

**Estudio de tráfico y movilidad del PP para la  
modificación de la ordenación detallada del  
Sector SUR-29 del PGOU de Villaquilambre  
(León)**

Julio 2021

## ÍNDICE

<b>1. Introducción</b>	<b>9</b>
<b>2. Características de la actuación. Usos y superficies</b>	<b>11</b>
<b>3. Caracterización del viario</b>	<b>14</b>
<b>4. Oferta de transporte público.</b>	<b>20</b>
<b>5. Caracterización de la movilidad en situación actual</b>	<b>22</b>
5.1. Estaciones de aforo	22
5.2. Trabajos de campo	24
<b>6. Definición de escenarios</b>	<b>30</b>
6.1. Escenario 0	30
6.2. Escenario 1	30
6.3. Escenario 2	31
6.4. Escenario 3	31
6.5. Escenario 4	31
6.6. Escenario 1 largo plazo	32
6.7. Escenario 2 largo plazo	32
6.8. Escenario 3 largo plazo	32
6.9. Escenario 4 largo plazo	32
<b>7. Caracterización del tráfico en situación futura</b>	<b>34</b>
7.1. Generación de viajes	34
7.2. Distribución de viajes	35
<b>8. Impacto en el tráfico en situación actual y futura</b>	<b>41</b>
8.1. Modelización	41
8.1.1. Situación actual	42
8.1.2. Puesta en servicio fase 1	44
8.1.1. Puesta en servicio fase 2	45
8.1.2. Puesta en servicio fase 3	45
8.1.3. Puesta en servicio fase 4	46
8.2. Niveles de Servicio	48
8.2.1. Nivel de servicio en gloriets	49
8.2.2. Niveles de servicio en el tronco, convergencias y divergencias	53
<b>9. Conclusiones</b>	<b>56</b>
<b>Anejo I. Fichas de estaciones de aforo</b>	<b>58</b>
<b>Anejo II. Aforo de Vehículos</b>	<b>61</b>



**Anejo III. Matrices ..... 71**  
**Anejo IV. Tráficos asignados ..... 90**  
**Anejo V. Metodología de cálculo de niveles de servicio .....125**



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Situación sector Sur-29.....	10
Figura 2. Parcelación del sector.....	12
Figura 3. Unidades de gestión urbanística .....	12
Figura 4. Plano general de viario y red de carreteras. Ámbito de estudio.....	14
Figura 5. Sección LE-20 .....	15
Figura 6. Sección LE-5508.....	15
Figura 7. Sección calle la Granja .....	16
Figura 8. Sección calle el Vago.....	16
Figura 9. Sección N-621 .....	17
Figura 10. Sección calle las Fuentes .....	17
Figura 11. Sección calle Real.....	18
Figura 12. Sección calle de la Serna.....	18
Figura 13. Sección calle los Zarzales.....	19
Figura 14. Sección calle Miguel Servet .....	19
Figura 15. Plano de transporte público en Villaquilambre.....	20
Figura 16. Mapa de Tráfico de la DGC. Ministerio de Fomento.....	22
Figura 17. Estación de aforo LE-192-1 .....	23
Figura 18. Distribución horaria (%).....	24
Figura 19. Localización glorietas aforadas.....	25
Figura 20. Distribución horaria LE-20 .....	25
Figura 21. Aforos glorieta 1 HPM .....	26
Figura 22. Aforos glorieta 1 HPT.....	27
Figura 23. Aforos glorieta 2 HPM .....	28
Figura 24. Aforos glorieta 2 HPT.....	29
Figura 25. Zonificación utilizada datos origen-destino telefonía móvil .....	35
Figura 26. Modelo macro. Oferta (red viaria) .....	43
Figura 27. Modelo macro. Oferta (red viaria futura fase 1) .....	44
Figura 28. Modelo macro. Oferta (red viaria futura fase 2) .....	45
Figura 29. Modelo macro. Oferta (red viaria futura fase 3) .....	46
Figura 30. Modelo macro. Oferta (red viaria futura fase 4) .....	47
Figura 31. Niveles de servicio .....	49
Figura 32. Esquema localización de glorietas.....	50



Figura 33. Esquema localización de elementos.....	53
Figura 34. Ficha estación LE-192-1. Calzada 1.....	59
Figura 35. Ficha estación LE-192-1. Calzada 2.....	60
Figura 36. Aforos glorieta 1. Intersección este. Imágenes obtenidas a partir de Google Earth y las imágenes recogidas por las cámaras. ....	62
Figura 37. Aforos glorieta 1. Intersección norte. Imágenes obtenidas a partir de Google Earth y las imágenes recogidas por las cámaras. ....	64
Figura 38. Aforos glorieta 1. Intersección suroeste. Imágenes obtenidas a partir de Google Earth y las imágenes recogidas por las cámaras. ....	65
Figura 39. Aforos glorieta 2. Intersección norte. Imágenes obtenidas a partir de Google Earth y las imágenes recogidas por las cámaras. ....	66
Figura 40. Aforos glorieta 2. Intersección oeste. Imágenes obtenidas a partir de Google Earth y las imágenes recogidas por las cámaras. ....	68
Figura 41. Aforos glorieta 2. Intersección este. Imágenes obtenidas a partir de Google Earth y las imágenes recogidas por las cámaras. ....	69
Figura 42. Troncal norte. Imágenes obtenidas a partir de Google Earth y las imágenes recogidas por las cámaras. ....	70
Figura 43. Asignación del tráfico. Escenario 0 - situación actual. HPM.....	91
Figura 44. Asignación del tráfico. Escenario 0 - situación actual. HPT.....	92
Figura 45. Asignación del tráfico. Escenario 1A. HPM.....	93
Figura 46. Asignación del tráfico. Escenario 1A. HPT.....	94
Figura 47. Asignación del tráfico. Escenario 1B. HPM.....	95
Figura 48. Asignación del tráfico. Escenario 1B. HPT.....	96
Figura 49. Asignación del tráfico. Escenario 2A. HPM.....	97
Figura 50. Asignación del tráfico. Escenario 2A. HPT.....	98
Figura 51. Asignación del tráfico. Escenario 2B. HPM.....	99
Figura 52. Asignación del tráfico. Escenario 2B. HPT.....	100
Figura 53. Asignación del tráfico. Escenario 3A. HPM.....	101
Figura 54. Asignación del tráfico. Escenario 3A. HPT.....	102
Figura 55. Asignación del tráfico. Escenario 3B. HPM.....	103
Figura 56. Asignación del tráfico. Escenario 3B. HPT.....	104
Figura 57. Asignación del tráfico. Escenario 4A. HPM.....	105
Figura 58. Asignación del tráfico. Escenario 4A. HPT.....	106
Figura 59. Asignación del tráfico. Escenario 4B. HPM.....	107
Figura 60. Asignación del tráfico. Escenario 4B. HPT.....	108



Figura 61. Asignación del tráfico. Escenario LP1A. HPM .....	109
Figura 62. Asignación del tráfico. Escenario LP1A. HPT .....	110
Figura 63. Asignación del tráfico. Escenario LP 1B. HPM .....	111
Figura 64. Asignación del tráfico. Escenario LP1B. HPT.....	112
Figura 65. Asignación del tráfico. Escenario LP2A. HPM .....	113
Figura 66. Asignación del tráfico. Escenario LP 2A. HPT.....	114
Figura 67. Asignación del tráfico. Escenario LP 2B. HPM .....	115
Figura 68. Asignación del tráfico. Escenario LP 2B. HPT.....	116
Figura 69. Asignación del tráfico. Escenario LP3A. HPM .....	117
Figura 70. Asignación del tráfico. Escenario LP3A. HPT .....	118
Figura 71. Asignación del tráfico. Escenario LP3B. HPM .....	119
Figura 72. Asignación del tráfico. Escenario LP3B. HPT.....	120
Figura 73. Asignación del tráfico. Escenario LP4A. HPM .....	121
Figura 74. Asignación del tráfico. Escenario LP4A. HPT .....	122
Figura 75. Asignación del tráfico. Escenario LP4B. HPM .....	123
Figura 76. Asignación del tráfico. Escenario LP4B. HPT.....	124
Figura 77. Criterios de los niveles de servicio según curvas de velocidad. ....	128
Figura 78. Esquema básico en áreas de convergencia y divergencia.....	131



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Usos lucrativos.....	13
Tabla 2. Estación permanente. LE-20. Año 2019.....	22
Tabla 3. Evolución histórica estación de aforo.....	23
Tabla 4. Reparto modal.....	34
Tabla 5. Viajes generados.....	35
Tabla 6. Porcentaje de viajes generados con origen la zona de estudio.....	36
Tabla 7. Porcentaje de viajes generados con destino la zona de estudio.....	36
Tabla 8. Viajes generados HPM fase 1.....	36
Tabla 9. Viajes generados HPT fase 1.....	37
Tabla 10. Viajes generados HPM fase 2.....	37
Tabla 11. Viajes generados HPT fase 2.....	38
Tabla 12. Viajes generados HPM fase 3.....	38
Tabla 13. Viajes generados HPT fase 3.....	39
Tabla 14. Viajes generados HPM fase 4.....	39
Tabla 15. Viajes generados HPT fase 4.....	40
Tabla 16. Criterios de calibración.....	42
Tabla 17. Niveles de Servicio glorieta sur HPM.....	50
Tabla 18. Niveles de Servicio glorieta sur HPT.....	51
Tabla 19. Niveles de Servicio glorieta norte HPM.....	51
Tabla 20. Niveles de Servicio glorieta norte HPT.....	51
Tabla 21. Niveles de Servicio glorieta sur HPM.....	52
Tabla 22. Niveles de Servicio glorieta sur HPT.....	52
Tabla 23. Niveles de Servicio glorieta norte HPM.....	52
Tabla 24. Niveles de Servicio glorieta norte HPT.....	52
Tabla 25. Niveles de servicio tronco, convergencia y divergencia HPM.....	54
Tabla 26. Niveles de servicio tronco, convergencia y divergencia HPM 20 años después.....	54
Tabla 27. Niveles de servicio tronco, convergencia y divergencia HPT.....	54
Tabla 28. Niveles de servicio tronco, convergencia y divergencia HPT 20 años después.....	54
Tabla 29. Aforos glorieta 1. Intersección este.....	63
Tabla 30. Aforos glorieta 1. Intersección norte.....	64
Tabla 31. Aforos glorieta 1. Intersección suroeste.....	66
Tabla 32. Aforos glorieta 2. Intersección norte.....	67



Tabla 33. Aforos glorieta 2. Intersección oeste.....	68
Tabla 34. Aforos glorieta 2. Intersección este.....	69
Tabla 35. Troncal norte.....	70
Tabla 36. Matriz situación actual HPM.....	72
Tabla 37. Matriz situación actual HPT.....	72
Tabla 38. Matriz E1A HPM.....	73
Tabla 39. Matriz E1A HPT.....	73
Tabla 40. Matriz E2A HPM.....	74
Tabla 41. Matriz E2A HPT.....	74
Tabla 42. Matriz E3A HPM.....	75
Tabla 43. Matriz E3A HPT.....	75
Tabla 44. Matriz E4A HPM.....	76
Tabla 45. Matriz E4A HPT.....	76
Tabla 46. Matriz E1B HPM.....	77
Tabla 47. Matriz E1B HPT.....	77
Tabla 48. Matriz E2B HPM.....	78
Tabla 49. Matriz E2B HPT.....	78
Tabla 50. Matriz E3B HPM.....	79
Tabla 51. Matriz E3B HPT.....	79
Tabla 52. Matriz E4B HPM.....	80
Tabla 53. Matriz E4B HPT.....	81
Tabla 54. Matriz E1A LP HPM.....	81
Tabla 55. Matriz E1A LP HPT.....	82
Tabla 56. Matriz E2A LP HPM.....	82
Tabla 57. Matriz E2A LP HPT.....	83
Tabla 58. Matriz E3A LP HPM.....	83
Tabla 59. Matriz E3A LP HPT.....	84
Tabla 60. Matriz E4A LP HPM.....	84
Tabla 61. Matriz E4A LP HPT.....	85
Tabla 62. Matriz E1B LP HPM.....	85
Tabla 63. Matriz E1B LP HPT.....	86
Tabla 64. Matriz E2B LP HPM.....	86
Tabla 65. Matriz E2B LP HPT.....	87





Tabla 66. Matriz E3B LP HPM .....	87
Tabla 67. Matriz E3B LP HPT.....	88
Tabla 68. Matriz E4B LP HPM .....	88
Tabla 69. Matriz E4B LP HPT.....	89
Tabla 70. Niveles de servicio según densidad y velocidades en flujo libre .....	126
Tabla 71. Factores de corrección por anchura de carril.....	127
Tabla 72. Factores de corrección por obstáculos laterales .....	127
Tabla 73. Factores de equivalencia entre vehículos pesados y ligeros .....	129
Tabla 74. Factores de equivalencia entre vehículos pesados y ligeros .....	129
Tabla 75. Criterio nivel de servicio en función de la densidad.....	131
Tabla 76. Factores de equivalencia entre vehículos pesados y ligeros .....	133
Tabla 77. Modelos para determinar $P_{FM}$ en convergencias .....	133
Tabla 78. Criterios para elegir la ecuación en autovías con tres carriles por sentido.....	134
Tabla 79. Modelos determinar $P_{FM}$ en divergencias.....	134
Tabla 80. Criterios para elegir la ecuación en autovías con tres carriles por sentido.....	134
Tabla 81. Capacidades en la unión rampa autovía/autopista.....	135
Tabla 82. Capacidades en la unión rampa - carretera multicarril/Vía Colectora-Distribuidora.....	135
Tabla 83. Capacidades en los ramales según velocidad.....	136



## 1. Introducción

El objetivo del presente documento es realizar un estudio de tráfico y capacidad que analice la incidencia de los desarrollos urbanísticos del plan Parcial del sector Sur-29 de Villaquilambre, en León, para el año de puesta en servicio y el año horizonte (20 años después del año de puesta en servicio).

Para evaluar el funcionamiento del tráfico, se analizarán la situación actual, y la situación tras la puesta en servicio de los sectores, de uso residencial y de actividades económicas.

La metodología que se utilizará para determinar el impacto será la siguiente:

1. Introducción
2. Características de la actuación. Usos y superficies.
3. Caracterización del viario.
4. Oferta de transporte público.
5. Caracterización de la movilidad en la situación actual.
  - Estaciones de aforo
  - Trabajos de campo
6. Definición de escenarios.
7. Caracterización de la movilidad en la situación futura
  - Generación de viajes
  - Distribución de viajes
8. Impacto en el tráfico en situación actual y futura.
  - Modelización
  - Niveles de servicio.
9. Resumen y conclusiones.

Tras caracterizar la zona los desarrollos objeto de estudio (superficies, usos, etc.) se describirá la red viaria del entorno: principales vías, número de carriles, velocidades, etc. y las relaciones que sirven.

Posteriormente se caracterizará el tráfico en el ámbito, a partir de dos fuentes: los datos publicados por el Ministerio de Fomento y los obtenidos de la campaña de aforo realizada para el presente Estudio de tráfico.

El último aspecto para caracterizar la situación actual será describir la red de transporte público en la zona de estudio.

Con los elementos anteriores (oferta y demanda) se construirá un modelo de transporte que represente la movilidad del ámbito de estudio.

Adicionalmente se incluyen seis anejos, con los siguientes contenidos

- En el Anejo I se incluyen los datos de la estación de aforo del Ministerio de Fomento utilizada y su distribución horaria.
- En el Anejo II recoge los datos recopilados en los trabajos de campo.
- En el Anejo III recoge las matrices obtenidas del modelo.
- El Anejo IV recoge los tráficos asignados en el modelo.



- El Anejo V recoge la metodología de cálculo de niveles de servicio

Figura 1. Situación sector Sur-29



## 2. Características de la actuación. Usos y superficies

Este estudio se desarrolla dentro del término municipal de Villaquilambre, estimándose el impacto sobre el tráfico y la movilidad debido a la puesta en servicio del Sector Sur-29.

Se debe hacer constar que el ámbito del sector SUR-29 ya está clasificado actualmente como Suelo Urbanizable con ordenación detallada establecida en el vigente PGOU de Villaquilambre, dependiendo su desarrollo en las condiciones actuales de la redacción y ejecución de la gestión urbanística –reparcelación y urbanización-.

Se trata, por tanto, de un **desarrollo ya previsto**, cuyo refrendo se produjo con la aprobación definitiva del propio PGOU de Villaquilambre en el año 2011, que en su momento incorporaba la documentación exigida por la legislación sectorial de aplicación, entre la que se incluía un Estudio de Tráfico que evaluaba la repercusión del desarrollo del sector sobre la carretera LE20.

El Plan Parcial que se presenta tiene como objeto modificar la ordenación detallada del sector SUR-29 para atender, por una parte, a la demanda de suelo dotacional expresada por la Dirección General de la Guardia Civil de León, generando en el interior del ámbito una parcela de equipamiento público de una hectárea, y, por otra, a la petición expresada por la Corporación Municipal de reordenar los terrenos en contacto con la Ronda Este para implantar usos comerciales y otras actividades que actúen como motor de desarrollo, vinculándolos al uso terciario.

Se tendrán en cuenta las infraestructuras necesarias para el desarrollo del suelo urbanizable sectorizado existentes en el momento de su tramitación, formado por ocho unidades de gestión de las cuales todas son de uso residencial menos dos, cuyos usos están destinados a terciario y a un cuartel de la guardia civil.

Las obras incluidas en el ámbito del sector incluyen las relativas al viario de redes públicas generales, entre ellas las actuaciones sobre la red viaria que atañen tanto a las vías generales de comunicación planteadas, necesarios para comunicarlos con el casco urbano o con la red supramunicipal. Esta nueva red viaria de carácter estructurante será el soporte de los nuevos desplazamientos producidos por el crecimiento del municipio, estando muchos de ellos canalizados hasta la red principal, añadiéndolos al tráfico actual en los elementos de red preexistentes.

En total la superficie construible del sector asciende a 262.907,50 m<sup>2</sup>s, destinándose un 65% de ellos a uso residencial un 30% a uso terciario y un 5% al cuartel de la guardia civil. El número aproximado de viviendas estimado asciende a 1.135.

Señalar en este sentido que **la nueva ordenación mantiene la edificabilidad total prevista para el sector con respecto a la inicial del PGOU**, aunque se introducen modificaciones en la calificación urbanística que afectan a la distribución por usos de dicha edificabilidad y al número máximo de viviendas. En concreto, las modificaciones suponen el incremento de la edificabilidad destinada a otros usos compatibles con el uso residencial - que se sustancian en la zona de uso terciario-, y la disminución de la edificabilidad residencial (en la misma cantidad que se incrementa la anterior) y del número de viviendas.



Figura 2. Parcelación del sector

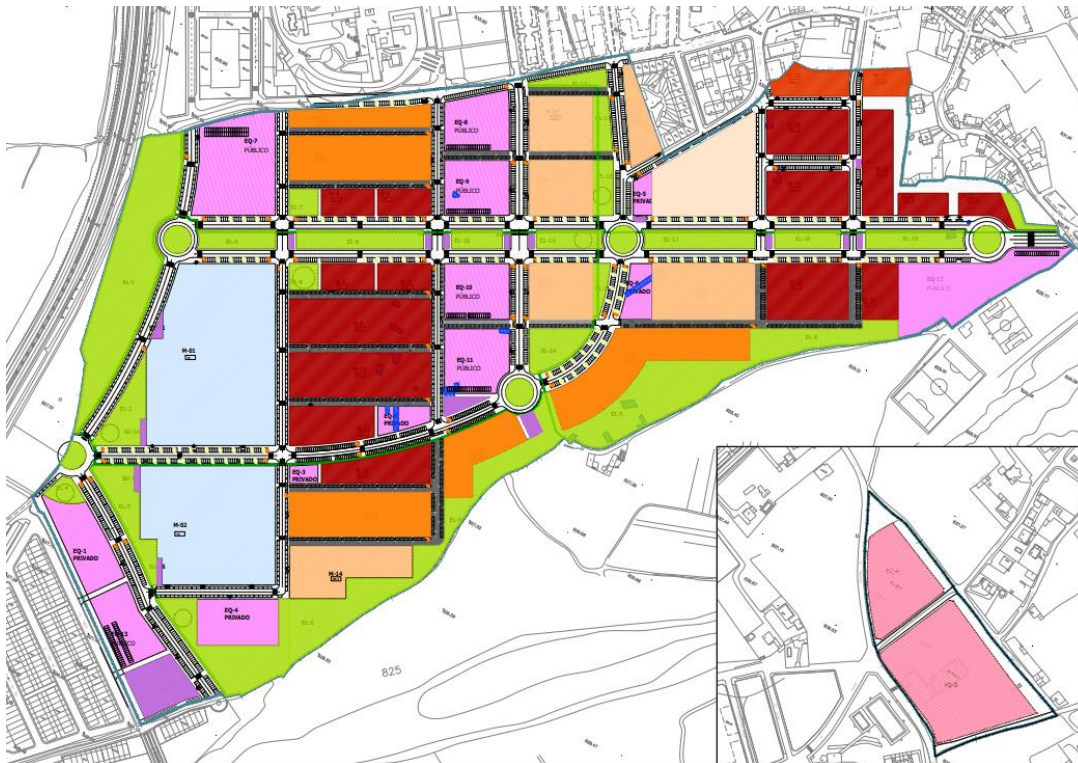


Figura 3. Unidades de gestión urbanística

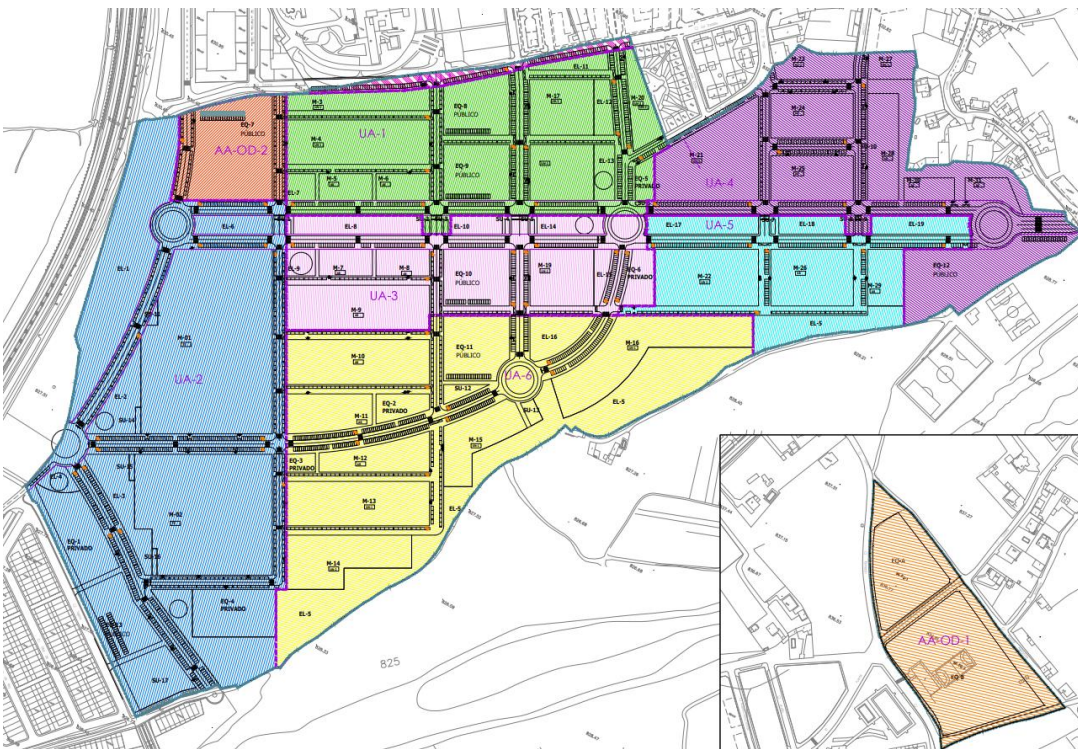


Tabla 1. Usos lucrativos

Sector	Usos lucrativos		
	Residencial		Edif. (m <sup>2</sup> c) terciario
	Edif. (m <sup>2</sup> c)	Viviendas	
AA-OD-2	13.741,00	45	
UA-1	30.005,00	147	
UA-2			79.103,21
UA-3	24.392,00	178	
UA-4	36.028,75	301	
UA-5	18.775,93	141	
UA-6	60.861,61	323	

El plan parcial se ejecutará en cuatro fases:

- La primera de ella corresponde con la unidad AA-OD-2 correspondiente al cuartel de la guardia civil.
- La segunda corresponde con la unidad UA-1, de uso residencial.
- La tercera corresponde con la puesta en servicio de la unidad UA-2 de uso terciario.
- La última corresponde con la puesta en servicio del plan parcial completo.



### 3. Caracterización del viario

En el presente apartado se describirá la situación actual del entorno en relación con oferta de red vial y la demanda de movilidad, detallada para el caso del transporte en vehículo privado.

A continuación, se procede a la descripción del viario existente en el entorno que rodea los sectores y que tiene influencia en el ámbito de estudio.

En la siguiente figura puede apreciarse de manera general el viario principal descrito en el presente estudio.

Las principales vías son: LE-20, LE-5508, calle la Granja, calle el Vago, N-621, calle las Fuentes, calle Real, calle de la Serna y calle los Zarzales

Como se ha indicado en el apartado anterior, el sector objeto de estudio está limitado por una serie de vías existentes, que prestan servicio a la población actual residente en Villaquilambre, así como a otra serie de usuarios de paso por el municipio. Estas vías también serán los puntos de conexión del nuevo desarrollo propuesto.

Figura 4. Plano general de viario y red de carreteras. Ámbito de estudio



LE-20

Cuenta con dos carriles por sentido de circulación en todo el tramo objeto de análisis. Cuenta con glorietas a mismo y a distinto nivel. En el tramo, la velocidad máxima es de 70 km/h.

Figura 5. Sección LE-20



LE-5508

Carretera que cuenta con un carril por sentido y conecta la LE-22 con los municipios situados en la zona este del sector.

Figura 6. Sección LE-5508





Calle la Granja

Cuenta con un carril por sentido y conecta la LE-20 con el centro de León desde la glorieta situada en el sur.

Figura 7. Sección calle la Granja



Calle el Vago

Cuenta con un carril por sentido y sirve de acceso desde la glorieta sur al desarrollo residencial situado en el sur del sector.

Figura 8. Sección calle el Vago



N-621

Carretera que cuenta con un carril por sentido y que conecta la glorieta norte del ámbito de estudio con los municipios situados al norte del sector.

Figura 9. Sección N-621



Calle las Fuentes

Calle de un carril con sentido único en sentido suroeste. Atraviesa Villaobispo de las Regueras y conecta con la glorieta norte.

Figura 10. Sección calle las Fuentes



### Calle Real

Cuenta con un carril por sentido. Al igual que la calle las Fuentes, conecta Villaobispo de las Regueras con la glorieta norte. Esta calle será uno de los accesos a los nuevos desarrollos del sector desde la LE-20.

Figura 11. Sección calle Real



### Calle de la Serna

Cuenta con un carril por sentido y conecta la LE-20 con el centro de León atravesando la zona universitaria. desde la glorieta situada en el norte.

Figura 12. Sección calle de la Serna



### Calle los Zarzales

Calle que cuenta con un carril con sentido único. En la actualidad la calle no tiene salida. Se sitúa al norte del sector y en situaciones futuras este viario será una de las conexiones principales del mismo.



Figura 13. Sección calle los Zarzales



Calle Miguel Servet

Paralela a la LE-20. Calle que cuenta con un carril por sentido, aunque en la actualidad solo está abierto el sentido sur.

Figura 14. Sección calle Miguel Servet

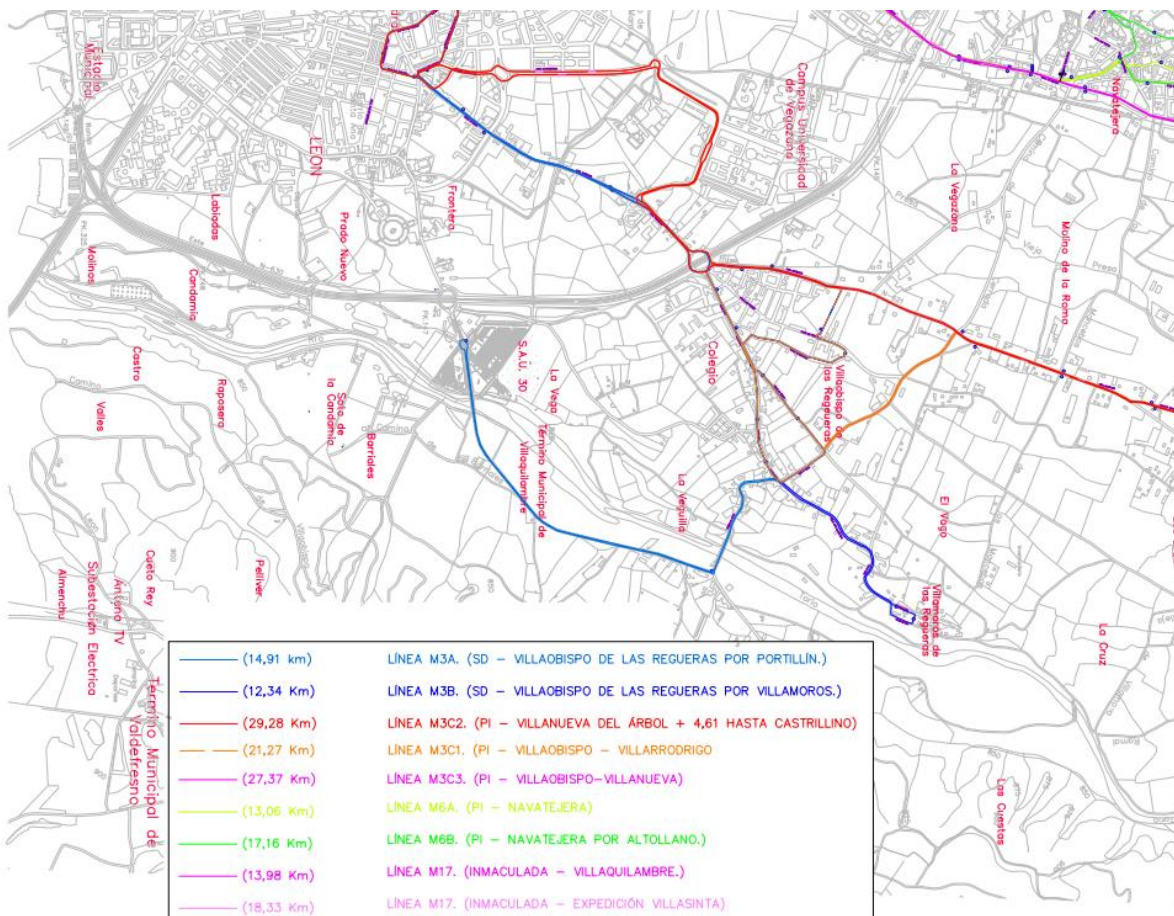


#### 4. Oferta de transporte público.

A la hora de analizar la movilidad del entorno se debe caracterizar la oferta de transporte público existente que podrá dar servicio a los nuevos desarrollos.

En la siguiente figura se muestra esquema de red de transporte público existente en la zona de estudio.

Figura 15. Plano de transporte público en Villaquilambre



Próximas al sector se encuentran las siguientes 4 líneas:

- Línea M3A. (SD – Villaopispo de las Regueras por Portillín)
- Línea M3B. (SD – Vi Villaopispo de las Regueras por Villamoros)
- Línea M3C2. (PI –Villanueva del Árbol + 4,61 hasta Castrillino)
- Línea M3C1. (PI –Villaobispo - Villanueva)

Otras líneas que tienen paso por el municipio son las siguientes:

- Línea M3C3. (PI – Villaobispo-Villanueva)
- Línea M6A. (PI-Navatejera)



## Estudio de tráfico y movilidad del PP para la modificación de la ordenación detallada del Sector SUR-29 del PGOU de Villaquilambre (León)

- Línea M6B. (PI-Navatejera por Altollano)
- Línea M17. (Inmaculada- Villaquilambre)
- Línea M17. (Inmaculada – Expedición Villasinta)

El Ayuntamiento de Villaquilambre ha mostrado su compromiso para reforzar líneas y aumentar frecuencias u otro tipo de medidas que ayuden a disminuir el tráfico.



## 5. Caracterización de la movilidad en situación actual

La caracterización del tráfico se ha obtenido a partir de los datos de tráfico publicados por las diferentes administraciones, y de los aforos realizados de manera específica para este estudio en las áreas a estudiar.

### 5.1. Estaciones de aforo

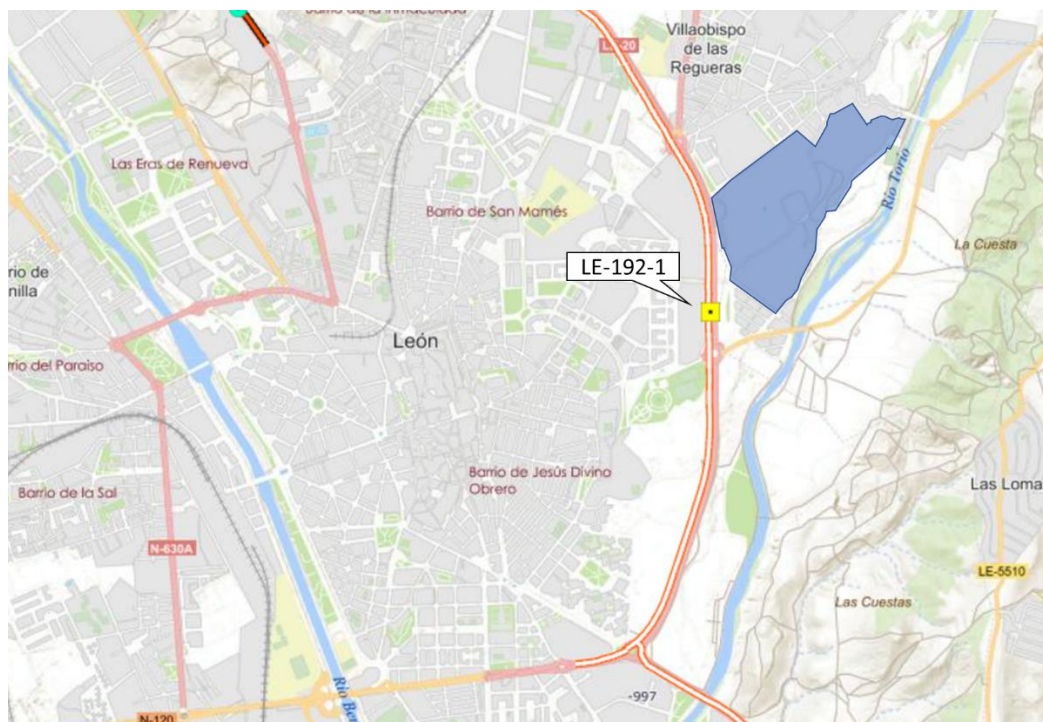
En los siguientes apartados se analizarán los datos de aforos de tráfico publicados por el Ministerio de Fomento.

