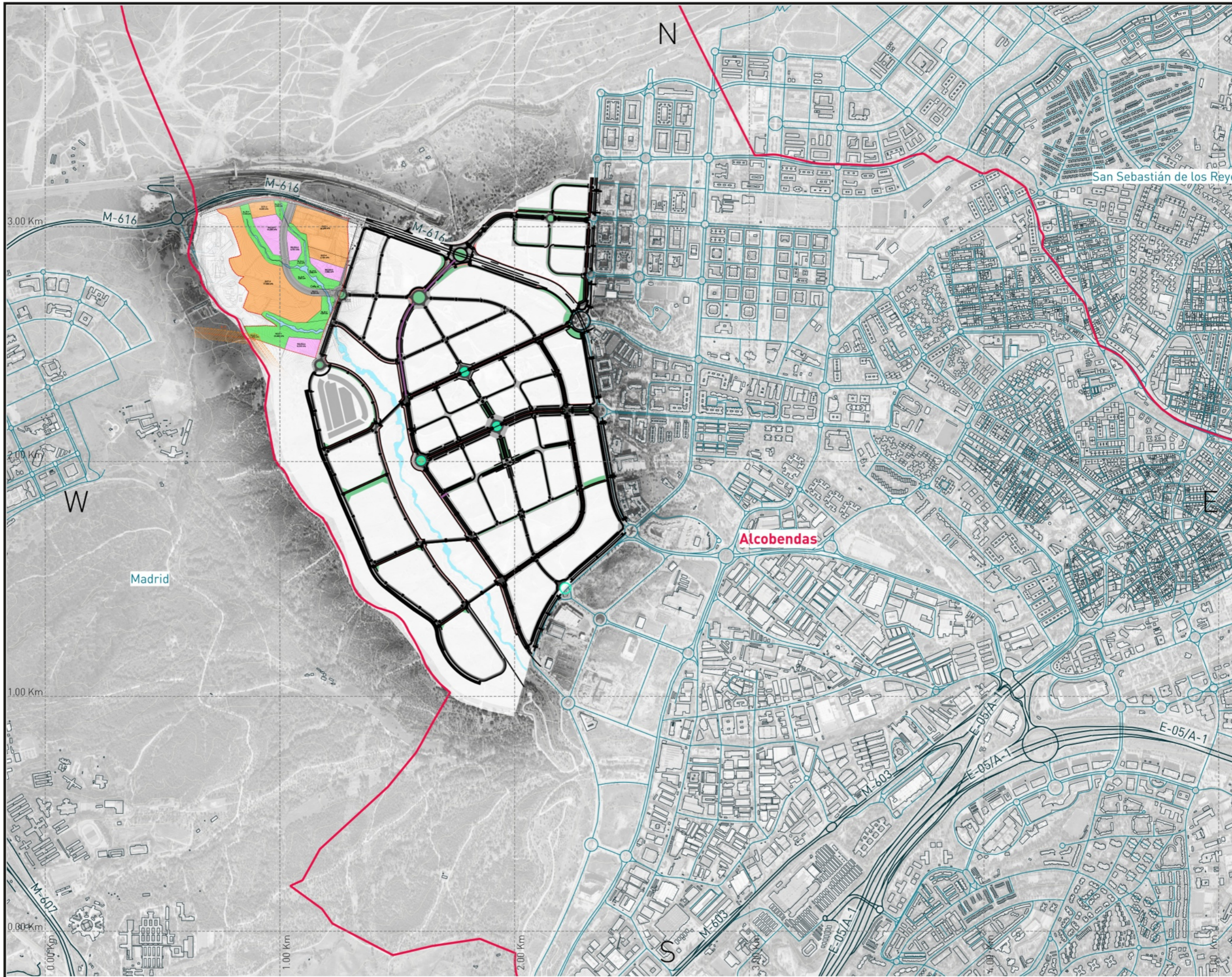




D. PLANOS



Fecha:

FEBRERO 2024

Escala:

1/15.000

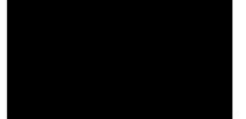
Creado:

JFH

Revisado:

IMM

Jorge Luis Rodríguez



MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez



MSc. Transport Planning and Engineering

Emplazamiento:



Título:

LOCALIZACIÓN

Proyecto:

ET Sector 5 Comillas en Alcobendas

Ciente:



Referencia:

P2024012

Plano

01



Fecha:
FEBRERO 2024

Escala:
1/100.000

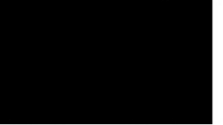
Creado: Revisado:
JFH IMM

Jorge Luis Rodríguez



MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez



MSc. Transport Planning and Engineering

Emplazamiento:



Título:

SITUACIÓN

Proyecto:

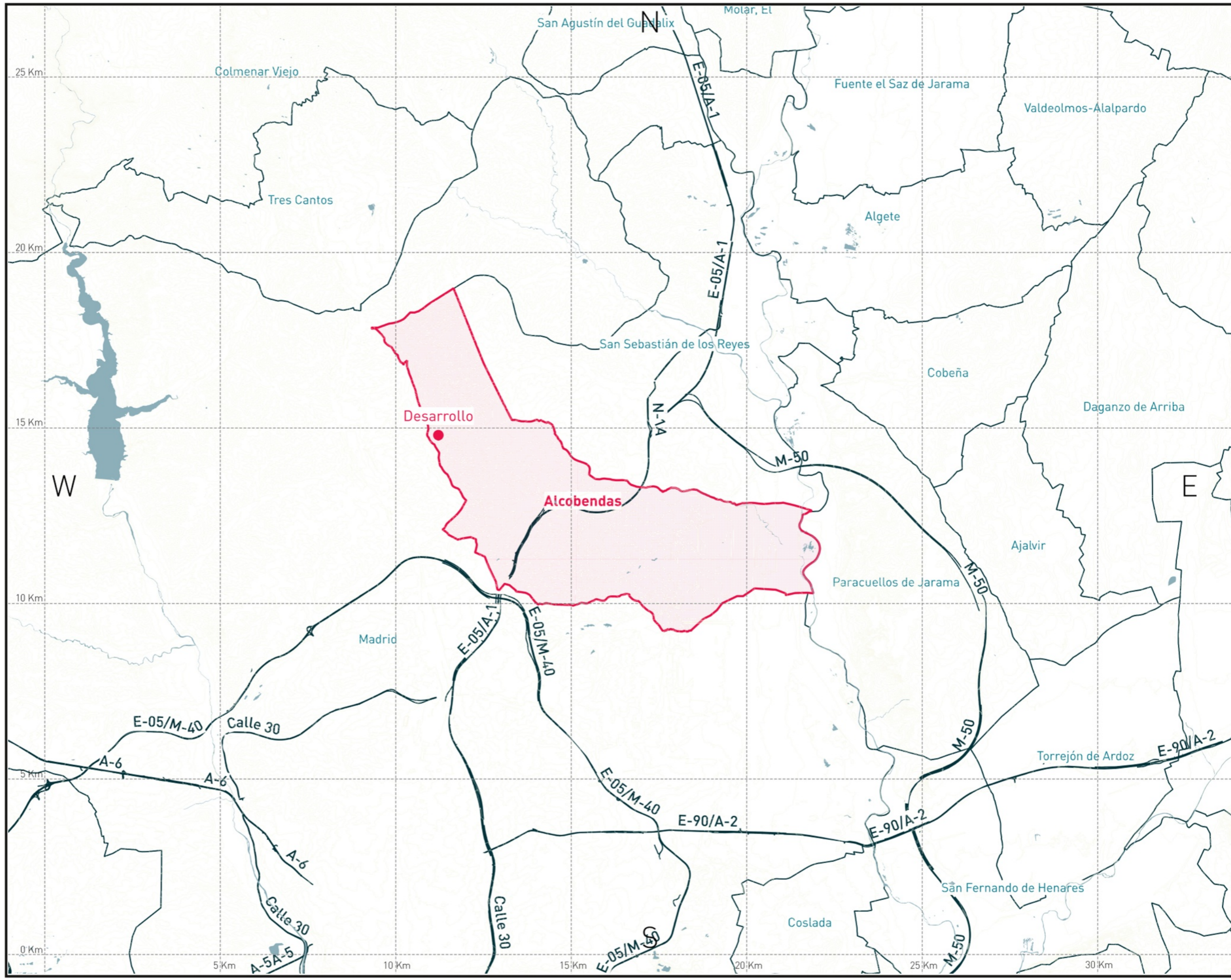
ET Sector 5 Comillas en Alcobendas

Ctiente:



Referencia:
P2024012

Plano
02





Fecha:

FEBRERO 2024

Escala:

1/15.000

Creado:

JFH

Revisado:

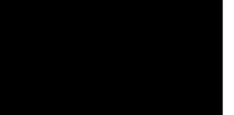
IMM

Jorge Luis Rodríguez



MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez



MSc. Transport Planning and Engineering

Emplazamiento:



Título:

TRABAJOS DE CAMPO

Proyecto:

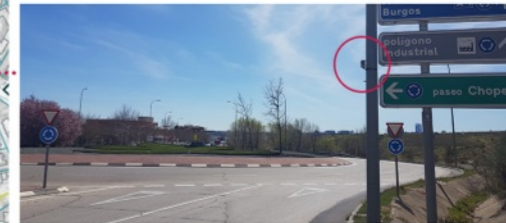
ET Sector 5 Comillas en Alcobendas

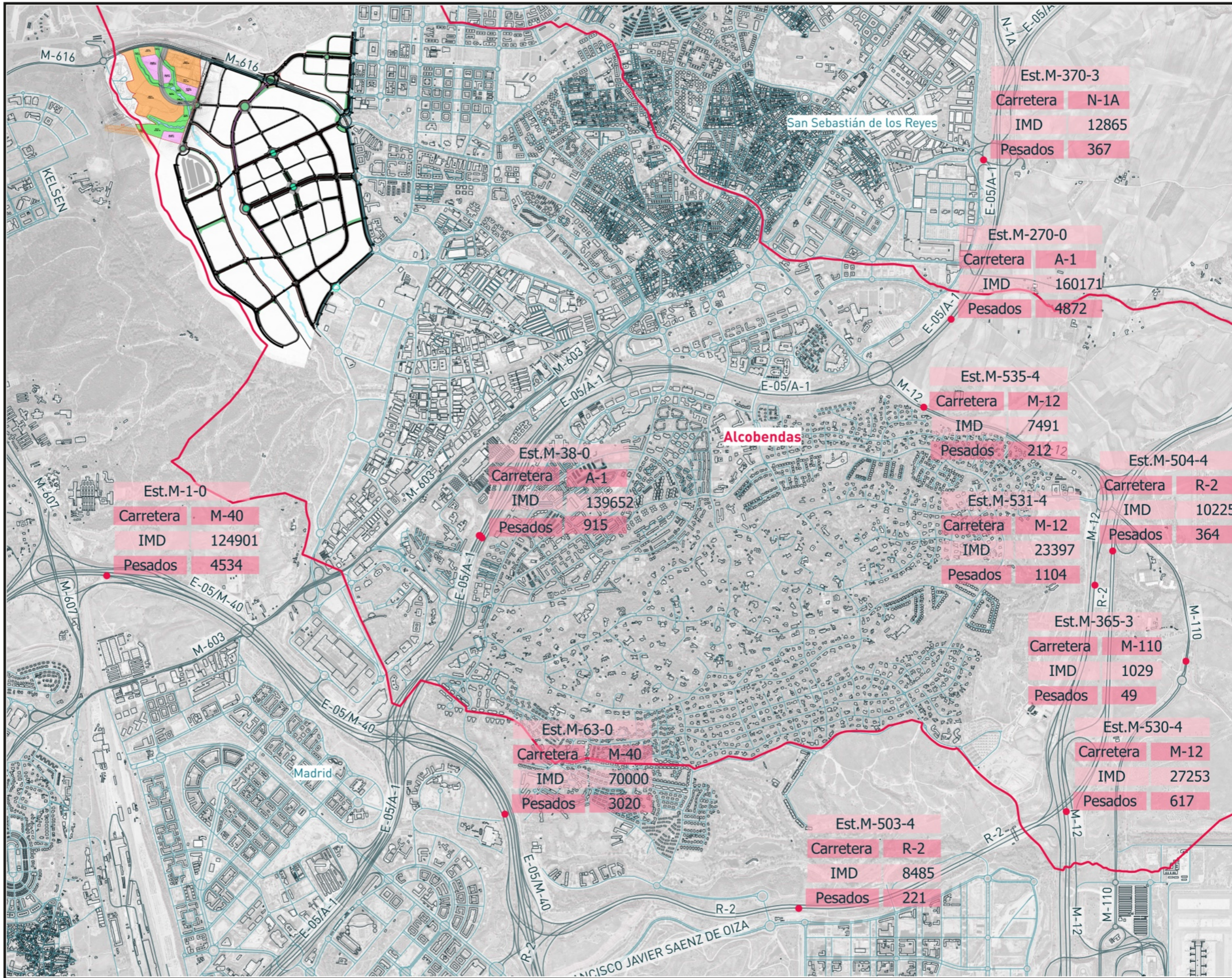
Ciente:



Referencia:
P2024012

Plano
03





Fecha:

FEBRERO 2024

Escala:

1/5.000

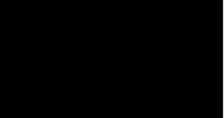
Creado:

JFH

Revisado:

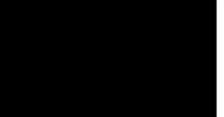
IMM

Jorge Luis Rodríguez



MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez



MSc. Transport Planning and Engineering

Emplazamiento:



Título:

ESTACIONES AFOROS ESTATALES Y MADRID

Proyecto:

ET Sector 5 Comillas en Alcobendas

Cltente:



Referencia:
P2024012

Plano
04

Fecha:

FEBRERO 2024

Escala:

1/100.000

Creado:

JFH

Revisado:

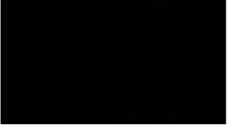
IMM

Jorge Luis Rodríguez



MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez



MSc. Transport Planning and Engineering

Emplazamiento:



Título:

ATRACCIÓN METROPOLITANA EQUIPAMIENTOS

Proyecto:

ET Sector 5 Comillas en Alcobendas

Ctiente:

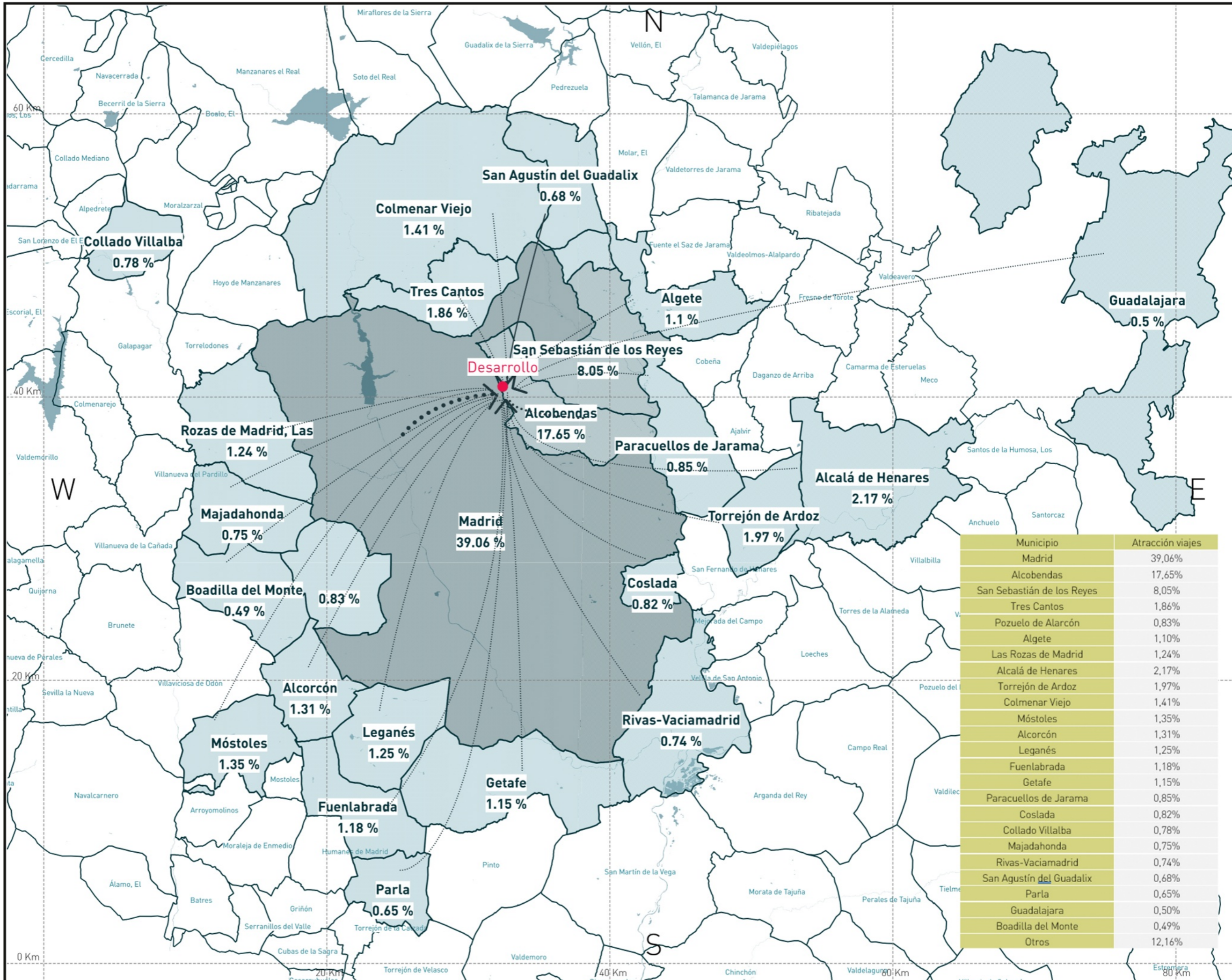


Referencia:

P2024012

Plano

05



Municipio	Atracción viajes
Madrid	39,06%
Alcobendas	17,65%
San Sebastián de los Reyes	8,05%
Tres Cantos	1,86%
Pozuelo de Alarcón	0,83%
Algete	1,10%
Las Rozas de Madrid	1,24%
Alcalá de Henares	2,17%
Torrejón de Ardoz	1,97%
Colmenar Viejo	1,41%
Móstoles	1,35%
Alcorcón	1,31%
Leganés	1,25%
Fuenlabrada	1,18%
Getafe	1,15%
Paracuellos de Jarama	0,85%
Coslada	0,82%
Collado Villalba	0,78%
Majadahonda	0,75%
Rivas-Vaciamadrid	0,74%
San Agustín del Guadalix	0,68%
Parla	0,65%
Guadalajara	0,50%
Boadilla del Monte	0,49%
Otros	12,16%

TOTAL Point P01 08:00 - 09:00

N	0	591	109	1199	1899
S	196	0	50	402	648
E	40	59	0	395	494
NW	492	620	255	5	1372
	728	1270	414	2001	4413

TOTAL Point P02 08:00 - 09:00

N	1	1349	86	1436
S	466	105	132	703
E	193	96	21	310
	660	1550	239	2449

TOTAL Point P03 08:00 - 09:00

NE	0	243	88	230	561
SE	64	6	171	35	276
NW	69	1124	0	232	1425
SW	75	8	84	0	167
	208	1381	343	497	2429

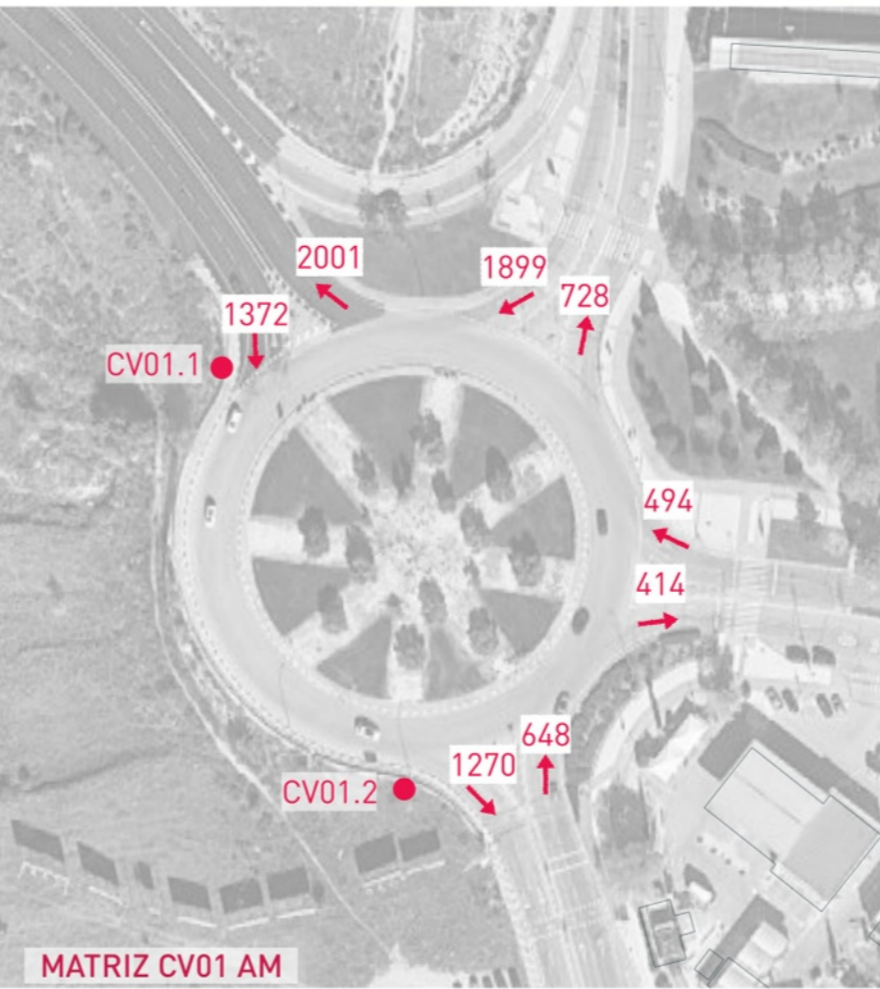
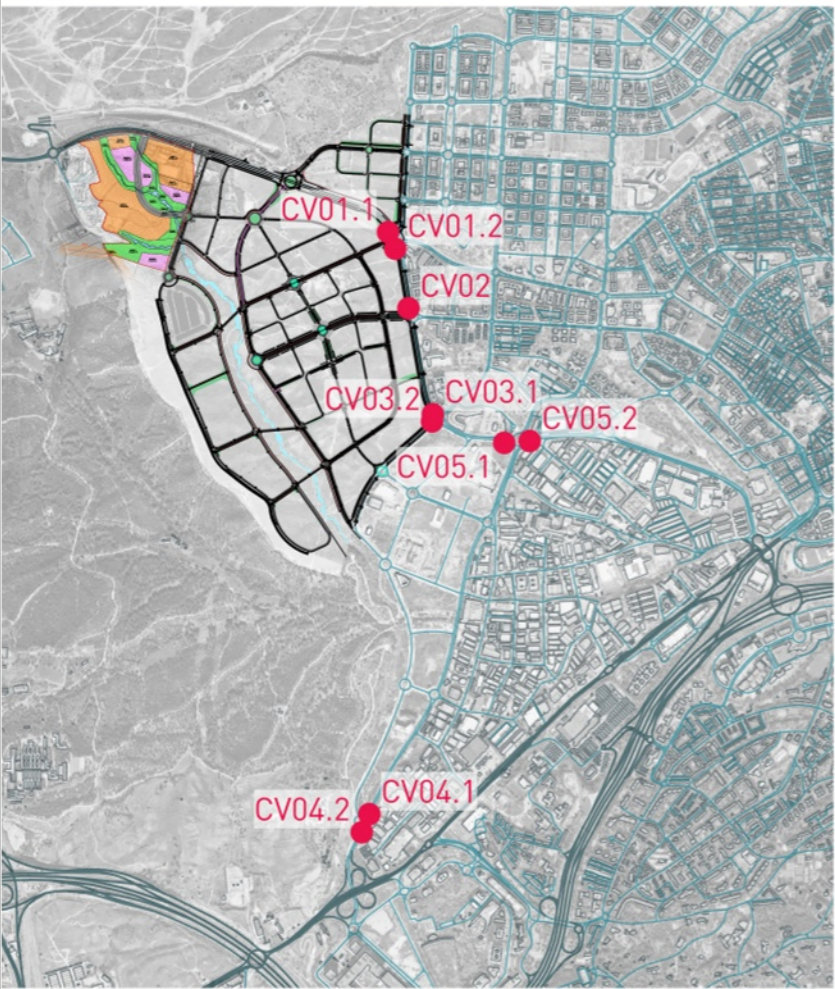
TOTAL Point P04 08:00 - 09:00

N	1	713	15	729
S	201	8	649	858
NE	3	552	0	555
	205	1273	664	2142

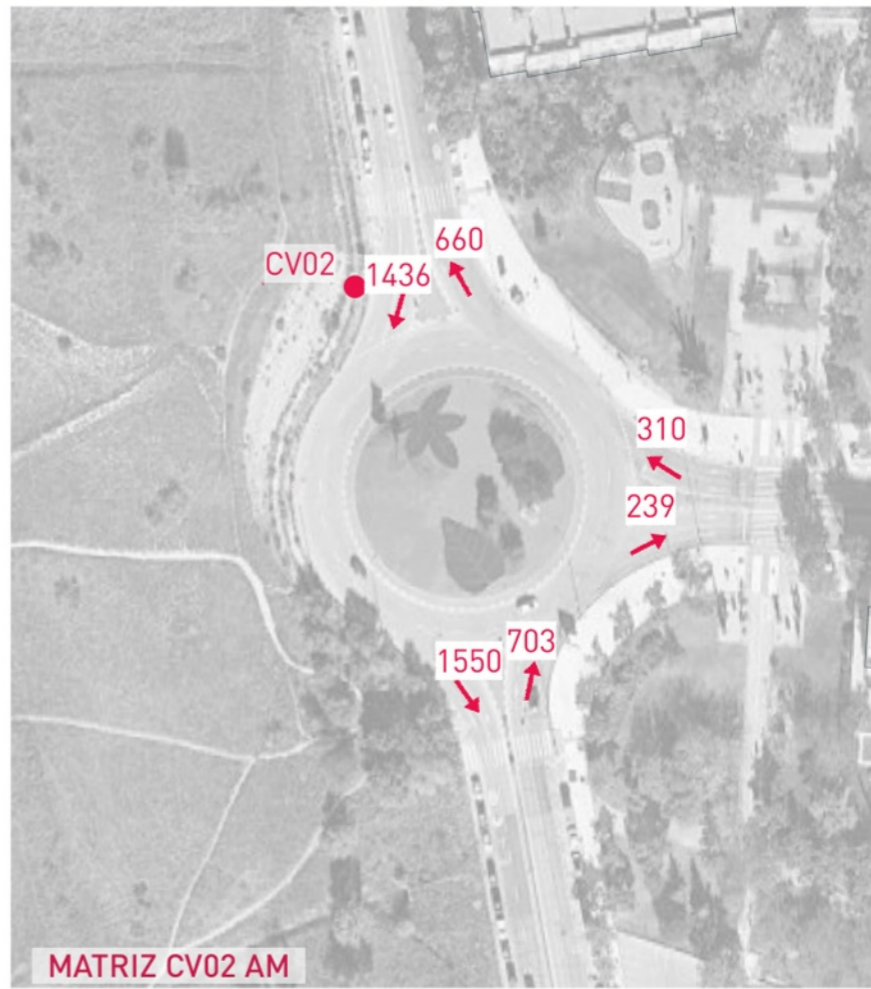
TOTAL Point P05 08:00 - 09:00

N	1	628	408	90	1127
S	166	0	237	84	487
E	215	230	65	397	907
W	59	178	789	21	1047
	441	1036	1499	592	3568

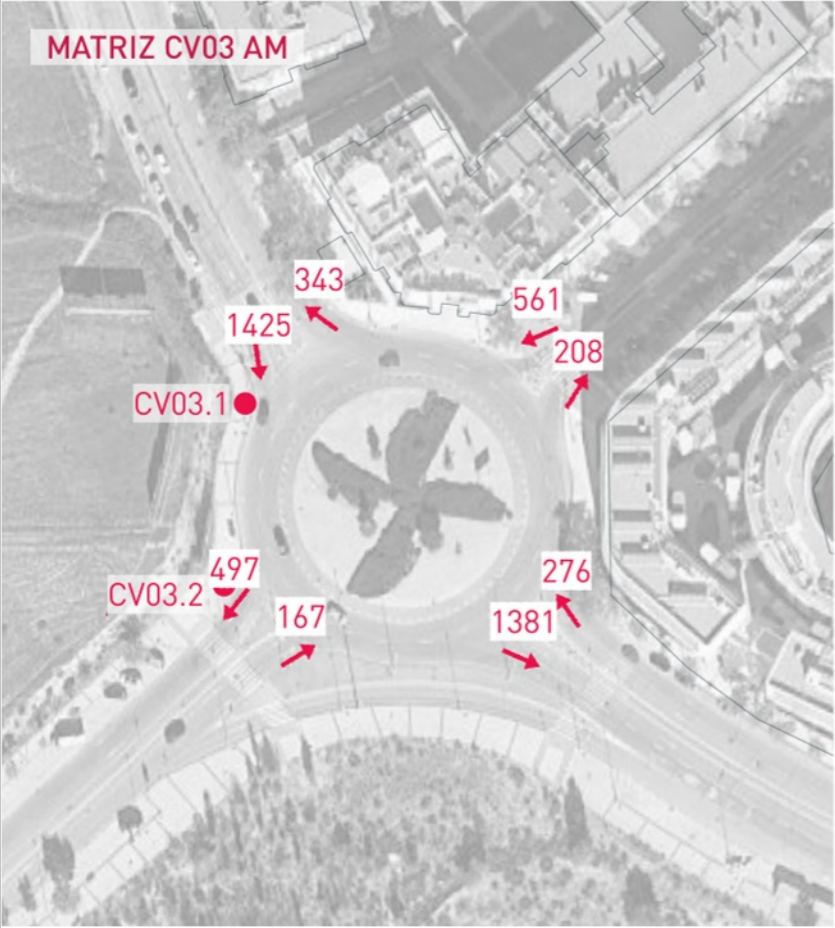
AM					
7:00 - 7:15					
7:15 - 7:30					
7:30 - 7:45					
7:45 - 8:00					
TOTAL					
8:00 - 8:15					
8:15 - 8:30					
8:30 - 8:45					
8:45 - 9:00					
TOTAL					



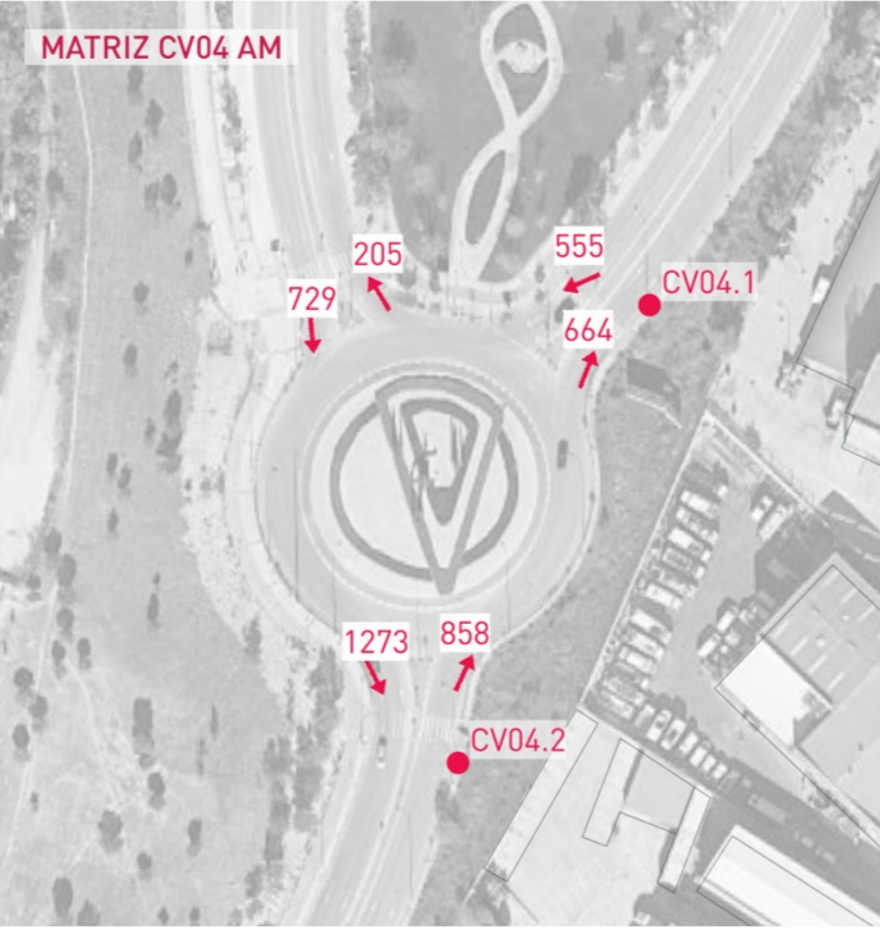
MATRIZ CV01 AM



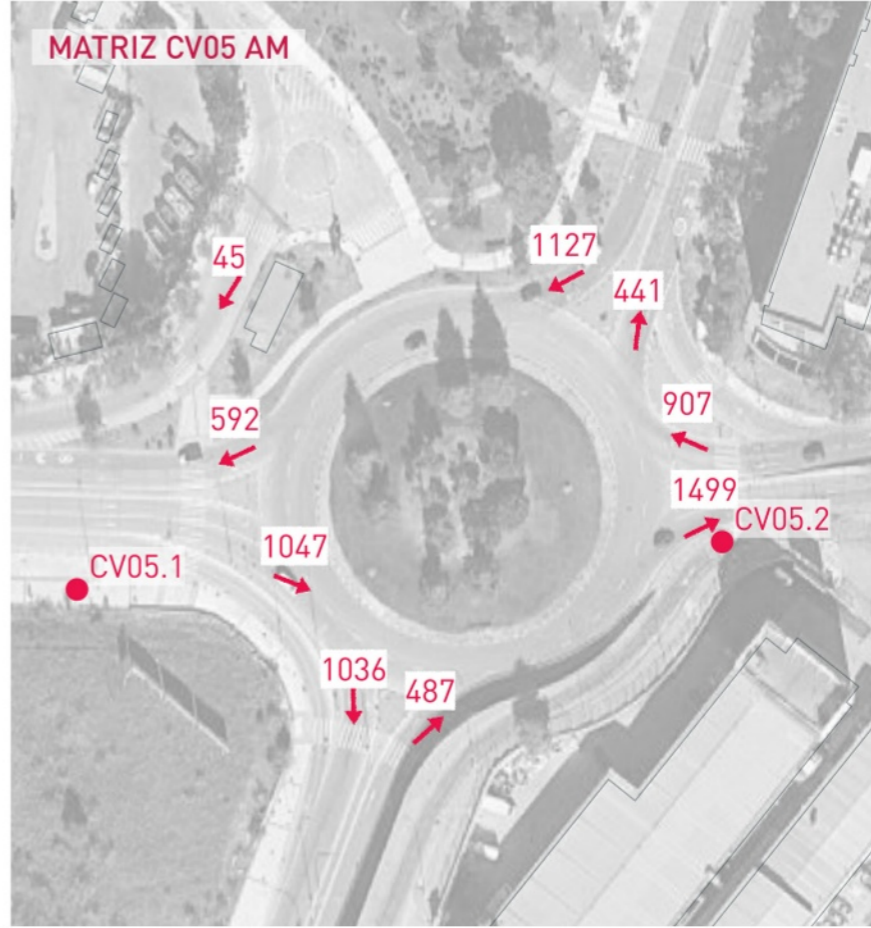
MATRIZ CV02 AM



MATRIZ CV03 AM



MATRIZ CV04 AM



MATRIZ CV05 AM



Fecha:
FEBRERO 2024

Escala:
1/1.500

Creado: JFH Revisado: IMM

Jorge Luis Rodríguez



MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez



MSc. Transport Planning and Engineering

Emplazamiento:



Título:
MATRIZ AM

Proyecto:
ET Sector 5 Comillas en Alcobendas

Ctiente:



Referencia:
P2024012

Plano
06



Fecha:

FEBRERO 2024

Escala:

1/7.500

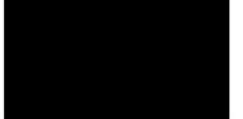
Creado:

JFH

Revisado:

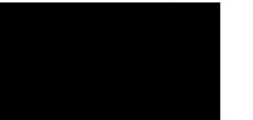
IMM

Jorge Luis Rodríguez



MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez



MSc. Transport Planning and Engineering

Emplazamiento:



Título:

OFERTA TRANSPORTE PÚBLICO

Proyecto:

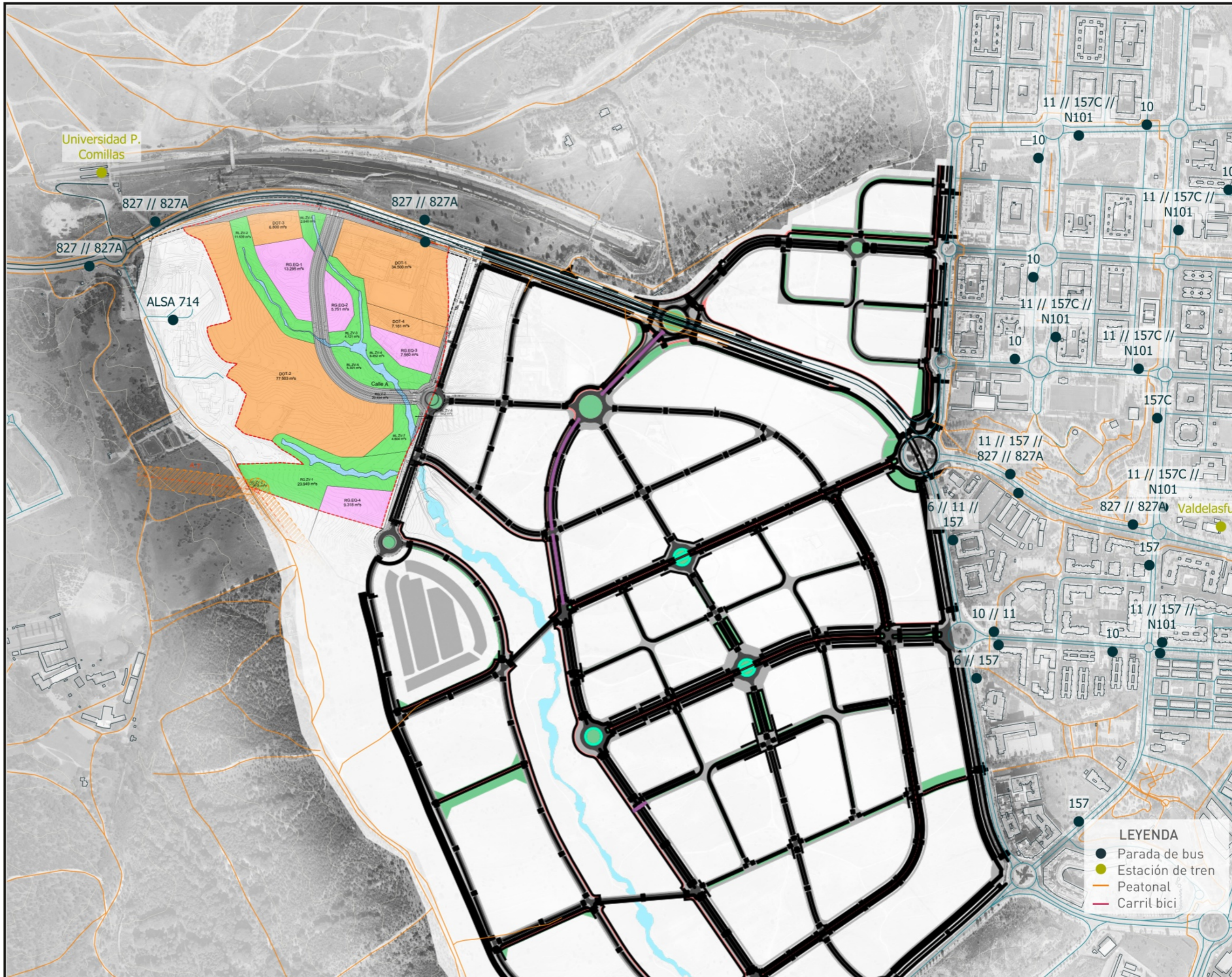
ET Sector 5 Comillas en Alcobendas

Ciente:



Referencia:
P2024012

Plano
07a



Fecha:

FEBRERO 2024

Escala:

1/5.000

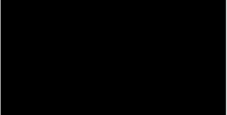
Creado:

JFH

Revisado:

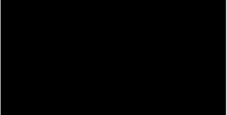
IMM

Jorge Luis Rodríguez



MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez



MSc. Transport Planning and Engineering

Emplazamiento:



Título:

ACCESIBILIDAD PEATONAL Y CICLISTA

Proyecto:

ET Sector 5 Comillas en Alcobendas

Ciente:

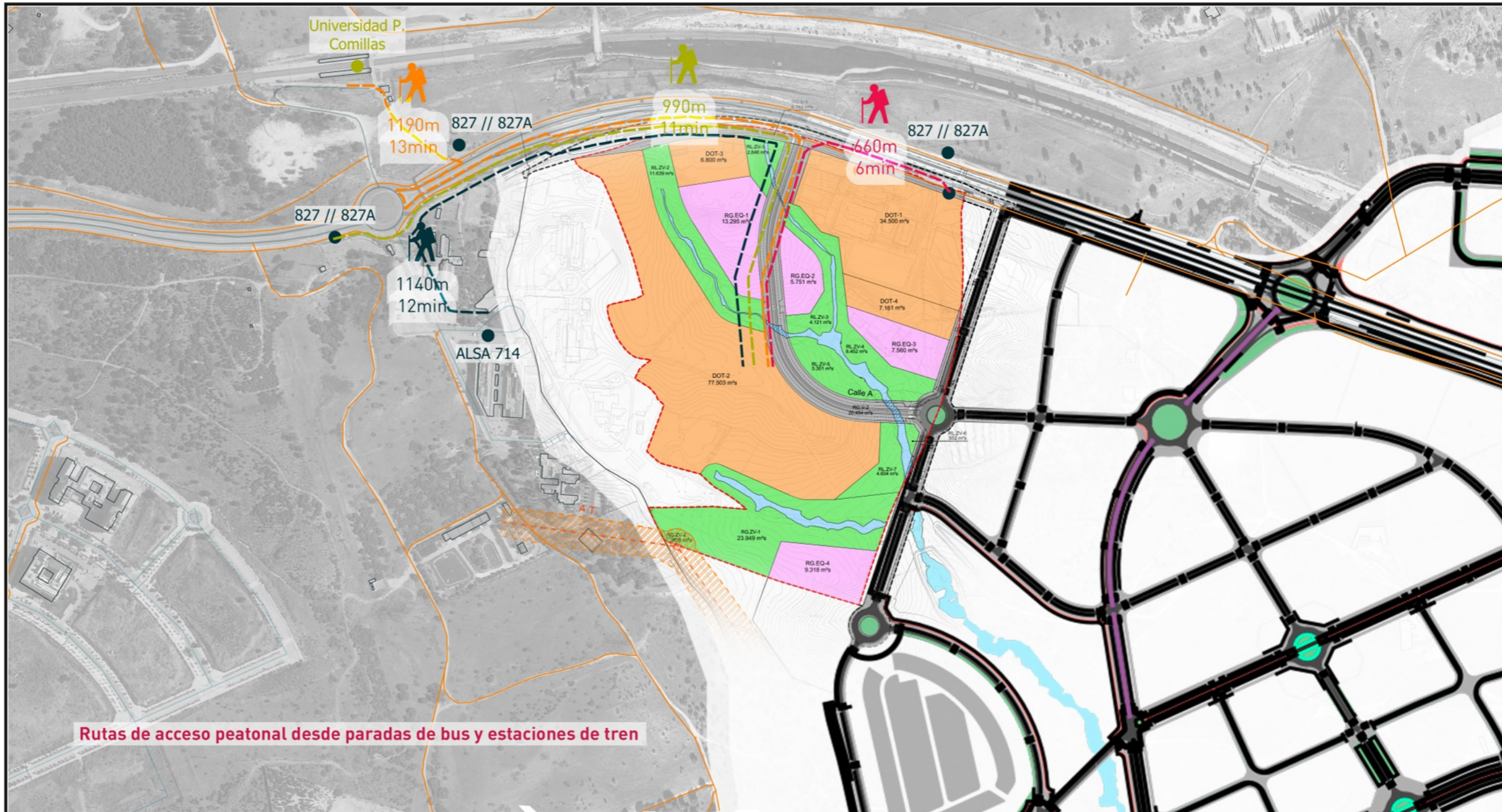


Referencia:

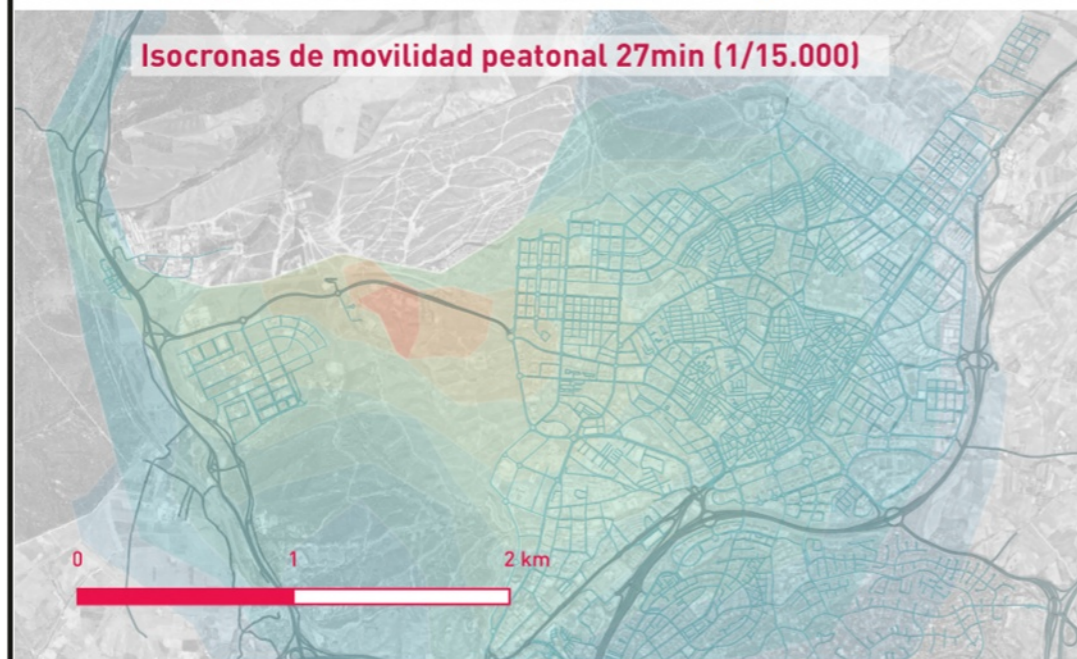
P2024012

Plano

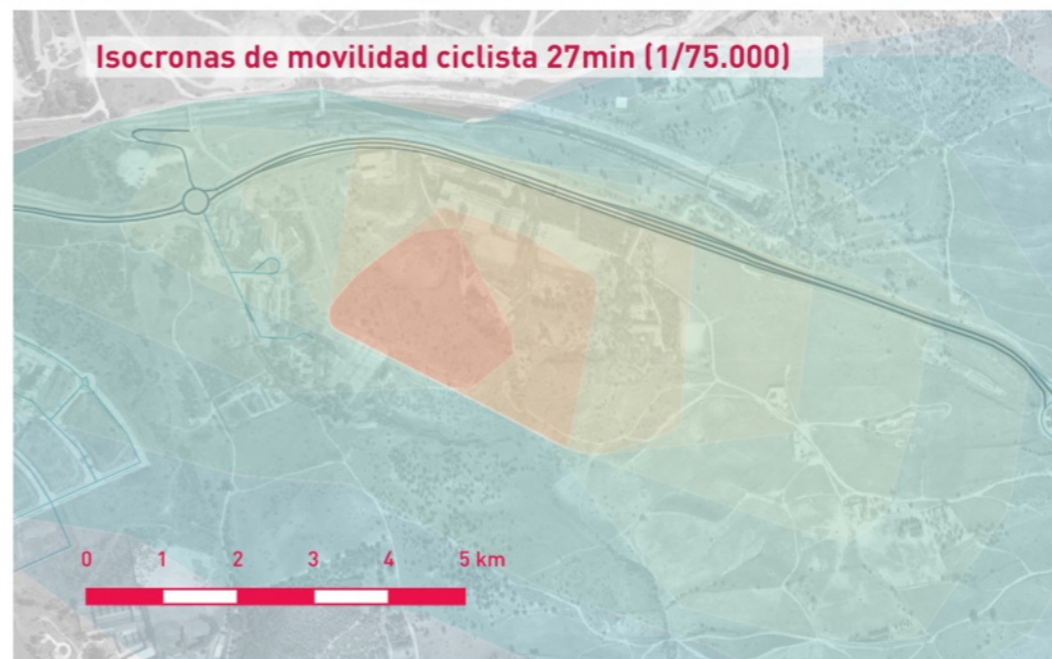
07b



Rutas de acceso peatonal desde paradas de bus y estaciones de tren



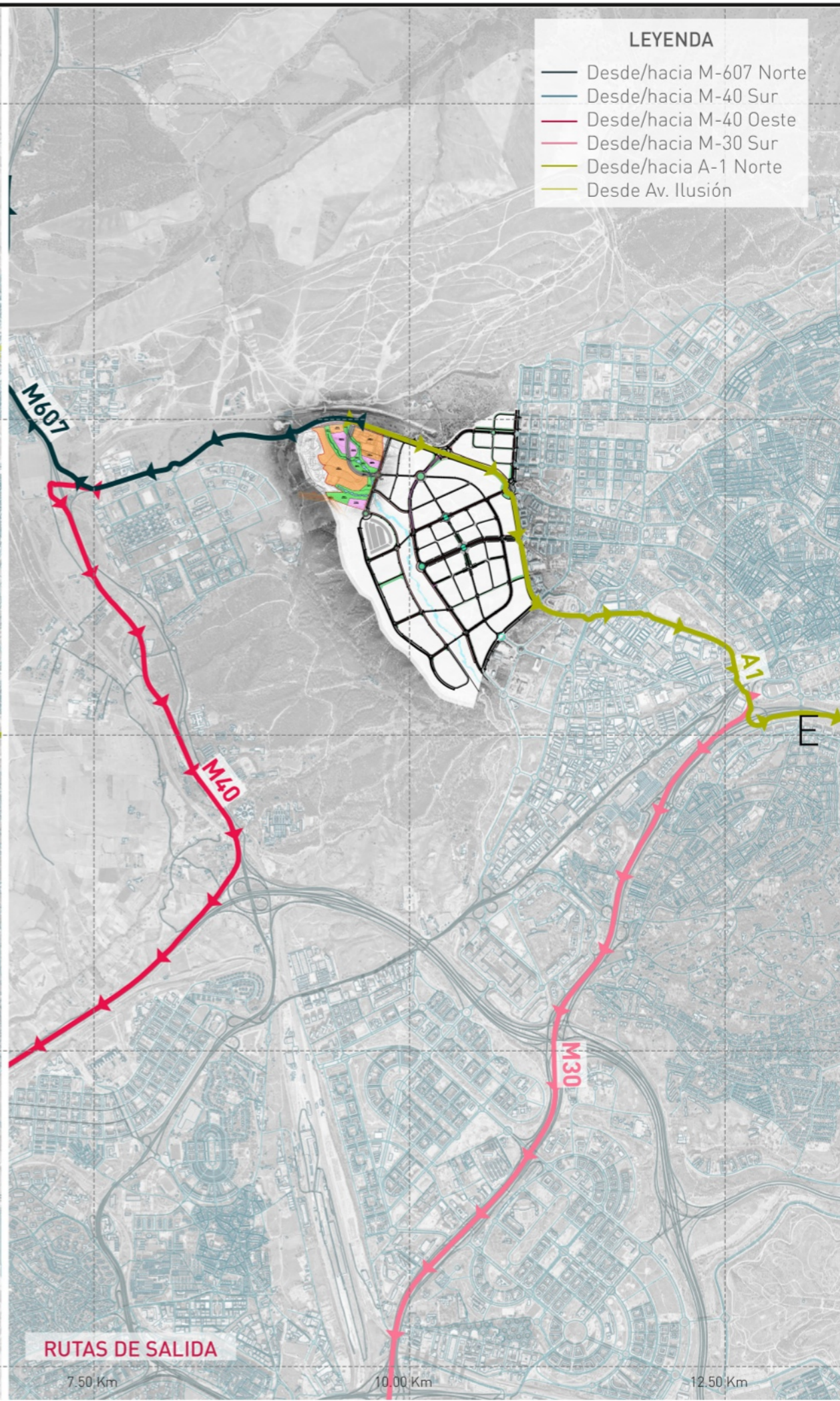
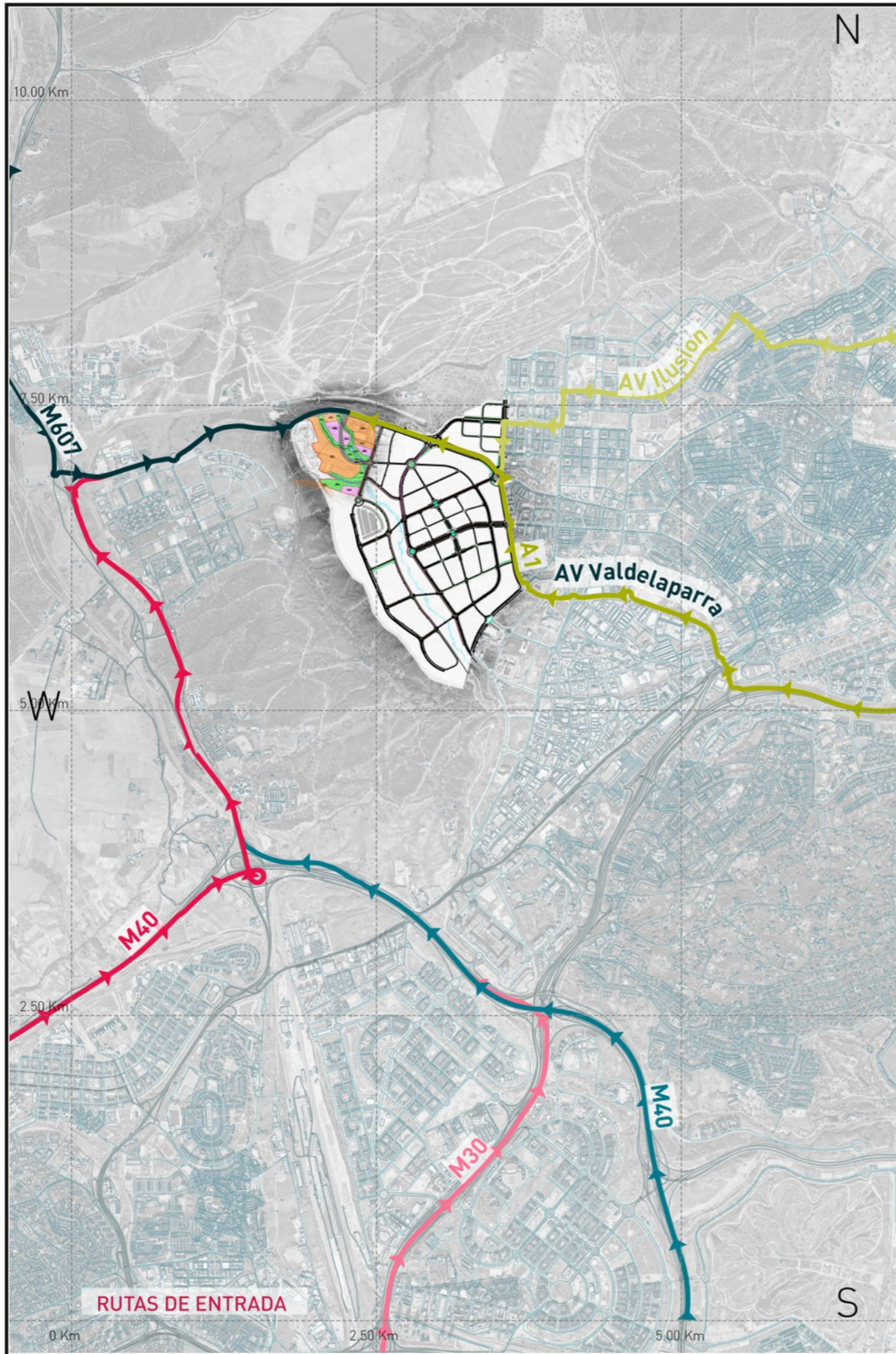
Isocronas de movilidad peatonal 27min (1/15.000)



Isocronas de movilidad ciclista 27min (1/75.000)

LEYENDA

- Parada de bus
 - Estación de tren
 - Peatonal
 - Carril bici
- ISOCRONAS
- 3 min
 - 6 min
 - 9 min
 - 12 min
 - 15 min
 - 18 min
 - 21 min
 - 24 min
 - 27 min



LEYENDA

- Desde/hacia M-607 Norte
- Desde/hacia M-40 Sur
- Desde/hacia M-40 Oeste
- Desde/hacia M-30 Sur
- Desde/hacia A-1 Norte
- Desde Av. Ilusión



Fecha:
FEBRERO 2024

Escala:
1/40.000

Creado: JFH Revisado: IMM

Jorge Luis Rodríguez



Carlos Suárez Vázquez



Emplazamiento:



Título:
ITINERARIO ENTRADA Y SALIDA

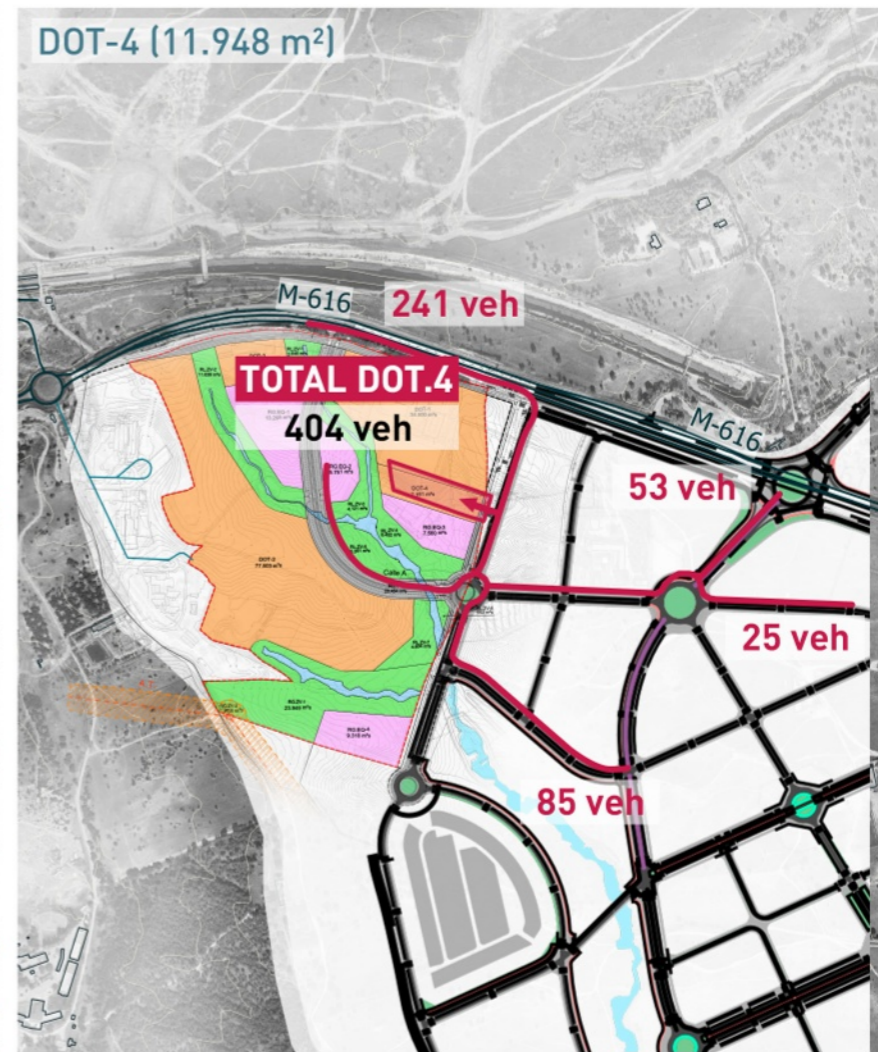
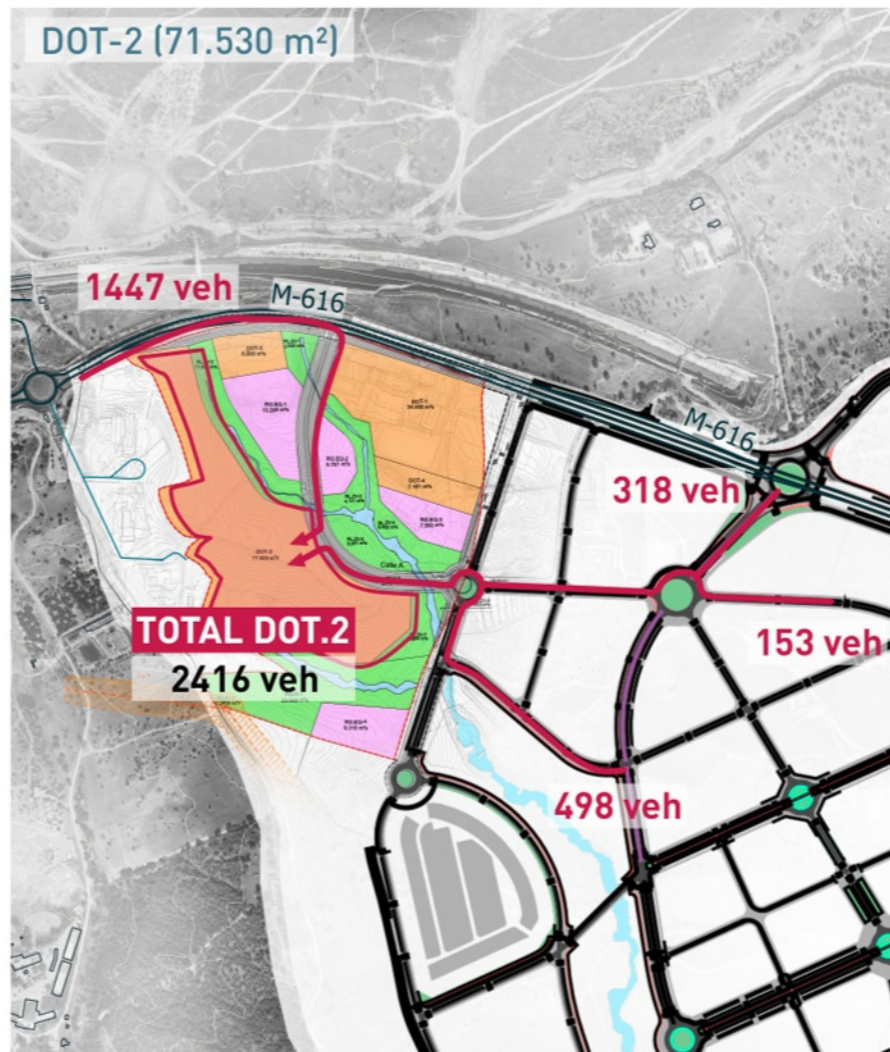
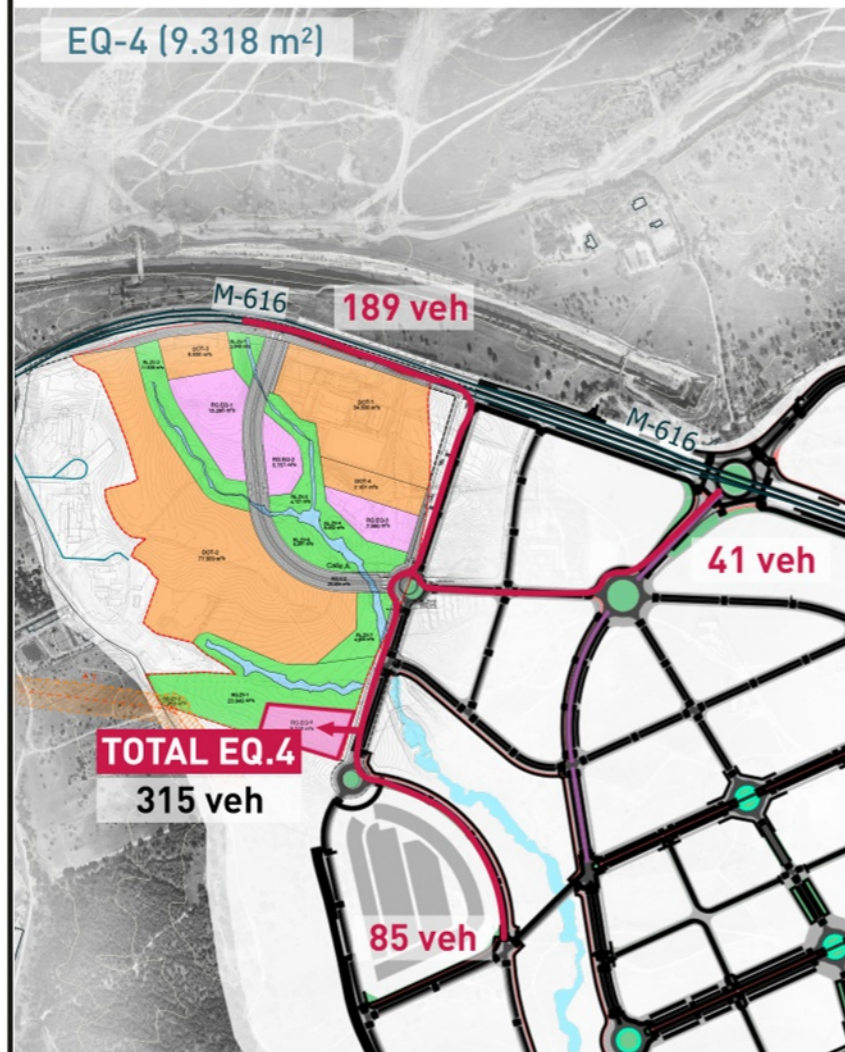
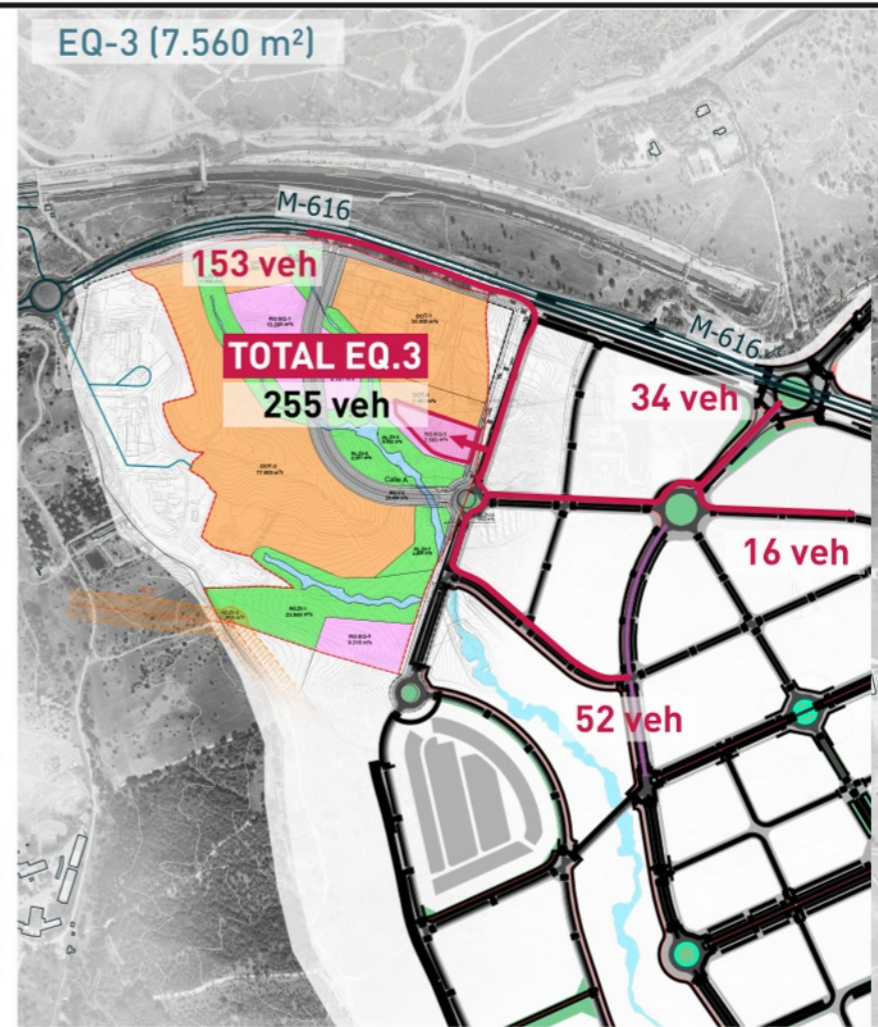
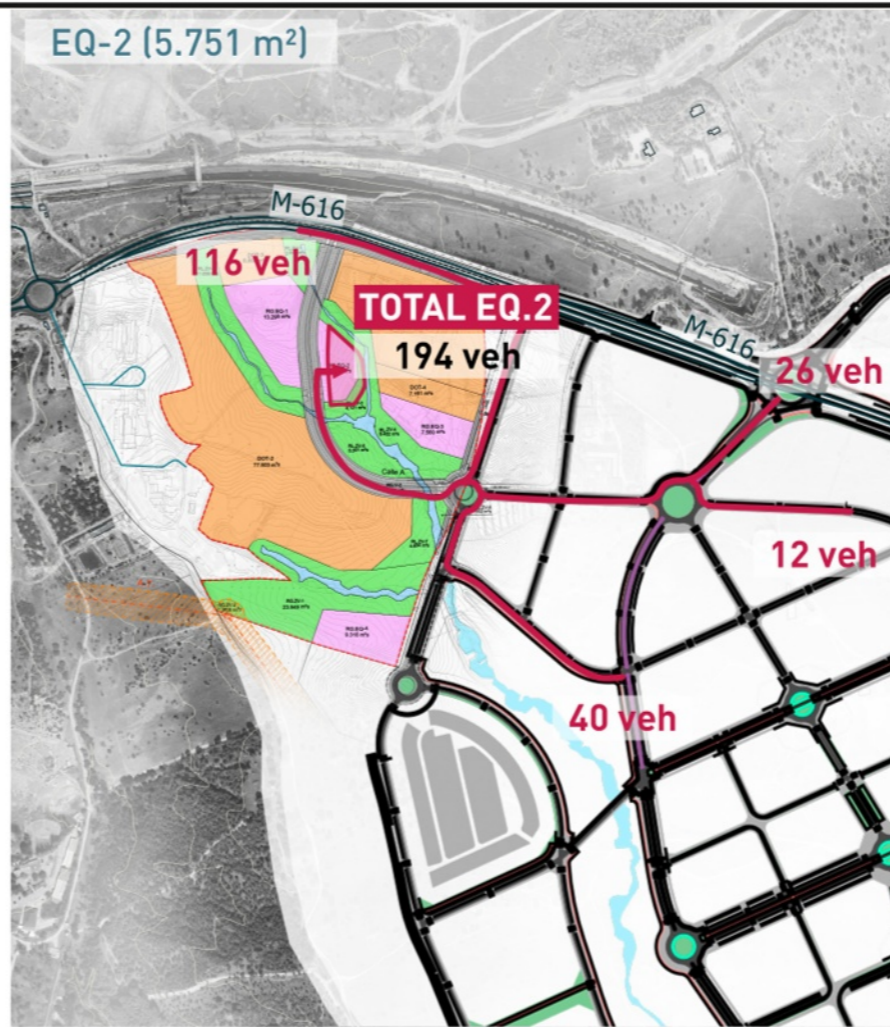
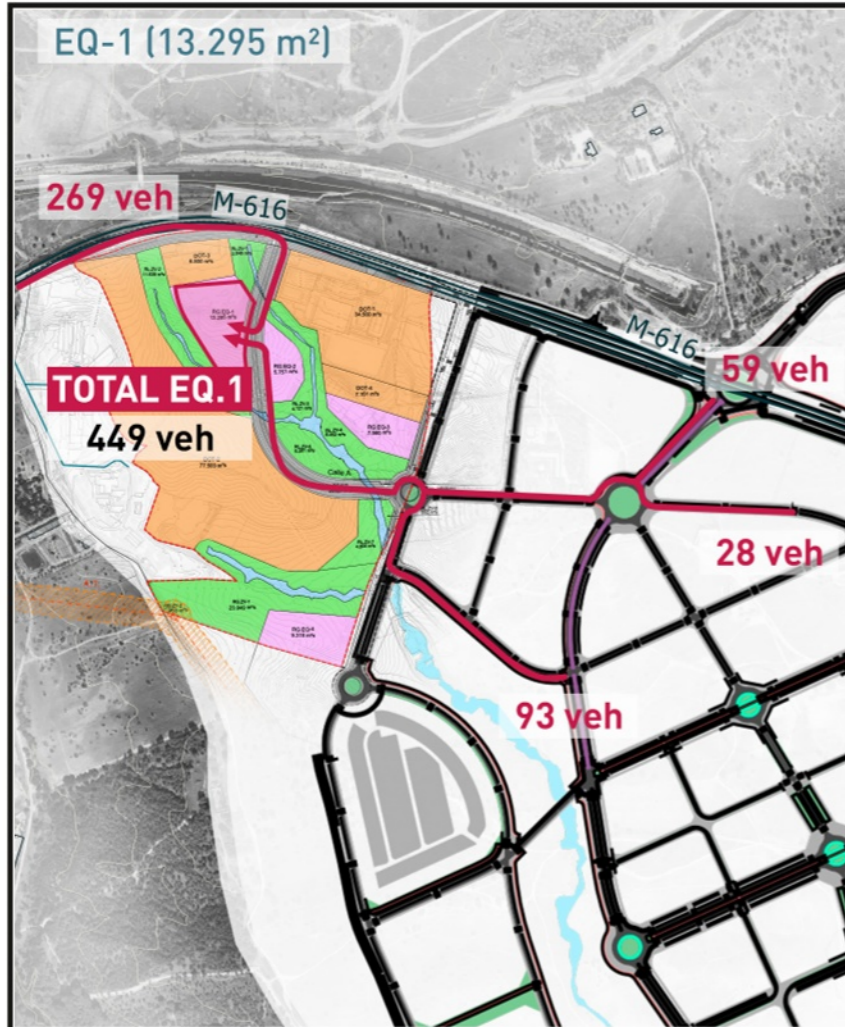
Proyecto:
ET Sector 5 Comillas en Alcobendas

