de algunos datos de aforo más recientes (principios de 2020), previos a la situación alterada del tráfico y correspondientes a ciertos tramos de gran interés aquí para una mejor calibración de los modelos.

Esta última información ha resultado especialmente relevante de cara a estudiar la **situación de hora punta de tarde, incorporada al presente estudio** y no considerada en los estudios precedentes por su menor relevancia general en la zona.

En su conjunto, los aforos *in situ* se han llevado a cabo mediante dos métodos complementarios entre sí:

- aforos manuales y filmación a pie del terreno.
 - filmación aérea mediante dron en los principales nudos de la red en estudio.
5. Reproducción de la **situación actual de la red en un modelo de tráfico**, alimentado y calibrado por resultados y observaciones de los distintos aforos, expresados en forma de matriz origen-destino entre los puntos conexión de la zona de estudio con la red viaria principal exterior.
 6. Comentario y **diagnóstico de la situación actual**, incluyendo la descripción de los posibles problemas de capacidad y de funcionamiento, tanto de acuerdo a los aforos como a los resultados del modelo de la situación actual.
 7. Establecimiento de **hipótesis de trabajo sobre el tráfico futuro**:
 - Tasa anual de **crecimiento anual** generalizado aplicable al tráfico de paso que atraviesa la zona de estudio, tomada de fuentes oficiales.
 - **Índices de producción** diaria de tráfico según el uso, revisados y actualizados respecto a los estudios anteriores.
 - Agrupamiento de los usos de los nuevos desarrollos en **nuevas áreas productoras** de tráfico en relación a la red viaria prevista, con mayor grado de detalle en el caso de ARPO, mejorando la resolución y la precisión respecto a la recogida en los estudios anteriores. A ello se ha sumado la consideración de zonas productoras adicionales de interés en el área de estudio, tanto consolidadas (urbanizaciones de Montealina y La Cabaña, y Campus de Montegancedo de la UPM) como nuevas (APR 2.6-02 "Montegancedo").

- Planteamiento de **horizontes en relación al desarrollo de ARPO y del resto de sectores** (Carretera de Boadilla Norte, Carretera de Boadilla Sur, Sectores de Empleo I y II, Huerta Grande, Eje Pinar, La Pinada, Universidad Francisco de Vitoria y Montegancedo), establecidos para los años 2025 (tres años después de la urbanización, tomando como referencia 2022), 2035 (en fase avanzada de ocupación), 2040 (máxima ocupación).
 - Porcentajes de reducción asociados a la edificabilidad vacante esperada según el uso.
 - Porcentajes de producción de tráfico en hora punta según el uso, revisados y actualizados respecto a los estudios anteriores e incluyendo la consideración de la hora punta de tarde.
 - Porcentajes de distribución espacial a aplicar al nuevo tráfico producido respecto a los puntos de conexión del área de estudio con la red exterior, revisándola respecto a la empleada en los estudios precedentes a partir los datos de la recientemente publicada EDM 2018.
8. Consideración del **incremento tendencial del tráfico** de paso en la zona de estudio, materializado como proyección de la matriz origen-destino actual entre puntos de conexión exterior para los diferentes horizontes temporales de estudio considerados.
9. Obtención del **número y distribución de los nuevos viajes** asociados a las nuevas áreas productoras, también en forma de matrices O-D en los distintos horizontes temporales de estudio.
10. **Combinación del tráfico de paso y del nuevo tráfico producido** y traslado de las matrices resultantes a un modelo informático¹ que reproduce la red viaria esperada en el futuro, incluyendo las modificaciones de configuración de tramos y nudos viarios en los diferentes horizontes, para realizar la asignación y obtener las intensidades previstas en hora punta en los mismos.
11. **Diagnóstico de la situación prevista en cada caso**, prestando especial atención a los accesos principales a ARPO y al tramo de la carretera M-513 interior al sector, valorando la validez de la nueva configuración en superficie prevista, así como otras posibles mejoras, modificaciones o consideraciones respecto a otros elementos de la red.
12. **Consideración de las variaciones en la configuración de la red externa a ARPO** respecto a estudios previos para la evaluación de sus repercusiones sobre las predicciones a realizar.

¹ PTV VISUM 2020.01.

13. **Consideración de las variaciones en la configuración de la red interna** respecto a versiones previas del Proyecto de Urbanización y evaluación de sus repercusiones sobre las predicciones a realizar.

3. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA MOVILIDAD MUNICIPAL

Se describen a continuación, y de forma sintética, las características básicas de la movilidad municipal con mayor interés y utilidad para este estudio, actualizadas respecto a las consideradas en los estudios precedente de acuerdo a lo recogido en la encuesta de movilidad más reciente de la zona, correspondiente a la ya citada EDM 2018 del CRTM. Dichas características básicas quedan reflejadas numéricamente en la ficha de la encuesta correspondiente a la zona de transporte del municipio, que se incorpora como documentación en el anexo IV.

3.1. VIAJES DIARIOS

De acuerdo a la EDM 2018, el número total de viajes diarios con origen o destino en Pozuelo de Alarcón era de **440.238 en el año 2018**, siendo 219.045 de ellos correspondientes a viajes en origen y los restantes 221.193 a viajes en destino. El reparto resulta algo más asimétrico si se atiende a la consideración de movilidad generada (206.716 viajes generados) y atraída (233.522 viajes atraídos), por lo que el municipio resulta algo más relevante como atractor que como generador de viajes.

La propia EDM 2018 ofrece el número medio de viajes por habitante y el número medio de viajes por hogar, obtenidos a partir del número de habitantes (875.605 habitantes) y de hogares (23.371 hogares):

- 2,22 viajes por persona (entradas más salidas).
- 6,93 viajes por hogar (entradas más salidas).

De cara a este estudio se asume que estos índices de generación de viajes en ambos sentidos y en todos los modos (mecanizados y no mecanizados), aplicables al uso residencial, se mantienen en los horizontes futuros de modelización.

3.2. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL GENERAL

La ficha resumen de la EDM 2018 para esta zona de transporte (ver anexo IV) refleja una distribución entre viajes interiores (dentro del municipio) y exteriores (con otros municipios) de un 12% para los primeros y un 88% para los segundos.

Este dato resulta demasiado acentuado a favor de los viajes exteriores y dispar en relación al publicado en ediciones precedentes de la encuesta, donde la distribución de viajes internos/externos era del

31%/69% en la EDM 2004 y del 24%/76% en la ESM 2014. También en contraste con los valores promedio de las zonas de transporte del corredor en que se sitúa el municipio (20%/18%) y para el conjunto de la CAM (18%/82%), por lo que la relación indicada sería una errata.

No obstante, en la ficha resumen se indica que el número de viajes interiores es de 90.816, lo que supone una relación del 21%/79% respecto al total de 440.238, ya coherente con el resto de los datos.

Por otro lado, se ha procedido al análisis de los datos en bruto de la EDM 2018 para el uso del vehículo privado o similar (coche conductor, coche acompañante, moto, coche de alquiler y coche de empresa), obteniéndose que la distribución actual entre viajes interiores y exteriores en este modo sería de un 22% para los primeros y de un 78% para los segundos, también coherente.

Respecto al exterior, las principales relaciones que recoge la encuesta se dan con el colindante distrito madrileño de Moncloa-Aravaca y con el distrito de Latina.

3.3. DISTRIBUCIÓN MODAL

En cuanto a su distribución modal, la EDM 2018 muestra la siguiente:

A pie	Transporte público	Automóvil privado	Otros ²
16%	18%	62%	4%

Tabla 1. Distribución modal de los desplazamientos del municipio.

Como puede verse, el porcentaje de viajes en automóvil privado es relativamente elevado. Si se atiende únicamente a los viajes motorizados, se observa igualmente la preponderancia de este medio:

Transporte público	Automóvil privado
22%	78%

Tabla 2. Reparto transporte público/privado en el municipio.

Esta distribución es algo menos favorable al uso del transporte público que la extraíble de la EDM 2018 para el conjunto de municipios propios de la corona metropolitana (en la que se sitúa Pozuelo) a los que les corresponde una distribución promedio del 26%/74%.

Este dato contrasta con una oferta global de transporte privado que incluye 3 líneas de autobús intraurbanas, varias interurbanas, metro ligero y tren de cercanías. La proximidad al centro administrativo de la capital, con la que se encuentra bien comunicado por carretera, junto al elevado nivel socioeconómico del municipio, pueden señalarse como factores relevantes en este aspecto.

² La categoría otros modos incluye, según la EDM 2018, a los viajes en moto, taxi y VTC, bicicletas, autobuses y trenes de largo recorrido, transporte discrecional, etc.

4. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio que se ha considerado para el presente trabajo incluye a ARPO y a otros nuevos desarrollos previstos al Oeste de Pozuelo, habiéndose extendido hacia el Sur en la presente actualización para incluir también el sector APR 2.6-02 Montegancedo. Se incluye también toda la red viaria que atraviesa la zona y que podría verse afectada de manera más directa por el desarrollo urbano de dichos sectores, debido tanto a la carga adicional de tráfico con origen/destino en ellos (nuevo tráfico producido) como a la posible aparición de recorridos alternativos o de cambios en los más favorables para el tráfico de paso como consecuencia de las modificaciones previstas en la red viaria.

La figura 1 muestra el área de estudio considerada, incluyendo la delimitación de ARPO y del resto de sectores de suelo urbanizable existentes en ella. Como se explica más adelante, el sector ARPO (color magenta) y el resto de los principales sectores de desarrollo de la zona (en color azul) han sido también considerados finalmente como zonas productoras de tráfico (los que aparecen en color gris se han descartado por su pequeña entidad y su contribución despreciable a la producción/atracción de tráfico).

Aunque no aparecen delimitadas como tales en la figura, en la presente revisión y ampliación del trabajo se han incluido en el área de estudio tres áreas productoras de tráfico ya existentes y consolidadas, de interés debido que el nuevo viario futuro previsto podría afectar a sus recorridos actuales de conexión con la red principal. Dichas zonas son las urbanizaciones de Montealina (al Norte de la M-513 y al Oeste de la M-40), La Cabaña (al Sur de la M-513 y al Oeste de la M-40) y el campus de Montegancedo de la UPM (al Sur de La Cabaña).

La producción actual de tráfico de estas zonas, que no tendría por qué aumentarse en el futuro al encontrarse ya consolidadas, se ha estimado en función del número de hogares existentes en el caso de las dos primeras (según datos del INE) y de la superficie edificada destinada a edificios educativos (según catastro), y aplicando en ambos casos los mismos factores de producción aplicados a las nuevas zonas productoras de uso similar.

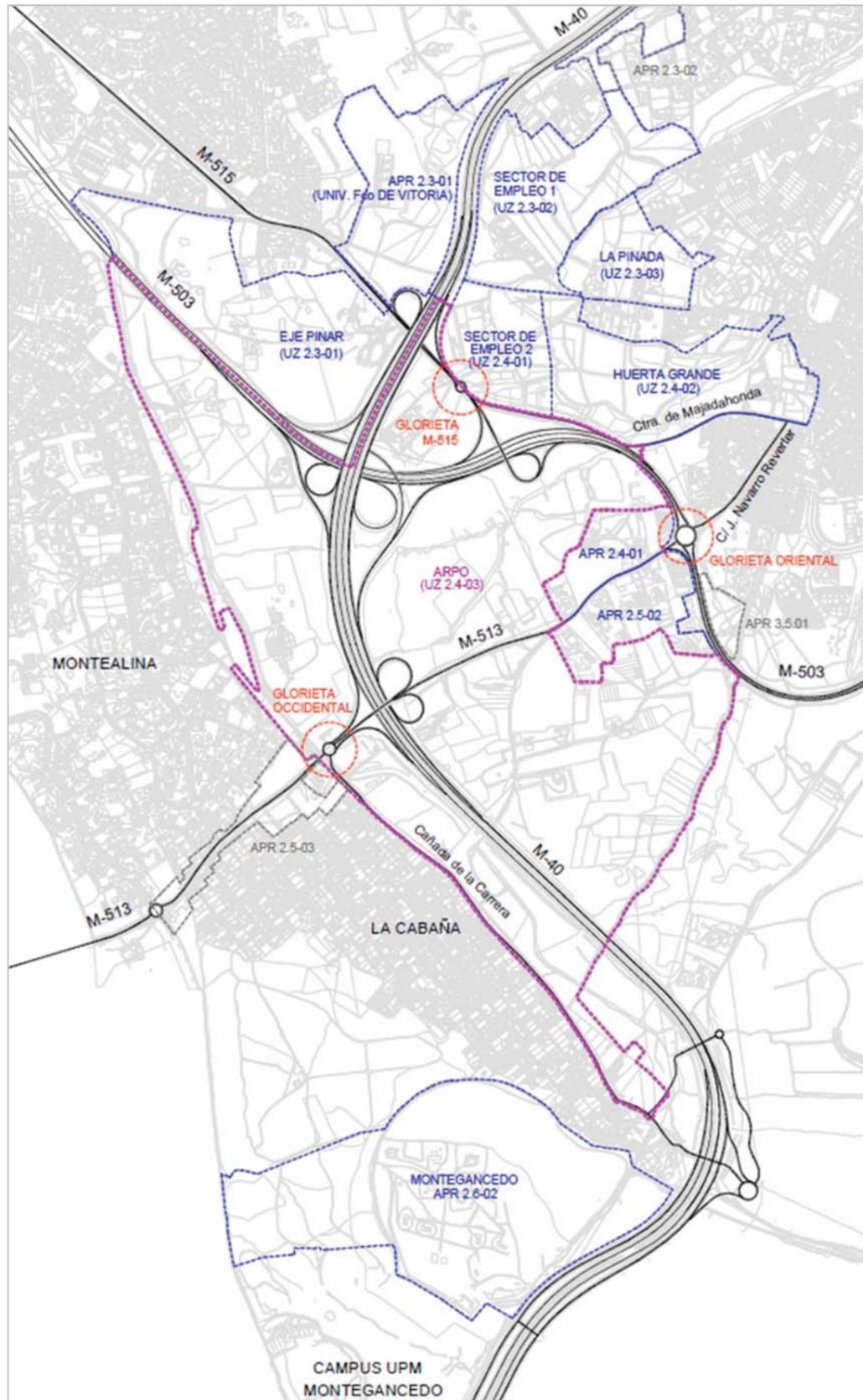


Figura 1. Área de estudio, incluyendo los principales sectores de desarrollo del PGOU de Pozuelo.

4.1. ESTRUCTURA VIARIA

La estructura viaria fundamental del área de estudio incluye elementos de diferente jerarquía y titularidad. Los de interés para este estudio y sus principales características, son (ver anterior figura 1):

- **Autovía de circunvalación M-40:** de titularidad estatal, que recorre el área en dirección Norte-Sur. En el tramo del área de estudio cuenta con un tronco de dos calzadas separadas con 3 carriles por sentido y sendas vías colectoras de 2 carriles por sentido. La velocidad está limitada a 100 km/h en el tronco y a 80 km/h en las vías colectoras.
- **Carretera M-503** (entre la M-500 y Villanueva de la Cañada): de titularidad regional, que atraviesa la zona en dirección Noroeste-Sureste y conecta con varios municipios del oeste de la región, principalmente con el vecino de Majadahonda. En el tramo de estudio cuenta con calzadas separadas de 2 o 3 carriles por sentido y una limitación de velocidad de 100 km/h. Para resolver el enlace con la M-40 y la M-515 dispone de vías de servicio de 1 carril por sentido con limitación a 70 km/h.
- **Carretera M-513** (de Pozuelo de Alarcón a Brunete): también de titularidad regional, que atraviesa la zona en dirección Suroeste-Noroeste, y que permite la comunicación más directa con el vecino municipio de Boadilla del Monte. En el tramo de la zona de estudio cuenta con calzada única de un carril por sentido y una velocidad limitada a 70 km/h.
- **Carretera M-515** (carretera de Majadahonda): vía original de comunicación entre Pozuelo y Majadahonda en torno a la cual se articulan varias urbanizaciones de ambos municipios, como Monteclaro. Pueden distinguirse dos tramos, un primero (aquí identificado como carretera de Majadahonda) desde el casco de Pozuelo Pueblo hasta la glorieta de la que parten los ramales de enlace con la M-40 y la M-503, con un carril de único sentido, y otro desde esta glorieta hacia Majadahonda (aquí identificado como M-515), con un carril por sentido. Ambos tramos están limitados a 50 km/h.
- **Calle José Navarro Reverter:** vía local con acceso a la glorieta de intersección entre la M-503 y la M-513, que comunica con la zona occidental del casco de Pozuelo Pueblo. Con un carril por sentido, limitación a 20 km/h y a 40 km/h y el paso restringido a vehículos pesados (excepto a autobuses).

NUDOS VIARIOS

Los nudos entre las anteriores vías constituyen los elementos de mayor interés para el presente trabajo, al constituir los principales puntos de acceso a ARPO y al ser su capacidad la que condiciona y condicionará el funcionamiento general de la red viaria de la zona de estudio.

Se describen a continuación sus aspectos básicos, completándose su descripción, en cuanto a su funcionamiento actual en el capítulo 5 (apartado 5.3). Las modificaciones previstas en ellos y que dará lugar a su configuración futura se recogen en el capítulo 10.

Nudo entre M-503 y la M-513 (glorieta oriental)

En la actualidad la intersección de ambas vías se resuelve mediante una glorieta convencional (aquí denominada "glorieta oriental") que regula también el intercambio de movimientos con la calle José Navarro Reverter (que comunica con la zona del casco histórico de Pozuelo).

La intersección actual incorpora un carril segregado para los movimientos entre la M-513 en sentido Pozuelo y la M-503 en sentido Madrid, que permite que estos, bastante numerosos, no empleen la glorieta, por lo que resulta de gran utilidad.

Este carril segregado se mantendrá también en el futuro, tras la remodelación del nudo.



Figura 2. Configuración actual del enlace entre la M-513 y la M-503 (glorieta oriental).

Nudo entre la M-513 y la M-40 (glorieta occidental)

En la actualidad el nudo entre ambas vías presenta una configuración particular, de modo que los movimientos de conexión entre ambas vías se resuelven mediante ramales de enlace que, en todos los casos, se ven obligados a utilizar la glorieta situada en el margen occidental de la autovía M-40 (aquí

denominada "glorieta occidental"), que regula además el intercambio de tráfico con la cañada de la Carrera (éste es de baja intensidad en su tramo al sureste de la glorieta y prácticamente nula en su tramo al norte).



Figura 3. Configuración actual del nudo entre la M-513 y la M-40.

Glorieta en la M-515

El tramo inicial de la carretera M-515 resulta de notable importancia en la red viaria de la zona, pues en ella se apoya la conexión "natural" entre la M-503 en dirección Majadahonda y la M-40 en ambos sentidos mediante los correspondientes ramales de enlace. En ella se encuentra también el punto de acceso a la universidad Francisco de Vitoria (en adelante UFV), que constituye un significativo atractor de viajes, especialmente en hora punta de mañana.

En este tramo se sitúa una glorieta de pequeño tamaño, pero imprescindible para permitir también que el tráfico de la M-515 desde Majadahonda pueda cambiar de sentido y emplear los mencionados ramales para acceder a la M-40

Todos los tramos que acceden a la glorieta cuentan con un carril por sentido, pero la propia glorieta cuenta con dos.



Figura 4. Configuración de las conexiones entre M-503, M-515 y M-40.

4.2. TRANSPORTE PÚBLICO Y VEHÍCULO COMPARTIDO

Como se adelantaba anteriormente, el municipio cuenta con una amplia oferta de transporte público que incluye autobuses urbanos e interurbanos, tren de cercanías y metro ligero.

En el caso concreto del área de estudio, la oferta existente más próxima es la siguiente (ver figura 6):

AUTOBUSES URBANOS

- **Línea 1 Pozuelo de Alarcón – Urbanización La Cabaña:** comunica el núcleo de Pozuelo con la urbanización La Cabaña a través del camino de Alarcón y la avenida Juan Antonio Samaranch, con paradas (compartidas también con las líneas 2 y 3) en la Ciudad Deportiva Valle de las Cañas, relativamente alejadas del núcleo de ARPO. Realiza un recorrido interior por la urbanización, con varias paradas a lo largo o muy próximas a la cañada de la Carrera, en el límite suroccidental de ARPO.

AUTOBUSES INTERURBANOS

- **Línea 566 Boadilla del Monte – Pozuelo de Alarcón:** comunica ambas localidades a través de la carretera M-513, con parada al comienzo de la carretera y a la altura de la urbanización La Cabaña (en el tramo interior a ARPO existe actualmente también una parada en sentido Pozuelo, a la altura de la Viña de los Agridulces).

- **Línea 656 A Madrid (Moncloa) – Pozuelo de Alarcón / La Cabaña (por camino de las Huertas):** proveniente de Aravaca, recorre la zona noroccidental de Pozuelo y accede a la urbanización La Cabaña a través de la carretera M-513, realizando un pequeño recorrido por el área central de la urbanización, donde tiene varias paradas, incluyendo la de cabecera.
- **Líneas 561, 561A y 561B Madrid (Aluche) – Pozuelo – Majadahonda – Las Rozas:** estas tres variantes de la línea atraviesan el área de estudio en dirección Este-Oeste (en el límite Norte de ARPO) comunicando la zona meridional del casco histórico de Pozuelo con Monteclaro a través de la M-515, para lo que emplean la carretera de Majadahonda al salir del casco en el recorrido de ida, y la M-503 y la calle José Navarro Reverter en el recorrido de vuelta.
- **Líneas 650 Pozuelo de Alarcón – Hospital - Majadahonda, 657 Madrid (Moncloa) – Pozuelo de Alarcón (Monteclaro), 659 Madrid (Moncloa) – Universidad Fco. De Vitoria – El Pinar del Plantío, N901 Madrid (Moncloa) – Pozuelo – Majadahonda - Madrid y N906 Madrid (Moncloa) – Majadahonda – Pozuelo – Madrid:** que discurren por el área de estudio de forma similar a las señaladas para la línea 561.

METRO LIGERO

Las líneas 2 (Colonia Jardín – Estación de Aravaca) y 3 (Colonia Jardín – Puerta de Boadilla) de Metro Ligero parten de la estación de Colonia Jardín (estación que comparten con la línea 10 de Metro), junto al límite sur-oriental de Pozuelo, siendo la línea 2 la que más se acerca al área de estudio, aunque quedando considerablemente alejada del sector ARPO.

No obstante, en el futuro se prevé la creación de una nueva línea, que desde la línea 2 que recorrería ARPO de Sur a Norte empleando tanto la avenida central del sector como el nuevo viario previsto entre los sectores Huerta Grande, Sector de Empleo I y Sector de Empleo II, para después cruzar bajo la M-40 en dirección Oeste, dando servicio a la UFV y a la urbanización Monteclaro.

TREN DE CERCANÍAS

Pozuelo de Alarcón cuenta con una estación de cercanías, ubicada al Este del casco urbano y, por tanto, considerablemente alejada del área de Estudio. La Estación de El Barrial, situada ya en el término municipal de Madrid, pero muy próxima al límite Norte de Pozuelo, se encuentra aún más alejada.



Figura 5. Red de transportes en la zona de estudio (fuente: Plano de los transportes de Pozuelo de Alarcón. Febrero de 2020. Consorcio Regional de Transportes de Madrid).

OFERTA DE CARSHARING Y CARPOOLING

Algunas zonas de Pozuelo han sido incluidas en el ámbito de operación de varias compañías de vehículo compartido (tanto de coche como moto), en general abarcan la zona sur del casco del municipio, incluyendo el entorno de la estación de Cercanías y la avenida de Europa. Esta zona queda fuera del área de estudio, aunque es de esperar que la oferta se extienda en el futuro, tanto en

número de compañías como en zonas admitidas para acceder y dejar los vehículos, incluyendo otras zonas consolidadas y por consolidar de Pozuelo, en especial las de mayor densidad y de grandes equipamientos dotacionales y terciarios.

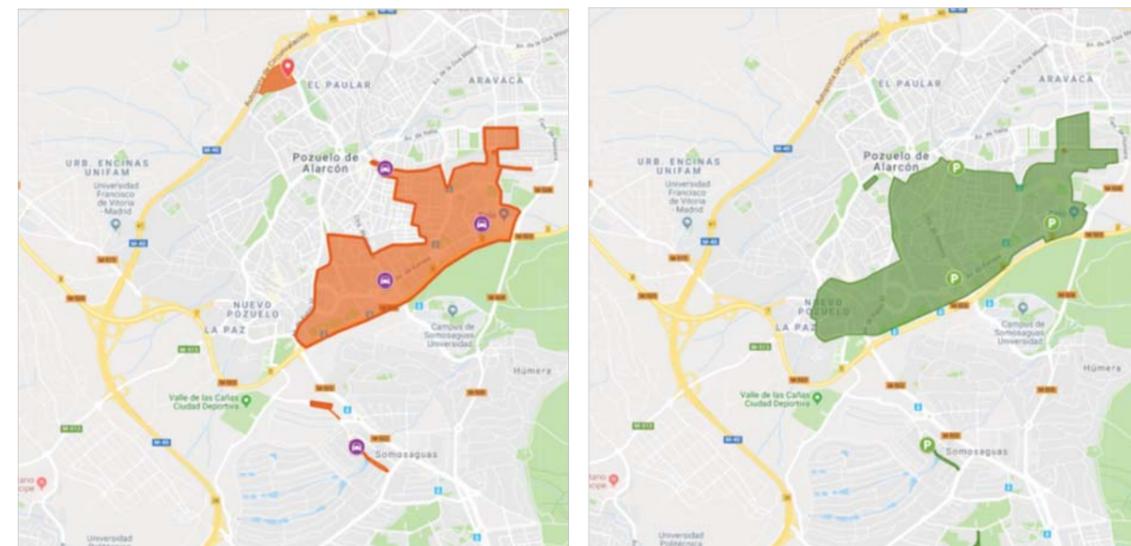


Figura 6. Extensión actual de las áreas habilitadas para coger y dejar vehículos por las compañías de carsharing Wible (izquierda), Zity (derecha)



Figura 7. Extensión actual de las áreas habilitadas para coger y dejar las motocicletas compartidas de Acciona Movilidad.

Por otro lado, la Universidad Francisco de Vitoria (situada en el área de estudio), posibilita a través de la plataforma de *carpooling* Amovens la organización entre los propios estudiantes para compartir coche, fomentando así una movilidad más sostenible para el acceso al campus.

5. SITUACIÓN ACTUAL DEL TRÁFICO

Se describe a continuación el funcionamiento actual del tráfico según las intensidades de circulación existentes, prestando especial atención al origen de la carga de tráfico de la M-513 en el tramo de ARPO (según análisis de informes previos) y obteniendo el nivel de servicio de las intersecciones de acuerdo al modelo de tráfico que se ha elaborado para reproducir la situación actual en hora punta de mañana.

Como **fuentes oficiales** de información se han empleado los datos de IMD y evolución horaria publicados por el Ministerio de Fomento (Mapa de Tráfico 2018) y por la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid (Dosier de IMD 2018).

Esta información se ha contrastado y ampliado con **trabajo de campo** realizado por TMA con diversas visitas al área en diferentes días laborables entre los meses de abril y junio de 2019, en enero y febrero de 2020 y en marzo de 2021, en los que se ha profundizado en el conocimiento del funcionamiento del tráfico en la zona, incluyendo la realización de aforos mediante tres procedimientos para obtener tanto las intensidades de circulación en tramos y enlaces viarios como en las intersecciones:

1. Aforos manuales directos en campo.
2. Filmación a nivel del suelo en campo y aforo manual en gabinete.
3. Filmación aérea mediante dron y análisis³ de movimientos.

La filmación aérea se ha efectuado sobre dos nudos: entre la M-513 y la M-40 (glorieta occidental, que constituye uno de las conexiones de mayor interés, como se ha visto) y entre la M-40 y la M-503. Este último, aunque no constituye un nudo conflictivo al resolverse con ramales de enlace de elevada capacidad, resulta de interés para conocer mejor las relaciones entre ambas vías. Este tipo de filmación se ve limitada técnicamente en tiempo, por lo que se ha optado por hacer un muestreo constituido por dos muestras alternas de 15 minutos en cada nudo dentro de la hora punta de la mañana de un día laborable, en cada nudo.

³ Se ha realizado un análisis de tipo muestreo, dejando para una eventual etapa posterior un análisis completo mediante *software* de análisis de tráfico automatizado.

Para la realización de las filmaciones aéreas se han solicitado y obtenido las necesarias autorizaciones por parte de la autoridad aeronáutica. La figura 7 muestra los encuadres de trabajo en los vuelos efectuados.

Puede verse un ejemplo del resultado en el siguiente enlace <https://youtu.be/QX3YKyxJOs>.



Figura 8. Encuadres de la filmación aérea mediante dron en los nudos entre la M-40 y la M-513 (arriba) y entre la M-40 y la M-503 (abajo).

Por último, también se ha empleado información proveniente de otros estudios de tráfico del entorno, como ha sucedido en el caso de la carretera M-515, donde se han consultado los aforos y otros datos

contenidos en el estudio⁴ elaborado para el Plan Parcial que recoge la ampliación de la Universidad Francisco de Vitoria. También de los aforos y análisis efectuados por el mismo equipo redactor del presente trabajo para estudios de tráfico centrados en otros sectores de suelo urbanizable de la zona⁵.

Los resultados del conjunto de todas las fuentes de información se han analizado para:

- Determinar la hora punta general del área de estudio.
- Combinarlos, buscando la mayor coherencia posible entre sí y calibrar con ellos el modelo de la situación actual, a partir del cual se pueden construir los escenarios futuros y estudiar el funcionamiento de la red en su conjunto o de cualquier elemento particular.

En marzo de 2021 se ha llevado a cabo una nueva campaña de aforos de tráfico de la M-515 entre la glorieta de la M-515 y la carretera de Majadahonda, que completan los aforos anteriormente realizados y permiten calibrar el modelo realizado.

5.1. HORA PUNTA GENERAL

Tras el análisis conjunto de la información de la zona para los diferentes periodos horarios se ha concluido que la hora punta absoluta, en la que tienen lugar las mayores demandas y surgen más y mayores conflictos relevantes en el conjunto de la zona, se corresponde con el periodo punta de mañana, que tiene lugar entre las 8:00 y las 10:00 y, más concretamente, entre las 8:00 y las 9:00 h.

Durante la tarde se producen también situaciones conflictivas en algunos puntos de interés, pero de modo menos acusado al ser las demandas algo inferiores. En esta franja, la hora punta se produce globalmente entre las 18:00 y las 19:00 horas.

Por ello, es de esperar que las actuaciones ya previstas para solucionar los problemas existentes en hora punta de mañana, así como aquellas que se planteen para resolver conflictos futuros, resultarán igual o más eficaces en la hora punta de tarde.

Merece la pena comentar el caso particular de la universidad Francisco de Vitoria, situada en el área de estudio, donde la hora punta de entradas se produce en el periodo de mañana (entre las 8 y las 10). Entre las 14 y las 15 horas tiene lugar una nueva punta, esta vez con salidas y entradas equilibradas que, en conjunto, suponen una intensidad similar a las entradas en hora punta de mañana. Las salidas en hora punta de tarde son más escalonadas (información extraída del ya citado estudio de Deloitte).

⁴ Estudio de tráfico de la nueva ordenación en los alrededores del campus universitario Francisco de Vitoria. Estudio de accesos. Deloitte. Diciembre de 2005.

⁵ Plan Parcial del sector UZ 2.3-02 "Nuevo Sector de Empleo I" del PGOU de Pozuelo de Alarcón (Madrid). Abril de 2020.

5.2. INTENSIDADES DE CIRCULACIÓN

Combinando los datos obtenidos de todas las fuentes de información disponibles las intensidades diarias y en horas punta de las vías que permiten la entrada y salida al área de estudio en los puntos de acceso a la misma serían las siguientes (ordenadas desde el Norte, en sentido horario):

Sentido	M-40 Norte	Ctra. Majadahonda	J.N. Reverter	M-503 Este	M-511	M-40 Sur	M-501	M-513 Oeste	M-503 Oeste	M-515 Oeste
PK	43,5	-	-	5,3	2,2	35,43	1,99	1,77	8,7	-
Entrada	70.963	6.200	4.900	29.842	21.520	66.699	41.425	12.259	57.212	10.078
Salida	64.397	-	6.575	30.076	25.927	61.678	41.425	13.692	57.892	7.796

Tabla 3. Principales Intensidades diarias (IMD) en los sentidos de entrada y salida al área de estudio.

Sentido	M-40 Norte	Ctra. Majadahonda	J.N. Reverter	M-503 Este	M-511	M-40 Sur	M-501	M-513 Oeste	M-503 Oeste	M-515 Oeste
PK	43,5	-	-	5,3	2,2	35,43	1,99	1,77	8,7	-
Entrada	5.961	496	392	2.750	1.468	6.445	2.826	1.083	3.833	802
Salida	5.345	-	566	2.556	3.039	3.750	4.855	789	3.900	918

Tabla 4. Principales intensidades en hora punta de mañana (IMHPM) en los sentidos de entrada y salida al área de estudio.

Sentido	M-40 Norte	Ctra. Majadahonda	J.N. Reverter	M-503 Este	M-511	M-40 Sur	M-501	M-513 Oeste	M-503 Oeste	M-515 Oeste
PK	43,5	-	-	5,3	2,2	35,43	1,99	1,77	8,7	-
Entrada	5.400	419	281	2.089	1.595	4.669	3.071	811	4.577	785
Salida	6.053	-	700	2.264	1.389	5.526	2.219	1.039	4.339	398

Tabla 5. Principales intensidades en hora punta de tarde (IMHPT) en los sentidos de entrada y salida al área de estudio.

Teniendo en cuenta diversas fuentes⁶, la capacidad teórica de estas vías puede estimarse entre 2.200 y 2.300 veh/h/carril para el caso de las carreteras de calzadas separadas (M-40 y M-503), del orden de 1.400 veh/h/carril en las carreteras convencionales (M-513 y M-515) y de 1.000 veh/h/carril en las vías de carácter más urbano (calle José Navarro Reverter y carretera de Majadahonda).

⁶ Manual de Capacidad de Carreteras. Versión española de la obra "Highway Capacity Manual", Informe especial N° 209 del Transportation Research Board, National Academy of Sciences, de los Estados Unidos de América, en su edición presentada en la Reunión del TRB, en Washington, en enero de 1995.

Ingeniería de Carreteras. Volumen I. Carlos Kraemer. José María Pardillo, Sandro Rocci, Manuel G. Romana.

Instrucción de Vía Pública (IVP) del Ayuntamiento de Madrid. Diciembre de 2000.

Guía de nudos viarios contenida en la Orden Circular 32/2012 de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

De este modo, ninguna de las vías anteriores presentaría deficiencias de capacidad teórica en hora punta frente a las intensidades máximas que soporta, en todos los casos superior a la demanda actual de los tramos:

- M-40 Sur (3 carriles por sentido): 6.900 veh/h > 6.445 veh/h.
- Ctra de Majadahonda y (1 carril): 1.000 veh/h/carril > 496 veh/h.
- C/ José Navarro reverter (1 carril): 1.000 veh/h/carril > 566 veh/h.
- M-503 Este (2 carriles): 4.600 veh/h > 2.750 veh/h.
- M-503 Oeste (3 carriles): 6.600 veh/h > 4.577 veh/h.
- M-513 (1 carril): 1.400 veh/h > 1.083 veh/h.
- M-515 (1 carril): 1.400 veh/h > 918 veh/h.

Por tanto, los conflictos que presentan estas vías en hora punta, y que se describen en el apartado siguiente, se deben a problemas de capacidad en los nudos, y no en su sección, como es habitual.

INTENSIDADES DE CIRCULACIÓN EN EL CONJUNTO DE LA RED

A partir del tráfico en los puntos de acceso al área de estudio y empleando como elemento de calibración las intensidades aforadas en otros tramos viarios y enlaces, se ha elaborado y ajustado una matriz origen-destino de viajes entre dichos puntos de acceso, interpretándolos como macrozonas productoras de tráfico trasladables a un modelo de tráfico preoperacional que realiza su asignación a la red del área en su configuración actual.

Como resultado de este modelo calibrado se han obtenido los planos con el conjunto de intensidades en horas punta de mañana y tarde correspondientes a la situación actual, que se recogen en el anexo III.

5.3. FUNCIONAMIENTO Y NIVEL DE SERVICIO DE LAS INTERSECCIONES

Se analiza en este apartado el funcionamiento de las principales intersecciones que, como se ha mencionado con anterioridad, son las que condicionan la calidad de servicio de la red actual, en casi todos los casos con niveles ya deficientes, y las que se soportarán en el futuro las principales conexiones de ARPO con dicha red.

Para este análisis se ha empleado como indicador el Nivel de Servicio, siendo éste una estimación cualitativa de las condiciones de circulación que tiene en cuenta varios factores (velocidad, tiempo de recorrido, etc.). La manera de combinar estos factores depende del tipo de elemento viario.

El modelo informático calibrado de la situación actual se ha empleado para caracterizar tanto las intensidades de tráfico en cada uno de los accesos como el volumen de movimientos entre éstos, a partir de los cuales se ha calculado el respectivo nivel de servicio.

Las intersecciones estudiadas incluyen las 3 fundamentales en la actualidad: glorieta de conexión entre la M-503 y la M-513 (glorieta oriental), conexión entre la M-40 y la M-513 (glorieta occidental) y glorieta de la carretera M-515 (empleada para la conexión con la M-40 al Norte de la zona de estudio).

En los tres casos, antes de la obtención del nivel de servicio se realiza un análisis cualitativo en el que se identifican las causas de los conflictos detectados.

La metodología empleada para el cálculo del nivel de servicio en las glorietas se describe en el anexo II.

NUDO ENTRE LA M-513 Y LA M-503 (GLORIETA ORIENTAL)

Los accesos de mayor demanda en hora punta son los correspondientes a los de la M-503, tanto en sentido Norte como en sentido Sur. La mayor parte de estos vehículos pretende continuar en la misma carretera, convirtiéndose en movimientos prioritarios dentro de la intersección, al que deberá cederle el paso todo el tráfico proveniente de la M-513, tanto en sentido Pozuelo como en sentido Boadilla. Por este motivo fue elaborado y aprobado el proyecto para deprimir el tronco de la M-503, lo que evitará que la mayor parte del tráfico que continúa en la misma dirección utilice la glorieta (el análisis correspondiente se realiza en el capítulo dedicado a la red futura). A la fecha de redacción de esta memoria (marzo de 2021), los trabajos de remodelación de esta glorieta ya han sido iniciados.

Este cambio de configuración se ha incorporado al esquema de red de los escenarios futuros, añadiendo aquellas actuaciones necesarias para proporcionar a la modificación un funcionamiento realmente eficaz y que fueron señaladas como tales en los estudios anteriores estudios de tráfico (consistentes, como se verá, en permitir la transferencia de tráfico entre el tronco y las vías laterales de la M-503, permitiendo que el tráfico intercambiado con la M-40 y la M- 503 pueda evitar el paso por la glorieta).

De acuerdo a la metodología empleada (ver anexo II) los accesos a la glorieta de conexión entre la M-503 y la M-513 mostraban hasta ahora un mal nivel de servicio (NS F), siendo menos acusada la mala calidad del servicio en el caso del acceso desde la M-513 (NS D y NS E).

La inmensa mayoría del numeroso tráfico que accede a la glorieta desde el Sur continúa por la misma carretera o gira a la izquierda para tomar la M-513, afectando en su conjunto al acceso (con tráfico mucho más moderado) desde José Navarro Reverter. El giro a la izquierda, con una intensidad notable, da lugar a un conflicto con el intenso tráfico que accede desde el Norte, formándose colas muy significativas.

La mayor parte del tráfico proveniente de la M-513 en dirección Pozuelo utiliza el carril segregado para dirigirse a la M-503 en dirección Madrid, evitando la glorieta. Sin embargo, lo muchos menos numerosos vehículos que acceden desde este lado de la glorieta deben detenerse ante el intenso tráfico compuesto casi íntegramente por el que la atraviesa por la M-503 en dirección Norte-Sur, acumulando también una demora elevada.

Hora punta de mañana / hora punta de tarde



Acceso a la glorieta	Nivel de Servicio	
	HPM	HPT
C/ José Navarro Reverter	F	F
M-503 sentido Norte	F	F
M-513 sentido Pozuelo	D	E
M-503 sentido Sur	F	F

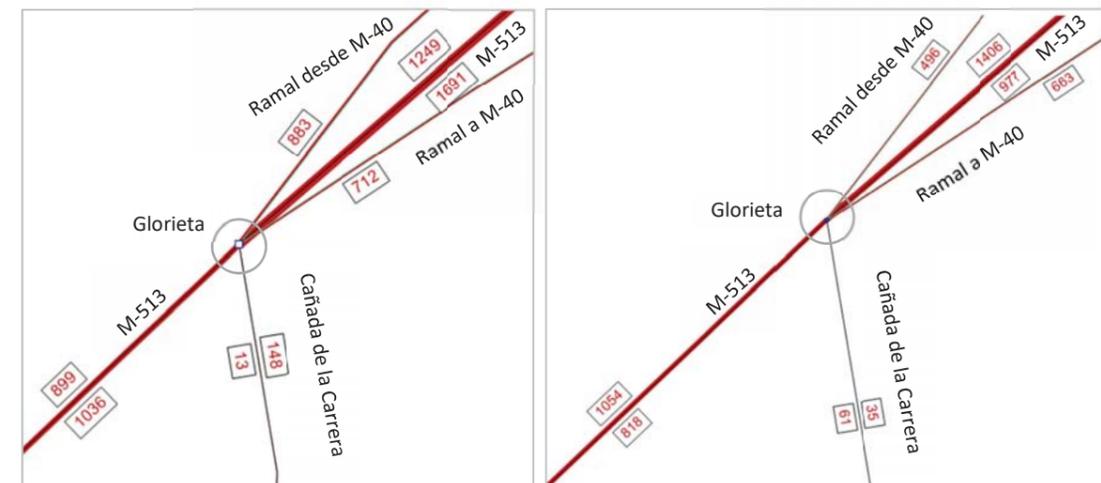
Figura 9. Esquema de la glorieta de conexión entre la M-513 y la M-503 y tabla con los niveles de servicio actuales de los accesos a la glorieta.

NUDO ENTRE LA M-513 Y LA M-40 (GLORIETA OCCIDENTAL)

La desequilibrada configuración actual de la glorieta occidental, con el paso de todos los movimientos de enlace por ésta, supone que el numeroso tráfico procedente de Boadilla del Monte por la M-513 deba ceder el paso al también muy numeroso tráfico que utiliza la glorieta para cambiar de sentido en los movimientos de conexión entre esta vía y la M-40, lo que disminuye la capacidad del acceso hasta ser claramente insuficiente, dando lugar a demoras y colas significativas, principalmente en hora punta de mañana.

En los momentos puntuales de mayor carga dentro de las horas punta también se evidencian problemas en el acceso a la glorieta desde el Este (tráfico proveniente de Pozuelo y de salida de la M-40 sentido Norte hacia la M-513 sentido Oeste).

Hora punta de mañana / hora punta de tarde



Acceso a la glorieta	Nivel de Servicio	
	HPM	HPT
M-513 sentido Pozuelo	F	F
Cañada de la Carrera sentido Norte	F	B
M-513 sentido Boadilla	F	F
Ramal desde la vía lateral de la M-40 sentido Sur	F	C

Figura 10. Esquema de la glorieta de conexión entre la M-513 y la M-40 y tabla con los niveles de servicio actuales de los accesos a la glorieta.

Los resultados muestran que los accesos desde la M-513 a la glorieta en ambos sentidos ofrecen un mal nivel de servicio (NS F) en ambas horas punta, siendo aceptablemente bueno (NS B y C) para los accesos desde la carretera Cañada de la Carrera y desde la vía lateral de la M-40 hacia la M-513 respectivamente.

La remodelación de este nudo, ya sea en la versión inicialmente planteada por la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras de la CAM u otra de menor calado como la que se propone en este estudio, debe permitir que los movimientos de enlace entre la M-513 y la M-40 eviten su paso por la glorieta, al menos para tomar la M-513 en dirección Pozuelo (los que requieren el cambio de sentido).

CONEXIÓN ENTRE LA M-515, LA M-503 Y LA M-40

La mayor parte del tráfico que utiliza esta conexión y que proviene de la M-503 en ambos sentidos, desea dirigirse hacia la M-515 sentido Norte o hacia los ramales que permiten acceder a la M-40.

El acceso de mayor intensidad corresponde al tráfico proveniente de la M-515 desde el Sur en sentido Norte, constituido por los vehículos que:

- Desde la M-503 sentido Pozuelo, se dirigen a Monteclaro y a la UFV, empleando el ramal destinado para ello desde la vía lateral de la M-503.
- Desde la M-503 sentido Majadahonda o desde Pozuelo Pueblo emplean la salida existente en el tronco de la carretera a la vía lateral o la carretera de Majadahonda para dirigirse para dirigirse hacia la M-40 o continuar por la M-515 (Monteclaro y UFV).

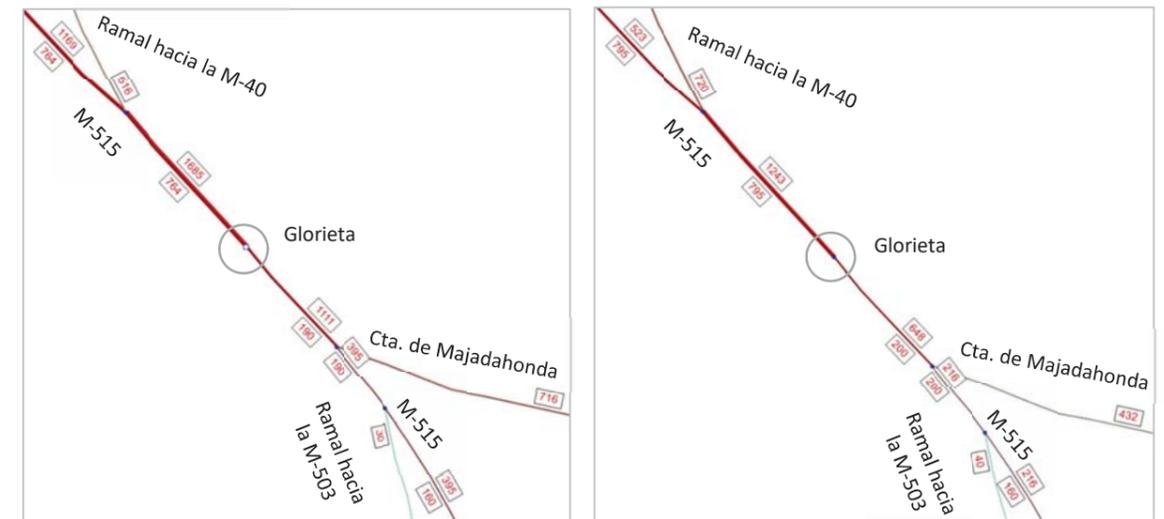
Ambos tráficos confluyen antes de entrar a la glorieta en una intersección regulada mediante STOP en la que tiene prioridad el primero de ellos, lo que en hora punta de mañana origina colas puntuales, pero notables, que pueden prolongarse hasta el pequeño tramo de trenzado entre el tráfico de la carretera de Majadahonda y la vía lateral de la M-503 en sentido Majadahonda, en el que a su vez tiene prioridad el segundo (ver anterior figura 4).

De acuerdo a los resultados obtenidos, el acceso desde la M-515 en sentido Norte presenta un mal nivel de servicio malo (NS F) en hora punta de mañana, siendo bueno para el acceso en sentido Sur (NS B). Esto se debe a que el intenso tráfico que accede a la glorieta en dirección Norte no solo es más intenso que el que accede en sentido Sur, sino que debe cederle a la mayor parte de éste, que cambia de sentido en la glorieta para tomar después los enlaces con lo M-40.

En hora punta de tarde no se observan estos problemas, al ser el tráfico desde el Sur apreciablemente más bajo.

La configuración de esta conexión, incluyendo el diámetro y el número carriles de la glorieta, se verá modificada en el futuro, dando lugar a una mayor capacidad en los accesos (ver descripción más detallada en el capítulo dedicado a la red futura).

Hora punta de mañana / hora punta de tarde



Acceso a la glorieta	Nivel de Servicio	
	HPM	HPT
M-515 sentido Sur	B	B
M-515 sentido Norte	F	B

Figura 11. Esquema de la glorieta de la M-515 y niveles de servicio actuales de los accesos a la glorieta.

5.4. CANALIZACIÓN DE TRÁFICO AJENO POR LA M-513

Tal y como se identificaba y analizaba en detalle en los estudios precedentes, en la actualidad existe una notable sobrecarga de tráfico en el tramo de la M-513 interior a ARPO y que resulta ser tanto causa como consecuencia de los conflictos existentes.

Esta situación puede sintetizarse del siguiente modo:

- Debido a la menor longitud del itinerario y a los problemas detectados en el acceso a la glorieta de la M-515 en sentido Norte (la cual permite la conexión con la M-40 en ambos sentidos), la M-513 se usa como alternativa preferente entre la M-503 en sentido Majadahonda y la M-40 en sentido Sur, cargándola en sentido Oeste y contribuyendo a causar los problemas de capacidad existentes en los otros nudos (glorietas oriental y occidental), donde se convierte en tráfico giratorio que reduce la capacidad de los accesos en sentido Pozuelo/ Madrid.
- Los problemas de capacidad en el acceso desde la M-503 en sentido Sur a la glorieta oriental provocan que parte del tráfico de la M-40 en ambos sentidos hacia la M-503 sentido Madrid, e incluso de la propia M-503, busquen una ruta alternativa a la "natural". Esta ruta se apoya en la glorieta occidental, donde se convierte en tráfico giratorio al que debe ceder el paso el

acceso desde Boadilla, y en la M-513, donde se convierte en carga adicional en sentido Este. Esta alternativa resulta muy favorable al aprovechar también la presencia del carril segregado existente en la M-513, previo a la glorieta oriental. Este carril segregado se mantendrá en el futuro, tras la remodelación del nudo, ya en obras.

Los esquemas recogidos a continuación muestran estos recorridos alternativos que dan lugar a la carga de la M-513 y del nudo entre esta vía y la M-40 con tráfico ajeno, motivados por los problemas de capacidad descritos. El tráfico que accede desde la M-513 hacia la M-40 en sentido Norte o Sur podrá realizar los movimientos con la configuración nueva del nudo, aligerando la intensidad de tráfico sobre la glorieta.