Existe una estación cerca del ámbito. Se trata de la estación primaria LE-192-1. Debido a la falta de datos históricos, se ha tratado de incluir otras estaciones cercanas pero las adyacentes a la E-917-0 situadas en la A-4, cuentan con datos del mismo número de años

Tabla 2. Estación permanente. LE-20. Año 2019

Estación	Carretera	p.k.	Tipo	IMD	% pesados
LE-192-1	LE-20	146+750	Primaria	32.169	4,32%

Figura 16. Mapa de Tráfico de la DGC. Ministerio de Fomento.



La evolución histórica del tráfico en la estación de aforo seleccionada se resume en la siguiente tabla.

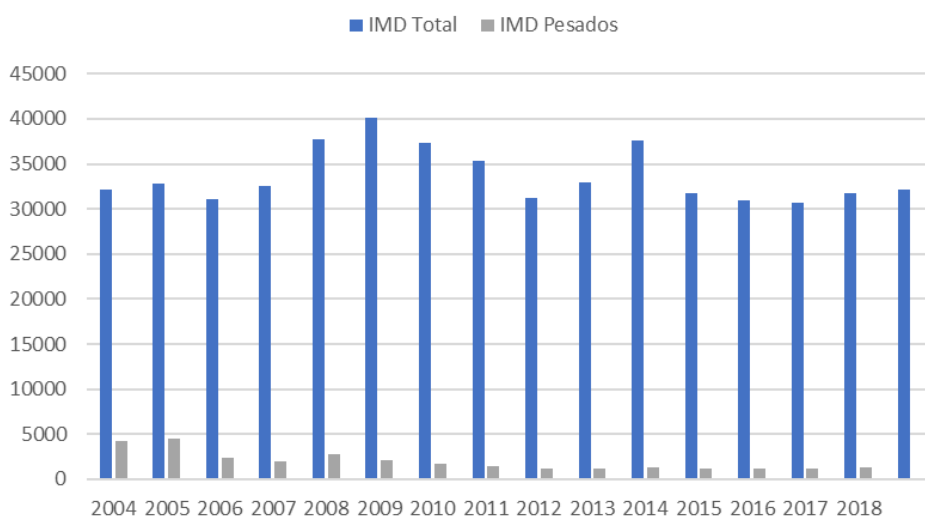


Tabla 3. Evolución histórica estación de aforo.

Año	LE-192-1		
	IMD Total	IMD Pesados	% Pesados
2019	32169	1389	4,32%
2018	31776	1319	4,20%
2017	30691	1216	4,00%
2016	30967	1201	3,90%
2015	31752	1223	3,90%
2014	37593	1337	3,60%
2013	32999	1124	3,40%
2012	31247	1155	3,70%
2011	35295	1517	4,30%
2010	37352	1670	4,50%
2009	40061	2176	5,40%
2008	37778	2771	7,33%
2007	32510	1994	6,13%
2006	31110	2412	7,75%
2005	32826	4538	13,82%
2004	32113	4274	13,30%

En las siguientes figuras se muestra la evolución del tráfico total (color azul) y de vehículos pesados (color gris) en la estación.

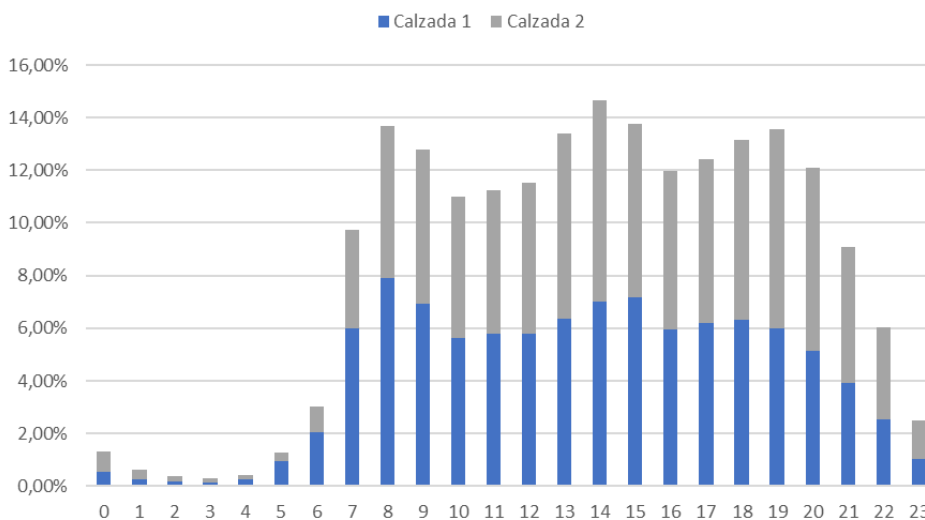
Figura 17. Estación de aforo LE-192-1





En la siguiente figura se muestra la distribución horaria del tráfico a lo largo del día distinguiendo por calzadas. Como se puede ver, apenas hay diferencias entre ambos sentidos de tráfico. En ambos casos, se producen tres horas punta (mañana, mediodía y tarde), siendo la de tarde algo inferior al resto, mientras que las de mañana y mediodía, son similares.

Figura 18. Distribución horaria (%)



Para la correcta modelización de los tráficos desarrollada en los siguientes apartados, también se ha tenido en cuenta la información extraída de la estación LE-192-1 sobre intensidades horarias de un martes medio. En el Anejo I. Fichas de estaciones de aforo, se adjunta la ficha de “Detalles, coeficientes y congestión” de la estación LE-192-1. A continuación, se muestra una imagen del Mapa de Tráfico de la Dirección General de Carreteras en el área de estudio, con la localización de la estación señalada en este epígrafe.

## 5.2. Trabajos de campo

Para caracterizar el tráfico actual que soporta la zona de estudio se ha llevado a cabo una campaña de aforo las siguientes dos glorietas de la LE-20, situadas al oeste del sector. La glorieta 1, sur, está a mismo nivel mientras que la glorieta 2, norte, está a distinto nivel.

Los aforos se realizaron la tarde del miércoles del 5 de mayo de 2021 y la mañana del jueves 6 de mayo de 2021 durante 16 horas, entre las 14:00 y 22:00 el primer día y entre las 6:00 y las 14:00 el segundo. En la siguiente figura se muestra la localización de los puntos aforados.

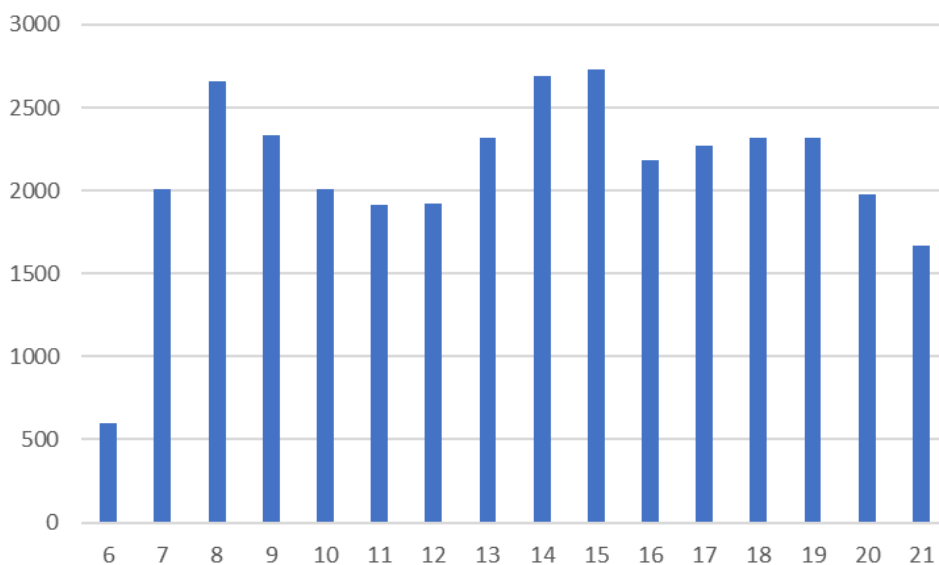


Figura 19. Localización glorietas aforadas.



Se miden 16 horas, entre las 6:00 y las 22 horas, en el tronco de la LE-20, dándose el siguiente reparto horario.

Figura 20. Distribución horaria LE-20



Para el análisis de niveles de servicio, se considerarán dos horas punta. Como se puede ver en la gráfica anterior, se obtiene que las principales puntas se producen por la mañana y por la tarde:



# Estudio de tráfico y movilidad del PP para la modificación de la ordenación detallada del Sector SUR-29 del PGOU de Villaquilambre (León)

- 8:00 – 9:00
- 15:00 – 16:00

A continuación, se muestran los aforos obtenidos en las dos glorietas en las dos horas punta definidas anteriormente.

Figura 21. Aforos glorieta 1 HPM



Figura 22. Afors glorieta 1 HPT



Figura 23. Aforos glorieta 2 HPM



Figura 24. Aforos glorieta 2 HPT



En el Anejo II. Aforo de Vehículos se incluyen los datos obtenidos en los trabajos de campo.



## 6. Definición de escenarios

Para analizar el impacto de los nuevos desarrollos se analizarán los siguientes escenarios:

- Escenario 0. Situación actual (2021).
- Escenario 1. Guardia Civil (2022):
  - Escenario 1A. Proyección sin nuevos desarrollos y sin actuaciones
  - Escenario 1B. Proyección con nuevos desarrollos y con actuaciones
- Escenario 2. Guardia Civil + Calle Zarzales (2023).
  - Escenario 2A. Proyección sin nuevos desarrollos y sin actuaciones
  - Escenario 2B. Proyección con nuevos desarrollos y con actuaciones
- Escenario 3. Guardia Civil + Calle Zarzales + Terciario (2025).
  - Escenario 3A. Proyección sin nuevos desarrollos y sin actuaciones
  - Escenario 3B. Proyección con nuevos desarrollos y con actuaciones
- Escenario 4. Plan Parcial completo (2030).
  - Escenario 4A. Proyección sin nuevos desarrollos y sin actuaciones
  - Escenario 4B. Proyección con nuevos desarrollos y con actuaciones

Para los escenarios del 1 al 4, se estudiará también cual será el impacto tras 20 años de la puesta en servicio de cada uno de los desarrollos.

- Escenario 1. Largo plazo Guardia Civil (2042):
  - Escenario LP1A. Proyección sin nuevos desarrollos y sin actuaciones
  - Escenario LP1B. Proyección con nuevos desarrollos y con actuaciones
- Escenario 2. Largo plazo Guardia Civil + Calle Zarzales (2043).
  - Escenario LP2A. Proyección sin nuevos desarrollos y sin actuaciones
  - Escenario LP2B. Proyección con nuevos desarrollos y con actuaciones
- Escenario 3. Largo plazo Guardia Civil + Calle Zarzales + Terciario (2045).
  - Escenario LP3A. Proyección sin nuevos desarrollos y sin actuaciones
  - Escenario LP3B. Proyección con nuevos desarrollos y con actuaciones
- Escenario 4. Largo plazo Plan Parcial completo (2050).
  - Escenario LP4A. Proyección sin nuevos desarrollos y sin actuaciones
  - Escenario LP4B. Proyección con nuevos desarrollos y con actuaciones

El objetivo es evaluar el efecto de la puesta en servicio de los nuevos desarrollos y las infraestructuras asociadas, en relación con el escenario de partida.

Cada escenario se analizará en dos periodos:

- Hora punta de mañana.
- Hora punta de tarde.

### 6.1. Escenario 0

El escenario 0 representa la situación actual, con el viario y el tráfico existente en el año 2021

### 6.2. Escenario 1

El escenario 1 representa la situación a corto plazo, en el año 2022.



Dentro de ese horizonte temporal se considerarán dos casos:

- Escenario 1A. Se considera una proyección del tráfico, sin la puesta en servicio del cuartel de la guardia civil (AA-OD-2).
- Escenario 1B. A la proyección del tráfico existente, se le unen los tráficos generados por los desarrollos en cuestión, considerando la hipótesis de que el cuartel de la Guardia Civil (AA-OD-2) se encuentra en funcionamiento.

Para la proyección de los tráficos actuales, se ha considerado que todos los tráficos se incrementan un 1,44% anual, siguiendo las indicaciones de la Orden FOM/3317/2010 sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia. Por tanto, los valores utilizados en el cálculo están contruidos tomando como base los del escenario 0, elevando los resultados un 1,44% anual.

### 6.3. Escenario 2

El escenario 2 representa la situación de la fase 2, en el año 2023. Igualmente se analizarán dos casos:

- Escenario 2A. Se considera una proyección del tráfico, sin la puesta en servicio del cuartel de la guardia civil (AA-OD-2) y sin el desarrollo de la calle Zarzales (UA-1).
- Escenario 2B. A la proyección del tráfico existente, se le unen los tráficos generados por los desarrollos en cuestión, considerando las siguientes hipótesis:
  - Cuartel de la Guardia Civil (AA-OD-2) terminado y en servicio.
  - Desarrollo de la calle Zarzales (UA-1) terminado y en servicio.

### 6.4. Escenario 3

El escenario 3 representa la situación de la fase 3, en el año 2025. Igualmente se analizarán dos casos:

- Escenario 3A. Se considera una proyección del tráfico, sin la puesta en servicio del cuartel de la guardia civil (AA-OD-2), sin el desarrollo de la calle Zarzales (UA-1) y sin el desarrollo terciario (UA-2).
- Escenario 3B. A la proyección del tráfico existente, se le unen los tráficos generados por los desarrollos en cuestión, considerando las siguientes hipótesis:
  - Cuartel de la Guardia Civil (AA-OD-2) terminado y en servicio.
  - Desarrollo de la calle Zarzales (UA-1) terminado y en servicio.
  - Desarrollo terciario (UA-2) terminado y en servicio.

### 6.5. Escenario 4

El escenario 4 representa la situación de la fase 4, momento en el que se completa el Plan Parcial, en el año 2030. Igualmente se analizarán dos casos:

- Escenario 4A. Se considera una proyección del tráfico, sin la puesta en servicio del cuartel de la guardia civil (AA-OD-2), sin el desarrollo de la calle Zarzales (UA-1), sin el desarrollo terciario (UA-2) y sin los desarrollos residenciales UA-3, UA-4, UA-5 y UA-6.
- Escenario 4B. A la proyección del tráfico existente, se le unen los tráficos generados por el resto de desarrollos que completan el Plan Parcial, considerando las siguientes hipótesis:





- Cuartel de la Guardia Civil (AA-OD-2) terminado y en servicio.
- Desarrollo de la calle Zarzales (UA-1) terminado y en servicio.
- Desarrollo terciario (UA-2) terminado y en servicio.
- Desarrollos residenciales UA-3, UA-4, UA-5 y UA-6.

### 6.6. Escenario 1 largo plazo

Se representa el tráfico a largo plazo del escenario 1, veinte años después del escenario 1, año 2042. Igualmente se analizarán dos casos:

- Escenario LP1A. Se considera una proyección del tráfico, sin la puesta en servicio del cuartel de la guardia civil (AA-OD-2).
- Escenario LP1B. A la proyección del tráfico existente, se le unen los tráficos generados por los desarrollos en cuestión, considerando la hipótesis de que el cuartel de la Guardia Civil (AA-OD-2) se encuentra en funcionamiento.

### 6.7. Escenario 2 largo plazo

Se representa el tráfico a largo plazo del escenario 1, 20 años después del escenario 1, 2043. Igualmente se analizarán dos casos:

- Escenario LP2A. Se considera una proyección del tráfico, sin la puesta en servicio del cuartel de la guardia civil (AA-OD-2) y sin el desarrollo de la calle Zarzales (UA-1).
- Escenario LP2B. A la proyección del tráfico existente, se le unen los tráficos generados por los desarrollos en cuestión, considerando las siguientes hipótesis:
  - Cuartel de la Guardia Civil (AA-OD-2) terminado y en servicio.
  - Desarrollo de la calle Zarzales (UA-1) terminado y en servicio.

### 6.8. Escenario 3 largo plazo

Se representa el tráfico a largo plazo del escenario 1, 20 años después del escenario 1, 2045. Igualmente se analizarán dos casos:

- Escenario 3A. Se considera una proyección del tráfico, sin la puesta en servicio del cuartel de la guardia civil (AA-OD-2), sin el desarrollo de la calle Zarzales (UA-1) y sin el desarrollo terciario (UA-2).
- Escenario 3B. A la proyección del tráfico existente, se le unen los tráficos generados por los desarrollos en cuestión, considerando las siguientes hipótesis:
  - Cuartel de la Guardia Civil (AA-OD-2) terminado y en servicio.
  - Desarrollo de la calle Zarzales (UA-1) terminado y en servicio.
  - Desarrollo terciario (UA-2) terminado y en servicio.

### 6.9. Escenario 4 largo plazo

Se representa el tráfico a largo plazo del escenario 4, 20 años después del escenario 1, 2050. Igualmente se analizarán dos casos:



- Escenario LP3A. Se considera una proyección del tráfico, sin la puesta en servicio del cuartel de la guardia civil (AA-OD-2), sin el desarrollo de la calle Zarzales (UA-1), sin el desarrollo terciario (UA-2) y sin los desarrollos residenciales UA-3, UA-4, UA-5 y UA-6.
- Escenario LP3B. A la proyección del tráfico existente, se le unen los tráficos generados por el resto de desarrollos que completan el Plan Parcial, considerando las siguientes hipótesis:
  - Cuartel de la Guardia Civil (AA-OD-2) terminado y en servicio.
  - Desarrollo de la calle Zarzales (UA-1) terminado y en servicio.
  - Desarrollo terciario (UA-2) terminado y en servicio.
  - Desarrollos residenciales UA-3, UA-4, UA-5 y UA-6.



## 7. Caracterización del tráfico en situación futura

### 7.1. Generación de viajes

Para determinar la demanda de los viajes generados y atraídos en la zona de estudio, se han aplicado unas hipótesis de cálculo sobre los nuevos desarrollos AA-OD-2, UA-1, UA-2, UA-3, UA-4, UA-5 y UA-6. Estas hipótesis se detallan a continuación.

La generación de tráfico asociada a las manzanas residenciales dentro del ámbito se calcula a partir de la referencia tomada del decreto 344/2006, de 19 de septiembre, de regulación de los estudios de evaluación de la movilidad generada, de la Generalitat de Cataluña, en el cual se propone un ratio de 7 viajes por vivienda.

En el mismo documento, plantea una generación de 15 viajes por cada 100 metros cuadrados de techo para uso de oficinas y 50 viajes por cada 100 metros cuadrados de techo de comercial.

Del Plan de Movilidad Urbana Sostenible de la ciudad de León se ha obtenido el reparto modal para viajes urbanos e interurbanos y la ocupación media por vehículo (1,26 viajeros/vehículo).

Del mismo documento se obtiene el reparto modal en la ciudad, con un 29,48% de uso de vehículo privado. En la siguiente tabla se muestran los porcentajes para cada uno de los modos.

Tabla 4. Reparto modal

Modo	%
Transporte Público	5,60%
Vehículo Privado	29,48%
A pie	64,36%
Bicicleta	0,28%
Taxi	0,27%

Para el reparto de vehículos para la hora punta de mañana y la hora punta de tarde se toma como referencia la distribución horaria del tráfico de la estación de aforo del Ministerio de Fomento descrita en el apartado Caracterización de la movilidad en la situación actual del presente documento.

A continuación, se resume el número de vehículos generados en cada una de las fases.



# Estudio de tráfico y movilidad del PP para la modificación de la ordenación detallada del Sector SUR-29 del PGOU de Villaquilambre (León)

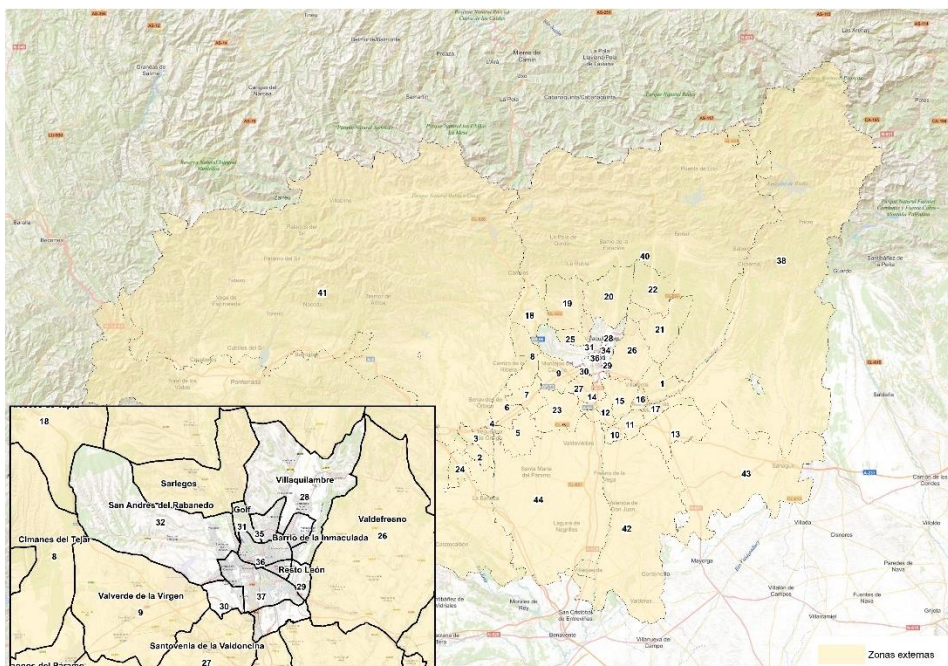
Tabla 5. Viajes generados

Fase	Unidad de Gestión	Uso	Edif. (m <sup>2</sup> c)	Nº de viviendas	Nº de Viajes	Vehiculos	Vehiculos HPM	Vehiculos HPT
1	AA-OD-2	Residencial	13.741,00	45	315	73,7	5	5
2	UA-1	Residencial	30.005,00	147	1.026	242	17	17
3	UA-2	Terciario	79.103,21	-	39.552	18.060	1.265	1.246
4	UA-3	Residencial	24.392,00	178	1.246	294	21	20
	UA-4	Residencial	36.028,75	301	2.104	497	35	34
	UA-5	Residencial	18.775,93	141	987	233	16	16
	UA-6	Residencial	60.861,61	323	2.261	534	37	37
Total			262.907,50	1.135,00	28.109,32	12.360,65	865,49	852,53

## 7.2. Distribución de viajes

Para la distribución de viajes generados, se ha calculado cual es el reparto porcentual de los viajes actuales con origen y destino Villaquilambre, y el resto de zonas de León obtenidos a partir datos de telefonía móvil. La provincia de León se ha dividido en 44 zonas.

Figura 25. Zonificación utilizada datos origen-destino telefonía móvil



Una vez obtenidos los porcentajes, se aplican al número de viajes generados descritos en el apartado anterior, y de esta forma, se define cual es el origen y destino de estos, así cual es el porcentaje de viajes que no salen de la zona de estudio.



Tabla 6. Porcentaje de viajes generados con origen la zona de estudio

Origen	Destino	%
Zona de Estudio	Oeste	39,82%
Zona de Estudio	Sur	12,82%
Zona de Estudio	Norte	16,78%
Zona de Estudio	Este	17,62%
Zona de Estudio	Zona de Estudio	12,97%

Tabla 7. Porcentaje de viajes generados con destino la zona de estudio

Origen	Destino	%
Oeste	Zona de Estudio	42,66%
Sur	Zona de Estudio	9,41%
Norte	Zona de Estudio	18,76%
Este	Zona de Estudio	16,83%
Zona de Estudio	Zona de Estudio	12,34%

Por lo tanto, los viajes quedan distribuidos de la siguiente forma para cada una de las fases:

Tabla 8. Viajes generados HPM fase 1

Origen	Destino	Viajes
Zona de Estudio	Oeste	1,02
Zona de Estudio	Sur	0,33
Zona de Estudio	Norte	0,43
Zona de Estudio	Este	0,45
Zona de Estudio	Zona de Estudio	0,56
Oeste	Zona de Estudio	1,10
Sur	Zona de Estudio	0,24
Norte	Zona de Estudio	0,48
Este	Zona de Estudio	0,43



Tabla 9. Viajes generados HPT fase 1

Origen	Destino	Viajes
Zona de Estudio	Oeste	1,01
Zona de Estudio	Sur	0,32
Zona de Estudio	Norte	0,42
Zona de Estudio	Este	0,44
Zona de Estudio	Zona de Estudio	0,57
Oeste	Zona de Estudio	1,04
Sur	Zona de Estudio	0,25
Norte	Zona de Estudio	0,49
Este	Zona de Estudio	0,43

Tabla 10. Viajes generados HPM fase 2

Origen	Destino	Viajes
Zona de Estudio	Oeste	6,41
Zona de Estudio	Sur	2,06
Zona de Estudio	Norte	2,70
Zona de Estudio	Este	2,83
Zona de Estudio	Zona de Estudio	3,51
Oeste	Zona de Estudio	0,36
Sur	Zona de Estudio	0,08
Norte	Zona de Estudio	0,15
Este	Zona de Estudio	0,14



Tabla 11. Viajes generados HPT fase 2

Origen	Destino	Viajes
Zona de Estudio	Oeste	1,33
Zona de Estudio	Sur	0,42
Zona de Estudio	Norte	0,56
Zona de Estudio	Este	0,58
Zona de Estudio	Zona de Estudio	0,73
Oeste	Zona de Estudio	5,50
Sur	Zona de Estudio	1,34
Norte	Zona de Estudio	2,59
Este	Zona de Estudio	2,31

Tabla 12. Viajes generados HPM fase 3

Origen	Destino	Viajes
Zona de Estudio	Oeste	251,76
Zona de Estudio	Sur	81,04
Zona de Estudio	Norte	106,10
Zona de Estudio	Este	111,38
Zona de Estudio	Zona de Estudio	41,81
Oeste	Zona de Estudio	269,72
Sur	Zona de Estudio	59,51
Norte	Zona de Estudio	118,58
Este	Zona de Estudio	106,44



Tabla 13. Viajes generados HPT fase 3

Origen	Destino	Viajes
Zona de Estudio	Oeste	247,99
Zona de Estudio	Sur	79,83
Zona de Estudio	Norte	104,51
Zona de Estudio	Este	109,71
Zona de Estudio	Zona de Estudio	41,18
Oeste	Zona de Estudio	256,51
Sur	Zona de Estudio	62,71
Norte	Zona de Estudio	120,82
Este	Zona de Estudio	107,68

Tabla 14. Viajes generados HPM fase 4

Origen	Destino	Viajes			
		UA-3	UA-4	UA-5	UA-6
Zona de Estudio	Oeste	7,79	13,15	6,17	14,14
Zona de Estudio	Sur	2,50	4,23	1,98	4,55
Zona de Estudio	Norte	3,28	5,54	2,60	5,95
Zona de Estudio	Este	3,44	5,82	2,73	6,25
Zona de Estudio	Zona de Estudio	4,26	7,2	3,38	7,74
Oeste	Zona de Estudio	0,43	0,74	0,34	0,79
Sur	Zona de Estudio	0,09	0,16	0,07	0,17
Norte	Zona de Estudio	0,19	0,32	0,15	0,35
Este	Zona de Estudio	0,17	0,29	0,17	0,31





Tabla 15. Viajes generados HPT fase 4

Origen	Destino	Viajes			
		UA-3	UA-4	UA-5	UA-6
Zona de Estudio	Oeste	1,61	2,72	1,28	2,93
Zona de Estudio	Sur	0,52	0,87	0,41	0,94
Zona de Estudio	Norte	0,68	1,15	0,53	1,23
Zona de Estudio	Este	0,71	1,20	0,56	1,29
Zona de Estudio	Zona de Estudio	0,88	1,49	0,7	1,60
Oeste	Zona de Estudio	6,92	11,69	5,48	12,56
Sur	Zona de Estudio	1,52	2,57	1,21	2,77
Norte	Zona de Estudio	3,04	5,14	2,41	5,52
Este	Zona de Estudio	2,73	4,61	2,16	4,95



## 8. Impacto en el tráfico en situación actual y futura

### 8.1. Modelización

Para la modelización de la red y simulación del tráfico se ha utilizado la aplicación de planificación de transportes VISUM de PTV en su versión 20.0. Esta modelización consiste en obtener un modelo matemático que recoja las relaciones de movilidad existentes en el ámbito de estudio y que simule adecuadamente el comportamiento de los usuarios de la red viaria, apoyado en la metodología clásica de cuatro etapas:

- Modelo de generación y atracción de viajes
- Modelo de distribución espacial de viajes
- Modelo de reparto modal
- Modelo de asignación de privado

El primer paso ha consistido en representar la oferta viaria del ámbito, incluyendo aquellas vías que sean significativas y los elementos que las definen: recorrido, número de carriles, velocidad, etc.

Posteriormente, mediante un algoritmo de cálculo, y partiendo de una zonificación, Visum es capaz de construir una matriz origen-destino que ajuste los movimientos a los tráfico aforados.

Dicha matriz se ajusta atendiendo a la incorporación de información tal como datos de aforo de las vías supramunicipales de la red general y estatal, publicadas por el MITMA.

El procedimiento de asignación elegido ha sido el denominado "Tribut-Equilibrium-Lohse". Se ha utilizado la "Regla heurística" para la estimación de impedancias a partir de los resultados de cada iteración con un máximo de 20 iteraciones para completar la asignación.

Los criterios que se han tenido en cuenta para la calibración del modelo se representan a continuación:

- El coeficiente de Correlación  $R^2$ : los valores obtenidos se sitúan cercanas al 100%, por lo tanto, se considera un ajuste válido.
- El estadístico GEH, que se define como:

$$GEH = \frac{(q_{obs} - q_{sim})^2}{\sqrt{0,5(q_{obs} + q_{sim})}}$$

Donde

$q_{obs}$ : tráfico observado en el periodo considerado

$q_{sim}$ : tráfico simulado en el periodo considerado

Según las recomendaciones de la FHWA se debe cumplir que al menos un 85% de los arcos tiene que tener un GEH <5 por arco individual, o bien que para la suma sobre flujos de arco el GEH debe ser menor que 4.

- El Indicador %RMSE (Percentage Mean Square Error)



$$\%RMSE = 100 \sqrt{\frac{\frac{\sum(E_i - O_i)^2}{N - 1}}{\frac{\sum O_i^2}{N}}}$$

Donde:

$E_i$ : Valor estimado por el modelo

$O_i$ : Valor estimado por los aforos

$E_i$ : Número de observaciones

En la siguiente tabla se recoge los resultados de los criterios establecidos para la calibración. La modelización de la situación actual se considera, atendiendo a dichos criterios, óptima.

Tabla 16. Criterios de calibración

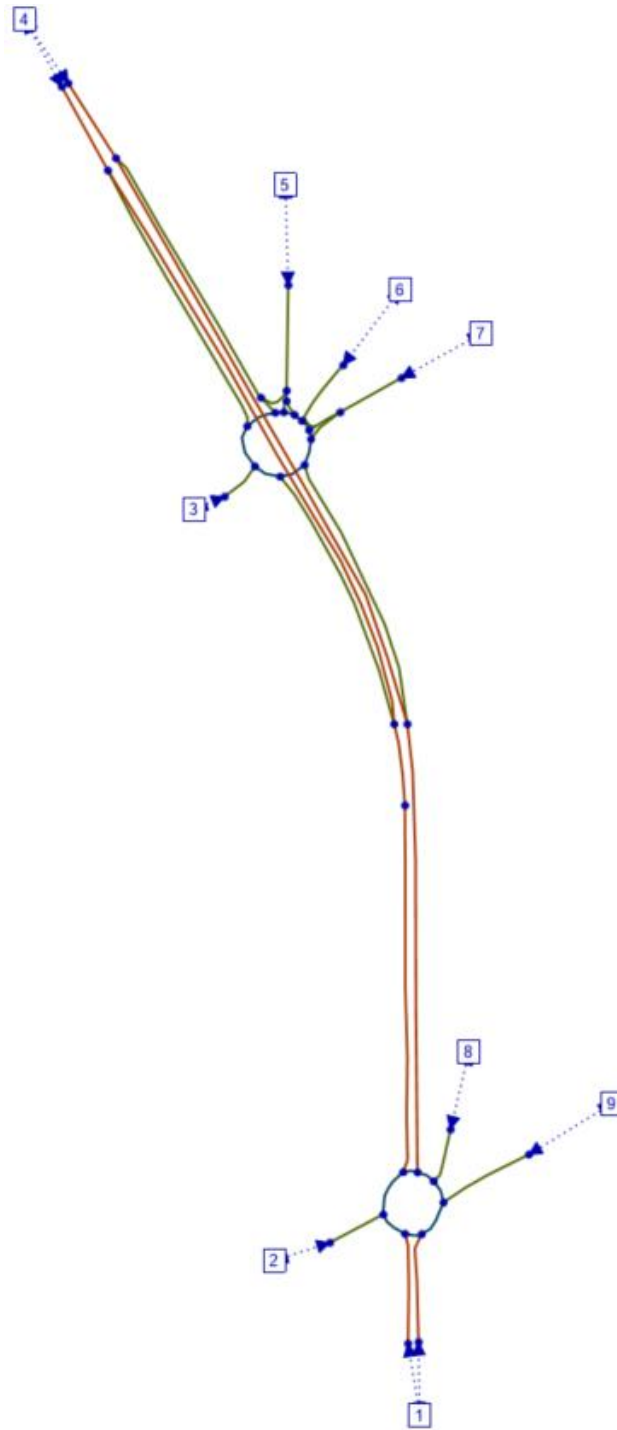
Modelos	Coefficiente de correlación R2	% GEH < 5	GEH medio	% RMSE
HPM	0,99	100	0,39	1,28
HPT	0,99	100	0,23	0,78

### 8.1.1. Situación actual

En la siguiente figura se muestra la red viaria utilizada para representar la movilidad del ámbito y la zonificación realizada con centroides numerados del 1 al 9.