Ciente:



Referencia:
P2024012

Plano
08



Fecha:
FEBRERO 2024

Escala:
1/12.000

Creado: Revisado:
JFH IMM

Jorge Luis Rodríguez



Carlos Suárez Vázquez



Emplazamiento:



Título:
GENERACIÓN POR PARCELA

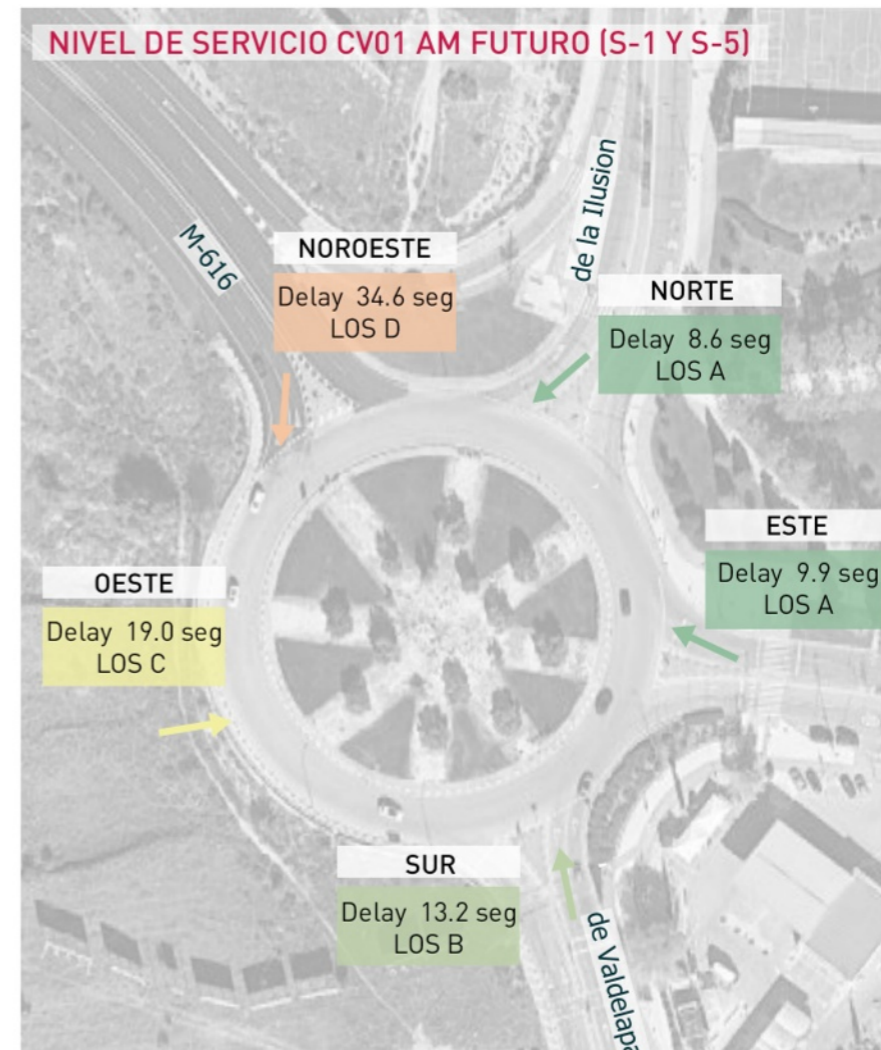
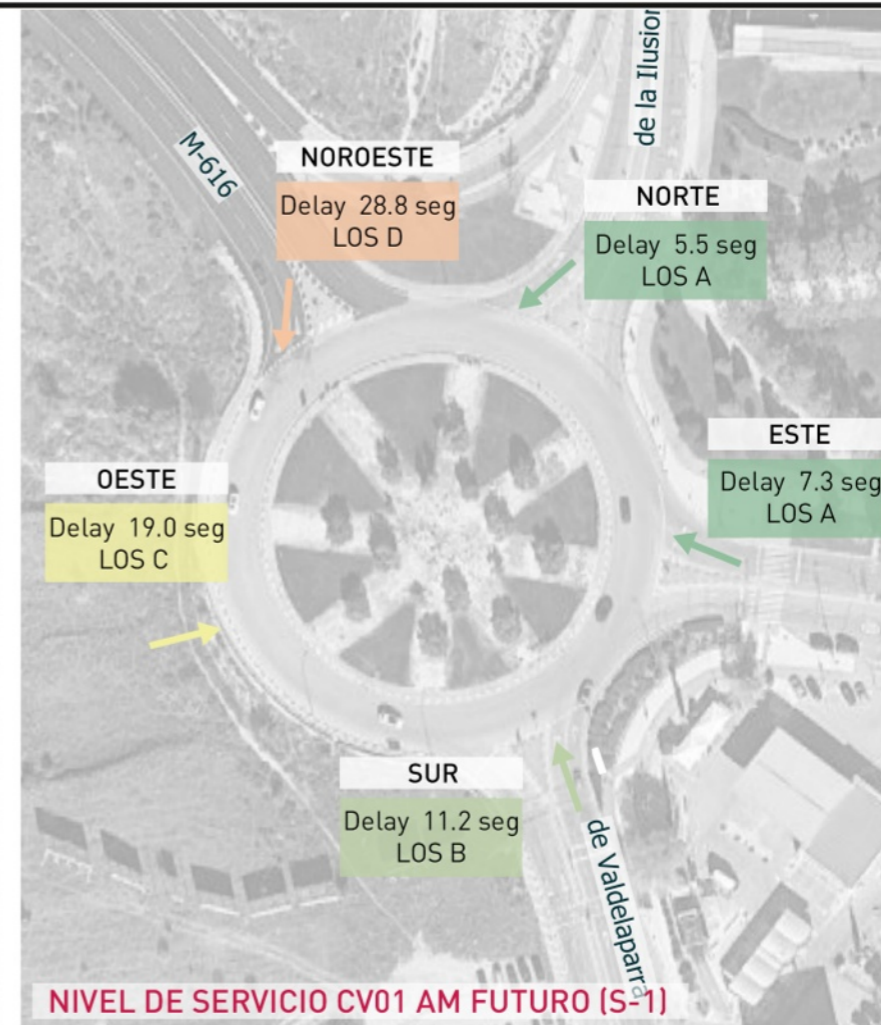
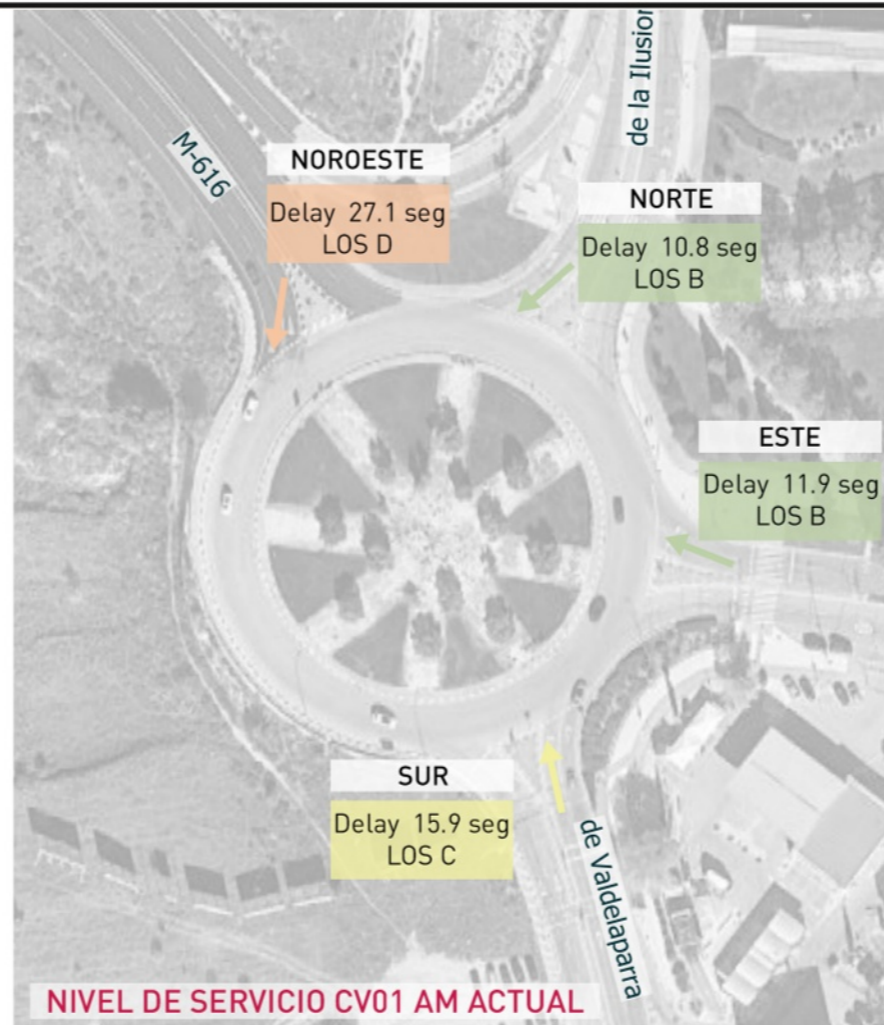
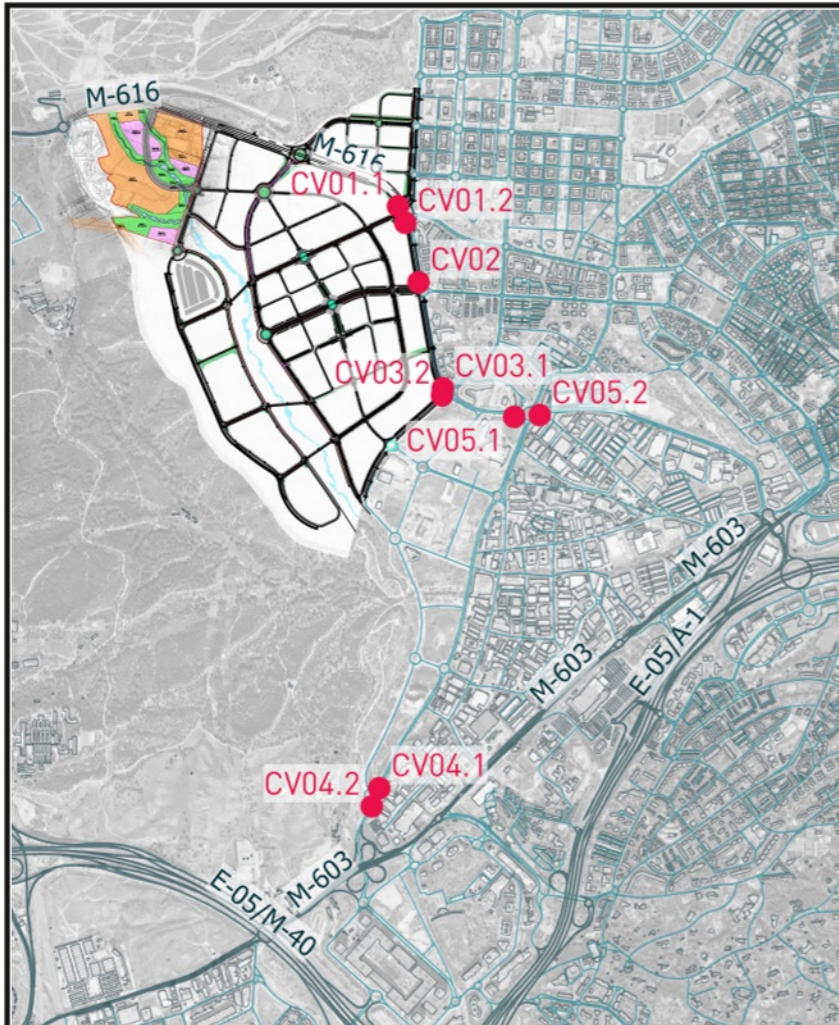
Proyecto:
ET Sector 5 Comillas en Alcobendas

Ciente:



Referencia:
P2024012

Plano
09b



Capacity and Level of Service

North/South	East/West	Delay (seg)	LOS (L. of serv)
A	(0-10 seg)		
B	(10-15 seg)		
C	(15-25 seg)		
D	(25-35 seg)		
E	(35-50 seg)		
F	(>50 seg)		



Fecha:

FEBRERO 2024

Escala:

1/1.500

Creado:

JFH

Revisado:

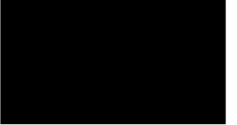
IMM

Jorge Luis Rodríguez



MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez



MSc. Transport Planning and Engineering

Emplazamiento:



Título:

NIVEL DE SERVICIO ACTUAL / FUTURO CV01

Proyecto:

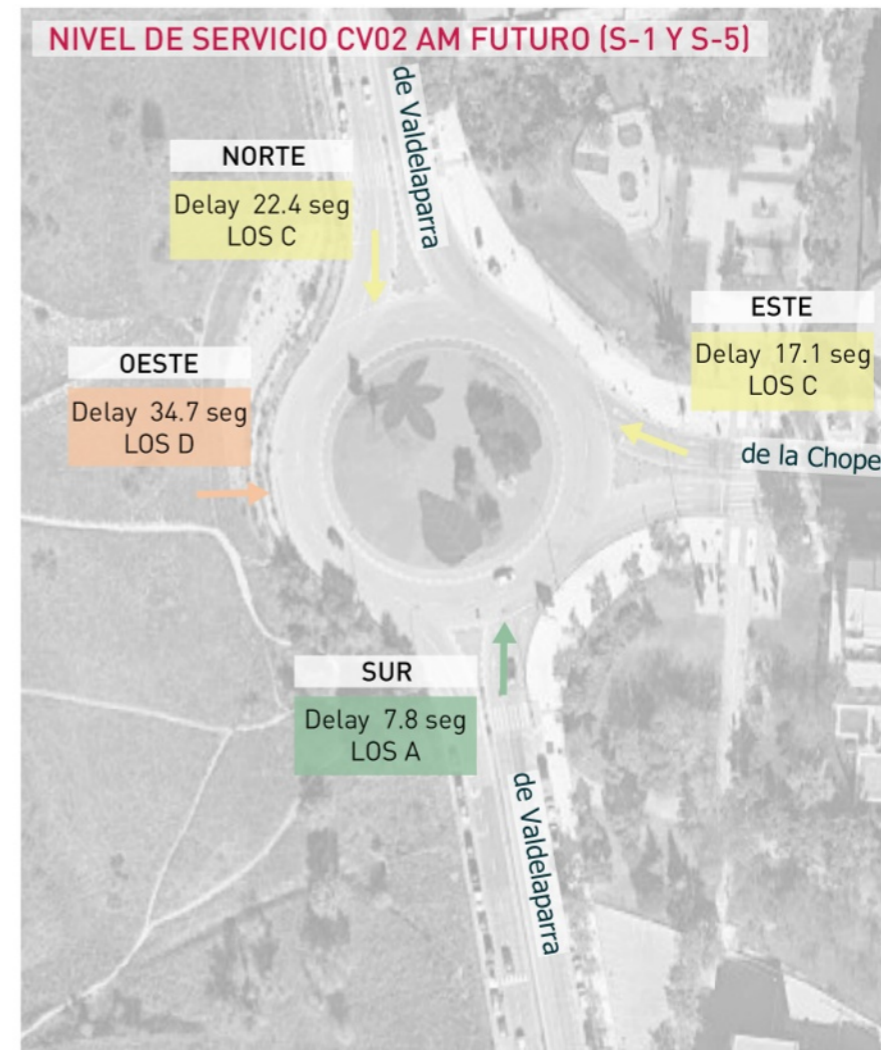
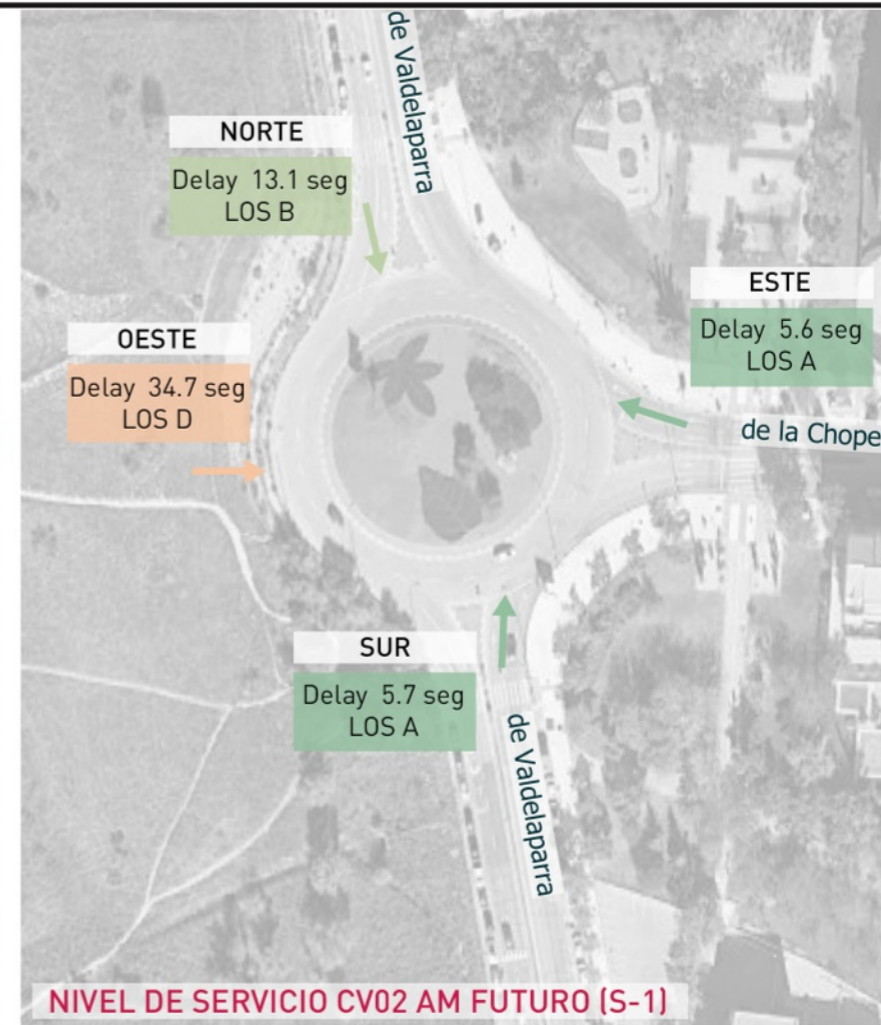
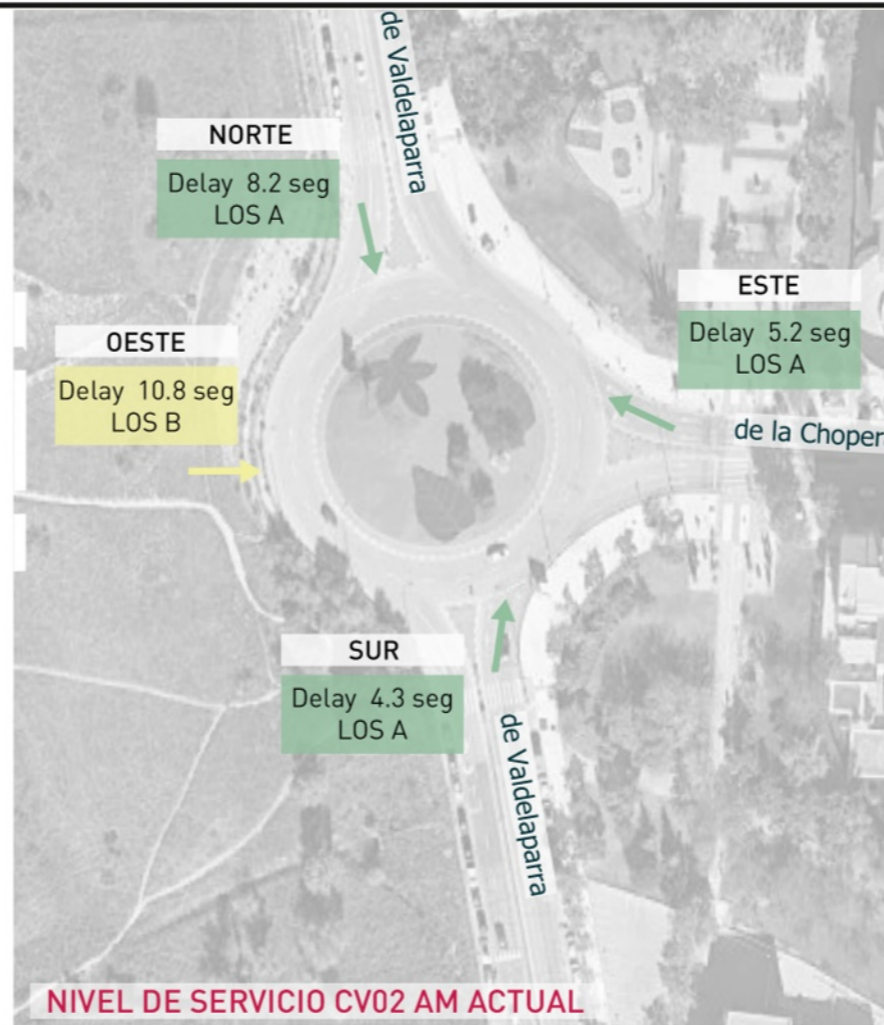
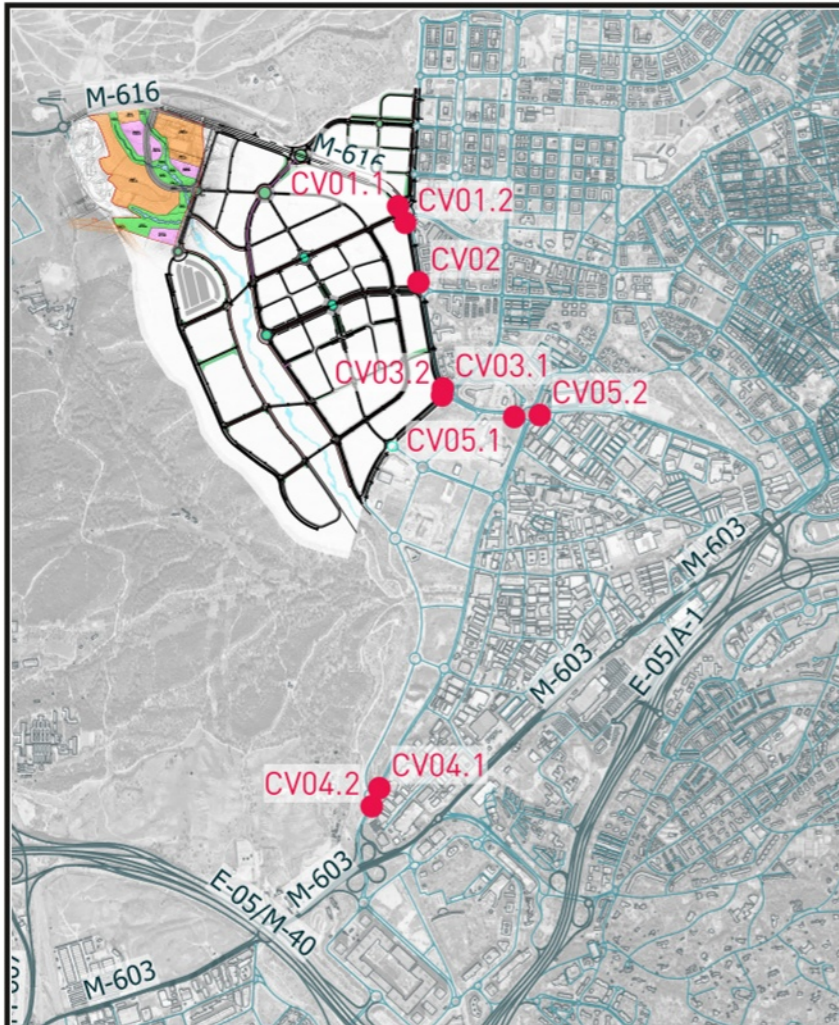
ET Sector 5 Comillas en Alcobendas

Ciente:



Referencia: P2024012

Plano 10a



Capacity and Level of Service

North/South	East/West	Delay (seg)	LOS (L. of serv)
A	(0-10 seg)		
B	(10-15 seg)		
C	(15-25 seg)		
D	(25-35 seg)		
E	(35-50 seg)		
F	(>50 seg)		



Fecha:

FEBRERO 2024

Escala:

1/1.500

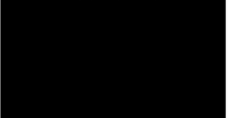
Creado:

JFH

Revisado:

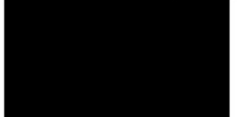
IMM

Jorge Luis Rodríguez



MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez



MSc. Transport Planning and Engineering

Emplazamiento:



Título:

NIVEL DE SERVICIO ACTUAL / FUTURO CV02

Proyecto:

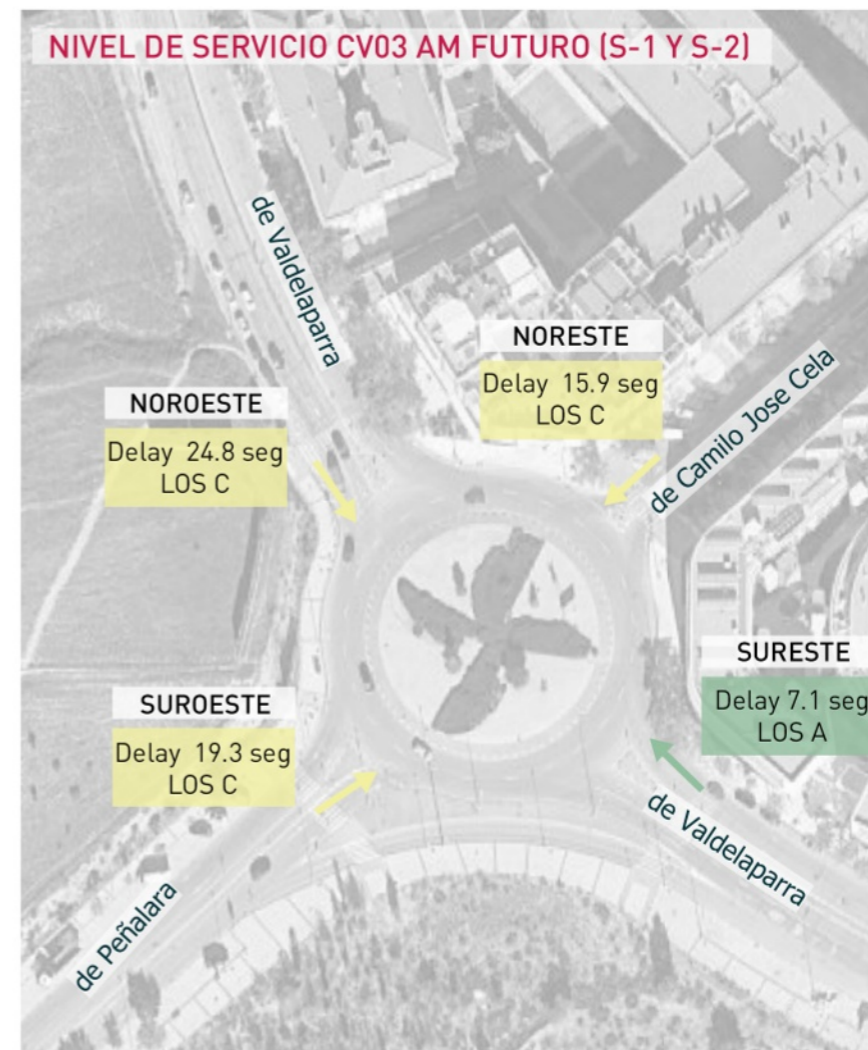
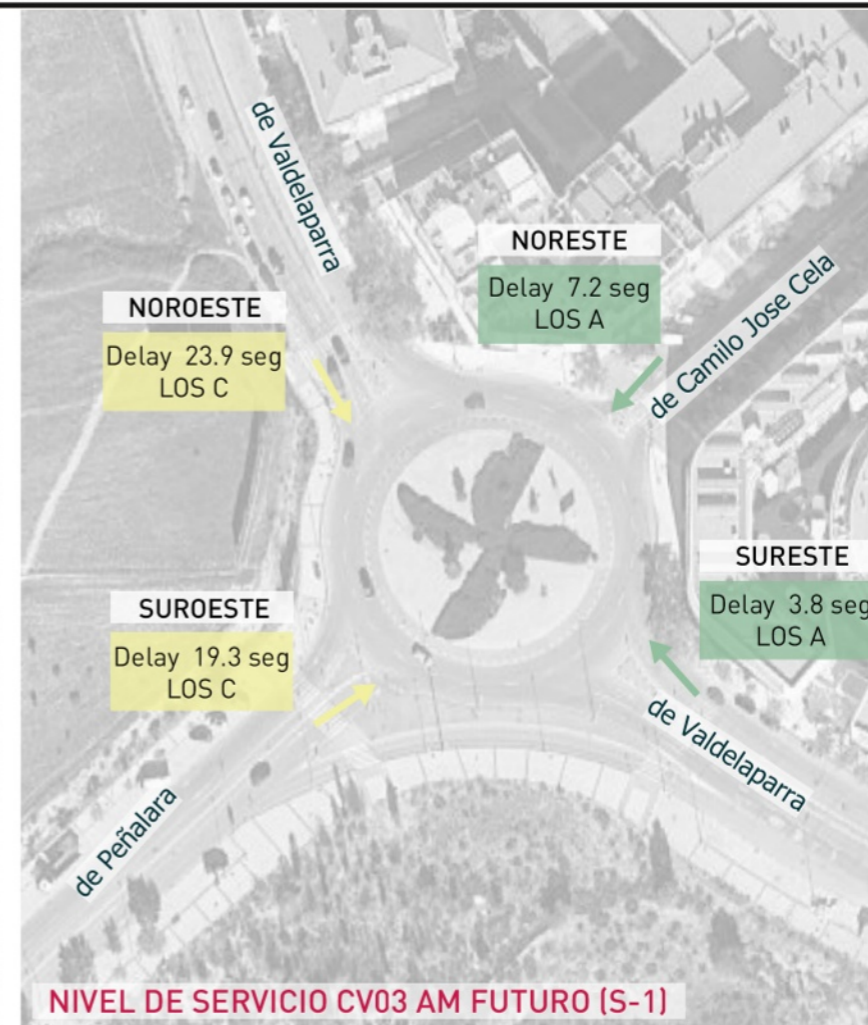
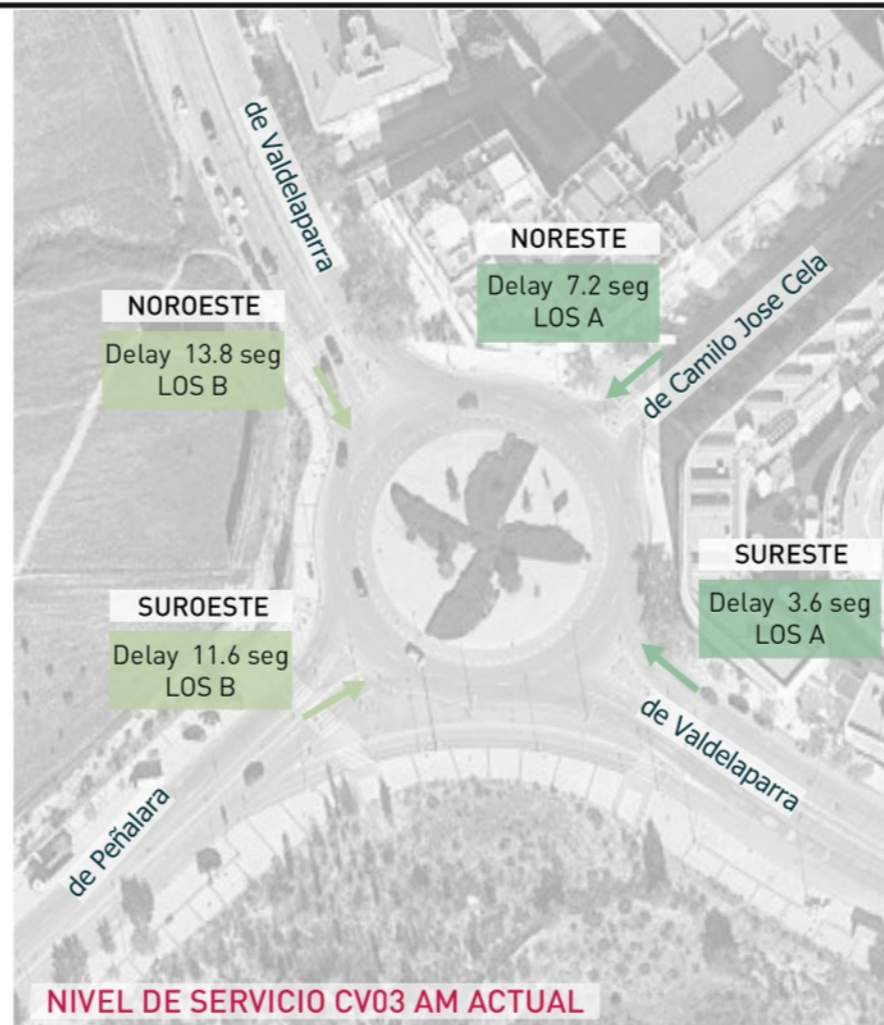
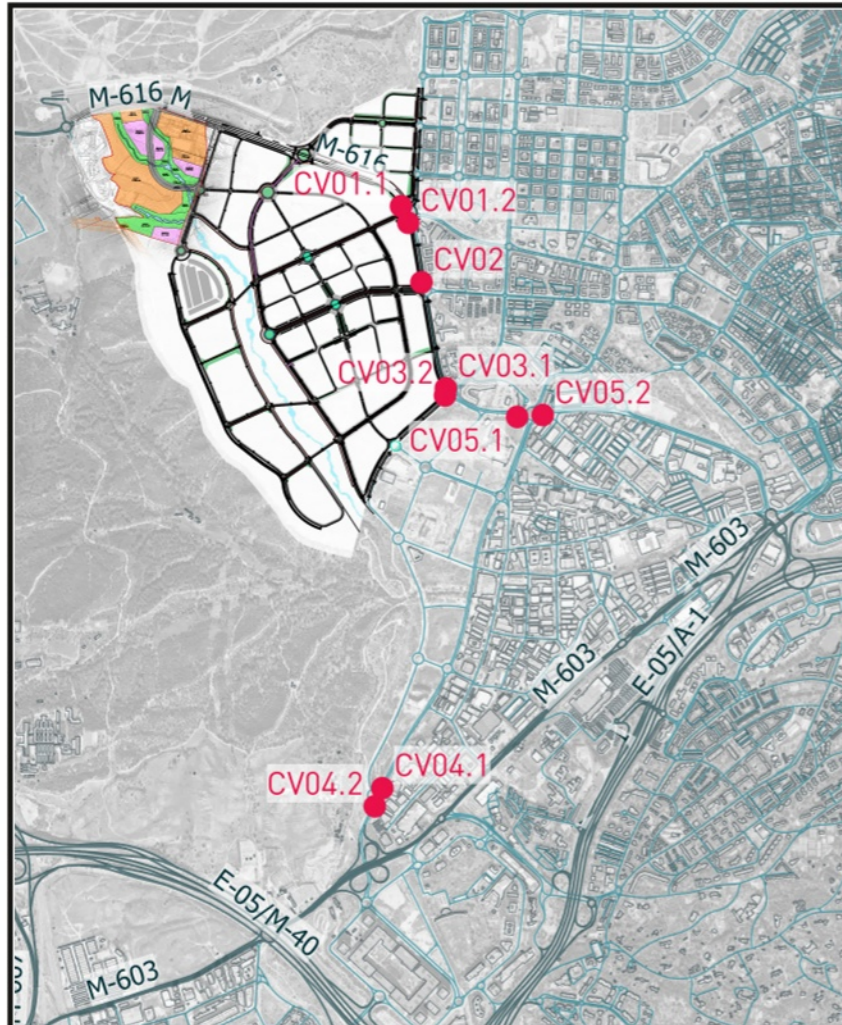
ET Sector 5 Comillas en Alcobendas