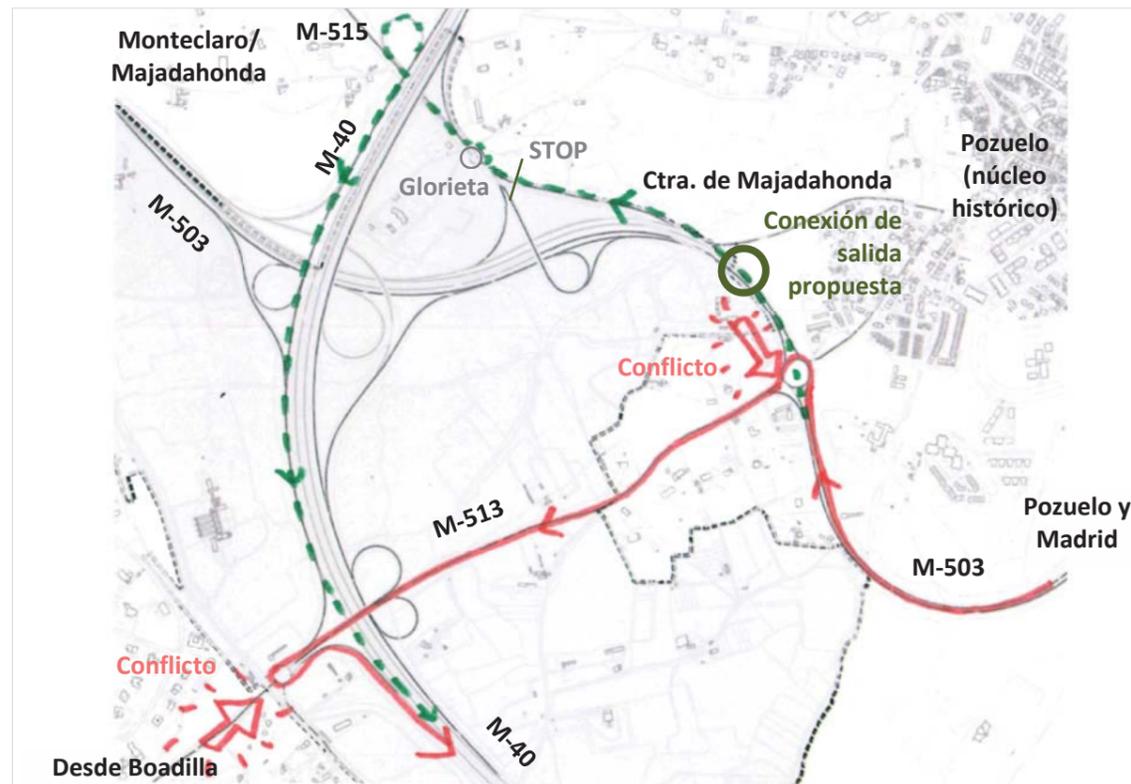


Figura 12. Tráfico ajeno canalizado por la M-513 en sentido oeste entre la M-503 sentido Majadahonda y la M-40 sentido sur (rojo) frente al recorrido propio de enlace entre ellas (verde).

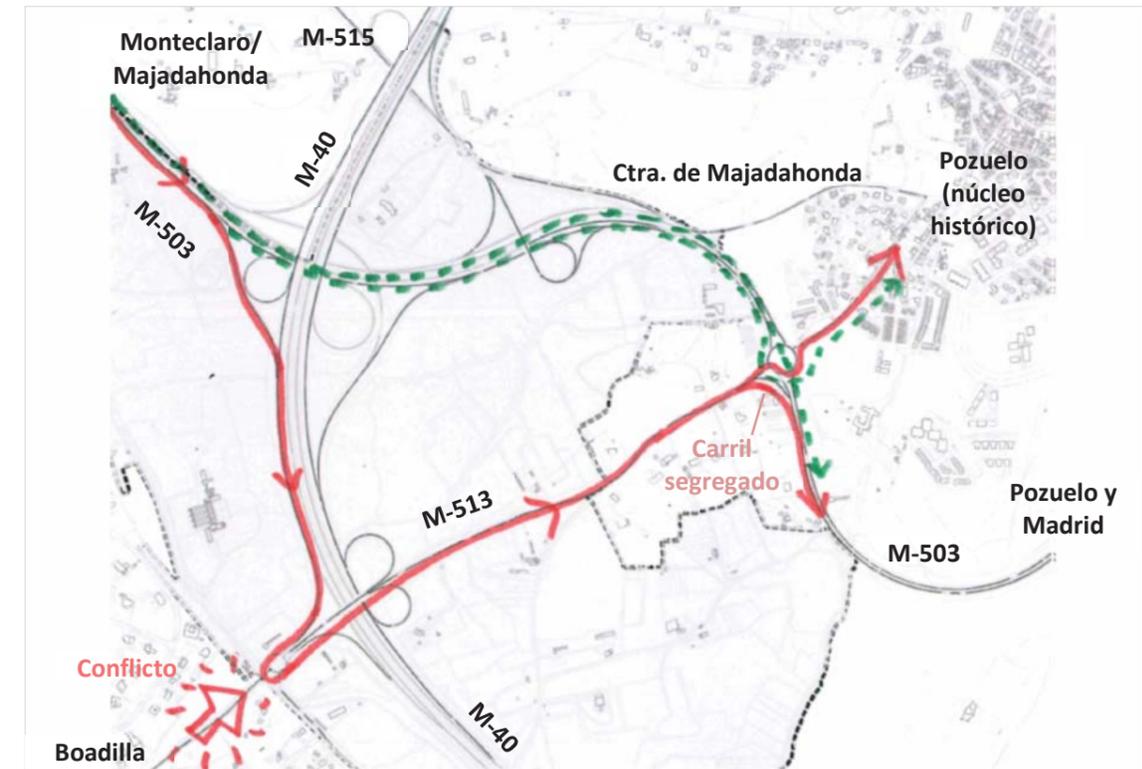


Figura 13. Esquemas del tráfico ajeno que puede canalizar la M-513 en sentido este en hora punta con origen en la M-503 sentido Madrid frente al recorrido natural (verde).

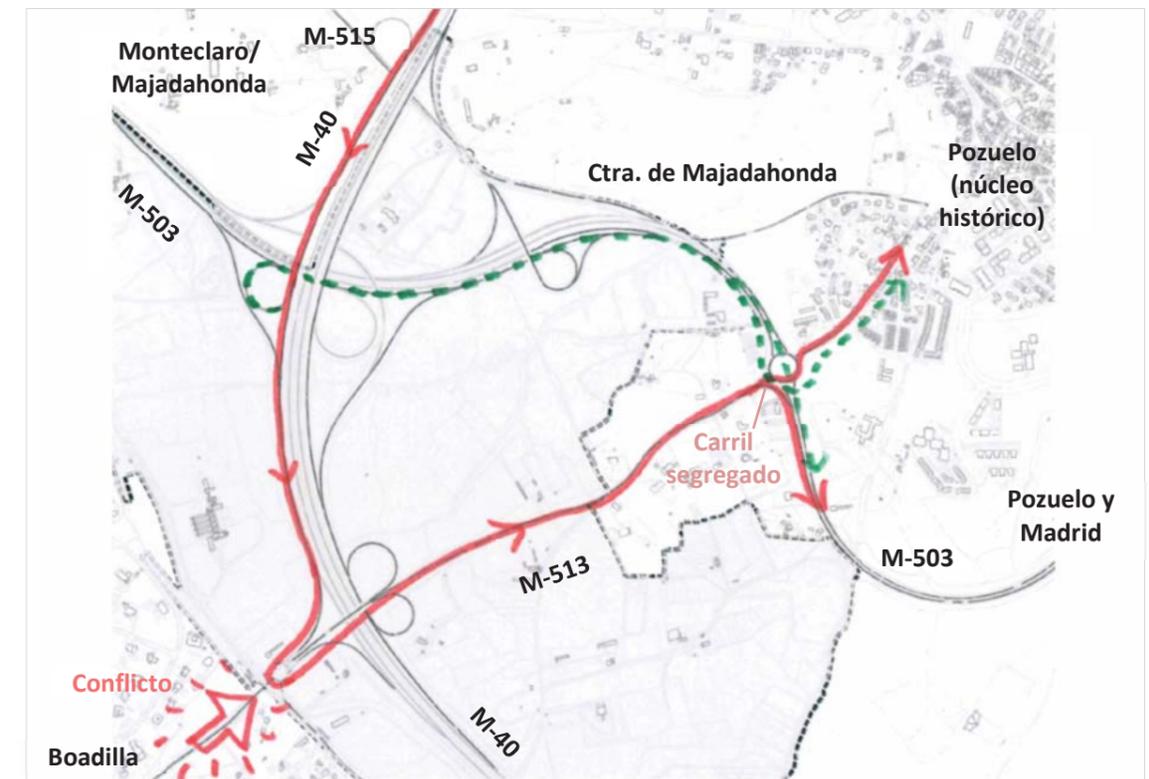


Figura 14. Esquemas del tráfico ajeno que puede canalizar la M-513 en sentido este en hora punta con origen en la M-40 sentido sur (rojo), frente al recorrido natural (verde).

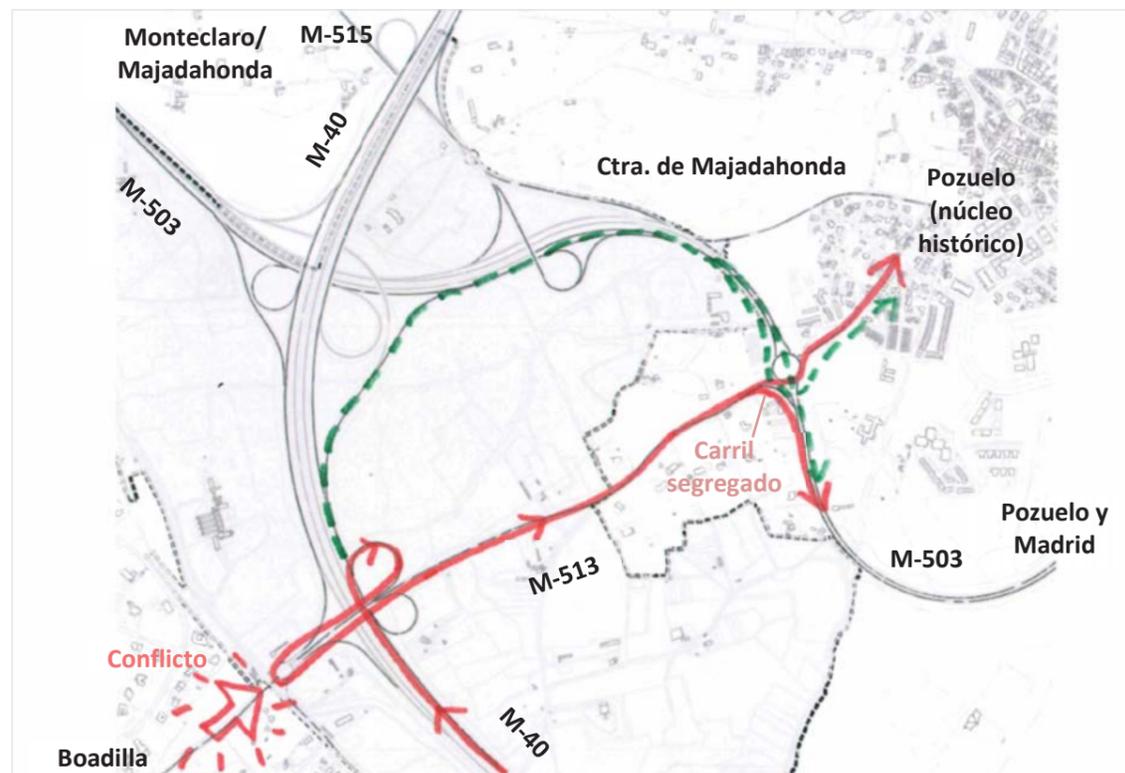


Figura 15. Tráfico ajeno que puede canalizar la M-513 en sentido este en hora punta con origen en la M-40 sentido norte (rojo), frente al recorrido natural (verde).

COMPROBACIÓN MEDIANTE AFOROS

La existencia de las anteriores componentes en el tráfico canalizado por la M-513 se ha podido comprobar a partir de las filmaciones aéreas realizadas en el trabajo de campo de los estudios de tráfico precedentes (descritas al principio de este capítulo).

Para la presente actualización del estudio no han podido plantearse nuevos aforos en campo con los que corroborar este u otro tipo de aspectos relativos al comportamiento del tráfico, pues ha sido desarrollado entre marzo y junio de 2020, coincidiendo con la situación alterada de las condiciones del tráfico derivadas de la aplicación de medidas de restricción de la movilidad impuestas por el gobierno frente a la expansión de la pandemia del COVID-19.

6. PRODUCCIÓN DE NUEVO TRÁFICO

Se recogen a continuación las hipótesis finalmente empleadas en la estimación del tráfico producido por los principales sectores de crecimiento al Oeste de Pozuelo, y que incluyen las relativas al grado de desarrollo según diferentes horizontes temporales, la ocupación y entrada en carga de los diferentes usos urbanísticos, índices de producción de tráfico, horas punta y delimitación de áreas productoras.

Por último se recoge una tabla con el total del tráfico diario y en hora punta obtenido por las zonas productoras tras la aplicación del conjunto de hipótesis de producción.

6.1. HORIZONTES TEMPORALES DE DESARROLLO

Los horizontes temporales de desarrollo para la zona de estudio fueron planteados ya en trabajos anteriores junto con el equipo de planeamiento encargado de la coordinación y representación ante el municipio de los promotores de los sectores urbanísticos implicados, así como de la redacción de gran parte de su planeamiento de desarrollo (GPA Arquitectos).

En ellos se han estimado los porcentajes de ocupación y entrada en carga que tendrían cada uno de los usos urbanos generadores de tráfico planteados en los grandes sectores del PGOU al oeste de Pozuelo, la mayor parte de los cuales cuentan ya con aprobación definitiva de su planeamiento de desarrollo.

En cada horizonte, la producción de nuevos desplazamientos en estos sectores será proporcional a los porcentajes estimados para la ocupación y entrada en carga.

El primero de ellos se establece para el año 2025, tres años después de la finalización de las obras de urbanización del conjunto de los nuevos sectores, estimada para el año 2022 (una vez finalice la construcción del colector y la subestación eléctrica que darán servicio al conjunto).

De este modo, los horizontes y porcentajes de desarrollo considerados han sido:

Sector	Uso	Horizonte		
		2025	2035	2040
UZ 2.3-03 La Pinada	R. Unifamiliar	100%	100%	100%
UZ 2.4-02 Huerta Grande	R. Colectiva libre	100%	100%	100%
	R. Colectiva protección	50%	75%	100%
	R. Baja densidad	100%	100%	100%
UZ 2.4-03 ARPO APR 2.4-01 Carretera de Boadilla Norte APR 2.5-02 Carretera de Boadilla Sur	R. Unifamiliar	0%	50%	100%
	R. Colectiva libre	50%	100%	100%
	R. Colectiva protección	50%	75%	100%
	R. Baja densidad	25%	100%	100%
Eje Pinar	R. Baja densidad	50%	100%	100%
Todos	Terciario/equipamiento	25%	75%	90%

Tabla 6. Hipótesis de porcentaje de ocupación y entrada en carga según uso y sector

6.2. REDUCCIÓN ASOCIADA A LA EDIFICABILIDAD VACANTE

Se mantiene también respecto a los estudios precedentes el mismo porcentaje de reducción de viajes propuesto para los usos residenciales, vinculado a la edificabilidad vacante esperada y a la bolsa residual permanente de viviendas no ocupadas:

Uso	Reducción por edificabilidad vacante y viviendas vacías
R. Unifamiliar	30%
R. Colectiva libre	15%
R. Colectiva protección	15%
R. Baja densidad	20%

Tabla 7. Reducción por edificabilidad vacante y viviendas vacías

En usos terciarios y dotacionales la existencia de edificabilidad vacante ha sido tenida en cuenta directamente en la hipótesis de ocupación y entrada en carga (ver tabla 6, donde se observa que en estos usos no se alcanza el 100% en el horizonte de total desarrollo).

6.3. ÍNDICES DE PRODUCCIÓN DE TRÁFICO

Los índices de producción de tráfico se han revisado y actualizado respecto a los utilizados en estudios anteriores, con especial incidencia en el asociado al uso residencial, donde se han aplicado ahora los recogidos por la EDM 2018 para el caso concreto de Pozuelo de Alarcón.

- En usos residenciales: 3,38 viajes de vehículo privado por hogar (dos sentidos, entradas más salidas), resultado de considerar 6,93 viajes diarios en todos los modos, un 62% de uso del vehículo privado y una ocupación media de 1,27 personas por vehículo (datos de la EDM 2018 para Pozuelo).
 - Uso terciario no comercial: 4,9 viajes diarios cada 100 m².
 - Uso terciario comercial: 24,4 viajes diarios cada 100 m².
 - Uso dotacional/equipamiento: 9,8 viajes diarios por cada 100 m².
 - Uso industrial y de actividades productivas: 2,4 viajes diarios por cada 100 m².
- En el caso concreto de la Universidad Francisco de Vitoria, se ha utilizado un coeficiente específico basado en los datos del estudio de tráfico elaborado en 2015 por la consultora Deloitte: 14 viajes diarios por cada 100 m². Este mismo factor se ha aplicado al área consolidada correspondiente al Campus de Montegancedo de la UPM, incluida como zona productora en la actual revisión del estudio, al tratarse del mismo uso en unas condiciones de accesibilidad y ubicación similares.

6.4. HORAS PUNTA

Se han revisado los porcentajes de producción de tráfico de entrada y salida en hora punta de mañana respecto a los empleados en estudios anteriores, y se han incluido los correspondientes a la hora punta de tarde, que también se estudia ahora. Como punta de partida para la revisión se han tenido en cuenta los resultados de la EDM 2018 para el caso concreto de Pozuelo de Alarcón, considerando la hora de inicio o finalización de los viajes de los principales motivos asociables a los distintos usos.

No obstante, como parte de la hipótesis de trabajo se ha estimado oportuno introducir una cierta moderación de cara a los escenarios futuros, al menos en la hora punta de mañana y para aquellos usos asociados a la movilidad obligada por motivo de trabajo (salidas del uso residencial en HPM y entradas al uso terciario no comercial en HPT). Se trata con ello de recoger la tendencia hacia la flexibilización de la jornada laboral, cada vez más marcada y necesaria, no sólo por motivos medioambientales (contaminación atmosférica y acústica), sino también económicos (tiempo y productividad) y socio-familiares (conciliación).

En cuanto al caso concreto de la UFV, los porcentajes de hora punta se han obtenido de los estudios de tráfico de su Plan Parcial y aplicado también al área productora consolidada correspondiente al Campus de Montegancedo de la UPM.

De este modo, los porcentajes de hora punta finalmente considerados han sido los siguientes:

Uso	HPM		HPT	
	Salidas	Entradas	Salidas	Entradas
Residencial	20%	2%	6%	10%
Terciario comercial	1%	8%	9%	13%
Terciario no comercial e industrial	1%	20%	15%	2%
Dotacional	1%	15%	5%	3%
UFV	2%	16%	8%	4%

Tabla 8. Porcentaje de generación en hora punta según uso

6.5. NUEVAS ZONAS PRODUCTORAS DE TRÁFICO

Se han considerado **57 zonas productoras de nuevo tráfico**, frente a las 23 empleadas en los estudios precedentes, aumentado notablemente con ello la complejidad y precisión del modelo. Han sido las siguientes:

- **25 zonas** (Z2 A Z26) correspondientes al núcleo de ARPO (entre la M-503 y la M-40) y **8 zonas** adicionales en los sectores APR 2.4-01 Carretera de Boadilla Norte (zonas CBN-1 a CBN-3) y APR 2.5-02 Carretera de Boadilla Sur (zonas CBS-1 A CBS-5), íntimamente vinculados al núcleo de ARPO (34 zonas en total).

- **11 zonas** de ARPO exteriores al núcleo, una correspondiente a la manzana comercial delimitada por la M-40, la M-503 y la M-515 (Z1) y otras 10 (Z27 a Z36) definidas en los usos residencial al Oeste de la M-40 (ampliaciones de Monte Alina y La Cabaña).
- **13 zonas** correspondientes a los otros principales desarrollos del Oeste de Pozuelo:
 - UZ 2.4-01 Sector de Empleo 1 (zona SE1).
 - UZ 2.3-02 Sector de Empleo 2 (zona SE2).
 - UZ 2.4-02 Huerta Grande (zonas HG-1 y HG-2)
 - UZ 2.3-01 Eje Pinar (EPN, EPS-1 Y EPS-2).
 - UZ 2.3-03 La Pinada (PIN)
 - APR 2.3-01 Universidad Francisco de Vitoria (UFV). A la que se ha añadido el tráfico producido en la actualidad.
 - APR 2.6-02 Montegancedo (MG-1 a MG-4). Se trata de un área productora adicional no incluida en los estudios anteriores.

A estas 57 nuevas zonas productoras dentro del área de estudio se han añadido 3 zonas más, correspondientes a las áreas consolidadas de Montealina, La Cabaña y el Campus de Montegancedo de la UPM.

Considerando además las 9 macrozonas asociadas a los puntos de conexión del área de estudio con la red viaria principal (las ya utilizadas para la modelización de la situación actual), se obtiene un total de 69 zonas productoras, más del doble respecto a las 30 empleadas en el estudio precedente.

Como se mencionaba anteriormente, se han descartado otras zonas productoras del entorno, como los sectores APR 2.5-03 Travesía de La Cabaña-Monte Alina y APR 2.3-02 Remate Norte Álamos de Bularas, debido a su pequeña entidad y, por tanto, a su contribución despreciable al conjunto del tráfico de la zona de estudio en los escenarios futuros.

En la figura siguiente se muestra la delimitación y la identificación de las nuevas áreas productoras consideradas. En magenta aparecen las pertenecientes a ARPO y en naranja las delimitadas dentro de los sectores Carretera de Boadilla Norte y Carretera de Boadilla Sur, mientras que las asociadas a los otros grandes sectores del PGOU de Pozuelo se muestran en color azul.



Figura 16. Delimitación de las nuevas áreas productoras de tráfico consideradas en el estudio.

6.6. NUEVO TRÁFICO PRODUCIDO

En el anexo IV se incluyen una tabla resumen con el tráfico diario y en las horas punta producido por cada zona generadora de acuerdo a las hipótesis de cálculo empleadas, distinguiendo entre salidas y entradas al área de estudio, e indicando también los totales en cada caso.

En ella se aprecia como el total de viajes adicionales de vehículo privado producidos por el total de los nuevos desarrollos del área de estudio en el horizonte final (año 2040) podría acercarse a los 53.000 diarios, acercase a los 5.000 en hora punta de mañana (2.398 salidas y 2.584 entradas) y los 4.000 en hora punta de tarde (2.098 salidas y 1.837 entradas).

7. DISTRIBUCIÓN DEL NUEVO TRÁFICO PRODUCIDO

El nuevo tráfico producido (generado y atraído) se distribuirá hacia y desde los respectivos destinos y orígenes través de puntos de conexión con la red viaria principal existente donde se produce la salida y entrada al área de estudio.

7.1. PUNTOS DE CONEXIÓN

Así, los puntos de conexión se han establecido sobre los 9 puntos de acceso (entrada/salida) que atraviesan el área de estudio y que no solo intercambian tráfico entre sí (tráfico de paso), sino que dan lugar al intercambio de vehículos entre las zonas productoras del área de estudio y los distintos orígenes/destino de los viajes fuera de ella.

Se trata de 2 conexiones más respecto a las 7 consideradas en los estudios precedentes, pues la zona de estudio se ha ampliado hacia el Sur para incluir también el área de Montegancedo, siendo necesario incorporar puntos de conexión con la M-511 y la M-501, al tiempo que el situado en la zona Sur de la M-40 se ha desplazado hasta quedar por debajo de las anteriores.

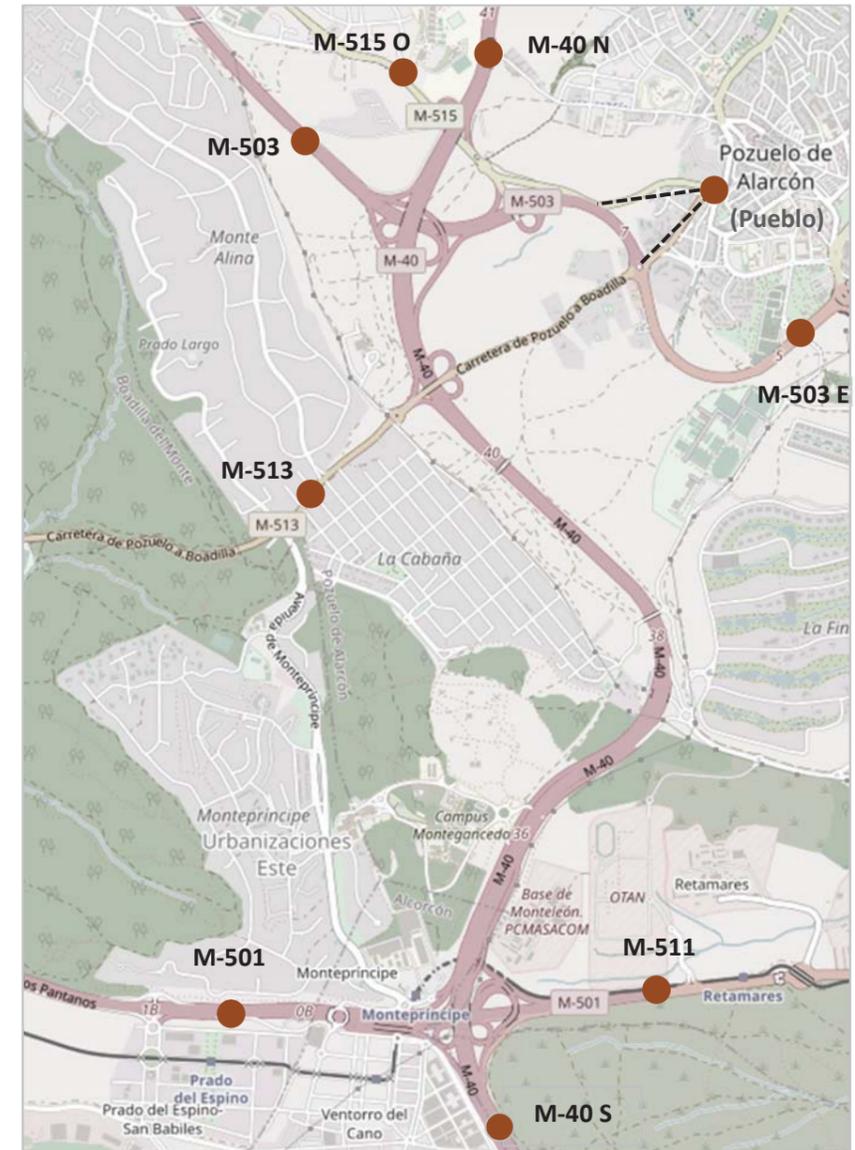


Figura 17. Conexiones del área de estudio con la red viaria exterior

7.2. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

La distribución espacial de los nuevos viajes producidos desde o hacia sus orígenes-destinos a través de las 9 conexiones, se ha establecido a partir de los datos de la recientemente publicada EDM 2018, atendiendo a los datos sobre viajes en vehículo privado.

En un primer paso se han considerado los viajes exteriores al municipio, determinando a partir de las encuestas qué porcentaje del total corresponde a cada origen / destino. Dichos porcentajes se han asociado y agrupado en 8 de las 9 conexiones teniendo en cuenta la que ofrece el itinerario más favorable, dejando al margen la conexión "Pozuelo Pueblo", que correspondería a viajes interiores.

En un segundo paso se han tratado esos viajes interiores al municipio, que se han repartido hacia las 9 conexiones. En el caso concreto de la conexión "Pozuelo Pueblo" su peso en la distribución de los viajes se ha obtenido directamente de la EDM 2018 asociándole el correspondiente a las zonas de transporte 115-007 y 115-008. El resto de los viajes interiores se ha repartido en las otras 8 conexiones, atendiendo tanto a su ubicación como a la intensidad actual de tráfico en cada una de ellas (lo que determina su peso en el reparto).

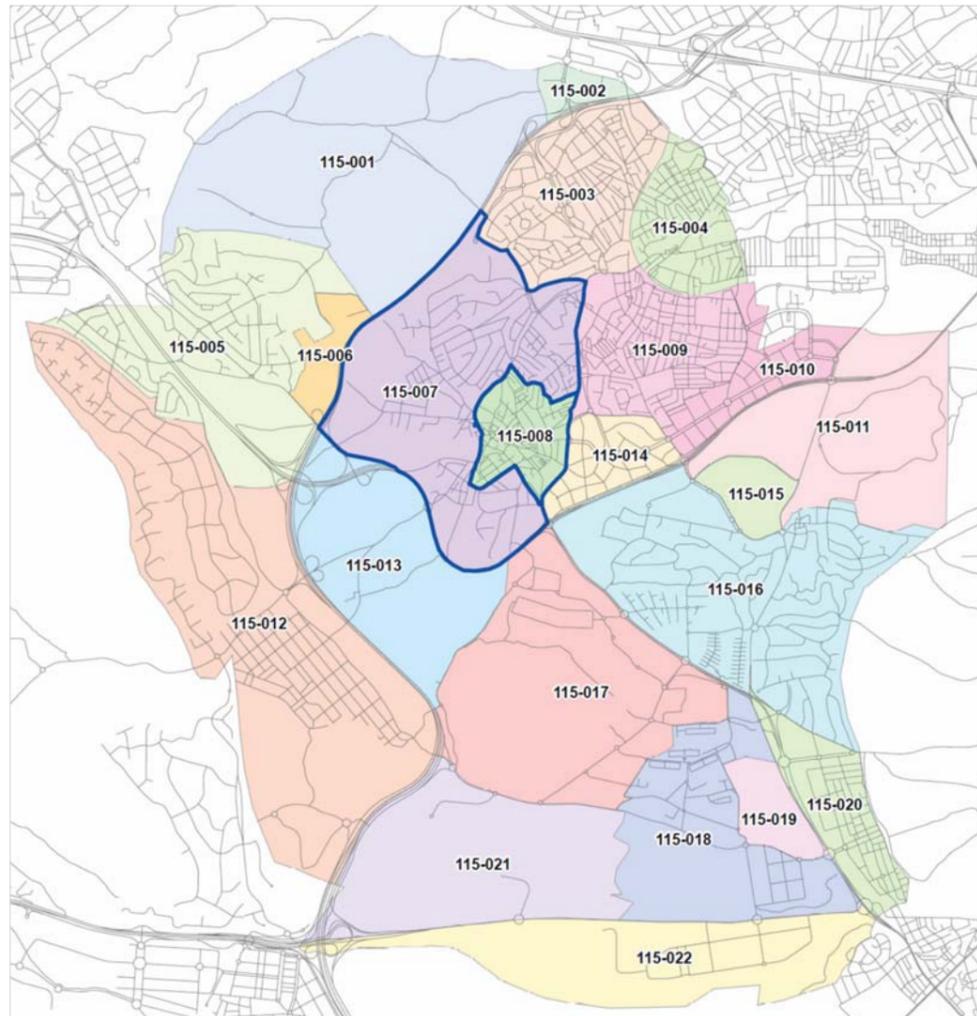


Figura 18. Delimitación de las zonas de transporte de Pozuelo distinguiendo las asociadas a la conexión "Pozuelo Pueblo" (zonas 115-007 y 115-008, con borde azul).

Los porcentajes obtenidos y aplicados en la distribución espacial de los viajes producidos han sido los siguientes:

Conexión	Porcentaje
M-40 N	31%
Pozuelo Pueblo	4%
M-503 E	27%
M-511	5%
M-40 S2	16%
M-501	2%
M-513 O	3%
M-503 O	10%
M-515 O	2%

Tabla 9. Distribución espacial de los movimientos según las conexiones exteriores consideradas.

7.3. VIAJES INTERIORES AL ÁREA DE ESTUDIO

Los porcentajes de distribución anteriores han sido los aplicados a los nuevos viajes producidos en el área de estudio que son exteriores a la misma, esto es, que tienen origen o destino fuera de ella. El resto de viajes de los viajes serían interiores al área de estudio y, por tanto, intercambiados por las nuevas áreas productoras entre sí.

A partir de los viajes producidos por las nuevas áreas productoras y teniendo en cuenta los que producirían otras áreas internas de Pozuelo, se ha estimado que menos de un 4% del tráfico producido en el área de estudio serían internos a ella. Se trata de un porcentaje lo suficientemente reducido como para poder despreciar su efecto y tratarlos como si se tratara también de viajes exteriores. No obstante, se ha producido a su distinción.

La distribución de los viajes interiores en el área de estudio se ha llevado de forma proporcional a los viajes producidos por cada una de ellas, es decir, asumiendo que cada zona atrae viajes generados por otras zonas en proporción a los viajes que genera.

8. EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO DE PASO

El tráfico de paso en la red viaria del área de estudio se corresponde con el que relaciona entre sí a las 9 zonas de conexión con la red exterior, que son tratadas como macrozonas, y que incluye el tráfico intercambiado por:

- otras zonas del municipio de Pozuelo entre sí.
- otras zonas del municipio con otros municipios
- otros municipios entre sí.

Este tráfico de paso da lugar a las intensidades que presenta la red hoy en día en los puntos de acceso al área de estudio, descritas en el capítulo 5.

Empleando los resultados de los aforos en tramos y enlaces internos del área puede obtenerse la matriz origen-destino correspondiente al intercambio de viajes entre conexiones para la situación actual y posteriormente proyectarla a los horizontes deseados aplicando una hipótesis de crecimiento tendencial.

8.1. INCREMENTO TENDENCIAL DEL TRÁFICO DE PASO

Para poder estimar la evolución temporal del tráfico de paso y obtener su valor en los diferentes horizontes se ha aplicado de forma generalizada una tasa de incremento anual basada en las previsiones de la orden FOM 3371/2010⁷, que para años posteriores a 2017 es del 1,44% anual.

Incrementos de tráfico a utilizar en estudios	
Periodo	Incremento anual acumulativo
2010 – 2012	1,08 %
2013 – 2016	1,12 %
2017 en adelante	1,44 %

Figura 19. Incrementos de tráfico según orden FOM 3371/2010

Este incremento tendencial puede asociarse al crecimiento de todos los municipios comunicados por la red en estudio, así como de otras zonas interiores de Pozuelo, asumiendo en la hipótesis que no incluye a la de las nuevas zonas productoras del área de estudio, que ha sido la calculada aparte.

En el caso concreto del incremento tendencial de la carretera M-513, se ha considerado que quedaría asociado al desarrollo urbano previsto para Boadilla del Monte, ya que el tráfico canalizado por esta carretera en el área de estudio procede casi en su totalidad de este municipio.

Se ha comprobado que, con la tasa de incremento anual tendencial aplicada, se obtienen valores de aumento de tráfico de orden muy similar a los calculados para el efecto del desarrollo del nuevo PG de Boadilla sobre esta carretera en los estudios de tráfico realizados para el mismo⁸.

⁷ Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento. BOE núm. 311. Jueves 23 de diciembre de 2010.

⁸ Nuevo Plan General de Ordenación Urbana de Boadilla del Monte. Documento para la Aprobación Inicial. Estudio de Tráfico y Movilidad Sostenible. Ref. TMA: 1763/12. Junio de 2018.

9. ASIGNACIÓN A LA RED

Para cada horizonte, el tráfico producido por las nuevas zonas se ha diferenciado en tráfico exterior e interior al área de estudio y se ha distribuido conforme a los criterios descritos en el capítulo anterior, dando lugar a la matriz origen-destino correspondiente a los nuevos viajes.

Dicha matriz se ha combinado con la correspondiente a la proyección del tráfico de paso para cada horizonte de acuerdo al incremento tendencial previsto, obteniendo la matriz completa que recoge la relación de viajes intercambiados entre el total de zonas consideradas: las 57 nuevas zonas productoras, las 9 conexiones exteriores y las 3 áreas productoras existentes y consolidadas (69 zonas en total).

La matriz completa de cada horizonte temporal se ha trasladado a un modelo informático de simulación de tráfico⁹, en el que se realiza la asignación del tráfico a la red prevista para obtener finalmente las intensidades resultantes en ellas. El método de asignación de tráfico empleado ha sido el denominado *Equilibrium Assignment*, el cual distribuye la demanda de tráfico basándose en el principio de Wardrop¹⁰ partiendo de la idea de que "cada usuario selecciona su ruta de tal manera que la impedancia en todas las rutas alternativas es la misma y que el cambio a una ruta diferente aumentaría el tiempo de viaje personal (usuario óptimo)". El concepto *usuario óptimo* implica que todas las rutas de la relación de tráfico entre dos zonas tienen una misma impedancia, con la condición de que no existirá una ruta más idónea para el conductor. El proceso de asignación finaliza cuando todas las rutas asignadas entre pares origen/destino se encuentran en estado de equilibrio. El concepto de *impedancia* se refiere al conjunto de factores que incrementan el tiempo de recorrido en cada ruta.

10. RED VIARIA FUTURA

Los modelos de la situación futura incorporan todos los cambios inicialmente previstos para la red del área de estudio, independientemente de la actuación urbanística o iniciativa que los desarrolle.

A continuación se describen esos cambios (algunos de ellos ya mencionados anteriormente con menor detalle) y cuál sería el efecto previsto derivado de ellos, con especial atención sobre la descarga de tráfico ajeno en la M-513 y en la glorieta que forma parte del nudo entre esta vía y la M-40.

⁹ PTV Group VISUM 2020.01

¹⁰ Wardrop, J. G.; Whitehead, J. I. (1952). «Correspondence. Some Theoretical Aspects of Road Traffic Research». ICE Proceedings: Engineering Divisions

10.1. CONEXIÓN ENTRE LA M-515, LA M-503 Y LA M-40

Con la urbanización tanto de ARPO como de otros sectores situados al norte del área de estudio, se acometerán múltiples actuaciones en los distintos elementos que forman parte de esta conexión, todos ellos con el objetivo de resolver sus problemas actuales y dotarla de mayor capacidad en el futuro. Estas actuaciones previstas que se han incorporado al modelo son:

- Creación de un carril de salida (transfer Norte, ver figura 23 más adelante) para la conexión desde el tronco de la M-503 en sentido Majadahonda hacia la vía lateral, lo que permitirá al tráfico proveniente de la primera hacer también uso del paso inferior bajo la glorieta de intersección con la M-513. Esta actuación se señalaba como necesaria en los estudios de tráfico precedentes, junto con la también necesaria en sentido contrario (ver siguiente apartado 10.2).
- La carretera de Majadahonda y la salida desde la vía lateral de la M-503 en sentido Majadahonda hacia la M-515 se independizan, de manera que ambas se aproximan a la glorieta sobre la M-515 como calzadas independientes de un único carril, aunque reuniéndose unos metros antes del acceso, donde también confluyen con el tramo de la M-515 proveniente de la vía lateral de la M-503 en sentido Pozuelo y del Norte del núcleo de ARPO). En conjunto dan lugar a un acceso de 3 carriles a la glorieta desde el Sur, que debería contar con la mayor longitud posible para permitir al tráfico común posicionarse en el carril más conveniente según su movimiento posterior en la glorieta.

Con estas actuaciones se logra eliminar tanto el STOP actual entre la carretera de Majadahonda y la M-515 como el ceda el paso y el pequeño trezado que hoy existen entre la vía lateral de la M-503 en sentido Majadahonda y la carretera de Majadahonda (ver figura 4 en el capítulo 4). Por otro lado, la eliminación de dicho trezado supondrá que el tráfico saliente de Pozuelo Pueblo hacia la M-503 ya no pueda emplear también para ello la carretera de Majadahonda, pudiendo hacerlo solo por José Navarro Reverter, aunque beneficiándose del carril segregado con el que contará la glorieta oriental (M-503 con M-513) tras su remodelación ya en curso.

- Ampliación de la glorieta en la M-515, que aumentará de diámetro y pasará a tener tres carriles interiores y con ello su capacidad.
- El tramo de la M-515 al norte de la glorieta ampliada pasará a tener de 1 a 2 carriles por sentido y con ello su capacidad.

- La glorieta en la M-515 recibirá y regulará el tráfico de dos nuevos viales: el de acceso a la gran manzana terciaria de ARPO (con un carril por sentido) y el de acceso al Sector de Empleo (de dos carriles por sentido).

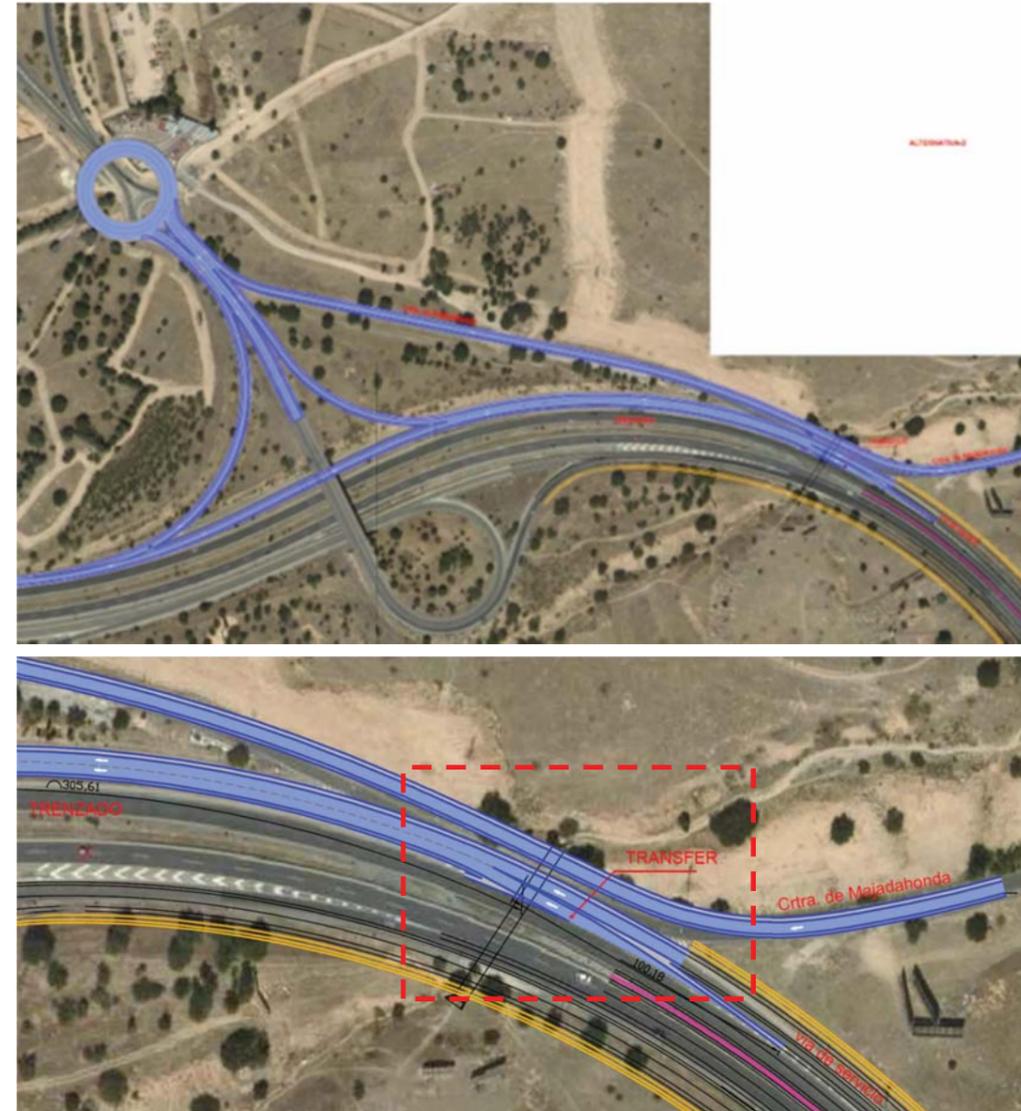


Figura 20. Cambio de configuración en la carretera de Majadahonda y en la salida de la M-503. Abajo, detalle del transfer entre tronco y vía lateral, sin posibilidad de trezado entre ésta y la carretera de Majadahonda.



Figura 21. Configuración actual (izquierda) y futura (derecha) para la glorieta de la M-515.

- La actual glorieta situada frente a la UFV se desplazará hacia el Sur y se incrementará su dimensión y capacidad. Al Este, una nueva pata de dos carriles por sentido canalizará el tráfico del centro educativo y la comunicación con los otros sectores del Norte (Sectores de Empleo 1 y 2) mediante un paso inferior bajo la M-40. Al Oeste, otra nueva pata canalizará el tráfico hacia el sector Eje Pinar (ésta última se aprecia más débilmente en la figura siguiente).



Figura 22. Configuración para la glorieta entre la UFV y el sector Eje Pinar (líneas en rojo) respecto a la anteriormente prevista.

Estas modificaciones ya deberían estar realizadas y en servicio para el primer horizonte temporal manejado en el marco del presente estudio (año 2025), en el que se supone que tanto ARPO como el resto de nuevos sectores del área Oeste de Pozuelo ya habrán entrado parcialmente en carga (construcción y ocupación de parte de los usos previstos)

El conjunto de actuaciones descritas aumentarán la capacidad de esta conexión en su conjunto, facilitando y fomentando más su uso en los movimientos entre M-503 y la M-40 en ambos sentidos, contribuyendo a descargar la M-513 de tráfico ajeno en sentido Oeste y la glorieta occidental de tráfico giratorio.

10.2. NUDO ENTRE LA M-503 Y LA M-513 (GLORIETA ORIENTAL)

Los problemas que presentaba hasta hoy esta glorieta han motivado su remodelación, cuyas obras se han iniciado recientemente (junio de 2020). Con ella se realizará la depresión del tronco con el objetivo de segregar su tráfico de los movimientos de conexión con otras vías (M-513 y José Navarro Reverter) evitando así el conflicto entre ellos.

Esta actuación será especialmente positiva en la resolución del conflicto entre la entrada a la glorieta desde el Norte (tráfico de la propia M-503 en sentido Madrid) con el tráfico giratorio hacia la M-513 sentido Este.

Para que el tráfico proveniente de la M-40 en ambos sentidos que busca conectar con la M-503 sentido Madrid y viceversa pueda circular también bajo la glorieta y evitar el conflicto con el tráfico giratorio, al transfer en sentido ascendente de la M-503 ya comentado en el apartado anterior, es necesario añadir otra conexión de transfer (transfer Sur, ver figura 23) para la incorporación desde la vía lateral de la M-503 al tronco en sentido descendente, previa a la glorieta, conclusión que ya fue obtenida en los estudios de tráfico precedentes.

En la modelización se considera esta conexión también realizada ya en el primer horizonte futuro, junto con la remodelación (ya en curso) de la glorieta.

La reducción del conflicto en esta glorieta supondrá que el tráfico proveniente de la M-40 y de la propia M-503 sentido Madrid ya no necesite buscar un itinerario alternativo apoyado en la M-513, descargando la glorieta occidental de tráfico giratorio y la propia M-513 en sentido Pozuelo.

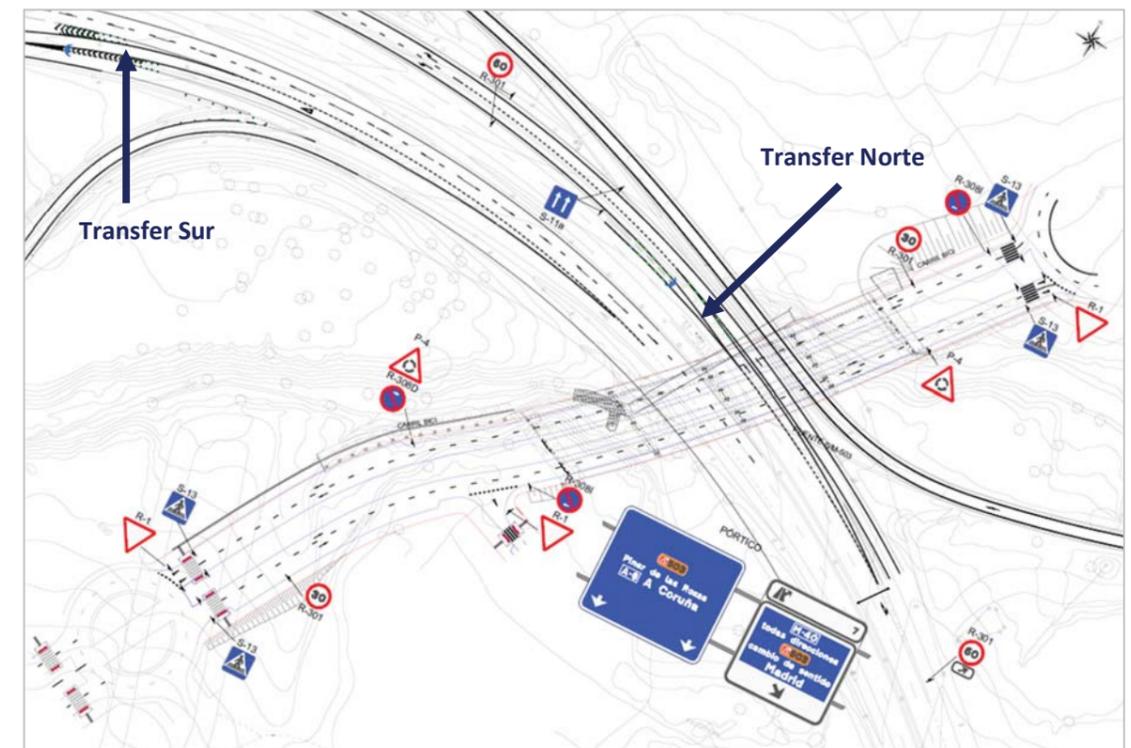
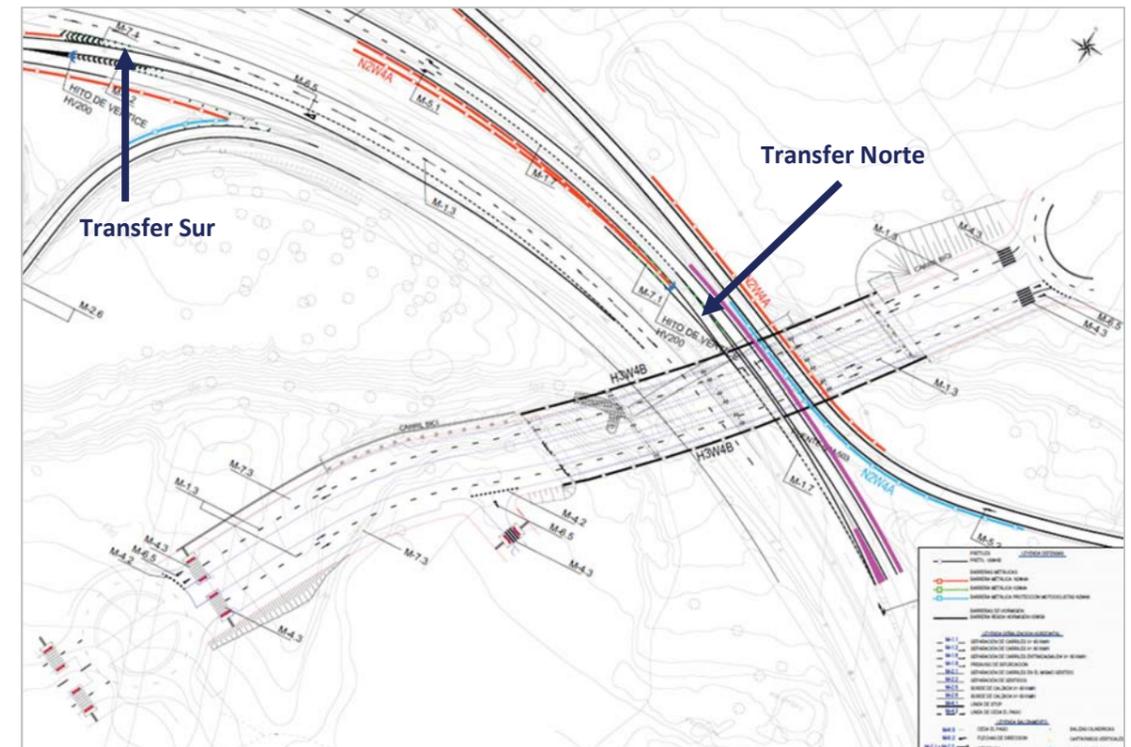
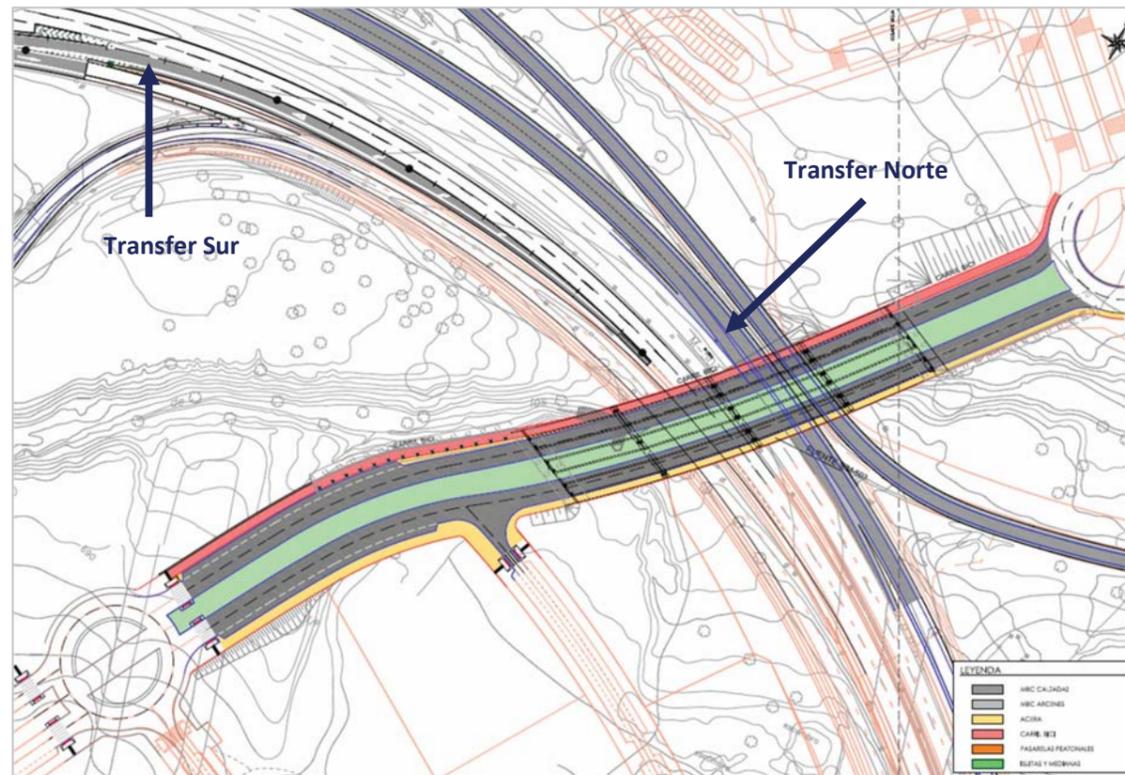
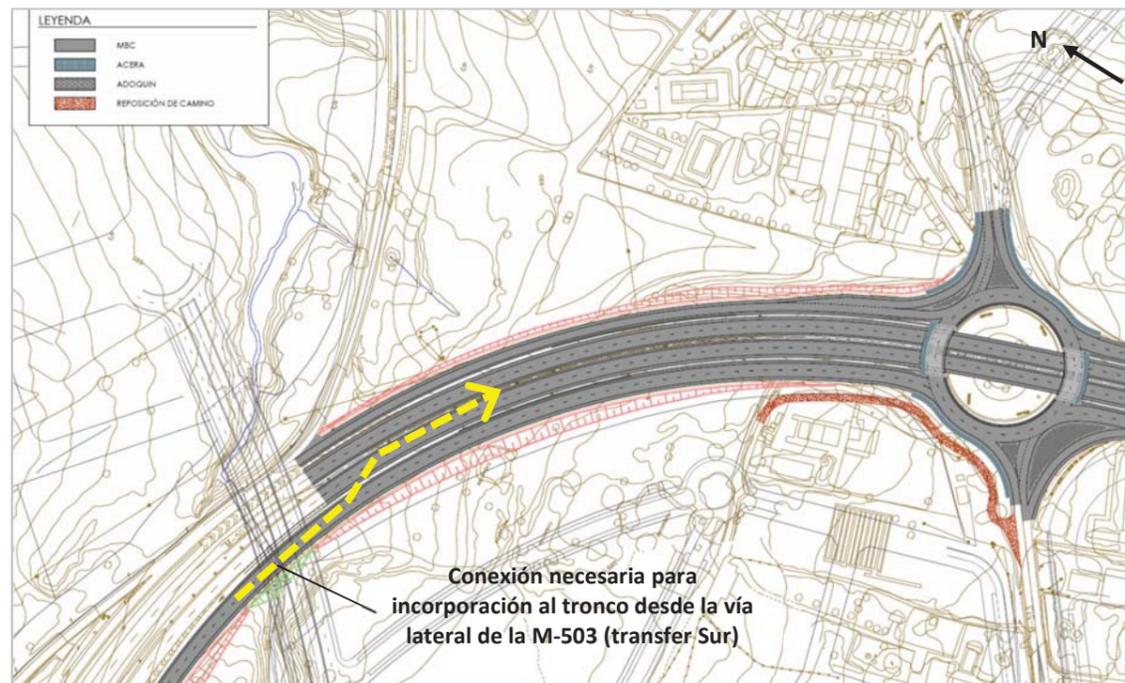


Figura 23. (4 imágenes). Conexiones de transfer propuestas que permitirán al tráfico intercambiado entre la M-503 y la M-40 emplear el nuevo paso inferior bajo la glorieta de intersección entre esta carretera y la M-513 (últimas tres imágenes correspondientes al proyecto de IYCMA).