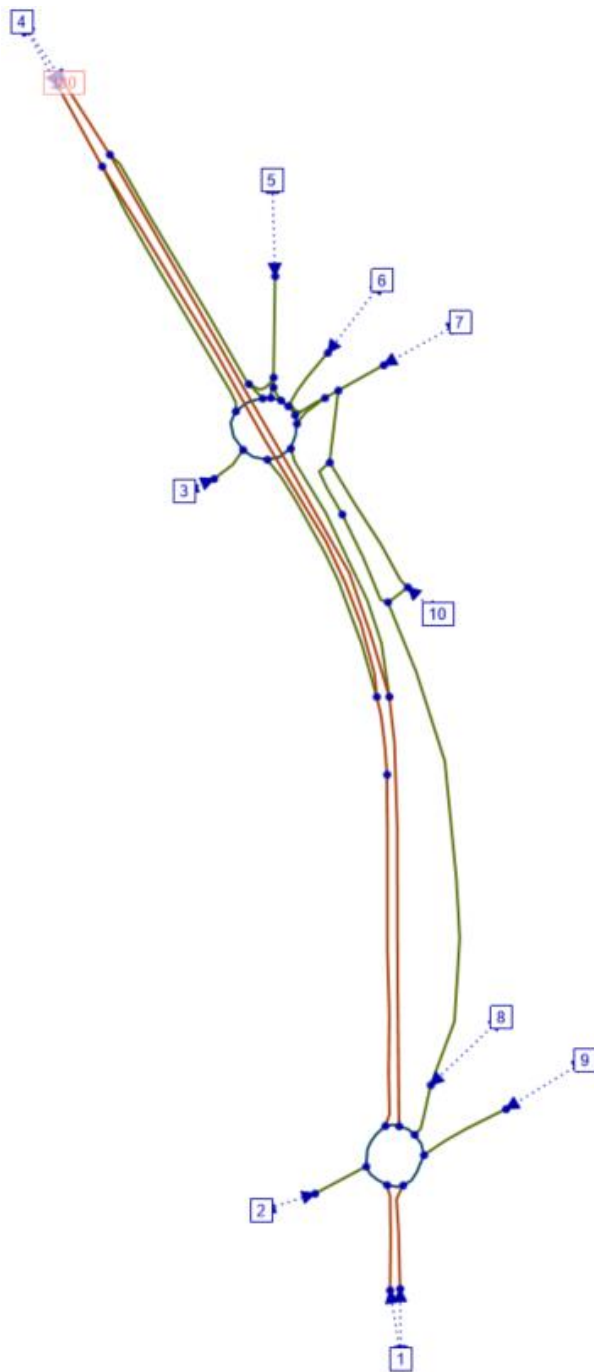
Figura 26. Modelo macro. Oferta (red viaria)



8.1.2. Puesta en servicio fase 1

En la puesta en servicio de la fase 1, se tiene en cuenta en el modelo la red viaria local del ámbito, así como la demanda generada y atraída en el sector. En la siguiente figura se muestra la red utilizada para representar la movilidad del ámbito y la zonificación realizada con centroides numerados del 1 al 10.

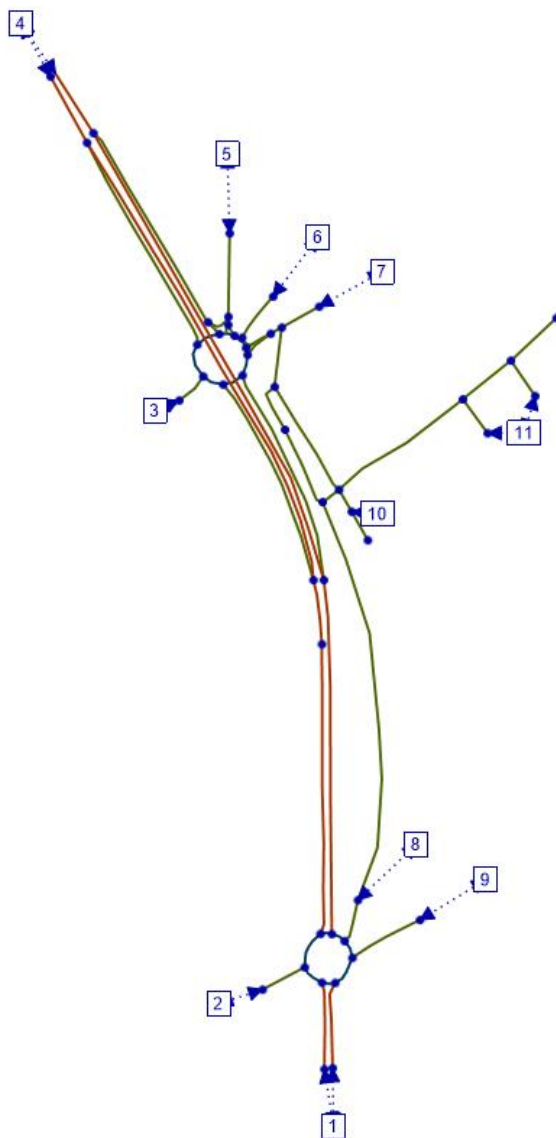
Figura 27. Modelo macro. Oferta (red viaria futura fase 1)



### 8.1.1. Puesta en servicio fase 2

En la puesta en servicio de la fase 2, se tiene en cuenta en el modelo la red viaria local del ámbito, así como la demanda generada y atraída en el sector. En la siguiente figura se muestra la red utilizada para representar la movilidad del ámbito y la zonificación realizada con centroides numerados del 1 al 11.

Figura 28. Modelo macro. Oferta (red viaria futura fase 2)

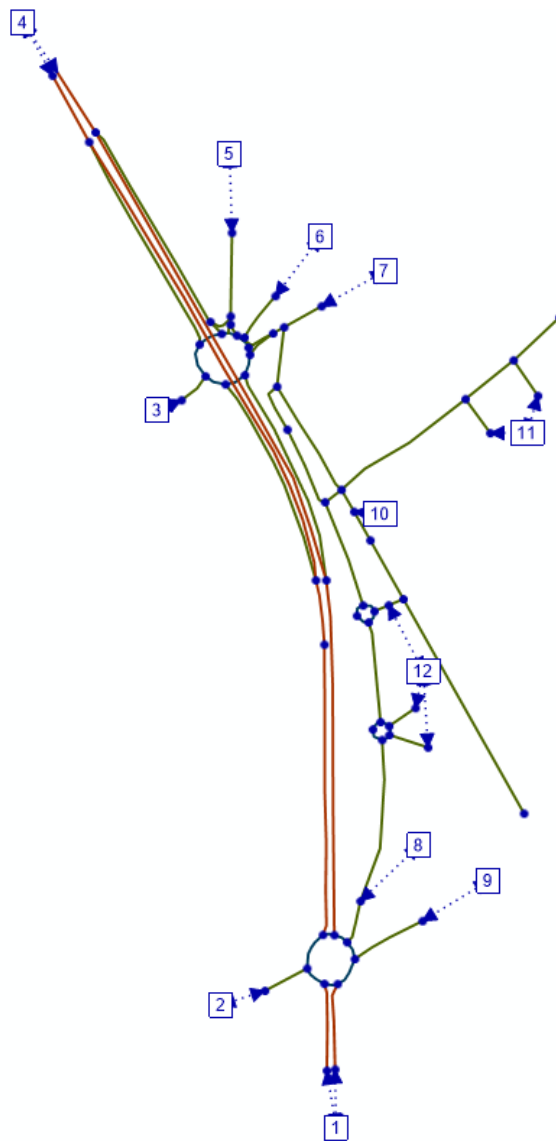


### 8.1.2. Puesta en servicio fase 3

En la puesta en servicio de la fase 3, se tiene en cuenta en el modelo la red viaria local del ámbito, así como la demanda generada y atraída en el sector. En la siguiente figura se muestra la red utilizada para representar la movilidad del ámbito y la zonificación realizada con centroides numerados del 1 al 12.



Figura 29. Modelo macro. Oferta (red viaria futura fase 3)

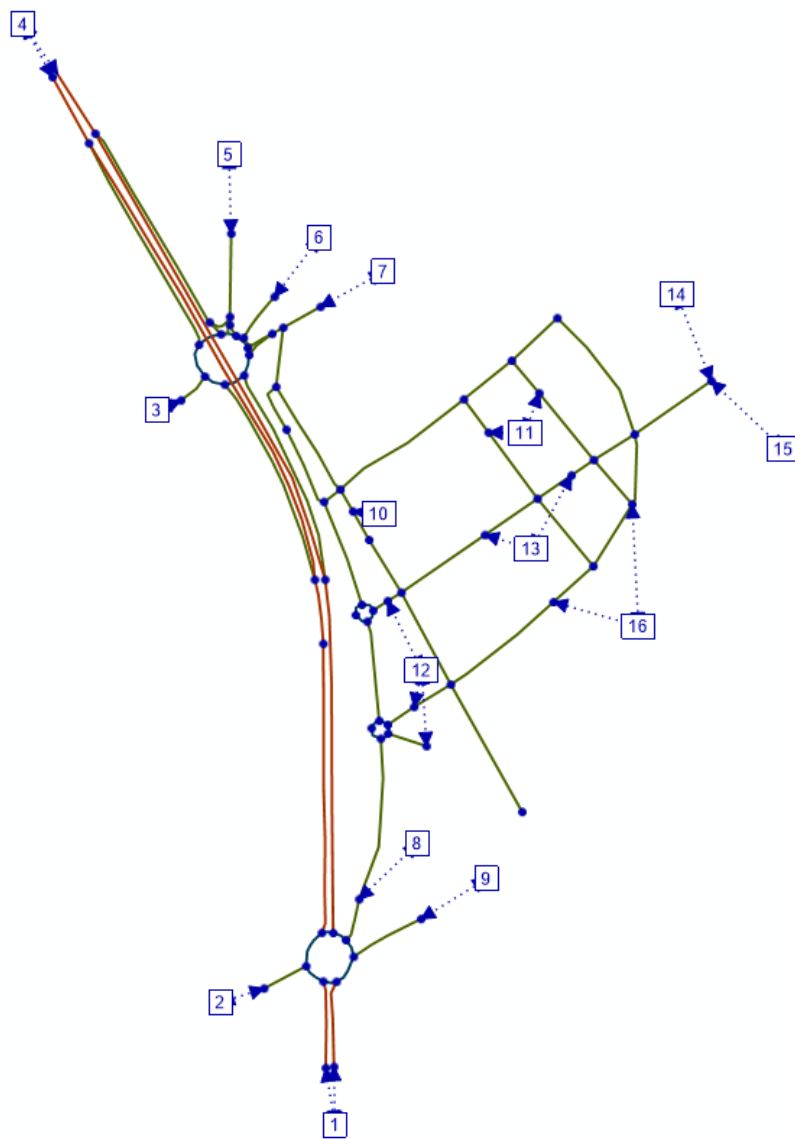


### 8.1.3. Puesta en servicio fase 4

En la puesta en servicio de la fase 4, se tiene en cuenta en el modelo la red viaria local del ámbito, así como la demanda generada y atraída en el sector. En la siguiente figura se muestra la red utilizada para representar la movilidad del ámbito y la zonificación realizada con centroides numerados del 1 al 16.



Figura 30. Modelo macro. Oferta (red viaria futura fase 4)



Las matrices origen-destino obtenidas en situación actual se verán modificadas con los tráficos generados por el desarrollo de los diferentes desarrollos. Sumando a las matrices del tráfico generado y atraído las matrices que caracterizan el tráfico en situación actual, se obtienen las matrices en situación futura.

Los tráficos asignados y las matrices origen-destino se muestran en los Anejo III. Matrices y Anejo IV. Tráficos asignados.





## 8.2. Niveles de Servicio

La capacidad de una vía, de manera técnica, se define como la máxima intensidad de tráfico sostenida durante un periodo de tiempo determinado bajo condiciones de vía, tráfico y sistemas de control del mismo dados.

Más coloquialmente, la capacidad de una calle o de una carretera, es el parámetro que define el máximo número de vehículos que pueden circular por esa vía en un determinado periodo de tiempo, y se suele expresar en vehículos por hora. Por ejemplo, si la capacidad máxima de una calle son 1.500 vehículos/hora, quiere decir que es el máximo número de vehículos que pueden pasar por una determinada calle a lo largo de una hora.

La capacidad de la vía depende de numerosos factores, aunque los más importantes son la velocidad a la que se permita circular y el número de carriles. A mayor velocidad, y mayor número de carriles, mayor capacidad de la vía.







Conocida la capacidad de la vía, se define el nivel de servicio como una forma de caracterizar la congestión de la vía. Los niveles de servicio se caracterizan con un código de letras que va desde la "A" (nivel de servicio muy bueno) hasta "F" (tráfico muy congestionado).

Así, si el tráfico que circula por la vía es muy inferior a la capacidad, no habrá congestión y el nivel de servicio será bueno ("A"). Si el tráfico que circula por la vía es similar a la capacidad de la vía, el nivel de congestión será elevado y el nivel de servicio será malo ("F").

Los niveles de servicio tienen la descripción cualitativa descrita recogida en la siguiente figura.



Figura 31. Niveles de servicio

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES DE FLUJO	DESCRIPCIÓN DE CIRCULACIÓN
A		Alta calidad de servicio. El tráfico fluye libremente con poca o ninguna restricción de velocidad o maniobra. <b>No hay demoras</b>
B		El tráfico es estable y fluye libremente. La capacidad de maniobra se encuentra tan solo levemente restringida. <b>No hay demoras</b>
C		Se mantiene en zona estable, pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad, y la libertad de maniobra está restringida. Los conductores deben ser más cuidadosos en los cambios de carril. <b>Demoras mínimas</b>
D		La velocidad disminuye ligeramente y aumenta la densidad. La libertad de maniobra se encuentra notablemente limitada. <b>Demoras mínimas</b>
E		Proximidad de los vehículos entre sí, con poco espacio para maniobras. La comodidad de los conductores es escasa. <b>Demoras significativas</b>
F		Tráfico muy congestionado con atascos, especialmente en áreas donde los vehículos confluyen. <b>Demoras significativas</b>

### 8.2.1. Nivel de servicio en glorietas

El nivel de servicio de las tres glorietas que limitan con el sector y que coinciden con las glorietas aforadas, se obtendrá con la herramienta SIDRA INTERSECTION, que calcula la capacidad de cada carril de aproximación a la intersección por separado y después suma cada una de las capacidades por carril para obtener la capacidad por movimiento. De este modo se tienen en cuenta posibles pérdidas de la capacidad originadas por infrautilización de algún carril y obtiene el mayor grado de saturación de los carriles para cada uno de los movimientos.

El nivel de servicio se establece a partir de la demora en cada ramal de la intersección, a partir del criterio establecido en el “Highway Capacity Manual 2010”.

Los niveles de servicio obtenidos en cada uno de los distintos escenarios se muestran en las siguientes imágenes.



A continuación, en las tres siguientes tablas se muestra cuáles son los niveles de servicio para cada una de las ramas que componen cada una de las dos glorietas en las dos horas punta, para la situación actual y para cada una de las cuatro fases, en puesta en servicio y largo plazo.

Figura 32. Esquema localización de glorietas

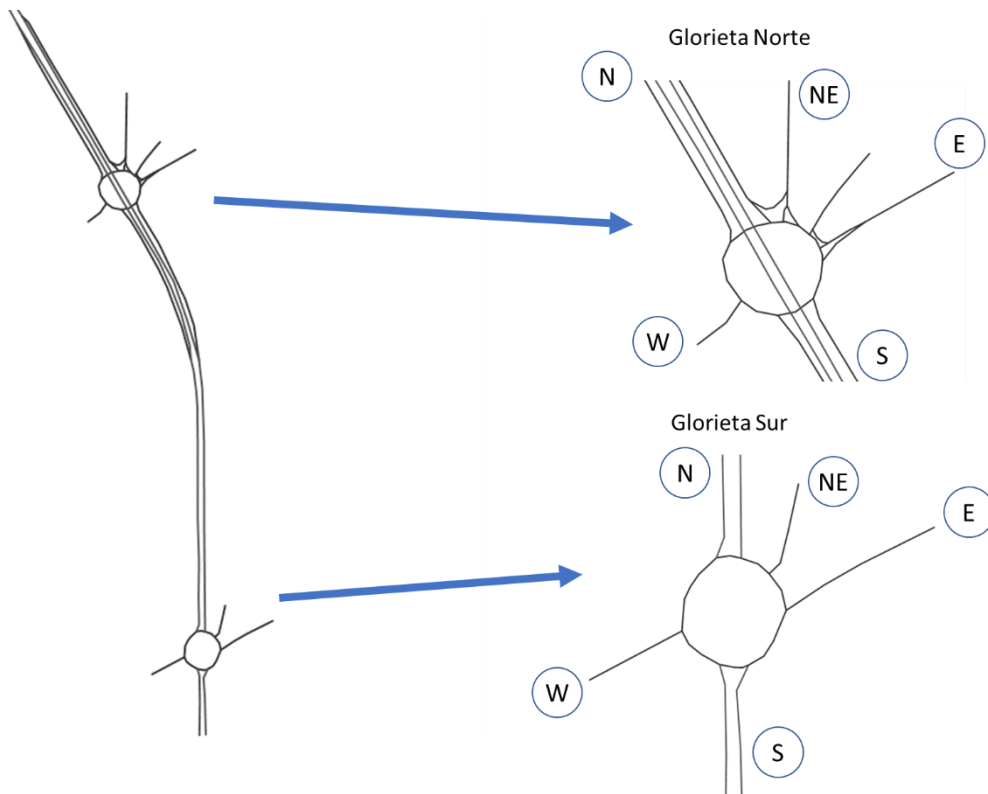


Tabla 17. Niveles de Servicio glorieta sur HPM

Rama	E0	E1A	E2A	E3A	E4A	E1B	E2B	E3B	E4B
S	A	A	A	A	A	A	A	A	A
E	B	B	B	B	B	B	B	B	B
NE	B	B	B	B	B	B	B	C	C
N	B	B	B	B	B	B	B	E	F
W	C	D	F	F	F	D	F	F	F



Tabla 18. Niveles de Servicio glorieta sur HPT

Rama	E0	E1A	E2A	E3A	E4A	E1B	E2B	E3B	E4B
S	A	A	A	A	A	A	A	A	A
E	B	B	B	B	B	B	B	B	C
NE	B	B	B	B	B	B	B	C	E
N	A	B	B	B	B	B	B	C	E
W	B	B	B	B	D	B	B	C	F

Tabla 19. Niveles de Servicio glorieta norte HPM

Rama	E0	E1A	E2A	E3A	E4A	E1B	E2B	E3B	E4B
S	A	A	A	A	A	A	A	A	B
E	B	B	B	B	B	B	B	B	C
NE	B	C	C	C	C	C	C	C	E
N	B	B	B	C	C	B	C	C	E
W	A	A	A	A	A	A	A	C	A

Tabla 20. Niveles de Servicio glorieta norte HPT

Rama	E0	E1A	E2A	E3A	E4A	E1B	E2B	E3B	E4B
S	A	B	B	B	B	A	A	C	F
E	B	B	B	B	B	B	B	B	B
NE	B	B	B	B	B	B	B	B	B
N	B	B	B	B	B	B	B	B	C
W	A	A	A	B	B	A	A	B	B

Tal y como se puede ver en las tablas anteriores, en la situación actual no se producen problemas de congestión en ninguna de las dos glorietas en ninguna de las dos horas punta.

En la glorieta sur aparecen los problemas de congestión a partir de la fase 2 tanto para el escenario con actuación como para el escenario sin actuación en la hora punta de la mañana. Por otro lado, para la misma glorieta, en la hora punta de la tarde, no aparece congestión hasta el escenario 4B, escenario en el que se ejecuta el sector por completo, y en el que aparece nivel de servicio F en el ramal oeste, en la calle la granja.

En la glorieta norte no aparecen niveles de congestión en la hora punta de la mañana, no dándose niveles de servicio superiores a D en ninguno de los escenarios, exceptuando el escenario 4B, en el cual se da nivel de servicio E en los ramales norte y noroeste de la glorieta.

Para dicha glorieta, en la hora punta de la tarde, no se dan niveles de servicio superiores a C exceptuando en el escenario 4B en el cual se alcanza el nivel de servicio F en la rama sur.



**Estudio de tráfico y movilidad del PP para la modificación de la ordenación detallada del Sector SUR-29 del PGOU de Villaquilambre (León)**

A continuación, se muestran los niveles de servicio en las dos glorietas a largo plazo, veinte años después de la puesta en servicio.

**Tabla 21. Niveles de Servicio glorieta sur HPM**

Rama	LPE1A	LPE2A	LPE3A	LPE4A	LPE1B	LPE2B	LPE3B	LPE4B
S	A	A	A	A	A	A	A	A
E	B	B	B	C	B	B	C	D
NE	B	B	B	C	B	B	F	F
N	F	F	F	F	F	F	F	F
W	F	F	F	F	F	F	F	F

**Tabla 22. Niveles de Servicio glorieta sur HPT**

Rama	LPE1A	LPE2A	LPE3A	LPE4A	LPE1B	LPE2B	LPE3B	LPE4B
S	B	B	B	F	B	B	F	F
E	E	F	F	F	E	F	F	F
NE	C	C	D	D	C	C	F	F
N	F	F	F	F	F	F	F	F
W	F	F	F	F	F	F	F	F

**Tabla 23. Niveles de Servicio glorieta norte HPM**

Rama	LPE1A	LPE2A	LPE3A	LPE4A	LPE1B	LPE2B	LPE3B	LPE4B
S	B	B	B	B	B	B	C	F
E	F	F	F	F	F	F	F	F
NE	F	F	F	F	F	F	F	F
N	F	F	F	F	F	F	F	F
W	B	B	B	B	B	B	B	C

**Tabla 24. Niveles de Servicio glorieta norte HPT**

Rama	LPE1A	LPE2A	LPE3A	LPE4A	LPE1B	LPE2B	LPE3B	LPE4B
S	D	F	F	F	D	F	D	F
E	D	D	E	E	D	D	E	C
NE	B	B	B	C	B	B	B	B
N	D	D	D	F	D	D	E	F
W	C	C	C	F	C	C	C	F



A largo plazo se dan niveles de servicio F en la glorieta a sur desde el escenario 1A, en la glorieta norte el nivel de servicio F aparece en el escenario 1A en la hora punta de la mañana pero en la hora punta de la tarde no aparece hasta el escenario 2A y 2B.

### 8.2.2. Niveles de servicio en el tronco, convergencias y divergencias.

En este apartado se analizan los niveles de servicio en los escenarios 0, 1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B, 4A, 4B en los tramos básicos de la autovía detallados en el esquema para la hora punta de la mañana y la hora punta de la tarde. También se analizarán los mismos escenarios 20 años tras la puesta en servicio. Las hipótesis de partida adoptadas han sido las siguientes

- Tráfico en hora punta derivado del modelo de asignación
- Factor de hora punta: FHP = 0,95
- Factor de conductores habituales: FP = 1
- Ancho de carril: 3,5 m.
- Ancho de arcén derecho: 2,5 m.
- Terreno llano (ET = 1,5)
- % Pesados: derivado del modelo de asignación.
- Nº carriles por sentido de circulación.
- Velocidad de proyecto. de 120 km/h para tramos de la autovía y 60 km/h para tramos de la vía de servicio

La metodología utilizada para el cálculo se incluye en el Anejo V. Metodología de cálculo de niveles de servicio.

Figura 33. Esquema localización de elementos.

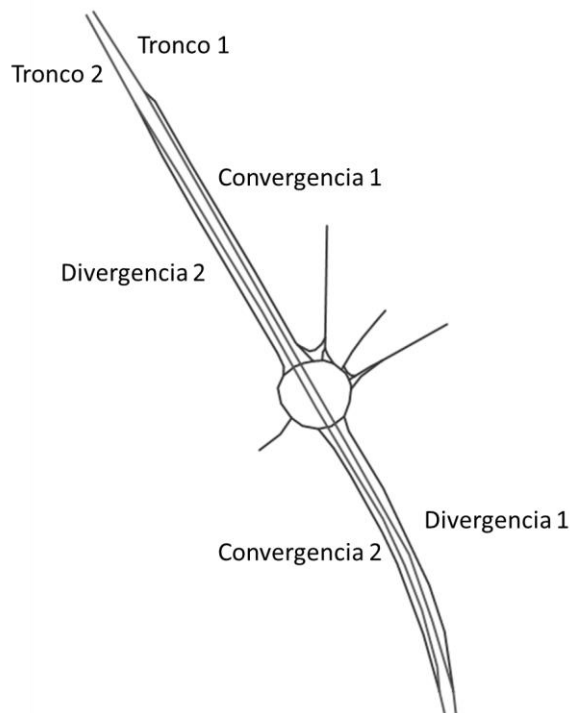


Tabla 25. Niveles de servicio tronco, convergencia y divergencia HPM

Elemento	E0	E1A	E1B	E2A	E2B	E3A	E3B	E4A	E4B
Tronco 1 (Ascendente)	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Divergencia 1 (Ascendente)	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Convergencia 1 (Ascendente)	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Tronco 2 (Descendente)	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Divergencia 2 (Descendente)	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Convergencia 2 (Descendente)	B	B	B	B	B	B	B	B	B

Tabla 26. Niveles de servicio tronco, convergencia y divergencia HPM 20 años después

Elemento	LP1A	LP1B	LP2A	LP2B	LP3A	LP3B	LP4A	LP4B
Tronco 1 (Ascendente)	B	B	B	C	B	B	C	C
Divergencia 1 (Ascendente)	B	B	B	B	B	B	B	B
Convergencia 1 (Ascendente)	B	B	B	B	B	B	B	B
Tronco 2 (Descendente)	C	C	C	C	C	C	C	C
Divergencia 2 (Descendente)	B	B	B	B	B	B	B	B
Convergencia 2 (Descendente)	C	C	C	C	C	C	B	C

Tabla 27. Niveles de servicio tronco, convergencia y divergencia HPT

Elemento	E0	E1A	E1B	E2A	E2B	E3A	E3B	E4A	E4B
Tronco 1 (Ascendente)	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Divergencia 1 (Ascendente)	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Convergencia 1 (Ascendente)	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Tronco 2 (Descendente)	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Divergencia 2 (Descendente)	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Convergencia 2 (Descendente)	B	B	B	B	B	B	B	B	B

Tabla 28. Niveles de servicio tronco, convergencia y divergencia HPT 20 años después

Elemento	LP1A	LP1B	LP2A	LP2B	LP3A	LP3B	LP4A	LP4B
Tronco 1 (Ascendente)	B	B	B	B	B	B	B	C
Divergencia 1 (Ascendente)	C	C	C	C	C	C	C	C
Convergencia 1 (Ascendente)	B	B	B	B	B	B	B	B
Tronco 2 (Descendente)	C	C	C	C	C	C	C	C
Divergencia 2 (Descendente)	B	B	B	B	B	B	B	C
Convergencia 2 (Descendente)	B	C	C	C	B	C	B	B



## Estudio de tráfico y movilidad del PP para la modificación de la ordenación detallada del Sector SUR-29 del PGOU de Villaquilambre (León)

Como se puede ver en las tablas anteriores, no existen problemas de congestión tanto en el tronco de la LE-20, como en las convergencias y divergencias que sirven como entrada y salida desde la misma. No se supera el nivel de servicio C a largo plazo, 20 años tras la puesta en servicio.





## 9. Conclusiones

El presente estudio tiene como objetivo establecer el efecto sobre el tráfico asociado a la ejecución del Plan Parcial del Sector SUR-29 en el municipio leonés de Villaquilambre.

Para poder caracterizar el tráfico en el ámbito, se ha realizado una campaña de aforos mediante grabación de cámaras, la tarde del miércoles del 5 de mayo de 2021 y la mañana del jueves 6 de mayo de 2021, entre las 14:00 y 22:00 el primer día y entre las 6:00 y las 14:00 el segundo. De dicha campaña se dedujo el tráfico existente en la actualidad.

Tomando como referencia los datos obtenidos en la campaña de aforos se han considerado como horas más desfavorables las 8 y las 15 horas, asociadas por otra parte a los movimientos más importante de entrada y salida del futuro desarrollo.

Tomando esos datos como referencia, se ha considerado un crecimiento anual del 1,44% siguiendo el criterio de la Orden FOM/3317/2010 sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia, y se ha considerado el tráfico generado por los nuevos usos. Este porcentaje está en el lado de la seguridad, ya que en los últimos años no se ha observado a penas crecimiento en el tráfico de la LE-20.

La LE-20 cruza las dos glorietas principales próximas al sector. La glorieta sur, conocida como la granja, está a mismo nivel que la LE-20. En cambio, la glorieta norte está a distinto nivel por lo que no es necesario atravesarla, disminuyendo así el tráfico de entrada a la misma.

Tal y como se puede ver en el apartado 8.2 del presente documento, en la situación actual no se producen niveles de congestión en ninguna de las dos glorietas.

En la glorieta sur:

- En la hora punta de la mañana aparecen los problemas de congestión a partir de la fase 2 tanto para el escenario con actuación como para el escenario sin actuación.
- En la hora punta de la tarde, no aparece congestión hasta el escenario 4B, escenario en el que se ejecuta el sector por completo, y en el que aparece nivel de servicio F en el ramal oeste, en la calle la granja.

En la glorieta norte:

- En la hora punta de la mañana, no aparecen niveles de congestión, no dándose niveles de servicio superiores a D en ninguno de los escenarios, exceptuando el escenario 4B, en el cual se da nivel de servicio E en los ramales norte y noroeste de la glorieta.
- En la hora punta de la tarde, no se dan niveles de servicio superiores a C exceptuando en el escenario 4B en el cual se alcanza el nivel de servicio F en la rama sur.

Los niveles de servicio en tronco, convergencias y divergencias en la situación actual y en los diferentes escenarios de puesta en servicio, no superan el nivel B.

20 años tras la puesta en servicio, la mayoría de los elementos se mantienen en nivel de servicio B, apareciendo en alguno de estos niveles de servicio C lo que indica que no existen problemas de congestión en los troncos, convergencias y divergencias.



Conviene indicar que el proyecto del soterramiento de la LE-20 ya está aprobado e iniciado el trámite. Esto implicaría que muchos vehículos de los que ahora tienen que entrar a la glorieta al circular por la LE-20, podrían circular directamente por el paso interior. Esto disminuiría considerablemente el flujo dentro de la glorieta, tal y como ocurre en la glorieta norte, soterrada ya en la actualidad y los problemas de congestión serían menores.

**Comparando los niveles de servicio en los distintos escenarios, se puede comprobar que los problemas de congestión se producen por la expansión del tráfico a lo largo de los años, y que son levemente peores en los escenarios en los que se ejecutan los nuevos desarrollos. Se puede concluir, por lo tanto, que la implantación del nuevo uso apenas produce impacto en el tráfico del entorno.**



## Anejo I. Fichas de estaciones de aforo



Figura 34. Ficha estación LE-192-1. Calzada 1

GOBIERNO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE FOMENTO		SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS		SECRETARÍA GENERAL DE CARRETERAS		INTENSIDADES HORARIAS MEDIAS EN LAS 24 HORAS DEL DIA MEDIO 2018																		
Estación: LE-192-1				Tipo de Datos: Validados Mensual																						
Dia: Laborables																										
Provincia:	LEON	Tipo:	PRIMARIA	Población:	VILLOBISPO																					
Carretera:	LE-20	PK:	146,75	Núm. Calzadas:	2	Conv. Carriles:	2+2																			
Calzada:	1	Porcentajes Horarios																								
Carril	Tipo	L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20	L21	L22	L23	IMD aprox
1	Ligeros	0,72	0,37	0,24	0,21	0,35	1,22	2,48	5,71	6,06	6,45	5,83	5,99	5,91	6,37	6,80	6,49	5,91	6,14	6,29	6,17	5,49	4,49	3,00	1,33	12.597
1	Pesados	0,26	0,26	0,13	0,13	0,39	1,04	2,09	4,30	7,17	8,34	7,82	8,08	8,21	6,91	5,35	7,04	7,04	6,91	6,13	4,04	2,87	1,96	2,74	0,78	767
1	Total	0,70	0,36	0,23	0,20	0,35	1,21	2,45	5,63	6,13	6,55	5,94	6,11	6,04	6,41	6,72	6,52	5,97	6,19	6,28	6,05	5,34	4,35	2,99	1,29	13.364
2	Ligeros	0,05	0,02	0,00	0,00	0,02	0,23	0,90	7,19	13,05	8,03	4,68	4,80	4,95	6,15	7,92	9,05	5,84	6,18	6,40	5,86	4,55	2,71	1,18	0,25	4.421
2	Pesados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,70	17,57	6,76	6,76	6,76	6,76	6,76	8,11	8,11	5,41	6,76	6,76	4,05	5,41	1,35	0,00	0,00	74
2	Total	0,04	0,02	0,00	0,00	0,02	0,22	0,89	7,12	13,13	8,01	4,72	4,83	4,98	6,16	7,92	9,03	5,83	6,18	6,41	5,83	4,56	2,69	1,16	0,24	4.495
Todos	Ligeros	0,55	0,28	0,18	0,15	0,26	0,96	2,07	6,09	7,88	6,86	5,53	5,68	5,66	6,32	7,09	7,16	5,89	6,15	6,32	6,09	5,24	4,03	2,53	1,05	17.018
Todos	Pesados	0,24	0,24	0,12	0,12	0,36	0,95	1,90	4,16	8,09	8,20	7,73	7,97	8,09	6,90	5,59	7,13	6,90	6,90	6,18	4,04	3,09	1,90	2,50	0,71	841
Todos	Total	0,53	0,27	0,17	0,15	0,27	0,96	2,06	6,00	7,89	6,92	5,63	5,78	5,77	6,34	7,02	7,16	5,94	6,19	6,31	5,99	5,14	3,93	2,53	1,03	17.859

El coeficiente de variación (%) es el cociente entre la desviación típica de los porcentajes horarios y la media de esos porcentajes en %.  $(\sigma/x)$

05/09/2019

Las IMDs de este informe son aproximadas, pues son las medias automáticas de los datos aforados que han pasado correctamente los procesos internos de validación. Los datos de IMD reales expandidos representativos correspondientes a la estación aparecen en el resto de las tablas.