Ciente:



Referencia:
P2024012

Plano
10b



Capacity and Level of Service

North/South	East/West	Delay (seg)	LOS (L. of serv)
A	(0-10 seg)		
B	(10-15 seg)		
C	(15-25 seg)		
D	(25-35 seg)		
E	(35-50 seg)		
F	(>50 seg)		



Fecha:

FEBRERO 2024

Escala:

1/1.500

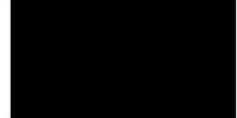
Creado:

JFH

Revisado:

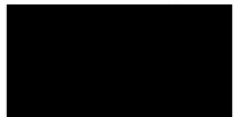
IMM

Jorge Luis Rodríguez



MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez



MSc. Transport Planning and Engineering

Emplazamiento:



Título:

NIVEL DE SERVICIO ACTUAL / FUTURO CV03

Proyecto:

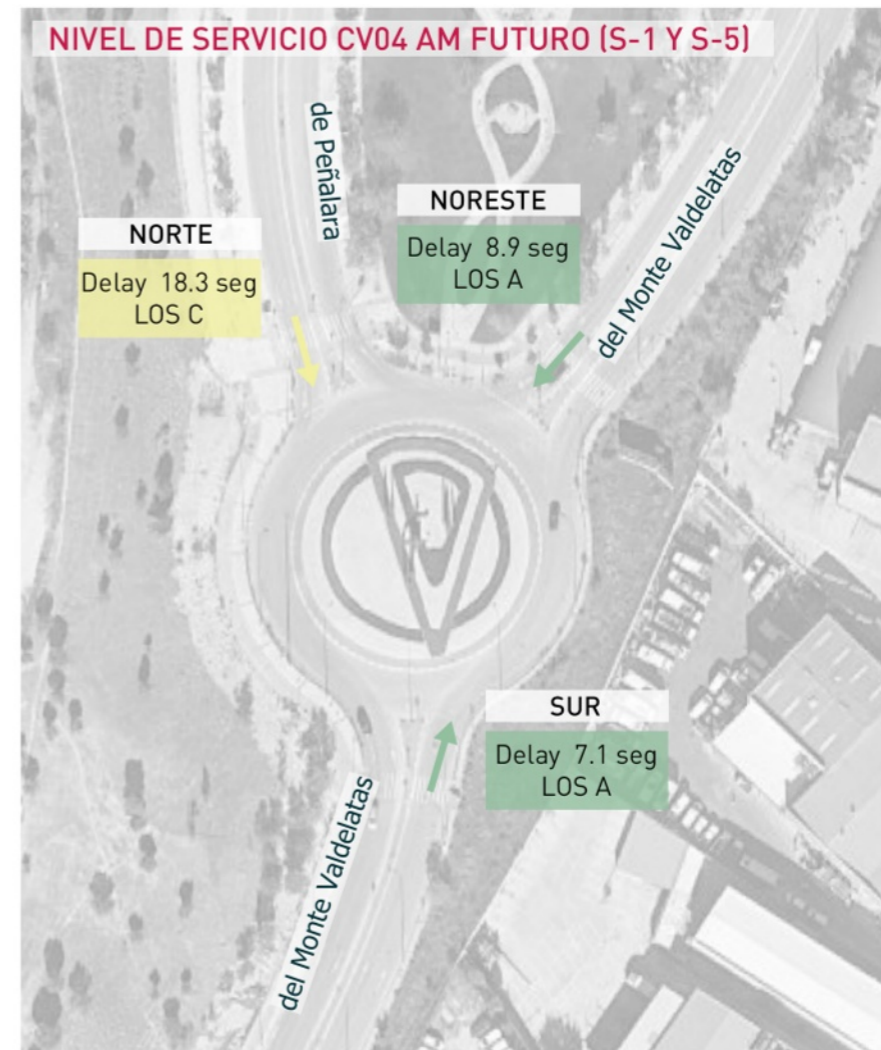
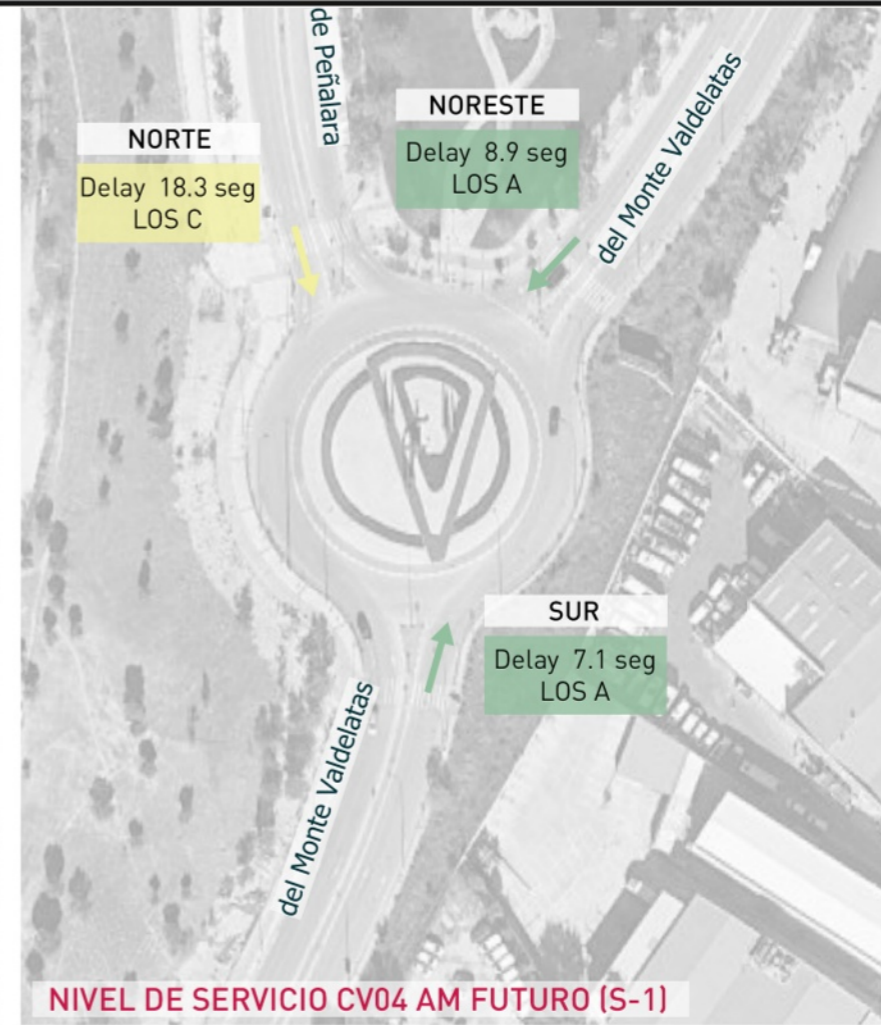
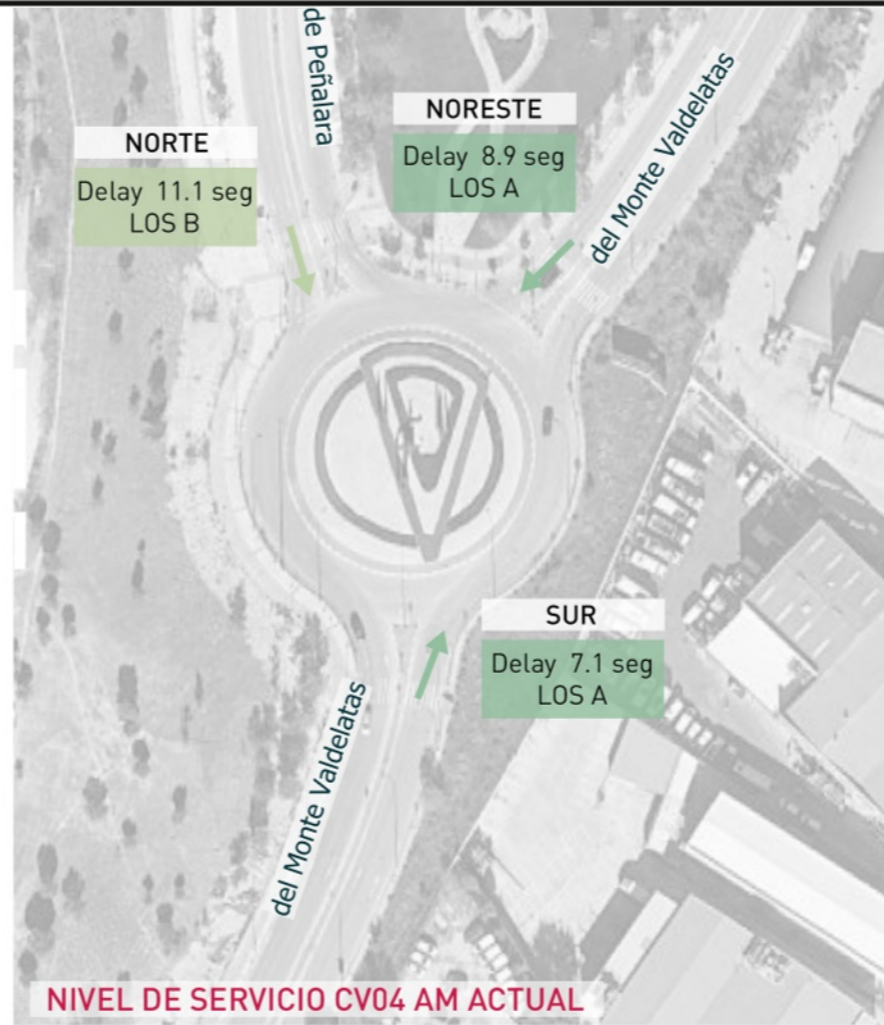
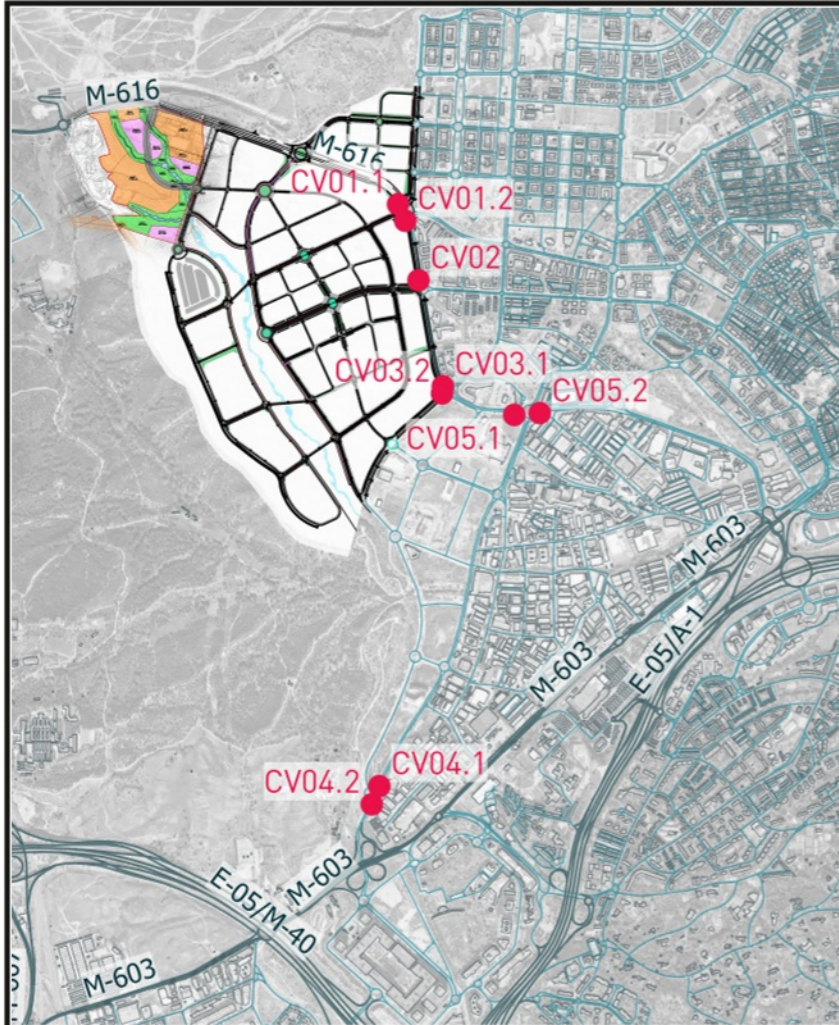
ET Sector 5 Comillas en Alcobendas