10.3. NUDO ENTRE LA M-513 Y LA M-40 (GLORIETA OCCIDENTAL)

Los problemas actuales de saturación existentes en la M-513 en sentido Pozuelo durante la hora punta de mañana han motivado que la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras (DGCI) de la Comunidad de Madrid haya planteado un proyecto de remodelación (actualmente en fase de estudio informativo) de todo el tramo de la carretera entre Boadilla y la glorieta de conexión con la M-40.

No obstante, la propuesta para la remodelación del nudo cuya configuración se estudia en el presente documento corresponde a la alternativa planteada por IYEMA por encargo de ARPO. La validación de los cálculos que se ha realizado en la última fase del estudio es la que se describe a continuación.

Se trata de una configuración más sencilla de la planteada en el Estudio Informativo de la DGCI, pues en el presente estudio se ha comprobado que las mejoras planteadas de las otras conexiones (M-515 con M-40 y M-503 con M-513) supondrían la descarga de la M-513 y del tráfico giratorio en la glorieta con la cañada de la Carrera hasta el punto de hacer innecesaria una remodelación tan compleja, pudiendo prescindirse de los elementos soterrados que sí incluye la propuesta del Estudio Informativo.

PROPUESTA ALTERNATIVA DE REMODELACIÓN

En la configuración más reciente del nudo de la M-513 con la M-40 (proyecto de IYEMA por encargo de ARPO) la configuración propuesta incluye 7 ramales de conexión directa, añadiendo a los 4 existentes a día de hoy (R1 a R4 en figura siguiente) tres ramales adicionales (R5 a R7), así como una nueva glorieta sobre la M-513 al Este de la M-40.

La finalidad de estos nuevos elementos viarios es evitar en lo posible el paso de tráfico por la glorieta occidental.

Así, se propone un ramal (R7) que conecta la nueva glorieta con la M-40 en sentido sur, evitando que el tráfico desde este de la M-513 cambie de sentido en la glorieta oriental, descargándola. También vinculado a la nueva glorieta aparece un ramal de doble sentido (R5 + R6) de conexión entre el este de la M-513 y la M-40 en sentido norte, evitando que este tráfico deba usar los ramales R3 y R4 tras cambiar de sentido en la glorieta occidental.

Esta solución alternativa a la del Estudio Informativo de la DGCI es compatible con la ordenación aprobada y sus principales planos se incluyen como anexo III de la presente memoria, quedando su esquema general recogido en la figura 24.

Con esta configuración, la glorieta situada en la intersección entre la M-513 y la cañada de la Carrera (que se amplía en tamaño y número de carriles) se libraría de los cambios de sentido obligados, pero aún tendría que canalizar los movimientos entre la vía colectora de la M-40 en sentido Sur y el interior

de ARPO, y que seguirían traduciéndose en giros a la izquierda y tráfico giratorio en la glorieta al que debería ceder el paso el tráfico procedente de Boadilla y Montepíncipe.

Sin embargo, al eliminarse la canalización de tráfico de paso impropio en el nudo, así como la necesidad de emplear esta glorieta con cambios de sentido obligados, es de esperar que el tráfico giratorio remanente suponga una intensidad menos acusada en hora punta.

Además de la nueva glorieta y ramales, la propuesta incluye la duplicación de la calzada de la M-513 y del paso elevado entre las dos glorietas sobre la M-40, aspectos también recogidos por la del Estudio Informativo de la DGCI.

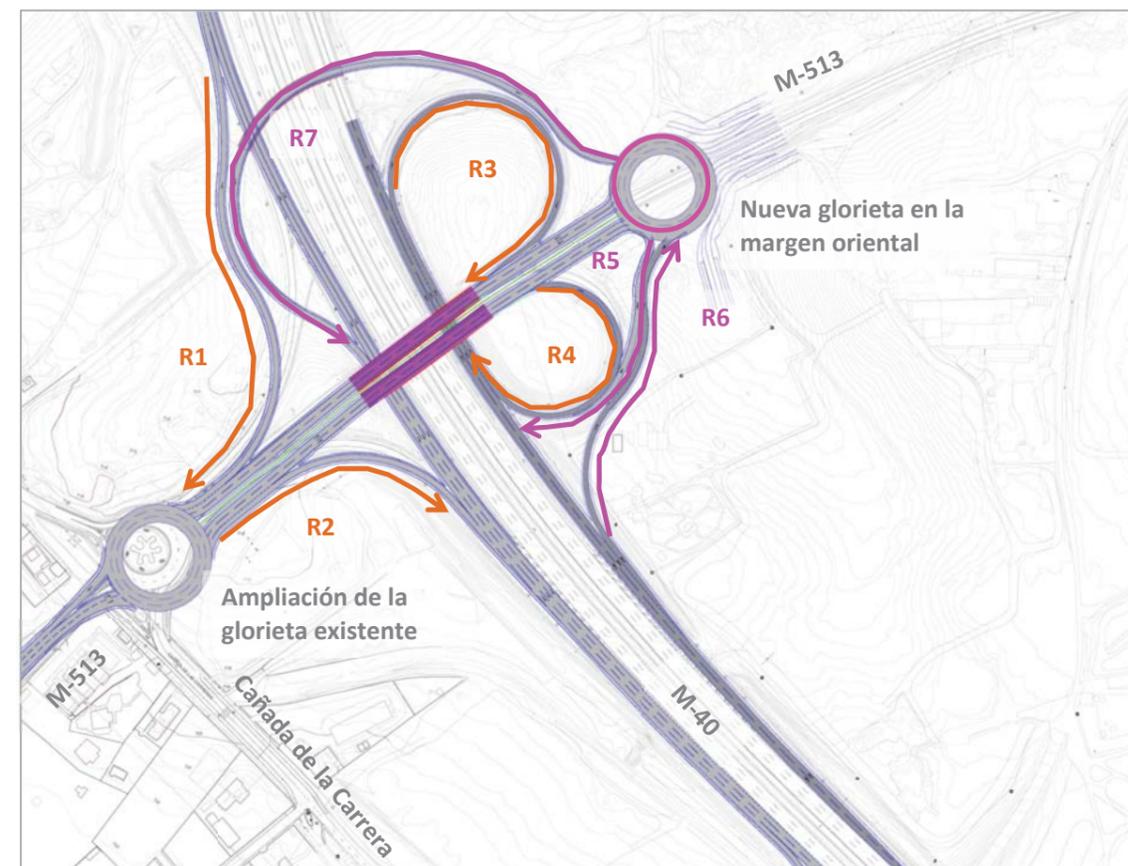


Figura 24. Nueva propuesta para la remodelación del nudo entre la M-40 y la M-513.

En cuanto al actual ramal R1, de salida desde la vía colectora de la M-40 en sentido sur hacia la M-513, cabe señalar que habría que modificar su trazado para dejar sitio al nuevo ramal R7, siempre de forma compatible con la ordenación. Además, R1 debería incorporarse al tronco de la M-513 (ampliado a dos carriles por sentido) dando lugar a un tercer carril con margen suficiente para permitir cierto trenzado entre ambos.

Por otro lado, sería preciso ampliar con un carril adicional los tres tramos iniciales de la vía colectora en sentido Norte: hasta el nuevo ramal de salida (de uno a dos), entre éste y el ramal existente de entrada (de uno a dos) y entre éste y el ramal existente de salida (de dos a tres, los dos exteriores asumiendo el trenzado). Los dos primeros se encuentran ya actualmente al límite de su capacidad, y la ampliación podría resolverse fácilmente, pues cuentan con un arcén notablemente más ancho que el carril, quizá en previsión de su posibilidad de ampliación. Entre los dos ramales existentes el carril adicional será similar al planteado por el proyecto entre los dos nuevos lazos en la margen opuesta.

10.4. TRAMO DE LA M-513 INTERIOR A ARPO

Como se ha mencionado con anterioridad, este tramo de la carretera pasará a ser de titularidad municipal, integrándose en el viario urbano. Para este tramo de la vía se contemplaba inicialmente una configuración en trinchera, con un tronco deprimido de dos carriles por sentido entre la glorieta oriental y el nudo entre la M-513 y la M-40, e independizado del viario interior del núcleo del sector, acompañado de dos vías laterales (de doble carril y sentido único) paralelas a la cota el terreno e integradas en dicho viario interior. Este tipo sección supone un considerable impacto en el núcleo de ARPO, en los aspectos social y urbano (barrera espacial / peatonal y discontinuidad del sector) como ambiental (alteración del terreno original y repercusiones ambientales de la ejecución material de la obra), además del económico.

En estudios precedentes se concluía que la descarga de la M-513, consecuencia de las mejoras en las conexiones, hacía viable optar por una solución en superficie, más amable y de menores repercusiones, coherente con el nuevo carácter de viario urbano del tramo.

El PU ya ha recogido dicha conclusión (que se revisa en la presente actualización del estudio). Inicialmente se hacía mediante una nueva propuesta de sección consistente en dos sub-tramos diferenciados que se adaptaban a las diferentes particularidades de las dos zonas que atraviesa: la colindante con los APR "Carretera de Boadilla Norte" y "Carretera de Boadilla Sur" (donde domina la vivienda unifamiliar), y la correspondiente al núcleo de ARPO (de mayor densidad).

Así, el tramo de los APR (oriental) constaba inicialmente de 3 carriles por sentido separados por mediana central con banda de aparcamiento lateral en línea en ambos sentidos. En el tramo occidental (ARPO) la sección estaba constituida por un tronco de dos carriles por sentido, terciaria y vía lateral de dos carriles, que canalizaba las entradas y salidas hacia el bulevar situado al Norte y al Sur del tramo, igualando las secciones a ambos lados (ARPO y APR Norte y Sur).

No obstante, en la última revisión la sección de la M-513 a su paso por el APR Norte y APR Sur quedó ha quedado constituida por dos carriles por sentido y vías de servicio de un carril a ambos lados de la calle, todo ello por indicación del Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón.

Asimismo, en la última revisión se ha incorporado en el sub-tramo de los APR una nueva intersección entre la travesía y la calle E del APR Norte, en principio planteada como glorieta partida, pero que finalmente, y también por indicación del Ayuntamiento, tendrá una configuración de glorieta convencional. A este respecto,, se adjunta en el anexo V el estudio específico y microsimulación realizada que prueban que esta configuración no funcionaría, siendo la más adecuada la configuración en glorieta partida planteada inicialmente.

Dentro de la travesía el punto de mayor interés se encuentra nuevamente en la intersección con el eje estructurante Norte-Sur del núcleo de ARPO, el cual relaciona éste con la M-515 y con los otros nuevos sectores del Norte, que se planteaba como una configuración de glorieta partida semaforizada.

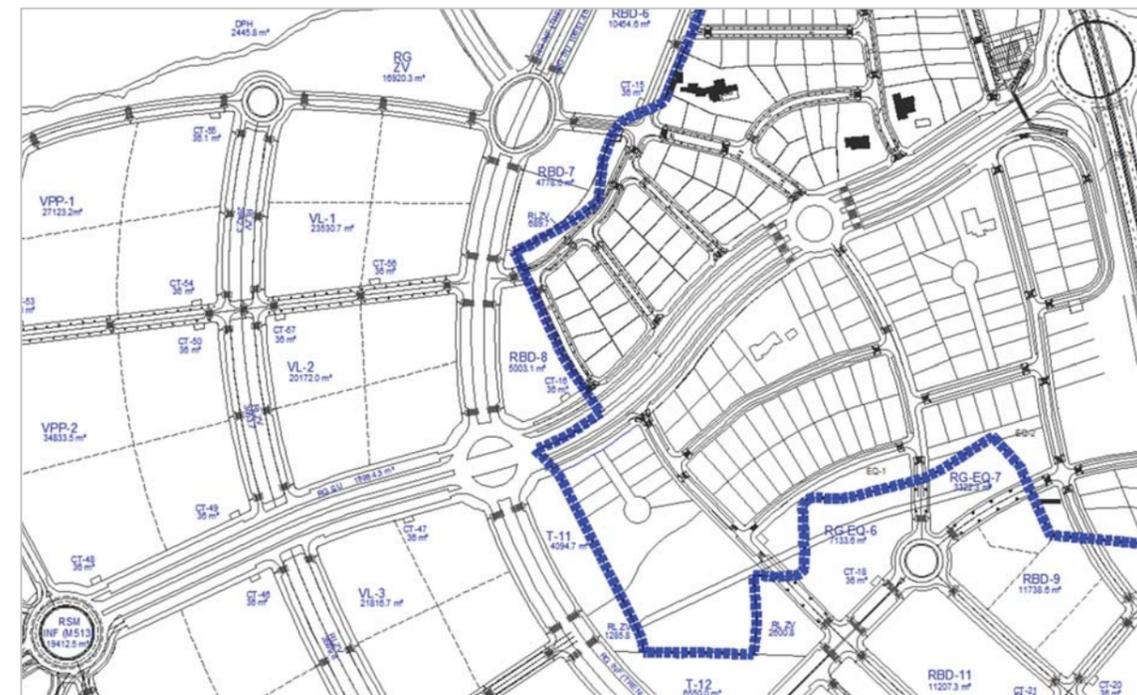


Figura 25. Configuración del proyecto de urbanización para el tramo oriental y occidental de la travesía de la M-513.

10.5. EL VIARIO INTERIOR DE ARPO Y DE LOS OTROS SECTORES

Respecto al viario interior de ARPO y del resto de nuevos sectores, se han incluido en la modelización todos los tramos que formarán parte de la red principal del área de estudio y que permitirán la conexión con la red exterior preexistente.

Dentro de ARPO, y como mejora de la precisión respecto a los estudios realizados con anterioridad, se ha incorporado no solo el viario interior estructurante, sino también toda la red local que formará parte del núcleo, incluyendo también la correspondiente a los APR Carretera de Boadilla Norte y Carretera de Boadilla Sur. La sección transversal de estas vías interiores, incluyendo anchura, número de carriles y sentidos de circulación, se ha reproducido de acuerdo a lo planteado en el proyecto de urbanización.

La totalidad del viario modelizado se considera ejecutado ya en el primer horizonte temporal (año 2025).

De cara a la modelización no se ha contemplado ningún tipo de configuración o regulación específica en las intersecciones interiores de menor jerarquía y carga viaria, puesto que no se prevé ningún conflicto significativo entre ellas.

10.6. OTROS ELEMENTOS Y PUNTOS DE INTERÉS EN LA RED FUTURA

Sobre el tratamiento dado a otros elementos viarios con interés en la evaluación del funcionamiento de la red futura, tanto dentro como fuera de ARPO, cabe comentar lo siguiente:

1. **Glorieta al Norte del núcleo de ARPO** (figura 26) recogerá la intersección entre la salida del sector hacia la M-515 y los ramales de enlace con la vía lateral de la M-503 en sentido Pozuelo. Se considera imprescindible su presencia en los escenarios futuros, debido a su triple utilidad, por lo que se ha incluido en la modelización:
 - Facilitar el acceso al núcleo de ARPO desde la M-40 y el Oeste de la M-503, evitando el uso del nudo entre la M-40 y la M-513.
 - Ofrecer una alternativa de entrada desde varias conexiones exteriores hacia los sectores productivos del Norte (Sectores de Empleo y Eje Pinar), apoyada en la prolongación del eje Norte Sur de ARPO hacia Huerta Grande, lo que permitiría evitar el uso de la glorieta sobre la M-515, uno de los puntos críticos en los escenarios futuros, sobre todo en hora punta de mañana.
 - Acortar el recorrido de conexión entre la M-515 y el Este de la M-503, evitando el uso de la siguiente glorieta, situada en el eje de conexión con Huerta Grande, donde tendría que cambiar de sentido.
2. **Puente sobre la M-503** entre el extremo Noroeste de ARPO/ Montealina y el sector Eje Pinar. La presencia de este puente puede resultar relevante al hacer posible una de las dos posibles rutas alternativas hacia los nuevos sectores del Norte, tal y como se explica más adelante. También se ha incluido en la modelización.

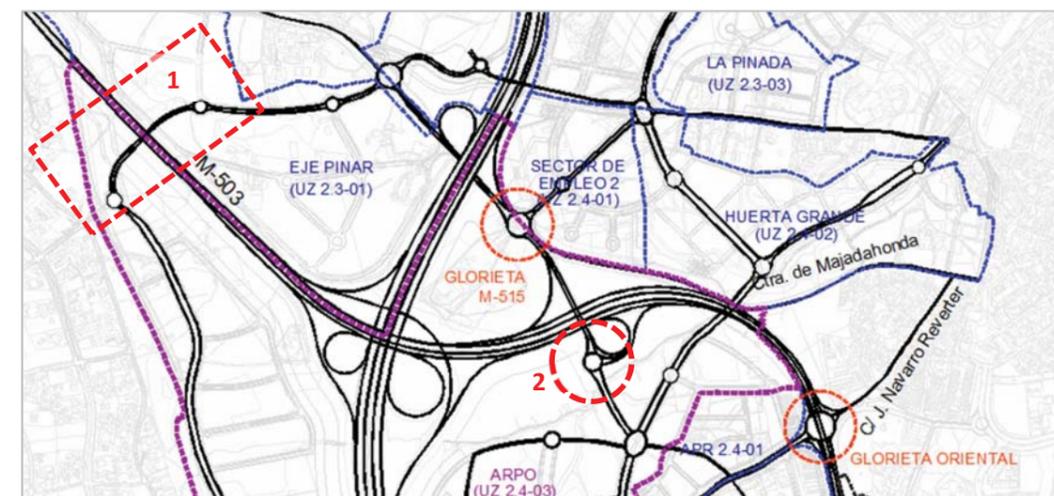


Figura 26. Posible puente entre la zona de Montealina y el sector Eje Pinar, al Noroeste de ARPO.

3. **Conexión con la M-40 al Sur de ARPO:** en la presente revisión se tiene en cuenta el nudo de conexión con la M-40 al Sur de ARPO en la configuración completa de diamante con pesas que contempla el PGOU.

Actualmente no existe glorieta en la margen occidental (ARPO y La Cabaña) y el paso inferior bajo el tronco de la autovía sólo está habilitado en sentido Este. Esto permite la salida de forma directa desde La Cabaña a las vías colectoras de la M-40 en ambos sentidos, así como la entrada directa a La Cabaña desde la autovía en sentido Sur, pero no en sentido Norte, si bien ésta sí es posible de modo indirecto, empleando el paso elevado existente más adelante.

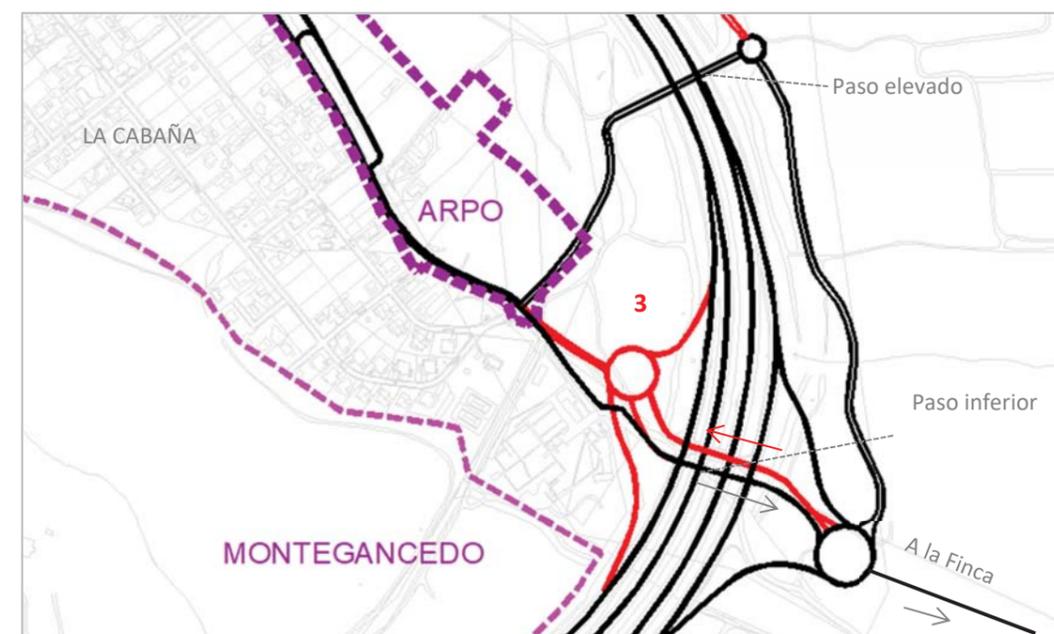


Figura 27. Configuración prevista por el PGOU para la conexión con la M-40 al sur de ARPO (en rojo, elementos no existentes y tampoco considerados en la modelización).

11. OTRAS CONSIDERACIONES SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LA MOVILIDAD A LARGO PLAZO

Antes de pasar a analizar la situación prevista en los tres horizontes temporales de estudio, y de modo complementario a las hipótesis de trabajo descritas en capítulos anteriores, se comenta el tratamiento dado en este estudio a otros dos aspectos fundamentales en la evolución general prevista para la movilidad.

Haber mantenido los mismos coeficientes de producción de tráfico por los diferentes usos en los sucesivos horizontes de estudio implica asumir que otros factores con influencia sobre la necesidad de desplazamiento, la elección de modo (de los que deriva el reparto modal) o la ocupación de los vehículos conservan las condiciones actuales. Sin embargo, en tiempos recientes están surgiendo nuevos e interesantes elementos y condicionantes que previsiblemente afectarán a la evolución de la movilidad, dirigiéndola hacia un modelo más eficaz y sostenible, con una menor producción de viajes y menor número de vehículos motorizados privados, en virtud principalmente de un esperado transporte colectivo a demanda con servicio puerta a puerta.

Por su relativa novedad, resulta difícil establecer proyecciones sobre ese posible efecto, pero no tener en cuenta estos factores positivos y evidentes implicaría un enfoque quizá demasiado conservador, que deja los resultados de este estudio quizá extremadamente del lado de la seguridad, especialmente en los horizontes temporales más lejanos (2035 y 2040, en el caso de este estudio).

Por ello, y como se ha comentado anteriormente, aunque no se ha considerado ningún efecto atenuador sobre la producción de viajes, sí se ha estimado oportuno reflejar, al menos, el efecto de otros factores en evolución sobre la concentración temporal de los desplazamientos, tales como la cada vez más habitual flexibilización de la jornada laboral y la ampliación de los horarios de apertura, con efecto sobre la dilución de la hora punta, principalmente sobre los usos asociados a la movilidad obligada por motivos de trabajo (residencial y terciario).

11.1. DOTACIÓN DE TRANSPORTE PÚBLICO Y REPARTO MODAL

En concreto, para que el actual reparto modal y, dentro de éste, la relación TP/VP (transporte público/vehículo privado) se mantenga, se asume que la dotación futura de la zona crecerá ofreciendo una proximidad, cobertura y servicios similares a los actuales en el municipio, lo que sería fácilmente alcanzable gracias a la modificación de trazados de las varias líneas de autobús que circulan por la zona y a la nueva línea prevista de metro ligero, medios que a su vez permiten al acceso a otros medios de transporte público también muy consolidados en la zona, como el tren de cercanías.

11.2. MOVILIDAD A PARTIR DE 2030-2035

Entre esos factores con influencia positiva en la transición ya en curso hacia un modelo de movilidad más sostenible, caracterizado por una disminución en la producción de tráfico motorizado privado, y que podrían manifestarse con mayor claridad para los horizontes posteriores a 2030 o 2035, pueden señalarse los siguientes:

Con influencia sobre la necesidad de viajes

- Con independencia del modo elegido y afectando a los viajes necesarios por diferentes motivos, gracias al desarrollo de las tecnologías de la telecomunicación: teletrabajo, formación *on-line*, tele-agnóstico médico, oficinas virtuales de la administración pública, compras *on-line*, etc.

Con influencia sobre la elección de modo

- Implantación progresiva de la planificación y la gestión de la movilidad sostenible en los municipios (vinculada al planeamiento o a través de planes de movilidad) y en las empresas (planes de movilidad en el trabajo, *carpooling*),
- Mejora de las dotaciones del transporte público, incluyendo la hibridación de modos de TP entre sí o con otros modos (bici+bus, bici+tren, bici en el bus/tren, coche+tren) mediante diferentes actuaciones (aparcamientos disuasorios vinculados al título de transporte, aparcamientos para bicicletas, etc.), así como el desarrollo futuro de la oferta de transporte público a demanda.
- Restricciones ambientales sobre el acceso del automóvil privado a determinadas zonas.
- Aparición ya presente y extensión de plataformas de *carsharing* de diferentes modos: turismos, furgonetas, motos, bicicletas y patinetes.
- Desarrollo de las compañías de VTC (vehículo de transporte con conductor), en competencia, pero también en conjunción, con la oferta de taxis, siendo ésta la única transformación que pudiera incrementar el tráfico de automóviles.

Con influencia en la traducción en número de vehículos

- Implantación de carriles BUS/VAO en arterias principales de comunicación desde el entorno metropolitano.
- Plataformas de *carpooling* y *carsharing*, estas últimas con un efecto contrapuesto, pues por un lado disuaden de la tenencia de automóvil propio e inducen a una utilización más

selectiva, compaginada con la de otros modos y, por otro, pueden captar desplazamientos desde los medios de TP colectivo.

- Esperados desarrollo e implantación en los próximos años de los medios de transporte autónomo e inteligente a demanda, con alta ocupación de vehículos y alto nivel de servicio (puerta a puerta), todo ello basado en sistemas de inteligencia artificial que optimizarán los recorridos, combinando el mejor servicio con la máxima ocupación.

El cálculo del efecto acumulado estos factores en la reducción de la producción de tráfico supera la capacidad de este estudio, pero no debe ser despreciado; por ello los resultados de este trabajo pueden considerarse conservadores a partir del horizonte 2035, incluso habiéndose considerado una posible atenuación de la hora punta.

12. CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO FUTURO

Se describe, analiza y evalúa a lo largo de este capítulo la carga y el funcionamiento de la red que, de acuerdo al conjunto de hipótesis y consideraciones descritas (de carácter conservador, como se ha visto), podría esperarse durante las horas punta (HPM y HPT) para los tres horizontes temporales de estudio.

En cada uno de ellos se parte de la estructura de red contemplada, incluyendo los cambios previstos y ya descritos que ya se habrían producido para cada escenario y se evalúa el funcionamiento previsto, indicando la posible necesidad de introducir otros cambios o actuaciones adicionales que quedan fuera del estricto alcance del proyecto de urbanización de ARPO, así como la recomendación de concentrar la atención en otros elementos de cara a posibles estudios posteriores, incluyendo algunos de los mencionados en el anterior apartado 10.4.

El análisis considera la situación concreta tanto en hora punta de mañana como de tarde sobre los nudos y tramos ya señalados como de mayor interés, añadiendo comentarios sobre otros elementos o aspectos que se han manifestado como relevantes durante el proceso:

- El funcionamiento de los nudos de conexión con las vías supramunicipales y sus glorietas (las denominadas en este trabajo como glorieta oriental, glorieta occidental y glorieta de la M-515).
- La carga del tramo de la M-513 interior al sector, ahora de titularidad municipal y configurado en superficie, incluyendo el análisis de funcionamiento de:
 - La glorieta de acceso al núcleo de ARPO, vinculada al nudo con la M-40, aquí denominada "glorieta interior Oeste".

- La glorieta semaforizada en el interior del núcleo de ARPO, en el límite con los APR Carretera de Boadilla Norte y Carretera de Boadilla Sur, resultante de la intersección con el eje estructurante Norte-Sur.
- Aunque estrictamente queda fuera de los límites de ARPO, se ha realizado e incluido en este estudio el análisis mediante microsimulación de la glorieta que, a petición del Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón, se prevé incluir en el tramo de la M-513 correspondiente a los APR, en la intersección con la calle E de Carretera de Boadilla Norte.
 - La evaluación general de la carga en el resto del viario interior de ARPO.
 - Otros elementos viarios concretos que puedan resultar de interés a lo largo del análisis.

En el anexo III se incluyen los planos que recogen las intensidades en hora punta de mañana y en hora punta de tarde para la totalidad del área de estudio y en los tres horizontes temporales considerados para la configuración actual de la red.

En cuanto a la metodología para el análisis del funcionamiento (nivel de servicio) en las glorietas, en general se ha utilizado la recogida en el anexo II, basada en formulación, válida en general, pero que tiende a dar resultados muy conservadores (desfavorables) en determinados casos y configuraciones.

Por ello, en los casos de la glorieta occidental (intersección de la M-513 con la cañada de la Carrera) y de la glorieta central de ARPO, y debido al especial interés que tienen estas intersecciones, el análisis se ha completado recurriendo a un modelo de microsimulación (para los tres horizontes en la glorieta central y para el horizonte 2040 en la glorieta occidental, ya que es solo en dicho horizonte cuando el cálculo mediante formulación muestra problemas).

12.1. HORIZONTE 2025

Para el horizonte temporal establecido en el año 2025 (tres años después de la finalización de las obras de urbanización, prevista en 2022) la situación del tráfico sería la siguiente:

NUDO ENTRE LA M-513 Y LA M-503 (GLORIETA ORIENTAL)

Contando con la depresión del tronco e incluyendo las conexiones de transfer entre el tronco y las vías laterales (cuya inclusión se concluía imprescindible en los estudios anteriores), en este primer escenario el nivel de servicio de la glorieta general de la glorieta sería muy bueno en ambas horas punta.



Acceso a la glorieta	Nivel de servicio	
	HPM	HPT
C/ José Navarro Reverter	A	A
M-503 sentido Norte	A	B
M-513 sentido Pozuelo	A	A
M-503 sentido Sur	B	B

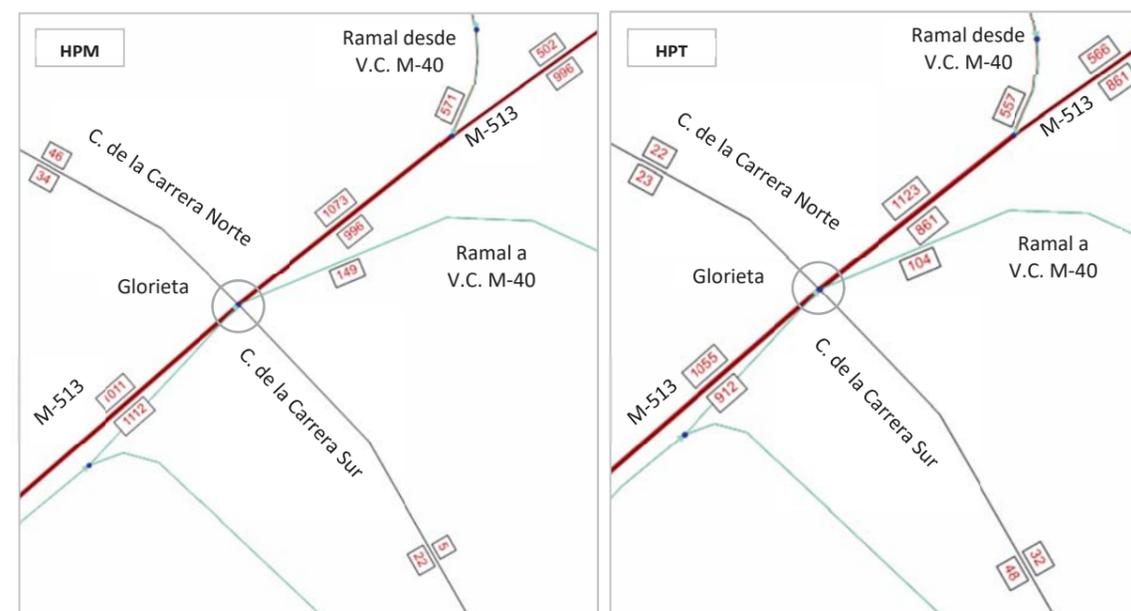
Figura 28. Esquema de la glorieta entre la M-513 y la M-503 y niveles de servicio de los accesos. 2025.

NUDO ENTRE LA M-513 Y LA M-40 (GLORIETA OCCIDENTAL)

Una vez modificada la glorieta oriental y solucionados sus problemas actuales, el nudo entre la M-513 y la M-40 se vería descargado del tráfico que en la actualidad se desvía para evitar dichos problemas. No obstante, y teniendo también en cuenta el incremento tendencial del tráfico de paso y la entrada en carga parcial de los nuevos sectores, la glorieta occidental seguiría soportando un tráfico giratorio elevado debido a los movimientos de enlace con entre la M-513 y las vías colectoras de la M-40, que entraría en conflicto con el intenso tráfico procedente de Boadilla. La situación tampoco sería favorable para el ramal de salida desde la M-40 en sentido Sur, ya que en su configuración actual (con acceso directo a la glorieta) se ve obligado a ceder el paso al intenso tráfico que accede por su izquierda por la M-513 en sentido Boadilla.

Por todo ello, se considera que, para este escenario, ya debería acometerse la remodelación de este nudo con una configuración como la propuesta descrita en el apartado 10.3.

Con esta configuración propuesta, los niveles de servicio previstos serían notablemente favorables en este escenario.



Acceso a la glorieta	Nivel de servicio	
	HPM	HPT
M-513 sentido Pozuelo	B	A
Cañada de la Carrera tramo Sur	A	A
M-513 sentido Boadilla	B	A
Cañada de la Carrera tramo Norte	A	A

Figura 29. Esquema del nudo modificado entre la M-513 y la M-40 y niveles de servicio de los accesos a la glorieta. 2025.

CONEXIÓN M-515 - M503 - M-40

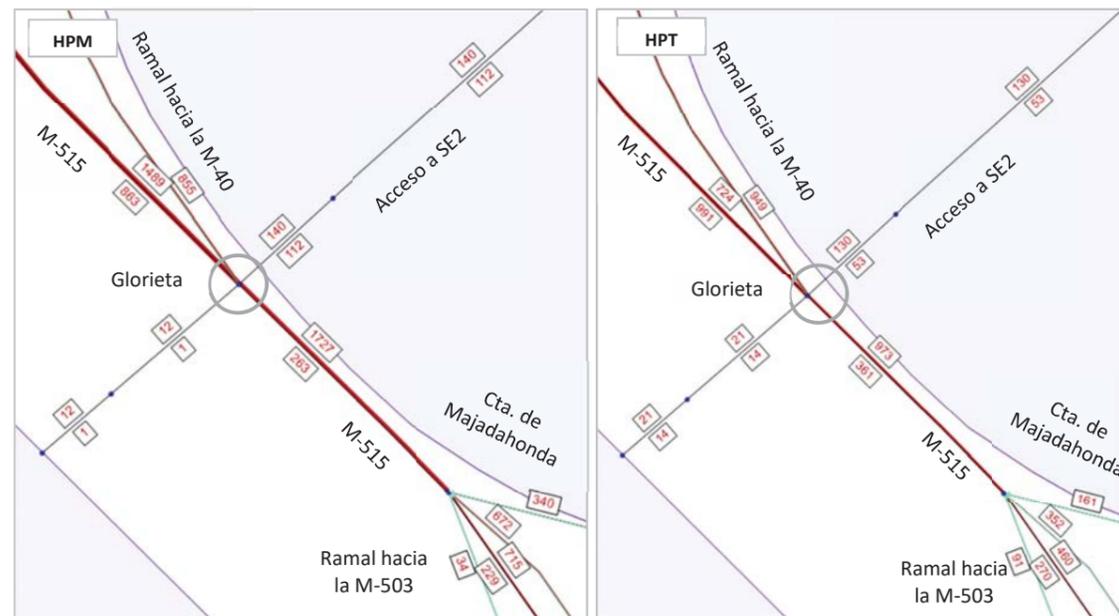
Las modificaciones previstas en esta conexión (ver capítulo 10) aumentarían la capacidad de muchos de los elementos que participan de ella, resolviendo muchos de los conflictos y cuellos de botella actuales.

No obstante, debido a la configuración de partida del nudo, resulta muy difícil evitar el conflicto que se produce entre el tráfico que accederá a la glorieta desde el Sur y el tráfico que, proveniente del Norte, desea acceder a la M-40 y necesita emplear la glorieta para cambiar de sentido.

El conflicto es a día de hoy, y seguirá siendo en el futuro, notablemente mayor en hora punta de mañana, cuando al tráfico que de por sí ya circula en dirección Monteclaro (que ser iría incrementando según tasa anual prevista) se añadan el de entrada a la UFV (cada vez mayor con su ampliación), el que pretende acceder a los nuevos sectores productivos del Norte (Sector de Empleo 1, Sector de Empleo 2

y Eje Pinar) y el saliente del núcleo de ARPO hacia la M-40 Norte y la M-515, ya que todos ellos gravitarán sobre esta conexión.

Por ello, a pesar de las modificaciones y la ampliación de capacidad previstas, los cálculos mediante formulación muestran cómo en el **primer horizonte temporal de estudio el acceso desde el Sur podría alcanzar un nivel de servicio poco favorable**. En los horizontes temporales la situación se vería lógicamente acentuada.



Acceso a la glorieta	Nivel de servicio	
	HPM	HPT
M-515 tramo Norte	A	A
M-515 tramo Sur	D	B
Desde Z1	A	A
Desde SE2	B	B

Figura 30. Esquema de la glorieta de la M-515 y niveles de servicio de los accesos. 2025.

Por todo ello, parece conveniente trasladar a un futuro estudio detallado el análisis mediante modelos microscópicos (microsimulación) de los problemas y necesidades de mejora adicionales de esta conexión, quizá en coordinación con los promotores de los sectores de planeamiento implicados (Sector de Empleo 1, Sector de Empleo 2, Universidad Francisco de Vitoria, Eje Pinar y ARPO), el Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón y la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda urbana (titular de la M-40).

Dicho trabajo puede basarse en un aforo más extenso y detallado de este nudo concreto y que ya ha sido realizado durante la presente revisión de este Estudio, con objeto de destinarlo a la mejora de

la calibración del modelo macroscópico en esta zona. El aforo, realizado en marzo de 2021, ha incluido la filmación mediante cámaras fijas y conteos *in situ* de este tramo completo de la M-515, desde la carretera de Majadahonda y la salida de la M-503 hasta la glorieta de la UFV (estos aforos no pudieron ser planteados en fases anteriores del estudio debido a la situación alterada de las condiciones del tráfico derivadas de las medidas de restricción de la movilidad impuestas frente al COVID-19).

En relación a la minimización de este conflicto, y como se adelantaba en el apartado 10.6, resulta relevante la construcción ya prevista de la glorieta al Norte del núcleo de ARPO sobre el tramo de conexión con la M-515 y los ramales de enlace hacia y desde la vía colectora del M-503 sentido Madrid, ya que facilitará el uso del nuevo viario estructurante entre ARPO y los otros sectores al Norte como ruta alternativa, disminuyendo la intensidad en el acceso Sur de la glorieta en la M-515.

En este mismo sentido, la creación también prevista (ver apartado 10.6) del paso elevado entre La Cabaña/extremo Noroeste de ARPO y el Sector Eje Pinar facilitará también una ruta alternativa al acceso a estos sectores desde el Oeste.

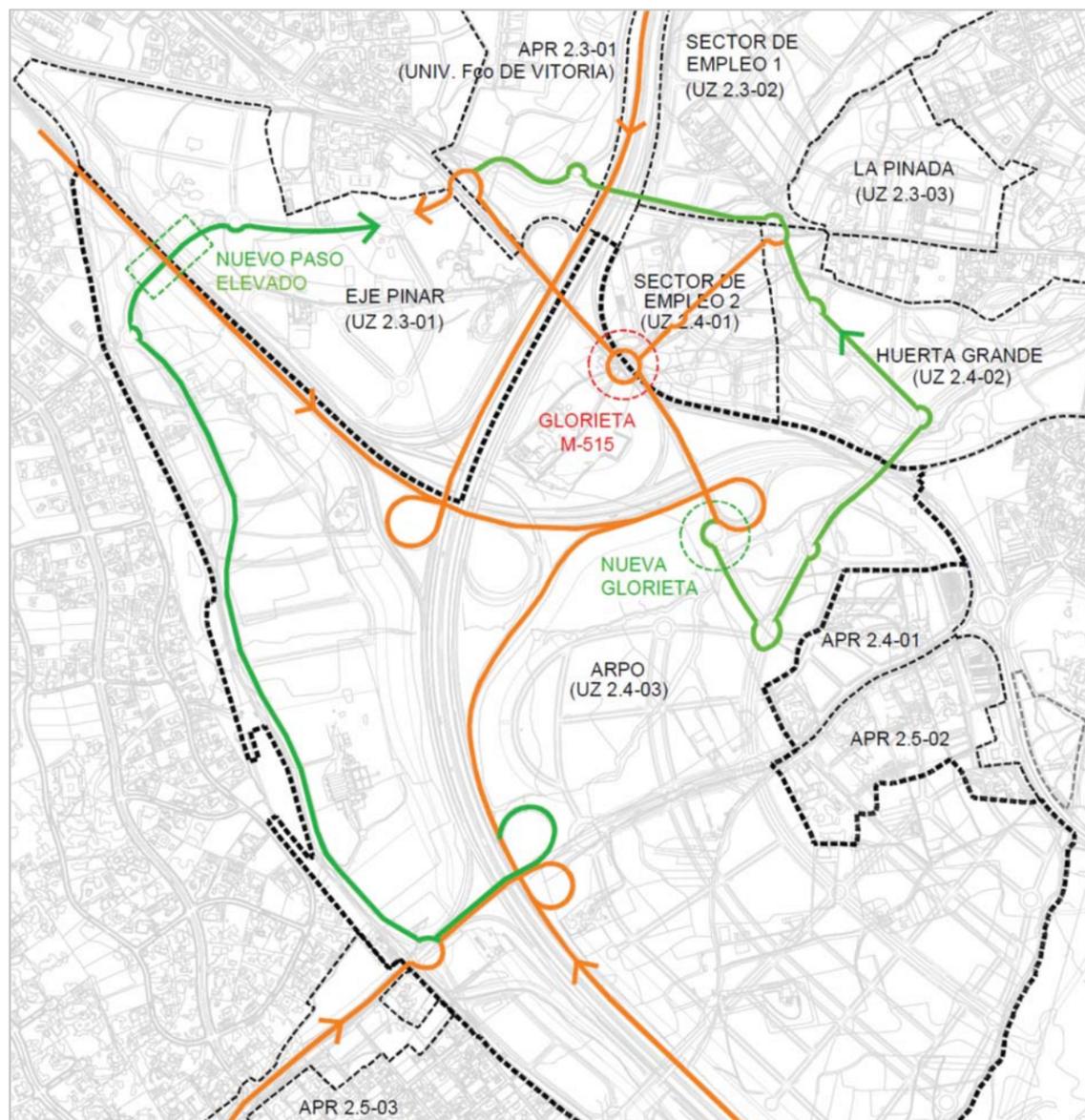


Figura 31. Rutas alternativas posibles de acceso a los nuevos sectores productivos del Norte, evitando el paso por la glorieta de la M-515 (color verde), frente a las esperables (naranja).

Otras alternativas podrían pasar por una semaforización inteligente de la glorieta que impidiese la coincidencia de los movimientos preferentes en HPM de mañana que bloquean el resto de accesos los procedentes de la M-515 norte, impidiendo el colapso que da lugar al deterioro del NS

TRAMO DE LA M-513 INTERIOR A ARPO

Se ha considerado la nueva sección prevista para cada uno de los dos sub-tramos de la travesía (calzada central de doble carril por sentido con mediana central y vías laterales de único sentido, separadas por terciaria, estas últimas con limitación a 30 km/h).

Para el escenario 2025 los valores de intensidad prevista en HPM para los tramos de la travesía más cargados serían ligeramente superiores a 1.100 veh/h en sentido Oeste y rebasarían ligeramente los 1.000 veh/h en sentido Este. En HPT, la carga sería inferior, siendo el descenso más acusado en sentido Este (donde no se alcanzarían los 900 veh/h).

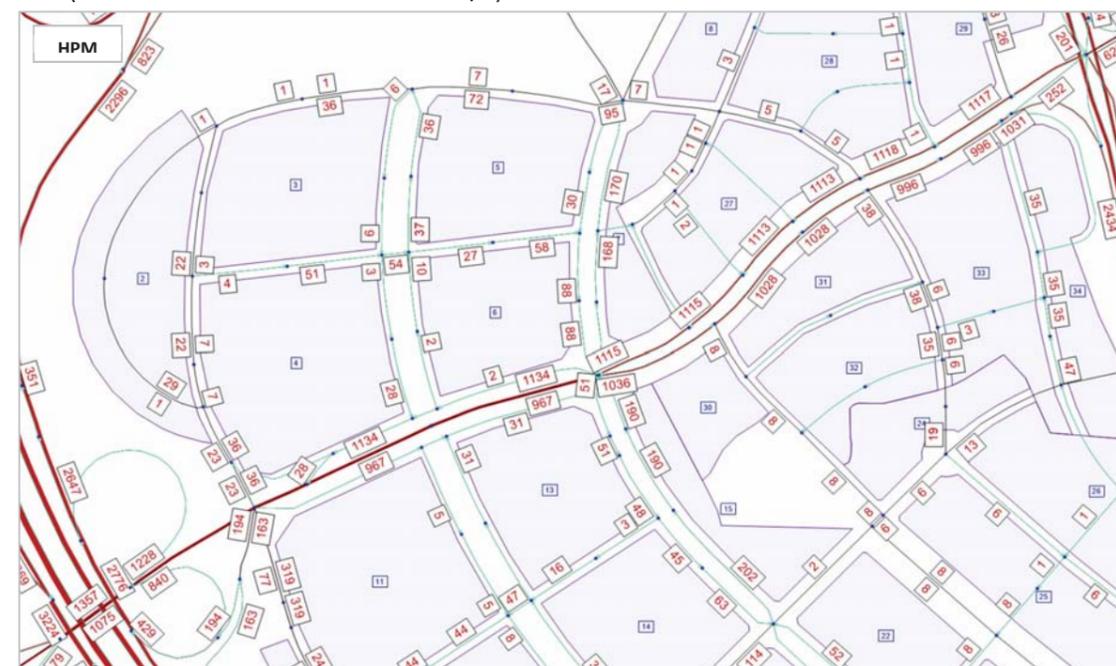


Figura 32. Intensidades de tráfico previstas para los tramos de la M-513 en el escenario 2025.HPM.