Figura 35. Ficha estación LE-192-1. Calzada 2

GOBIERNO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE FOMENTO		SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS		DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS		INTENSIDADES HORARIAS MEDIAS EN LAS 24 HORAS DEL DIA MEDIO 2011																							
Estación: LE-192-1				Tipo de Datos: Validados Mensual		Día: Laborables																									
Provincia:	LEON	Tipo:	PRIMARIA	Población:	VILAOBISPO																										
Carretera:	LE-20	PK:	146,75	Núm. Calzadas:	2	Conv. Carriles:	2+2																								
Calzada:	2	Porcentajes Horarios																													
Carril	Tipo	L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20	L21	L22	L23	IMD aprox					
1	Ligeros	1,00	0,44	0,26	0,17	0,12	0,35	1,07	3,69	5,54	5,73	5,35	5,36	5,63	6,76	7,30	6,57	6,01	6,15	6,66	7,33	6,96	5,63	4,07	1,84	12.156					
1	Pesados	0,39	0,39	0,52	0,65	0,91	1,31	3,52	6,40	7,83	7,96	7,83	8,09	8,22	6,79	5,74	5,87	6,66	6,66	5,35	3,92	2,48	1,31	0,78	0,39	766					
1	Total	0,96	0,44	0,28	0,20	0,17	0,41	1,21	3,85	5,67	5,86	5,49	5,53	5,78	6,76	7,20	6,53	6,04	6,18	6,59	7,13	6,69	5,37	3,88	1,76	12.922					
2	Ligeros	0,27	0,11	0,04	0,02	0,02	0,06	0,32	3,46	6,03	5,88	5,02	5,33	5,65	7,86	8,77	6,83	6,09	6,43	7,57	8,83	7,65	4,66	2,49	0,63	4.745					
2	Pesados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,57	8,93	10,71	8,93	8,93	8,93	7,14	7,14	5,36	5,36	5,36	7,14	7,14	3,57	1,79	0,00	0,00	56					
2	Total	0,27	0,10	0,04	0,02	0,02	0,06	0,31	3,46	6,06	5,94	5,06	5,37	5,69	7,85	8,75	6,81	6,08	6,42	7,56	8,81	7,60	4,62	2,46	0,62	4.801					
Todos	Ligeros	0,79	0,35	0,20	0,13	0,09	0,27	0,86	3,63	5,67	5,77	5,25	5,35	5,63	7,07	7,71	6,64	6,03	6,23	6,92	7,75	7,15	5,35	3,63	1,50	16.901					
Todos	Pesados	0,36	0,36	0,49	0,61	0,85	1,22	3,28	6,20	7,91	8,15	7,91	8,15	8,27	6,81	5,84	5,84	6,57	6,57	5,47	4,14	2,55	1,34	0,73	0,36	822					
Todos	Total	0,77	0,35	0,21	0,15	0,13	0,32	0,97	3,75	5,78	5,88	5,38	5,48	5,76	7,06	7,62	6,61	6,05	6,25	6,85	7,58	6,94	5,17	3,49	1,45	17.723					

El coeficiente de variación (%) es el cociente entre la desviación típica de los porcentajes horarios y la media de esos porcentajes en %. (σ/x)

Las IMDs de este informe son aproximadas, pues son las medias automáticas de los datos aforados que han pasado correctamente los procesos internos de validación. Los datos de IMD reales expandidos representativos correspondientes a la estación aparecen en el resto de las tablas.

05/09/2019



## Anejo II. Aforo de Vehículos



Figura 36. Aforos glorieta 1. Intersección este. Imágenes obtenidas a partir de Google Earth y las imágenes recogidas por las cámaras.

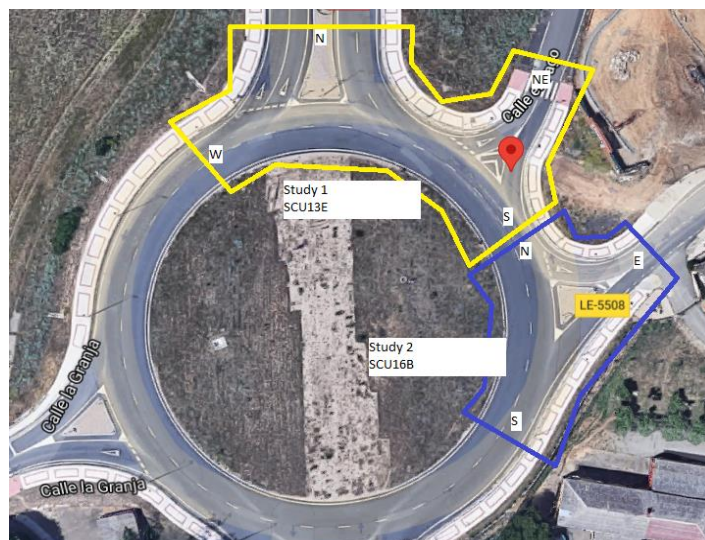


Tabla 29. Aforos glorieta 1. Intersección este.

Intersección este			
Totales			
Hora de comienzo	E- Calle Paradaseca Westbound	S- Viene de glorieta Northbound	
	Right	Right	Thru
	S-E	W-S	W-E
15:00	41	47	483
15:15	32	34	543
15:30	31	33	413
15:45	31	31	405
<b>Totales</b>	<b>135</b>	<b>145</b>	<b>1844</b>
8:00	34	10	287
8:15	34	9	379
8:30	51	17	388
8:45	56	22	422
<b>Totales</b>	<b>175</b>	<b>58</b>	<b>1476</b>





# Estudio de tráfico y movilidad del PP para la modificación de la ordenación detallada del Sector SUR-29 del PGOU de Villaquilambre (León)

Figura 37. Aforos glorieta 1. Intersección norte. Imágenes obtenidas a partir de Google Earth y las imágenes recogidas por las cámaras.



Tabla 30. Aforos glorieta 1. Intersección norte.

Intersección norte						
Totales						
Hora de comienzo	N-630 Southbound	NE- Calle el Vago Southwestbound		S- Viene de glorieta Northbound		
	Right	Hard Right	Bear Right	Bear Right	Thru	Left
	N-W	NE-N	NE-W	S-NE	S-N	S-W
15:00	397	1	4	22	342	160
15:15	387	3	8	20	372	176
15:30	290	3	7	18	323	106
15:45	327	1	7	16	312	113
<b>Totales</b>	<b>1401</b>	<b>8</b>	<b>26</b>	<b>76</b>	<b>1349</b>	<b>555</b>
8:00	361	2	11	6	230	81
8:15	403	0	24	6	296	110
8:30	367	0	37	6	296	125
8:45	376	2	38	6	310	126
<b>Totales</b>	<b>1507</b>	<b>4</b>	<b>110</b>	<b>24</b>	<b>1132</b>	<b>442</b>



Figura 38. Aforos glorieta 1. Intersección suroeste. Imágenes obtenidas a partir de Google Earth y las imágenes recogidas por las cámaras.

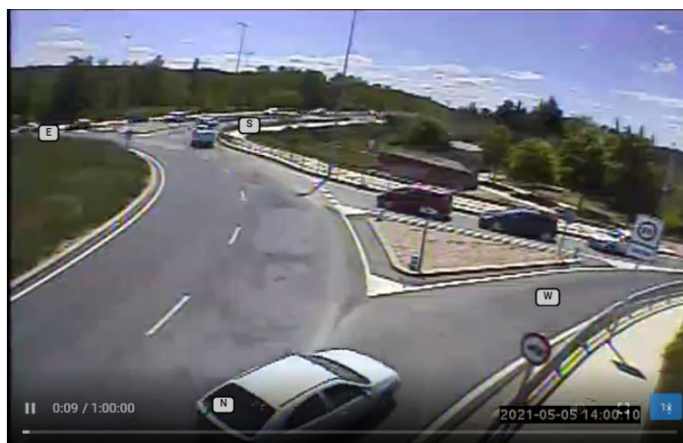
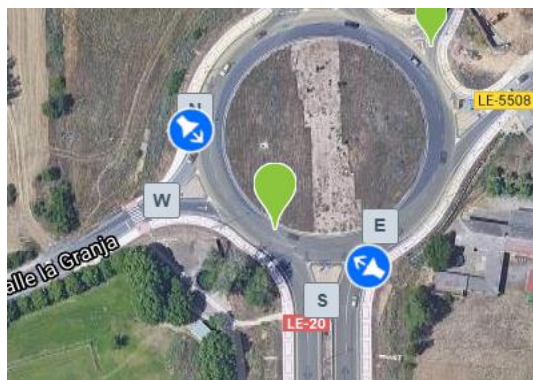


Tabla 31. Aforos glorieta 1. Intersección suroeste.

Intersección suroeste						
Totales						
Hora de comienzo	N- Viene de glorieta Southbound			S- N-630 Avda Fernández Ladreda Northbound	S- Calle Curtis Northbound	
	Right	Thru	Left	Right	Right	Thru
	N-W	N-S	N-E	S-E	W-S	W-E
15:00	167	372	14	487	68	26
15:15	180	368	22	528	74	24
15:30	114	276	9	408	86	22
15:45	123	318	9	397	69	24
<b>Totales</b>	<b>584</b>	<b>1334</b>	<b>54</b>	<b>1820</b>	<b>297</b>	<b>96</b>
8:00	89	331	9	274	115	14
8:15	139	396	5	358	89	19
8:30	150	407	4	370	102	15
8:45	145	413	4	409	95	16
<b>Totales</b>	<b>523</b>	<b>1547</b>	<b>22</b>	<b>1411</b>	<b>401</b>	<b>64</b>

Figura 39. Aforos glorieta 2. Intersección norte. Imágenes obtenidas a partir de Google Earth y las imágenes recogidas por las cámaras.



Tabla 32. Aforos glorieta 2. Intersección norte.

Intersección norte					
Totales					
Hora de comienzo	N- Calle Benigno González Southbound		E- Viene de glorieta Westbound		
	Right	Thru	Right	Thru	Left
	N-W	N-S	E-N	E-W	E-S
15:00	16	99	154	42	90
15:15	14	71	130	38	118
15:30	15	80	123	39	113
15:45	24	119	109	42	151
<b>Totales</b>	<b>69</b>	<b>369</b>	<b>516</b>	<b>161</b>	<b>472</b>
8:00	22	98	70	60	106
8:15	23	121	88	49	181
8:30	30	102	76	63	223
8:45	16	94	96	54	216
<b>Totales</b>	<b>91</b>	<b>415</b>	<b>330</b>	<b>226</b>	<b>726</b>



Figura 40. Aforos glorieta 2. Intersección oeste. Imágenes obtenidas a partir de Google Earth y las imágenes recogidas por las cámaras.



Tabla 33. Aforos glorieta 2. Intersección oeste.

Intersección oeste					
Totales					
Hora de comienzo	N- Viene de glorieta Southbound		W- Carretera Santander Eastbound		
	Right	Thru	Left	Right	Thru
	N-W	N-S	N-E	W-S	W-E
15:00	125	81	80	60	115
15:15	141	85	59	36	82
15:30	126	73	47	40	98
15:45	169	102	38	42	87
<b>Totales</b>	<b>561</b>	<b>341</b>	<b>224</b>	<b>178</b>	<b>382</b>
8:00	125	100	36	53	84
8:15	208	112	35	60	88
8:30	244	111	29	80	77
8:45	262	89	35	62	91
<b>Totales</b>	<b>839</b>	<b>412</b>	<b>135</b>	<b>255</b>	<b>340</b>



# Estudio de tráfico y movilidad del PP para la modificación de la ordenación detallada del Sector SUR-29 del PGOU de Villaquilambre (León)

Figura 41. Aforos glorieta 2. Intersección este. Imágenes obtenidas a partir de Google Earth y las imágenes recogidas por las cámaras.



Tabla 34. Aforos glorieta 2. Intersección este.

Intersección este					
Totales					
Hora de comienzo	E- Calle Real Westbound		S- Viene de Glorieta Northbound		
	Right	Thru	Right	Thru	Left
	E-N	E-W	S-E	S-N	S-W
15:00	5	76	103	2	209
15:15	2	81	100	4	206
15:30	0	80	79	7	188
15:45	1	97	79	6	205
<b>Totales</b>	<b>8</b>	<b>334</b>	<b>361</b>	<b>19</b>	<b>808</b>
8:00	3	106	48	6	128
8:15	0	137	51	8	186
8:30	3	202	58	7	156
8:45	3	148	65	7	217
<b>Totales</b>	<b>9</b>	<b>593</b>	<b>222</b>	<b>28</b>	<b>687</b>



## Estudio de tráfico y movilidad del PP para la modificación de la ordenación detallada del Sector SUR-29 del PGOU de Villaquilambre (León)

Figura 42. Troncal norte. Imágenes obtenidas a partir de Google Earth y las imágenes recogidas por las cámaras.



Tabla 35. Troncal norte.

Hora de comienzo	Lane 1	Lane 2	Lane 1	Lane 2
	Southbound	Southbound	Northbound	Northbound
	Incorporación a glorieta	Troncal	Incorporación desde glorieta	Troncal
15:00	105	244	57	219
15:15	85	242	53	212
15:30	57	178	56	184
15:45	44	172	63	140
<b>Totales</b>	<b>291</b>	<b>836</b>	<b>229</b>	<b>755</b>
8:00	51	242	82	166
8:15	44	263	74	180
8:30	61	223	92	177
8:45	66	212	72	189
<b>Totales</b>	<b>222</b>	<b>940</b>	<b>320</b>	<b>712</b>



### Anejo III. Matrices





Tabla 36. Matriz situación actual HPM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	301	275	580	99	4	68	36	58	1420
2	375	0	0	101	0	0	0	0	0	476
3	227	0	0	148	124	5	85	0	0	590
4	670	229	154	0	49	1	25	1	2	1130
5	183	0	187	93	0	1	46	0	0	510
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	224	0	228	78	56	12	0	0	0	598
8	101	0	0	5	0	0	0	0	0	106
9	157	0	0	20	0	0	0	0	0	177
	1936	531	844	1024	328	24	224	36	60	5007

Tabla 37. Matriz situación actual HPT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	402	238	627	202	6	149	76	131	1831
2	279	0	0	126	0	0	0	0	0	406
3	206	0	0	121	144	1	90	0	0	562
4	635	197	114	0	112	0	63	4	16	1141
5	181	0	121	69	0	0	67	0	0	438
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	147	0	86	40	56	10	0	0	0	339
8	37	0	0	0	0	0	0	0	0	37
9	133	0	0	6	0	0	0	0	0	139
	1618	600	559	989	515	18	368	80	146	4893



Tabla 38. Matriz E1A HPM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	305	279	588	100	4	69	36	59	1440
2	380	0	0	103	0	0	0	0	0	483
3	230	0	0	150	126	6	86	0	0	598
4	679	232	156	0	50	1	26	1	2	1146
5	186	0	190	94	0	1	47	0	0	518
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	227	0	231	79	57	12	0	0	0	607
8	103	0	0	5	0	0	0	0	0	108
9	159	0	0	20	0	0	0	0	0	179
	1964	538	856	1039	333	24	227	37	61	5080

Tabla 39. Matriz E1A HPT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	408	241	636	205	6	151	77	133	1858
2	283	0	0	128	0	0	0	0	0	411
3	209	0	0	123	147	1	91	0	0	570
4	644	200	116	0	114	0	64	4	16	1158
5	184	0	123	70	0	0	68	0	0	444
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	149	0	87	41	57	10	0	0	0	344
8	37	0	0	0	0	0	0	0	0	38
9	135	0	0	6	0	0	0	0	0	141
	1642	608	567	1003	522	18	374	81	149	4963



Tabla 40. Matriz E2A HPM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	310	283	597	102	4	70	37	60	1461
2	385	0	0	104	0	0	0	0	0	490
3	234	0	0	152	128	6	87	0	0	607
4	689	236	158	0	50	1	26	1	2	1163
5	189	0	193	95	0	1	47	0	0	525
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	230	0	235	80	58	13	0	0	0	616
8	104	0	0	5	0	0	0	0	0	109
9	161	0	0	21	0	0	0	0	0	182
	1993	546	869	1054	338	24	231	37	61	5153

Tabla 41. Matriz E2A HPT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	414	245	645	208	6	154	79	134	1884
2	287	0	0	130	0	0	0	0	0	417
3	212	0	0	124	149	1	92	0	0	578
4	654	203	117	0	115	0	65	4	16	1174
5	186	0	124	71	0	0	69	0	0	450
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	151	0	89	41	57	10	0	0	0	349
8	38	0	0	0	0	0	0	0	0	38
9	137	0	0	6	0	0	0	0	0	143
	1665	617	575	1017	530	18	379	82	151	5035



Tabla 42. Matriz E3A HPM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	319	291	614	105	4	72	38	61	1504
2	397	0	0	107	0	0	0	0	0	504
3	240	0	0	156	132	6	90	0	0	624
4	709	243	163	0	52	1	27	1	2	1197
5	194	0	198	98	0	1	49	0	0	540
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	237	0	241	82	60	13	0	0	0	634
8	107	0	0	5	0	0	0	0	0	112
9	166	0	0	21	0	0	0	0	0	187
	2050	562	894	1084	348	25	237	38	63	5302

Tabla 43. Matriz E3A HPT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	426	252	664	214	6	158	81	138	1939
2	296	0	0	134	0	0	0	0	0	429
3	218	0	0	128	153	1	95	0	0	595
4	673	208	121	0	119	0	67	4	17	1208
5	192	0	128	73	0	0	70	0	0	463
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	155	0	91	42	59	11	0	0	0	359
8	39	0	0	0	0	0	0	0	0	39
9	141	0	0	6	0	0	0	0	0	147
	1714	635	592	1047	545	19	390	85	155	5181



Tabla 44. Matriz E4A HPM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	342	313	659	113	5	77	41	66	1615
2	426	0	0	115	0	0	0	0	0	542
3	258	0	0	168	141	6	97	0	0	671
4	762	261	175	0	56	1	29	1	2	1285
5	208	0	213	105	0	1	52	0	0	580
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	255	0	259	88	64	14	0	0	0	681
8	115	0	0	5	0	0	0	0	0	121
9	178	0	0	23	0	0	0	0	0	201
	2202	604	960	1165	374	27	255	41	68	5695

Tabla 45. Matriz E4A HPT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	457	270	713	230	7	170	87	149	2083
2	318	0	0	144	0	0	0	0	0	461
3	234	0	0	137	164	1	102	0	0	639
4	722	224	130	0	128	1	72	4	18	1298
5	206	0	137	78	0	0	76	0	0	498
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	167	0	98	45	63	12	0	0	0	385
8	42	0	0	0	0	0	0	0	0	42
9	152	0	0	7	0	0	0	0	0	158
	1841	682	636	1124	586	20	419	91	167	5565



Tabla 46. Matriz E1B HPM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	305	279	588	100	4	69	36	59	1	1441
2	380	0	0	103	0	0	0	0	0	0	483
3	230	0	0	150	126	6	86	0	0	1	600
4	679	232	156	0	50	1	26	1	2	1	1147
5	186	0	190	94	0	1	47	0	0	1	519
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	227	0	231	79	57	12	0	0	0	0	607
8	103	0	0	5	0	0	0	0	0	0	108
9	159	0	0	20	0	0	0	0	0	0	179
10	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	5
	1965	539	858	1040	334	24	227	37	61	5	5089

Tabla 47. Matriz E1B HPT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	408	241	636	205	6	151	77	133	1	1859
2	283	0	0	128	0	0	0	0	0	0	412
3	209	0	0	123	147	1	91	0	0	1	572
4	644	200	116	0	114	0	64	4	16	1	1159
5	184	0	123	70	0	0	68	0	0	1	445
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	149	0	87	41	57	10	0	0	0	0	344
8	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
9	135	0	0	6	0	0	0	0	0	0	141
10	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	5
	1643	609	568	1004	523	18	374	81	149	5	4973



Tabla 48. Matriz E2B HPM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	0	310	283	597	102	4	70	37	60	1	1	1463
2	385	0	0	104	0	0	0	0	0	0	0	491
3	234	0	0	152	128	6	87	0	0	1	1	609
4	689	236	158	0	50	1	26	1	2	1	1	1165
5	189	0	193	95	0	1	47	0	0	1	1	527
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	230	0	235	80	58	13	0	0	0	0	0	616
8	104	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	109
9	161	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	182
10	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	5
11	3	2	9	5	4	0	0	0	1	0	0	24
	1997	549	879	1059	343	24	231	37	63	5	4	5190

Tabla 49. Matriz E2B HPT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	0	414	245	645	208	6	154	79	134	1	2	1888
2	287	0	0	130	0	0	0	0	0	0	2	420
3	212	0	0	124	149	1	92	0	0	1	7	587
4	654	203	117	0	115	0	65	4	16	1	4	1180
5	186	0	124	71	0	0	69	0	0	1	3	454
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	151	0	89	41	57	10	0	0	0	0	0	349
8	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
9	137	0	0	6	0	0	0	0	0	0	1	144
10	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	5
11	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	5
	1667	618	578	1019	531	18	379	82	151	5	20	5069



Tabla 50. Matriz E3B HPM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	0	319	291	614	105	4	72	38	61	1	1	30	1536
2	397	0	0	107	0	0	0	0	0	0	0	28	532
3	240	0	0	156	132	6	90	0	0	1	1	110	737
4	709	243	163	0	52	1	27	1	2	1	1	60	1259
5	194	0	198	98	0	1	49	0	0	1	1	43	585
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	237	0	241	82	60	13	0	0	0	0	0	0	634
8	107	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	112
9	166	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	11	198
10	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
11	3	2	9	5	4	0	0	0	1	0	0	0	24
12	41	26	103	54	45	0	0	0	11	0	0	0	281
	2096	590	1007	1144	398	25	237	38	76	5	4	283	5903

Tabla 51. Matriz E3B HPT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	0	426	252	664	214	6	158	81	138	1	2	32	1974
2	296	0	0	134	0	0	0	0	0	0	2	26	458
3	218	0	0	128	153	1	95	0	0	1	7	105	709
4	673	208	121	0	119	0	67	4	17	1	4	62	1275
5	192	0	128	73	0	0	70	0	0	1	3	44	511
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	155	0	91	42	59	11	0	0	0	0	0	0	359
8	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
9	141	0	0	6	0	0	0	0	0	0	1	11	159
10	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
11	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
12	41	25	101	53	45	0	0	0	11	0	0	0	276
	1756	661	696	1102	592	19	390	85	167	5	20	279	5771





Estudio de tráfico y movilidad del PP para la modificación de la ordenación detallada del Sector SUR-29 del PGOU de Villaquilambre (León)

Tabla 52. Matriz E4B HPM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	0	342	313	659	113	5	77	41	66	1	1	30	1	1	1	1	1651
2	426	0	0	115	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	571
3	258	0	0	168	141	6	97	0	0	1	1	110	1	1	1	1	787
4	762	261	175	0	56	1	29	1	2	1	1	60	1	1	1	1	1352
5	208	0	213	105	0	1	52	0	0	1	1	43	1	1	1	1	629
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	255	0	259	88	64	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	681
8	115	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121
9	178	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	213
10	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
11	3	2	9	5	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	24
12	41	26	103	54	45	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	281
13	4	3	10	6	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	29
14	7	4	18	9	8	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	48
15	3	2	8	4	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	23
16	8	5	19	10	8	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	52
	2271	646	1128	1253	448	27	255	41	87	5	4	283	4	4	4	4	6464



Estudio de tráfico y movilidad del PP para la modificación de la ordenación detallada del Sector SUR-29 del PGOU de Villaquilambre (León)

Tabla 53. Matriz E4B HPT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	0	457	270	713	230	7	170	87	149	1	2	32	4	2	5	3	2132
2	318	0	0	144	0	0	0	0	0	0	2	26	4	2	4	2	502
3	234	0	0	137	164	1	102	0	0	1	7	105	16	7	17	9	802
4	722	224	130	0	128	1	72	4	18	1	4	62	9	4	9	5	1392
5	206	0	137	78	0	0	76	0	0	1	3	44	6	3	7	4	565
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	167	0	98	45	63	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	385
8	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
9	152	0	0	7	0	0	0	0	0	0	1	11	2	1	2	1	175
10	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
11	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
12	41	25	101	53	45	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	276
13	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
14	1	1	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
15	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
16	2	1	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	1889	711	752	1186	637	20	419	91	179	5	20	279	40	19	43	24	6314

Tabla 54. Matriz E1A LP HPM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	406	371	783	134	5	92	48	78	1917
2	506	0	1	137	0	0	0	0	0	643
3	307	0	0	199	168	7	115	0	0	796
4	904	309	208	0	66	1	34	1	2	1526
5	247	0	253	125	0	2	62	0	0	689
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	302	0	308	105	76	16	0	0	0	808
8	137	0	0	6	0	0	0	0	0	143
9	211	0	0	27	0	0	0	0	0	239
	2615	717	1140	1383	443	32	303	49	81	6761



Tabla 55. Matriz E1A LP HPT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	543	321	846	273	8	202	103	176	2473
2	377	0	0	170	0	0	0	0	0	548
3	278	0	0	163	195	1	121	0	0	759
4	858	266	154	0	151	1	85	5	21	1541
5	244	0	163	93	0	0	90	0	0	591
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	198	0	116	54	75	14	0	0	0	457
8	50	0	0	0	0	0	0	0	0	50
9	180	0	0	8	0	0	0	0	0	188
	2185	810	755	1335	695	24	497	108	198	6606

Tabla 56. Matriz E2A LP HPM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	412	377	794	136	5	93	49	80	1945
2	513	0	1	139	0	0	0	0	0	652
3	311	0	0	202	170	7	116	0	0	808
4	917	314	211	0	67	1	35	1	2	1548
5	251	0	256	127	0	2	63	0	0	699
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	307	0	312	107	77	17	0	0	0	820
8	139	0	0	7	0	0	0	0	0	145
9	215	0	0	27	0	0	0	0	0	242
	2652	727	1156	1402	450	32	307	50	82	6858



Tabla 57. Matriz E2A LP HPT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	551	326	858	277	8	204	104	179	2508
2	382	0	0	173	0	0	0	0	0	555
3	282	0	0	166	198	1	123	0	0	770
4	870	270	156	0	154	1	86	5	22	1563
5	248	0	166	94	0	0	91	0	0	599
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	201	0	118	55	76	14	0	0	0	464
8	51	0	0	0	0	0	0	0	0	51
9	182	0	0	8	0	0	0	0	0	191
	2217	821	766	1354	705	25	505	109	201	6702

Tabla 58. Matriz E3A LP HPM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	424	387	817	140	6	96	50	82	2001
2	528	0	1	143	0	0	0	0	0	671
3	320	0	0	208	175	8	120	0	0	831
4	944	323	217	0	69	1	36	1	2	1593
5	258	0	264	131	0	2	65	0	0	719
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	316	0	321	110	79	17	0	0	0	843
8	143	0	0	7	0	0	0	0	0	149
9	221	0	0	28	0	0	0	0	0	249
	2729	748	1190	1443	463	33	316	51	84	7057



Tabla 59. Matriz E3A LP HPT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	567	335	883	285	9	210	108	184	2581
2	394	0	0	178	0	0	0	0	0	572
3	290	0	0	170	204	1	126	0	0	792
4	895	277	161	0	158	1	89	5	22	1608
5	255	0	170	97	0	0	94	0	0	617
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	207	0	121	56	79	14	0	0	0	478
8	52	0	0	0	0	0	0	0	0	52
9	188	0	0	8	0	0	0	0	0	196
	2281	845	788	1393	726	25	519	113	206	6896

Tabla 60. Matriz E4A LP HPM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	455	416	878	150	6	103	54	88	2150
2	567	0	1	153	0	0	0	0	0	721
3	344	1	0	224	188	8	128	0	0	893
4	1014	347	233	0	74	1	39	1	3	1711
5	277	0	283	140	0	2	70	0	0	773
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	339	0	345	118	85	18	0	0	0	906
8	153	0	0	7	0	0	0	0	0	161
9	237	0	0	30	0	0	0	0	0	267
	2931	803	1278	1550	497	36	339	55	90	7580



Tabla 61. Matriz E4A LP HPT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0	609	360	949	306	9	226	115	198	2772
2	423	0	0	191	0	0	0	0	0	614
3	312	0	0	183	219	1	136	0	0	851
4	962	298	173	0	170	1	95	5	24	1727
5	274	0	183	104	0	1	101	0	0	662
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	222	0	130	61	84	15	0	0	0	513
8	56	0	0	0	0	0	0	0	0	56
9	202	0	0	9	0	0	0	0	0	211
	2450	908	846	1497	779	27	558	121	222	7407

Tabla 62. Matriz E1B LP HPM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	406	371	783	134	5	92	48	78	1	1918
2	506	0									643
3	307	0	0	199	168	7	115	0	0	1	798
4	904	309	208	0	66	1	34	1	2	1	1527
5	247	0	253	125	0	2	62	0	0	1	690
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	302	0	308	105	76	16	0	0	0	0	808
8	137	0	0	6	0	0	0	0	0	0	143
9	211	0	0	27	0	0	0	0	0	0	239
10	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	5
	2616	717	1141	1384	444	32	303	49	81	5	6771



Tabla 63. Matriz E1B LP HPT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	543	321	846	273	8	202	103	176	1	2474
2	377	0	0	170	0	0	0	0	0	0	548
3	278	0	0	163	195	1	121	0	0	1	760
4	858	266	154	0	151	1	85	5	21	1	1542
5	244	0	163	93	0	0	90	0	0	1	592
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	198	0	116	54	75	14	0	0	0	0	457
8	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
9	180	0	0	8	0	0	0	0	0	0	188
10	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	5
	2186	810	756	1336	696	24	497	108	198	5	6616

Tabla 64. Matriz E2B LP HPM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	0	412	377	794	136	5	93	49	80	1	1	1947
2	513	0	1	139	0	0	0	0	0	0	0	653
3	311	0	0	202	170	7	116	0	0	1	1	810
4	917	314	211	0	67	1	35	1	2	1	1	1550
5	251	0	256	127	0	2	63	0	0	1	1	701
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	307	0	312	107	77	17	0	0	0	0	0	820
8	139	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	145
9	215	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	242
10	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	5
11	3	2	9	5	4	0	0	0	1	0	0	24
	2657	729	1166	1408	454	32	307	50	83	5	4	6896



Tabla 65. Matriz E2B LP HPT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	0	551	326	858	277	8	204	104	179	1	2	2511
2	382	0	0	173	0	0	0	0	0	0	2	558
3	282	0	0	166	198	1	123	0	0	1	7	779
4	870	270	156	0	154	1	86	5	22	1	4	1568
5	248	0	166	94	0	0	91	0	0	1	3	603
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	201	0	118	55	76	14	0	0	0	0	0	464
8	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51
9	182	0	0	8	0	0	0	0	0	0	1	192
10	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	5
11	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	5
	2219	822	769	1356	707	25	505	109	201	5	20	6736

Tabla 66. Matriz E3B LP HPM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	0	319	291	614	105	4	72	38	61	1	1	30	1536
2	397	0	0	107	0	0	0	0	0	0	0	28	532
3	240	0	0	156	132	6	90	0	0	1	1	110	737
4	709	243	163	0	52	1	27	1	2	1	1	60	1259
5	194	0	198	98	0	1	49	0	0	1	1	43	585
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	237	0	241	82	60	13	0	0	0	0	0	0	634
8	107	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	112
9	166	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	11	198
10	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
11	3	2	9	5	4	0	0	0	1	0	0	0	24
12	41	26	103	54	45	0	0	0	11	0	0	0	281
	2096	590	1007	1144	398	25	237	38	76	5	4	283	5903





## Estudio de tráfico y movilidad del PP para la modificación de la ordenación detallada del Sector SUR-29 del PGOU de Villaquilambre (León)

Tabla 67. Matriz E3B LP HPT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	0	567	335	883	285	9	210	108	184	1	2	32	2616
2	394	0	0	178	0	0	0	0	0	0	2	46	620
3	290	0	0	170	204	1	126	0	0	1	7	85	886
4	895	277	161	0	158	1	89	5	22	1	4	62	1675
5	255	0	170	97	0	0	94	0	0	1	3	44	664
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	207	0	121	56	79	14	0	0	0	0	0	0	478
8	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
9	188	0	0	8	0	0	0	0	0	0	1	11	208
10	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
11	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
12	41	44	82	53	45	0	0	0	11	0	0	0	276
	2324	890	873	1449	772	25	519	113	218	5	20	279	7486

Tabla 68. Matriz E4B LP HPM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	0	455	416	878	150	6	103	54	88	1	1	30	1	1	1	1	2186
2	567	0	1	153	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	750
3	344	1	0	224	188	8	128	0	0	1	1	110	1	1	1	1	1009
4	1014	347	233	0	74	1	39	1	3	1	1	60	1	1	1	1	1777
5	277	0	283	140	0	2	70	0	0	1	1	43	1	1	1	1	821
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	339	0	345	118	85	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	906
8	153	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	161
9	237	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	280
10	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
11	3	2	9	5	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	24
12	41	26	103	54	45	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	281
13	4	3	10	6	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	29
14	7	4	18	9	8	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	48
15	3	2	8	4	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	23
16	8	5	19	10	8	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	52
	3000	845	1446	1639	572	36	339	55	109	5	4	283	4	4	4	4	8349



Estudio de tráfico y movilidad del PP para la modificación de la ordenación detallada del Sector SUR-29 del PGOU de Villaquilambre (León)

Tabla 69. Matriz E4B LP HPT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	0	609	360	949	306	9	226	115	198	1	2	32	4	2	5	3	2821
2	423	0	0	191	0	0	0	0	0	0	2	26	4	2	4	2	655
3	312	0	0	183	219	1	136	0	0	1	7	105	16	7	17	9	1014
4	962	298	173	0	170	1	95	5	24	1	4	62	9	4	9	5	1821
5	274	0	183	104	0	1	101	0	0	1	3	44	6	3	7	4	730
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	222	0	130	61	84	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	513
8	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
9	202	0	0	9	0	0	0	0	0	0	1	11	2	1	2	1	228
10	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
11	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
12	41	25	101	53	45	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	276
13	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
14	1	1	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
15	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
16	2	1	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	2498	937	962	1558	831	27	558	121	234	5	20	279	40	19	43	24	8156



## Anejo IV. Tráficos asignados



Figura 43. Asignación del tráfico. Escenario 0 - situación actual. HPM

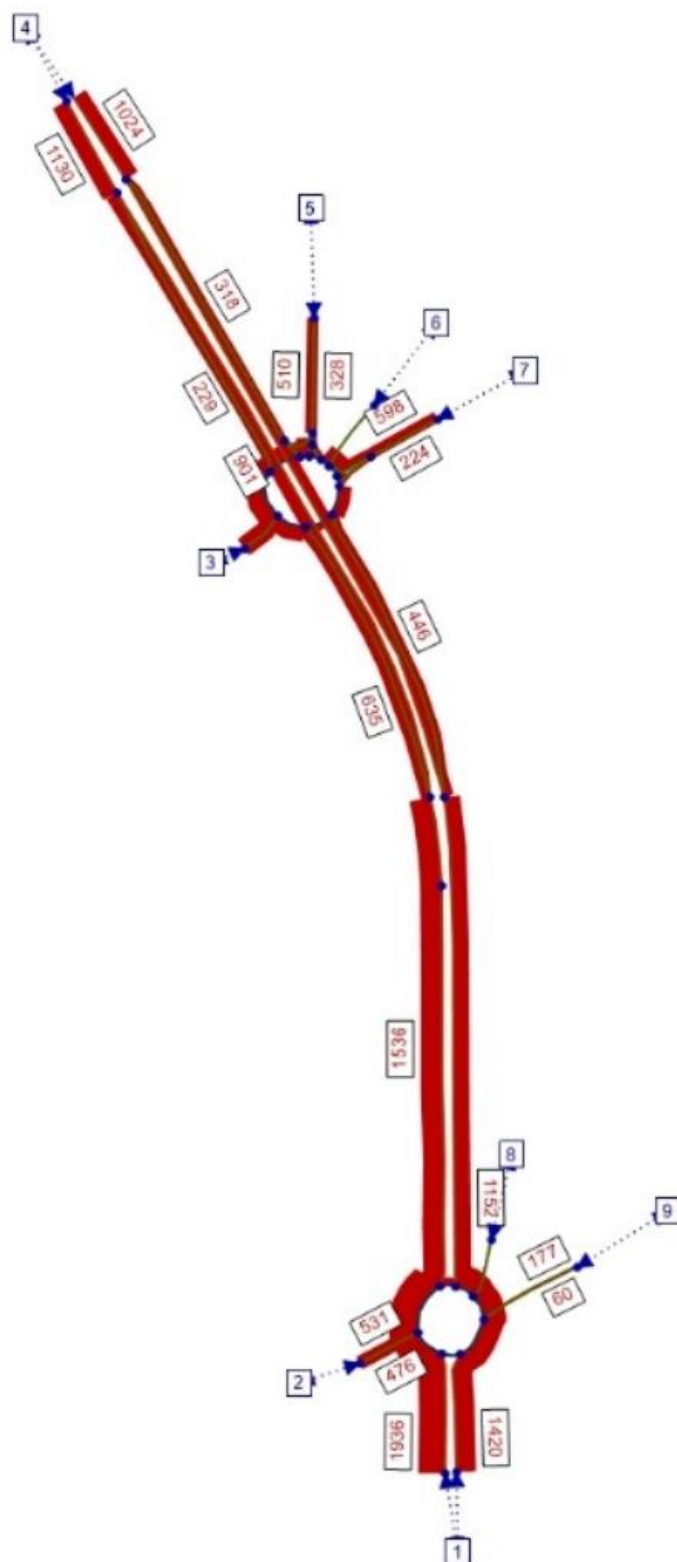


Figura 44. Asignación del tráfico. Escenario 0 - situación actual. HPT

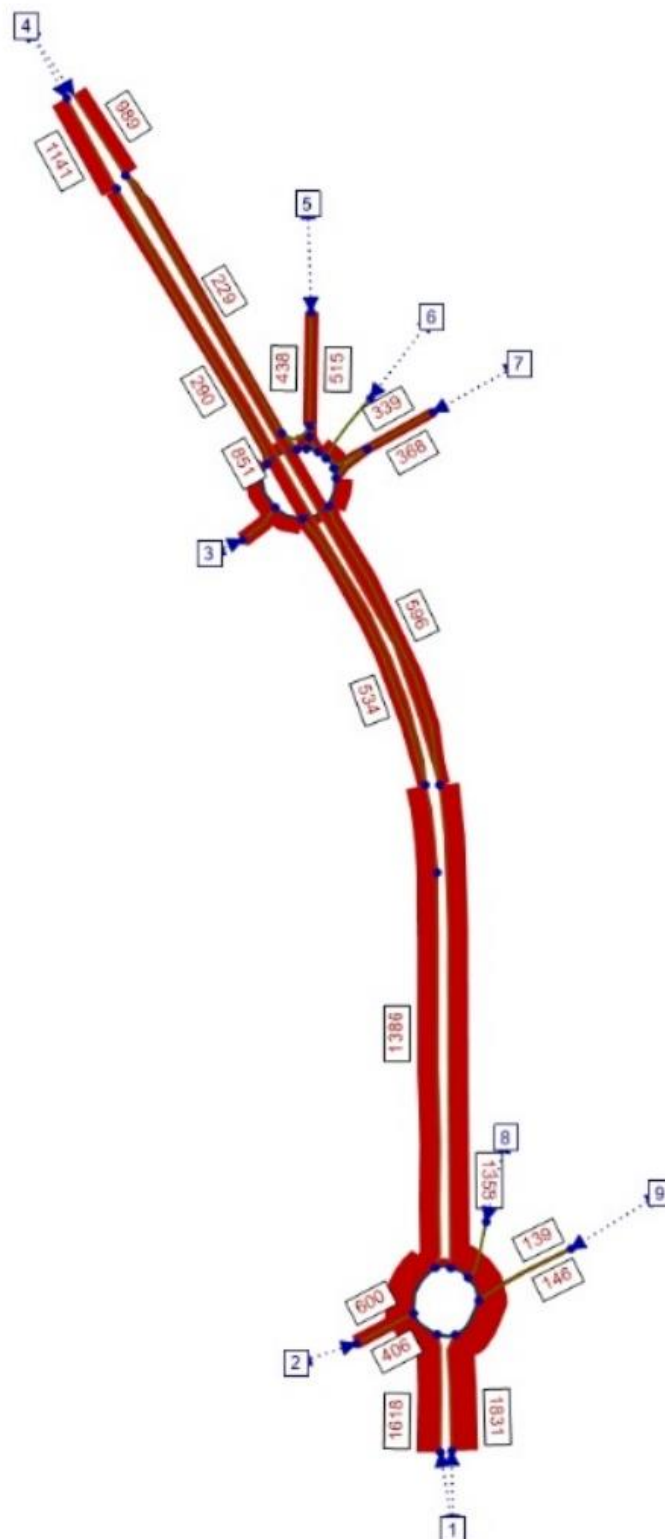


Figura 45. Asignación del tráfico. Escenario 1A. HPM

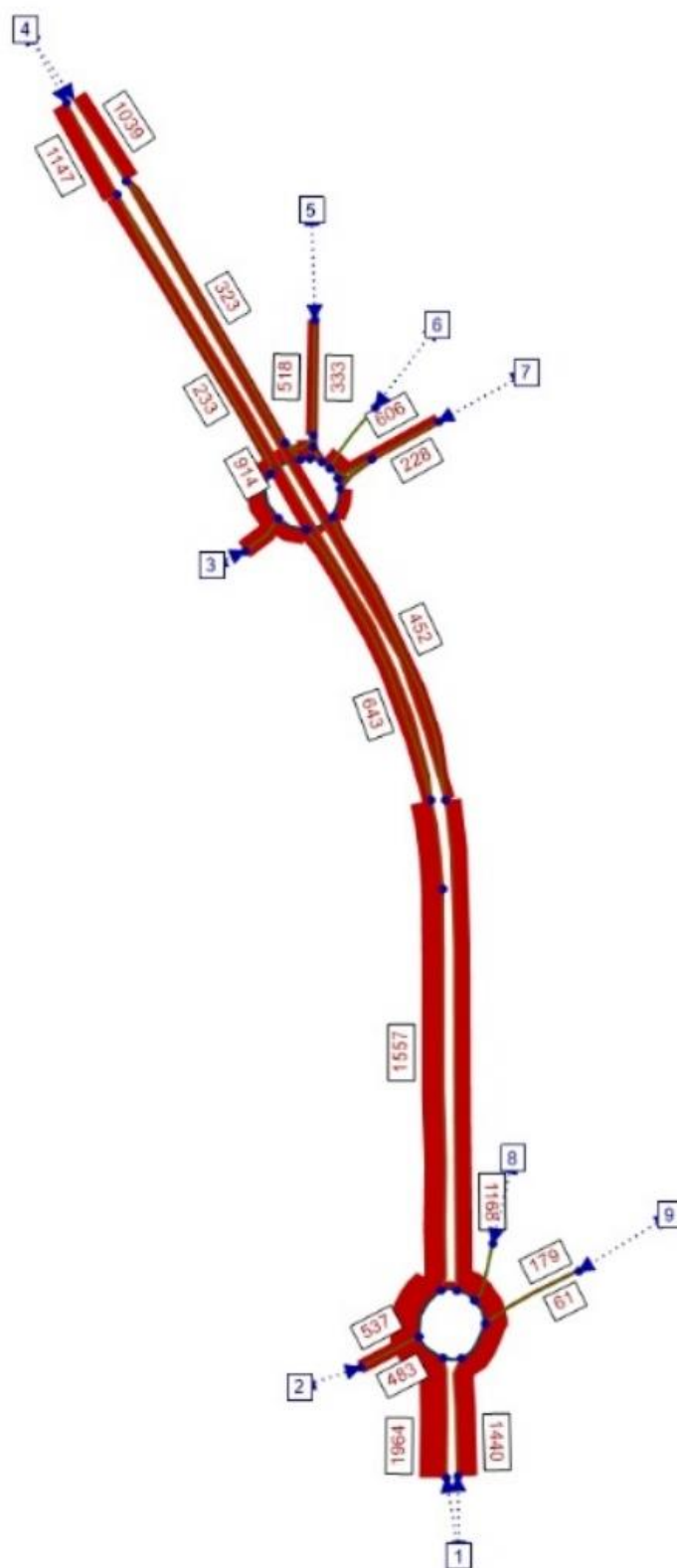


Figura 46. Asignación del tráfico. Escenario 1A. HPT

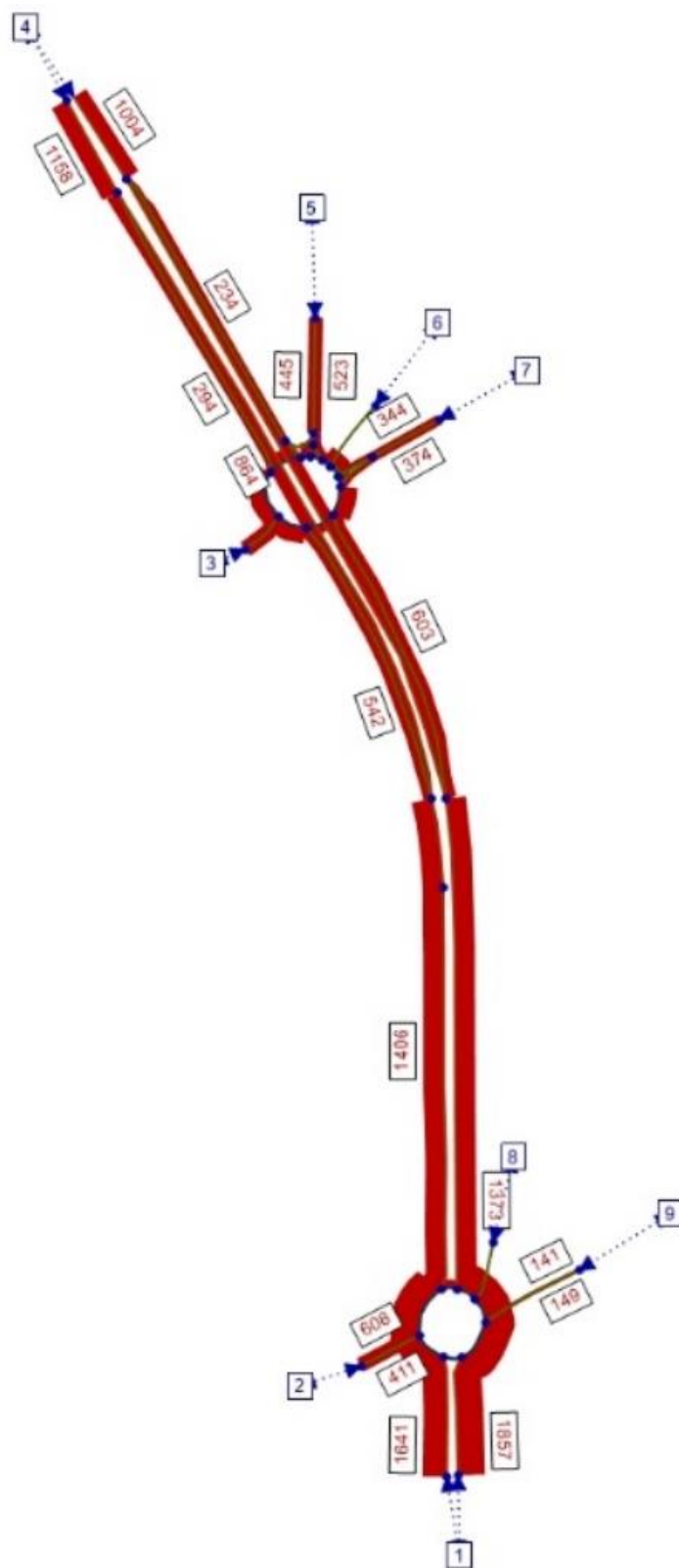


Figura 47. Asignación del tráfico. Escenario 1B. HPM

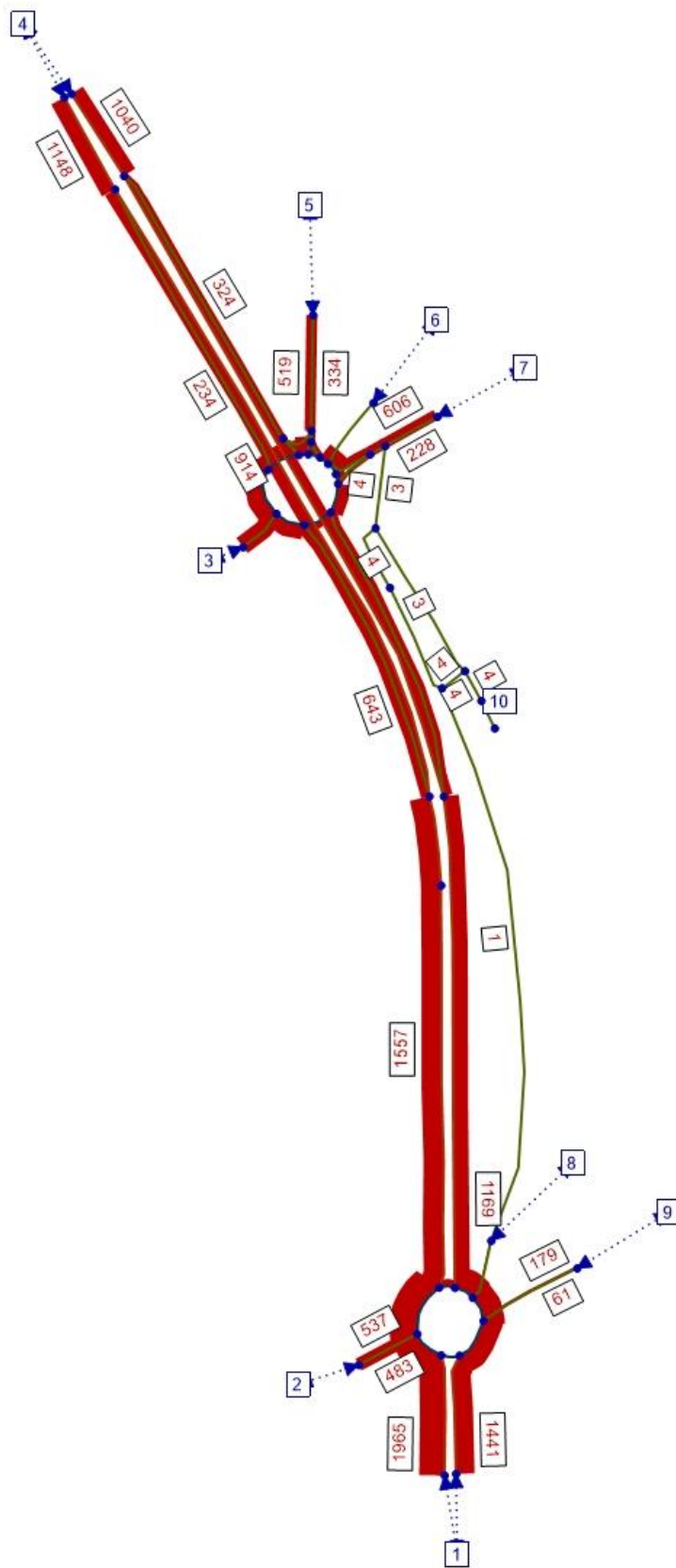




Figura 48. Asignación del tráfico. Escenario 1B. HPT

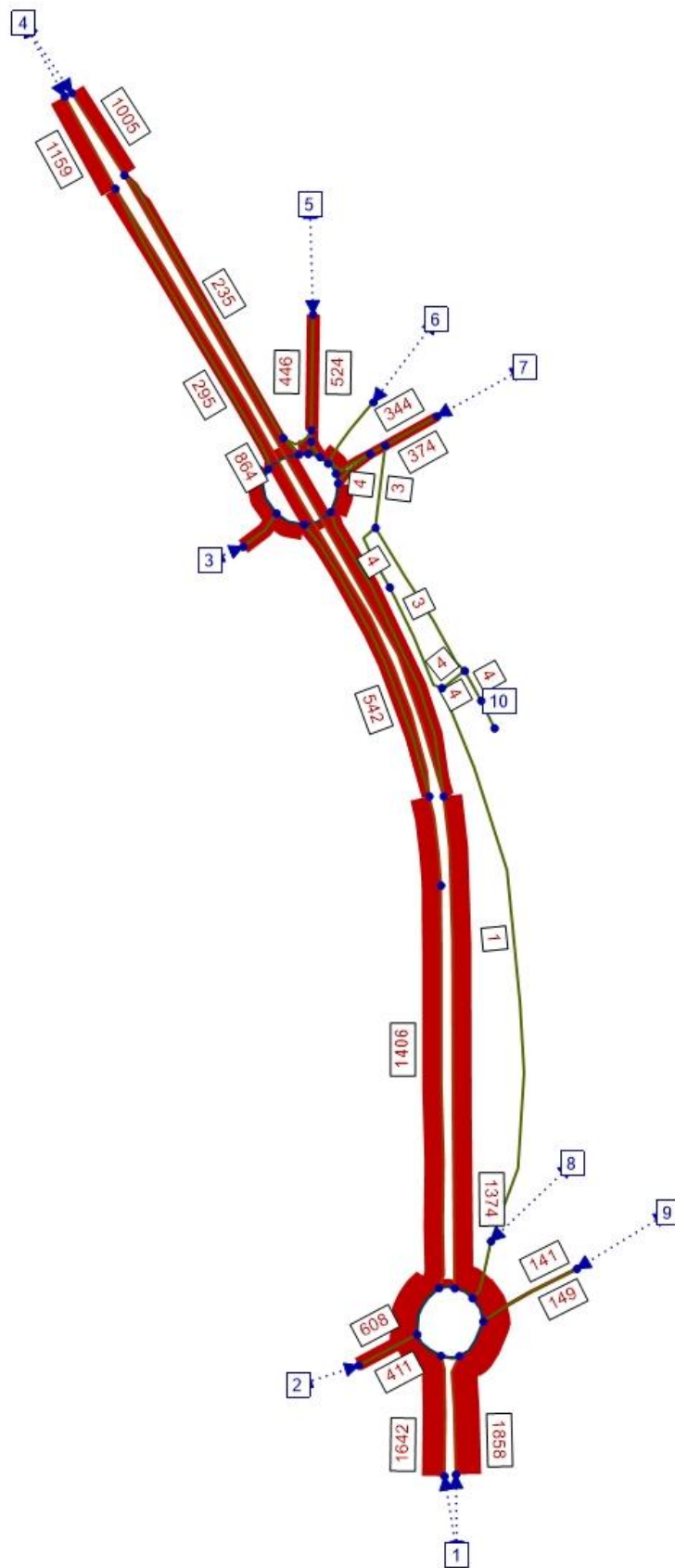


Figura 49. Asignación del tráfico. Escenario 2A. HPM

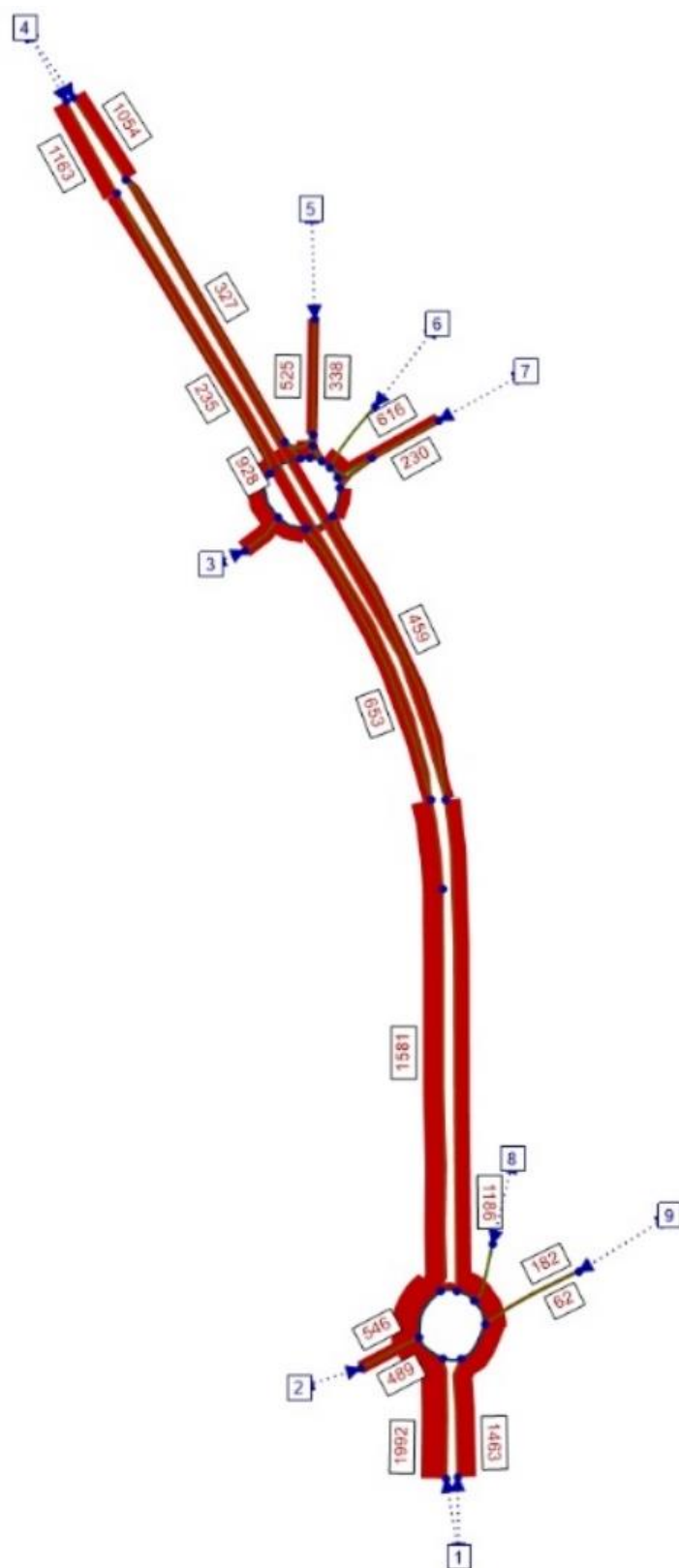


Figura 50. Asignación del tráfico. Escenario 2A. HPT

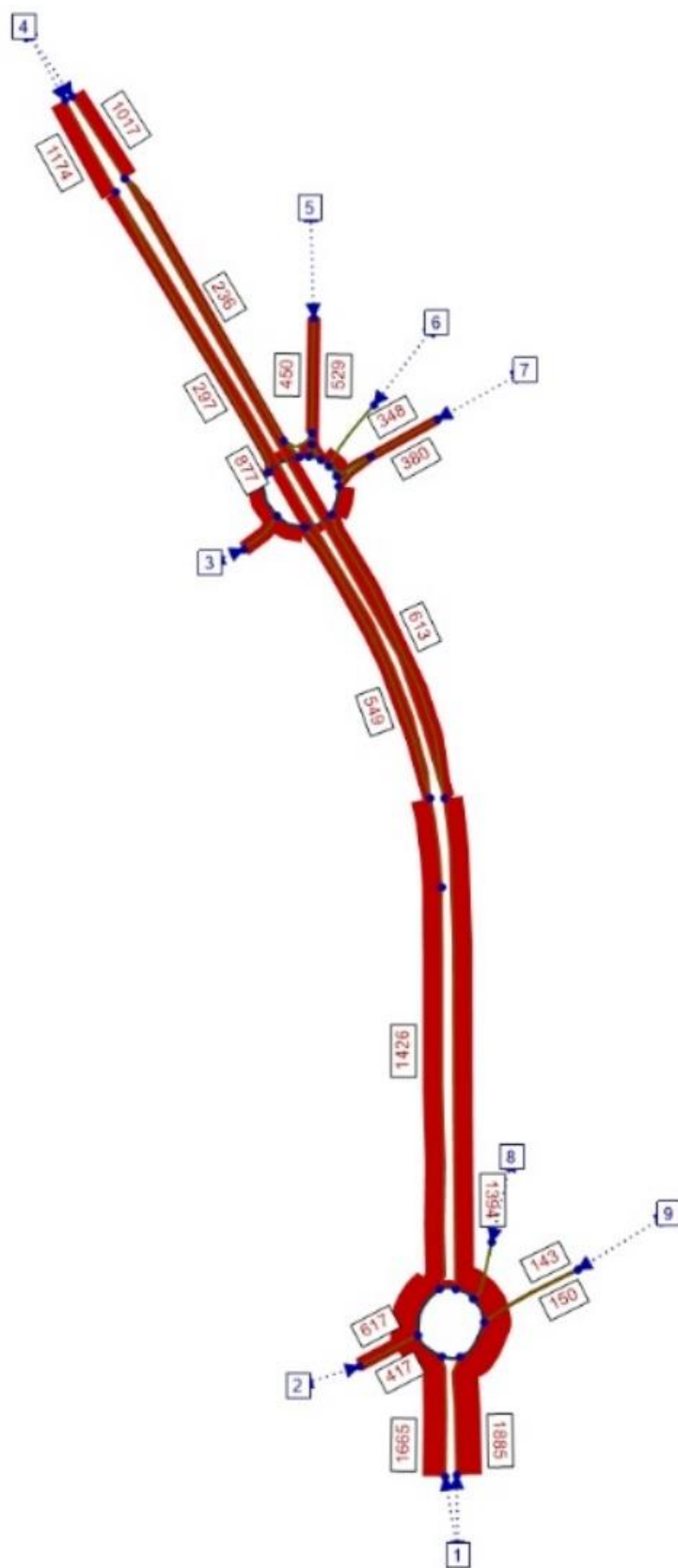


Figura 51. Asignación del tráfico. Escenario 2B. HPM

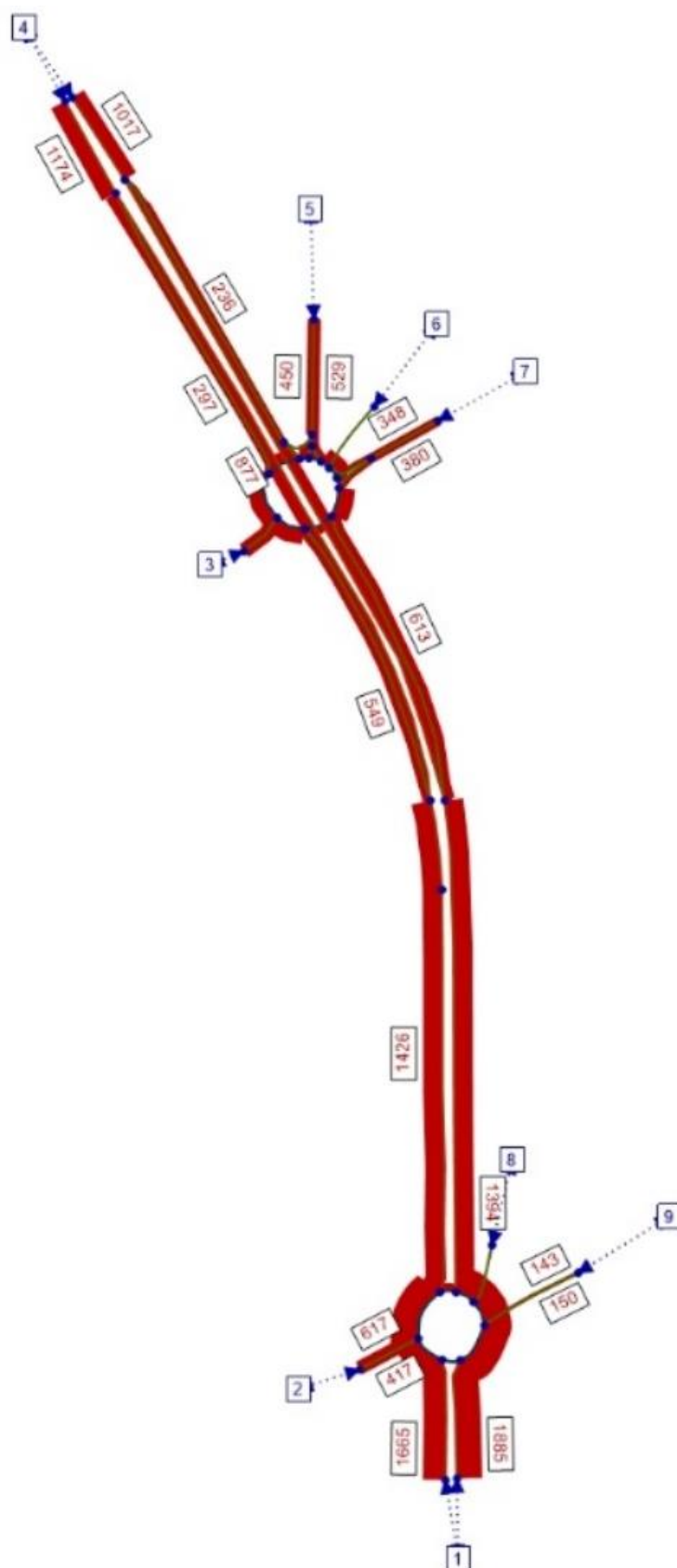


Figura 52. Asignación del tráfico. Escenario 2B. HPT

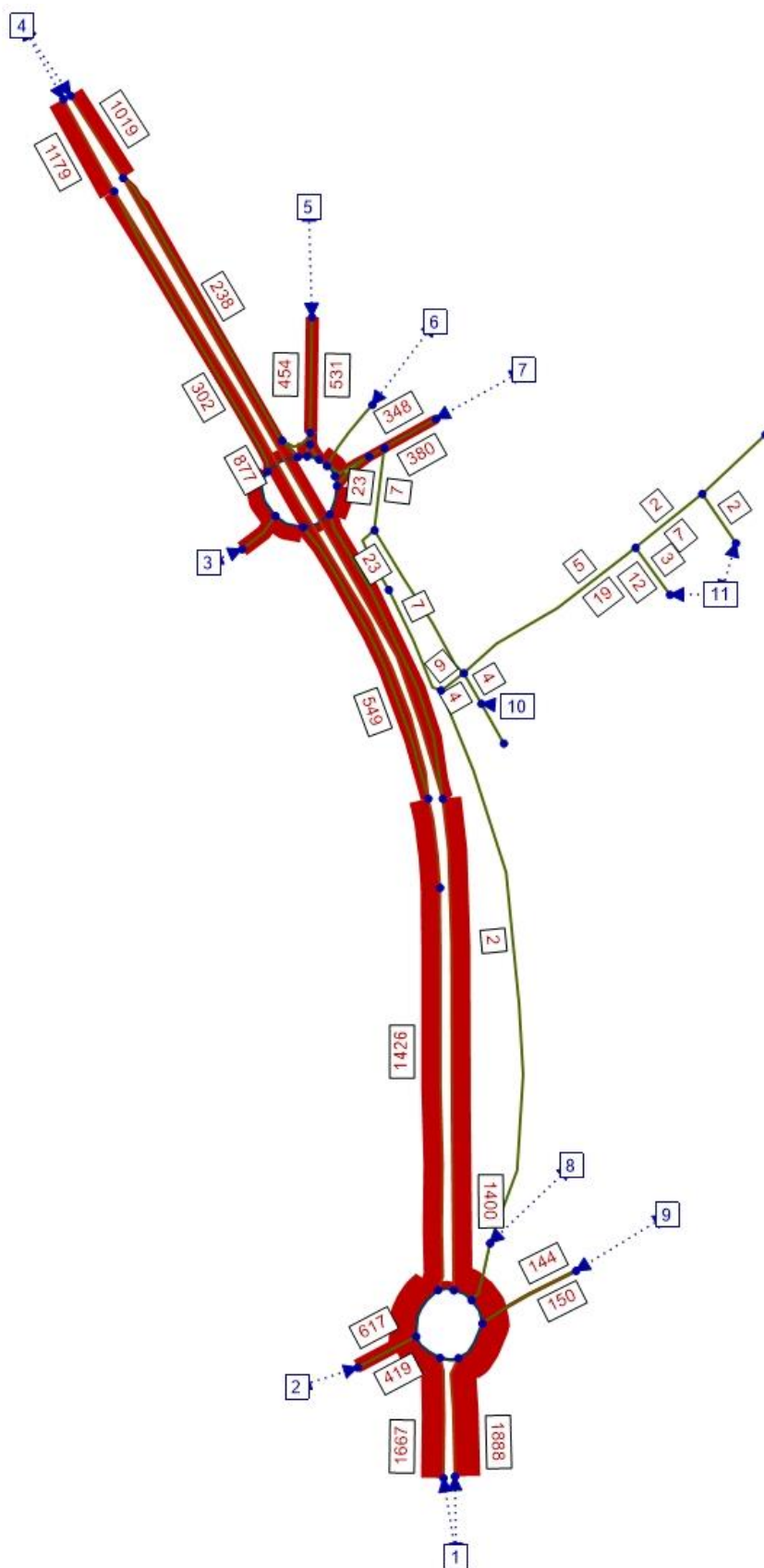


Figura 53. Asignación del tráfico. Escenario 3A. HPM

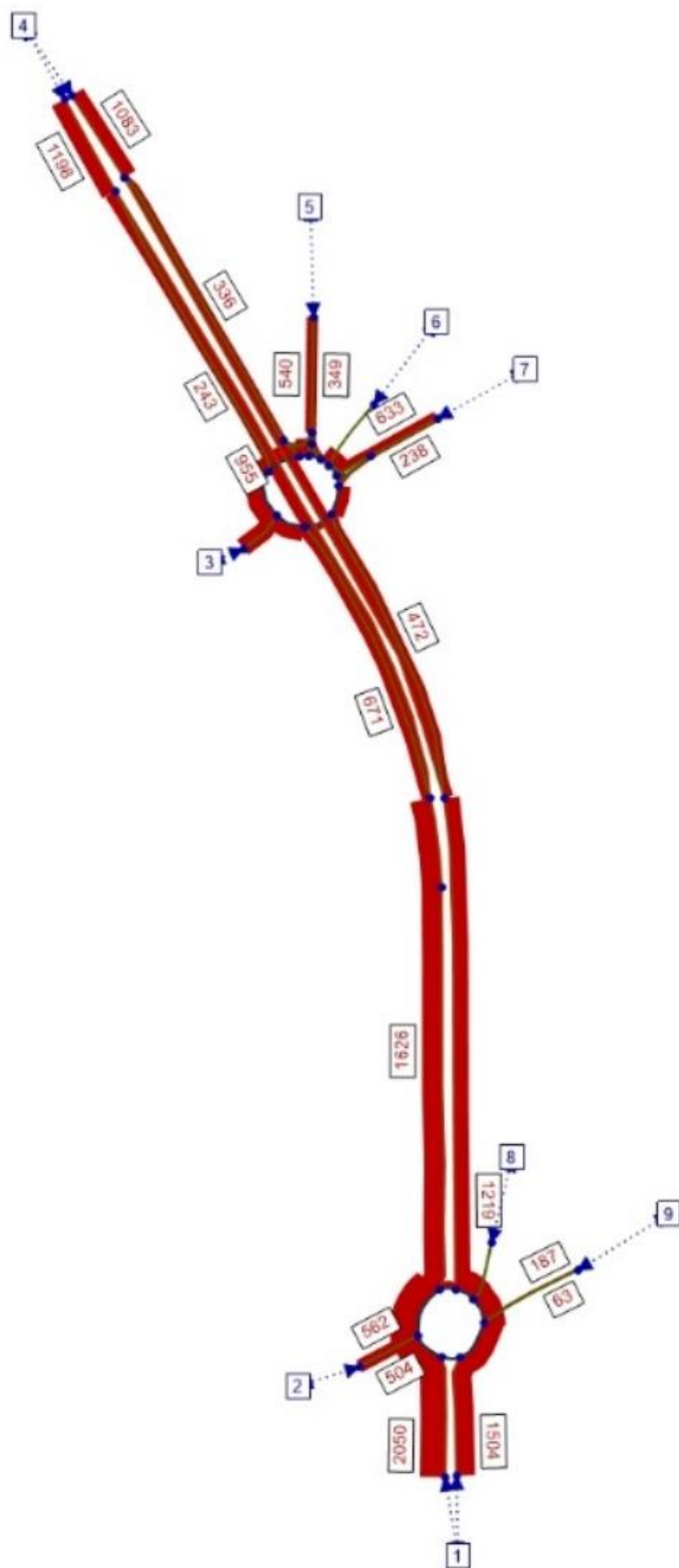


Figura 54. Asignación del tráfico. Escenario 3A. HPT

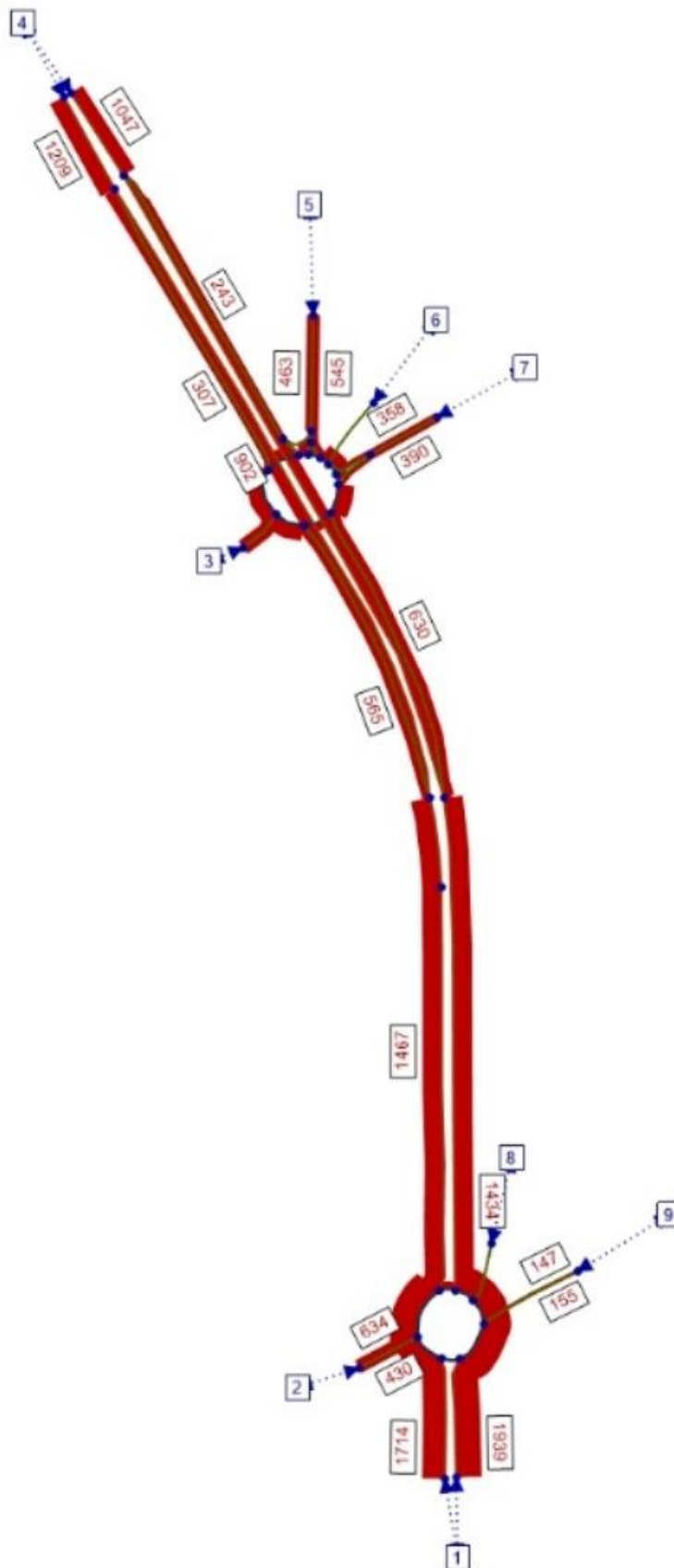


Figura 55. Asignación del tráfico. Escenario 3B. HPM

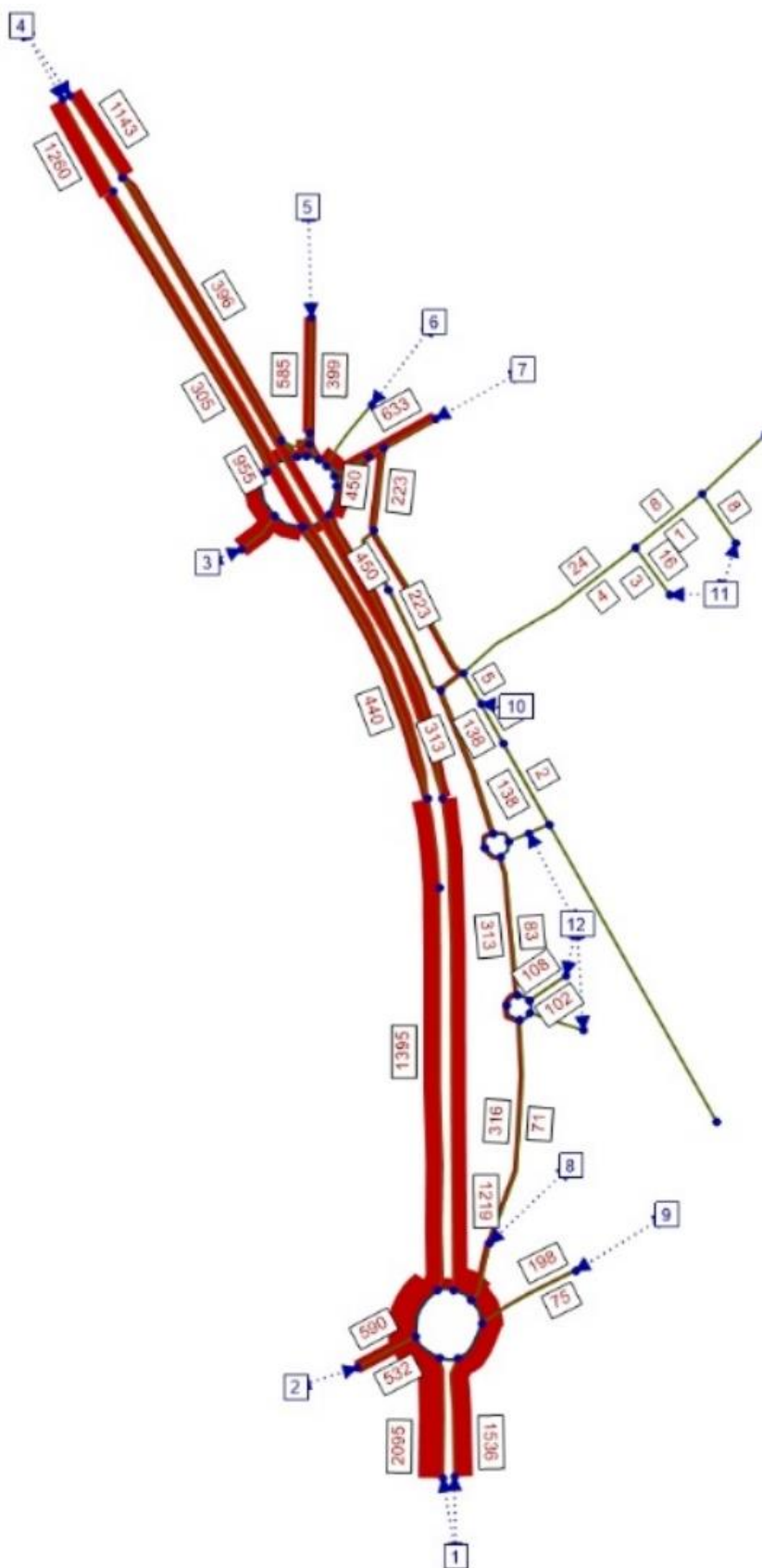




Figura 56. Asignación del tráfico. Escenario 3B. HPT



Figura 57. Asignación del tráfico. Escenario 4A. HPM

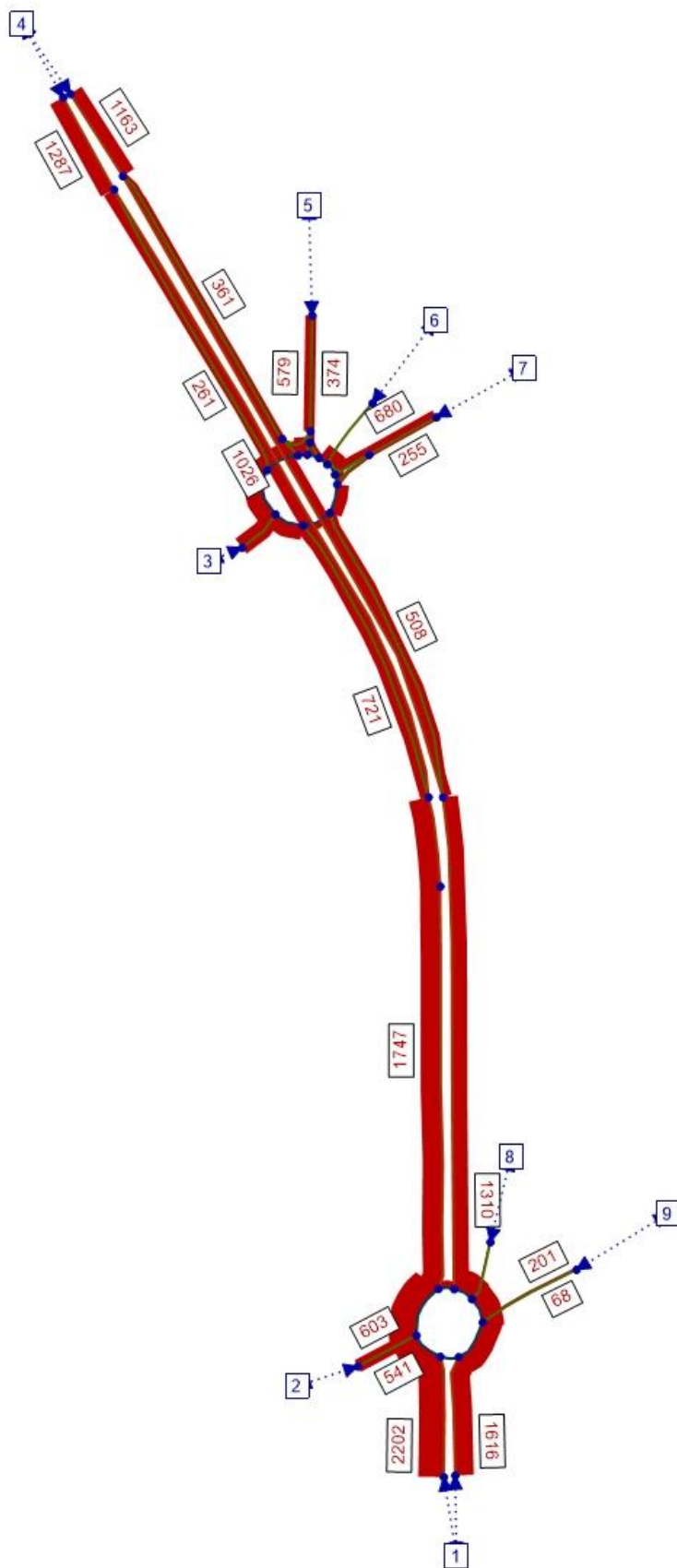


Figura 58. Asignación del tráfico. Escenario 4A. HPT

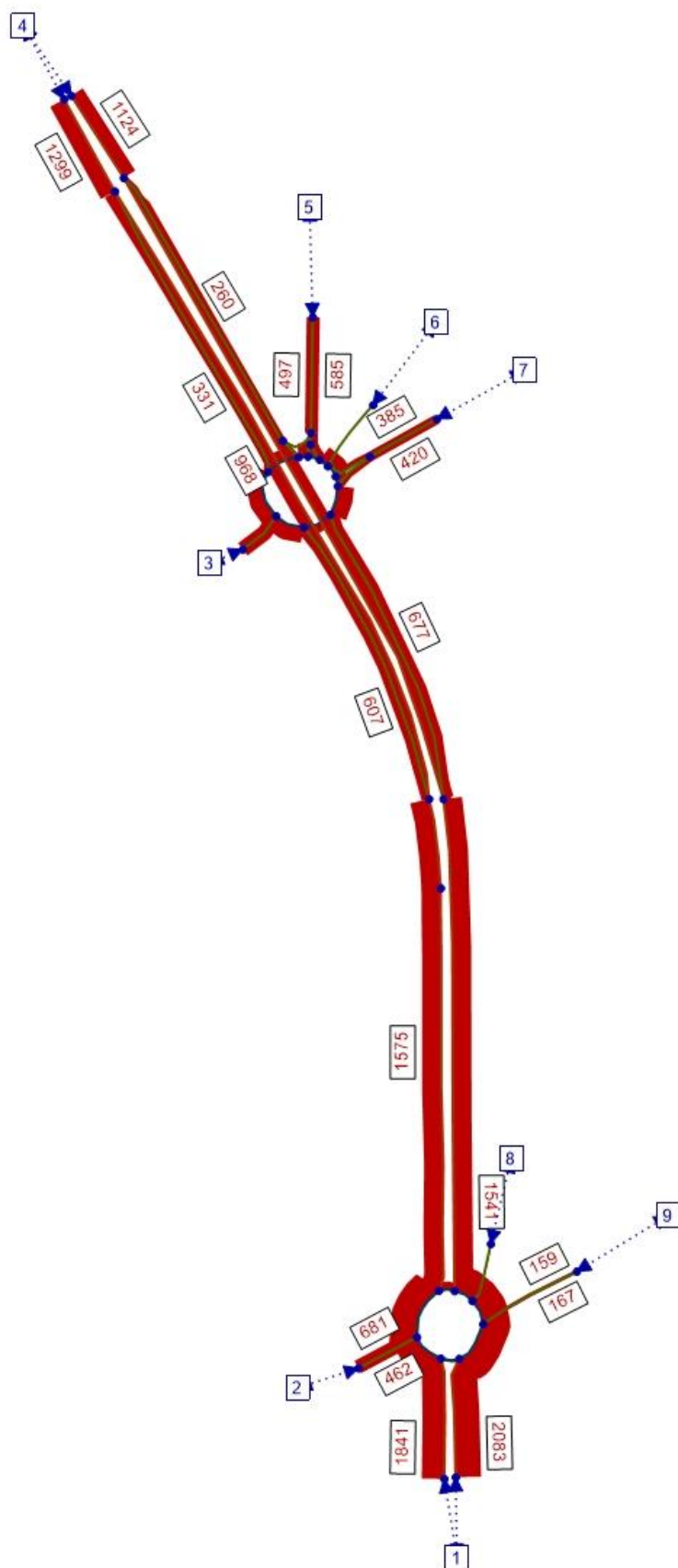


Figura 59. Asignación del tráfico. Escenario 4B. HPM

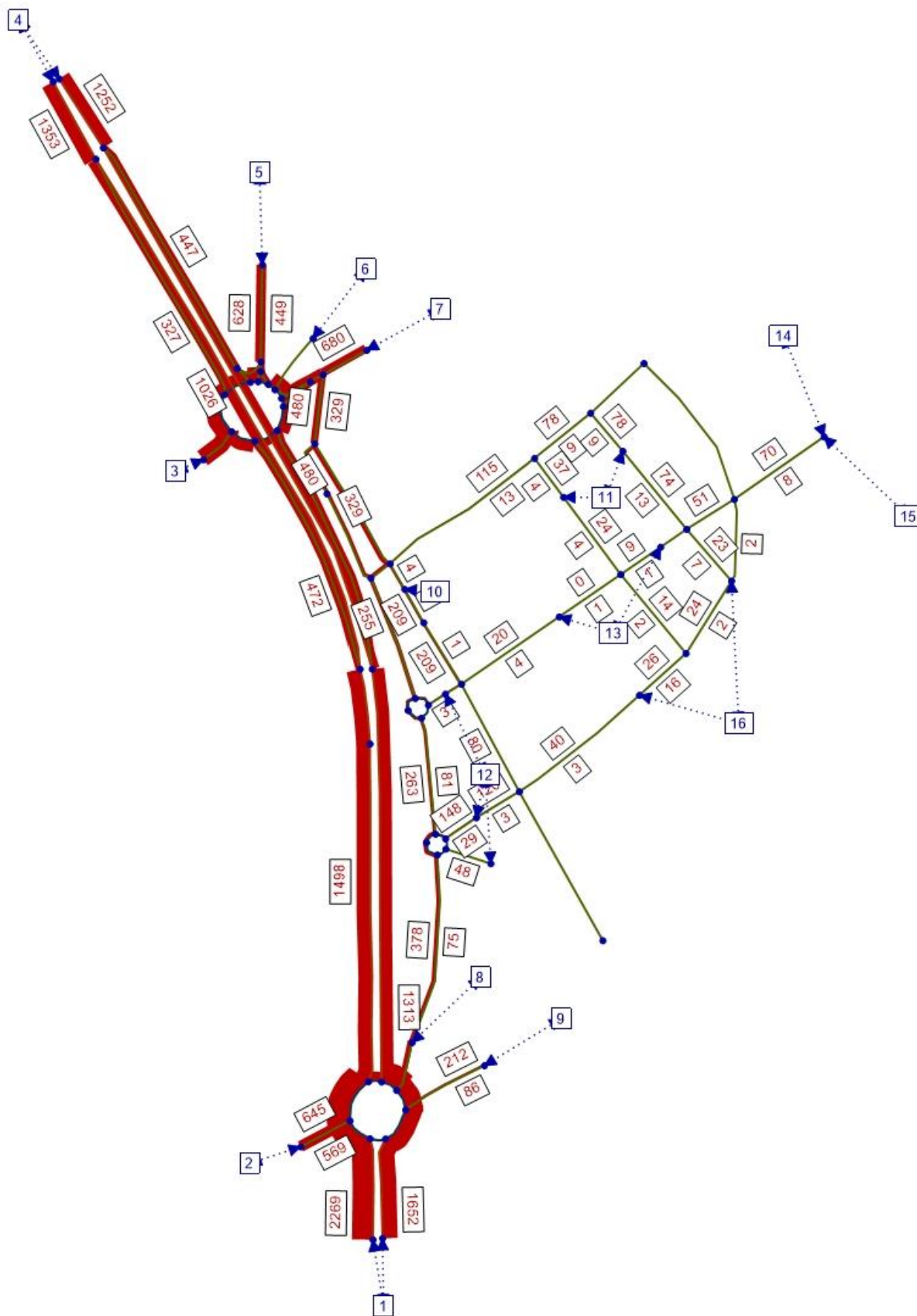


Figura 60. Asignación del tráfico. Escenario 4B. HPT

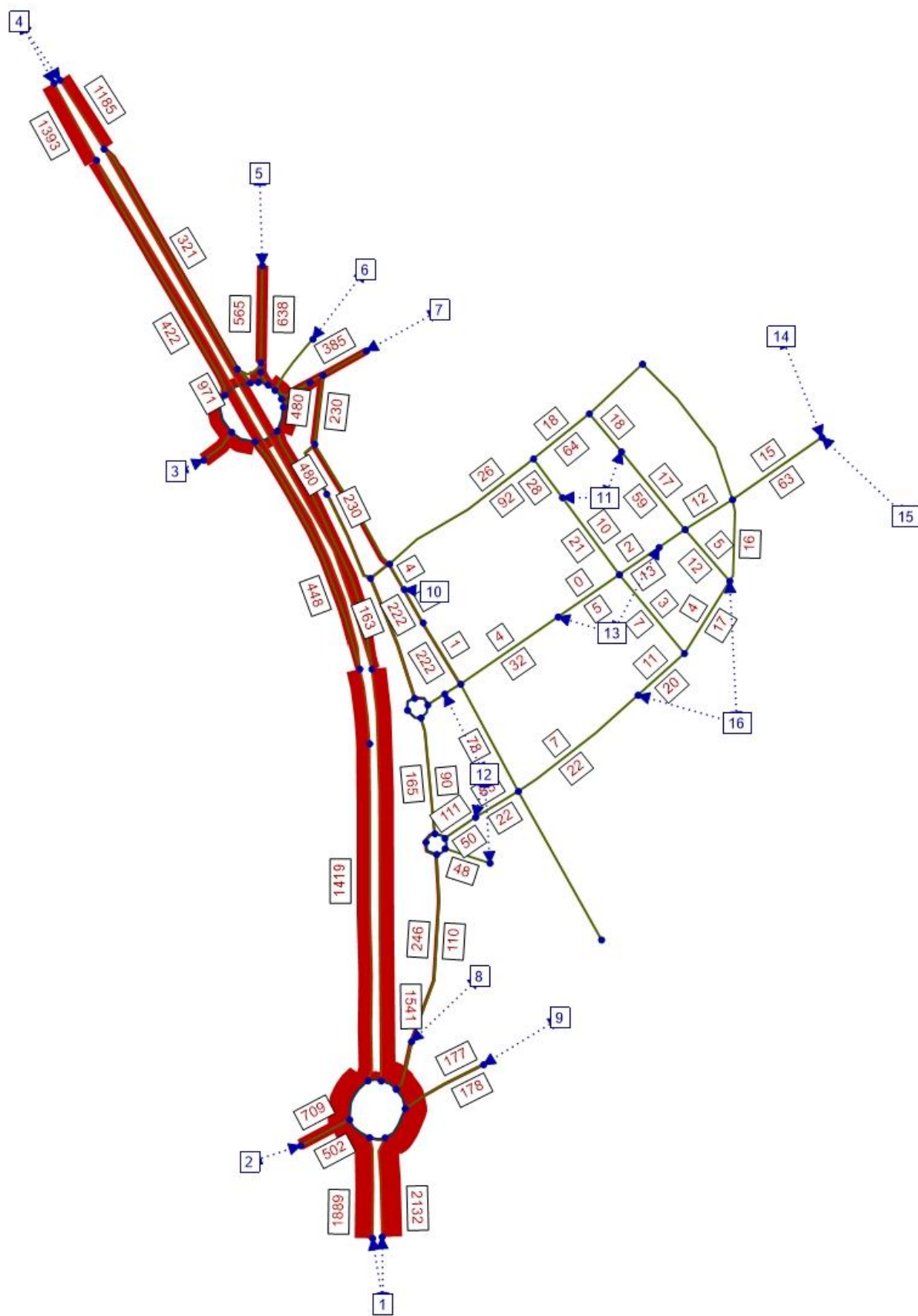


Figura 61. Asignación del tráfico. Escenario LP1A. HPM

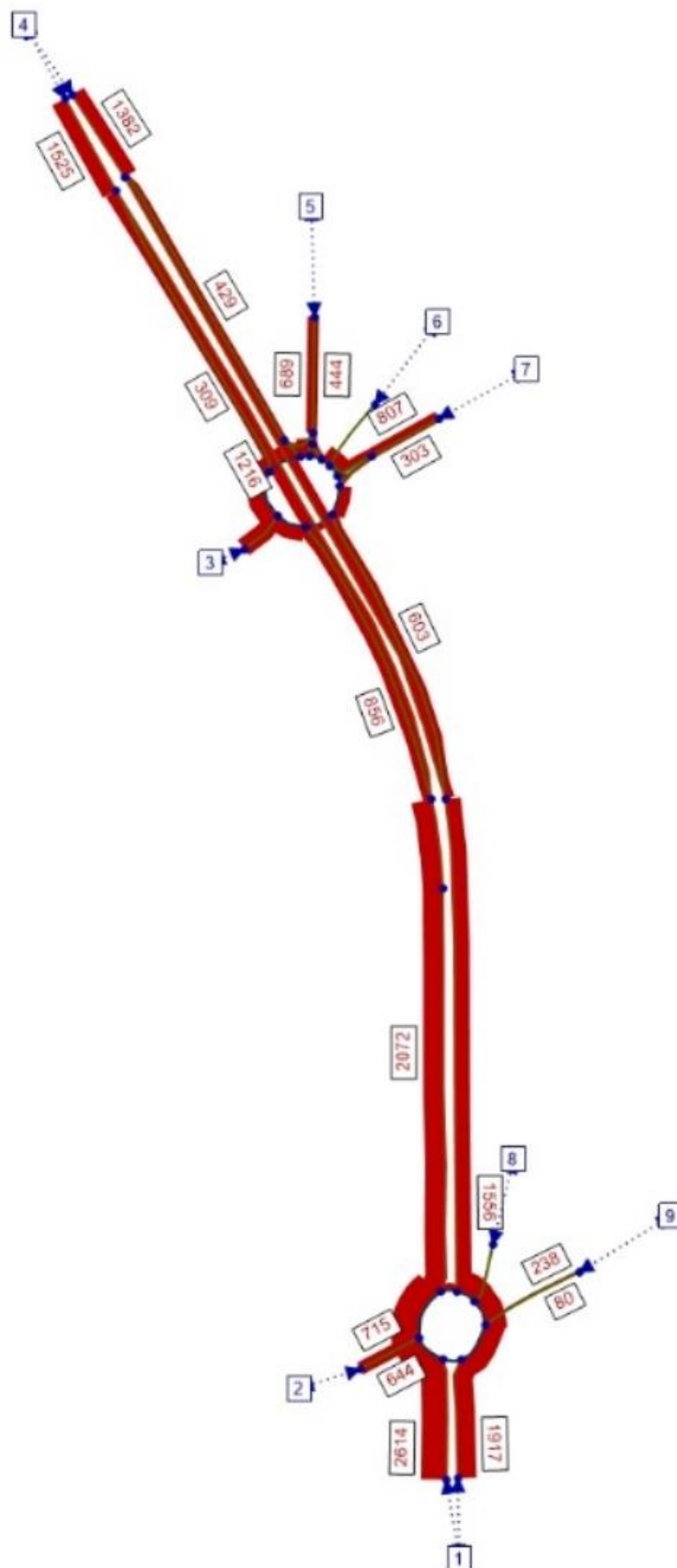


Figura 62. Asignación del tráfico. Escenario LP1A. HPT

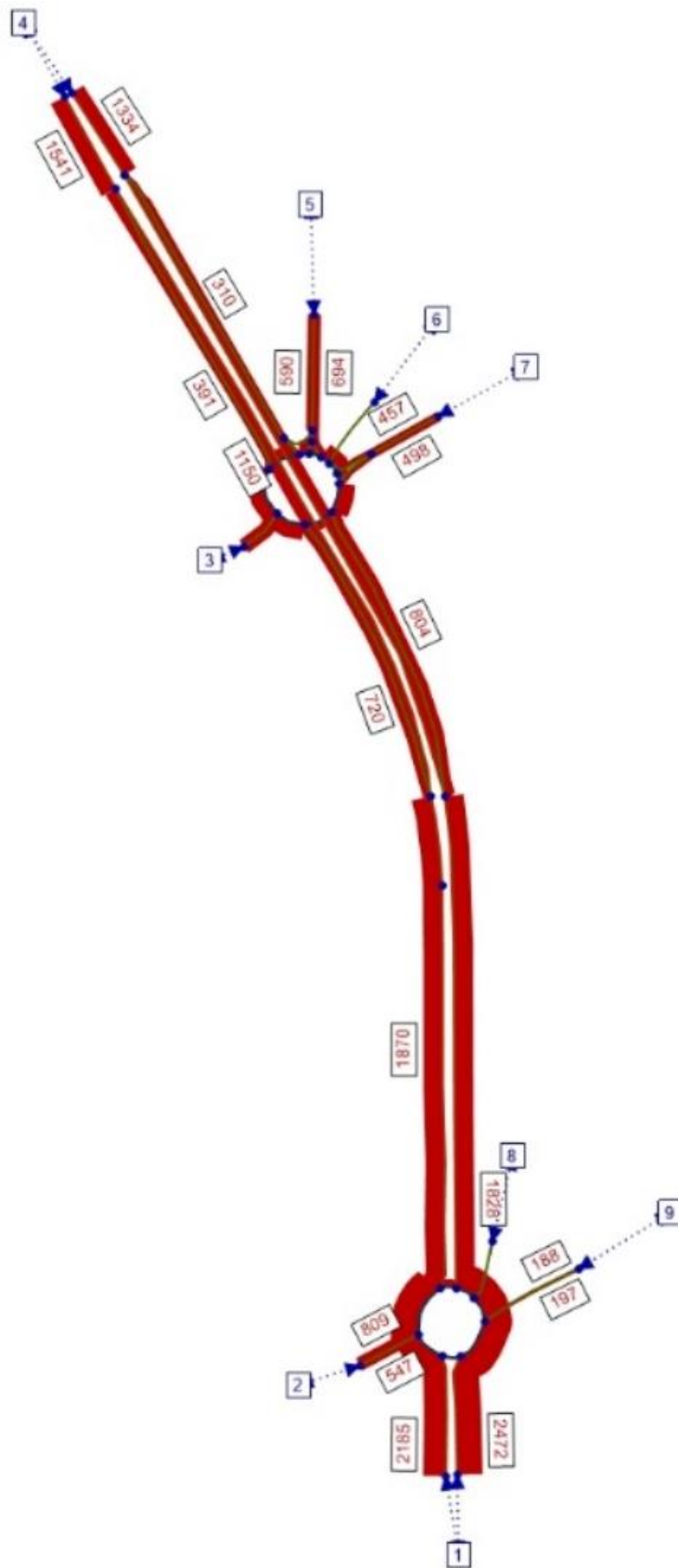


Figura 63. Asignación del tráfico. Escenario LP 1B. HPM

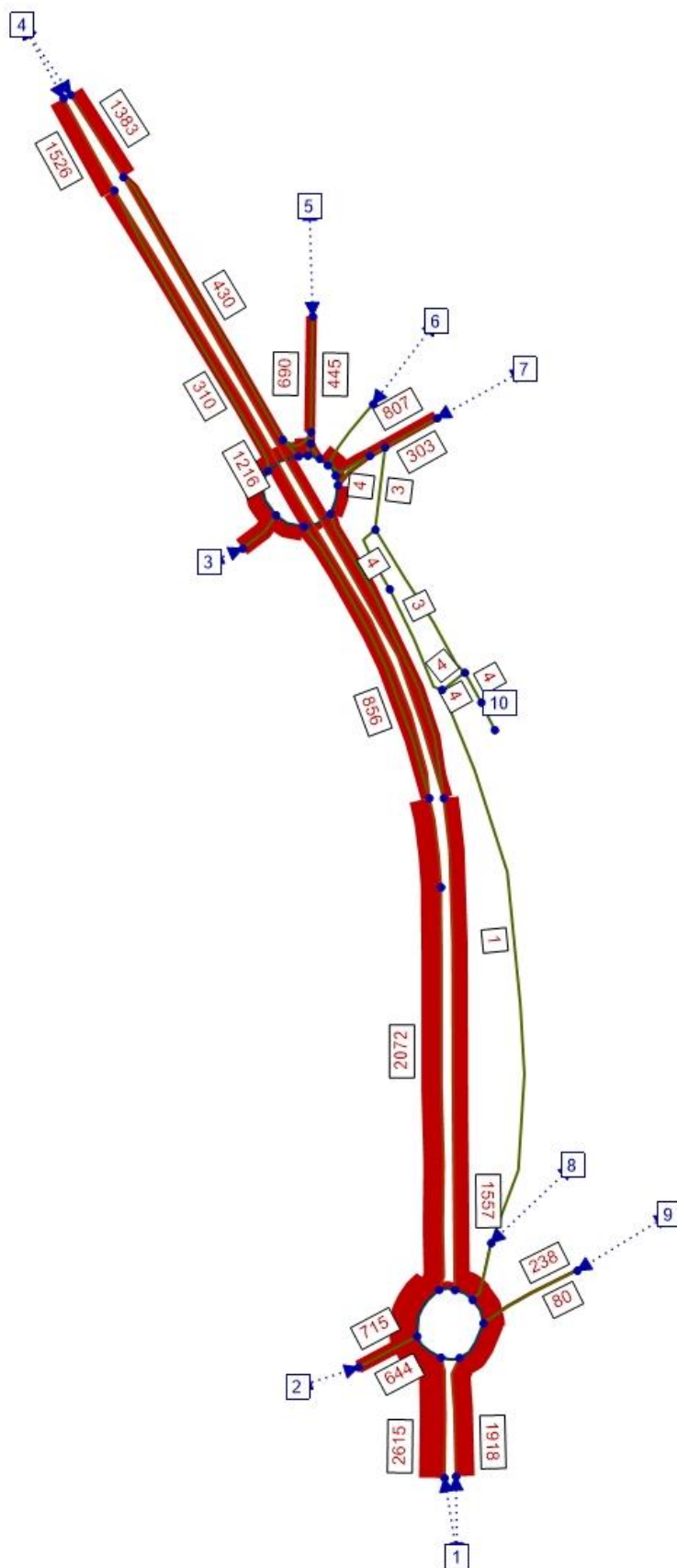




Figura 64. Asignación del tráfico. Escenario LP1B. HPT

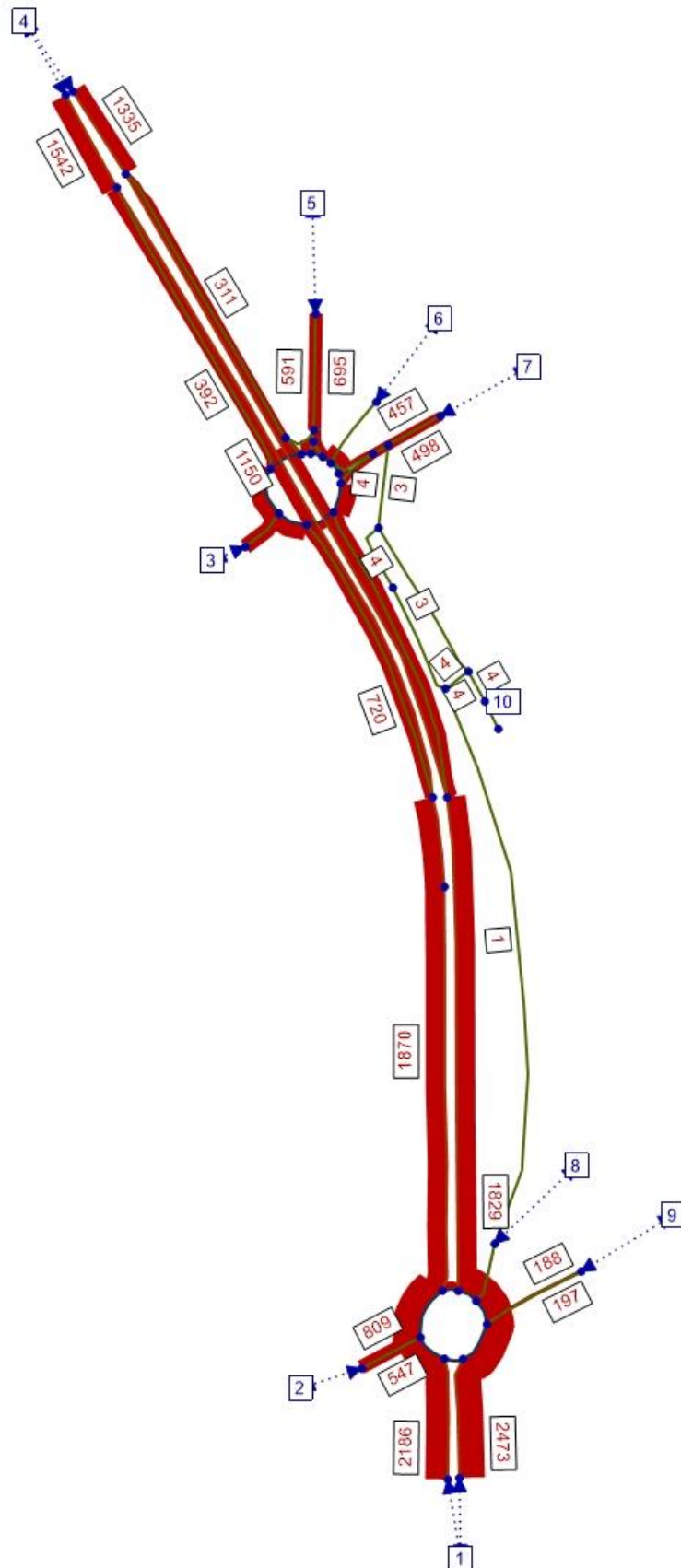


Figura 65. Asignación del tráfico. Escenario LP2A. HPM

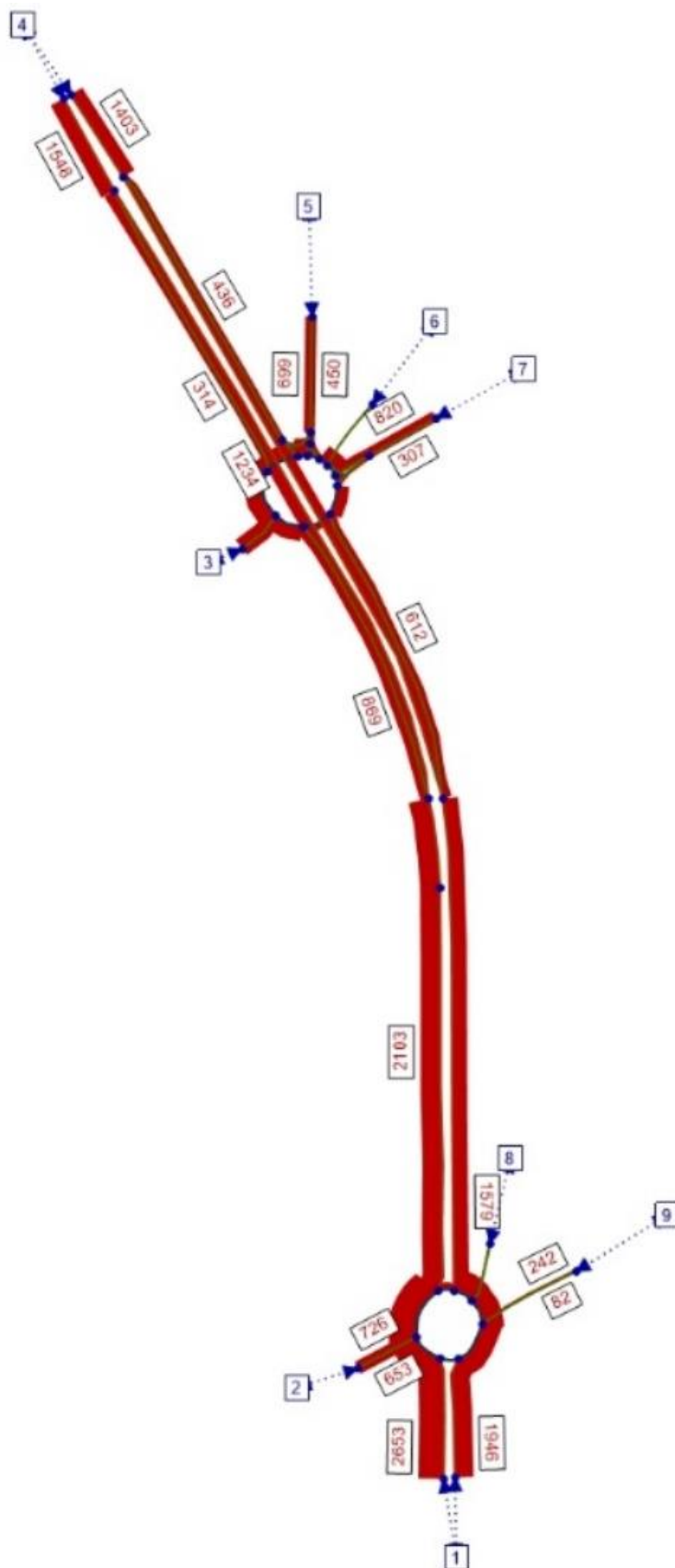


Figura 66. Asignación del tráfico. Escenario LP 2A. HPT

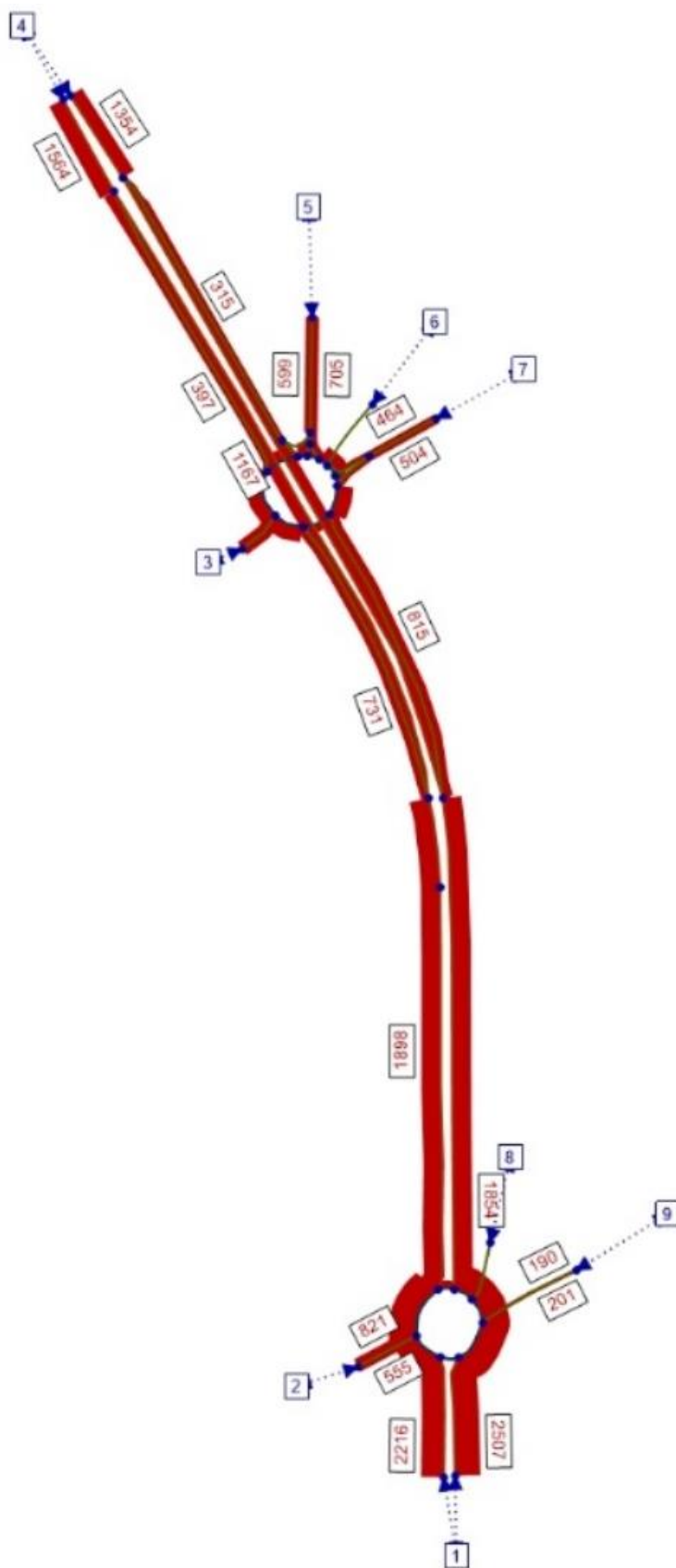


Figura 67. Asignación del tráfico. Escenario LP 2B. HPM

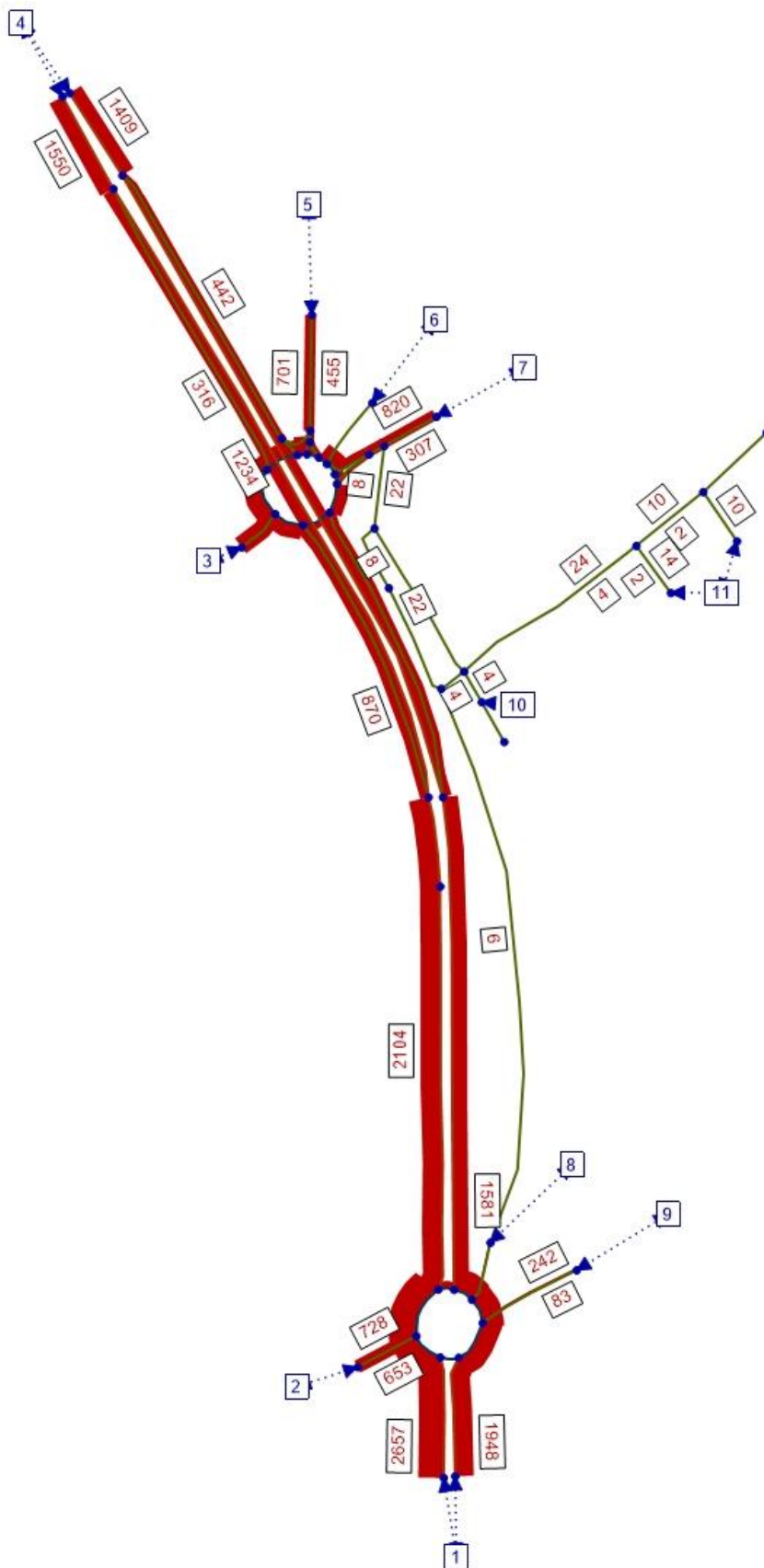


Figura 68. Asignación del tráfico. Escenario LP 2B. HPT

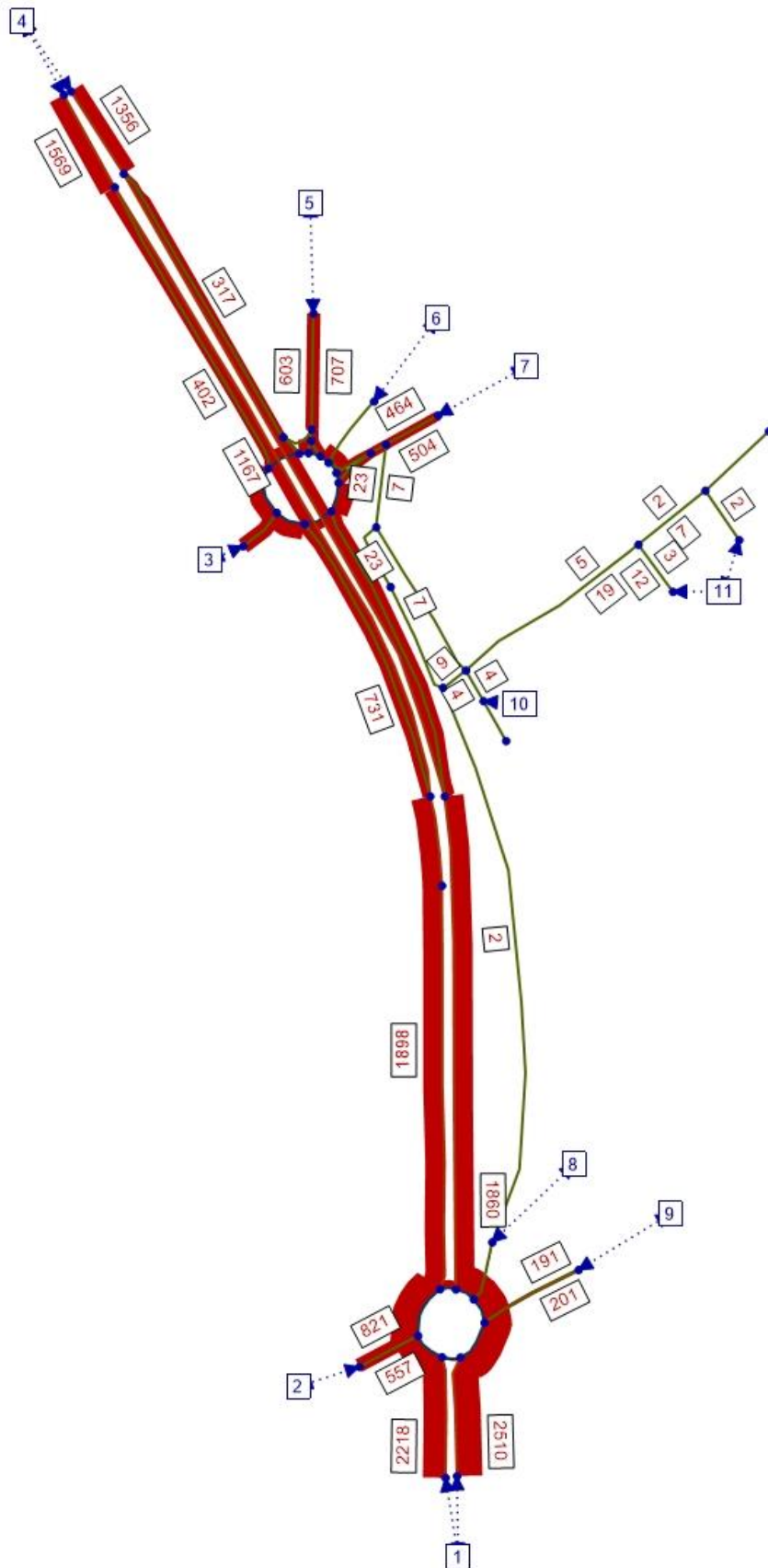


Figura 69. Asignación del tráfico. Escenario LP3A. HPM

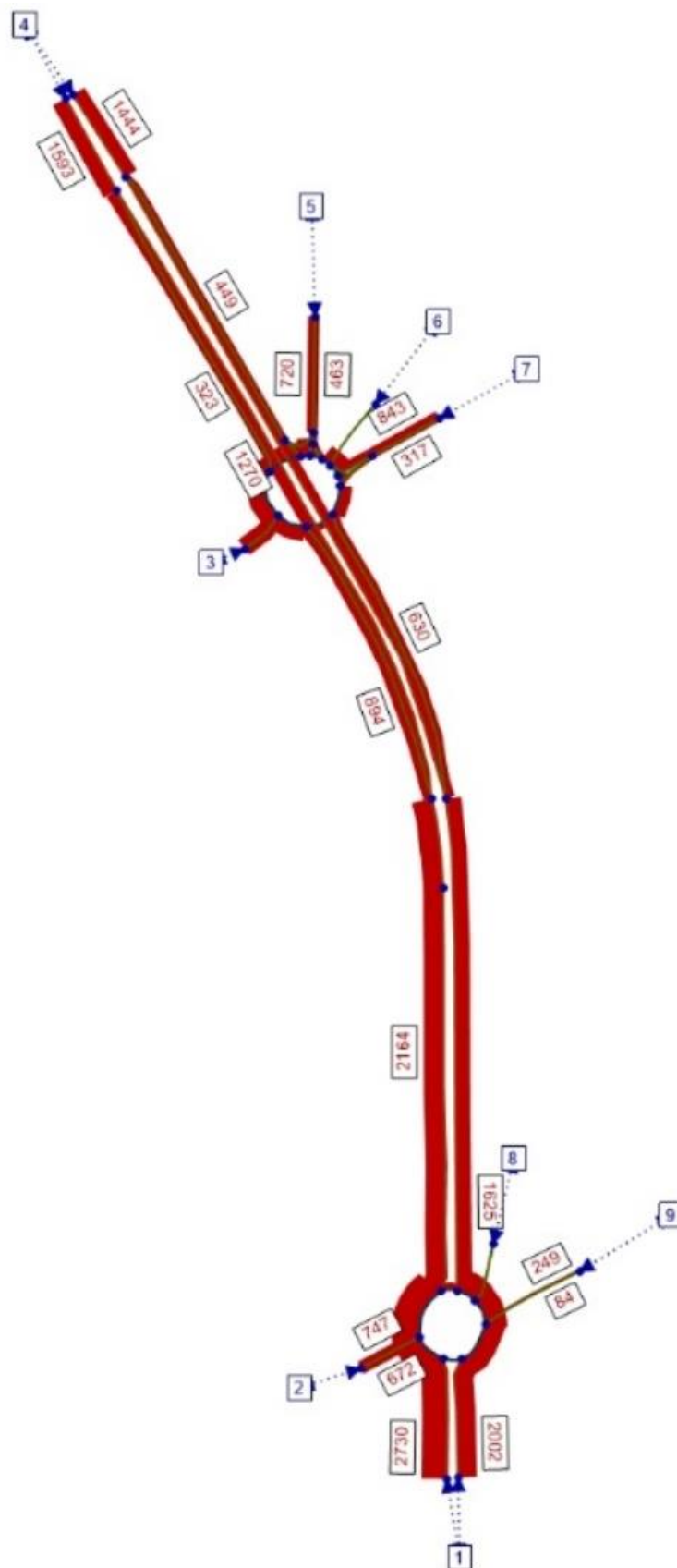


Figura 70. Asignación del tráfico. Escenario LP3A. HPT

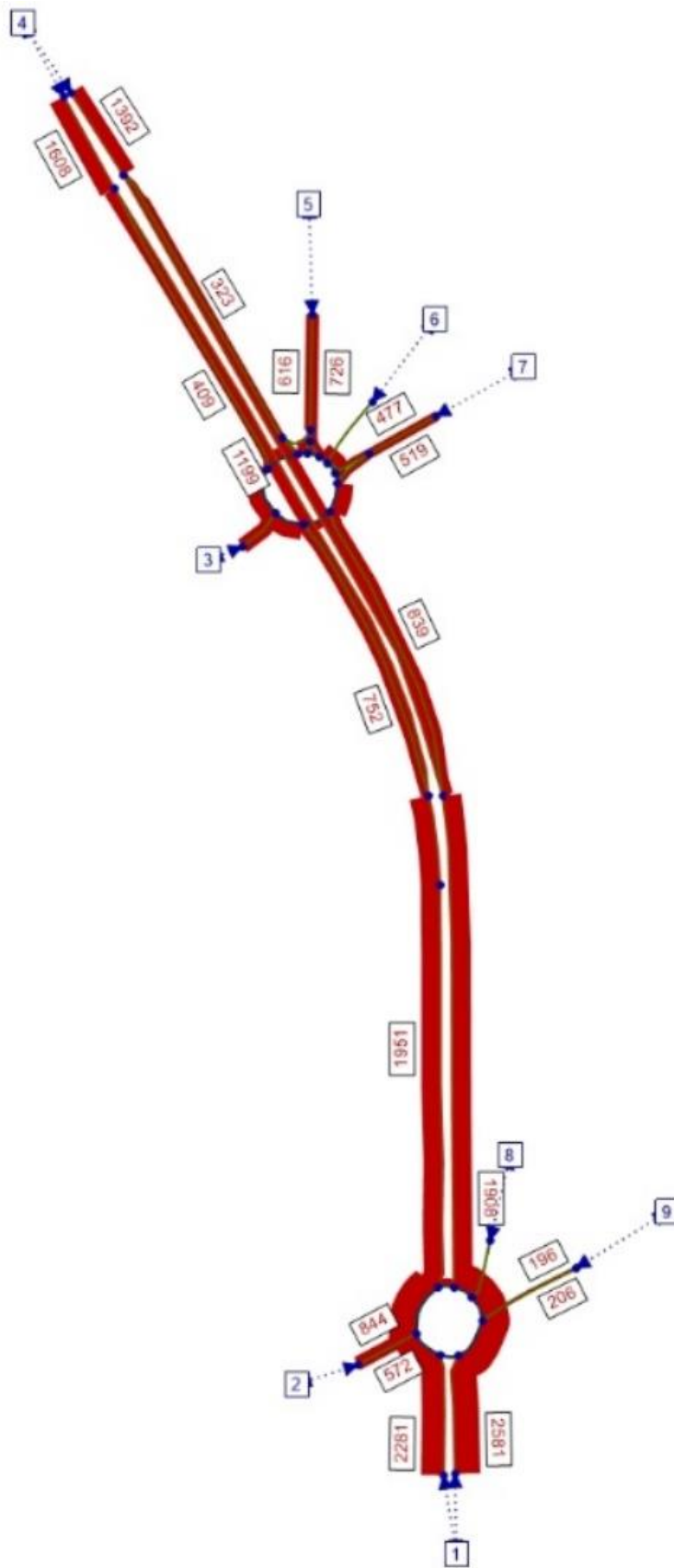


Figura 71. Asignación del tráfico. Escenario LP3B. HPM

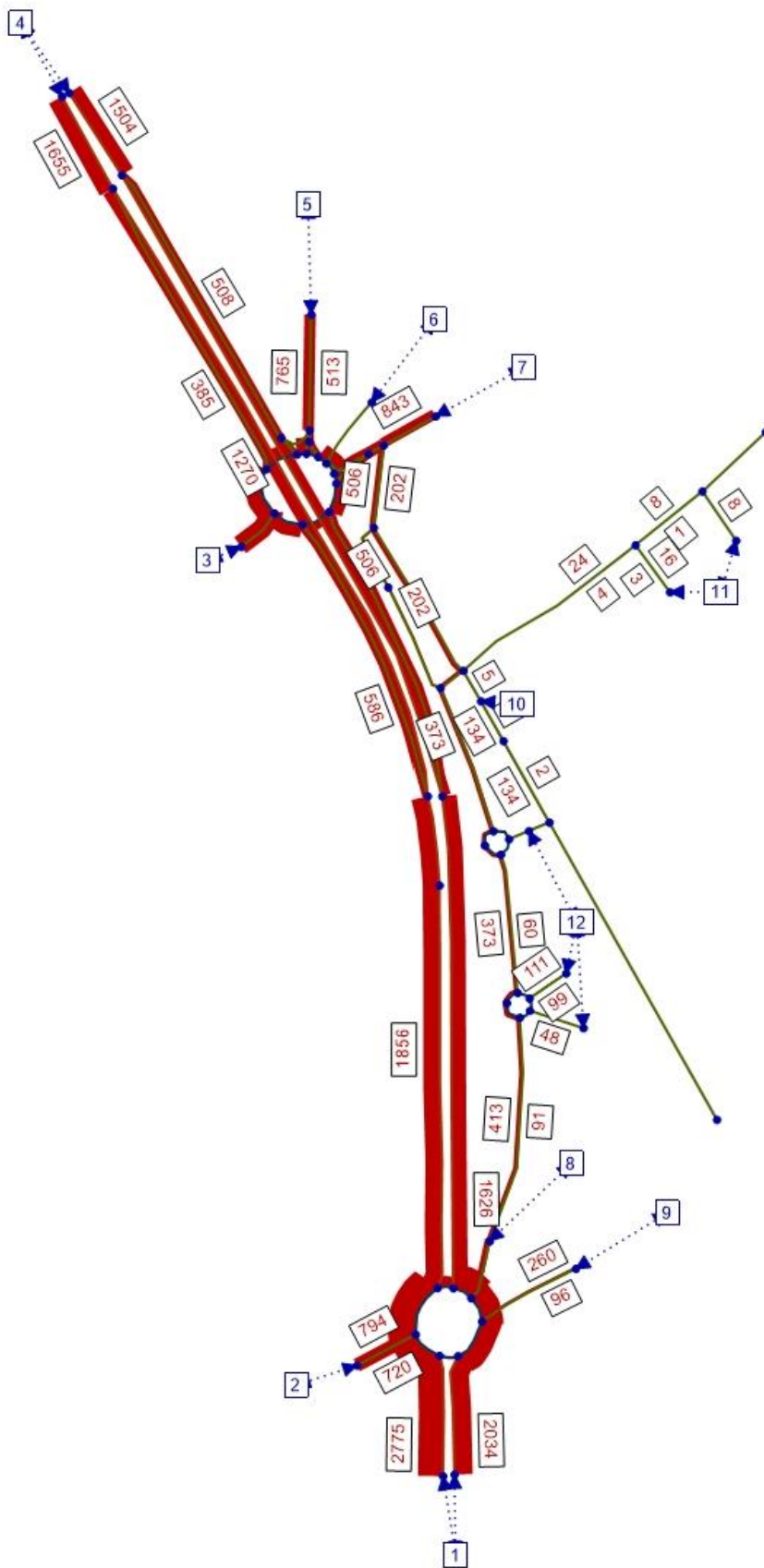




Figura 72. Asignación del tráfico. Escenario LP3B. HPT



Figura 73. Asignación del tráfico. Escenario LP4A. HPM

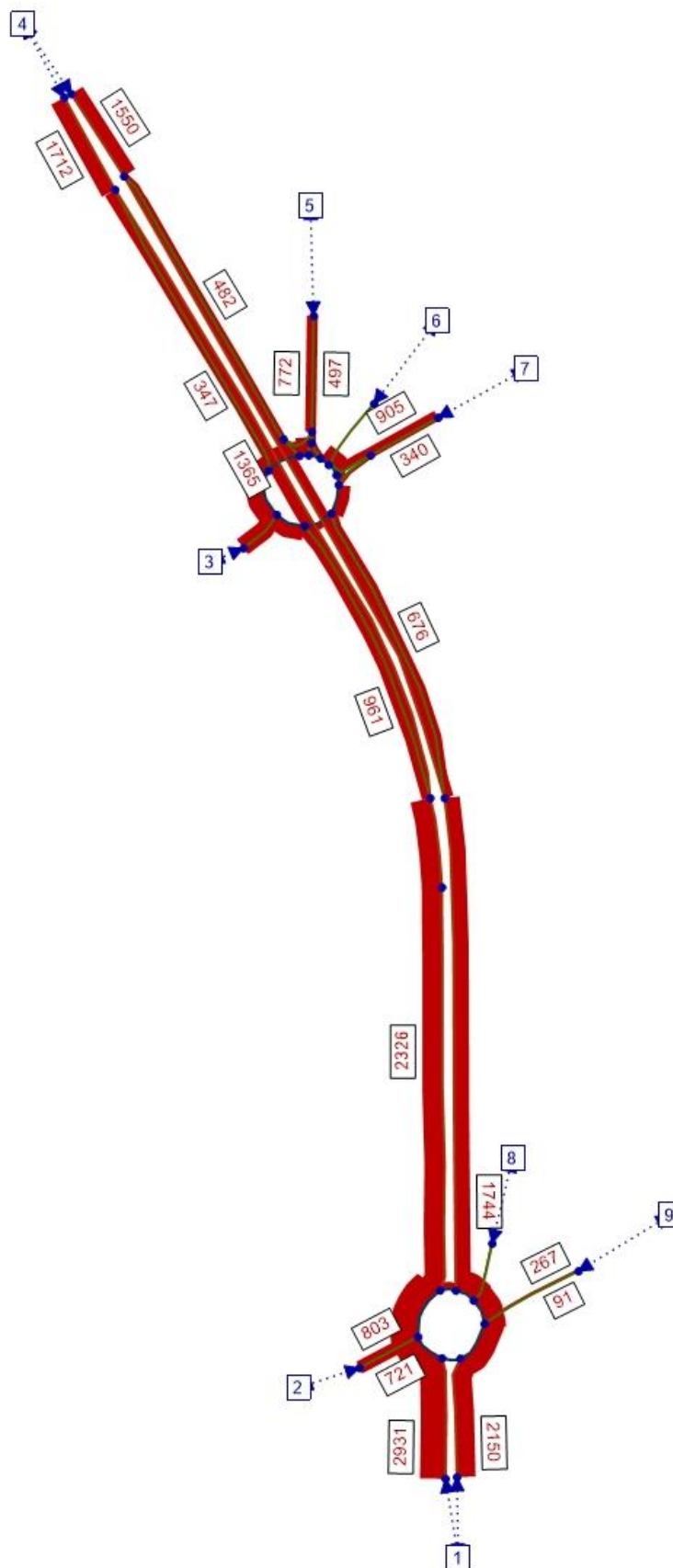


Figura 74. Asignación del tráfico. Escenario LP4A. HPT

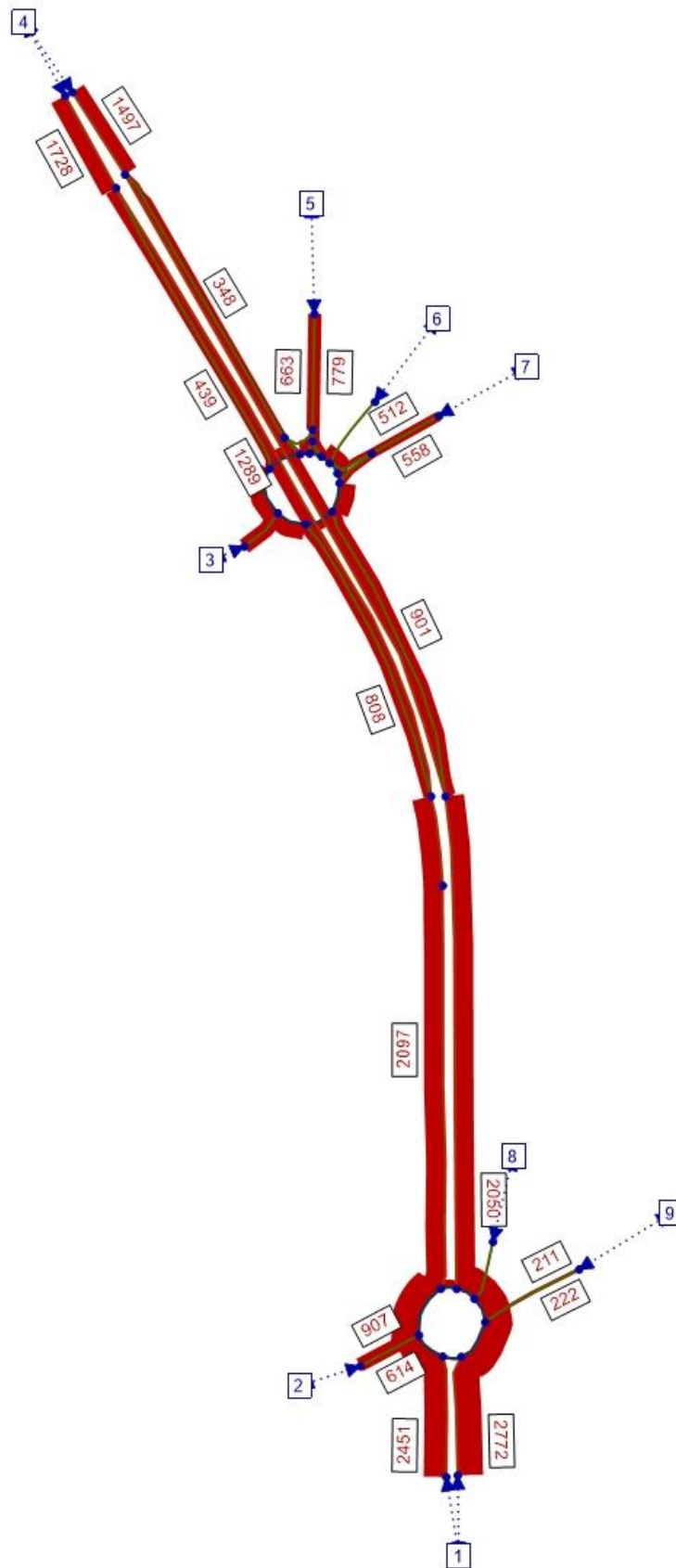


Figura 75. Asignación del tráfico. Escenario LP4B. HPM

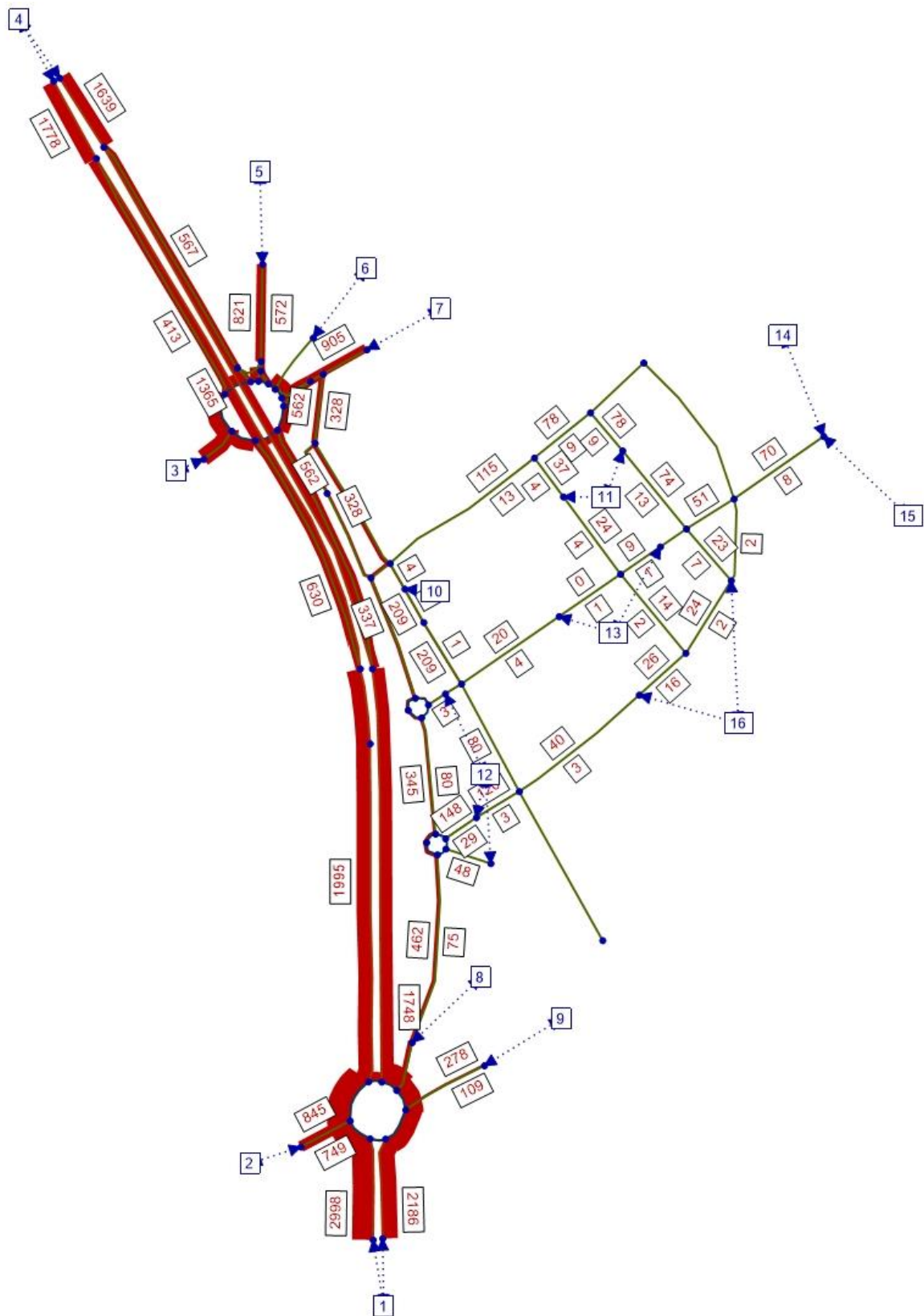
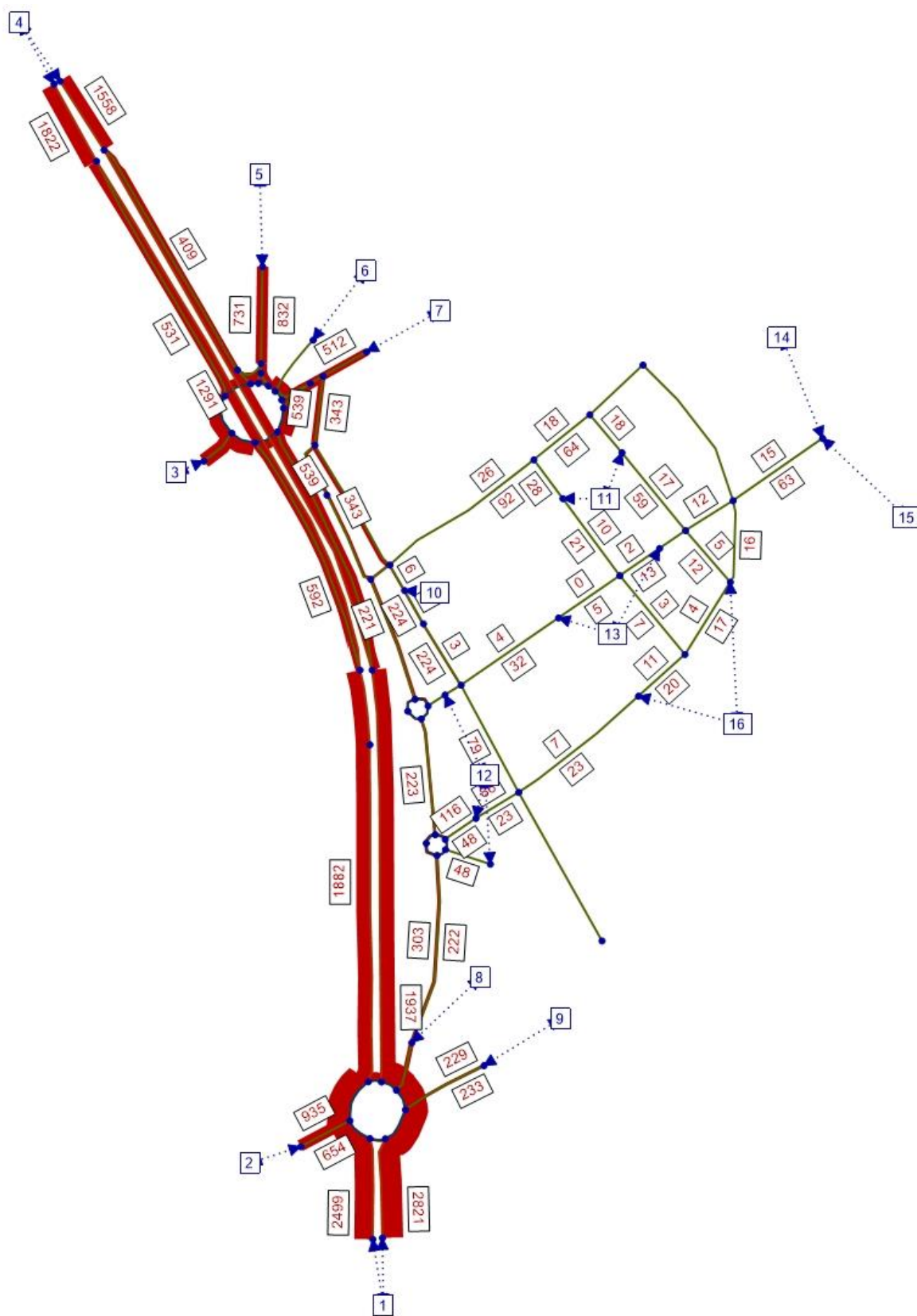


Figura 76. Asignación del tráfico. Escenario LP4B. HPT



## Anejo V. Metodología de cálculo de niveles de servicio



## Troncos

En el presente apartado se expone la metodología seguida para la determinación de los niveles de servicio en el tronco genérico de un tramo de autovía. La metodología utilizada corresponde a la metodología descrita en el capítulo 14 recogido en el volumen 2 del Manual de Capacidad del año 2010, Highway Capacity Manual 2010.

Es importante destacar que todo el Manual está redactado con unidades imperiales (pies, millas,...) y por tanto todas las tablas que en él se recogen se expresan en dichas unidades. Para su aplicación en unidades métricas se opta por transformar los datos iniciales a unidades imperiales, realizar todo el procedimiento y al final presentar los datos de nuevo transformados en unidades métricas.

### Nivel de servicio

El cálculo del nivel de servicio se sirve de unos factores correctores que reflejan la realidad de la vía, apartándose así de las condiciones ideales siguientes:

- Sin vehículos pesados (Camiones, autobuses o vehículos recreacionales) en el flujo de tráfico.
- Una población de conductores compuesta principalmente por conductores que están familiarizados con la infraestructura.
- Ancho mínimo de carril de 12 pies (3,66 metros) y obstáculos laterales a la derecha (arcén exterior) a más de 6 pies (1,82 metros).

La magnitud que define el nivel de servicio en una autovía o autopista es la densidad de tráfico, medida en vehículos equivalentes a coches por milla y carril, según la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 70. Niveles de servicio según densidad y velocidades en flujo libre

Nivel de Servicio	Density (pc/mi/ln)	Densidad (pc/km/ln) Aprox.
A	0 - 11	0 – 6,8
B	> 11 - 18	> 6,8 – 11,2
C	> 18 - 26	> 11,2 – 16,2
D	> 26 – 35	> 16,2 – 21,7
E	> 35 – 48	> 21,7 – 28,6
F	> 45	> 28,6

Datos de entrada.

El cálculo precisa de la siguiente información:

- Datos sobre la autovía:
  - o Velocidad en Flujo Libre (FFS), de 55 a 75 mi/h. Se ha de redondear al más próximo.
  - o Número de carriles en la autovía en la dirección de análisis, mínimo dos.
  - o Ancho de carril, de 10 a 12 pies, o más, de 3,05 a 3,66 metros.
  - o Ancho libre de obstáculos a la derecha, de 0 a 6 pies, o de 0 a 1,82 metros.
  - o Densidad de rampas, de 0 a 6 rampas por milla.
  - o Tipo de Terreno (Llano, ondulado o montañoso) o longitud y pendiente específica.
- Datos de demanda
  - o Demanda durante la hora de análisis.



## Estudio de tráfico y movilidad del PP para la modificación de la ordenación detallada del Sector SUR-29 del PGOU de Villaquilambre (León)

- o Presencia de vehículos pesados y recreacionales.
- o Factor de hora punta, hasta 1,00, depende del periodo de análisis, normalmente 15 minutos, y relaciona el tráfico en dicho periodo con el tráfico en una hora.