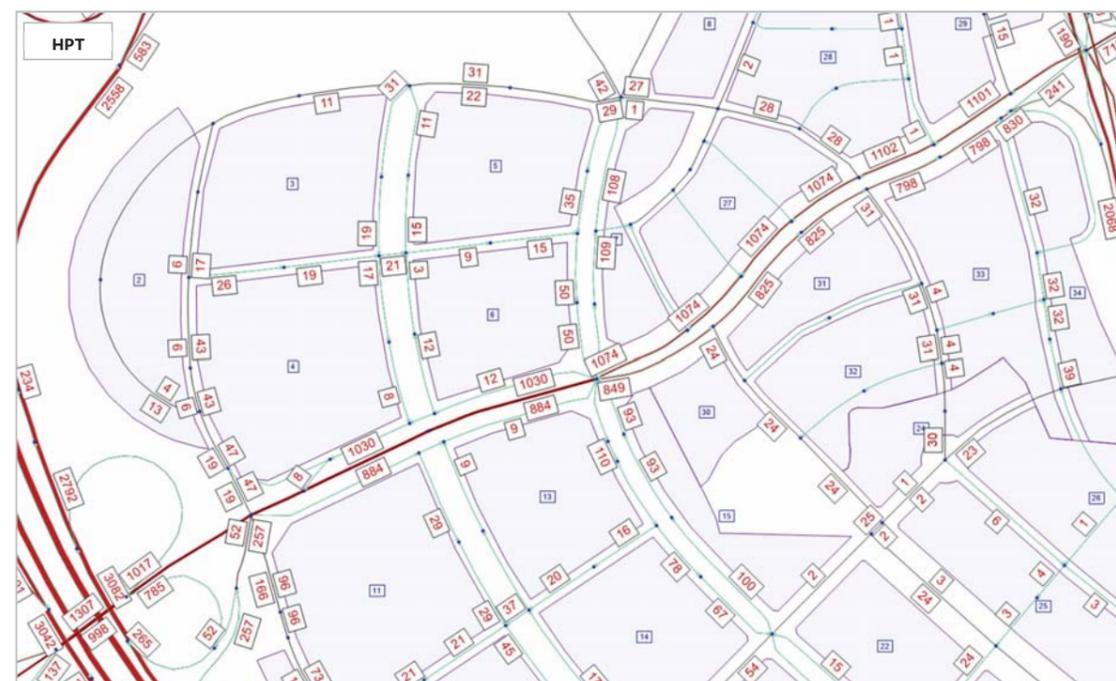


Figura 33. Intensidades de tráfico previstas para los tramos de la M-513 en el escenario 2025.HPT.

Esta demanda resulta ampliamente inferior a la capacidad teórica de la travesía de acuerdo a su sección, que puede estimarse en torno a los 3.000 veh/h en el tramo occidental y a los 2.000 veh/h en el tronco del tramo occidental.

VIARIO INTERNO DE ARPO

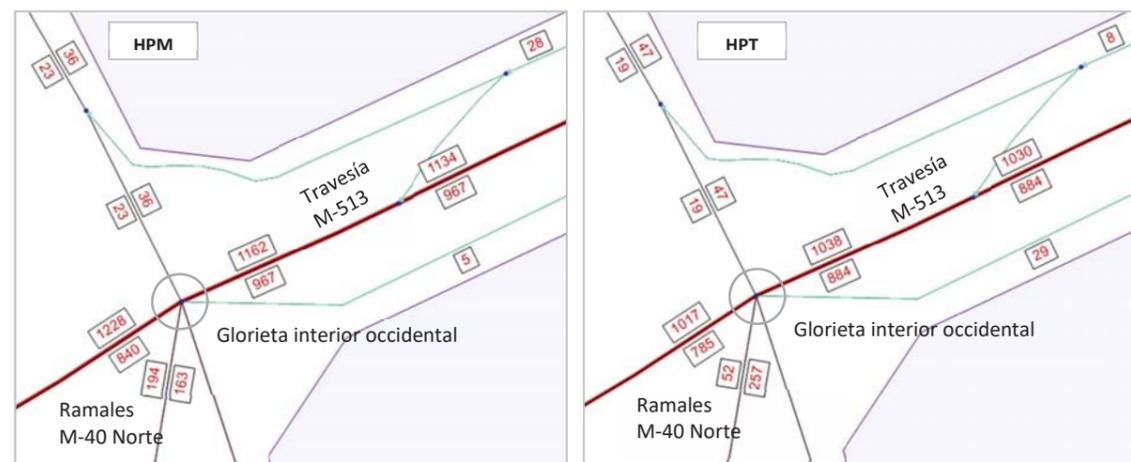
En las dos figuras anteriores y en los planos recogidos en el anexo III se observa que en la zona de mayor densidad de ARPO (núcleo del sector), las intensidades únicamente serían significativas en el eje vertebrador Norte-Sur (el que tiene continuidad hacia la M-515 y hacia Huerta Grande) y en la calle de borde junto a la M-40 y, en este último caso, más en el tramo al Sur de la travesía de la M-513, pues dará entrada/salida a un área urbana mayor. En este tramo la intensidad en hora punta de mañana superaría los 300 veh/h (sentido salida) y los 150 veh/ en hora punta de tarde (sentido entrada).

En el resto de las vías las intensidades previstas serían bastante inferiores, no previéndose ningún problema de capacidad, estimable en al menos 800 veh/h/carril para las vías locales de menor jerarquía en 1.000 veh/h/carril para las de mayor.

GLORIETA INTERIOR OCCIDENTAL

En cuanto a la glorieta situada en el extremo Oeste de la travesía, previa al nudo con la M-40, se ha considerado incluyendo la pata correspondiente a los ramales de conexión con la vía colectora de la M-40 en sentido ascendente (tal y como hace la propuesta del estudio informativo en curso). Sobre el resto del nudo, se ha reproducido con las características descritas en el capítulo 10, esto es, como una versión adaptada de la que se plantea en el estudio informativo.

En este primer horizonte, las intensidades previstas en los accesos en HPM y HPT, así como los niveles de servicio (considerablemente buenos) serían los siguientes:



Acceso a la glorieta	Nivel de servicio	
	HPM	HPT
Calle de borde tramo Norte	B	A
M-513 tramo Oeste	A	A
Ramal desde M-40	A	A
Calle de borde tramo Sur	B	A
M-513 tramo Este	A	A

Figura 34. Esquema de la glorieta interior occidental y niveles de servicio de los accesos. 2025.

GLORIETA CENTRAL DE ARPO

Tal como se ha detallado en el capítulo 10, para la intersección entre la travesía de la M-513 y el eje estructurante Norte-Sur del núcleo de ARPO el PU prevé una configuración en forma de glorieta partida (ver figura 37).

Para la evaluación del funcionamiento de esta intersección en cada uno de los horizontes se ha llevado a cabo una micro-simulación de tráfico. Se ha utilizado el software comercial VISSIM¹¹, compatible con el software VISUM empleado en el modelo macroscópico.

El flujo prioritario corresponde al tráfico que circula en ambos sentidos de la travesía de la M-513 y que continúa recto en la intersección, siendo el flujo secundario el que accede a la misma en ambos sentidos del eje estructurante Norte-Sur y en el que predominan los movimientos de giro a izquierda y derecha.

Para establecer una primera aproximación a la configuración del ciclo se ha partido de un cálculo preliminar basado en las fórmulas de Manual de Capacidad para intersecciones semaforizadas, considerándolo como si se tratara de un simple cruce entre los cuatro tramos viarios, buscando aquella duración de ciclo y combinación de fases principales que ofreciera un mejor nivel de servicio en la situación más exigente prevista, correspondiente al horizonte 2040 (ver apartado 12.3), comprobando con ello si la configuración de la intersección tendría un funcionamiento viable en el techo de desarrollo previsto. Así se ha obtenido un ciclo de partida de 160 segundos, que posteriormente se ha reducido a 140 segundos.

Para los horizontes previos (2025 y 2035) los mismos ciclos y fases deben dar lugar a un mejor funcionamiento al ser menor la demanda, lo que daría pie a plantear ajustes más particulares, quizá reduciendo aún más el ciclo, que aquí ya no se han considerado.

¹¹ PTV VISSIM Junction, versión 2020.

En todo caso, una vez comprobada la viabilidad de esta configuración, puede trasladarse a los técnicos responsables de la instalación final el diseño y ajuste pormenorizados del ciclo y de sus fases, que lógicamente podrán ir adaptándose a la evolución real del tráfico en la intersección.

Otros aspectos que se han tenido en cuenta en la configuración simulada del ciclo han sido los siguientes:

- El ciclo queda condicionado por la fase roja sobre la vía principal (verde de los secundarios) que debería ser suficiente para permitir el cruce completo de la sección transversal mayor de la travesía de la M-513 (a una velocidad de 0,7 m/s). Esto implica una fase verde prolongada para el flujo secundario, especialmente para los que continúan recto (los movimientos con giro a izquierda o derecha accederían a la vía principal, donde encontrarían un segundo semáforo en rojo).
- La fase roja prolongada sobre la vía principal obliga a contar con una fase verde también larga para canalizar el flujo elevado previsto.

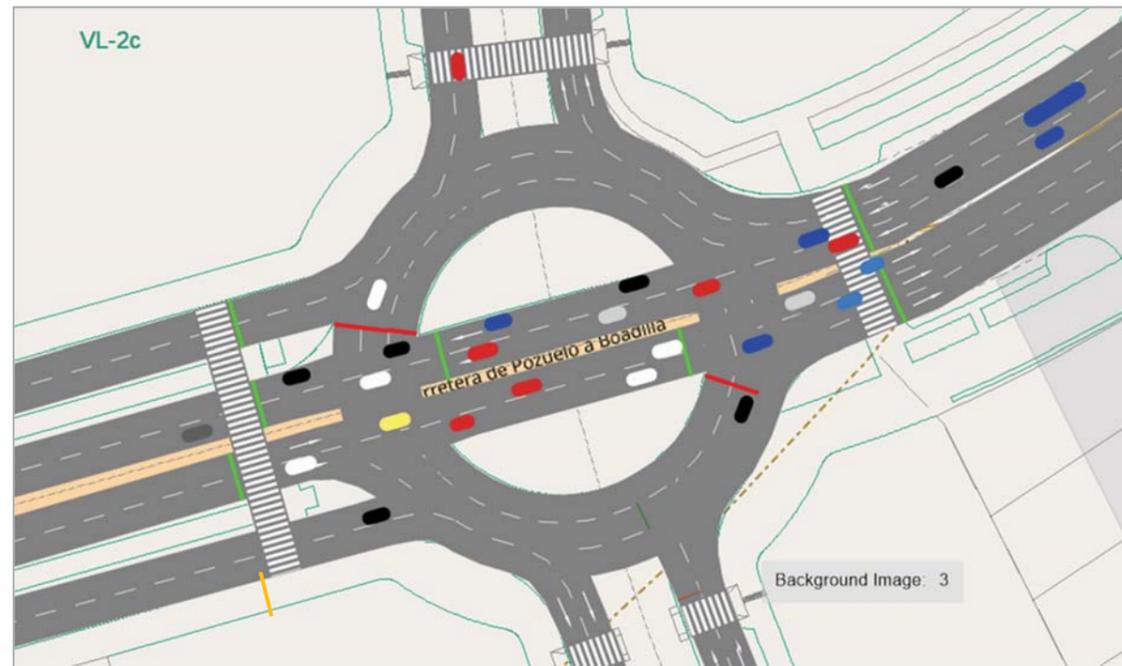


Figura 35. Imagen de la micro-simulación en VISSIM de la glorieta central de ARPO.

Para evitar la acumulación y las demoras excesiva de los movimientos del flujo secundario que deben superar dos semáforos, así como para mejorar otros aspectos del funcionamiento, se han planteado ciertos ajustes¹² en las fases.

Según las simulaciones realizadas, en el horizonte 2025 la glorieta mantendría un nivel de servicio aceptable (entre C y D) para la hora punta de mañana, siendo aún mejor (NS B y C) para la hora punta de tarde (ver figura 41).

Acceso a la glorieta	Nivel de servicio	
	HPM	HPT
Tramo Norte de ARPO	D	C
M-513 tramo Este	C	C
Tramo Sur de ARPO	C	B
Vía lateral Sur de la M-513	D	C
M-513 tramo Oeste	C	C

Figura 36. Niveles de servicio de los accesos. 2025.

12.2. HORIZONTE 2035

Para el horizonte temporal establecido en el año 2035 la situación del tráfico sería la siguiente:

NUDO ENTRE LA M-513 Y LA M-503 (GLORIETA ORIENTAL)

En el horizonte 2035 el incremento de tráfico debido tanto la componente exógena (tráfico de paso) como al desarrollo de los nuevos sectores del Oeste de Pozuelo será mucho más notable, si bien se mantendría un nivel de servicio aceptable en todos ellos para ambas horas punta.

- ¹² Para el tráfico del acceso Norte, prolongar la fase verde de los semáforos en la vía principal de salida de la intersección, solapándola durante unos segundos con la del flujo secundario, mientras los de entrada del flujo principal permanecen en rojo, lo que permite que los primeros vehículos de cada fase verde de este flujo secundario que giran a derecha e izquierda no encuentren inmediatamente más semáforos en rojo. Durante este tiempo el semáforo de peatones se mantendría en rojo.
- Permitir una fase ámbar permanente para el giro a la derecha desde el acceso por el Sur hacia la travesía de la M-513 en sentido Este, accediendo al carril derecho, que surge como un carril adicional a los dos existentes en los tramos previos.
- El bajo volumen previsto en el acceso a la intersección desde la vía lateral de la travesía de la M-513 en sentido Este permitiría plantear también una fase ámbar permanente (siempre respetando, como no, la prioridad peatonal durante la fase roja del flujo principal).

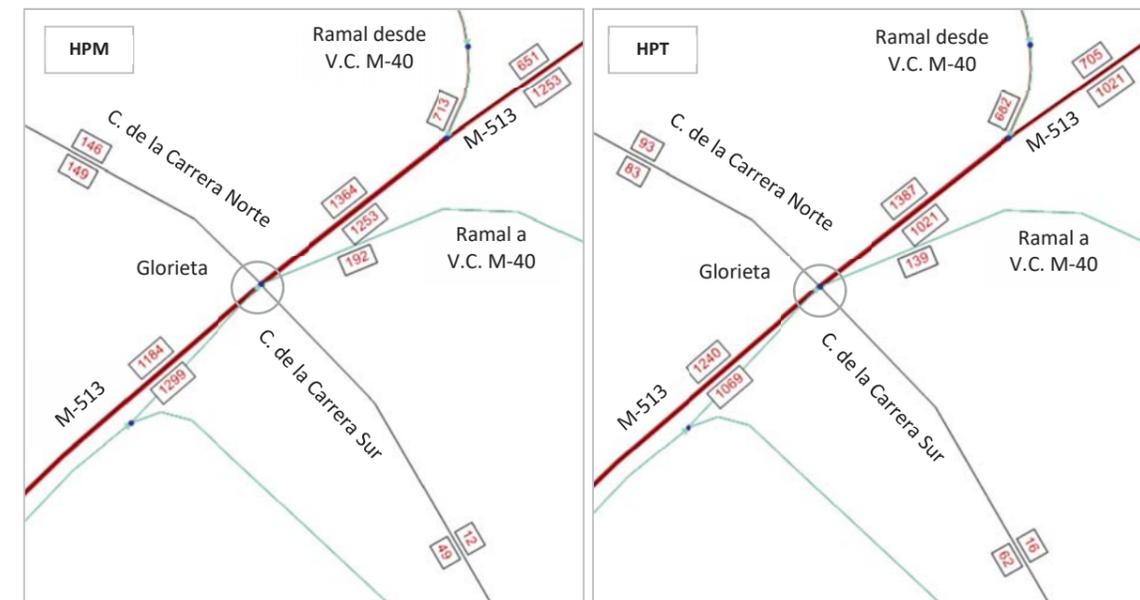


Acceso a la glorieta	Nivel de servicio	
	HPM	HPT
C/ José Navarro Reverter	B	B
M-503 sentido Norte	C	C
M-513 sentido Pozuelo	A	A
M-503 sentido Sur	B	B

Figura 37. Esquema de la glorieta entre la M-513 y la M-503 y niveles de servicio de los accesos. 2035.

NUDO ENTRE LA M-513 Y LA M-40 (GLORIETA OCCIDENTAL)

En este escenario, la carga del nudo y el funcionamiento de la glorieta en la configuración modificada de acuerdo a lo propuesto en este estudio serían los siguientes.



Acceso a la glorieta	Nivel de servicio	
	HPM	HPT
M-513 sentido Pozuelo	C	B
Cañada de la Carrera tramo Sur	B	A
M-513 sentido Boadilla	C	C
Cañada de la Carrera tramo Norte	A	A

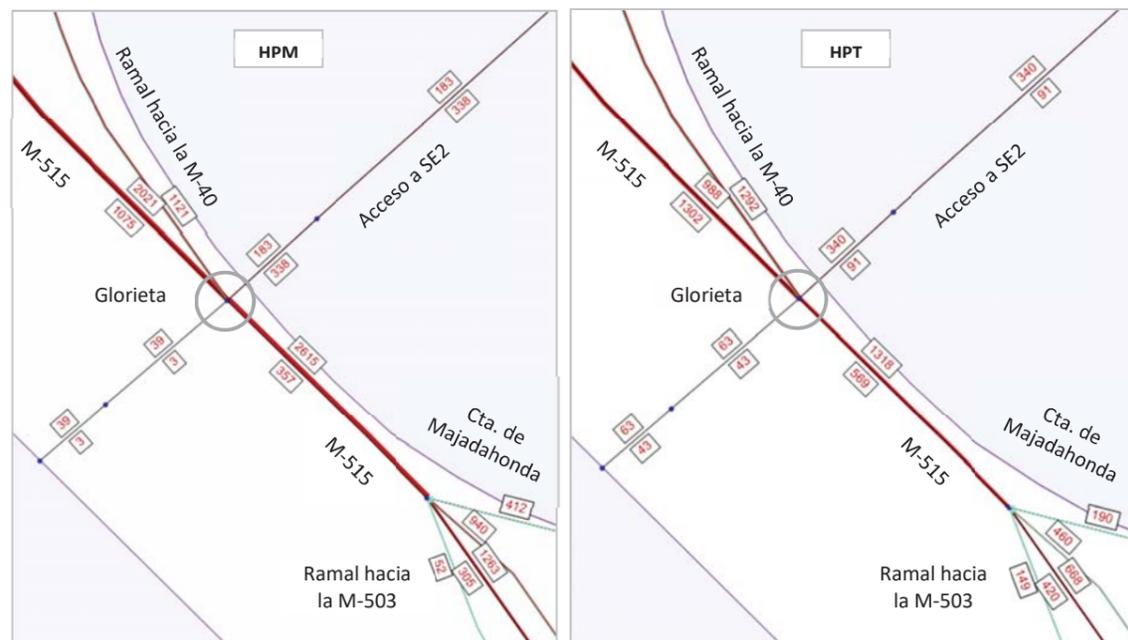
Figura 38. Esquema del nudo modificado entre la M-513 y la M-40 y niveles de servicio de los accesos a la glorieta.2035.

Como puede verse, el nivel de servicio se mantendría en una categoría muy favorable en las ambas horas punta de este horizonte temporal.

GLORIETA DE LA M-515

Como se adelantaba en el análisis del horizonte anterior, los problemas de capacidad en los accesos a la glorieta desde el Sur y desde el Este (Sector de Empleo 2) se verían acentuados en 2035. Los cálculos mediante formulación muestran que se produciría nivel de servicio F también en la hora punta de tarde.

No obstante, y como ya se ha comentado, un análisis más preciso mediante microsimulación podría mostrar resultados menos desfavorables.



Acceso a la glorieta	Nivel de servicio	
	HPM	HPT
M-515 tramo Norte	E	B
M-515 tramo Sur	F	F
Desde Z1	A	B
Desde SE2	F	F

Figura 39. Esquema de la glorieta de la M-515 y niveles de servicio de los accesos. 2035.

TRAMO DE LA M-513 INTERIOR A ARPO

Para el escenario 2035 los valores de intensidad prevista en HPM para los tramos de la travesía más cargados serían ligeramente superiores a 1.400 veh/h en ambos sentidos. En HPT, la carga sería similar en sentido Oeste, mientras que en sentido Este no superarían los 1.200 veh/h. Por tanto, la demanda se mantendría también por debajo de la capacidad teórica de la travesía de acuerdo a su sección (3.000 veh/h en el tramo occidental y 2.000 veh/h en el tronco del tramo occidental).



Figura 40. Intensidades de tráfico previstas para los tramos de la M-513 en el escenario 2035.HPM

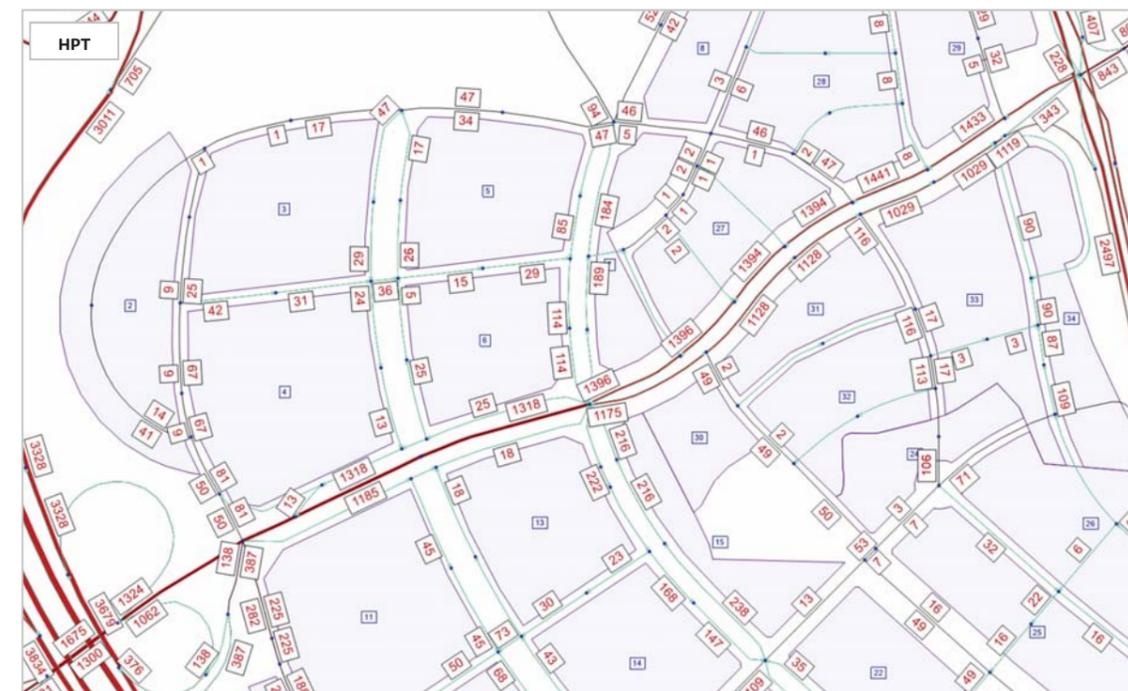


Figura 41. Intensidades de tráfico previstas para los tramos de la M-513 en el escenario 2035.HPT.

VIARIO INTERNO DE ARPO

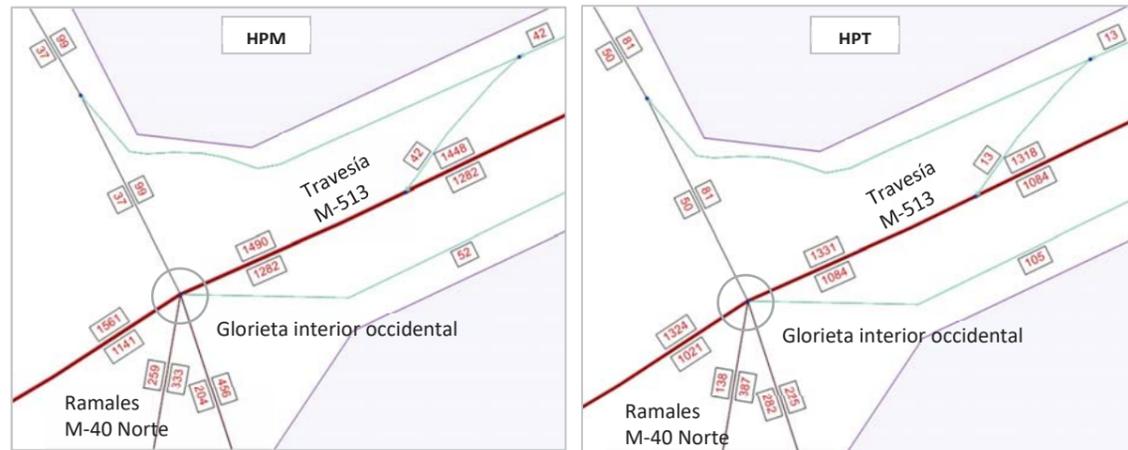
En las dos figuras anteriores y en los planos recogidos en el anexo III se observa que en la zona de mayor densidad de ARPO (núcleo del sector), las intensidades únicamente serían significativas en el eje

vertebrador Norte-Sur (el que tiene continuidad hacia la M-515 y hacia Huerta Grande) y en la calle de borde junto a la M-40 y, en este último caso, más en el tramo al Sur de la travesía de la M-513, pues dará entrada/salida a un área urbana mayor. En este tramo la intensidad en hora punta de mañana superaría los 400 veh/h (sentido salida) y se acercaría a los 300 veh/h en hora punta de tarde (sentido entrada).

En el resto de las vías las intensidades previstas serían bastante inferiores, no previéndose ningún problema de capacidad, estimable en al menos 800 veh/h/carril para las vías locales de menor jerarquía en 1.000 veh/h/carril para las de mayor.

GLORIETA INTERIOR OCCIDENTAL

En el horizonte 2035 la glorieta mantendría un nivel de servicio entre bueno (NS B) y aceptable (NS C) para la hora punta de mañana, siendo mejor (NS B en todos los accesos) para la hora punta de tarde.

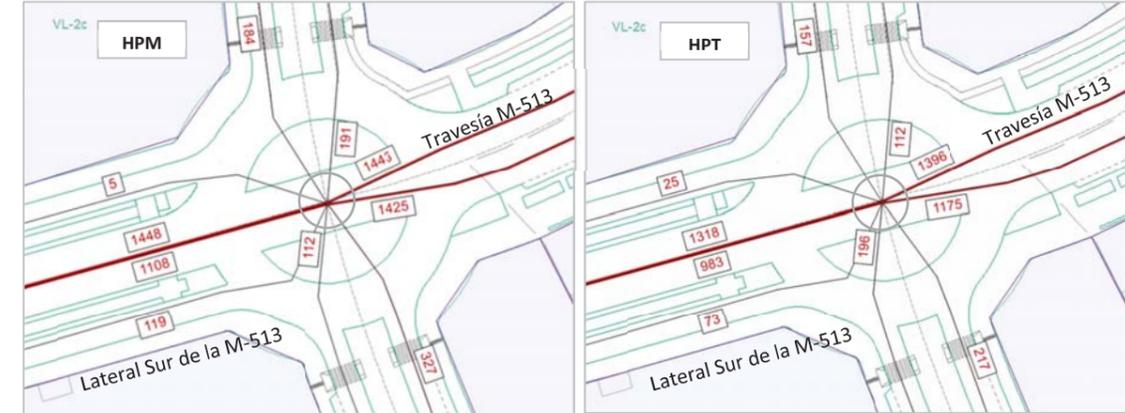


Acceso a la glorieta	Nivel de servicio	
	HPM	HPT
Calle de borde tramo Norte	B	B
M-513 tramo Oeste	C	B
Ramal desde M-40	B	B
Calle de borde tramo Sur	C	B
M-513 tramo Este	C	B

Figura 42. Esquema de la glorieta interior occidental y niveles de servicio de los accesos. 2035.

GLORIETA CENTRAL DE ARPO

Con la configuración de glorieta partida descrita, para el horizonte 2035 las intensidades previstas en los accesos en HPM y HPT, así como los niveles de servicio serían los siguientes:



Acceso a la glorieta	Nivel de servicio	
	HPM	HPT
Tramo Norte de ARPO	D	C
M-513 tramo Este	D	C
Tramo Sur de ARPO	C	C
Vía lateral Sur de la M-513	D	C
M-513 tramo Oeste	C	C

Figura 43. Esquema de la glorieta central de ARPO y niveles de servicio de los accesos. 2035.

En el horizonte 2035 la glorieta mantendría un nivel de servicio aceptable (NS C y D) para la hora punta de mañana, siendo un poco mejor en uno de sus accesos (NS C y D) para la hora punta de tarde.

12.3. HORIZONTE 2040

Para el horizonte temporal establecido en el año 2040 (máxima ocupación) la situación del tráfico sería la comentada a continuación.

Se ha de tener presente que en este escenario el carácter conservador adoptado para las diferentes hipótesis tendrá su máximo efecto, siendo esperable que la situación futura resulte finalmente más favorable que la aquí evaluada gracias a la progresiva mejora de las condiciones de sostenibilidad en la movilidad general ver capítulo 11).

NUDO ENTRE LA M-513 Y LA M-503 (GLORIETA ORIENTAL)

En la glorieta oriental se mantendrían en general niveles de servicio aceptables, si bien bajo la hipótesis conservadora utilizada se podría alcanzar una situación comprometida para la capacidad del acceso desde el Sur de la M-503 (NS F) debido al más intenso tráfico de entrada en hora punta de tarde.

No obstante, y como ya se ha comentado, un análisis más preciso mediante microsimulación podría mostrar resultados menos desfavorables.

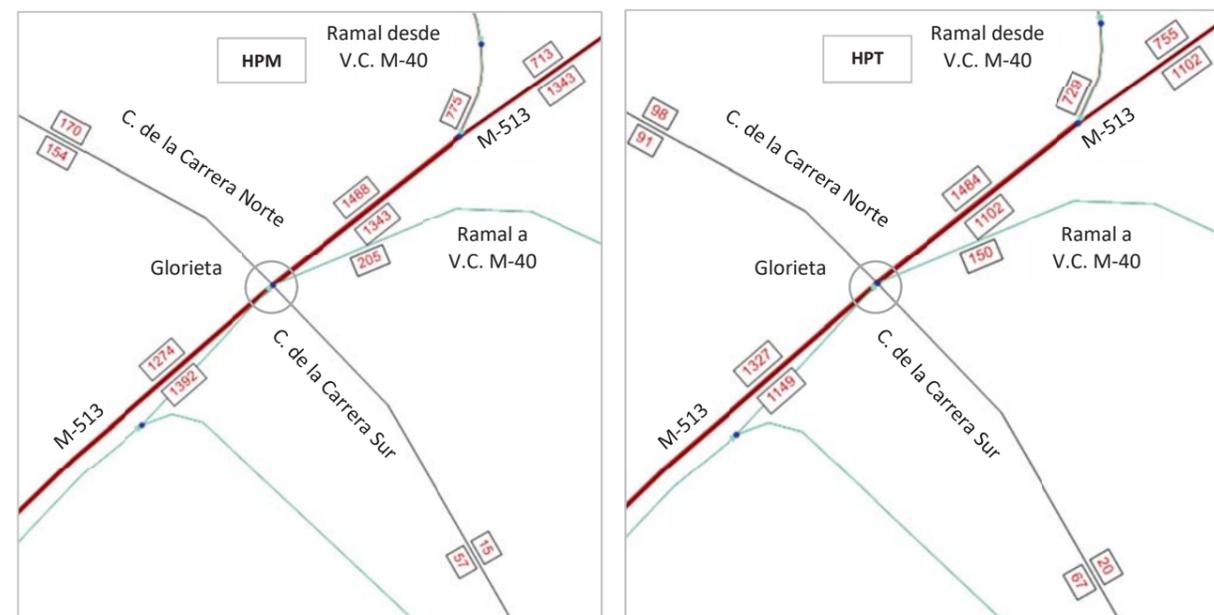


Acceso a la glorieta	Nivel de servicio	
	HPM	HPT
C/ José Navarro Reverter	C	B
M-503 sentido Norte	D	F
M-513 sentido Pozuelo	A	A
M-503 sentido Sur	C	B

Figura 44. Esquema de la glorieta entre la M-513 y la M-503 y niveles de servicio de los accesos. 2040.

NUDO ENTRE LA M-40 Y LA M-513 (GLORIETA OCCIDENTAL)

En este escenario conservador de total desarrollo la glorieta en el nudo modificado de acuerdo a lo propuesto en este estudio tendría un nivel de servicio entre malo en los accesos por la M-513 (alcanzado un NS F en los peores casos).



Acceso a la glorieta	Nivel de servicio	
	HPM	HPT
M-513 sentido Pozuelo	F	C
Cañada de la Carrera tramo Sur	B	A
M-513 sentido Boadilla	F	F
Cañada de la Carrera tramo Norte	B	B

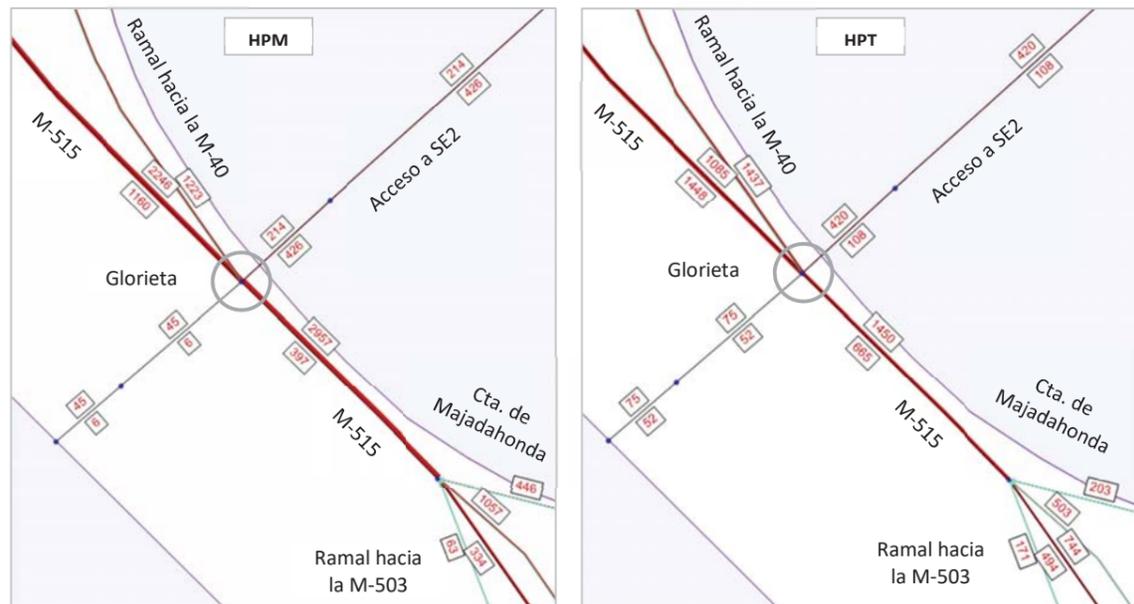
Figura 45. Esquema del nudo modificado entre la M-513 y la M-40 y niveles de servicio de los accesos a la glorieta. 2040.

Para esta glorieta también se ha llevado a cabo un cálculo a través de una microsimulación de mayor detalle que el del cálculo convencional. Los resultados obtenidos del promedio de 20 simulaciones realizadas en la microsimulación indican que el funcionamiento de la glorieta es notablemente mejor que el indicado por el cálculo previo mediante formulación. Se adjunta en el anexo VI el informe de la microsimulación de la glorieta para el horizonte 2040 en HPM y HPT.

GLORIETA DE LA M-515

En este último horizonte la situación de fuerte saturación se agravaría aún más para los accesos desde el Sur y desde el Este (Sector de Empleo 1), llegando a producirse también NS F en el acceso desde el Norte en hora punta de mañana.

No obstante, y como ya se ha comentado, un análisis más preciso mediante microsimulación podría mostrar resultados menos desfavorables.



Acceso a la glorieta	Nivel de servicio	
	HPM	HPT
M-515 tramo Norte	F	C
M-515 tramo Sur	F	F
Desde Z1	A	B
Desde SE2	F	F

Figura 46. Esquema de la glorieta de la M-515 y niveles de servicio de los accesos. 2040.

TRAMO DE LA M-513 INTERIOR A ARPO

Para el escenario 2040 los valores de intensidad prevista en HPM para los tramos de la travesía más cargados se aproximarían a los 1.600 veh/h en ambos sentidos, aunque sin alcanzarlos. En HPT, nuevamente la carga sería similar en sentido Oeste, mientras que en sentido Este rozaría los 1.300 veh/h. Por tanto, también en este escenario de máximo desarrollo y de carácter conservador, la demanda se mantendría por debajo de la capacidad teórica de la travesía de acuerdo a su sección (3.000 veh/h en el tramo occidental y 2.000 veh/h en el tronco del tramo occidental).



Figura 47. Intensidades de tráfico previstas para los tramos de la M-513 en el escenario 2040.HPM.



Figura 48. Intensidades de tráfico previstas para los tramos de la M-513 en el escenario 2040.HPT.

VIARIO INTERNO DE ARPO

En las dos figuras anteriores y en los planos recogidos en el anexo III se observa que en la zona de mayor densidad de ARPO (núcleo del sector), las intensidades únicamente serían significativas en el eje

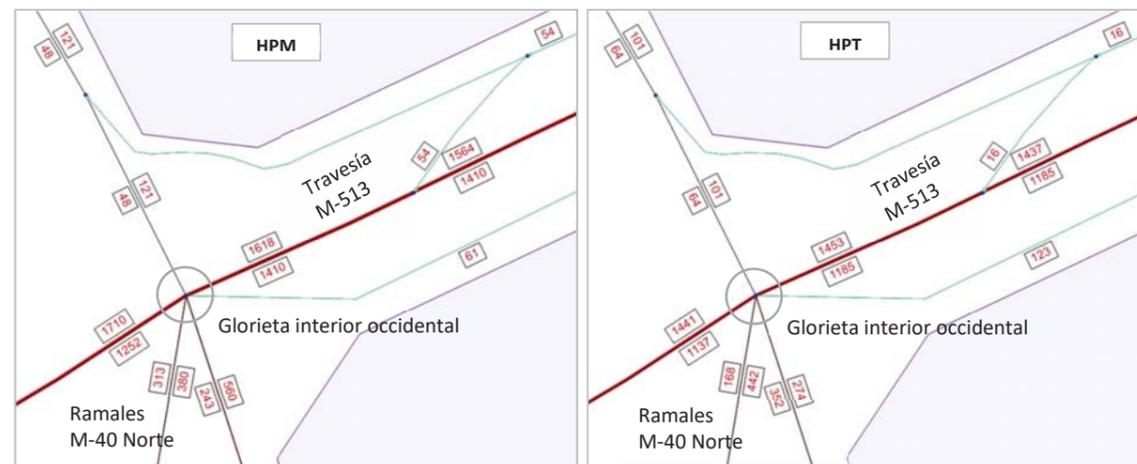
vertebrador Norte-Sur (el que tiene continuidad hacia la M-515 y hacia Huerta Grande) y en la calle de borde junto a la M-40 y, en este último caso, más en el tramo al Sur de la travesía de la M-513, pues dará entrada/salida a un área urbana mayor. En este tramo la intensidad en hora punta de mañana superaría los 500 veh/h (sentido salida) y superaría los 300 veh/h en hora punta de tarde (sentido entrada).

En el resto de las vías las intensidades previstas serían bastante inferiores, no previéndose ningún problema de capacidad, estimable en al menos 800 veh/h/carril para las vías locales de menor jerarquía en 1.000 veh/h/carril para las de mayor.

GLORIETA INTERIOR OCCIDENTAL

En el horizonte 2040 los resultados bajo las hipótesis conservadoras empleadas muestran que en hora punta de mañana podría llegar a verse comprometida la capacidad de los accesos desde la travesía de la M-513 en dirección Oeste y desde la calle de borde al Sur, si bien en la hora punta de tarde se mantendría un nivel de servicio general considerablemente aceptable.

En el improbable caso de verificarse en la realidad una evolución tendencial como la considerada en las hipótesis, desfavorable y sin la mejora progresiva en las condiciones de sostenibilidad de la movilidad general que resulta deseable y casi imprescindible en el futuro, para el horizonte de máximo desarrollo sería necesario plantear alguna actuación específica destinada a aumentar y optimizar la capacidad de la intersección para los accesos afectados (semaforización con sistemas de detección, por ejemplo). Este tipo de medidas podría esperarse a aplicarse una vez se aproxime este horizonte y se prevea con seguridad que pueden manifestarse finalmente tales condiciones desfavorables.

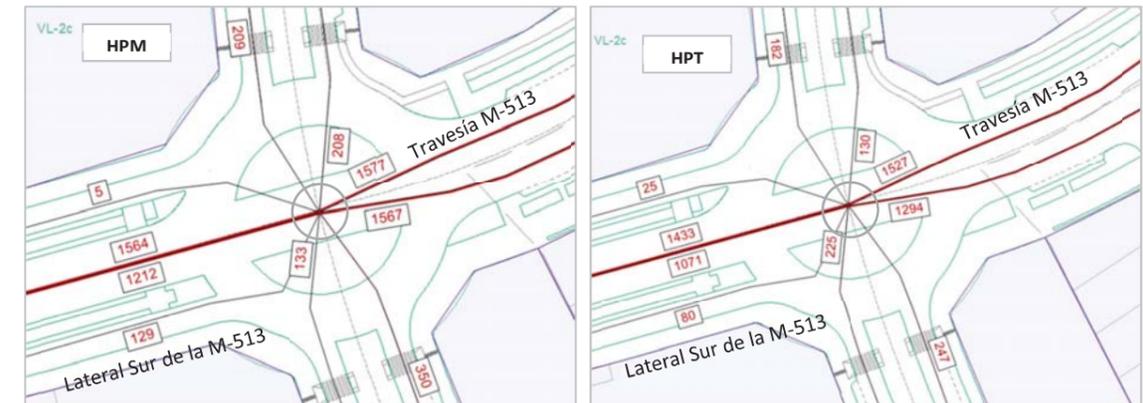


Acceso a la glorieta	Nivel de servicio	
	HPM	HPT
Calle de borde tramo Norte	C	B
M-513 tramo Oeste	D	B
Ramal desde M-40	C	C
Calle de borde tramo Sur	F	B
M-513 tramo Este	F	B

Figura 49. Esquema de la glorieta interior occidental y niveles de servicio de los accesos. 2040.

GLORIETA CENTRAL DE ARPO

Con la configuración de ciclo descrita, para el horizonte 2040 las intensidades previstas en los accesos en HPM y HPT, así como los niveles de servicio se muestran en la figura 52 a continuación.



Acceso a la glorieta	Nivel de servicio	
	HPM	HPT
Tramo Norte de ARPO	D	C
M-513 tramo Este	D	C
Tramo Sur de ARPO	C	C
Vía lateral Sur de la M-513	D	D
M-513 tramo Oeste	C	C

Figura 50. Esquema de la glorieta central de ARPO y niveles de servicio de los accesos. 2040.

En el horizonte 2040 la glorieta mantendría un nivel de servicio aceptable (NS entre C y D) para la hora punta de mañana, siendo un poco mejor en uno de sus accesos (entre C y D) para la hora punta de tarde.

13. CONTRIBUCIONES SOBRE LA RED

Se ha incorporado al presente informe un cálculo del origen/destino del tráfico de entrada y salida de tres elementos del modelo con el objetivo de determinar la contribución a la carga futura del tráfico con O/D en Boadilla del Monte¹³, en ARPO y en el resto de sectores de desarrollo contemplados por el PG de Pozuelo de Alarcón¹⁴. Estos elementos son la glorieta de la M-515, el nudo de la M-513 y la M-40 y el tronco de la M-513.

13.1. GLORIETA M-513 Y M-40

Para determinar las contribuciones de las distintas componentes al conjunto del nudo, en un primer se ha obtenido su contribución en cada elemento de red de entrada y salida del nudo (los indicados en la siguiente figura, con color naranja para las entradas y azul para las salidas). En este caso se ha aplicado también un criterio de análisis, añadiendo la consideración de los elementos internos del nudo (paso elevado sobre la M-40, glorietas en ambos márgenes de la autovía y vías colectoras en el tramo bajo el paso elevado, todos ellos señalados en color granate en la imagen).

¹³ Incremento previsto debido al desarrollo del municipio de acuerdo al *Estudio de Tráfico y Movilidad Sostenible del Nuevo Plan General de Ordenación Urbana de Boadilla del Monte. Documento para la Aprobación Inicial*. Ref. TMA: 1763/12. Junio de 2018.

¹⁴ APR 2.4-01 "Carretera de Boadilla Norte", APR 2.5-02 "Carretera de Boadilla Sur", UZ 2.4-01 "Sector de Empleo 1", UZ 2.3-02 "Sector de Empleo 2", UZ 2.4-02 "Huerta Grande", UZ 2.3-01 "Eje Pinar", UZ 2.3-03 "La Pinada", APR 2.3-01 "Universidad Francisco de Vitoria", APR 2.6-02 "Montegancedo".

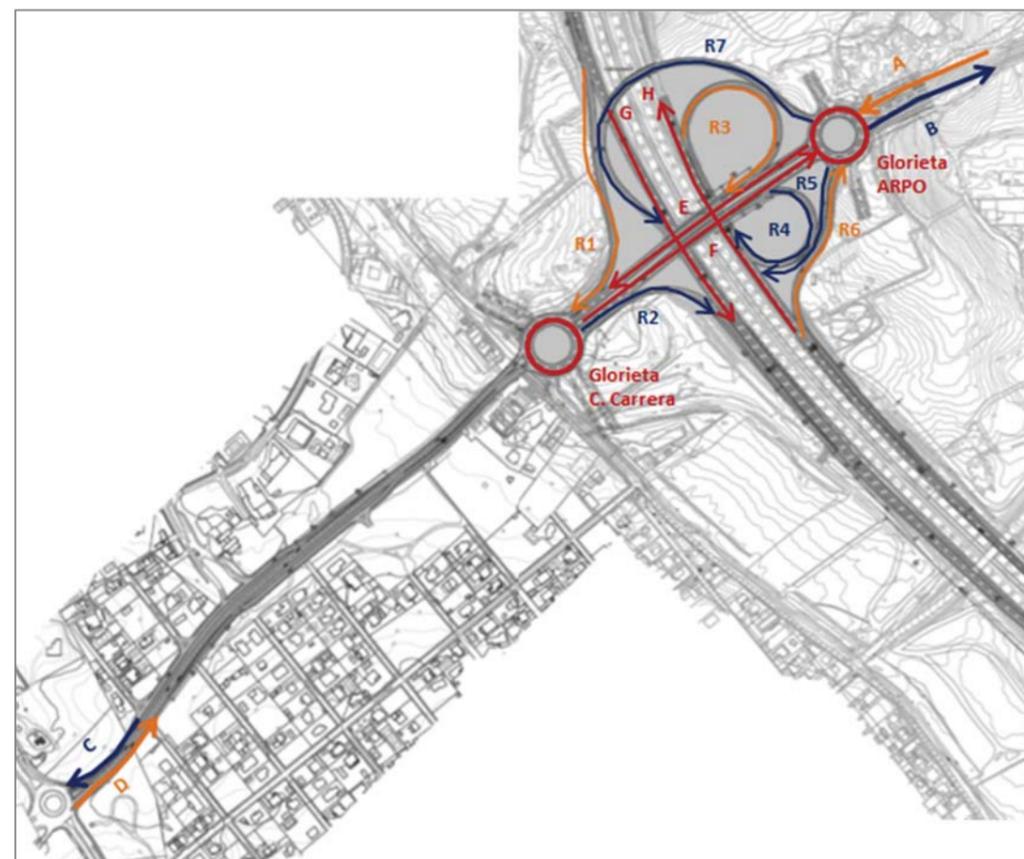


Figura 51. Tramos considerados en el cálculo de contribuciones.

TRÁFICO ADICIONAL

Tramos de entrada y salida al nudo

La siguiente tabla recoge la distribución porcentual de las tres componentes de tráfico adicional consideradas sobre cada uno de los elementos estudiados de entrada y salida del nudo, así como para su conjunto:

Tramos	Tráfico adicional (veh/h)		
	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
A (M-513 Este sentido Oeste)	60%	29%	12%
B (M-513 Este sentido Este)	30%	21%	49%
C (M-513 Oeste sentido Oeste)	8%	7%	86%
D (M-513 Oeste sentido Este)	8%	7%	84%
R1	65%	4%	32%
R2	80%	9%	11%
R3	24%	3%	73%
R4	93%	0%	7%
R5	100%	0%	0%
R6	69%	31%	0%

Tramos	Tráfico adicional (veh/h)		
	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
R7	67%	33%	0%

	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
Conjunto de entradas y salidas al nudo	46%	16%	38%

Tabla 10. Contribuciones a la carga de tráfico adicional sobre cada elemento de entrada y salida al nudo y sobre su conjunto.

TOTAL DE TRAMOS ANALIZADOS DEL NUDO

La siguiente tabla recoge la distribución porcentual de las tres componentes de tráfico adicional consideradas sobre cada uno del total de los elementos estudiados del nudo, así como para su conjunto:

Tramos	Tráfico adicional (veh/h)		
	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
A (M-513 Este sentido Oeste)	60%	29%	12%
B (M-513 Este sentido Este)	30%	21%	49%
C (M-513 Oeste sentido Oeste)	8%	7%	86%
D (M-513 Oeste sentido Este)	8%	7%	84%
Glorieta C. Carrera	63%	6%	32%
E (M-513 paso elevado sentido Oeste)	40%	5%	55%
F (M-513 paso elevado sentido Este)	54%	4%	42%
Glorieta ARPO	66%	14%	20%
R1	65%	4%	32%
R2	80%	9%	11%
R3	24%	3%	73%
R4	93%	0%	7%
R5	100%	0%	0%
R6	69%	31%	0%
R7	67%	33%	0%
G (vía colectora M-40 sentido Sur)	45%	55%	0%
H (vía colectora M-40 sentido Norte)	43%	32%	25%

	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
Total de tramos analizados	53%	16%	31%

Tabla 11. Contribuciones a la carga de tráfico adicional sobre todos los elementos analizados del nudo y sobre su conjunto.

TOTAL DEL TRÁFICO

Tramos de entrada y salida al nudo

La siguiente tabla recoge la distribución porcentual sobre cada uno de los elementos estudiados de entrada y salida del nudo, así como para su conjunto, considerando las cuatro componentes del tráfico (las 3 de tráfico adicional y la del resto de tráfico, ésta última correspondiente al tráfico actual más su incremento tendencial hasta el año horizonte de cálculo, 2040):

Tramos	Tráfico total (veh/h)			
	Actual + tendencial	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
A (M-513 Este sentido Oeste)	80%	12%	6%	2%
B (M-513 Este sentido Este)	66%	10%	7%	17%
C (M-513 Oeste sentido Oeste)	75%	2%	2%	21%
D (M-513 Oeste sentido Este)	75%	2%	2%	21%
R1	54%	29%	2%	14%
R2	46%	43%	5%	6%
R3	73%	7%	1%	20%
R4	42%	54%	0%	4%
R5	0%	100%	0%	0%
R6	32%	47%	21%	0%
R7	82%	12%	6%	0%

	Actual + tendencial	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
Conjunto de entradas y salidas al nudo	70%	14%	5%	12%

Tabla 12. Contribuciones a la carga total sobre todos los elementos analizados del nudo y sobre su conjunto.

Total de tramos analizados del nudo

La siguiente tabla recoge la distribución porcentual obtenida sobre cada uno del total de los elementos estudiados del nudo, así como para su conjunto, considerando las cuatro componentes del tráfico (las 3 de tráfico adicional y la del resto de tráfico, ésta última correspondiente al tráfico actual más su incremento tendencial hasta el año horizonte de cálculo, 2040):

Tramos	Tráfico total (veh/h)			
	Actual + tendencial	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
A (M-513 Este sentido Oeste)	80%	12%	6%	2%
B (M-513 Este sentido Este)	66%	10%	7%	17%
C (M-513 Oeste sentido Oeste)	75%	2%	2%	21%
D (M-513 Oeste sentido Este)	75%	2%	2%	21%
Glorieta C. Carrera	72%	18%	2%	9%
E (M-513 paso elevado sentido Oeste)	67%	13%	2%	18%

Tramos	Tráfico total (veh/h)			
	Actual + tendencial	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
F (M-513 paso elevado sentido Este)	60%	22%	2%	17%
Glorieta ARPO	62%	25%	5%	8%
R1	54%	29%	2%	14%
R2	46%	43%	5%	6%
R3	73%	7%	1%	20%
R4	42%	54%	0%	4%
R5	0%	100%	0%	0%
R6	32%	47%	21%	0%
R7	82%	12%	6%	0%
G (vía colectora M-40 sentido Sur)	92%	4%	5%	0%
H (vía colectora M-40 sentido Norte)	89%	5%	4%	3%

	Actual + tendencial	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
Total de tramos analizados	75%	13%	4%	8%

Tabla 13. Contribuciones a la carga total sobre todos los elementos analizados del nudo y sobre su conjunto.