- o Factor de población de conductores, de 0,85 a 1,00.

### Procedimiento de cálculo.

En primer lugar se ha de determinar la velocidad en flujo libre (FFS). Se puede utilizar una velocidad obtenida en campo (medida directamente en la vía) o bien se estimar a partir de la siguiente ecuación:

$$FFS = 75,4 - f_{LW} - f_{LC} - 3,22 TRD^{0,84}$$

Siendo:

FFS = velocidad en flujo libre (mi/h).

$f_{LW}$  = factor de corrección por anchura del carril (mi/h).

$f_{LC}$  = factor de corrección por obstáculos laterales (mi/h).

TRD = densidad total de rampas (ramps/mi).

El valor de los factores de corrección se recoge en las siguientes tablas.

Tabla 71. Factores de corrección por anchura de carril

Ancho de Carril (pies)	$f_{LW}$
>= 12	0
>= 11 - 12	1,9
>= 10 - 11	6,6

Tabla 72. Factores de corrección por obstáculos laterales

Arcén derecho (pies)	Número de carriles en una dirección			
	2	3	4	5
6	0	0	0	0
5	0,6	0,4	0,2	0,1
4	1,2	0,8	0,4	0,2
3	1,8	1,2	0,6	0,3
2	2,4	1,6	0,8	0,4
1	3	2	1	0,5
0	3,6	2,4	1,2	0,6

Las rampas a considerar en el parámetro de densidad de rampas se corresponden con el número de rampas, tanto de entrada como de salida en la dirección estudiada, en un rango de 3 millas aguas arriba y aguas abajo respecto del punto medio del tramo objeto de análisis. El factor se obtiene dividiendo este número por 6 millas.

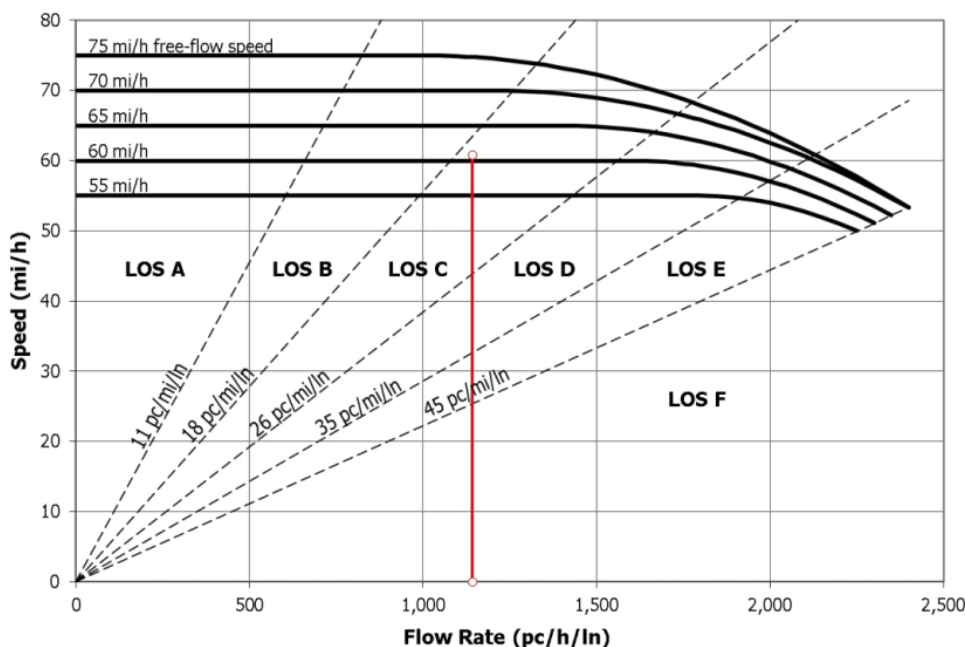
Una vez determinada la velocidad en flujo libre se pasa a seleccionar la curva de flujo libre que se ha de utilizar en el análisis. La siguiente figura recoge las diferentes curvas. La interpolación entre las curvas no está recomendada realizándose la selección de la curva concreta por proximidad. La figura muestra también el





límite de los niveles de servicios como las líneas inclinadas, cada una correspondiente a un valor constante de la densidad de tráfico.

Figura 77. Criterios de los niveles de servicio según curvas de velocidad.



El siguiente paso consiste en obtener el volumen de demanda ajustado ( $V_p$ ), que se expresa en vehículos ligeros equivalentes a través de la siguiente expresión:

$$V_p = \frac{V}{PHF * N * f_{HV} * f_p}$$

Siendo:

$V_p$  = intensidad horaria equivalente para 15 minutos de punta, en vehículos/hora/carril.

$V$  = intensidad punta horaria, en vehículos/hora.

PHF = Factor de Hora Punta, con valores típicos de 0,85 a 0,98.

$N$  = número de carriles.

$f_{HV}$  = factor de corrección de vehículos pesados.

$f_p$  = factor de conductores habituales, con valores típicos de 0,85 a 1,00.

El factor de hora punta (PHF) se puede calcular con la expresión si se dispusiera de valores de campo:

$$PHF = \frac{V}{4 * V_{15}}$$

Siendo:

$V_{15}$  = Intensidad en los 15 minutos de punta, en vehículos/ hora.

El factor de ajuste de vehículos pesados ( $f_{HV}$ ) se trata de un factor de paso para considerar el efecto de los vehículos pesados en el tráfico, ya que todo el cálculo se realiza considerando vehículos equivalentes a turismos. Se halla mediante la expresión:



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

Siendo:

$f_{HV}$  = factor de ajuste de vehículos pesados.

$E_T$  = factor de equivalencia de vehículos pesados.

$E_R$  = factor de equivalencia de vehículos de recreo.

$P_T$  = porcentaje de vehículos pesados.

$P_R$  = porcentaje de vehículos de recreo.

Los factores de equivalencia ( $E_T$ ,  $E_R$ ) se determinan a partir del tipo de terreno:

Tabla 73. Factores de equivalencia entre vehículos pesados y ligeros

Factor	Tipo terreno		
	Llano	Ondulado	Accidentado
$E_T$ Camiones/ buses	1,5	2,5	4,5
$E_R$ Vehículos de recreo	1,2	2,0	4,0

La velocidad de circulación de los vehículos (S) es constante e igual a la velocidad libre (FFS) siempre y cuando la intensidad en vehículos equivalentes por hora ( $V_p$ ) no sobrepase un valor límite en función de la curva utilizada, en caso contrario se utiliza una determinada función según la curva. La siguiente tabla recoge las ecuaciones que describen el cálculo de la velocidad.

Tabla 74. Factores de equivalencia entre vehículos pesados y ligeros

Factor	Velocidad según flujo		
	Punto de ruptura (pc/h/ln)	Velocidad (S) para flujo entre y Punto de ruptura	Velocidad (S) para flujo entre el punto de ruptura y la capacidad
75	1.000	75	$75 - 0,00001107 (V_p - 1.000)^2$
70	1.200	70	$70 - 0,00001160 (V_p - 1.200)^2$
65	1.400	65	$65 - 0,00001418 (V_p - 1.400)^2$
60	1.600	60	$60 - 0,00001816 (V_p - 1.600)^2$
55	1.800	65	$55 - 0,00002469 (V_p - 1.800)^2$

Siendo

$V_p$  = Intensidad en vehículos equivalentes por hora y carril.

FFS = Velocidad en flujo libre (mi/h).

Finalmente, la densidad de tráfico (D) se calcula en base a la intensidad en vehículos equivalentes por hora y carril ( $V_p$ ), y a la velocidad de circulación de los vehículos en mi/h (S), según la siguiente expresión:

$$D = \frac{V_p}{S}$$

Siendo:



## Estudio de tráfico y movilidad del PP para la modificación de la ordenación detallada del Sector SUR-29 del PGOU de Villaquilambre (León)

D = Densidad expresada en vehículos por milla y carril.

$V_p$  = Intensidad en vehículos equivalentes por hora y carril.

S = velocidad media en el flujo de tráfico bajo condiciones base.

Una vez obtenidos todos los parámetros anteriores se puede establecer el nivel de servicio según los criterios establecidos anteriormente.

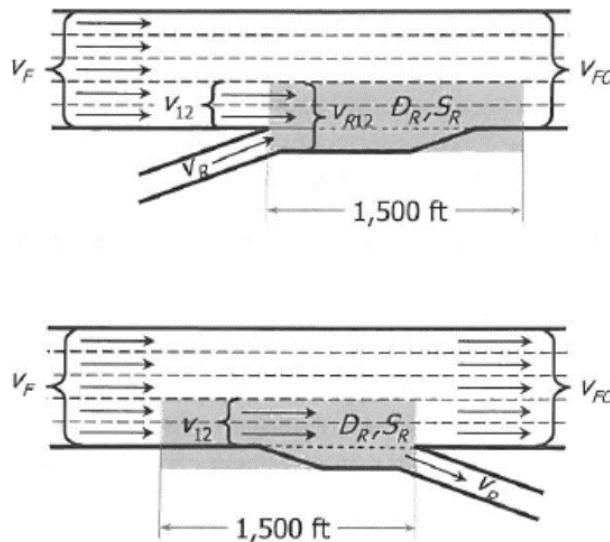


**Convergencias y divergencias**

A continuación, se desarrolla la metodología empleada para calcular los niveles de servicio de los diferentes elementos que componen los enlaces, todas ellas correspondientes al Manual de Capacidad de Carreteras en su versión del año 2010 (HCM 2010), en diversos capítulos.

La siguiente figura muestra el esquema básico en las áreas de convergencia y divergencia de los carriles de aceleración y deceleración de una autovía, autopista o Vía Colectora-Distribuidora. Se representan también las variables a considerar.

Figura 78. Esquema básico en áreas de convergencia y divergencia