13.2. GLORIETA M-515

Para analizar las contribuciones de la glorieta de la M-515 se evalúa la propia glorieta en lugar de los tramos, ya que esta glorieta es un nudo más simple que el anterior, no afectado por ramales adicionales.

TOTAL DEL TRÁFICO

Tramos	Tráfico diario adicional (veh/h)								
	ARPO	UFV	HG	EJE PINAR	SE2	SE1	CTRA. BOADILLA SUR	CTRA. BOADILLA NORTE	LA PINADA
Glorieta M-515	4.622	4.411	3.481	2.928	1.267	1.901	370	91	414

Tabla 14. Contribuciones a la carga total sobre todos los elementos analizados del nudo y sobre su conjunto.

Tramos	Tráfico diario adicional (veh/h)								
	ARPO	UFV	HG	EJE PINAR	SE2	SE1	CTRA. BOADILLA SUR	CTRA. BOADILLA NORTE	LA PINADA
Glorieta M-515	24%	23%	18%	15%	7%	10%	2%	0%	2%

Tabla 15. Contribuciones a la carga total sobre todos los elementos analizados del nudo y sobre su conjunto.

13.3. TRONCO M-513

De manera análoga al cálculo de contribuciones anteriores, se calcula la contribución sobre la M-513 de los distintos ámbitos de crecimiento involucrados.

TRÁFICO ADICIONAL

La siguiente tabla recoge la distribución porcentual de las tres componentes de tráfico adicional consideradas sobre cada uno de los elementos estudiados de entrada y salida del nudo, así como para su conjunto:

Tramos	Tráfico adicional (veh/h)		
	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
A (M-513 Este sentido Oeste. Lado Este)	69%	20%	11%
B (M-513 Este sentido Oeste. Lado Oeste)	65%	21%	15%
C (M-513 Oeste sentido Este. Lado Este)	52%	8%	40%
D (M-513 Oeste sentido Este. Lado Oeste)	51%	6%	43%

	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
Conjunto de entradas y salidas al nudo	58%	13%	29%

Tabla 16. Contribuciones a la carga de tráfico adicional sobre cada elemento de entrada y salida al nudo y sobre su conjunto.

TOTAL DEL TRÁFICO

La siguiente tabla recoge la distribución porcentual sobre cada uno de los elementos estudiados de entrada y salida del nudo, así como para su conjunto, considerando las cuatro componentes del tráfico (las 3 de tráfico adicional y la del resto de tráfico, ésta última correspondiente al tráfico actual más su incremento tendencial hasta el año horizonte de cálculo, 2040):

Tramos	Tráfico total (veh/h)			
	Actual + tendencial	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
A (M-513 Este sentido Oeste. Lado Este)	75%	17%	5%	3%
B (M-513 Este sentido Oeste. Lado Oeste)	81%	13%	4%	3%
C (M-513 Oeste sentido Este. Lado Este)	57%	22%	4%	17%
D (M-513 Oeste sentido Este. Lado Oeste)	75%	13%	1%	11%

Tramos	Tráfico total (veh/h)			
	Actual + tendencial	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
Conjunto de entradas y salidas al nudo	73%	16%	3%	8%

Tabla 17. Contribuciones a la carga total sobre todos los elementos analizados del nudo y sobre su conjunto.

14. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En el presente documento se han recogido los resultados del Estudio de Tráfico de todo el área oeste del TM de Pozuelo de Alarcón realizado por TMA por encargo de la Junta de Compensación del sector UZ 2.4-03 "ARPO" del PGOU de Pozuelo de Alarcón, que a su vez constituye una revisión, ampliación y actualización de otros estudios previos, atendiendo ahora a la propuesta más reciente del proyecto de urbanización.

Se ha partido del análisis y diagnóstico actualizado de la situación actual para predecir y evaluar en sucesivos horizontes temporales la evolución de la carga y el funcionamiento de la red viaria como consecuencia del desarrollo y ocupación progresiva de este y otros sectores de la zona oeste del municipio, teniendo también en consideración el previsible incremento tendencial del tráfico de paso en el área de estudio.

14.1. HORIZONTES TEMPORALES E HIPÓTESIS DE TRABAJO

Los horizontes temporales estudiados, correspondientes a los años 2025, 2035 y 2040, reflejan progresivos grados de ocupación de los nuevos usos y de su producción de tráfico, los cuales se han establecido conjuntamente con el equipo de planeamiento encargado de la coordinación y representación de los promotores de los diversos sectores urbanísticos implicados en el desarrollo Oeste del municipio.

En esta última revisión del estudio se han mantenido gran parte de las hipótesis de partida, aunque actualizando varios aspectos de acuerdo a la nueva información disponible: aforos más recientes, resultados de la nueva encuesta de movilidad EDM2018, últimas previsiones de modificación de la red viaria futura, etc., y recurriendo nuevamente a la programación de un modelo informático de simulación de tráfico del área de estudio completa, ahora de mayor amplitud, resolución y precisión, basado en dichas hipótesis y consideraciones.

De nuevo se ha mantenido un enfoque conservador en relación con la producción de tráfico (incluyendo la proyección tendencial del tráfico de paso existente en la actualidad), donde no se han contabilizado los efectos positivos de reducción derivados de la transición hacia un esperable modelo

de movilidad más sostenible apoyado en nuevas tecnologías. Tales efectos podrían ser muy significativos, especialmente en los horizontes temporales más alejados del estudio, a partir de 2035. No obstante, y para no resultar excesivamente conservadores, en la presente revisión sí se ha considerado que puede contarse con una cierta atenuación de la hora punta respecto a lo reflejado en las encuestas de movilidad, al menos en los usos asociados a la movilidad obligada por motivos de trabajo (residencial y terciario).

14.2. MODELIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS ESCENARIOS FUTUROS

El modelo informático ha sido calibrado con los resultados de diferentes tipos de aforos, y para los escenarios futuros recoge tanto los incrementos de tráfico previstos por los nuevos desarrollos y el tráfico exógeno, como las modificaciones que tendrán lugar en la red, planteadas para dar respuesta a los problemas de capacidad que ya existen hoy en día.

El análisis y evaluación de los escenarios futuros se ha realizado atendiendo no solo a la situación prevista en hora punta de mañana (la tratada en los estudios precedentes y la de mayor intensidad de tráfico general en la zona de estudio) sino considerando también ahora la hora punta de tarde.

Los puntos y elementos viarios de mayor interés nuevamente han estado constituidos por las conexiones fundamentales de ARPO y del resto de los sectores con la red principal, así como el tramo de la carretera M-513 interior al sector (que pasa a ser de titularidad municipal) y su intersección central, añadiendo ahora también la intersección situada en el borde oriental del núcleo del sector (glorieta previa al nudo con la M-40 y que se integrará en el mismo).

El estudio de estos dos últimos elementos ha resultado de especial importancia para comprobar la posibilidad (ya identificada en los estudios precedentes) de modificar la configuración inicialmente prevista en el proyecto de urbanización, con el tronco deprimido a su paso por el núcleo de ARPO, por una configuración en superficie, de menor impacto urbano, económico y ambiental.

Otro foco de atención de especial relevancia que se ha añadido en la actual revisión del estudio, lo ha constituido el nudo de conexión entre la M-513 y la M-40 al Oeste del núcleo de ARPO. Este nudo está siendo objeto de proyecto dentro del Estudio Informativo sobre la ampliación de la M-513 entre la salida del casco de Boadilla del Monte y este punto, contando con una propuesta inicial de gran complejidad y elevadas repercusiones ambientales y materiales. Por ello, en el presente estudio se recoge la propuesta de configuración alternativa propuesta por ARPO, de menor impacto.

Como parte de este nudo se ha evaluado el funcionamiento futuro de la glorieta de intersección entre la M-513 y la cañada de la Carrera, así como el de la glorieta prevista por el PU sobre la M-513 en el borde occidental del núcleo de ARPO, que se integrará en el nudo.

Asimismo, se ha prestado nuevamente atención a la carga general del viario interior del sector, como se hizo en versiones anteriores del estudio y, en concreto, a la intersección central entre la travesía de la M-513 y el viario estructurante que conecta con los nuevos sectores al norte, ahora planteada como una glorieta partida semaforizada. El funcionamiento de esta glorieta ha sido evaluado mediante microsimulación y los resultados incorporados a este estudio.

Se ha estudiado también el funcionamiento de la glorieta situada sobre la M-515, donde se ha identificado una compleja situación en el futuro, pues se verá sometida una fuerte demanda debido a la configuración general de la conexión de la que forma parte, a su posición respecto a los nuevos sectores productivos y a su relación con la M-40.

14.3. SITUACIÓN DEL TRÁFICO

Las principales conclusiones obtenidos en cada uno de los elementos viarios de interés, al que se ha añadido también una valoración general del viario estructurante del sector ARPO, han sido las siguientes:

NUDO ENTRE LA M-513 Y LA M-503 (GLORIETA ORIENTAL)

La glorieta funciona en la actualidad con un mal nivel de servicio general debido al intenso tráfico que accede en hora punta desde los dos sentidos de la M-503. El acceso en sentido Pozuelo/Madrid se ve especialmente perjudicado por el intenso tráfico giratorio, al que contribuye muy notablemente el uso que se le da a la M-513 como ruta de conexión con la M-40 en dirección Sur (y como alternativa más corta y menos conflictiva a la conexión apoyada en la M-515, que constituiría la ruta más propia entre ambas carreteras).

Para mejorar su funcionamiento ya está en ejecución el proyecto de remodelación, con el que se deprime el tronco bajo la glorieta y que evitará que el tráfico que continúa por la M-513 deba pasar por ella, reduciendo los conflictos. El proyecto mantiene el carril segregado entre la M-513 sentido Pozuelo y la vía lateral de la M-503 sentido Madrid, e incorpora otro entre la calle José Navarro Reverter y la vía lateral de la M-503 en sentido Majadahonda.

Vinculado a esta actuación, y como consecuencia de los estudios de tráfico precedentes, se añadirán dos conexiones de *transfer* adicionales para la incorporación y salida entre el tronco y las vías laterales de la M-503, al norte de la glorieta.

Con la inclusión de estas conexiones propuestas el nivel de servicio de la glorieta sería excelente en el primer horizonte, y se mantendría condiciones aceptables en los horizontes posteriores. Bajo las hipótesis de cálculo empleadas, consideradas de carácter conservador, únicamente podría llegar a darse un mal nivel de servicio en el acceso en el ramal de la M-503 sentido Norte y en hora punta de

tarde, siendo esperable que la situación futura resulte finalmente más favorable que la aquí evaluada gracias a la progresiva mejora de las condiciones de sostenibilidad en la movilidad general.

NUDO ENTRE LA M-513 Y LA M-40 (GLORIETA OCCIDENTAL)

En la actualidad el nudo entre ambas vías presenta una configuración particular, de modo que los movimientos de conexión entre ambas vías se resuelven mediante ramales de enlace que en todos los casos han de utilizar la glorieta situada en el margen occidental de la autovía M-40 (glorieta occidental), que regula además el intercambio de tráfico con la cañada de la Carrera.

En hora punta el numeroso tráfico procedente de Boadilla del Monte por la M-513 debe ceder el paso al también muy numeroso tráfico que utiliza la glorieta para cambiar de sentido en los movimientos de conexión entre esta vía y la M-40, dando lugar a demoras y colas significativas.

Se evidencian también problemas de carácter más puntual en el acceso a la glorieta desde el Este (tráfico proveniente de Pozuelo y de salida de la M-40 sentido Norte hacia la M-513 sentido Oeste).

A esta situación contribuye muy notablemente el tráfico de conexión entre la M-40 y la M-503 en sentido Pozuelo/Madrid que emplea la M-513 como ruta alternativa a los enlaces naturales entre estas vías para evitar los conflictos de la glorieta occidental.

Como resultado, el nivel de servicio actual de la glorieta es malo (NS F).

Los problemas de saturación existentes en la M-513 en sentido Pozuelo durante la hora punta de mañana han motivado que la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid haya planteado un proyecto de remodelación de todo el tramo de la carretera entre Boadilla y la glorieta de conexión con la M-40.

En su versión inicial, el proyecto en curso plantea la depresión del tronco bajo la glorieta y la modificación y creación de nuevos ramales (algunos de ellos también deprimidos) logrando así independizar la glorieta de la conexión entre las dos carreteras. Al Este del a M-40, el proyecto incluye la creación de una glorieta en el extremo oriental del tramo de la carretera M-513 que atraviesa el núcleo de ARPO.

Como se ha dicho, en el presente estudio se recoge la propuesta de configuración alternativa planteada por ARPO, de menor impacto, que elimina los elementos deprimidos e incorpora algún matiz adicional.

Las actuaciones en este nudo serían ya necesarias en el primer horizonte temporal (2025) y permitiría obtener un excelente nivel de servicio que se mantendría entre bueno y aceptable en los horizontes siguientes.

GLORIETA DE LA M-515

El tramo inicial de la carretera M-515 resulta de notable importancia en la red viaria de la zona, pues en él se apoya la conexión "natural" entre la M-503 en dirección Majadahonda y la M-40 en ambos sentidos. En ella se encuentra también el punto de acceso a la universidad Francisco de Vitoria (en adelante UFV), que constituye un significativo nodo atractor de viajes, especialmente en hora punta de mañana.

En este tramo se sitúa una glorieta de pequeño tamaño, pero imprescindible para permitir también que el tráfico de la M-515 desde Majadahonda pueda cambiar de sentido y emplear los mencionados ramales para acceder a la M-40. Este hecho, vinculado a la configuración del nudo, limita notablemente la capacidad del acceso a la glorieta desde el Sur y seguirá condicionando fuertemente su funcionamiento futuro.

El acceso actual a la glorieta desde el Sur está constituido por los vehículos que provenientes de la M-503 desde Majadahonda, se dirigen a la M-515 y a la UFV y por los que desde la M-503 sentido Majadahonda o desde Pozuelo Pueblo, se dirigen a la M-40, a la M-515 y a la UFV a través de la carretera de Majadahonda. Ambos tráficos confluyen antes de entrar a la glorieta en una intersección regulada mediante STOP en la que tiene prioridad el primer tráfico, lo que en hora punta origina colas puntuales, pero notables. Al Norte de la glorieta, el ramal de incorporación a la vía colectora de la M-40 en sentido Sur cuenta actualmente con una señal de STOP que limita la capacidad del enlace, si bien no se han observado demoras ni formación de colas significativamente relevantes durante los diferentes aforos practicados en la zona.

La configuración de esta conexión se verá modificada como consecuencia de la urbanización del propio sector ARPO y del Sector de Empleo II, incluyendo la eliminación del STOP y la ampliación de la glorieta en la M-515, que aumentará de diámetro. El acceso Sur canalizará el tráfico procedente de la salida de ARPO y de la M-503 sentido Madrid hacia la M-515, así como del ramal de salida desde la M-503 sentido Majadahonda y de la carretera de Majadahonda, dando lugar a un acceso de 3 carriles.

La M-515 se amplía al Norte de la glorieta para tener 2 carriles por sentido.

Asimismo, se tiene pensado modificar la glorieta frente a la UFV para aumentar también su dimensión y capacidad.

Todas estas modificaciones están destinadas a aumentar la capacidad global de la conexión con la M-40 a través de la M-515. Sin embargo, y debido a que la configuración básica permanecería inalterada, ninguna de estas actuaciones eliminaría el conflicto existente entre el creciente tráfico que seguiría usándola para cambiar de sentido desde el Norte y cada vez más intenso tráfico que accedería desde el Sur (resultante del incremento tendencial generalizado del tráfico en la red, del atraído por los nuevos

sectores productivos del Norte y del saliente del Núcleo de ARPO hacia la M-40 y la M-515, pues todos ellos gravitarían sobre esta conexión).

Por ello, esta glorieta podría resultar conflictiva ya en el primer horizonte temporal de estudio, con su capacidad al límite y con un mal nivel de servicio para ese acceso desde el Sur, aunque también para el nuevo acceso desde el Este (Sector de Empleo 2) puesto que debería ceder el paso al tráfico tanto al anterior y como al que cambia de sentido desde el Norte. En los horizontes temporales la situación se vería lógicamente acentuada.

La compleja situación plantea la conveniencia de realizar un futuro estudio específico de la conexión mediante microsimulación. Este estudio puede partir del estudio de campo y aforos más extensos y específicos que ya se han realizado durante la presente revisión del trabajo con objeto de mejorar la calibración del modelo macroscópico.

En relación a la minimización de este conflicto, y como se adelantaba en el capítulo 10, resulta relevante la construcción ya prevista de la glorieta al Norte del núcleo de ARPO sobre el tramo de conexión con la M-515 y los ramales de enlace hacia y desde la vía colectora del M-503 sentido Madrid, ya que facilitará el uso del nuevo viario estructurante entre ARPO y los otros sectores del NORTE como ruta alternativa, disminuyendo la intensidad en el acceso Sur de la glorieta en la M-515.

En este mismo sentido, la creación del paso elevado entre La Cabaña/extremo Noroeste de ARPO y el Sector Eje Pinar, igualmente prevista, facilitará también una ruta alternativa al acceso a estos sectores desde el Oeste.

Otras alternativas de diseño a estudiar podrían pasar por una semaforización inteligente de la glorieta que impidiese la coincidencia de los movimientos preferentes en HPM de mañana que bloquean el resto de accesos los procedentes de la M-515 norte, impidiendo el colapso que da lugar al deterioro del NS.

TRAMO DE LA M-513 INTERIOR A ARPO Y GLORIETAS

En la actualidad este tramo de la carretera canaliza cierto tráfico que puede considerarse ajeno a la misma, en parte como consecuencia de los problemas existentes en las conexiones anteriores:

- Debido a la menor longitud del itinerario y a la existencia de los problemas detectados en el acceso a la glorieta de la M-515, la M-513 se usa como conexión más favorable entre la M-503 desde Pozuelo y la M-40 sentido Sur, cargando la M-513 en sentido Oeste y contribuyendo a causar los problemas de capacidad en los otros nudos (glorietas oriental y occidental), donde se convierte en tráfico giratorio que reduce la capacidad de los accesos en sentido Pozuelo/Madrid.

- Los problemas de capacidad en el acceso a la glorieta oriental provocan que parte del tráfico de la M-40 en ambos sentidos hacia la M-503 sentido Madrid, e incluso de la propia M-503 en ese sentido, pueda recurrir a una ruta alternativa a la propia, apoyándose en la glorieta occidental (donde se convierte en tráfico giratorio para el acceso desde Boadilla, pero viéndose poco afectada por otro tráfico giratorio) y en la M-513, donde se convierte en carga adicional en sentido Este. Esta ruta alternativa resulta muy favorable al aprovechar el carril segregado existente en la M-513, previo a la glorieta oriental. Este carril segregado se mantendrá también en el futuro, tras la remodelación del nudo.

No obstante, la capacidad actual del tramo es suficiente, y no presenta problemas, salvo los puntales comentados en el acceso a la glorieta occidental.

Para este tramo de la carretera el Plan Parcial contemplaba inicialmente una configuración en trinchera, con el tronco dotado de doble carril deprimido entre la glorieta oriental y el nudo entre la M-513 y la M-40, e independizado del viario interior del núcleo del sector, acompañado de dos vías laterales paralelas (de 2 carriles y sentido único) a la cota del terreno e integradas en dicho viario interior. Este tipo de sección suponía un considerable impacto en el núcleo de ARPO, tanto en los aspectos social y urbano (barrera espacial y peatonal) como ambiental (alteración del terreno original y ejecución material), además del económico.

Dado que el conjunto de las modificaciones previstas en la red contribuirán a descargar parcialmente la M-513 del tráfico de paso ajeno, dotándolo de mayor capacidad vacante para soportar el progresivo aumento de tráfico ligado a la ocupación del sector y al incremento tendencial del tráfico de paso, por lo que sería viable optar por una configuración en superficie y de menor impacto como la que recoge ahora el PU (descrita en el apartado 10.4).

En la última revisión, la sección de la M-513 a su paso por el APR Norte y APR Sur ha quedado constituida por dos carriles por sentido y vías de servicio de un carril a ambos lados de la calle, todo ello por indicación del Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón.

Asimismo, se ha incorporado en el sub-tramo de los APR una nueva intersección entre la travesía y la calle E del APR Carretera de Boadilla Norte, en principio planteada como glorieta partida, pero que finalmente, y también por indicación del Ayuntamiento, tendrá una configuración de glorieta convencional. A este respecto, se adjunta en el anexo V el estudio específico y microsimulación realizada que prueban que esta configuración no funcionaría, siendo la más adecuada la configuración en glorieta partida planteada inicialmente.

Las intensidades previstas en ambos tramos de la travesía y en todos los horizontes temporales de estudio se mantendrán en valores compatibles con la capacidad teórica ofrecida por sus respectivas configuraciones.

Glorieta central

Dentro de la travesía, uno de los puntos de mayor interés se encuentra en la intersección con el eje estructurante Norte-Sur del núcleo de ARPO, el cual relaciona éste con la M-515 y con los otros nuevos sectores del Norte, que ahora se plantea como una configuración de glorieta partida semaforizada.

Se ha planteado un posible diseño del ciclo y elaborado un modelo de micro-simulación mediante el cual se ha obtenido el nivel de servicio de los accesos a la intersección en cada uno de los horizontes de estudio (2025, 2035 y 2040).

Los niveles de servicio obtenidos se han mantenido en rangos aceptables en todos los casos.

Glorieta Occidental

Se ha estudiado también la glorieta prevista por el PU sobre la M-513 en el borde occidental del núcleo de ARPO, que se integrará en el nudo de conexión con la M-40 (aquí denominada glorieta interior occidental). Su nivel de servicio sería bueno en el primer horizonte y se mantendría aceptable los siguientes. Bajo las hipótesis conservadoras empleadas únicamente en la hora punta de mañana podría verse comprometida la capacidad de los accesos desde la travesía de la M-513 en dirección Oeste y desde la calle de borde al Sur.

En el improbable caso de verificarse en la realidad una evolución tendencial como la considerada en las hipótesis, desfavorable y sin la mejora progresiva en las condiciones de sostenibilidad de la movilidad general que resulta deseable y casi imprescindible en el futuro, para el horizonte de máximo desarrollo sería necesario plantear alguna actuación específica destinada a aumentar y optimizar la capacidad de esta intersección para los accesos afectados. Este tipo de medidas podría esperarse a aplicarse una vez se aproxime este horizonte y se prevea con seguridad que pueden manifestarse finalmente tales condiciones desfavorables.

VIARIO INTERNO DE ARPO

Los resultados obtenidos para los tres horizontes muestran que las intensidades previstas están dentro de la capacidad máxima teórica del viario interno, incluso en los tramos de mayor demanda.

14.4. CONCLUSIÓN GENERAL

De acuerdo a las hipótesis de trabajo empleadas, de carácter conservador, las modificaciones y actualizaciones previstas y a la modelización realizada, puede afirmarse que el funcionamiento general de la red viaria en los tramos y conexiones más relevantes será **satisfactorio**, incluso en el horizonte de mayor desarrollo (año 2040).

Tal como se puede ver en el anexo 6, el cálculo realizado a través de la microsimulación da un resultado de niveles de servicio más favorables que los de la formulación tradicional. Es esperable que esta mejora de los niveles de servicio se produjera al realizar una microsimulación en el resto de nudos.

En particular, la travesía de la M-513 en su configuración superficial queda resuelta correctamente con el diseño propuesto por el Proyecto de Urbanización, tanto en sus secciones al Este y Oeste de la glorieta central como en sus intersecciones, pudiendo lógicamente mejorarse con la regulación semafórica detallada.

Únicamente se prevén problemas significativos de capacidad en la glorieta situada en la M-515 debido a la configuración general de la conexión de la que forma parte y a la elevada demanda a la que estará sometida, especialmente en hora punta de mañana, dado que sobre ella gravitará el tráfico de los nuevos sectores productivos al Norte de ARPO, de la UFV con su ampliación y el tráfico de salida del propio ARPO hacia la M-515 y la M-40.

Asimismo, se ha propuesto y verificado la viabilidad de un nudo de configuración similar al estudiado por la DGCI, pero simplificado y de menor impacto, para la conexión entre la M-513 y la M-40, al Oeste del núcleo de ARPO.

En Madrid a 14 de abril de 2021

Por Tasvalor Medio Ambiente S.L., TMA

Fdo. Guillermo G. de Polavieja

Director Técnico

ANEXO I. EQUIPO REDACTOR

Este trabajo ha sido redactado por el siguiente equipo técnico:

Técnico Director de los trabajos

- **Guillermo García de Polavieja.** Arquitecto, Urbanista, Especialista en Ciudad y Medio Ambiente (UPM).

Técnicos especialistas

- **Rodrigo Avilés López.** Arquitecto por la UPM. Especialista en vivienda y diseño urbano bajo criterios ambientales de sostenibilidad (COAM). Especialista en tráfico.
- **Fady Awad Núñez.** Graduado en Ingeniería Civil (UPM) y Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (UPM), especialidad de Transportes, Territorio y Urbanismo.

Asesor

- **José Luis Zubieta Irún.** Dr. Ingeniero de Caminos Canales y Puertos. Especialista en Transporte.

ANEXO II. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE GLORIETAS

En el proceso de trabajo se han empleado varios métodos para el análisis del funcionamiento previsto en las principales intersecciones de interés, casi todas ellas en configuración de glorieta.

Dichos métodos han incluido el uso de formulación basada en diferentes versiones del Manual de Capacidad y otras referencias reconocidas, así como el uso de varias herramientas de software, como las que incluye el propio VISUM (empleado en el proceso de asignación a la red), el programa SIDRA (versión 8.0.1) y el programa VISSIM (versión 2020.00.08), siendo este último un programa de microsimulación de tráfico.

En cuanto a la formulación, para determinar la capacidad del acceso a las glorietas se ha empleado la fórmula del CETUR de 1989, válida para glorietas de entrada y calzada anular de un único carril:

$$Q_e = 1.500 - \frac{5}{6}(Q_c + 0,2 \cdot Q_s)$$

Donde:

- Q_e es la capacidad de una entrada, en v/h;
- Q_c es el tráfico que circula por la calzada anular frente a la entrada (tráfico molesto), en v/h;
- Q_s es el tráfico que sale por el mismo brazo, en v/h.

Para glorietas que no cumplan con las características anteriores se realizan las siguientes correcciones:

- Para glorietas de gran tamaño (diámetro de más de 30 m y más de 75 m), una anchura de la calzada anular de al menos 8 m permite la doble circulación. En estos casos el tráfico molesto (Q_c) se reduce un 30%.
- En glorietas de menor tamaño, entre 10 y 30 m de diámetro, con calzadas de al menos 8 m el tráfico molesto se reduce un 10% ya que, aunque no es posible la doble circulación en la calzada anular, sí son posibles las entradas en doble circulación con salida inmediata a la derecha.
- En entradas con dos carriles la capacidad se considera un 40% mayor que el obtenido en la fórmula anterior.

Una vez obtenida la capacidad de cada uno de los accesos a las glorietas, se determina mediante la siguiente fórmula¹⁵:

$$d = \frac{3.600}{Q_e} + 900 \cdot T_f \cdot \left(x - 1 + \left((x - 1)^2 + \frac{8 \cdot K_d \cdot x}{Q_e \cdot T_f} \right)^{0,5} \right) + 5$$

Donde:

- d es la demora media en la entrada, en s;
- T_f es la duración del análisis, en h;
- K_d es el parámetro de sobreflujo ($K_d=1$);
- x es el grado de saturación, que se calcula como el cociente entre el flujo de entrada q_a y su capacidad:

$$x = \frac{q_a}{Q_e}$$

Los niveles de servicio para las entradas de las glorietas se definen de acuerdo a la siguiente tabla extraída del *Manual de Capacidad de Carreteras*¹⁶, válida para intersecciones no semaforizadas:

Nivel de servicio	Demora media (s)
A	0 – 10
B	> 10 – 15
C	> 15 -25
D	> 25 – 35
E	> 35 – 60
F	> 60

Tabla 18. Definición de los niveles de servicio en intersecciones con prioridad. Fuente: TRB, *Manual de Capacidad*, 2000.

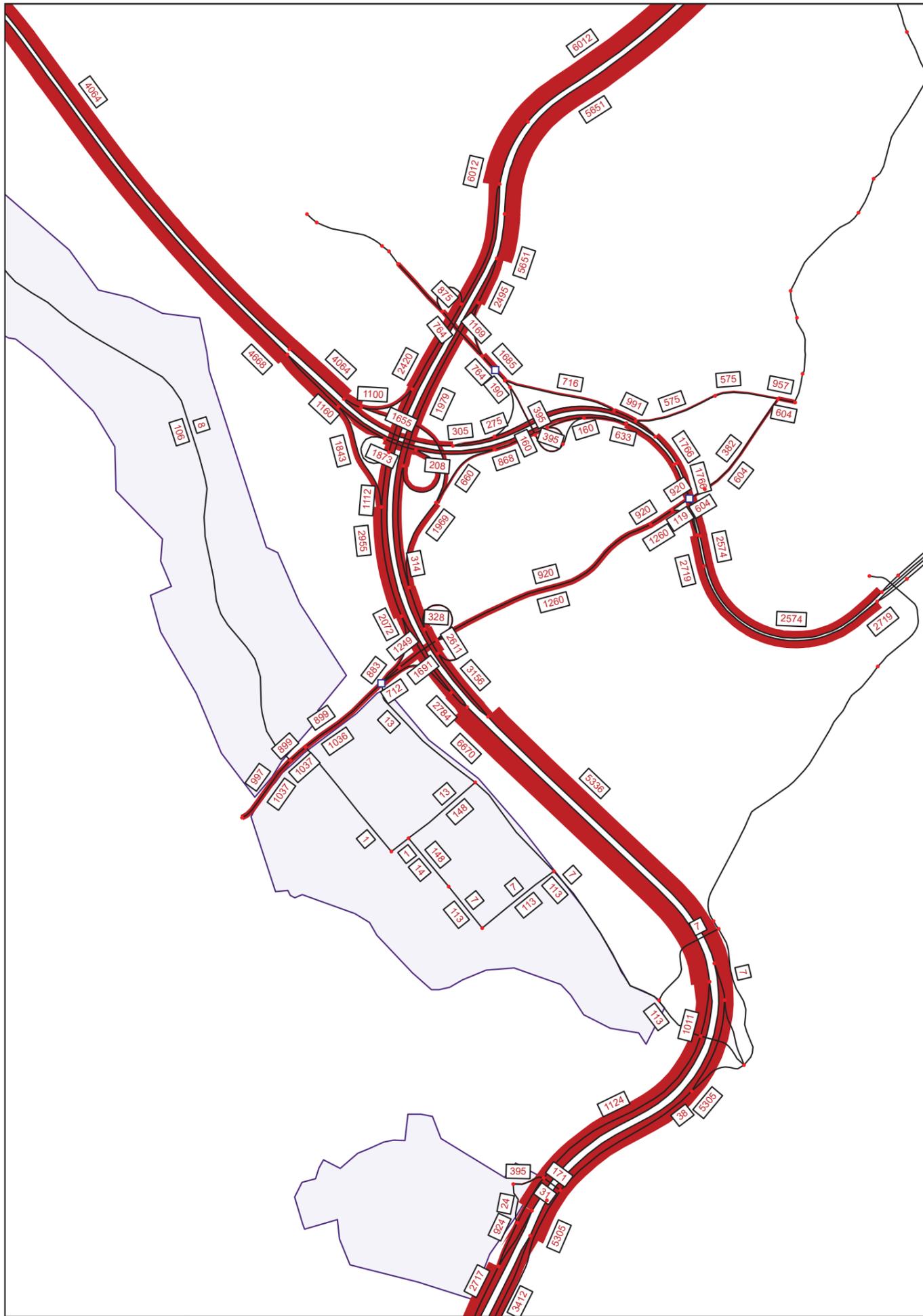
¹⁵ Nota de servicio 5/2014. Prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudios de tráfico de los Estudios Informativos, Anteproyectos y Proyectos de Carreteras. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento.

¹⁶ Highway Capacity Manual. Transportation Research Board (2000).

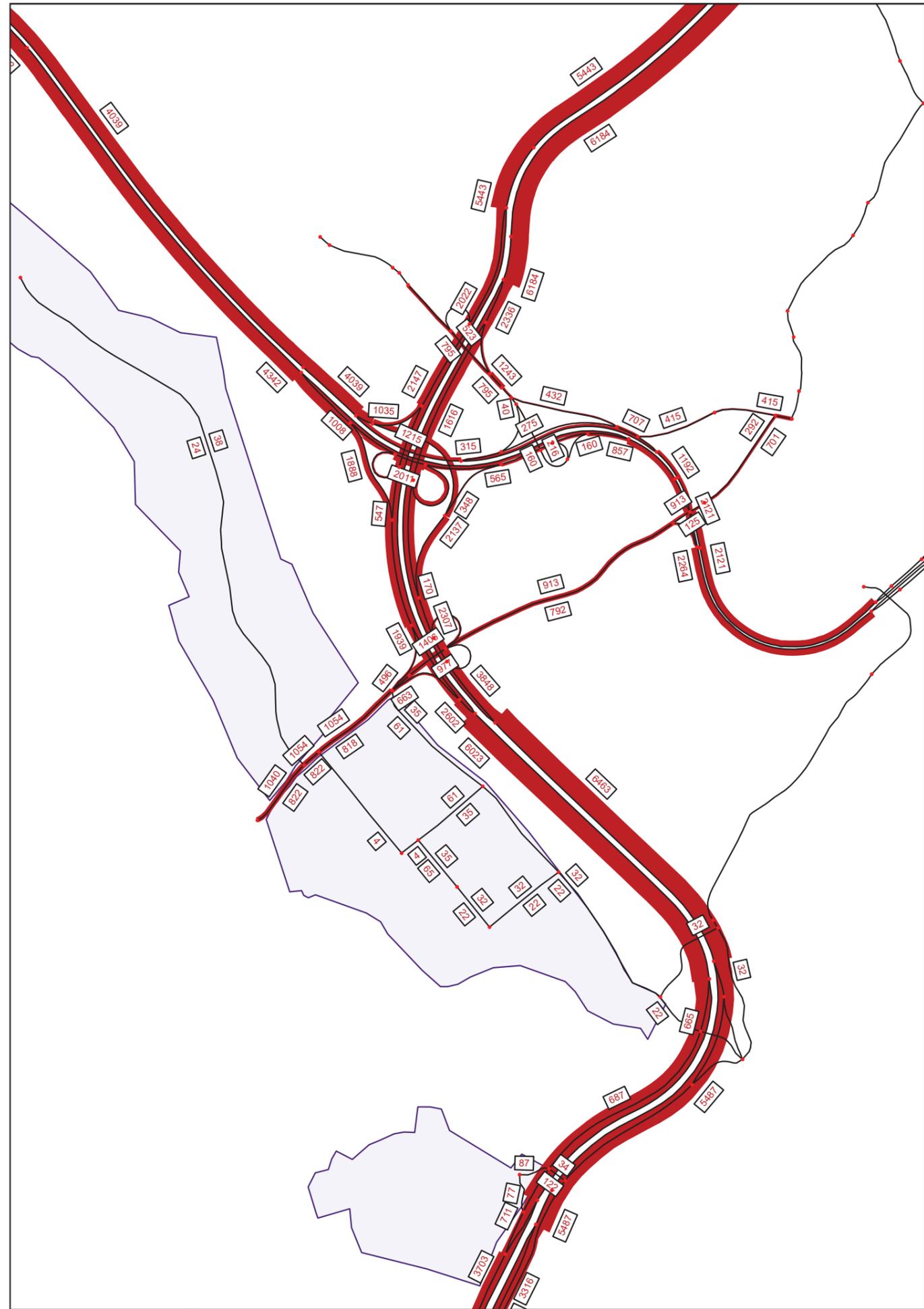
ANEXO III. PLANOS

Se incorporan a continuación los planos con la intensidad horaria de circulación en hora punta de mañana y en hora punta de tarde para los tres horizontes temporales de estudio, obtenidos del modelo de tráfico:

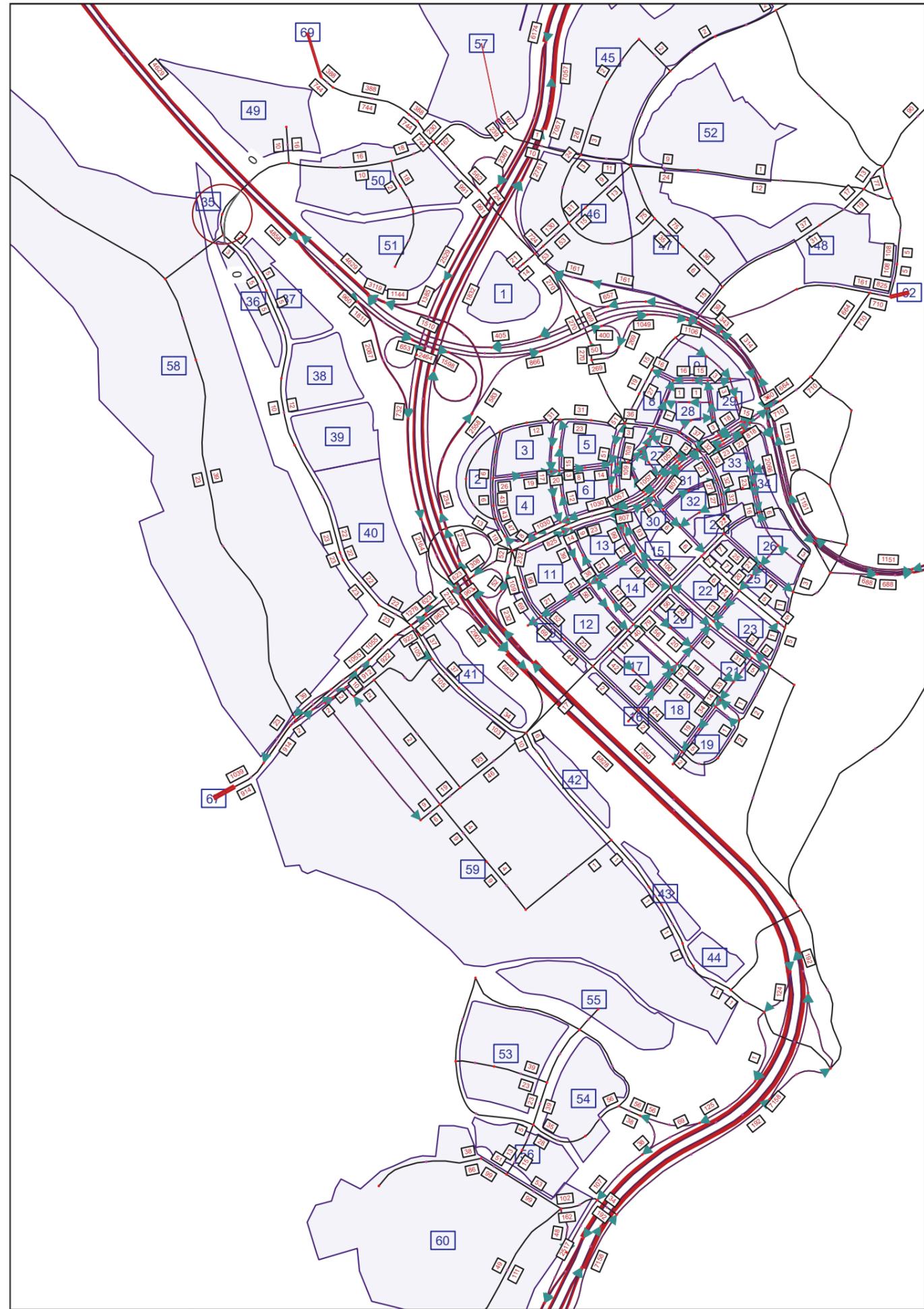
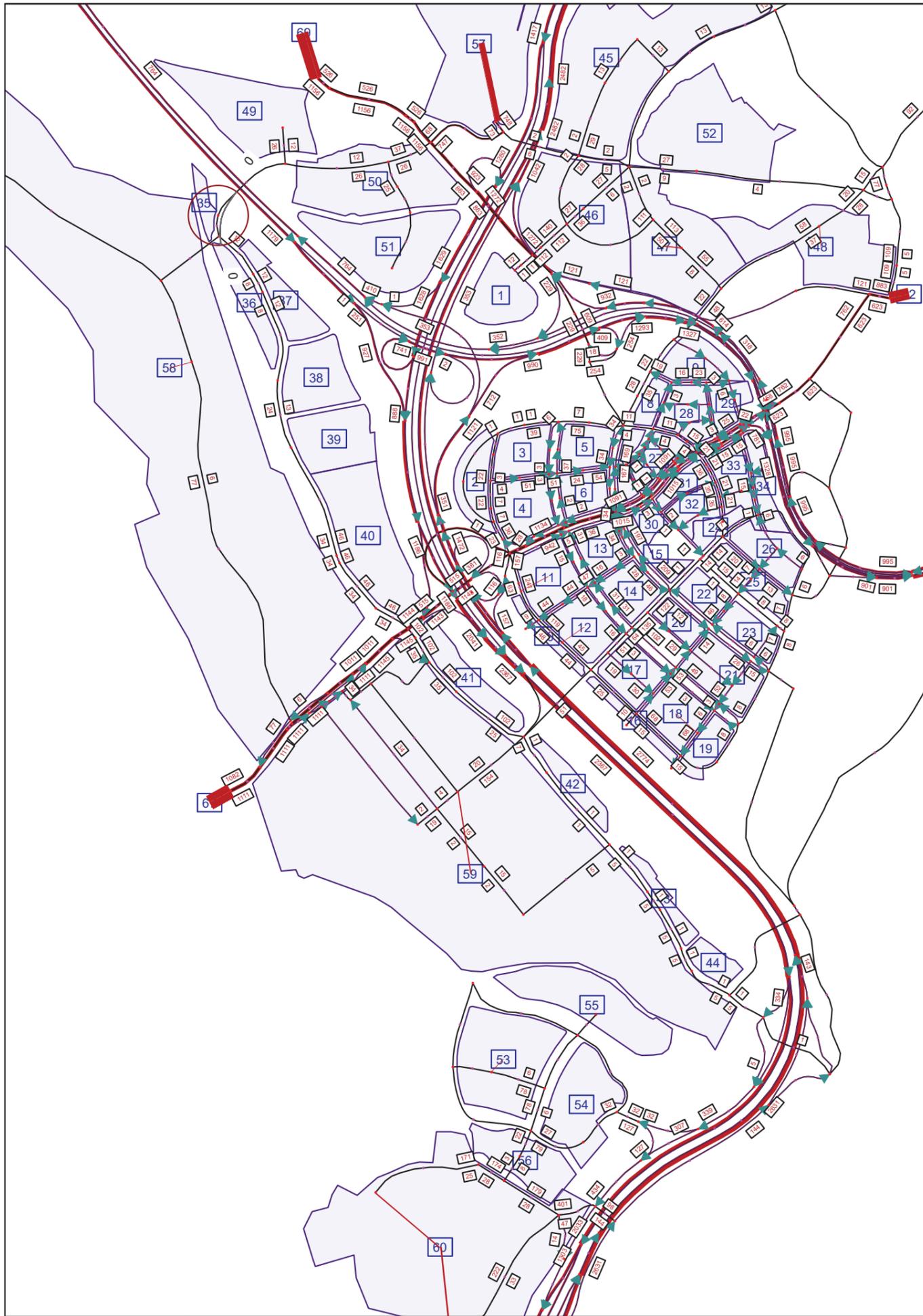
- Plano 1.1. Situación actual. Hora punta de mañana.
- Plano 1.2. Situación actual. Hora punta de tarde.
- Plano 2.1. Horizonte 2025. Hora punta de mañana.
- Plano 2.2. Horizonte 2025. Hora punta de tarde.
- Plano 3.1. Horizonte 2035. Hora punta de mañana.
- Plano 3.2. Horizonte 2035. Hora punta de tarde.
- Plano 4.1. Horizonte 2040. Hora punta de mañana.
- Plano 4.2. Horizonte 2040. Hora punta de tarde.

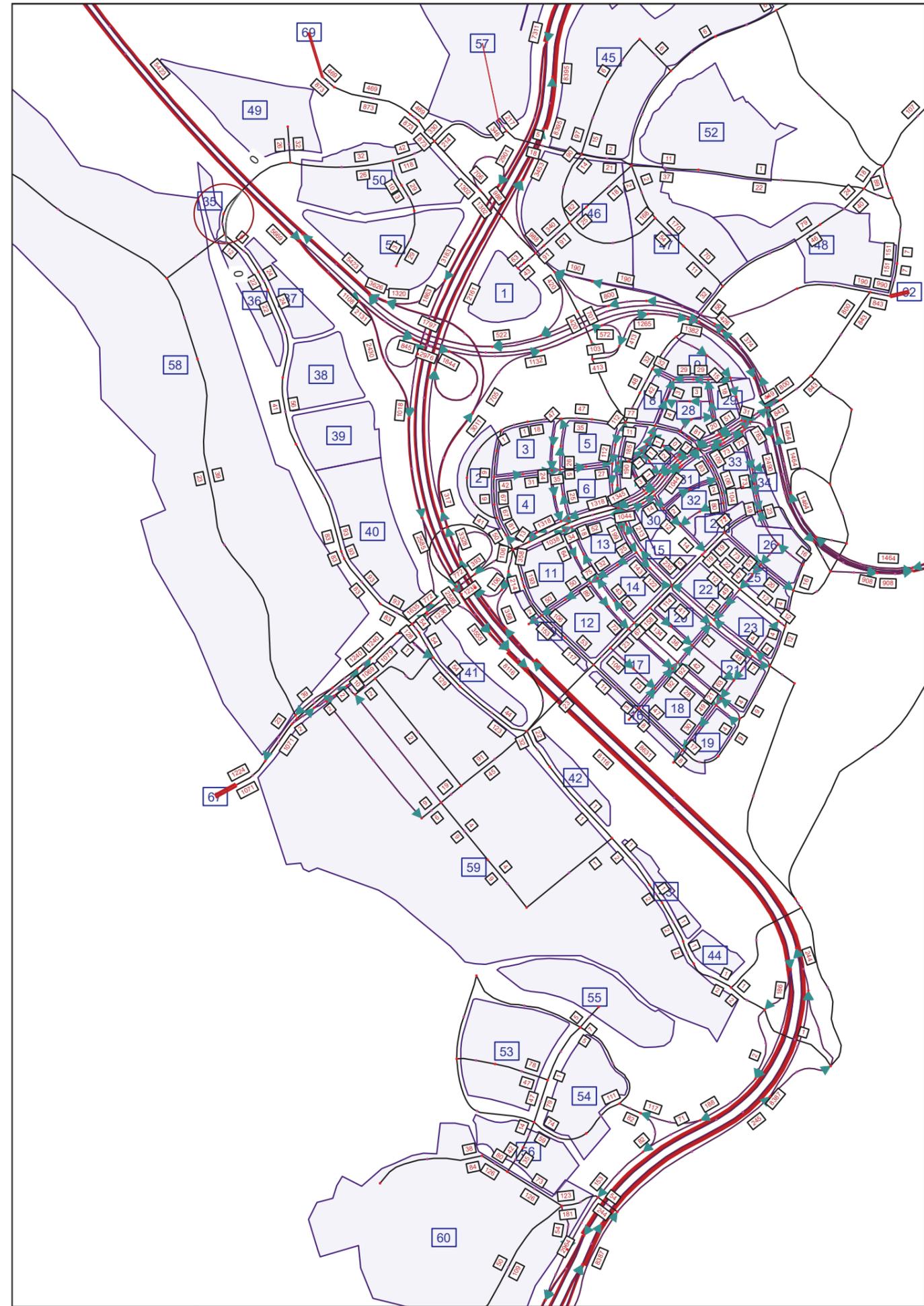
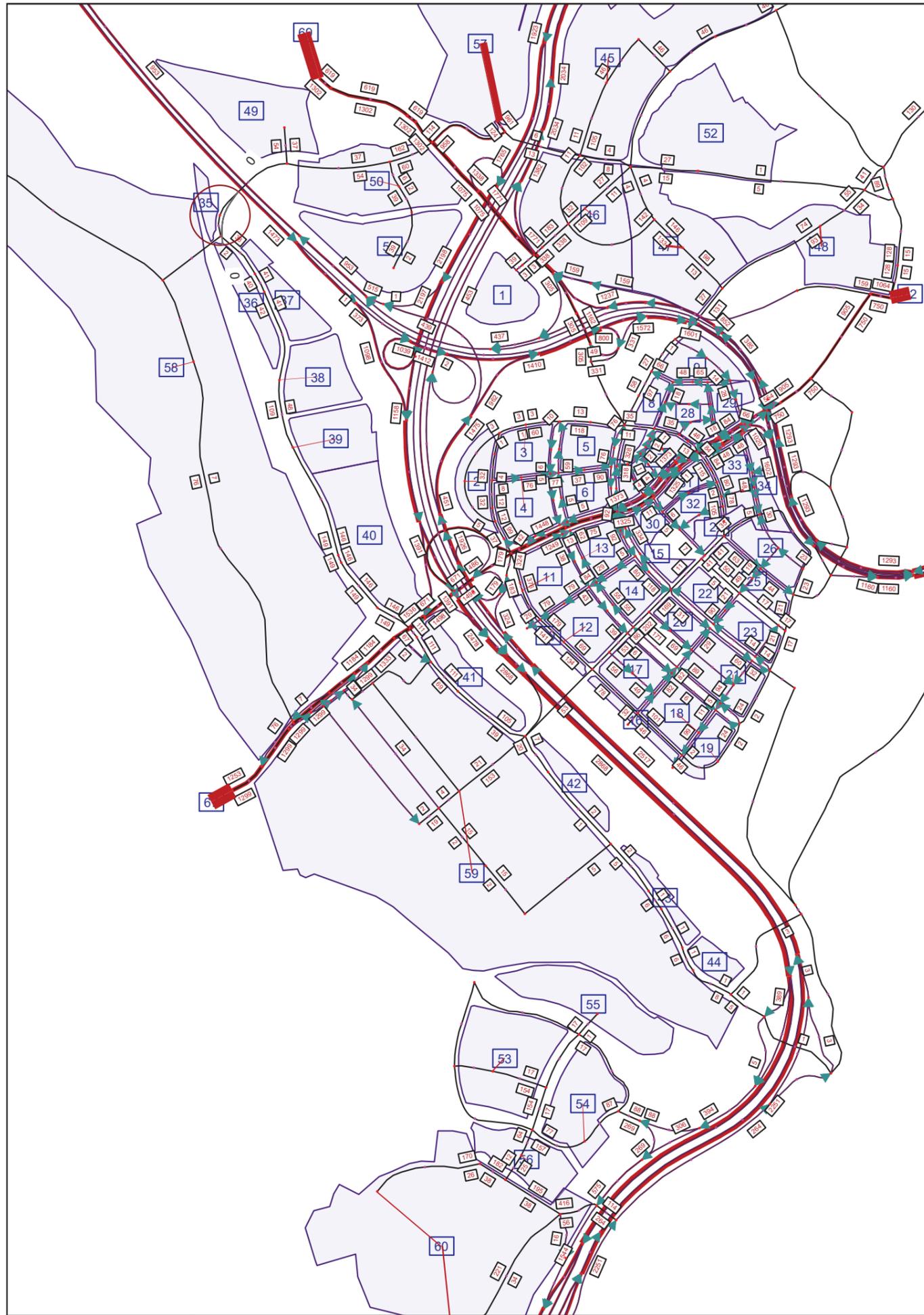


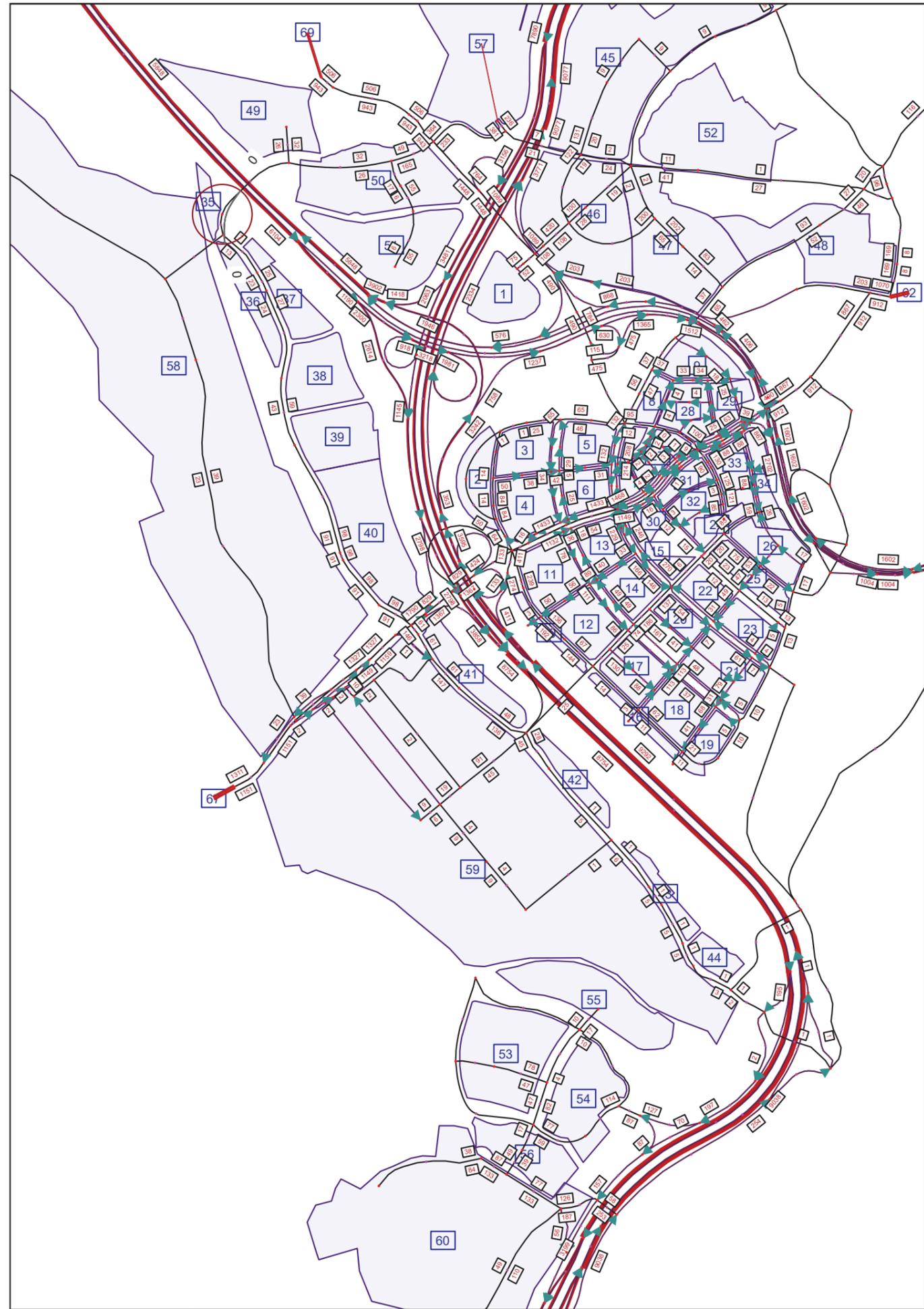
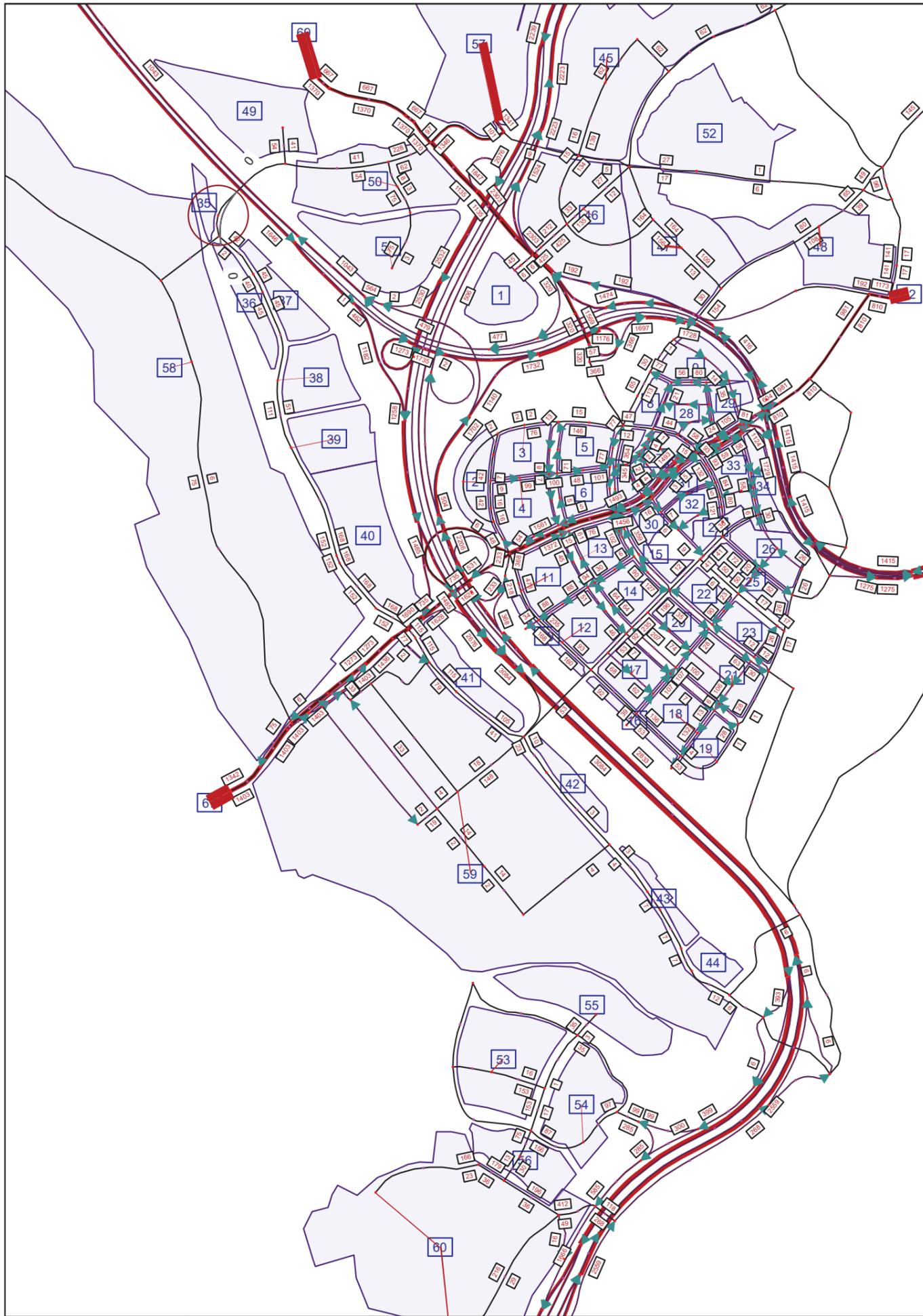
VISUM 20.01 PTV AG | Plano 1.1. Situación actual. Hora punta de mañana.



VISUM 20.01 PTV AG | Plano 1.2 Situación actual. Hora punta de tarde.







ANEXO IV. DOCUMENTACIÓN

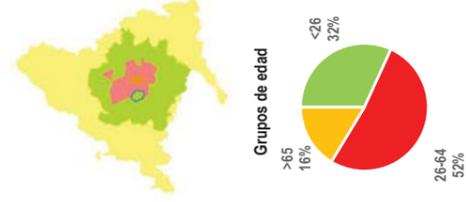
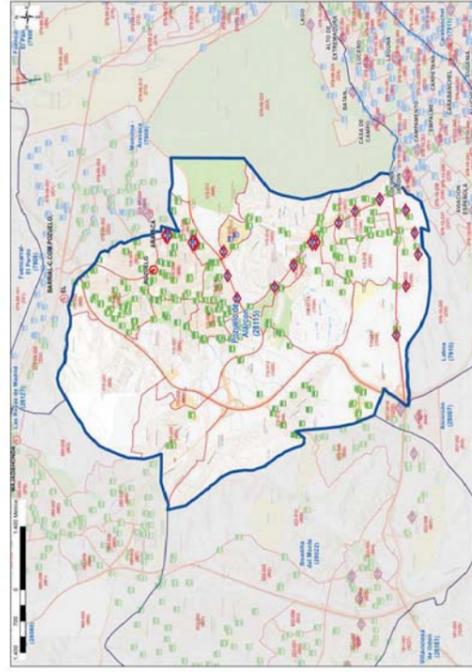
Como información complementaria de interés se incluye copia de la siguiente documentación:

- Tablas resumen con el total de tráfico producido por las nuevas zonas del área de estudio en los tres horizontes temporales considerados.
- Ficha resumen de la Encuesta Domiciliaria de Movilidad EDM 2018 del Consorcio Regional de Transportes de Madrid para la zona de transporte ZT84_28115, correspondiente al municipio de Pozuelo de Alarcón.

Zona productora	Año 2025				Año 2035				Año 2040						
	Díarios	HPM		HPT		Díarios	HPM		HPT		Díarios	HPM		HPT	
		Salida	Entrada	Salida	Entrada		Salida	Entrada	Salida	Entrada		Salida	Entrada	Salida	Entrada
1	329	2	13	15	21	988	5	40	44	64	1.186	6	47	53	77
2	372	2	31	15	5	1.116	6	92	44	15	1.340	7	110	53	18
3	614	61	6	18	31	921	92	9	28	46	1.229	123	12	37	61
4	789	79	8	24	39	1.183	118	12	35	59	1.578	158	16	47	79
5	343	34	3	10	17	687	69	7	21	34	687	69	7	21	34
6	295	29	3	9	15	589	59	6	18	29	589	59	6	18	29
7	37	4	0	1	2	149	15	1	4	7	149	15	1	4	7
8	41	4	0	1	2	162	16	2	5	8	162	16	2	5	8
9	157	7	10	9	4	532	26	31	29	15	589	26	37	33	16
10	97	0	10	7	1	292	29	22	3	4	351	2	35	26	4
11	801	80	8	24	40	1.201	120	12	36	60	1.602	160	16	48	80
12	744	74	7	22	37	1.115	112	11	33	56	1.487	149	15	45	74
13	319	32	3	10	16	638	64	6	19	32	638	64	6	19	32
14	343	34	3	10	17	687	69	7	21	34	687	69	7	21	34
15	354	2	14	16	23	1.061	5	42	48	69	1.274	6	51	57	83
16	113	1	11	8	1	339	2	34	25	3	407	2	41	31	4
17	731	31	21	29	43	1.766	49	58	73	108	2.176	65	70	89	133
18	683	68	7	21	34	1.025	103	10	31	41	1.367	137	14	41	68
19	307	2	24	9	4	922	5	71	27	13	1.106	6	86	33	16
20	193	19	2	6	10	385	39	4	12	19	385	39	4	12	19
21	661	46	20	19	26	1.406	81	55	39	48	1.659	94	66	46	56
22	234	23	7	8	12	468	47	5	14	23	468	47	5	14	23
23	294	23	7	8	12	651	47	19	19	26	689	47	22	20	26
24	191	1	14	5	3	574	3	43	14	9	689	3	52	17	10
25	87	9	1	3	4	346	35	3	10	17	346	35	3	10	17
26	145	8	8	7	4	510	31	24	25	17	551	32	28	28	18
CBN-1	0	0	0	0	0	37	4	0	1	2	73	2	1	2	4
CBN-2	0	0	0	0	0	51	5	1	2	3	102	10	1	3	5
CBN-3	66	0	5	2	1	222	3	15	6	4	286	6	18	7	6
CBS-1	0	0	0	0	0	17	2	0	0	1	33	3	0	1	2
CBS-2	0	0	0	0	0	27	3	0	1	1	54	5	1	2	3
CBS-3	55	0	4	1	1	193	4	13	5	4	254	7	15	7	6
CBS-4	43	0	3	1	1	172	5	10	5	4	240	9	12	6	7
CBS-5	368	2	15	17	24	1.104	6	44	50	72	1.324	7	53	60	86
27	164	1	12	4	2	493	2	37	12	7	591	3	44	15	9
28	0	0	0	0	0	28	3	0	1	1	57	3	1	2	3
29	93	9	1	3	5	378	38	4	11	19	383	38	4	11	19
30	169	17	2	5	8	676	68	7	20	34	676	68	7	20	34
31	523	11	34	13	11	1.653	40	102	43	37	1.916	42	122	50	41
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	135	1	10	3	2	450	7	31	11	8	577	12	37	15	12
34	170	1	7	8	11	540	6	21	24	35	623	9	25	29	43
35	0	0	0	0	0	31	3	0	1	2	62	6	1	2	3
36	0	0	0	0	0	27	3	0	1	1	54	5	1	2	3
SE1	473	2	42	26	6	1.727	11	155	99	21	2.320	17	209	136	29
SE2	312	2	31	23	3	1.021	5	102	76	10	1.293	6	129	97	13
HG-1	1.478	84	67	59	49	3.076	111	188	134	75	3.634	134	226	161	91
HG-2	1.244	81	51	51	44	2.273	96	137	111	60	2.657	108	164	131	69
EPN	406	28	13	11	16	947	56	36	26	33	1.028	57	42	28	34
EPS-1	252	1	25	19	3	882	4	88	66	9	1.159	6	116	87	12
EPS-2	0	0	0	0	0	388	2	39	29	4	777	4	78	58	8
PIN	327	28	6	10	15	417	29	13	12	16	444	29	15	13	17
MG-1	794	79	8	24	40	1.587	159	16	48	79	1.587	159	16	48	79
MG-2	515	50	6	15	25	1.044	100	13	31	51	1.052	100	14	31	51
MG-3	0	0	0	0	0	178	18	2	5	9	355	36	4	11	18
MG-4	342	4	28	14	6	1.025	12	84	42	19	1.230	14	101	51	22
UFV	1.254	14	103	52	23	3.762	43	309	155	68	4.515	52	371	186	82
TOTAL	18.455	1.091	712	675	719	44.092	2.063	2.101	1.725	1.559	52.799	2.398	2.584	2.098	1.837

Tabla 19. Viajes diarios y en HPM producidos por las zonas productoras en los tres horizontes.

LOCALIZACIÓN Y DATOS SOCIOECONÓMICOS

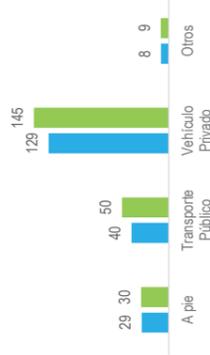


Municipio	Pozuelo de Alarcón	
Distrito (Solo Ciudad de Madrid)	Corredor Metropolitano A-6 (N-VI)	
Corredor	Corona Metropolitana	
ZT84		
Superficie (m2)	43.151.305	Corredor
Población 2017 (hab)	85.605	401.546.731
Hogares 2017	27.371	455.693
Uso Principal del Suelo	Residencial	Residencial
Plazas escolares	29.896	245.823
Empleo	62.613.3213	108.797.3653
Densidad de Población	0,0020	0,0011
Índice de Motorización (x mil hab)	547	539
Nº de viajes por hogar	6,93	7,46
Ratio empleo/ocupados	1,68	1,00
Edad media	40	38
		41

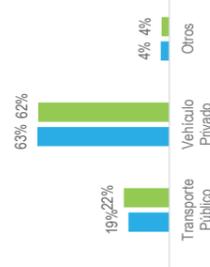
ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD

Nº Viajes por persona	2,22	2,48	2,44
% Personas Viajan /No Viajan	89% / 11%	90% / 10%	89% / 11%
Viajes origen	219.045	1.119.372	15.770.641
Viajes destino	221.193	1.121.831	15.781.352
Viajes generados	206.716	1.124.585	15.802.636
Viajes atraídos	233.522	1.116.618	15.749.357
% Viajes Int/Ext Totales	12% / 88%	20% / 80%	18% / 82%
% Viajes Int/Ext Mecanizados	5% / 95%	90% / 10%	94% / 6%
Motivo Prioritario del Viaje	Trabajo (35%)	Estudio (21%)	Trabajo (20%)
Motivo de Atracción	Trabajo (28%)	Estudio (16%)	Trabajo (20%)

Reparto Modal Viajes Generados/Atraídos (miles)

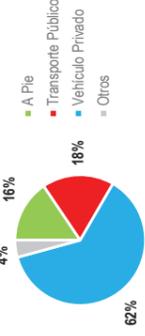


Reparto Modal Viajes Generados/Atraídos (%)

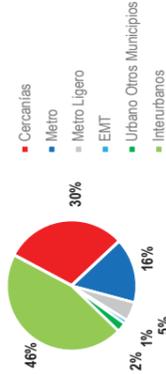


% Título de Transporte Público Utilizado en los Etapas en Transporte Público			
Sencillo	3%	Abono	88%
10 viajes	7%	Tarjeta Azul	1%
		Mensual Cercanías	0%
		Otros	1%
ZT84			
Tiempo	Distancia	Tiempo	Distancia
20 min.	0,8 Km	17 min.	0,7 Km
Transporte Público	22 min.	7,9 Km	0,7 Km
Vehículo Privado	43 min.	7,3 Km	0,7 Km
Otros	25 min.	6,5 Km	0,7 Km
Principales Relaciones Origen-Destino: Viajes Total			
1ª relación: Pozuelo de Alarcón - Pozuelo de Alarcón: 90.816		% Mecanizados	% No Mecanizados
2ª relación: Pozuelo de Alarcón - Moncloa - Aravaca: 33.546		26%	69%
3ª relación: Pozuelo de Alarcón - Latina: 17.948		10%	96%
		5%	98%
		2%	2%

Reparto Modal



Reparto Modal Transporte Público



**ANEXO V. GLORIETA ENTRE LA M-513 Y LA CALLE E DEL APR CARRETERA DE
BOADILLA NORTE. INFORME DE MICROSIMULACIÓN**

**INFORME SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DE LA FUTURA
GLORIETA EN LA CARRETERA M-513 A LA ALTURA DE
LOS SECTORES APR 2.4-01 “CARRETERA DE BOADILLA
NORTE” Y APR 2.5-02 “CARRETERA DE BOADILLA SUR”
(GLORIETA CALLE ‘E’)**

Ref. TMA: 2056/02

Enero 2021

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS..... 7

2. METODOLOGÍA GENERAL 7

2.1. DATOS DE PARTIDA: MODELO MACROSCÓPICO DEL ÁREA OESTE DE POZUELO 7

2.2. ACTUALIZACIÓN DEL MODELO MACROSCÓPICO..... 7

2.3. MODELO MICROSCÓPICO 10

3. MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO.....10

3.1. PROGRAMA UTILIZADO 10

3.2. TRAZADO Y OTRAS CARACTERÍSTICAS 11

3.3. PLANTEAMIENTO DE LA MICROSIMULACIÓN 15

3.4. CARGA DE TRÁFICO 17

3.5. PARÁMETROS DE LA SIMULACIÓN..... 18

3.6. RESULTADOS DE LA MICROSIMULACIÓN 20

RESUMEN EJECUTIVO / CONCLUSIONES29

ANEXO I. EQUIPO REDACTOR32

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. NUEVA CONFIGURACIÓN PREVISTA PARA EL SUB-TRAMO DEL TRAMO URBANO DE LA M-513 ENTRE LOS APR “CARRETERA DE BOADILLA NORTE” Y “CARRETERA DE BOADILLA SUR”, Y NUEVA GLORIETA INTERMEDIA. 9

FIGURA 2. VISTA GENERAL DEL MODELO DE MICROSIMULACIÓN SOBRE EL FONDO DE LA ORDENACIÓN PREVISTA..... 11

FIGURA 3. DETALLE DEL MODELO DE MICROSIMULACIÓN INICIAL EN TORNO A LA NUEVA GLORIETA INTERMEDIA..... 11

FIGURA 4. ESCENA DURANTE LA MICROSIMULACIÓN SIN SEMAFORIZACIÓN. HPM. 21

FIGURA 5. ESCENA DURANTE LA MICROSIMULACIÓN SIN SEMAFORIZACIÓN. HPT..... 22

FIGURA 6. ESCENA DE LA MICROSIMULACIÓN CON SEMAFORIZACIÓN PARA PEATONES. HPT. 23

FIGURA 7. IMAGEN DE LA RED MODELIZADA PARA LA CONFIGURACIÓN EN GLORIETA PARTIDA. . 25

FIGURA 8. ESCENA DE LA MICROSIMULACIÓN CON GLORIETA PARTIDA QUE SE PROPONE. HPM Y HPT. 25

FIGURA 9. ESCENA DE LA MICROSIMULACIÓN CON GLORIETA PARTIDA (FASE VERDE PRINCIPAL). 26

FIGURA 10. ESCENA DE LA MICROSIMULACIÓN CON GLORIETA PARTIDA (FASE ROJA PRINCIPAL). . 26

FIGURA 11. ESCENA DE LA MICROSIMULACIÓN CON GLORIETA PARTIDA (DETALLE)..... 26

FIGURA 12. LONGITUD PROMEDIO DE LAS COLAS PARA LA CONFIGURACIÓN DE GLORIETA PARTIDA. HPM..... 27

FIGURA 13. LONGITUD MÁXIMA DE LAS COLAS PARA LA CONFIGURACIÓN DE GLORIETA PARTIDA. HPM..... 27

FIGURA 14. LONGITUD PROMEDIO DE LAS COLAS PARA LA CONFIGURACIÓN DE GLORIETA PARTIDA. HPT. 28

FIGURA 15. LONGITUD MÁXIMA DE LAS COLAS PARA LA CONFIGURACIÓN DE GLORIETA PARTIDA. HPT. 28

ÍNDICE DE TABLAS

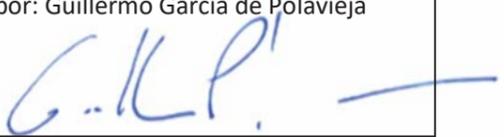
TABLA 1. MOVIMIENTOS PREVISTOS EN LA GLORIETA (VEH/H). HORIZONTE 2040. HPM..... 17

TABLA 2. MOVIMIENTOS PREVISTOS EN LA GLORIETA (VEH/H). HORIZONTE 2040. HPM..... 18

TABLA 3. DEMORAS Y NS EN LA GLORIETA. SIN SEMAFORIZACIÓN. AÑO 2040. HPM. 20

TABLA 4. DEMORAS Y NS EN LA GLORIETA. SIN EFECTO DE PEATONES NI SEMAFORIZACIÓN. AÑO 2040. HPT. 21

TABLA 5. DEMORAS Y NS EN LA GLORIETA. CON SEMÁFORO PARA PEATONES. AÑO 2040. HPT..... 23

Redactado por: Rodrigo Avilés 	Revisado por: Guillermo García de Polavieja 
Fecha: 26/01/2021	Fecha: 26/01/2021

Estudio realizado por TMA en enero de 2021

PROPIEDAD INTELECTUAL

El presente documento, incluyendo texto, fotografías y gráficos –excepto donde se especifique lo contrario– así como la metodología empleada en la elaboración del estudio que constituye la base del mismo, son propiedad intelectual de Tasvalor Medio Ambiente S.L. quedando prohibida su revelación, copia, reproducción total o parcial y difusión; sin expresa autorización de la citada mercantil. El presente documento se edita para uso exclusivo del cliente que en él se cita, a los efectos de la tramitación administrativa de su plan, programa o proyecto frente al órgano sustantivo o ambiental de la administración correspondiente; así como para otros objetivos específicos que en él documento se citen específicamente. Tasvalor Medio Ambiente S.L. se reserva el derecho de ejecutar cuantas acciones legales estime necesarias para garantizar la defensa de sus derechos sobre la propiedad intelectual de este trabajo.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El principal objetivo de este trabajo es realizar un análisis mediante microsimulación del previsible funcionamiento de la glorieta situada en la intersección del futuro tramo urbano de la carretera M-513 con la calle E prevista en el sector APR 2.4-01 "Carretera de Boadilla Norte" (en adelante CBN) y con la prolongación de ésta en el sector APR 2.5-02 "Carretera de Boadilla Sur" (en adelante CBS).

Ambos sectores pertenecen al PGOU de Pozuelo de Alarcón, formando parte de un conjunto mucho más amplio de ámbitos de nuevo desarrollo que el plan contempla en la zona Oeste del municipio.

2. METODOLOGÍA GENERAL

2.1. DATOS DE PARTIDA: MODELO MACROSCÓPICO DEL ÁREA OESTE DE POZUELO

El efecto que tendrá la urbanización y ocupación del conjunto de los principales sectores de desarrollo al Oeste del municipio en la red viaria de la zona, sobre la que también se prevén múltiples modificaciones, ha sido estudiado mediante la elaboración de un modelo macroscópico en el reciente Estudio de Tráfico del Área Oeste de Pozuelo de Alarcón¹. Dicho modelo incluía la evaluación del funcionamiento en diversos puntos de interés de la futura red, contemplando varios horizontes temporales de estudio, entre los que se incluía el de total desarrollo del área Oeste de Pozuelo, estimado para el año 2040 (se estudiaban también los horizontes 2025 y 2035, tanto en hora punta de mañana como de tarde).

2.2. ACTUALIZACIÓN DEL MODELO MACROSCÓPICO

Desde la última versión del Estudio de Tráfico del área Oeste de Pozuelo (de julio de 2020) se han producido ciertos cambios de cierta relevancia en las previsiones en el esquema general de la red, algunos de ellos motivados por las sugerencias del Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón y que afectan, en concreto, a la configuración prevista para el futuro tramo urbano de la carretera M-513 entre la M-503 y la autovía M-40.

CONFIGURACIÓN DEL TRAMO URBANO DE LA M-513

Así, el Estudio de Tráfico del área Oeste contemplaba una sección diferenciada para los sub-tramos correspondiente al UZ 2.4-03 ARPO (sub-tramo occidental) y a CBN y CBS (sub-tramo oriental). En el

¹ Estudio de Tráfico del Área Oeste de Pozuelo de Alarcón: sector UZ 2.4-03 "ARPO" del PGO de Pozuelo de Alarcón. Revisión y actualización de 2020. Ref. TMA 1985/02. Junio 2020.

primero se contaba con calzada central de dos carriles por sentido, separados por una estrecha mediana central, terciaria a ambos lados y vías laterales de un sentido y doble carril. En el sub-tramo de CBN y CBS, se preveía entonces una calzada central de tres carriles por sentido separados por mediana, sin vías laterales ni terciaria. En este segundo sub-tramo no se contemplaban intersecciones intermedias.

En el Estudio de Tráfico del área Oeste se procedió a realizar una microsimulación de la intersección prevista entre ambos sub-tramos, planteada como una glorieta partida semaforizada de triple carril, comprobándose que mantendría un funcionamiento aceptable incluso en el horizonte de máximo desarrollo.

La diferente sección de la travesía de la M-513 a lo largo de zonas de diferente densidad y uso también se consideró adecuada.

Con posterioridad a dicho estudio, el Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón ha indicado a los promotores de los sectores CBN y CBS la necesidad de asumir tres modificaciones:

1. Adoptar la misma sección para ambos tramos, pasando a disponer de calzada central de dos carriles por sentido separados por mediana, terciaria a ambos lados y vías laterales de un solo carril. Las dimensiones previstas para estos elementos viarios se indican en el capítulo siguiente).
2. Incluir una glorieta adicional en el sub-tramo correspondiente a CBN y CBS, cuyo objetivo es dar continuidad al viario transversal de jerarquía intermedia (denominado "calle E" en la ordenación de CBN), que permitirá comunicar los dos APR entre sí y éstos con las áreas al Noroeste y al Sureste del núcleo de ARPO, así como el intercambio de movimientos entre este eje transversal y el tramo urbano de la M-513 en ese punto.
3. Tras proponer inicialmente los redactores del planeamiento y este equipo consultor una configuración para dicha intersección como glorieta partida, el Ayuntamiento se solicita también transformarla en una glorieta convencional.

Estas modificaciones, en principio, plantean los siguientes problemas:

1. La utilidad de las vías laterales en el tramo de la M-513 entre CBN y CBS es discutible, pues serán muy poco utilizadas.
2. La acometida de las vías laterales a la glorieta resulta menos segura, puesto que su distancia a la vía paralela del tronco es muy inferior al mínimo óptimo, recomendando que confluyan con el tronco antes de acometer a la nueva glorieta.

3. Una glorieta convencional resulta más peligrosa para bicicletas y su funcionamiento queda comprometido por los pasos de peatones justo al inicio de los ramales de salida, que podrían bloquear el circuito giratorio.
4. Una glorieta partida semaforizada y coordinada con la siguiente glorieta al Oeste, en ARPO, garantizaría la misma fluidez global del tráfico.

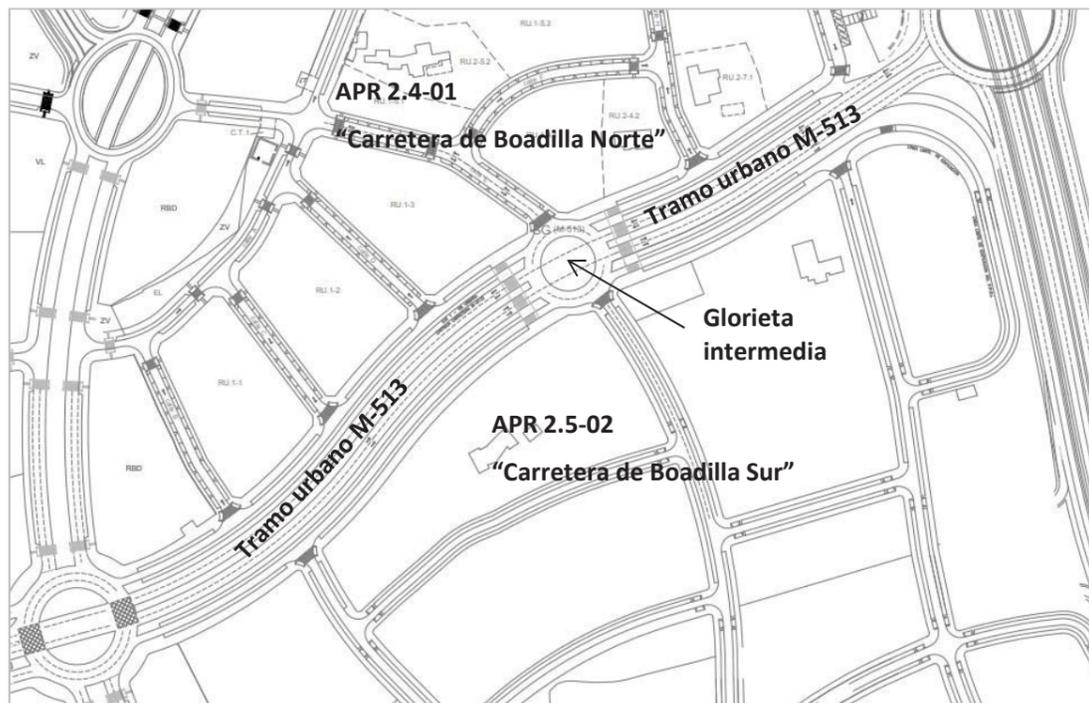


Figura 1. Nueva configuración prevista para el sub-tramo del tramo urbano de la M-513 entre los APR "Carretera de Boadilla Norte" y "Carretera de Boadilla Sur", y nueva glorieta intermedia.

El Estudio de Tráfico del área Oeste de Pozuelo prevé intensidades elevadas en el tramo urbano de la M-513, especialmente para el horizonte de total desarrollo. El cambio de sección y la aparición de la nueva intersección intermedia supondrán una disminución en la capacidad del sub-tramo oriental respecto a lo inicialmente previsto.

Por otro lado, las intensidades previstas en los otros ramales de la glorieta (calle E) son reducidas, lo que ya indica un desequilibrio no favorable al buen funcionamiento de una glorieta o rotonda convencional.

Además de lo ya comentado en relación con los ramales en las vías de servicio y el efecto de los pasos de peatones en las salidas, la configuración como glorieta convencional plantea dudas sobre su funcionamiento, especialmente bajo las condiciones particulares de desequilibrio en la distribución del

tráfico en el caso presente, siendo recomendable realizar el nuevo análisis de su funcionamiento futuro que aquí se recoge.

OTRAS MODIFICACIONES DE INTERÉS EN LA RED GENERAL: NUDO M-513 / M-40

En cuanto a los cambios en las previsiones respecto a lo considerado en el Estudio de Tráfico del área Oeste, la que resulta de mayor interés se refiere a la configuración futura del nudo entre la carretera M-513 y la autovía M-40.

Para el presente estudio el modelo macroscópico recoge la propuesta alternativa de remodelación formulada por los responsables técnicos de ARPO como parte de las alegaciones a la solución planteada en el Estudio Informativo del proyecto de "ampliación de la capacidad de la carretera M-513. Tramo: M-40 a M-516 en los términos municipales de Pozuelo de Alarcón y Boadilla del Monte" de la Comunidad de Madrid.

Esta configuración alternativa también ha sido la considerada en el trabajo de microsimulación realizado en diciembre de 2020 relativo al funcionamiento de la glorieta que formará parte de este nudo y que se situará en la intersección entre la M-513 y la cañada de la Carrera².

2.3. MODELO MICROSCÓPICO

Para evaluar el funcionamiento de la nueva glorieta en el futuro se ha elaborado un modelo de microsimulación de tráfico, el cual recoge las características geométricas de los elementos viarios implicados (calzada anular y tramos de acceso y salida) así como la intensidad prevista de todos los movimientos posibles, procedente del modelo macroscópico actualizado.

Ambos aspectos, junto a otros de interés relativos a la programación del modelo, se describen en el capítulo siguiente.

3. MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO

3.1. PROGRAMA UTILIZADO

El programa utilizado para la microsimulación ha sido el software *VISSIM Junction de PTV Group*, en su versión 2020 SP 08, licenciado para TMA por PTV.

² Informe sobre el funcionamiento de la glorieta entre la M-513 y la cañada de la Carrera, considerando una nueva alternativa de remodelación del nudo entre la M-513 y la M-40. Ref. TMA: 2027/05. Diciembre 2020.

3.2. TRAZADO Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

Las figuras siguientes muestran la red viaria incluida reproducida en el modelo de microsimulación sobre el fondo de la ordenación urbanística de CBN, CBS y ARPO.



Figura 2. Vista general del modelo de microsimulación sobre el fondo de la ordenación prevista.

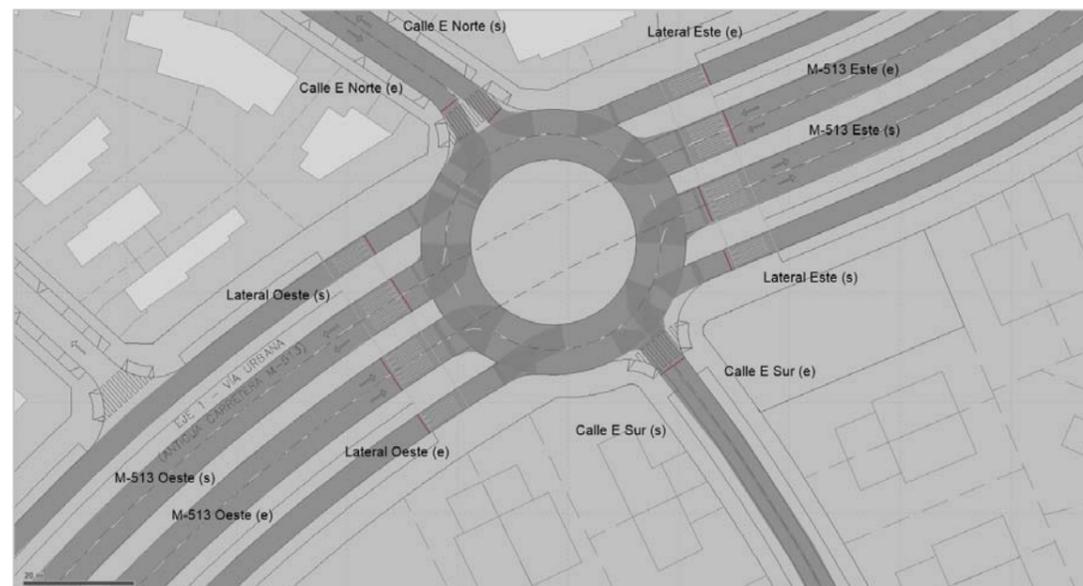


Figura 3. Detalle del modelo de microsimulación inicial en torno a la nueva glorieta intermedia.

NUEVA GLORIETA INTERMEDIA

La nueva glorieta intermedia ha de respetar la ordenación prevista, ajustándose a la anchura del viario, siendo posible dotarla de una isleta central de 30 metros de diámetro y una calzada de 9 m, dando lugar a dos carriles anulares de 4,5 m de ancho cada uno.

Debido al tamaño previsto, puede estimarse que la velocidad de circulación del tráfico giratorio será de uno 30 km/h.

TRAMOS DE ENTRADA Y SALIDA A LA GLORIETA

En cuanto a los tramos que constituirán las ramas de entrada y salida a la glorieta:

Tramo urbano de la M-513

Las indicaciones del Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón llevarían a considerar tanto para el sub-tramo de ARPO como para el sub-tramo de CBN y CBS una sección constituida por:

- Calzada central de 7,0 m de ancho con dos carriles por sentido de 3,5 m cada uno.
- Mediana central separando ambos sentidos, de 4,0 m de ancho.
- Terciana a cada lado de 5,2 m de ancho, con banda de aparcamiento en línea de 2,0 m de ancho en el lado exterior (hacia la vía lateral).
- Vía lateral a ambos lados de 4,0 m de ancho.
- Banda lateral de aparcamiento en línea de 2,0 m de ancho y amplias aceras de 4,80 m colindante con las parcelas residenciales.

La anchura total de esta sección alcanzaría los 50 m.

Tanto la calzada central como las vías laterales constituirán entradas y salidas a la glorieta.

En cuanto a las velocidades, se las considera limitadas a 30 km/h en las vías laterales para facilitar su coexistencia con otros modos (bicicleta, VMP³). En la calzada central, tras la conversión a vía urbana de la carretera la velocidad legal quedaría reducida por definición a 50 km/h. No obstante, es muy recomendable limitarla a 40 km/h para reducir el impacto ambiental del tráfico, incluyendo la señalización y los elementos de templado que resulten necesarios y más eficaces para ello, lo que

³ Vehículos de movilidad personal: patinetes y monopatinos, *hoverboards* con o sin manillar y monociclos, en su mayoría impulsados por motores eléctricos.

contribuirá a reforzar el carácter de vía urbana del municipio y a disuadir de su uso por parte del tráfico de paso.

Este límite de velocidad de 40 km/h es el implantado actualmente en vías urbanas relevantes del municipio con entornos marcadamente residenciales, tales como la avenida de las Bellas Artes, el camino de las Huertas o la avenida de Europa.

Por todo ello, la velocidad de circulación en el modelo de microsimulación finalmente se ha considerado de 40 km/h sobre la calzada central.

Calle E en CBN y su prolongación en ARPO y CBS

La calle E prevista en la ordenación de CBN constituirá el ramal de acceso al Noroeste de la glorieta. Esta vía contará con un carril por sentido de 3,50 m cada uno, banda de aparcamiento en línea a ambos lados y aceras de 2,0 m.

Esta calle se prolongará hacia el Oeste ya dentro del sector ARPO mediante un tramo de escasa longitud previo a una glorieta elíptica situada sobre el eje estructurante Norte-Sur que comunicará con la M-503, la M-515 y otros nuevos sectores al Norte (Sectores de Empleo y Huerta Grande). Dicho pequeño tramo se contemplaba inicialmente de único carril y sentido, siendo indicación del Ayuntamiento que se modifique para dotar de continuidad a la calle E de CBN, pasando a tener también un carril por sentido.

En cuanto al ramal de acceso al Sur, estará constituido por una de las vías transversales previstas en la ordenación de CBN, la cual se prolonga también hasta conectar con el viario de ARPO, y que igualmente deberá contar con un carril por sentido.

La velocidad en todas estas vías de acceso a la glorieta, de carácter local y secundario, estará limitada a 30 km/h.

PASOS DE PEATONES

De acuerdo al Plan Parcial del APR 2.4-01 "Carretera de Boadilla Norte"⁴, y recogiendo las indicaciones del Ayuntamiento, los pasos de peatones en el sub-tramo oriental de la M-513 se situarán vinculadas a las intersecciones en los extremos del sub-tramo y junto a la nueva glorieta, sin más pasos intermedios.

⁴ En el caso de la glorieta de enlace con la M-503 (extremo Este), el paso será elevado mediante una pasarela peatonal que evitará la interferencia con el tráfico de conexión entre ambas carreteras y la calle José Navarro Reverter. En el extremo Oeste (glorieta partida de conexión con el sub-tramo de ARPO) se contará con pasos convencionales junto a la intersección

En la nueva glorieta intermedia, también se prevé inicialmente en el PP que los pasos de peatones queden muy próximos a los puntos de acceso. Se trata de una disposición potencialmente problemática ya que los tramos de salida no contarían con capacidad de almacenamiento para acoger a los vehículos que se detienen cediendo el paso a los peatones, pudiendo bloquear la calzada anular, más aún en el caso de las salidas con mayor intensidad (calzadas centrales de la M-513 en este caso).

Por este motivo, resulta por principio recomendable alejar en lo posible los pasos de peatones de las intersecciones, en este caso al menos aquellos que atravesarán la M-513.

Necesidad de semaforización y pulsador (pasos actuados por peatones)

No se dispone de previsiones de flujo peatonal en el entorno de la intersección. Sin embargo, puede anticiparse que su valor será reducido debido al uso predominante y a la baja densidad de la zona (viviendas unifamiliares tanto en CBN como en CBS). Las áreas de atracción de ambos sectores (equipamiento y terciario) se ubicarán al Este, junto a la M-503, donde el cruce de peatones se producirá mediante una pasarela elevada, sin interrupción del tráfico.

En la nueva glorieta intermedia, los accesos al Norte y al Sur (calle E de CBN y prolongación en CBS) tendrán intensidades de tráfico reducidas de acuerdo al modelo macroscópico y contarán con un único carril por sentido, siendo innecesaria la semaforización de los pasos de peatones. Lo mismo sucedería en las vías laterales de la M-513 a ambos lados de la glorieta.

Sin embargo, los pasos habrán de cruzar también la calzada central, que contará con doble carril por sentido y mediana central, y donde las intensidades previstas para las horas punta, especialmente en el horizonte de total desarrollo (año 2040), serán elevadas (pudiendo superar los 1.500 veh/h).

Obvia mencionar que las puntas de tráfico rodado también lo son, en general, para el tráfico peatonal.

En estas condiciones resulta prácticamente imprescindible dotar a los pasos de peatones de un semáforo que detenga el tráfico, al menos durante el tiempo necesario para cruzar calzadas centrales y mediana, que en conjunto supondrán una distancia de 18 m, por lo que el tiempo de verde para el peatón debería prolongarse durante al menos 26 segundos (considerando una velocidad de paso de 0,7 m/s, compatible con casi cualquier tipo de peatón⁵).

Por tanto, y a pesar de que el Ayuntamiento no sea partidario inicialmente de la semaforización de la intersección, ésta resultaría en cualquier caso necesaria para proporcionar un paso seguro a los

⁵ En España, cada ayuntamiento establece el tiempo de encendido para los semáforos peatonales, quedando en algunos casos regulado por normativa. Las más favorables para el peatón consideran una velocidad de paso de 0,7 m/s, como sucede en Zaragoza, País Vasco o Navarra.

peatones en los ramales correspondientes a la calzada central de la M-513 (tanto de entrada como de salida), pudiendo limitarse la regulación en el resto a la prioridad habitual del paso de cebrá, que podría en todo caso reforzarse mediante la presencia de semáforos con fase ámbar permanente para el tráfico y verde permanente para el peatón.

Por otro lado, puesto que el flujo peatonal será reducido y el del tráfico en la calzada central muy elevado, el funcionamiento de los semáforos no debería regularse mediante tiempos fijos, sino que la fase roja para el tráfico habría de activarse mediante pulsador por parte de los peatones. De este modo el tráfico principal no se vería interrumpido con demasiada frecuencia o sin necesidad, lo que conllevaría a una reducción excesiva de la capacidad, incompatible con la intensidad prevista.

En este caso resultaría menos necesario alejar los pasos de la intersección, al cortar el propio semáforo los flujos principales de entrada a la glorieta y ser reducidos el resto. No obstante, sigue siendo muy recomendable alejarlos una distancia suficiente para alojar al menos un vehículo de gran longitud y dos turismos (al menos 12 metros).

3.3. PLANTEAMIENTO DE LA MICROSIMULACIÓN

Teniendo en cuenta los comentarios del punto anterior, se ha empleado el modelo de microsimulación para obtener en un primer paso dos tipos de resultados, considerando en ambos el horizonte de total desarrollo (año 2040), en el que la demanda de tráfico será lógicamente la mayor:

1. Por un lado, se ha analizado la **viabilidad de la intersección para atender exclusivamente a la demanda de tráfico**, obteniendo el nivel de servicio (en adelante NS) y la formación de colas correspondientes a las horas punta de mañana (en adelante HPM) y de tarde (en adelante HPT). Se ha evaluado esta situación teórica de la red tanto sin y con la presencia física de los pasos de peatones ya que, aún incluso sin tráfico peatonal, ésta supone un efecto adicional de regulación con aumento de las demoras y empeoramiento del NS y la longitud de colas.
2. Por otro lado, puesto que la semaforización activada por peatones para al calzada central de la M-513 se considera necesaria y se desconoce el flujo peatonal (previsiblemente escaso), se ha empleado el modelo para estimar el máximo número de actuaciones por hora, y por tanto de ciclos semafóricos, que podrían producirse manteniendo un NS aceptable para el tráfico. Esta aproximación permite programar el modelo mediante semáforos de tiempos fijos, salvando la incertidumbre del flujo y ritmo de llegada de los peatones a los pasos.

El número máximo de actuaciones determinará el tiempo de espera promedio entre actuaciones sucesivas, esto es, entre el fin de una fase roja para el tráfico y la siguiente. Dicho tiempo podrá ser o

no aceptable en función del ritmo de llegada de peatones a la intersección que, aunque se desconoce, será previsiblemente lento.

De no resultar aceptable, es imprescindible analizar en un segundo paso otras opciones de configuración para la intersección, en concreto la **configuración de glorieta partida** propuesta inicialmente, y cuya conveniencia para el presente caso se argumenta a continuación.

Configuración alternativa propuesta: glorieta partida

La instrucción inicial por parte del Ayuntamiento de proyectar una glorieta convencional se basa en que, con carácter general, este tipo de intersección puede ofrecer mayor capacidad frente a un cruce semaforizado.

No obstante, y como se ha visto para este caso:

- La semaforización resultaría en cualquier caso necesaria para proporcionar un paso seguro a los peatones en los ramales correspondientes a la calzada central de la M-513 (tanto de entrada como de salida).
- Existirá un marcado desequilibrio entre el flujo principal (tráfico de la M-513 que continuará recto en ambos sentidos) y el resto de flujos.
- El tráfico en ambos sentidos de la calzada central será muy elevado y el diámetro de la glorieta relativamente pequeño (obligado por el ancho disponible en la ordenación aprobada), lo que supone que el tráfico de entrada en un sentido pueda verse notablemente afectado por el tráfico saliente. Esto se debe a que el primero no decide entrar a la calzada anular mientras no comprueba la intención del segundo u observa que el intervalo entre vehículos girando le ofrece tiempo suficiente con independencia de su intención. Al ser las intensidades de entradas y salidas por el mismo ramal muy numerosas en la calzada central, este efecto de fricción y de reducción de la capacidad cobra mucha importancia.

Bajo estas condiciones, resultará mucho más efectivo regular el tráfico mediante una glorieta partida, pues la desaparición del efecto de fricción entre el tráfico entrante y saliente en la calzada central podría compensar con creces el debido a las interrupciones del tráfico principal durante las fases roja, aumentando así la capacidad de los accesos que más necesitan.

Dichas interrupciones serán reducidas en cada ciclo, pues deberán atender tan sólo al tiempo de cruce de los peatones en la calzada principal y ofrecer acceso a la baja intensidad del de los ramales al Norte y al Sur. Este hecho, junto al aumento de capacidad logrado, puede permitir que se alcance una duración total del ciclo y un número de ciclos compatible con demoras, NS y colas aceptables para peatones y tráfico rodado.

3.4. CARGA DE TRÁFICO

Las intensidades de todos los movimientos que cargarán la glorieta, tanto en hora punta de mañana (HPM) como en hora punta de tarde (HPT), proceden del modelo macroscópico⁶ empleado en el Estudio de Tráfico del área Oeste de Pozuelo de Alarcón, una vez introducidas las últimas modificaciones comentadas (incluyendo la glorieta que ahora se evalúa).

Como se ha dicho, las intensidades obtenidas corresponden a las previstas para el horizonte temporal de pleno desarrollo del área Oeste de Pozuelo de Alarcón (ARPO entre ellos), estimado en el Estudio de Tráfico para el año 2040, y que incluye el incremento tendencial de la carga de las carreteras de acuerdo a la Orden FOM 3371/2010⁷, que para los años posteriores a 2017 es del 1,44% anual.

En cuanto a la composición del tráfico, se ha asumido un 2% de vehículos pesados en las entradas a la glorieta desde las vías laterales y desde la calle E de CBN y su prolongación en CBS, siendo esta composición representativa de las áreas casi puramente residenciales a las que darán servicio, mientras que para la calzada central de la M-513 se ha considerado el 4% que muestra actualmente esta carretera de acuerdo a los datos más recientes publicados por la Dirección General de Carreteras para la M-513 (PK 1,77).

Las siguientes tablas resumen los movimientos previstos en la glorieta en HPM y HPT para ese horizonte, expresados en vehículos/hora. Como puede verse en ellas, la intensidad en el conjunto de la glorieta será mayor en HPM que en HPT (ver nomenclatura de los tramos en la anterior figura 3).

Entrada a la glorieta (e)	Salidas de la glorieta (s)						Total entradas
	Calle E	M-513	Lateral	Calle E	M-513	Lateral	
Calle E Norte	0	0	1	3	1	12	16
M-513 Oeste	14	0	0	23	15	1.404	1.456
Lateral Oeste	2	0	1	0	0	2	5
Calle E Sur	29	0	12	0	0	52	93
M-513 Este	11	0	1.471	108	43	0	1.632
Lateral Este	2	0	9	0	0	13	24
Total salidas	58	0	1.493	133	59	1.482	3.226

Tabla 1. Movimientos previstos en la glorieta (veh/h). Horizonte 2040. HPM.

⁶ Dicho modelo ha sido realizado mediante el programa VISUM de PTV Group, en su versión 2020.01, licenciado para TMA por PTV.

⁷ Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento. BOE núm. 311. Jueves 23 de diciembre de 2010.

Entrada a la glorieta (e)	Salidas de la glorieta (s)						Total entradas
	Calle E	M-513	Lateral	Calle E	M-513	Lateral	
Calle E Norte	0	0	0	2	3	4	9
M-513 Oeste	5	0	0	12	22	1.110	1.149
Lateral Oeste	0	0	0	0	0	0	0
Calle E Sur	40	0	27	0	0	64	130
M-513 Este	53	3	1.432	76	63	0	1.628
Lateral Este	2	0	9	0	0	14	25
Total salidas	100	3	1.468	90	88	1.191	2.940

Tabla 2. Movimientos previstos en la glorieta (veh/h). Horizonte 2040. HPM.