Para rampas, tanto de convergencia y divergencia se considera que el área de influencia corresponde a un área con una longitud de 1.500 pies (460 metros aproximadamente) desde el punto en que las vías se unen o separan, respectivamente, y un ancho que comprende los dos carriles situados más a la derecha de la vía principal y los correspondientes a la convergencia o divergencia.

La metodología descrita a continuación corresponde a rampas localizadas en el lado derecho de la vía, si bien existen metodologías específicas para el caso menos frecuente de rampas situadas en el lado izquierdo.

Nivel de servicio

La magnitud que define el nivel de servicio en una autovía o autopista es la densidad de tráfico, medida en vehículos equivalentes a coches por milla y carril, según la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 75. Criterio nivel de servicio en función de la densidad

Nivel de servicio	Density (pc/mi/ln)	Densidad (pc/km/ln) Aprox.
A	0 – 10	0 – 6,2
B	> 10 – 20	> 6,8 – 12,4
C	> 20 – 28	> 12,4 – 17,4
D	> 28 – 35	> 17,4 – 21,7
E	> 35	> 21,7
F	La demanda excede a la capacidad	

El cálculo precisa de la siguiente información:



- Datos sobre la autovía:
  - Infraestructura:
    - Velocidad en Flujo Libre (FFS), de 55 a 75 mi/h. Se ha de redondear al más próximo.
    - Número de carriles en la autovía en la dirección de análisis, de 2 a 5.
    - Tipo de Terreno (Llano, ondulado o montañoso) o longitud y pendiente específica.
  - Demanda:
    - Demanda durante la hora de análisis, aguas arriba de la unión rampa-autovía.
    - Presencia de vehículos pesados y recreacionales.
    - Factor de hora punta, hasta 1,00, depende del periodo de análisis, normalmente 15 minutos, y relaciona el tráfico en dicho periodo con el tráfico en una hora.
    - Factor de población de conductores, de 0,85 a 1,00.
- Datos sobre la rampa
  - Infraestructura:
    - Tipo de rampa Convergencia (on-ramp) o divergencia (off-ramp).
    - Lado de la unión: se consideran rampas situadas en el lado derecho.
    - Número de carriles en la rampa: 1 ó 2.
    - Longitud del carril de aceleración o deceleración.
    - Velocidad en Flujo Libre (FFS), de 20 a 50 mi/h.
    - Tipo de Terreno (Llano, ondulado o montañoso) o longitud y pendiente específica.
  - Demanda:
- Demanda durante la hora de análisis en la rampa.
  - Presencia de vehículos pesados y recreacionales.
  - Factor de hora punta, hasta 1,00, depende del periodo de análisis, normalmente 15 minutos, y relaciona el tráfico en dicho periodo con el tráfico en una hora.
  - Factor de población de conductores, de 0,85 a 1,00.
- Sobre otras rampas adyacentes (A menos de 8.000 pies o 2.450 metros aguas arriba o abajo)
  - Distancia a la rampa adyacente.
  - Tipo de rampa.
  - Tráfico en hora punta en las rampas adyacentes.

#### Procedimiento de cálculo

En primer lugar hay que obtener todos los flujos de tráfico a considerar expresados en vehículos ligeros equivalentes a través de la siguiente expresión:

$$v_i = \frac{V_i}{PHF * f_{HV} * f_p}$$

Siendo:

$v_i$  = intensidad horaria equivalente para 15 minutos de punta, en vehículos/hora/carril.

$V_i$  = intensidad punta horaria, en vehículos/hora.

$PHF$  = Factor de Hora Punta, con valores típicos de 0,85 a 0,98.

$f_{HV}$  = factor de corrección de vehículos pesados.

$f_p$  = factor de conductores habituales, con valores típicos de 0,85 a 1,00.

El factor de ajuste de vehículos pesados ( $f_{HV}$ ) se trata de un factor de paso para considerar el efecto de los vehículos pesados en el tráfico, ya que todo el cálculo se realiza considerando vehículos equivalentes a turismos. Se halla mediante la expresión:



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

Siendo:

$f_{HV}$  = factor de ajuste de vehículos pesados.

$E_T$  = factor de equivalencia de vehículos pesados.

$E_R$  = factor de equivalencia de vehículos de recreo.

$P_T$  = porcentaje de vehículos pesados.

$P_R$  = porcentaje de vehículos de recreo.

Los factores de equivalencia ( $E_T$ ,  $E_R$ ) se determinan a partir del tipo de terreno:

Tabla 76. Factores de equivalencia entre vehículos pesados y ligeros

Factor	Tipo terreno		
	Llano	Ondulado	Accidentado
$E_T$ Camiones/ buses	1,5	2,5	4,5
$E_R$ Vehículos de recreo	1,2	2,0	4,0

El segundo paso consiste en calcular el tráfico en los carriles 1 y 2 de la autovía, los situados más a la derecha en el área de influencia de la rampa. Para convergencias, este cálculo se hace según la siguiente fórmula:

$$v_{12} = v_F * P_{FM}$$

Siendo:

$v_{12}$  = intensidad en los carriles 1 y 2.

$v_F$  = intensidad en la autovía.

$P_{FM}$  = es la proporción de vehículos de la autovía que quedan en los carriles 1 y 2.

El factor  $P_{FM}$  se calcula según el siguiente criterio en función del número de carriles de la autovía en la dirección de análisis.

Tabla 77. Modelos para determinar  $P_{FM}$  en convergencias

Carriles en la autovía	Modelo	
2 por sentido	$P_{FM} = 1,000$	
3 por sentido	$P_{FM} = 0,5775 + 0,000028 \cdot L_A$	Ecuación 13-3
	$P_{FM} = 0,7289 - 0,0000135 (v_F + v_R) - 0,003296 \cdot S_{FR} + 0,000063 \cdot L_{UP}$	Ecuación 13-4
	$P_{FM} = 0,5487 + 0,2628 (v_D / L_{DOWN})$	Ecuación 13-5
4 por sentido	$P_{FM} = 0,2178 - 0,000125 \cdot v_R + 0,01115 (L_A / S_{FR})$	Si $v_F/S_{FR} \leq 72$
	$P_{FM} = 0,2178 - 0,000125 \cdot v_R$	Si $v_F/S_{FR} > 72$



Tabla 78. Criterios para elegir la ecuación en autovías con tres carriles por sentido

Rampa adyacente aguas arriba	Rampa de análisis	Rampa adyacente aguas abajo	Ecuación usada
Ninguna	Convergencia	Ninguna	Ecuación 13-3
Ninguna	Convergencia	Convergencia	Ecuación 13-3
Ninguna	Convergencia	Divergencia	Ecuación 13-5 o 13-3
Convergencia	Convergencia	Ninguna	Ecuación 13-3
Divergencia	Convergencia	Ninguna	Ecuación 13-4 o 13-3
Convergencia	Convergencia	Convergencia	Ecuación 13-3
Convergencia	Convergencia	Divergencia	Ecuación 13-5 o 13-3
Divergencia	Convergencia	Convergencia	Ecuación 13-4 o 13-3
Divergencia	Convergencia	Divergencia	Ecuación 13-5 o 13-4 o 13-3

Para convergencias, el cálculo del flujo en los carriles 1 y 2 se hace según la siguiente fórmula:

$$v_{12} = v_F * (v_F - v_R) P_{FD}$$

Siendo:

$v_{12}$  = intensidad en los carriles 1 y 2.

$v_F$  = intensidad en la autovía.

$v_R$  = intensidad en la rampa

$P_{FD}$  = es la proporción de vehículos de la autovía, que no salen por la rampa, que quedan en los carriles 1 y 2.

El factor  $P_{FD}$  se calcula según el siguiente criterio en función del número de carriles de la autovía en la dirección de análisis.

Tabla 79. Modelos determinar  $P_{FM}$  en divergencias

Rampa adyacente aguas arriba	Rampa de análisis	Rampa adyacente aguas abajo
2 por sentido	$P_{FD} = 1,000$	
3 por sentido	$P_{FD} = 0,760 - 0,000025 \cdot v_F - 0,000046 \cdot v_R$	Ecuación 13-9
	$P_{FD} = 0,717 - 0,000039 \cdot v_F + 0,604 (v_U / LUP)$	Ecuación 13-10
	$P_{FD} = 0,616 - 0,000021 \cdot v_F + 0,124 (v_D / LDOWN)$	Ecuación 13-11
4 por sentido	$P_{FD} = 0,436$	

Tabla 80. Criterios para elegir la ecuación en autovías con tres carriles por sentido

Rampa adyacente aguas arriba	Rampa de análisis	Rampa adyacente aguas abajo	Ecuación usada
Ninguna	Convergencia	Ninguna	Ecuación 13-9
Ninguna	Convergencia	Convergencia	Ecuación 13-9
Ninguna	Convergencia	Divergencia	Ecuación 13-11 o 13-9
Convergencia	Convergencia	Ninguna	Ecuación 13-10 o 13-9
Divergencia	Convergencia	Ninguna	Ecuación 13-9



## Estudio de tráfico y movilidad del PP para la modificación de la ordenación detallada del Sector SUR-29 del PGOU de Villaquilambre (León)

Convergencia	Convergencia	Convergencia	Ecuación 13-10 o 13-9
Convergencia	Convergencia	Divergencia	Ecuación 13-11 o 13-10 o 13-9
Divergencia	Convergencia	Convergencia	Ecuación 13-9
Divergencia	Convergencia	Divergencia	Ecuación 13-11 o 13-9

Una vez obtenido el valor anterior hay que chequear que es razonable en función del tráfico que queda en el resto de carriles para los casos de autovías que tiene más de dos carriles y corregir en consecuencia.

Obtenido el valor del tráfico en los carriles situados más a la derecha se pasa a realizar el chequeo de las capacidades de los diferentes elementos. Hay tres puntos de chequeo importantes a tener en cuenta:

- La capacidad de la autovía justo aguas abajo de una convergencia o aguas arriba de una divergencia.
- La capacidad de la rampa.
- El flujo máximo en el área de influencia de la rampa.

Habitualmente la capacidad de la autovía es el factor determinante, habiéndose observado en diversos estudios que la turbulencia generada en el entorno de la unión rampa-autovía no disminuye la capacidad de la autovía. En las convergencias rara vez la capacidad de la rampa tiene un rol importante sin embargo en las divergencias el fallo suele producirse por una falta de capacidad en la rampa, o en la intersección de esta con la vía con la que intercepte.

En área de divergencia el flujo en el área de influencia ( $v_{R12}$ ) corresponde al valor  $v_{12}$  ya calculado, y este se utiliza para determinar la capacidad. Para determinar la capacidad de las áreas de convergencia se ha de determinar el flujo en el área de influencia ( $v_{R12}$ ) con la ecuación:

$$v_{R12} = v_{12} + v_R$$

La capacidad de las uniones rampa-autovía, o rampa con carreteras multicarril o vías colectoras-distribuidoras, se recogen en las siguientes tablas.

Tabla 81. Capacidades en la unión rampa autovía/autopista

Velocidad en flujo libre FFS (mi/h)	Capacidad en la autovía aguas arriba o abajo en vehículos equivalentes por hora (pc/h)				Máximo flujo en el área de influencia de una convergencia ( $v_{12}$ )	Máximo flujo en el área de influencia de una divergencia ( $v_{R12}$ )
	Número de carriles en una dirección					
	2	3	4	>4		
$\geq 70$	4800	7200	9600	2400/ln	4600	4400
65	4700	7050	9400	2350/ln	4600	4400
60	4600	6900	9200	2300/ln	4600	4400
55	4500	6750	9000	2250/ln	4600	4400

Tabla 82. Capacidades en la unión rampa - carretera multicarril/Vía Colectora-Distribuidora

Velocidad en flujo libre FFS (mi/h)	Capacidad en la Vía Colectora-Distribuidora o carretera multicarril aguas arriba o abajo en vehículos equivalentes por hora (pc/h)			Máximo flujo en el área de influencia de una convergencia ( $v_{12}$ )	Máximo flujo en el área de influencia de una divergencia ( $v_{R12}$ )
	Número de carriles en una dirección				
	2	3	>3		
$\geq 60$	4400	6600	2200/ln	4600	4400
55	4200	6300	2100/ln	4600	4400





## Estudio de tráfico y movilidad del PP para la modificación de la ordenación detallada del Sector SUR-29 del PGOU de Villaquilambre (León)

50	4000	6000	2000/ln	4600	4400
45	3800	5700	1900/ln	4600	4400

Las capacidades en la rampa se establecen según la siguiente tabla.

Tabla 83. Capacidades en los ramales según velocidad

Velocidad en la rampa FFS , SFR (mi/h)	Capacidad de la rampa (pc/h)	
	Un Carril	Dos Carriles
> 50	2200	4400
>= 40 – 50	2100	4100
>= 30 - 40	2000	3800
>= 20 – 30	1900	3500
< 20	1800	3200

En caso de que se superen las capacidades anteriores el nivel de servicio sería un F.

El siguiente paso, una vez chequeadas las capacidades, es determinar la densidad en el área de influencia de la rampa. Para convergencias el cálculo se realiza según la siguiente fórmula:

$$D_R = 5,475 + 0,00734V_R + 0,0078V_{12} - 0,00627L_A$$

Siendo:

$D_R$  = Densidad en vehículos por milla y carril en el área de divergencia.

$v_{12}$  = Volumen de tráfico en las inmediaciones del área de divergencia en los carriles 1 y 2 de la autovía.

$L_A$  = Longitud del carril de deceleración.

El cálculo de la densidad en áreas de divergencia responde a la ecuación:

$$D_R = 4,252 + 0,0086V_{12} - 0,009L_D$$

Donde:

$D_R$  = Densidad en vehículos por milla y carril en el área de divergencia.

$v_{12}$  = Volumen de tráfico en las inmediaciones del área de divergencia en los carriles 1 y 2 de la autovía.

$L_A$  = Longitud del carril de deceleración.

El nivel de servicio se establece utilizando la tabla ya recogida al principio del apartado en función de la densidad. Complementariamente el manual de capacidad establece una serie de ecuaciones que permiten estimar las velocidades en el área de influencia de la rampa y en los carriles exteriores de la autovía, así como la velocidad media para el conjunto de los vehículos de la unión rampa-autovía.