3.5. PARÁMETROS DE LA SIMULACIÓN

Respecto a los parámetros generales que influyen sobre la simulación y la calidad de los resultados, se han empleado los siguientes criterios:

MÉTODO DE DECISIÓN DE RUTA

Los movimientos en la intersección durante las horas punta se han reproducido en el modelo de microsimulación de acuerdo a rutas estáticas con un reparto basado en los volúmenes relativos, donde el tráfico que accede a la glorieta por cada rama de entrada se distribuye en función de la proporción entre los volúmenes de salida correspondientes a esa entrada y el volumen de la entrada⁸.

Este método permite reproducir de forma directa la distribución del tráfico reflejada por la matriz de movimientos de la intersección procedente del modelo macroscópico.

RESOLUCIÓN

La resolución de la simulación tiene un impacto significativo en el comportamiento de los vehículos y en la forma en la que interactúan, por lo que una misma simulación ofrece resultados diferentes si se modifica la resolución.

En este caso se ha empleado una resolución de 20 pasos por segundo, que da lugar a movimientos suaves, idónea para animaciones y resultados de buena calidad.

TIEMPOS DE ENTRADA DE LOS VEHÍCULOS A LA RED

La distribución del tráfico de entrada a la red modelizada sigue un método estocástico aplicado por el propio programa, esto es, el volumen de entrada no se reparte en intervalos regulares, sino variables.

⁸ Es decir, si una entrada tiene un tráfico de 1.000 veh/h que se reparte hacia tres salidas con movimientos de 200, 300 y 500 vehículos, el método estático aplica las proporciones 1/5 (200/1.000), 3/10 (300/1.000) y 1/2 (500/1.000) al repartir el tráfico de entrada hacia esas salidas.

Para ello, VISSIM parte del intervalo medio correspondiente a la intensidad horaria y lo emplea como valor promedio para una distribución exponencial negativa.

Puesto que la distribución es estocástica, resulta recomendable tomar como resultados para la evaluación los correspondientes al promedio de varias simulaciones consecutivas⁹. En este caso se ha considerado el resultado promedio de 10 simulaciones para cada una de las dos horas punta (valor situado dentro del rango recomendado).

ACTIVACIÓN DE LOS SEMÁFOROS

Glorieta convencional con paso de peatones semaforizado

Además de lo comentado anteriormente, la incertidumbre sobre el flujo peatonal requiere considerar de cada a la simulación planteada que cada actuación de los semáforos situados en la calzada central supondría la activación de la fase roja simultánea para el tráfico tanto en los carriles de entrada como de salida, y a ambos lados de la intersección, de modo que ésta no reciba vehículos que encontrarían también una fase roja a la salida, pudiendo bloquearla.

En la práctica y si el flujo peatonal es muy reducido, podría plantearse la activación de la fase roja solo para la entrada del tráfico en el lado demandado, en combinación con una fase ámbar en la salida, lo que podría mejorar el funcionamiento de la intersección.

Glorieta partida semaforizada

En este caso el diseño de la semaforización ha de ser tal que el número y duración de las fases, así como la duración resultante del ciclo, proporcionen un NS aceptable para el tráfico, con formación de colas inferiores a la distancia hasta las intersecciones precedentes para evitar su afección, ofreciendo además al peatón tiempo suficiente para cruzar con seguridad la calzada central de la M-513 en cada ciclo (el ya comentado), con unos tiempos de espera admisibles entre pasos.

⁹ El parámetro *random seed* inicia un generador de número aleatorio que al ser variado hace que las funciones estocásticas de Vissim cambien el valor de la secuencia y alteren el flujo del tráfico. El parámetro *random seed increment* establece la diferencia entre los valores de *random seed* en simulaciones múltiples.

3.6. RESULTADOS DE LA MICROSIMULACIÓN

A continuación se recogen los valores de demora (en segundos) y NS (según criterios del HCM 2010¹⁰) para cada acceso a la glorieta y para la glorieta en su conjunto, obtenidos como promedio ponderado de los movimientos que lo componen, cuyo valor procede a su vez del promedio lineal de las 10 simulaciones realizadas en cada caso. Para los accesos correspondientes a la calzada central de la M-513, se ha comprobado además si la longitud máxima de las colas sería compatible con la distancia hasta la intersección precedente.

Se distingue, como se ha dicho, entre la situación con sólo tráfico rodado (sin peatones ni semaforización) y la situación con semáforo para peatones en la calzada central, correspondiente al número máximo de activaciones por hora compatibles con un NS aceptable para el tráfico. Dentro de la primera situación se distingue también los resultados considerando la ausencia y la presencia de un paso de peatones respectivamente, pues de acuerdo a la simulación su mera aparición, incluso sin flujo de peatones, introduce un incremento de la demora por regulación.

Por último, se ha analizado la situación bajo la configuración alternativa propuesta de glorieta partida.

En todas las configuraciones con paso de peatones, los correspondientes a la M-513 se han alejado unos metros respecto a lo considerado inicialmente en la ordenación, según lo antes recomendado.

SITUACIÓN CON SOLO TRÁFICO RODADO (SIN SEMAFORIZACIÓN)

Año 2040. Hora punta de mañana

<i>Entrada a la glorieta</i>	<i>Sin paso de peatones</i>		<i>Con paso de peatones</i>	
	<i>Demora (s)</i>	<i>NS</i>	<i>Demora (s)</i>	<i>NS</i>
Calle E Norte	13,3	B	10,4	B
M-513 Oeste	25,1	D	48,7	E
Lateral Oeste	9,4	A	6,6	A
Calle E Sur	14,3	B	11,8	B
M-513 Este	21,2	C	34,1	D
Lateral Este	10,5	B	9,4	A
Global	22,6	C	39,7	E

Tabla 3. Demoras y NS en la glorieta. Sin semaforización. Año 2040. HPM.

¹⁰ *Highway Capacity Manual HCM 2010*. TRB – Transportation Research Board of the National Academy of Sciences, Engineering and Medicine. El programa aplica los criterios de NS del HCM propios de intersecciones semaforizadas a todos los accesos cuando alguno de ellos cuenta un semáforo.

Como puede verse en la tabla anterior, sin flujo de peatones y sin presencia de paso para los mismos, los peores NS corresponderían a los tramos de acceso de la calzada central de la M-513, con un NS C en el acceso desde el Este y un NS D (aunque justo en el límite con NS C) para el acceso desde el Oeste, siendo NS C el global de la glorieta. En el resto de accesos los niveles de servicio serían más favorables.

La longitud máxima de las colas en el acceso desde el Este podría ser de casi 250 m, alcanzando la glorieta en el nudo con la M-503, lo que podría afectar a su circulación.

Con la presencia de los pasos de peatones (aún sin flujo peatonal) los conductores tratarían de invadir el paso cuando no tienen espacio más adelante. Esto aumenta las detenciones y empeora las demoras y el NS en la calzada central de la M-513, dando lugar a un NS E en el acceso desde el Oeste y un NS D (próximo al NS E) en el acceso desde el Este, siendo el NS E el global de la glorieta. En el resto de accesos las demoras y los NS se verían poco afectados.

La longitud máxima de las colas en la calzada central superarían los 300 metros a ambos lados de la glorieta, extendiéndose más allá de las intersecciones precedentes y afectando a su circulación.



Figura 4. Escena durante la microsimulación sin semaforización. HPM.

Año 2040. Hora punta de tarde

Entrada a la glorieta	Sin paso de peatones		Con paso de peatones	
	Demora (s)	NS	Demora (s)	NS
Calle E Norte	6,1	A	9,0	A
M-513 Oeste	9,2	A	11,6	B
Lateral Oeste	-	A	-	A
Calle E Sur	8,5	A	6,9	A
M-513 Este	10,2	B	16,7	C
Lateral Este	10,0	A	9,9	A
Global	9,7	A	14,2	B

Tabla 4. Demoras y NS en la glorieta. Sin efecto de peatones ni semaforización. Año 2040. HPT.

Como puede verse en la tabla anterior, en HPT, sin flujo de peatones y sin la presencia del paso todos los accesos y el conjunto de la glorieta presentarían un buen NS. Las colas máximas serían de longitud inferior a la distancia hasta las intersecciones precedentes.

La mejor situación respecto a la HPM se debe a que el tráfico en uno de los sentidos de la M-513 disminuiría sensiblemente, reduciendo también el efecto de fricción.

Al incluir la presencia del paso (incluso sin flujo peatonal) el modelo muestra un efecto negativo en los accesos de la calzada principal de la M-513, especialmente desde el Este, llevando el NS hasta un NS C, con colas máximas que podrían alcanzar la salida desde la intersección con la M-503. En conjunto, la intersección presentaría un funcionamiento relativamente bueno.



Figura 5. Escena durante la microsimulación sin semaforización. HPT.

Conclusiones

La configuración de la intersección como glorieta convencional, incluyendo la presencia de los pasos de peatones, incluso sin flujo peatonal, proporcionaría un NS inaceptable para el tráfico durante la HPM, con colas sobre la calzada central de la M-513 que afectarían al funcionamiento de las intersecciones precedentes. En HPT las colas también podrían alcanzar la salida de la glorieta de enlace con la M-503 en HPT.

La situación sería lógicamente aún más desfavorable al introducir cualquier valor de flujo peatonal en la red.

SITUACIÓN CON SEMÁFORO PARA PEATONES EN CALZADA CENTRAL DE LA M-513

Bajo las condiciones de partida anteriores, especialmente desfavorables en HPM, la inclusión del semáforo para peatones supondría un aumento inasumible en cuanto a las demoras y el NS, siéndolo también en cuanto a la formación de colas.

Se descarta por ello el cálculo en HPM del número máximo de actuaciones por hora admisibles para el paso peatonal actuado por peatones, que sería nulo.

Sobre la situación en HPT, se ha obtenido cuál sería el número máximo de actuaciones compatible con un NS aceptable para el tráfico de la calzada principal de la M-513 en cuanto a las demoras, incluso aceptando que las colas máximas formadas pudieran alcanzar a las intersecciones precedentes.

Año 2040. Hora punta de tarde

El número máximo de actuaciones/ciclos en una hora compatible con un NS aceptable en todos los accesos a la intersección y en su conjunto sería de tan sólo **3 actuaciones/hora**, equivalentes a un promedio de una actuación cada 20 minutos, inaceptable como servicio al peatón. Los NS serían los siguientes:

Entrada a la glorieta	Demora (s)	NS
Calle E Norte	10,7	B
M-513 Oeste	56,0	E
Lateral Oeste	7,7	A
Calle E Sur	12,0	B
M-513 Este	45,2	D
Lateral Este	13,9	B
Global	48,7	D

Tabla 5. Demoras y NS en la glorieta. Con semáforo para peatones. Año 2040. HPT.

En HPT el NS más desfavorable correspondería a la entrada por la M-513 desde el Oeste, con un NS E, aunque muy próximo al límite con el NS D. En el resto de accesos el NS sería más favorable.



Figura 6. Escena de la microsimulación con semaforización para peatones. HPT.

Como se ha dicho, a pesar de este NS aceptable, las colas máximas formadas en los dos sentidos de la calzada central de la M-513 alcanzarían claramente a las intersecciones precedentes, afectando a su funcionamiento.

Con un número mayor de actuaciones/ciclos por hora el NS de la intersección resultaría inaceptable.

Conclusiones

La inclusión de un semáforo actuado por peatones en la calzada central de la M-513, sería inviable en HPM. En HPT, el número de actuaciones por hora compatible con un NS aceptable sería muy reducido, con largos periodos de espera, inasumibles para los peatones, prolongándose en todo caso las colas en la calzada central de la M-513 hasta las intersecciones precedentes, lo que afectaría a su funcionamiento.

SITUACIÓN CON GLORIETA PARTIDA

Ante los malos resultados ofrecidos por la configuración de glorieta convencional, se ha realizado el cálculo para una configuración de glorieta partida, la cual se considera como la más adecuada en este caso por los argumentos comentados a lo largo del estudio.

Puesto que el objetivo es el de comprobar su viabilidad y no el diseño preciso de fases y ciclos, se ha partido de un diseño simplificado, en el que la principal condición ha sido permitir una fase roja para el tráfico sobre la calzada principal de la M-513 adaptada al tiempo de paso requerido por los peatones cara cruzar esa sección, así como una duración del ciclo compatible con un tiempo de espera razonable para el peatón, todo ello con NS y formación de colas aceptables en todos los accesos.

La semaforización planteada considera:

- duración de ciclo de 85 segundos en HPM y de 90 segundos en HPT.
- fase verde para el flujo principal de la M-513 de 49 segundos en HPM y 54 segundos en HPT.
- en ambas puntas, fase roja para el tráfico principal de la M-513 (verde para peatón) y fase verde para los flujos secundarios (semáforo en las raquetas interiores) de 30 segundos.
- tiempo de espera para el peatón entre el fin de una fase verde y la siguiente sería inferior a 1 minuto en los dos casos, siendo un valor perfectamente aceptable.

El resto de accesos y salidas podrían funcionar con una fase ámbar permanente, teniendo prioridad los pasos de peatones. La fase ámbar puede plantearse también para las salidas en la calzada principal, pues reduciría las demoras para algunos de los vehículos que realizan giros a izquierda o derecha para algunos de los movimientos (ver figura 7).

Como este último efecto dependería mucho del flujo peatonal en la sección central de la M-513, se ha incluido en la simulación una intensidad de paso de 150 peatones por hora y sentido, es decir, 5 peatones por minuto en los dos sentidos, lo que se considera un número más que razonable teniendo en cuenta las características ya comentadas del entorno. Para la calle E de CBN y en su prolongación en CBS se ha considerado un flujo menor, de 2 peatones por minuto.

Una vez comprobada su viabilidad en el escenario de total desarrollo (año 2040), un posterior diseño más ajustado permitiría optimizar duraciones de ciclos y fases e introducir los tiempos de despeje y transiciones de todo rojo convenientes, pudiendo en todo caso adaptarse a la evolución del tráfico en la zona desde la puesta en servicio, labor que sería ya responsabilidad de los servicios del Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón.

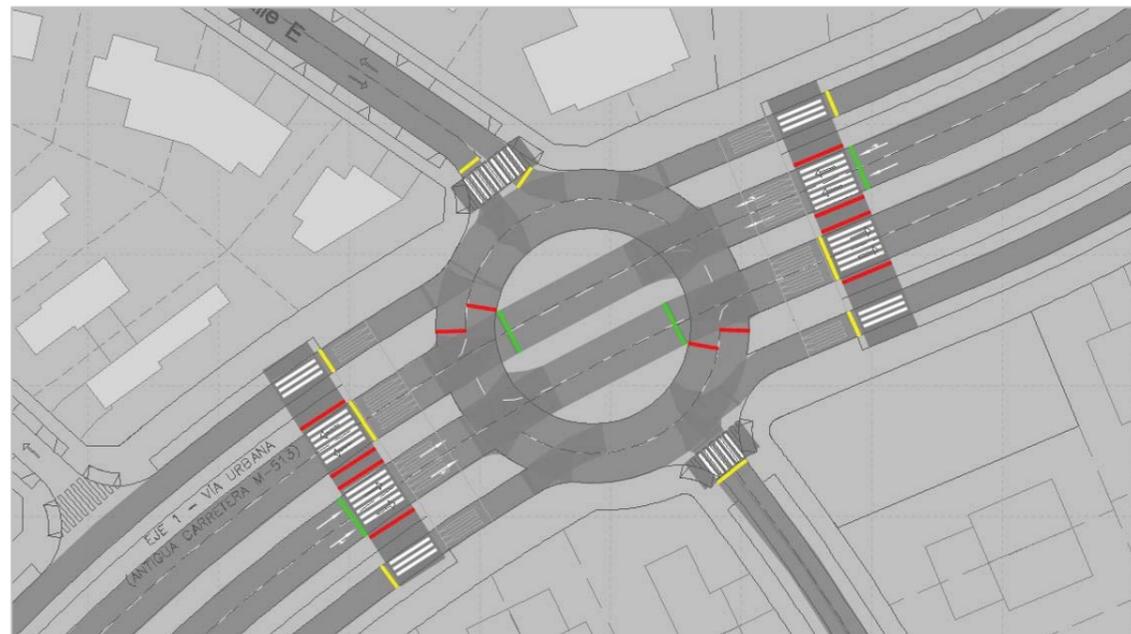


Figura 7. Imagen de la red modelizada para la configuración en glorieta partida.

Bajo las condiciones descritas, los resultados obtenidos en HPM y HPT han sido los siguientes:

Entrada a la glorieta	HPM		HPT	
	Demora (s)	NS	Demora (s)	NS
Calle E Norte	38,5	D	32,1	C
M-513 Oeste	16,5	B	13,6	B
Lateral Oeste	30,1	C	-	A
Calle E Sur	30,2	C	35,0	D
M-513 Este	22,3	C	21,8	C
Lateral Este	36,6	D	42,2	D
Global	20,1	C	19,35	B

Figura 8. Escena de la microsimulación con glorieta partida que se propone. HPM y HPT.



Figura 9. Escena de la microsimulación con glorieta partida (fase verde principal).



Figura 10. Escena de la microsimulación con glorieta partida (fase roja principal).



Figura 11. Escena de la microsimulación con glorieta partida (detalle).

Respecto a la formación de colas, éstas serían en general (valores promedio) perfectamente compatibles con la longitud de los tramos hasta las intersecciones precedentes. Los resultados de la simulación muestran que incluso en los momentos puntuales más desfavorables las colas no llegarían a invadir las intersecciones próximas.



Figura 12. Longitud promedio de las colas para la configuración de glorieta partida. HPM.

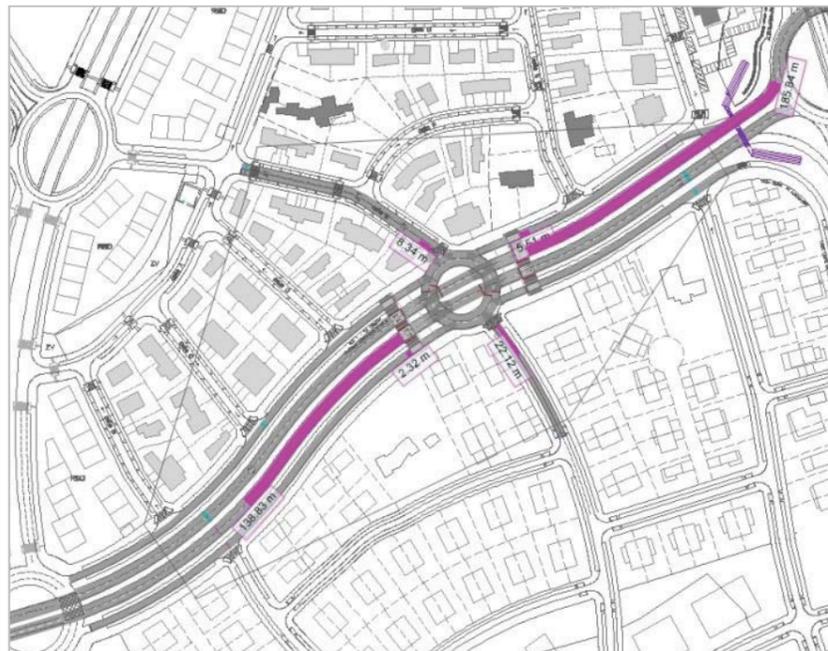


Figura 13. Longitud máxima de las colas para la configuración de glorieta partida. HPM.



Figura 14. Longitud promedio de las colas para la configuración de glorieta partida. HPT.

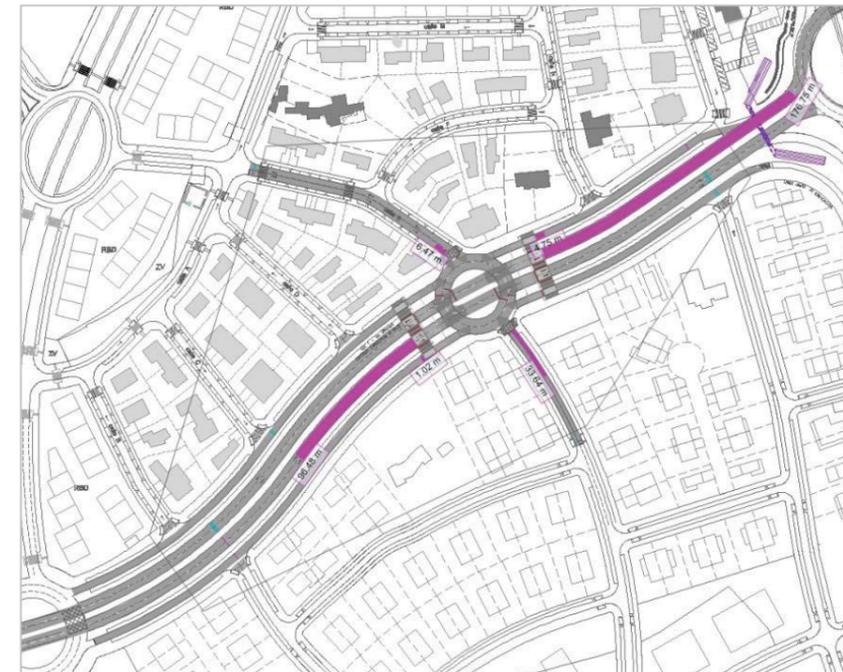


Figura 15. Longitud máxima de las colas para la configuración de glorieta partida. HPT.

RESUMEN EJECUTIVO / CONCLUSIONES

Se ha simulado a nivel microscópico el tráfico de la intersección que el Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón ha solicitado incluir en el sub-tramo de la carretera M-513 (en el futuro convertida en vía urbana) con la futura calle E, correspondiente a su paso por los sectores Carretera de Boadilla Norte y Carretera de Boadilla Sur, el cual queda comprendido entre la glorieta de conexión con el sub-tramo de ARPO (sub-tramo occidental) y la glorieta de conexión con la carretera M-503.

Según instrucciones del Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón, se ha considerado inicialmente:

1. Una tipología de glorieta convencional en lugar de glorieta partida semaforizada como inicialmente habían propuesto los proyectistas del sector CBN.
2. Una sección para ambos sub-tramos de la M-513, constituida por calzada central de dos carriles por sentido con mediana central y vía lateral de único carril y sentido separada por terciaria a cada uno de los lados.

Estas modificaciones, en principio, plantean los siguientes problemas teóricos:

- a) Mayor peligrosidad para bicicletas y funcionamiento condicionado por con los pasos de peatones en los ramales de salida, que podrían bloquear el circuito giratorio.
- b) Acometida poco segura de estas vías laterales a la glorieta.
- c) Sin mejora respecto de la fluidez global del tráfico previsible con una glorieta partida semaforizada (la inicialmente prevista) coordinada con los tiempos de paso de la siguiente glorieta semaforizada al Oeste, en ARPO.

En todo caso, estos elementos suponen cambios respecto a lo considerado en el modelo macroscópico empleado para el Estudio de Tráfico del área Oeste de Pozuelo de Alarcón en su versión de julio de 2020. El modelo ha sido actualizado para recogerlos y proporcionar los datos necesarios para la microsimulación aquí realizada. La actualización del modelo ha incorporado también otros cambios planteados desde entonces, como la configuración del nudo entre la M-40 y la M-513 propuesta por ARPO en sus alegaciones a la solución planteada por la DGC en el Estudio Informativo del proyecto de ampliación de la carretera M-513.

Cabe señalar que dicho modelo no tiene en cuenta la ya iniciada evolución de las condiciones de movilidad general hacia una situación más sostenible (tele-trabajo, compras y consultas *on-line*, coche compartido, transporte público a demanda, vehículos de movilidad personal, conducción autónoma...), cuyos efectos positivos son difíciles de prever, pero que sin darían lugar a una situación finalmente más favorable que la aquí calculada para el horizonte de total desarrollo.

Resultados glorieta convencional

Trasladando los valores del modelo macroscópico actualizado a un modelo microscópico se han obtenido para esta configuración dos tipos de resultados, en ambos casos para las horas punta de mañana y de tarde del horizonte temporal de completo desarrollo de los sectores de la zona Oeste de Pozuelo de Alarcón, estimada para el año 2040.

1. En el primero de ellos se ha evaluado el funcionamiento de la glorieta atendiendo tan sólo al flujo de tráfico, considerando la red con y sin la presencia de los pasos, pues aun sin flujo de peatones éstos introducen una demora adicional. Los resultados en el segundo caso muestran que la configuración de la intersección como glorieta convencional **proporcionaría un NS inaceptable para el tráfico durante la HPM**, con colas sobre la calzada central de la M-513 que afectarían al funcionamiento de las intersecciones precedentes. En HPT las colas también podrían alcanzar la salida de la glorieta de enlace con la M-503 en HPT.
2. En el segundo se ha incorporado el efecto del tránsito peatonal, considerando la necesidad de un paso activado para peatones sobre la calzada central de la M-513. Puesto que se desconoce cómo será el flujo peatonal en la intersección, que en todo caso se prevé reducido dado el carácter de muy baja densidad del entorno próximo, con este segundo tipo de resultados se ha procedido a estimar cuál sería el máximo número de ciclos para un semáforo con pulsador actuado por peatones que permita el cruce seguro de la sección central de la M-513 y que resulte compatible con un NS aceptable en la intersección.

No obstante, los resultados obtenidos en el primer grupo ya muestran que en HPM no sería asumible la interrupción del tráfico. En HPT la activación de los pasos tendría que ser muy puntual para resultar en un NS aceptable, si bien las colas máximas formadas en los dos sentidos de la calzada central de la M-513 alcanzarían a las intersecciones precedentes, afectando a su funcionamiento.

Resultados glorieta partida semaforizada

Ante los malos resultados ofrecidos por la configuración de glorieta convencional, se ha realizado el cálculo para una configuración de glorieta partida, la cual se considera como la más adecuada en este caso por los argumentos comentados a lo largo del estudio.

Con esta configuración alternativa la semaforización planteada cumple con el objetivo de permitir una fase roja para el tráfico sobre la calzada principal de la M-513 compatible con el tiempo de paso requerido por los peatones para cruzar esa sección y un tiempo de espera razonable entre ciclos,

ofreciendo además un NS adecuado y una formación de colas compatibles con las longitudes de los tramos en todos los accesos.

Debido a su reducido tráfico, el resto de accesos y salidas podrían funcionar con una fase ámbar permanente, teniendo prioridad los pasos de peatones. La fase ámbar puede plantearse también para las salidas en la calzada principal, pues reduciría las demoras para algunos de los vehículos que realizan giros a izquierda o derecha para algunos de los movimientos.

Como recomendación relativa al diseño de la intersección, y para mejorar su funcionamiento: mejor servicio a peatones o reducción de la presencia de vehículos detenidos en las salidas durante la fase roja, se propone alejar los pasos de peatones de la glorieta, al menos en los tramos de entrada y salida de la M-513 y las vías laterales, y en una distancia suficiente para permitir el alojamiento de un vehículo de gran longitud y dos o tres turismos.

Una recomendación adicional es evitar la situación paradas de autobús en las proximidades de las salidas de la glorieta o, aunque resulte obvio, en el interior de la misma, como ocurre en varias intersecciones el municipio.

Por último, se llama la atención también sobre los efectos que el cambio de sección en el sub-tramo oriental podría tener en el funcionamiento de la glorieta partida de conexión con ARPO respecto a lo considerado en el Estudio de Tráfico del área Oeste de Pozuelo de Alarcón, siendo recomendable que se proceda a su revisión.

En Madrid, a 26 de enero de 2021

ANEXO I. EQUIPO REDACTOR

Este trabajo ha sido redactado por el siguiente equipo:

Director de los trabajos

- **Guillermo García de Polavieja.** Arquitecto, Urbanista (UPM). Especialista en Ciudad y Medio Ambiente (UPM) DNI. 2.891.308-R.

Asesor

- **José Luis Zubieta Irún.** Dr. Ingeniero de Caminos Canales y Puertos (UPM).

Equipo técnico

- **Rodrigo Avilés López.** Arquitecto (UPM). Especialista en Movilidad y Tráfico.
- **Fady Awad Núñez.** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (UPM). Especialidad en Transporte, Territorio y Urbanismo.

**ANEXO VI. GLORIETA ENTRE LA M-513 Y LA CAÑADA DE LA CARRERA,
CONSIDERANDO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE REMODELACIÓN DEL NUDO
ENTRE LA M-513 Y LA M-40. INFORME DE MICROSIMULACIÓN.**

ESTUDIO DE TRÁFICO DEL ÁREA OESTE DE POZUELO DE ALARCÓN

INFORME SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DE LA GLORIETA ENTRE LA M-513 Y LA CAÑADA DE LA CARRERA, CONSIDERANDO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE REMODELACIÓN DEL NUDO ENTRE LA M-513 Y LA M-40

Ref. TMA: 2027/05

Diciembre 2020

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
2. PREVISIONES DE EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO EN EL NUDO ENTRE LAS CARRETERAS M-40 Y M-5138	
2.1. REMODELACIÓN DEL NUDO.....	10
3. NUEVA PROPUESTA DE REMODELACIÓN	11
3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA GLORIETA EN LA NUEVA PROPUESTA.....	12
4. OTRAS MODIFICACIONES PREVISTAS SOBRE LA RED: SECCIÓN DE LA M-513	15
5. MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO EN LA GLORIETA	16
5.1. PROGRAMA UTILIZADO.....	16
5.2. TRAZADO Y OTRAS CARACTERÍSTICAS.....	16
5.3. CARGA DE TRÁFICO.....	17
5.4. PARÁMETROS DE LA SIMULACIÓN.....	18
5.5. RESULTADOS DE LA MICROSIMULACIÓN.....	19
6. ANÁLISIS DE CONTRIBUCIÓN A LA CARGA DEL NUDO	22
6.1. TRÁFICO ADICIONAL.....	24
6.2. TOTAL DEL TRÁFICO.....	25
7. CONCLUSIONES	27
ANEXO I. EQUIPO REDACTOR	29
ANEXO II. TABLAS DE RESULTADOS	29
II.1. HORIZONTE 2040. HORA PUNTA DE MAÑANA (HPM).....	31
II.2. HORIZONTE 2040. HORA PUNTA DE TARDE (HPT).....	34
ANEXO III. DOCUMENTACIÓN (PLANOS)	37

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CONFIGURACIÓN ACTUAL DEL NUDO ENTRE LA M-513 Y LA M-40.....	8
FIGURA 2. DESCARGA DEL NUDO ENTRE LA M-513 Y LA M-40 Y DE LA PROPIA M-513 DE TRÁFICO DE PASO AJENO (TRAZO ROJO DISCONTINUO).....	10
FIGURA 3. PROPUESTA DEL ESTUDIO INFORMATIVO PARA LA REMODELACIÓN DEL NUDO ENTRE LA M-513 Y LA M-40. ACTUACIONES INNECESARIAS Y PERTINENTES SEGÚN EL ESTUDIO	

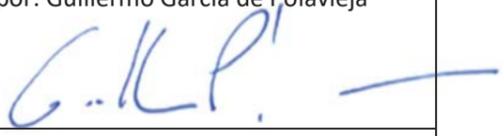
DE TRÁFICO DEL ÁREA OESTE DE POZUELO DE ALARCÓN. IDENTIFICACIÓN DE RAMALES RESULTANTES PARA OFRECER ENLACES DIRECTOS.	11
FIGURA 4. NUEVA PROPUESTA PARA LA REMODELACIÓN DEL NUDO ENTRE LA M-40 Y LA M-513.12	
FIGURA 5. CONFIGURACIÓN DE LA GLORIETA EN LA ACTUALIDAD (ARRIBA) Y EN LA NUEVA PROPUESTA (ABAJO).	13
FIGURA 6. NUEVA CONFIGURACIÓN PREVISTA PARA EL SUB-TRAMO DEL TRAMO URBANO DE LA M-513 ENTRE LOS APR “CARRETERA DE BOADILLA NORTE” Y “CARRETERA DE BOADILLA SUR”, Y NUEVA GLORIETA INTERMEDIA.	16
FIGURA 7. TRAZADO DE LA RED MODELIZADA EN VISSIM.....	17
FIGURA 8. ESCENAS DE LA MICROSIMULACIÓN DURANTE LA HPM (1/2).	21
FIGURA 9. ESCENAS DE LA MICROSIMULACIÓN DURANTE LA HPM (2/2).	21
FIGURA 10. ESCENA DE LA MICROSIMULACIÓN DURANTE LA HP (1/2).	21
FIGURA 11. ESCENA DE LA MICROSIMULACIÓN DURANTE LA HPT (2/2).	22
FIGURA 12. TRAMOS CONSIDERADOS EN EL CÁLCULO DE CONTRIBUCIONES.	23

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. MOVIMIENTOS PREVISTOS EN LA GLORIETA (VEH/H). HORIZONTE 2040. HPM.....	18
TABLA 2. MOVIMIENTOS PREVISTOS EN LA GLORIETA (VEH/H). HORIZONTE 2040. HPT.	18
TABLA 3. DEMORAS Y NIVELES DE SERVICIO EN LA GLORIETA. HORIZONTE 2040. HPM.....	20
TABLA 4. DEMORAS Y NIVELES DE SERVICIO EN LA GLORIETA. HORIZONTE 2040. HPM.....	20
TABLA 5. CONTRIBUCIONES A LA CARGA DE TRÁFICO ADICIONAL SOBRE CADA ELEMENTO DE ENTRADA Y SALIDA AL NUDO Y SOBRE SU CONJUNTO.....	24
TABLA 6. CONTRIBUCIONES A LA CARGA DE TRÁFICO ADICIONAL SOBRE TODOS LOS ELEMENTOS ANALIZADOS DEL NUDO Y SOBRE SU CONJUNTO.....	25
TABLA 7. CONTRIBUCIONES A LA CARGA TOTAL SOBRE TODOS LOS ELEMENTOS ANALIZADOS DEL NUDO Y SOBRE SU CONJUNTO.	26
TABLA 8. CONTRIBUCIONES A LA CARGA TOTAL SOBRE TODOS LOS ELEMENTOS ANALIZADOS DEL NUDO Y SOBRE SU CONJUNTO.	27

ESTUDIO DE TRÁFICO DEL ÁREA OESTE DE POZUELO DE ALARCÓN
FUNCIONAMIENTO DE LA GLORIETA ENTRE LA M-513 Y LA CAÑADA DE LA CARRERA CONSIDERANDO LA
ALTERNATIVA DE REMODELACIÓN DEL NUDO ENTRE LA M-513 Y LA M-40 PROPUESTA POR ARPO

TABLA 9.	VALORES PROMEDIO POR MOVIMIENTO. HORIZONTE 2040. HPM	31
TABLA 10.	VALORES MÍNIMOS POR MOVIMIENTO. HORIZONTE 2040. HPM.....	32
TABLA 11.	VALORES MÁXIMOS POR MOVIMIENTO. HORIZONTE 2040. HPM.....	33
TABLA 12.	VALORES PROMEDIO POR MOVIMIENTO. HORIZONTE 2040. HPT.....	34
TABLA 13.	VALORES MÍNIMOS POR MOVIMIENTO. HORIZONTE 2040. HPT	35
TABLA 14.	VALORES MÁXIMOS POR MOVIMIENTO. HORIZONTE 2040. HPT	36

Redactado por: Rodrigo Avilés 	Revisado por: Guillermo García de Polavieja 
Fecha: 03/12/2020	Fecha: 14/04/2021

Estudio realizado por TMA entre noviembre y diciembre de 2020, revisado en abril de 2021

PROPIEDAD INTELECTUAL

El presente documento, incluyendo texto, fotografías y gráficos –excepto donde se especifique lo contrario- así como la metodología empleada en la elaboración del estudio que constituye la base del mismo, son propiedad intelectual de Tasvalor Medio Ambiente S.L. quedando prohibida su revelación, copia, reproducción total o parcial y difusión; sin expresa autorización de la citada mercantil. El presente documento se edita para uso exclusivo del cliente que en él se cita, a los efectos de la tramitación administrativa de su plan, programa o proyecto frente al órgano sustantivo o ambiental de la administración correspondiente; así como para otros objetivos específicos que en él documento se citen específicamente. Tasvalor Medio Ambiente S.L. se reserva el derecho de ejecutar cuantas acciones legales estime necesarias para garantizar la defensa de sus derechos sobre la propiedad intelectual de este trabajo.

1. INTRODUCCIÓN

El principal objetivo de este trabajo es realizar un análisis mediante microsimulación del funcionamiento futuro de la glorieta situada en la intersección de la carretera M-513 con la cañada de la Carrera, la cual constituye y constituirá el elemento más vulnerable del nudo entre la citada carretera y la autovía M-40, como se desprende de estudios anteriores. Para ello se consideran las condiciones de configuración de la red y cargas previstas en el horizonte de completo desarrollo del conjunto de los sectores que conforman el área de crecimiento prevista por el PGOU de Pozuelo de Alarcón al Oeste del Municipio (siendo ARPO el mayor de ellos), estimado en el Estudio de Tráfico del área Oeste del término municipal de Pozuelo de Alarcón para el año 2040.

En cuanto a la configuración del propio nudo se ha estudiado la propuesta de la alegación, y que constituye una alternativa a la recogida en el citado Estudio de Tráfico, la cual supone a su vez una posible y necesaria simplificación respecto de la recogida en el Estudio Informativo del proyecto de “ampliación de la capacidad de la carretera M-513. Tramo: M-40 a M-516 en los términos municipales de Pozuelo de Alarcón y Boadilla del Monte” de la Comunidad de Madrid.

Por este motivo, la obtención de la intensidad de los movimientos que cargarán la glorieta se ha realizado a partir del mismo modelo macroscópico empleado en la última versión del Estudio de Tráfico del área Oeste (a cuya consulta se remite para conocer la características de dicho modelo), si bien la definición de red ha sido modificada para recoger la nueva propuesta de configuración del nudo, la cual se describe en el posterior capítulo 3.

Asimismo, se ha aprovechado para incorporar en dicha definición otras novedades recientes en las previsiones de red que, si bien no serán determinantes en cuanto a la carga del nudo, resultan significativas por afectar a uno de los tramos de las principales vías implicadas en él. En concreto, estas novedades se refieren a la modificación de la sección en el sub-tramo oriental del nuevo tramo urbano de la M-513 y a la introducción de una nueva glorieta en dicho sub-tramo, ambas indicadas por el Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón en octubre de 2020, y descritas con mayor detalle en el capítulo 4 del documento.

A todo esto se ha añadido un cálculo detallado del origen/destino de todo el tráfico de entrada y salida del nudo, al objeto de determinar la contribución a la carga futura del mismo del tráfico con O/D en Boadilla del Monte, en ARPO y en el resto de sectores de Pozuelo de Alarcón (capítulo 6).

2. PREVISIONES DE EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO EN EL NUDO ENTRE LAS CARRETERAS M-40 Y M-513

Tal y como se pone de manifiesto en el Estudio de Tráfico del área Oeste, en la actualidad el nudo entre la M-40 y la M-513 presenta una configuración particular (de medio diamante con pesas al Oeste y dos ramales de lazo al Este) que supone que todos los itinerarios de conexión entre ambas vías se vean obligados a utilizar la glorieta situada en la margen occidental de la autovía M-40, la cual regula también la intersección con la cañada de la Carrera (ésta última con una baja intensidad actual en su tramo al Sur de la glorieta y prácticamente nula en su tramo al Norte).

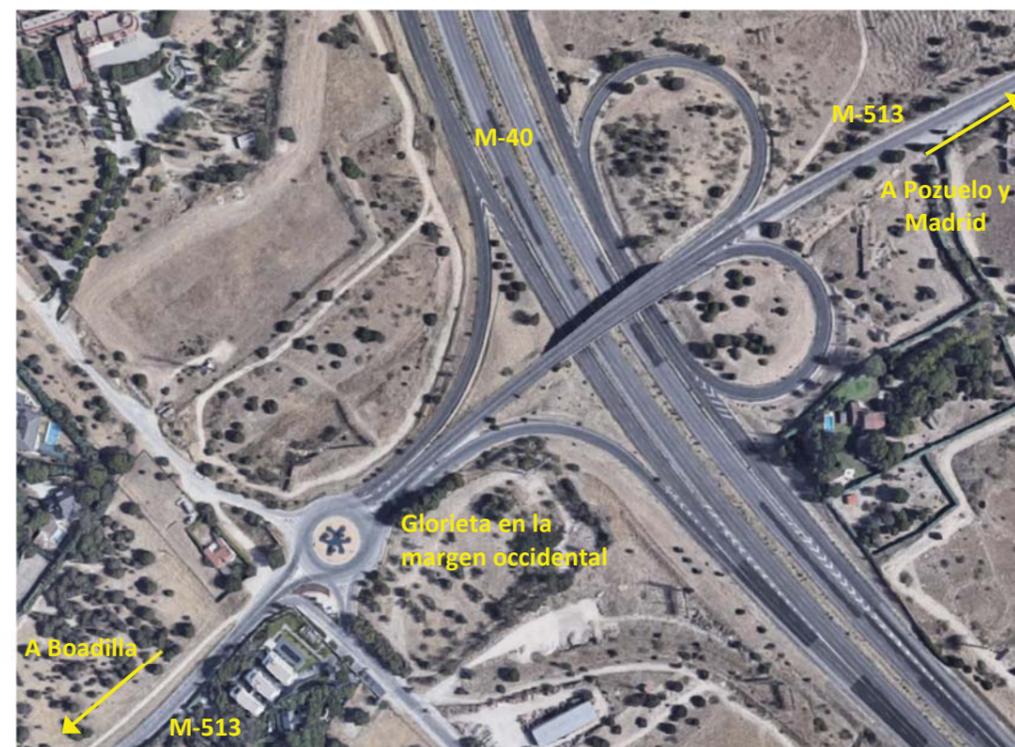


Figura 1. Configuración actual del nudo entre la M-513 y la M-40.

Para mejorar estas condiciones, es necesario dotar al nudo de más ramales de conexión directa entre la carretera y las vías colectoras de la M-50. Como se verá más adelante, el Proyecto de Urbanización de ARPO ya contempla la creación de una glorieta sobre el nuevo tramo urbano de la M-513, en la margen oriental de la M-40, con las características necesarias para poder integrarse en la posible remodelación del nudo recibiendo nuevos ramales de conexión con las vías colectoras, lo que contribuirá a la descarga de la glorieta de la margen occidental.

Por otro lado, Estudio de Tráfico del área Oeste señala la existencia de varias componentes en el actual tráfico de paso en el tramo de la carretera M-513 comprendido entre la M-503 y la M-40 que resultan ajenas a la función propia de la vía (comunicación entre Pozuelo y Boadilla). Estas componentes “impropias”, especialmente en hora punta, tienen su origen en los problemas de congestión existentes hasta ahora en la glorieta de intersección entre la M-513 y la M-503. Dichos problemas provocan que parte del tráfico de la M-503 y la M-40 en sentido Pozuelo y Madrid trate de evitar esta glorieta, desviándose hacia el nudo entre la M-513 y la M-40, lo que se traduce en un incremento de tráfico giratorio en la glorieta con la cañada de la Carrera y de tráfico de paso en la M-513 en sentido Este. El aumento de tráfico giratorio contribuye a mermar aún más la capacidad del acceso a la glorieta desde Montepríncipe y Boadilla y a la formación de las notables colas actuales en hora punta de mañana desde estos lugares.

Tal y como concluye el Estudio de Tráfico del área Oeste, la remodelación del nudo entre la M-503 y la M-513, cuyas obras se encuentran actualmente en curso, eliminará los problemas y consecuente canalización de tráfico impropio por la M-513, disminuyendo la presión sobre el nudo entre ésta y la M-40, especialmente tras haber propuesto por ARPO y haberse incorporado a dicho proyecto la posibilidad de dos ramales de *transfer* en ambos sentidos entre el futuro tronco deprimido y las vías laterales de la M-503, de modo que el tráfico intercambiado con la M-40 pueda aprovechar también el nuevo paso inferior del tronco, evitando su paso por la glorieta en superficie.

Otras acciones previstas que podrán contribuir adicionalmente a la descarga del nudo occidental y de la glorieta en la cañada de la Carrera son las mejoras que se están planteando en distintos elementos viarios en la conexión entre la M-503 y la M-40 a través de la M-515.

Por último, la propia conversión del tramo de la M-513 interior a ARPO en vía urbana, pasando a titularidad municipal, también contribuirá a su descarga, disuadiendo de su uso al tráfico de paso hacia/desde la M-503, el cual contará con mayor facilidad para bordear el núcleo del sector gracias a las otras acciones comentadas.

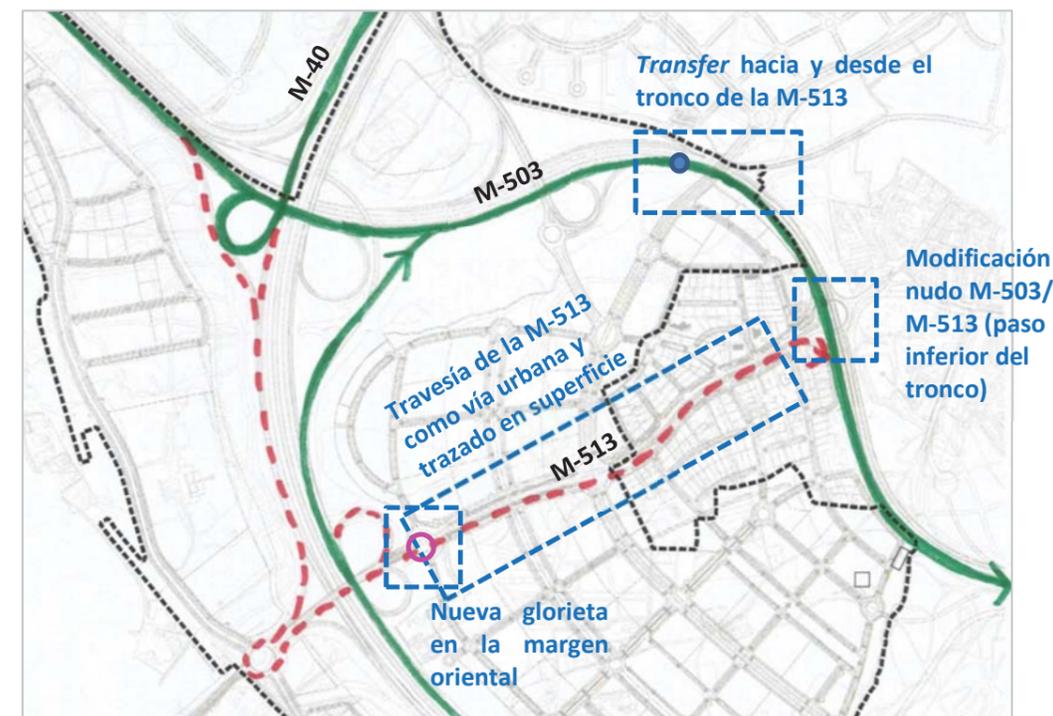


Figura 2. Descarga del nudo entre la M-513 y la M-40 y de la propia M-513 de tráfico de paso ajeno (trazo rojo discontinuo).

2.1. REMODELACIÓN DEL NUDO

A pesar de que la evolución del tráfico en el nudo entre la M-513 y la M-40 sería más favorable gracias a las actuaciones comentadas, el Estudio de Tráfico del área Oeste concluye que en horizontes avanzados de cálculo el buen funcionamiento de la glorieta de la cañada de la Carrera requeriría *a priori* la creación de un nudo completo, configurado mediante enlaces directos, esto es, de un modo similar al que plantea la propuesta del Estudio Informativo de la DGC de la CAM (fondo en la figura 3), aunque sin la necesidad de ramales soterrados bajo la glorieta de la cañada de la Carrera (señalados en rojo en la figura 3).

Por tanto, para formalizarlo se requerirían 8 enlaces directos entre las dos vías implicadas. En la actualidad, el nudo sólo dispone de 4 de ellos (ramales R1 a R4, en naranja en las figuras 3 y 4), lo que se traduce en la mencionada sobrecarga de la glorieta de la cañada de la Carrera (al que se suma el tráfico ajeno canalizado por la M-513 en hora punta).

La solución del Estudio Informativo de la DGC de la CAM, una vez descartados los elementos soterrados (propuesta del Estudio de Tráfico del área Oeste de Pozuelo), supondría la creación de los 4

ramales restantes (ramales R5 a R8, en magenta en las figuras), y la adaptación en trazado de los ramales existentes R1 y R2.

Los ramales R5 y R6 conectarían la vía colectora de la M-40 en sentido Norte con la nueva glorieta en la margen oriental que ya prevé el Proyecto de Urbanización de ARPO (ver figura 2).

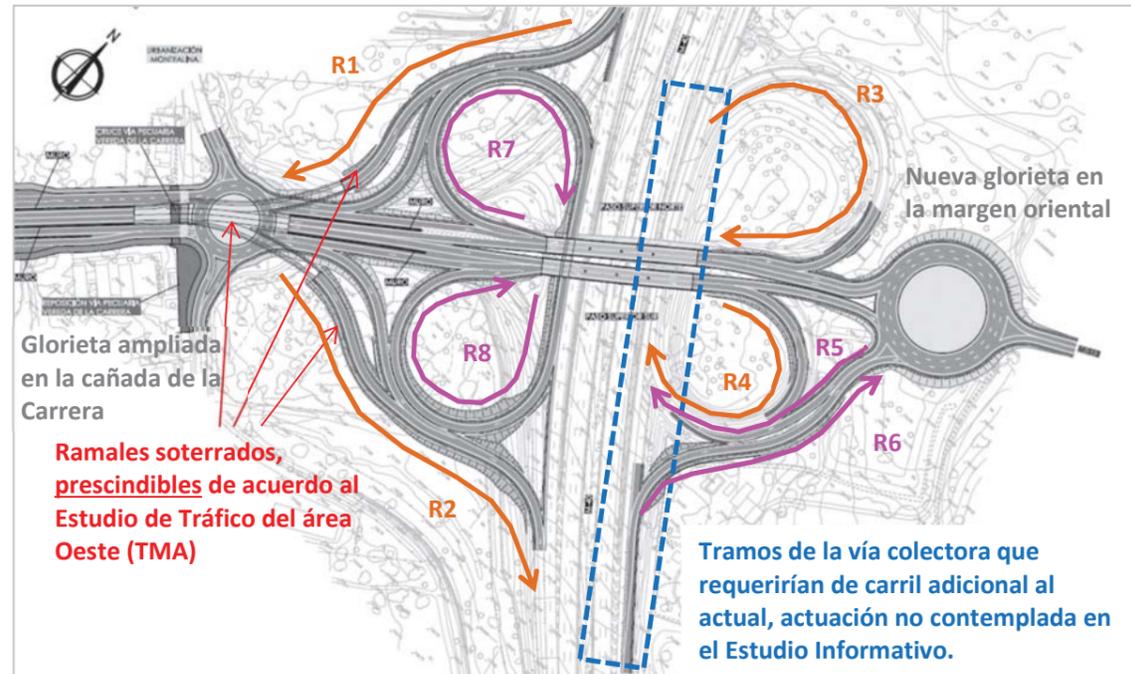


Figura 3. Propuesta del Estudio Informativo para la remodelación del nudo entre la M-513 y la M-40. Actuaciones innecesarias y pertinentes según el Estudio de Tráfico del área Oeste de Pozuelo de Alarcón. Identificación de ramales resultantes para ofrecer enlaces directos.

3. NUEVA PROPUESTA DE REMODELACIÓN

En el presente trabajo se propone una solución alternativa compatible con la ordenación aprobada, cuyos principales planos se incluyen como anexo III de la presente memoria, y cuyo esquema general se reproduce en la figura 4.

En la nueva configuración propuesta se sustituye el lazo de incorporación a la vía colectora en sentido Sur (R7) por un ramal directo con paso a distinto nivel respecto a la autovía, si bien es necesario prescindir del ramal R8 (conexión vía colectora sentido Sur con M-513 en sentido Este), al no poder plantearse en este caso un trazado compatible con la ordenación aprobada.

Con este esquema, la glorieta situada en la intersección entre la M-513 y la cañada de la Carrera (que se amplía en tamaño y número de carriles) aún tendría que canalizar los movimientos entre la vía colectora de la M-40 en sentido Sur y el interior de ARPO (los que asumiría el octavo ramal del que se

prescinde), y que seguirían traducándose en giros a la izquierda y tráfico giratorio en la glorieta al que debería ceder el paso el tráfico procedente de Boadilla y Montepíncipe.

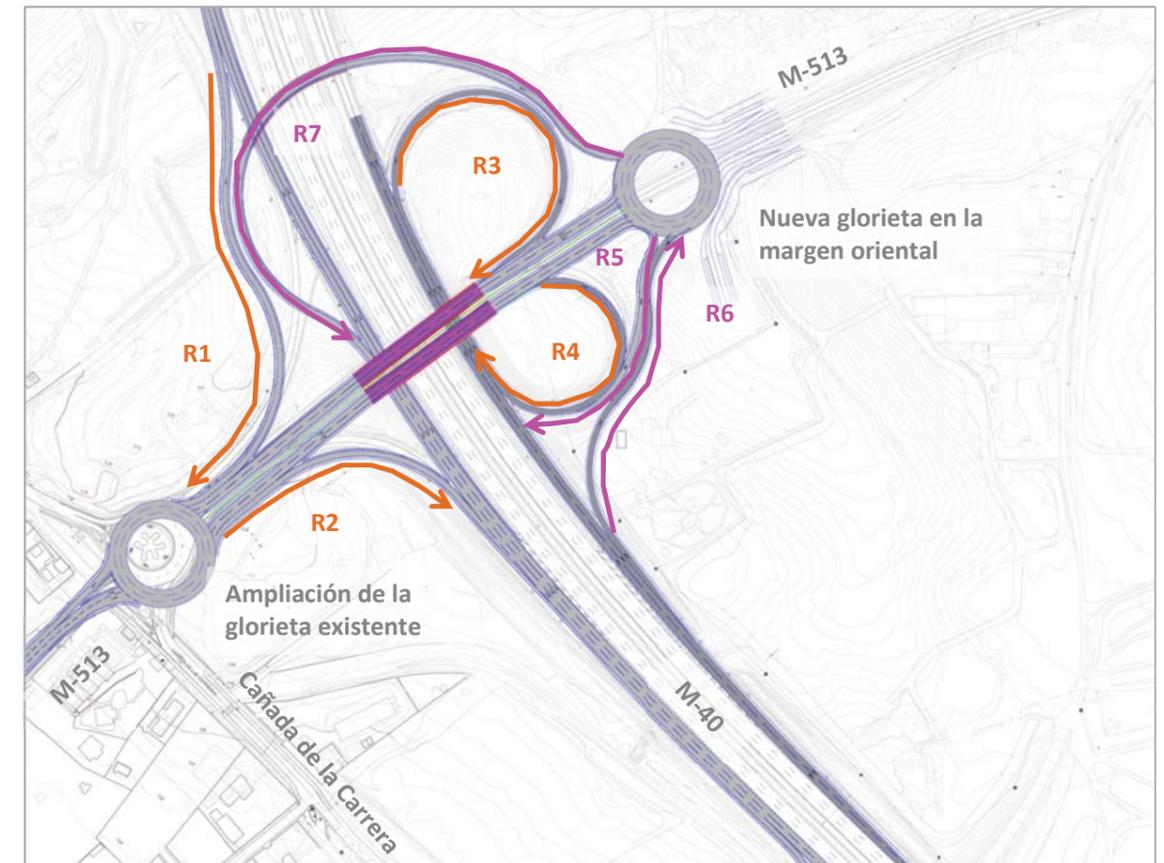


Figura 4. Nueva propuesta para la remodelación del nudo entre la M-40 y la M-513.

Sin embargo, al eliminarse la canalización de tráfico de paso impropio en el nudo, así como la necesidad de emplear esta glorieta para la conexión con la M-40 sentido Sur desde el Este de la M-513, es de esperar que el tráfico giratorio remanente suponga una intensidad menos acusada en hora punta.

La comprobación del funcionamiento de la glorieta mediante técnicas de microsimulación, expresado en términos de demora y nivel de servicio, es precisamente el objetivo del presente informe.

3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA GLORIETA EN LA NUEVA PROPUESTA

En la nueva configuración propuesta, la glorieta entre la M-513 y la cañada de la Carrera y las calles que constituyen las ramas de entrada y salida la misma presentarían las siguientes características (ver planos en el anexo III y figura 5):

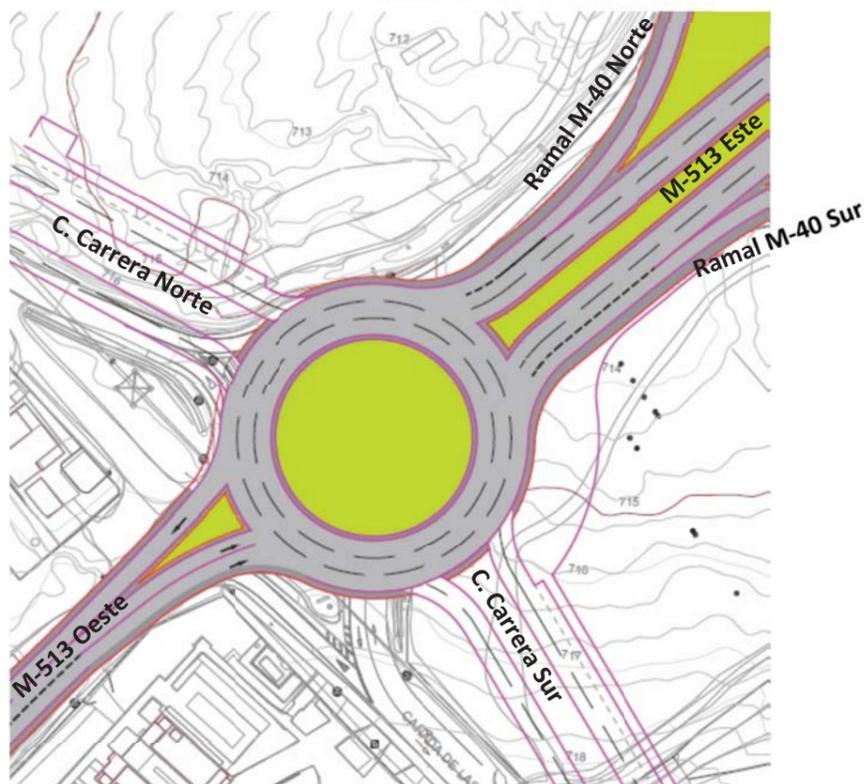


Figura 5. Configuración de la glorieta en la actualidad (arriba) y en la nueva propuesta (abajo).

GLORIETA

En la actualidad, la glorieta presenta un diámetro en su isleta central de 31 metros y una calzada anular de 2 carriles de casi 5 metros cada uno. Con la nueva configuración su diámetro se verá ampliado hasta los 48 m y la calzada anular pasará a disponer de 3 carriles de 4 metros cada uno (ver figura 5).

TRAMOS DE ENTRADA Y SALIDA A LA GLORIETA

En cuanto a los tramos que constituirán las ramas de entrada y salida a la glorieta:

Tramo Este de la carretera M-513 y ramales de conexión con la M-40

En la actualidad la glorieta recibe dos ramas desde el Este, ambas de un carril, correspondientes al ramal de salida desde la vía colectora de la M-40 en sentido Sur y al tramo de la M-513 en sentido Boadilla tras su cruce sobre la M-40. Estos tráficos no confluyen, sino que constituyen accesos independientes, aunque contiguos. Lo mismo sucede con las salidas hacia el Este y hacia la vía colectora de la M-40, que constituyen dos ramales contiguos de un carril, separados por línea continua.

Con la nueva configuración propuesta, el ramal procedente de la vía colectora de la M-40 y el tramo Este de la M-513 confluirán unos metros antes de su acceso a la glorieta, dando lugar a un tramo de acceso de 3 carriles de 3,5 m cada uno, dentro del cual será posible el cambio de carril. La salida hacia el Este constará de 3 carriles de la misma anchura, produciéndose unos metros más adelante la bifurcación entre el tramo de la M-513 que cruza sobre la M-40 (de 2 carriles) y el ramal de incorporación a la vía colectora de la M-40 en sentido Sur (de 1 carril).

Tramo Oeste de la carretera M-513

Actualmente la carretera M-513 al Oeste de la glorieta consta de un carril por sentido, que se amplía a 2 carriles en los metros previos a la misma para permitir el acceso simultáneo de 2 vehículos y una mayor capacidad.

En la nueva configuración propuesta, se contará con un tramo de doble carril (de 3,25 m cada uno) previo a la glorieta de longitud muy superior (unos 200 m) a la actual, desde la confluencia de la nueva vía de servicio prevista en sentido Este por el sector APR 2.5-03 "Travesía La Cabaña-Montealina". En cuanto a la salida, se mantendrá en principio con un solo carril.

Estas actuaciones son perfectamente compatibles con la reserva de suelo que la ordenación del citado APR realiza para el futuro proyecto de ampliación de la carretera M-513 entre Boadilla y este nudo.

Cabe señalar que la reserva sería suficiente como para permitir que el futuro proyecto pueda aumentar la capacidad de la entrada y la salida de la glorieta en este tramo Oeste, dotándolas de carriles adicionales.

Cañada de la Carrera

Los accesos de la Carrera al Norte y al Sur de la glorieta en su configuración actual son de un único carril, tanto en las entradas como en las salidas.

De acuerdo a la última versión del proyecto de urbanización del sector ARPO, en su configuración futura la cañada de la Carrera contará con una sección en bulevar de dos carriles por sentido, tanto al Norte (2 carriles de 3,25 m) como al Sur de la glorieta (2 carriles de 3,0 m), lo que aumentará significativamente su capacidad, también en los accesos a la intersección.

4. OTRAS MODIFICACIONES PREVISTAS SOBRE LA RED: SECCIÓN DE LA M-513

Como se indicaba en la introducción, además de la propuesta relativa a la modificación del nudo entre la M-513 y la M-40, desde la última versión del Estudio de Tráfico del área Oeste de Pozuelo (de junio de 2020) se han producido algunos otros cambios en las previsiones en el esquema general de la red, motivados por las sugerencias del Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón.

En concreto, estos cambios afectan a la configuración prevista para el futuro tramo urbano de la carretera M-513 entre la M-503 y la M-40. Así, mientras que en el Estudio de Tráfico del área Oeste se contemplaba una sección diferenciada en el sub-tramo correspondiente al tramo de ARPO (sub-tramo occidental) y el sub-tramo correspondiente a los APR 2.4-01 ("Carretera de Boadilla Norte") y 2.5-02 ("Carretera de Boadilla Sur"), ahora se contará con la misma sección en ambos sub-tramos, coincidente con la planteada por el proyecto de urbanización de ARPO para su sub-tramo, constituida por un tronco de dos carriles por sentido, terciaria y vías laterales de 1 sentido y doble carril.

Además, el Ayuntamiento ha solicitado que se incluya una glorieta adicional en el sub-tramo correspondiente a los APR para permitir el intercambio de movimientos con la futura calle transversal de jerarquía intermedia que comunicará los APR entre sí y éstos con las áreas al Noroeste y al Sureste del núcleo de ARPO.

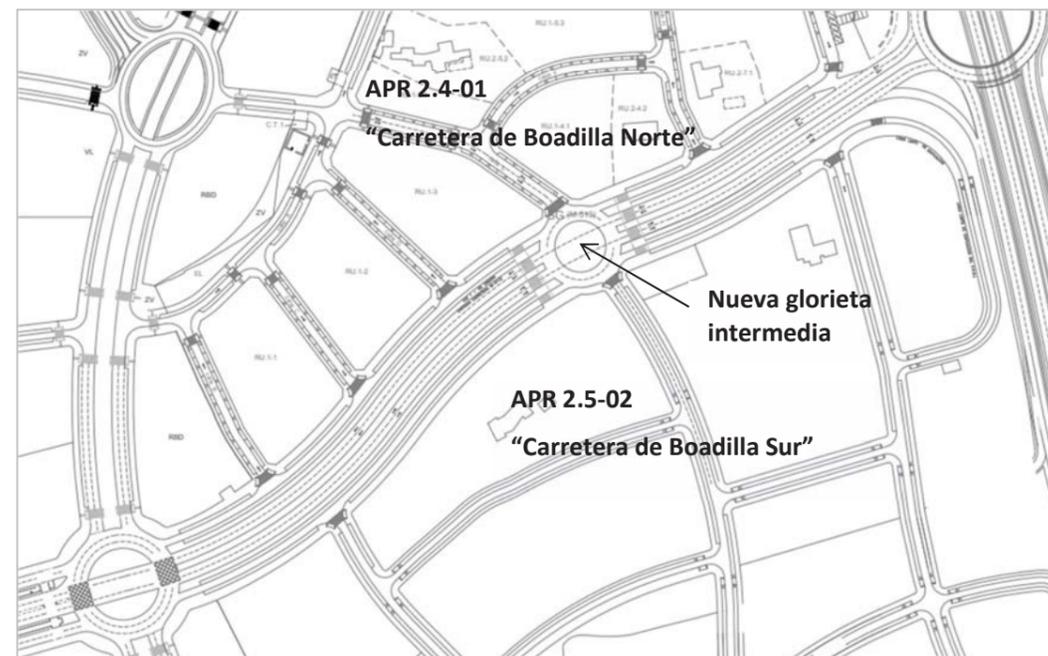


Figura 6. Nueva configuración prevista para el sub-tramo del tramo urbano de la M-513 entre los APR "Carretera de Boadilla Norte" y "Carretera de Boadilla Sur", y nueva glorieta intermedia.

5. MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO EN LA GLORIETA

Una vez comentadas las modificaciones previstas en la red general respecto a lo contemplado en el Estudio de Tráfico del área Oeste de Pozuelo de Alarcón, incluyendo la nueva propuesta para la remodelación del nudo entre la M-513 y la M-40 que es objeto de este documento, se describen las características del modelo de microsimulación utilizado para prever el comportamiento del tráfico en la glorieta entre la M-513 y la cañada de la Carrera.

5.1. PROGRAMA UTILIZADO

El programa utilizado para la microsimulación ha sido el software *VISSIM Junction* de PTV Group, en su versión 2020 SP 08., licenciado para TMA por PTV.

5.2. TRAZADO Y OTRAS CARÁCTERÍSTICAS

Las características reproducidas en el modelo en cuanto al trazado de la glorieta y las distintas ramas de entrada y salida han sido las descritas en el capítulo anterior, habiéndose digitalizado a partir de los planos aportados por la ingeniería IYCSA, empleándolos como fondo.

En cuanto a las velocidades, se ha supuesto limitada a 40 km/h en todos los tramos de entrada a la glorieta desde una distancia previa de 65 m, igual a la que existe en la actualidad.

La imagen siguiente muestra el modelo obtenido sobre el fondo de los planos de la propuesta.

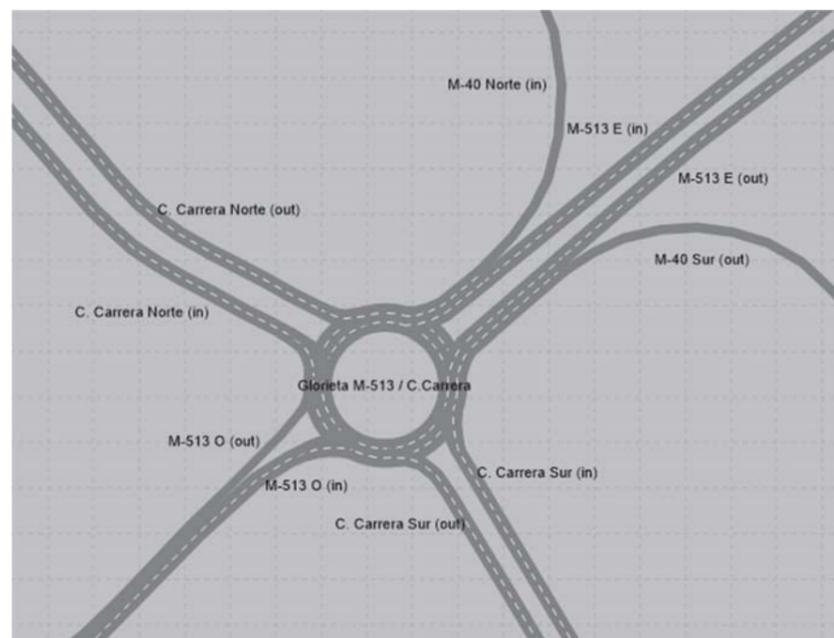


Figura 7. Trazado de la red modelizada en VISSIM.

5.3. CARGA DE TRÁFICO

Las intensidades de todos los movimientos que cargarán la glorieta, tanto en hora punta de mañana (HPM) como en hora punta de tarde (HPT), proceden del modelo macroscópico empleado en el Estudio de Tráfico del área Oeste de Pozuelo de Alarcón, una vez introducidas las últimas modificaciones sobre la red prevista que se han descrito aquí: nueva propuesta para el nudo entre la M-513 y la M-40 y configuración unificada para el tramo urbano de la M-513 entre la M-503 y la M-40.

Dicho modelo ha sido realizado mediante el programa VISUM de PTV Group, en su versión 2020.01, licenciado para TMA por PTV.

Como se ha dicho, las intensidades obtenidas se corresponden con las previstas para el horizonte temporal de pleno desarrollo del área Oeste de Pozuelo de Alarcón (ARPO entre ellos) y que incluye también el incremento tendencial de la carga de las carreteras de acuerdo a la Orden FOM 3371/2010¹, que para los años posteriores a 2017 es del 1,44% anual. Dicho horizonte se estima en el Estudio de Tráfico para el año 2040. En cuanto a la composición del tráfico, se ha asumido un 2% de vehículos pesados en los accesos a la glorieta desde la cañada de la Carrera, composición

¹ Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento. BOE núm. 311. Jueves 23 de diciembre de 2010.

representativa de las áreas casi puramente residenciales a las que darán acceso, mientras que para las carreteras se ha considerado el 4% que muestran actualmente de acuerdo a los datos más recientes publicados por la Dirección General de Carreteras para la M-513 (PK 1,77).

Las siguientes tablas resumen los movimientos previstos en la glorieta en HPM y HPT para ese horizonte, expresados en vehículos/hora. Como puede verse en ellas, la intensidad en el conjunto de la glorieta será mayor en HPM que en HPT.

Entrada a la glorieta	Salidas de la glorieta					Total entradas
	M-513 Este	M-513 Oeste	C. Carrera Norte	M-40 Sur	C. Carrera Sur	
M-513 Este	0	601	91	0	44	736
M-513 Oeste	1.249	0	4	171	0	1.424
C. Carrera Norte	115	4	0	35	0	154
C. Carrera Sur	73	4	0	38	0	115
M-40 Norte	178	664	75	0	36	953
Total salidas	1.615	1.273	170	245	80	3.382

Tabla 1. Movimientos previstos en la glorieta (veh/h). Horizonte 2040. HPM.

Entrada a la glorieta	Salidas de la glorieta					Total entradas
	M-513 Este	M-513 Oeste	C. Carrera Norte	M-40 Sur	C. Carrera Sur	
M-513 Este	0	697	52	0	80	829
M-513 Oeste	1.032	0	2	122	0	1.157
C. Carrera Norte	68	2	0	21	0	91
C. Carrera Sur	40	2	0	18	0	61
M-40 Norte	207	625	44	0	64	940
Total salidas	1.348	1.326	98	162	144	3.078

Tabla 2. Movimientos previstos en la glorieta (veh/h). Horizonte 2040. HPT.

5.4. PARÁMETROS DE LA SIMULACIÓN

Respecto a los parámetros generales que influyen sobre la simulación y la calidad de los resultados, se han empleado los siguientes criterios:

MÉTODO DE DECISIÓN DE RUTA

Los movimientos en la intersección durante las horas punta se han reproducido en el modelo de microsimulación de acuerdo a rutas estáticas con un reparto basado en los volúmenes relativos, donde

el tráfico que accede a la glorieta por cada rama de entrada se distribuye en función de la proporción entre los volúmenes de salida correspondientes a esa entrada y el volumen de la entrada².

Este método permite reproducir de forma directa la distribución del tráfico reflejada por la matriz de movimientos de la intersección procedente del modelo macroscópico.

RESOLUCIÓN

La resolución de la simulación tiene un impacto significativo en el comportamiento de los vehículos y en la forma en la que interactúan, por lo que una misma simulación ofrece resultados diferentes si se modifica la resolución.

En este caso se ha empleado una resolución de 20 pasos por segundo, que da lugar a movimientos muy suaves, siendo la adecuada para animaciones y resultados de alta calidad.

TIEMPOS DE ENTRADA DE LOS VEHÍCULOS A LA RED

La distribución del tráfico de entrada a la red modelizada sigue un método estocástico aplicado por el propio programa, esto es, el volumen de entrada no se reparte en intervalos regulares, sino variables. Para ello, VISSIM parte del intervalo medio correspondiente a la intensidad horaria y lo emplea como valor promedio para una distribución exponencial negativa.

Puesto que la distribución es estocástica, resulta recomendable tomar como resultados para la evaluación los correspondientes al promedio de varias simulaciones consecutivas. En este caso se ha considerado el resultado promedio de 20 simulaciones para cada una de las dos horas punta (valor superior dentro del rango entre 5 y 20 recomendado)³.

5.5. RESULTADOS DE LA MICROSIMULACIÓN

A continuación se recogen los valores de demora (en segundos) y Nivel de Servicio (según criterios del HCM 2010⁴) para cada acceso a la glorieta y para la glorieta en su conjunto, obtenidos como promedio ponderado de los movimientos que lo componen, cuyo valor procede a su vez del promedio lineal de las 20 simulaciones realizadas.

² Es decir, si una entrada tiene un tráfico de 1.000 veh/h que se reparte hacia tres salidas con movimientos de 200, 300 y 500 vehículos, el método estático aplica las proporciones 1/5 (200/1.000), 3/10 (300/1.000) y 1/2 (500/1.000) al repartir el tráfico de entrada hacia esas salidas.

³ El parámetro *random seed* inicia un generador de número aleatorio que al ser variado hace que las funciones estocásticas de Vissim cambien el valor de la secuencia y alteren el flujo del tráfico. El parámetro *random seed increment* establece la diferencia entre los valores de *random seed* en simulaciones múltiples.

⁴ *Highway Capacity Manual HCM 2010*. TRB – *Transportation Research Board of the National Academy of Sciences, Engineering and Medicine*.

En el anexo II se incluyen las tablas correspondientes a las dos horas punta estudiadas con los resultados para cada movimiento, incluyendo los valores promedio, máximos y mínimos.

HORA PUNTA DE MAÑANA

Entrada a la glorieta	Demora (s)	Nivel de Servicio
M-513 Este	5,4	A
M-513 Oeste	11,4	B
C. Carrera Norte	42,7	E
C. Carrera Sur	28,1	D
M-40 Norte	6,6	A
Global	10,7	B

Tabla 3. Demoras y niveles de servicio en la glorieta. Horizonte 2040. HPM

Como puede verse en la tabla anterior, el acceso a la glorieta desde el Oeste de la M-513 podría alcanzar un Nivel de Servicio B, satisfactorio a pesar de su elevada intensidad y de la presencia de tráfico giratorio.

Los accesos con un nivel de servicio más desfavorable son los de cañada de la Carrera Norte y Sur, debido al elevado tráfico al que deben ceder el paso. En particular, el acceso Norte presenta un NS E que puede entenderse como problemático.

El conjunto de accesos presenta niveles de servicio favorables, presentando la glorieta un NS conjunto B.

HORA PUNTA DE TARDE

Entrada a la glorieta	Demora (s)	Nivel de Servicio
M-513 Este	5,6	A
M-513 Oeste	16,8	C
C. Carrera Norte	48,7	E
C. Carrera Sur	30,6	D
M-40 Norte	6,9	A
Global	13,5	B

Tabla 4. Demoras y niveles de servicio en la glorieta. Horizonte 2040. HPM

Como puede verse en la tabla anterior, el Nivel de Servicio menos favorable sería el correspondiente a la cañada de la Carrera desde el Norte, debido al intenso tráfico giratorio al que debería ceder el paso, con un NS E, problemático. El acceso de la Carrera de la Cañada Sur presenta un nivel de servicio D, tampoco muy favorable.

El acceso desde el Oeste de la M-513 mantendría un NS C y el acceso por el Este presenta un nivel de servicio A. En su conjunto, la glorieta presentaría un Nivel de Servicio B.



Figura 8. Escenas de la microsimulación durante la HPM (1/2).



Figura 9. Escenas de la microsimulación durante la HPM (2/2).



Figura 10. Escena de la microsimulación durante la HP (1/2).



Figura 11. Escena de la microsimulación durante la HPT (2/2).

6. ANÁLISIS DE CONTRIBUCIÓN A LA CARGA DEL NUDO

De forma adicional al análisis del futuro funcionamiento de la glorieta, en el presente informe se ha incorporado un cálculo detallado del origen/destino de todo el tráfico de entrada y salida del nudo entre la M-513 y la M-40, al objeto de determinar la contribución a la carga futura del mismo por el tráfico con O/D en Boadilla del Monte⁵, en ARPO y en el resto de sectores de desarrollo contemplados por el PG de Pozuelo de Alarcón⁶.

El análisis se ha realizado bajo dos criterios, el primero considerando únicamente la carga adicional del nudo debida a las tres componentes mencionadas, y el segundo atendiendo a la carga total con la cuarta componente restante, correspondiente al tráfico con otros orígenes y destinos, y que viene determinada por el valor de sus intensidades actuales más el incremento tendencial hasta el año horizonte aquí estudiado (1,44% anual Orden FOM 3371/2010, como se ha visto).

El cálculo parte de los resultados del modelo macroscópico, empleando las herramientas que incorpora el programa VISUM para analizar el origen y destino de los itinerarios que cargan un determinado elemento de la red modelizada.

⁵ Incremento previsto debido al desarrollo del municipio de acuerdo al *Estudio de Tráfico y Movilidad Sostenible del Nuevo Plan General de Ordenación Urbana de Boadilla del Monte. Documento para la Aprobación Inicial*. Ref. TMA: 1763/12. Junio de 2018.

⁶ APR 2.4-01 "Carretera de Boadilla Norte", APR 2.5-02 "Carretera de Boadilla Sur", UZ 2.4-01 "Sector de Empleo 1", UZ 2.3-02 "Sector de Empleo 2", UZ 2.4-02 "Huerta Grande", UZ 2.3-01 "Eje Pinar", UZ 2.3-03 "La Pinada", APR 2.3-01 "Universidad Francisco de Vitoria", APR 2.6-02 "Montegancedo".

Como parte del nudo se ha considerado también la remodelación del tramo de la carretera M-513 entre la glorieta con la avenida de Montepíncipe y la glorieta con la cañada de la Carrera, ya que la propuesta incluye algunos cambios en cuanto a sección (se han tomado los valores de tráfico al Oeste del tramo, junto a la glorieta con la avenida de Montepíncipe).

Para determinar las contribuciones de las distintas componentes al conjunto del nudo, en un primer se ha obtenido su contribución en cada elemento de red de entrada y salida del nudo (los indicados en la siguiente figura, con color naranja para las entradas y azul para las salidas). En este caso se ha aplicado también un criterio de análisis, añadiendo la consideración de los elementos internos del nudo (paso elevado sobre la M-40, glorietas en ambos márgenes de la autovía y vías colectoras en el tramo bajo el paso elevado, todos ellos señalados en color granate en la imagen).

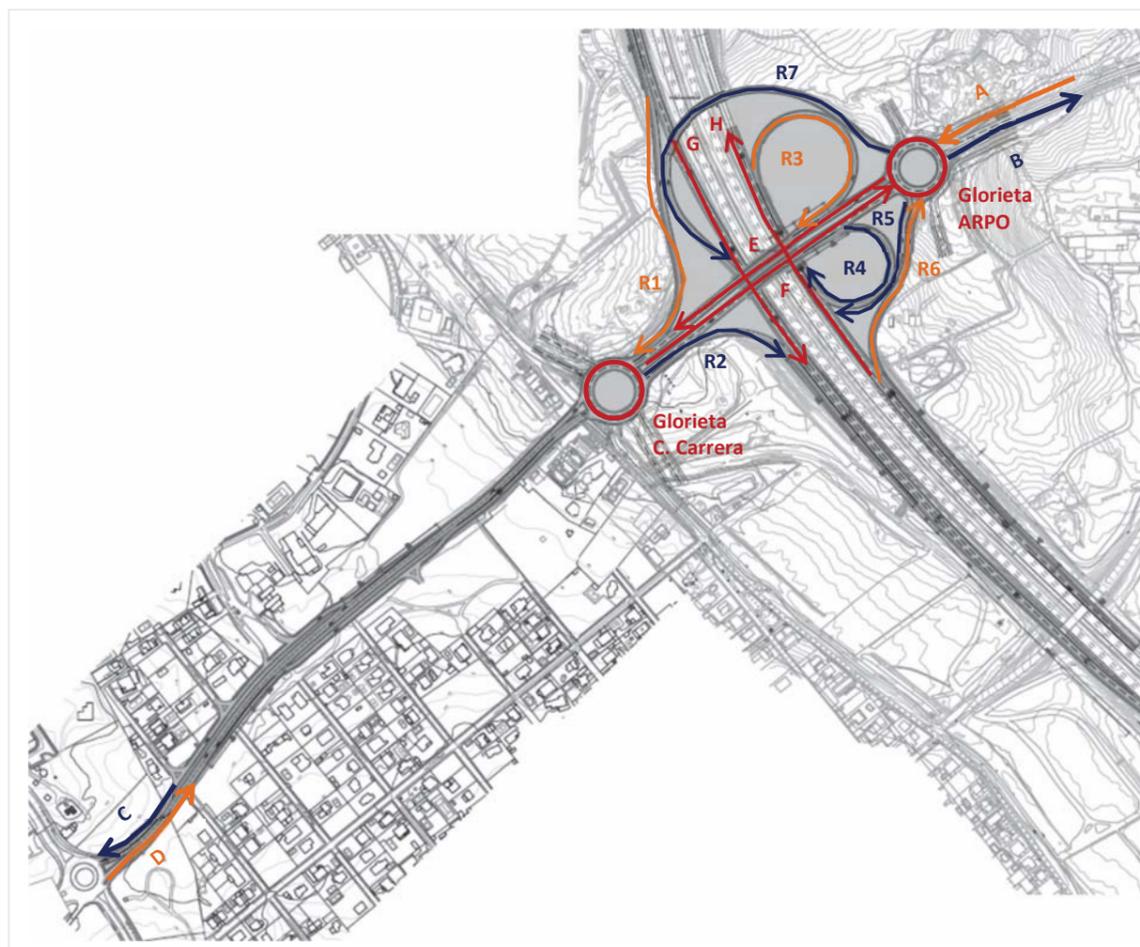


Figura 12. Tramos considerados en el cálculo de contribuciones.

6.1. TRÁFICO ADICIONAL

TRAMOS DE ENTRADA Y SALIDA AL NUDO

La siguiente tabla recoge la distribución porcentual de las tres componentes de tráfico adicional consideradas sobre cada uno de los elementos estudiados de entrada y salida del nudo, así como para su conjunto:

Tramos	Tráfico adicional (veh/h)		
	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
A (M-513 Este sentido Oeste)	60%	29%	12%
B (M-513 Este sentido Este)	32%	20%	48%
C (M-513 Oeste sentido Oeste)	8%	7%	86%
D (M-513 Oeste sentido Este)	8%	7%	84%
R1	68%	3%	29%
R2	80%	9%	10%
R3	25%	3%	73%
R4	93%	0%	7%
R5	100%	0%	0%
R6	69%	31%	0%
R7	67%	33%	0%

	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
Conjunto de entradas y salidas al nudo	47%	15%	38%

Tabla 5. Contribuciones a la carga de tráfico adicional sobre cada elemento de entrada y salida al nudo y sobre su conjunto.

TOTAL DE TRAMOS ANALIZADOS DEL NUDO

La siguiente tabla recoge la distribución porcentual de las tres componentes de tráfico adicional consideradas sobre cada uno del total de los elementos estudiados del nudo, así como para su conjunto:

Tramos	Tráfico adicional (veh/h)		
	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
A (M-513 Este sentido Oeste)	60%	29%	12%
B (M-513 Este sentido Este)	32%	20%	48%
C (M-513 Oeste sentido Oeste)	8%	7%	86%
D (M-513 Oeste sentido Este)	8%	7%	84%
Glorieta C. Carrera	64%	5%	30%
E (M-513 paso elevado sentido Oeste)	40%	5%	55%
F (M-513 paso elevado sentido Este)	58%	3%	39%
Glorieta ARPO	67%	14%	19%
R1	68%	3%	29%
R2	80%	9%	10%
R3	25%	3%	73%
R4	93%	0%	7%
R5	100%	0%	0%
R6	69%	31%	0%
R7	67%	33%	0%
G (vía colectora M-40 sentido Sur)	45%	55%	0%
H (vía colectora M-40 sentido Norte)	47%	30%	23%

	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
Total de tramos analizados	54%	16%	30%

Tabla 6. Contribuciones a la carga de tráfico adicional sobre todos los elementos analizados del nudo y sobre su conjunto.

6.2. TOTAL DEL TRÁFICO

TRAMOS DE ENTRADA Y SALIDA AL NUDO

La siguiente tabla recoge la distribución porcentual sobre cada uno de los elementos estudiados de entrada y salida del nudo, así como para su conjunto, considerando las cuatro componentes del tráfico (las 3 de tráfico adicional y la del resto de tráfico, ésta última correspondiente al tráfico actual más su incremento tendencial hasta el año horizonte de cálculo, 2040):

Tramos	Tráfico total (veh/h)			
	Actual + tendencial	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
A (M-513 Este sentido Oeste)	80%	12%	6%	2%
B (M-513 Este sentido Este)	66%	11%	7%	17%
C (M-513 Oeste sentido Oeste)	75%	2%	2%	21%
D (M-513 Oeste sentido Este)	75%	2%	2%	21%
R1	52%	33%	2%	14%
R2	46%	44%	5%	6%
R3	72%	7%	1%	20%
R4	42%	54%	0%	4%
R5	0%	100%	0%	0%
R6	32%	47%	21%	0%
R7	82%	12%	6%	0%

	Actual + tendencial	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
Conjunto de entradas y salidas al nudo	70%	14%	5%	11%

Tabla 7. Contribuciones a la carga total sobre todos los elementos analizados del nudo y sobre su conjunto.

TOTAL DE TRAMOS ANALIZADOS DEL NUDO

La siguiente tabla recoge la distribución porcentual obtenida sobre cada uno del total de los elementos estudiados del nudo, así como para su conjunto, considerando las cuatro componentes del tráfico (las 3 de tráfico adicional y la del resto de tráfico, ésta última correspondiente al tráfico actual más su incremento tendencial hasta el año horizonte de cálculo, 2040):

Tramos	Tráfico total (veh/h)			
	Actual + tendencial	ARPO	Otros sectores PG Pozuelo	Incremento PG Boadilla
A (M-513 Este sentido Oeste)	80%	12%	6%	2%
B (M-513 Este sentido Este)	66%	11%	7%	17%
C (M-513 Oeste sentido Oeste)	75%	2%	2%	21%
D (M-513 Oeste sentido Este)	75%	2%	2%	21%
Glorieta C. Carrera	71%	19%	2%	9%
E (M-513 paso elevado sentido Oeste)	67%	13%	2%	18%
F (M-513 paso elevado sentido Este)	59%	24%	1%	16%
Glorieta ARPO	61%	26%	5%	8%
R1	52%	33%	2%	14%
R2	46%	44%	5%	6%
R3	72%	7%	1%	20%
R4	42%	54%	0%	4%

**ESTUDIO DE TRÁFICO DEL ÁREA OESTE DE POZUELO DE ALARCÓN
FUNCIONAMIENTO DE LA GLORIETA ENTRE LA M-513 Y LA CAÑADA DE LA CARRERA CONSIDERANDO LA
ALTERNATIVA DE REMODELACIÓN DEL NUDO ENTRE LA M-513 Y LA M-40 PROPUESTA POR ARPO**

<i>Tramos</i>	<i>Tráfico total (veh/h)</i>			
	<i>Actual + tendencial</i>	<i>ARPO</i>	<i>Otros sectores PG Pozuelo</i>	<i>Incremento PG Boadilla</i>
R5	0%	100%	0%	0%
R6	32%	47%	21%	0%
R7	82%	12%	6%	0%
G (vía colector M-40 sentido Sur)	92%	4%	5%	0%
H (vía colector M-40 sentido Norte)	89%	5%	3%	3%

	<i>Actual + tendencial</i>	<i>ARPO</i>	<i>Otros sectores PG Pozuelo</i>	<i>Incremento PG Boadilla</i>
Total de tramos analizados	75%	14%	4%	8%

Tabla 8. Contribuciones a la carga total sobre todos los elementos analizados del nudo y sobre su conjunto.

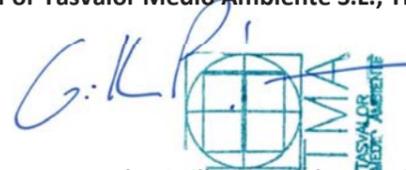
7. CONCLUSIONES

Tal y como puede verse en el cálculo derivado de la microsimulación realizada, en la nueva configuración propuesta para el nudo entre las carreteras M-513 y M-40, el funcionamiento de la glorieta de intersección entre la carretera M-513 y la cañada de la Carrera podría presentar únicamente problemas significativos en los accesos Norte y sur de la propia cañada de la Carrera tanto en HPM como en HPT.

En cuanto a la futura carga del nudo (año horizonte 2040), se ha determinado la distribución porcentual de las contribuciones al tráfico adicional debido al desarrollo de ARPO, al conjunto de los otros sectores principales del área Oeste de Pozuelo y al crecimiento previsto para Boadilla del Monte, así como la distribución respecto al tráfico total previsto, considerando en ambos casos tanto el total de los elementos que componen el nudo como sólo los de entrada y salida al mismo.

En Madrid, a 3 de diciembre de 2020

Por Tasvalor Medio Ambiente S.L., TMA



Fdo. Guillermo G. de Polavieja

Director Técnico

ANEXO I. EQUIPO REDACTOR

Este trabajo ha sido redactado por el siguiente equipo:

Director de los trabajos

- **Guillermo García de Polavieja.** Arquitecto, Urbanista (UPM). Especialista en Ciudad y Medio Ambiente (UPM) DNI. 2.891.308-R.

Asesor

- **José Luis Zubieta Irún.** Dr. Ingeniero de Caminos Canales y Puertos (UPM).

Equipo técnico

- **Rodrigo Avilés López.** Arquitecto (UPM). Especialista en Movilidad y Tráfico.
- **Fady Awad Núñez.** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (UPM). Especialidad en Transporte, Territorio y Urbanismo.

ANEXO II. TABLAS DE RESULTADOS

Se recogen a continuación las tablas con los resultados por movimiento para cada una de las 20 simulaciones ejecutadas por cada escenario de cálculo.

II.1. HORIZONTE 2040. HORA PUNTA DE MAÑANA (HPM)

SIMRUN	MOVEMENT	VEHS (ALL)	VEHDELAY (ALL)	LOS VAL (ALL)
Average	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 3: C. Carrera Norte	0	0,00	-
Average	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 4: M-513 O (out)@139.0	4	34,53	D
Average	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 6: C. Carrera Sur	0	0,00	-
Average	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 11: M-513 E (out)@149.5	114	43,79	E
Average	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 13: M-40 Sur	32	39,67	D
Average	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 3: C. Carrera Norte (out)@202.0	4	6,69	A
Average	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 4: M-513 O (out)@139.0	0	0,00	-
Average	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 6: C. Carrera Sur (out)@91.4	0	0,00	-
Average	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 11: M-513 E (out)@149.5	1246	12,06	B
Average	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	166	6,55	A
Average	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 3: C. Carrera Norte	0	0,00	-
Average	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 4: M-513 O (out)@139.0	3	7,68	A
Average	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 6: C. Carrera Sur	0	0,00	-
Average	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 11: M-513 E (out)@149.5	72	40,87	E
Average	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	36	4,22	A
Average	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 3: C. Carrera Norte	76	4,49	A
Average	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 4: M-513 O (out)@139.0	656	6,86	A
Average	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 6: C. Carrera Sur (out)@91.4	36	5,75	A
Average	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 11: M-513 E (out)@149.5	173	6,96	A
Average	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	0	0,00	-
Average	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 3: C. Carrera Norte (out)@202.0	92	3,20	A
Average	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 4: M-513 O (out)@139.0	587	5,89	A
Average	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 6: C. Carrera Sur (out)@91.4	44	3,89	A
Average	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 11: M-513 E (out)@149.5	0	0,00	-
Average	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	0	0,00	-
Average		3341	10,72	B

Tabla 9. Valores promedio por movimiento. Horizonte 2040. HPM

ESTUDIO DE TRÁFICO DEL ÁREA OESTE DE POZUELO DE ALARCÓN
 FUNCIONAMIENTO DE LA GLORIETA ENTRE LA M-513 Y LA CAÑADA DE LA CARRERA CONSIDERANDO LA ALTERNATIVA DE REMODELACIÓN DEL NUDO ENTRE LA M-513 Y LA M-40 PROPUESTA POR ARPO

SIMRUN	MOVEMENT	VEHS (ALL)	VEHDELAY (ALL)	LOS VAL (ALL)
Minimum	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 3: C. Carrera Norte	0	0,00	-
Minimum	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 4: M-513 O (out)@139.0	1	-0,22	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 6: C. Carrera Sur	0	0,00	-
Minimum	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 11: M-513 E (out)@149.5	102	22,55	C
Minimum	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 13: M-40 Sur	20	13,93	B
Minimum	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 3: C. Carrera Norte (out)@202.0	1	1,20	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 4: M-513 O (out)@139.0	0	0,00	-
Minimum	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 6: C. Carrera Sur (out)@91.4	0	0,00	-
Minimum	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 11: M-513 E (out)@149.5	1180	9,62	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	141	4,39	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 3: C. Carrera Norte	0	0,00	-
Minimum	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 4: M-513 O (out)@139.0	0	0,94	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 6: C. Carrera Sur	0	0,00	-
Minimum	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 11: M-513 E (out)@149.5	58	22,97	C
Minimum	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	26	2,25	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 3: C. Carrera Norte	61	2,57	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 4: M-513 O (out)@139.0	609	4,51	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 6: C. Carrera Sur (out)@91.4	24	3,16	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 11: M-513 E (out)@149.5	143	5,04	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	0	0,00	-
Minimum	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 3: C. Carrera Norte (out)@202.0	76	2,41	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 4: M-513 O (out)@139.0	542	4,52	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 6: C. Carrera Sur (out)@91.4	30	2,74	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 11: M-513 E (out)@149.5	0	0,00	-
Minimum	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	0	0,00	-
Minimum		3201	7,91	A

Tabla 10. Valores mínimos por movimiento. Horizonte 2040. HPM

SIMRUN	MOVEMENT	VEHS (ALL)	VEHDELAY (ALL)	LOS VAL (ALL)
Maximum	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 3: C. Carrera Norte	0	0,00	-
Maximum	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 4: M-513 O (out)@139.0	8	82,03	F
Maximum	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 6: C. Carrera Sur	0	0,00	-
Maximum	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 11: M-513 E (out)@149.5	125	109,49	F
Maximum	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 13: M-40 Sur	43	109,24	F
Maximum	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 3: C. Carrera Norte (out)@202.0	10	21,08	C
Maximum	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 4: M-513 O (out)@139.0	0	0,00	-
Maximum	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 6: C. Carrera Sur (out)@91.4	0	0,00	-
Maximum	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 11: M-513 E (out)@149.5	1307	16,42	C
Maximum	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	193	11,97	B
Maximum	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 3: C. Carrera Norte	0	0,00	-
Maximum	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 4: M-513 O (out)@139.0	6	25,46	D
Maximum	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 6: C. Carrera Sur	0	0,00	-
Maximum	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 11: M-513 E (out)@149.5	84	92,67	F
Maximum	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	51	8,32	A
Maximum	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 3: C. Carrera Norte	102	10,38	B
Maximum	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 4: M-513 O (out)@139.0	703	14,49	B
Maximum	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 6: C. Carrera Sur (out)@91.4	43	12,14	B
Maximum	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 11: M-513 E (out)@149.5	207	12,30	B
Maximum	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	0	0,00	-
Maximum	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 3: C. Carrera Norte (out)@202.0	115	4,37	A
Maximum	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 4: M-513 O (out)@139.0	631	7,70	A
Maximum	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 6: C. Carrera Sur (out)@91.4	53	5,60	A
Maximum	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 11: M-513 E (out)@149.5	0	0,00	-
Maximum	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	0	0,00	-
Maximum		3453	16,04	C

Tabla 11. Valores máximos por movimiento. Horizonte 2040. HPM

II.2. HORIZONTE 2040. HORA PUNTA DE TARDE (HPT)

SIMRUN	MOVEMENT	VEHS (ALL)	VEHDELAY (ALL)	LOS VAL (ALL)
Average	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 3: C. Carrera Norte	0	0,00	-
Average	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 4: M-513 O (out)@139.0	4	43,67	D
Average	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 6: C. Carrera Sur	0	0,00	-
Average	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 11: M-513 E (out)@149.5	114	50,13	E
Average	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 13: M-40 Sur	33	44,29	E
Average	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 3: C. Carrera Norte (out)@202.0	3	12,55	B
Average	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 4: M-513 O (out)@139.0	1	11,49	B
Average	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 6: C. Carrera Sur (out)@91.4	0	0,00	-
Average	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 11: M-513 E (out)@149.5	1265	17,45	C
Average	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	146	10,91	B
Average	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 3: C. Carrera Norte	0	0,00	-
Average	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 4: M-513 O (out)@139.0	3	7,97	A
Average	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 6: C. Carrera Sur	0	0,00	-
Average	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 11: M-513 E (out)@149.5	74	43,16	E
Average	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	33	4,38	A
Average	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 3: C. Carrera Norte	45	4,36	A
Average	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 4: M-513 O (out)@139.0	629	6,99	A
Average	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 6: C. Carrera Sur (out)@91.4	66	6,02	A
Average	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 11: M-513 E (out)@149.5	200	7,44	A
Average	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	0	0,00	-
Average	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 3: C. Carrera Norte (out)@202.0	48	3,04	A
Average	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 4: M-513 O (out)@139.0	606	5,93	A
Average	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 6: C. Carrera Sur (out)@91.4	70	4,51	A
Average	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 11: M-513 E (out)@149.5	0	0,00	-
Average	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	0	0,00	-
Average		3339	13,48	B

Tabla 12. Valores promedio por movimiento. Horizonte 2040. HPT

SIMRUN	MOVEMENT	VEHS (ALL)	VEHDELAY (ALL)	LOS VAL (ALL)
Minimum	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 3: C. Carrera Norte	0	0,00	-
Minimum	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 4: M-513 O (out)@139.0	1	0,06	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 6: C. Carrera Sur	0	0,00	-
Minimum	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 11: M-513 E (out)@149.5	103	22,72	C
Minimum	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 13: M-40 Sur	21	16,49	C
Minimum	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 3: C. Carrera Norte (out)@202.0	0	0,72	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 4: M-513 O (out)@139.0	0	0,86	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 6: C. Carrera Sur (out)@91.4	0	0,00	-
Minimum	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 11: M-513 E (out)@149.5	1195	12,88	B
Minimum	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	124	5,79	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 3: C. Carrera Norte	0	0,00	-
Minimum	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 4: M-513 O (out)@139.0	1	0,71	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 6: C. Carrera Sur	0	0,00	-
Minimum	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 11: M-513 E (out)@149.5	60	19,03	C
Minimum	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	25	2,50	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 3: C. Carrera Norte	32	2,52	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 4: M-513 O (out)@139.0	592	4,74	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 6: C. Carrera Sur (out)@91.4	53	3,42	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 11: M-513 E (out)@149.5	172	5,17	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	0	0,00	-
Minimum	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 3: C. Carrera Norte (out)@202.0	37	2,31	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 4: M-513 O (out)@139.0	550	4,75	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 6: C. Carrera Sur (out)@91.4	53	3,45	A
Minimum	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 11: M-513 E (out)@149.5	0	0,00	-
Minimum	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	0	0,00	-
Minimum		3200	9,68	A

Tabla 13. Valores mínimos por movimiento. Horizonte 2040. HPT

SIMRUN	MOVEMENT	VEHS (ALL)	VEHDELAY (ALL)	LOS VAL (ALL)
Maximum	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 3: C. Carrera Norte	0	0,00	-
Maximum	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 4: M-513 O (out)@139.0	8	102,30	F
Maximum	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 6: C. Carrera Sur	0	0,00	-
Maximum	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 11: M-513 E (out)@149.5	125	123,45	F
Maximum	1: Glorieta M-513 - 2: C. Carrera Norte (in)@52.0 - 13: M-40 Sur	45	113,80	F
Maximum	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 3: C. Carrera Norte (out)@202.0	7	59,43	F
Maximum	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 4: M-513 O (out)@139.0	3	69,59	F
Maximum	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 6: C. Carrera Sur (out)@91.4	0	0,00	-
Maximum	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 11: M-513 E (out)@149.5	1328	29,70	D
Maximum	1: Glorieta M-513 - 5: M-513 O (in)@70.7 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	175	24,36	C
Maximum	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 3: C. Carrera Norte	0	0,00	-
Maximum	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 4: M-513 O (out)@139.0	7	24,19	C
Maximum	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 6: C. Carrera Sur	0	0,00	-
Maximum	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 11: M-513 E (out)@149.5	88	68,62	F
Maximum	1: Glorieta M-513 - 7: C. Carrera Sur (in)@28.5 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	49	6,58	A
Maximum	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 3: C. Carrera Norte	60	7,09	A
Maximum	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 4: M-513 O (out)@139.0	672	10,27	B
Maximum	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 6: C. Carrera Sur (out)@91.4	78	9,30	A
Maximum	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 11: M-513 E (out)@149.5	233	9,99	A
Maximum	1: Glorieta M-513 - 8: M-40 Norte (in)@12.8 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	0	0,00	-
Maximum	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 3: C. Carrera Norte (out)@202.0	61	4,53	A
Maximum	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 4: M-513 O (out)@139.0	651	7,14	A
Maximum	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 6: C. Carrera Sur (out)@91.4	86	5,56	A
Maximum	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 11: M-513 E (out)@149.5	0	0,00	-
Maximum	1: Glorieta M-513 - 9: M-513 E (in)@17.0 - 13: M-40 Sur (out)@123.8	0	0,00	-
Maximum		3446	22,41	C

Tabla 14. Valores máximos por movimiento. Horizonte 2040. HPT

ANEXO III. DOCUMENTACIÓN (PLANOS)

Se incluye a continuación los planos de conjunto, ordenación y replanteo de la nueva propuesta de configuración para el nudo (originales en A1, aquí reproducidos en A3, por lo que la escala en la impresión es el doble de la indicada en los planos):

- PL-02. Planta de Conjunto. Hoja 1 de 2.
- PL-02. Planta de Conjunto. Hoja 2 de 2.
- PL-03. Planta de ordenación. Hoja 1 de 2.
- PL-03. Planta de ordenación. Hoja 2 de 2.
- PL-04. Planta de replanteo. Hoja 1 de 2.
- PL-04. Planta de replanteo. Hoja 2 de 2.