Ciente:



Referencia:
P2024012

Plano
10c



Capacity and Level of Service

North/South	East/West	Delay (seg)	LOS (L. of serv)
A		0-10	seg
B		10-15	seg
C		15-25	seg
D		25-35	seg
E		35-50	seg
F		>50	seg



Fecha:

FEBRERO 2024

Escala:

1/1.500

Creado:

JFH

Revisado:

IMM

Jorge Luis Rodríguez



MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez



MSc. Transport Planning and Engineering

Emplazamiento:



Título:

NIVEL DE SERVICIO ACTUAL / FUTURO CV04

Proyecto:

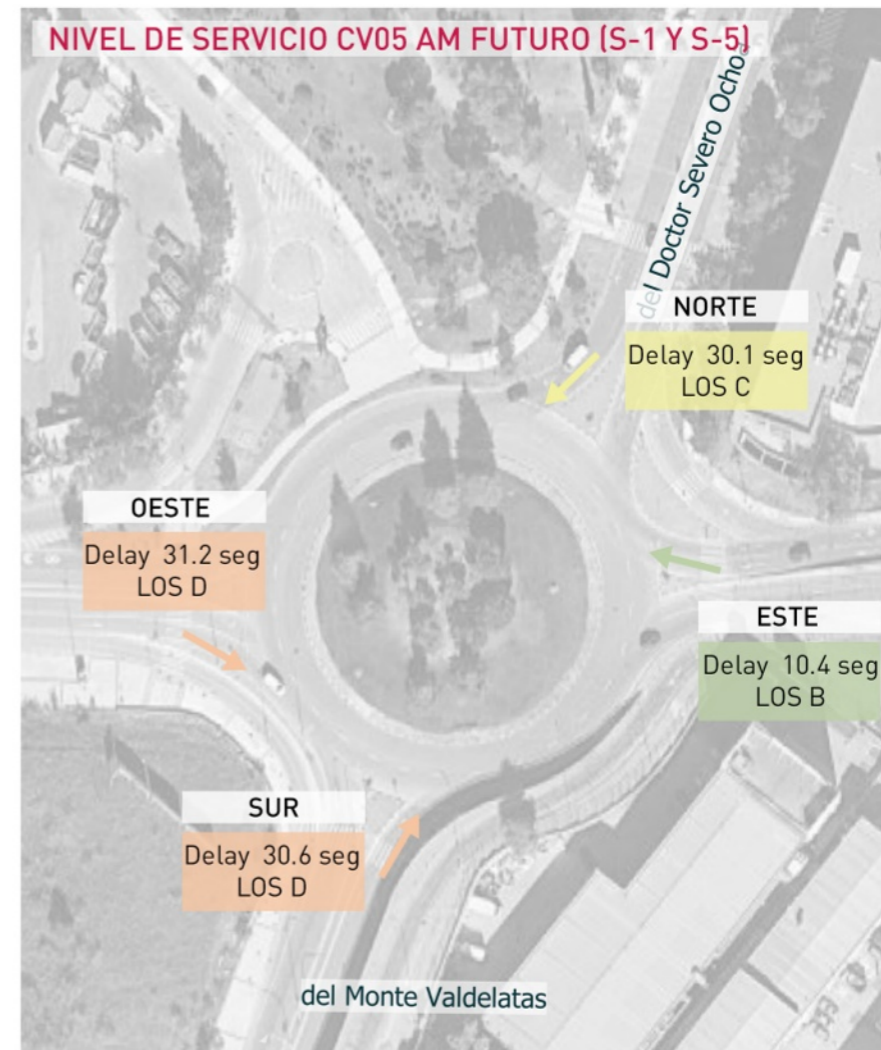
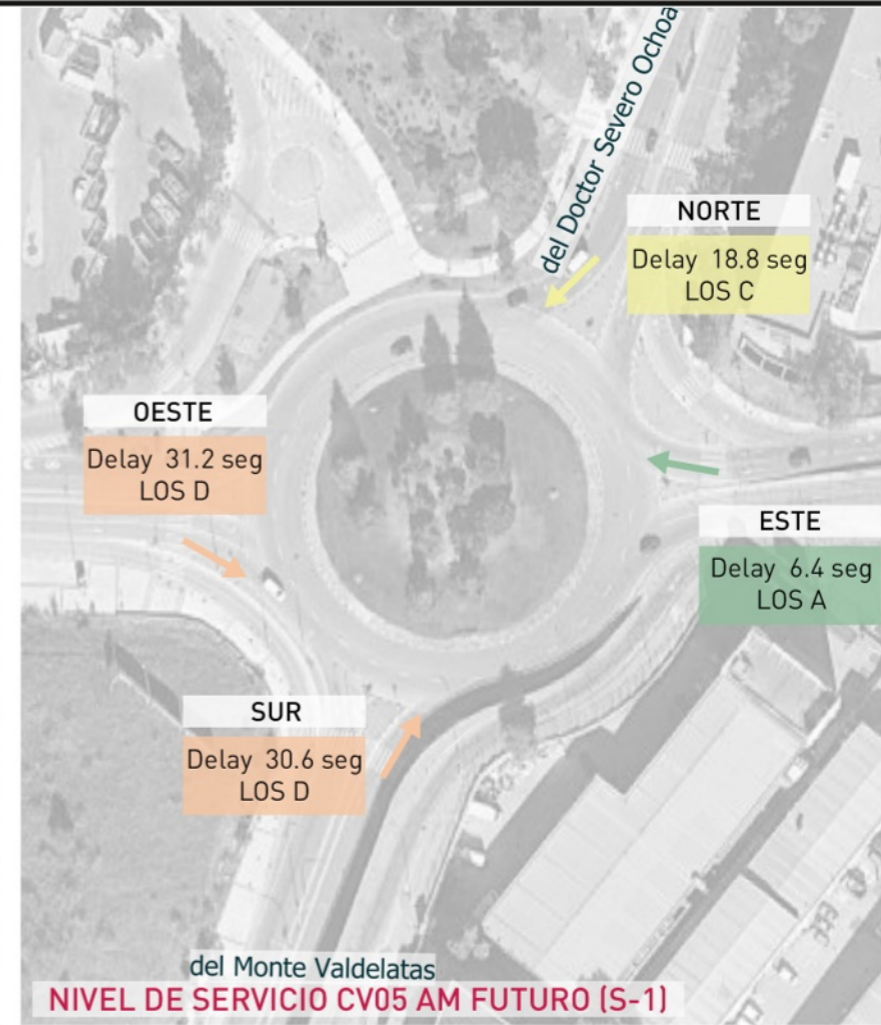
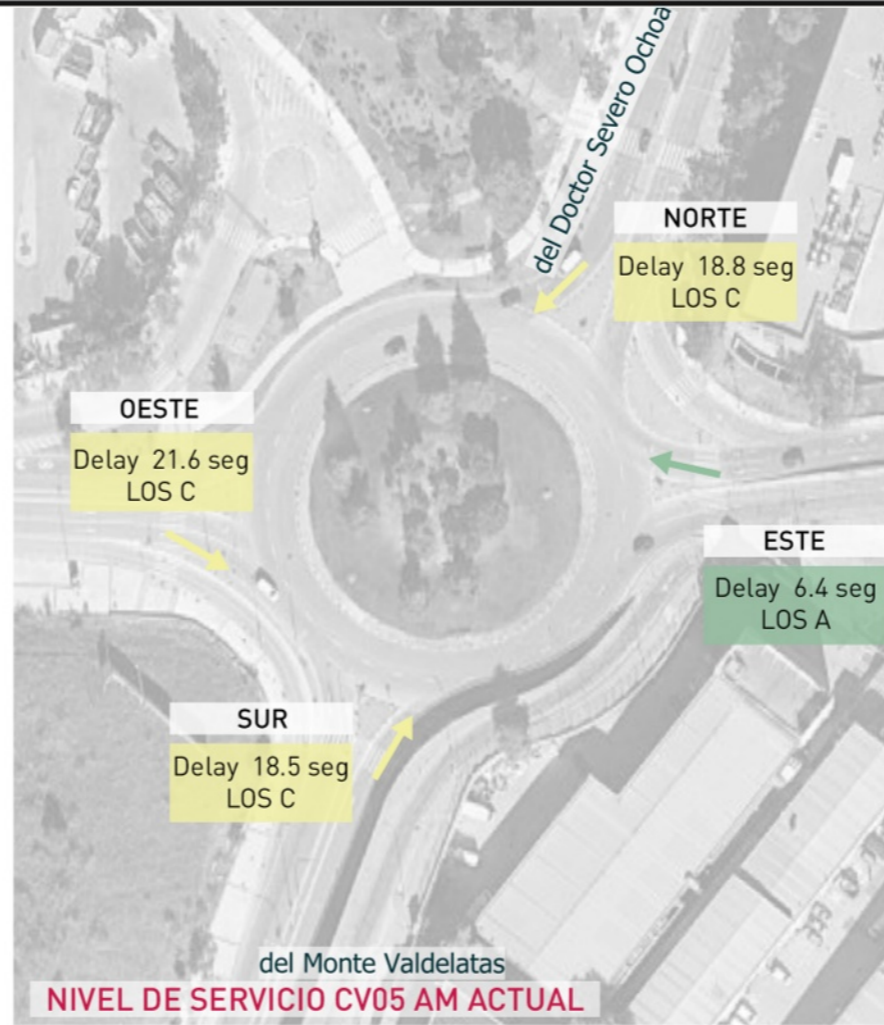
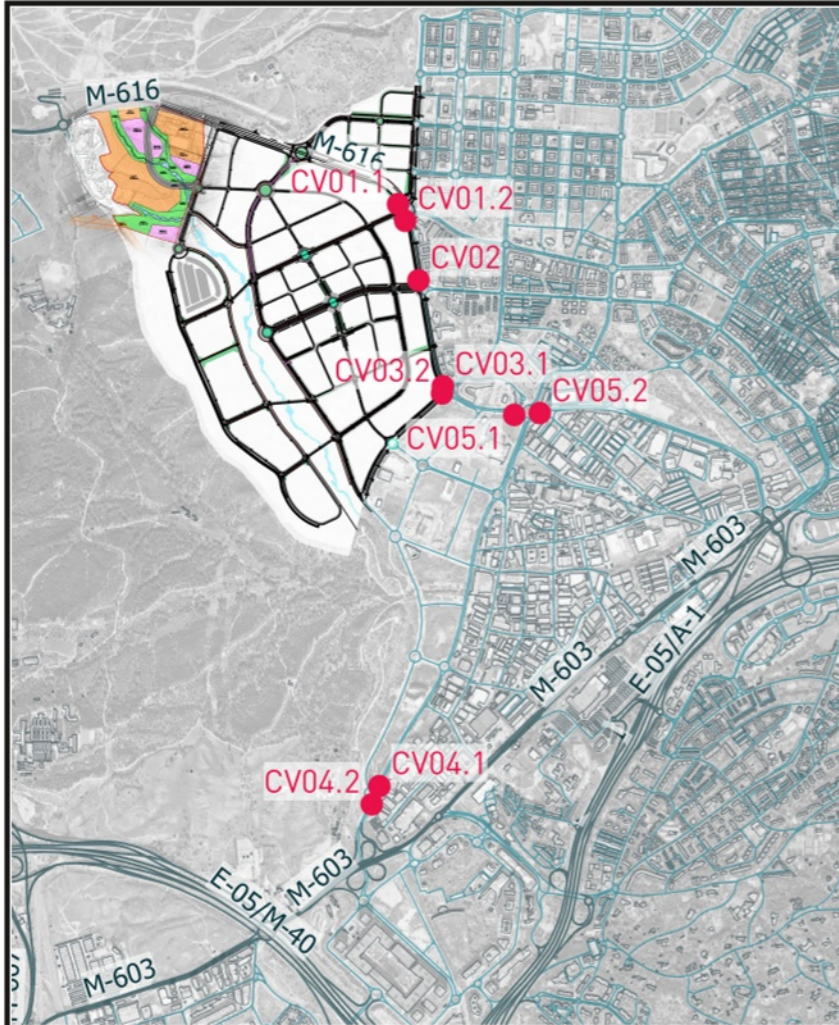
ET Sector 5 Comillas en Alcobendas

Ciente:



Referencia:
P2024012

Plano
10d



Capacity and Level of Service

North/South	East/West	Delay (seg)	LOS (L. of serv)
A	(0-10 seg)		
B	(10-15 seg)		
C	(15-25 seg)		
D	(25-35 seg)		
E	(35-50 seg)		
F	(>50 seg)		

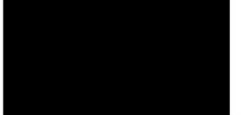


Fecha:
FEBRERO 2024

Escala:
1/1.500

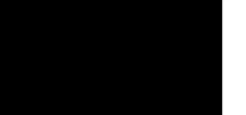
Creado: JFH
Revisado: IMM

Jorge Luis Rodríguez



MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez



MSc. Transport Planning and Engineering

Emplazamiento:



Título:
NIVEL DE SERVICIO ACTUAL / FUTURO CV05

Proyecto:
ET Sector 5 Comillas en Alcobendas

Cliente:



Referencia:
P2024012

Plano
10e

Fecha:

FEBRERO 2024

Escala:

1/10.000

Creado:

JFH

Revisado:

IMM

Jorge Luis Rodríguez



MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez



MSc. Transport Planning and Engineering

Emplazamiento:



Título:

PROPUESTAS DE MEJORA

Proyecto:

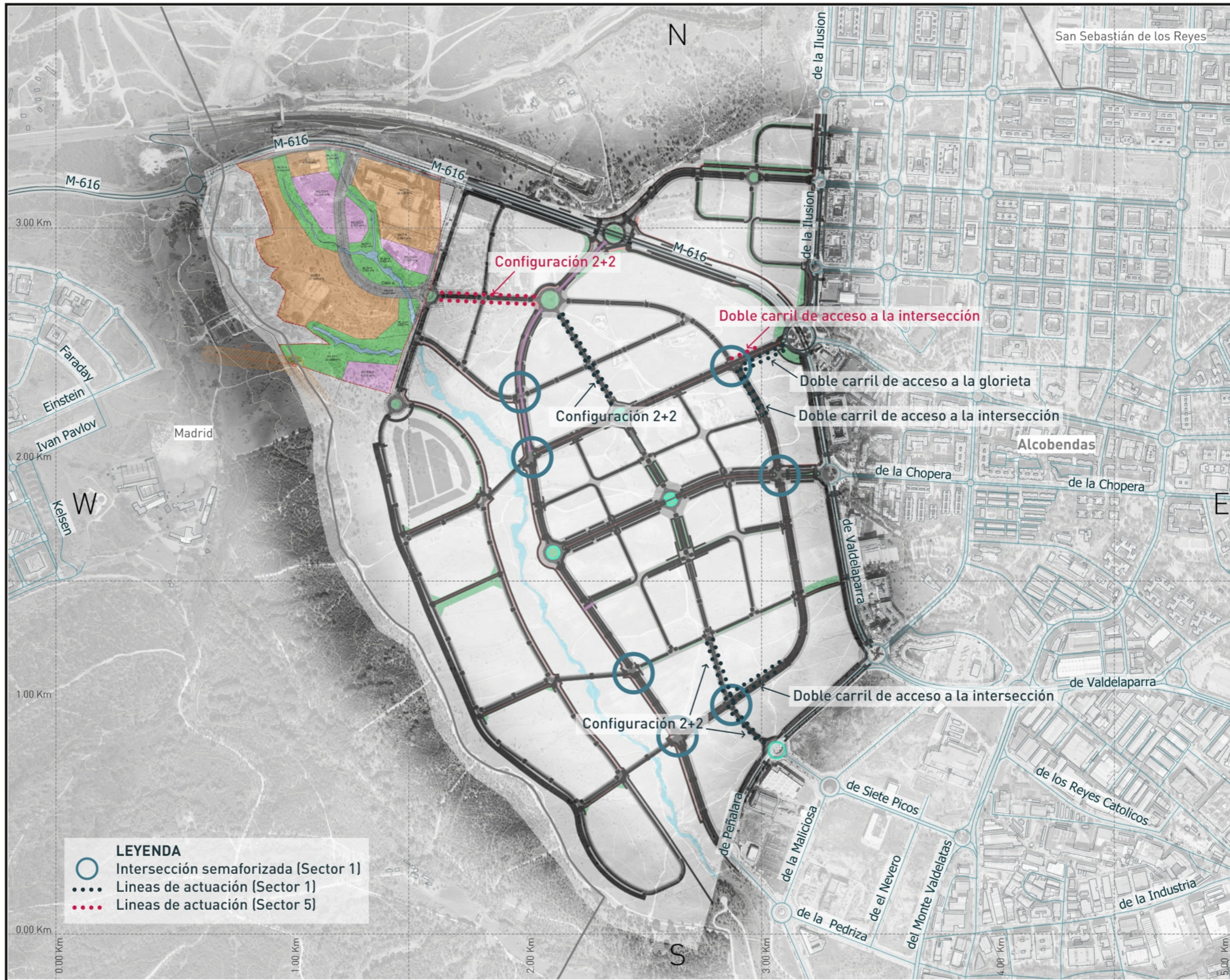
ET Sector 5 Comillas en Alcobendas

Ciente:



Referencia:
P2024012

Plano
11



LEYENDA

- Intersección semaforizada (Sector 1)
- Líneas de actuación (Sector 1)
- Líneas de actuación (Sector 5)

Fecha: **FEBRERO 2024**

Escala: **1/20.000**

Creado: **JFH** Revisado: **IMM**

Jorge Luis Rodríguez



MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez



MSc. Transport Planning and Engineering

Emplazamiento:



Título: **ASIGNACIÓN DE VIAJES EQUIPAMIENTOS**

(HIPÓTESIS SIN LOS CARRILES)

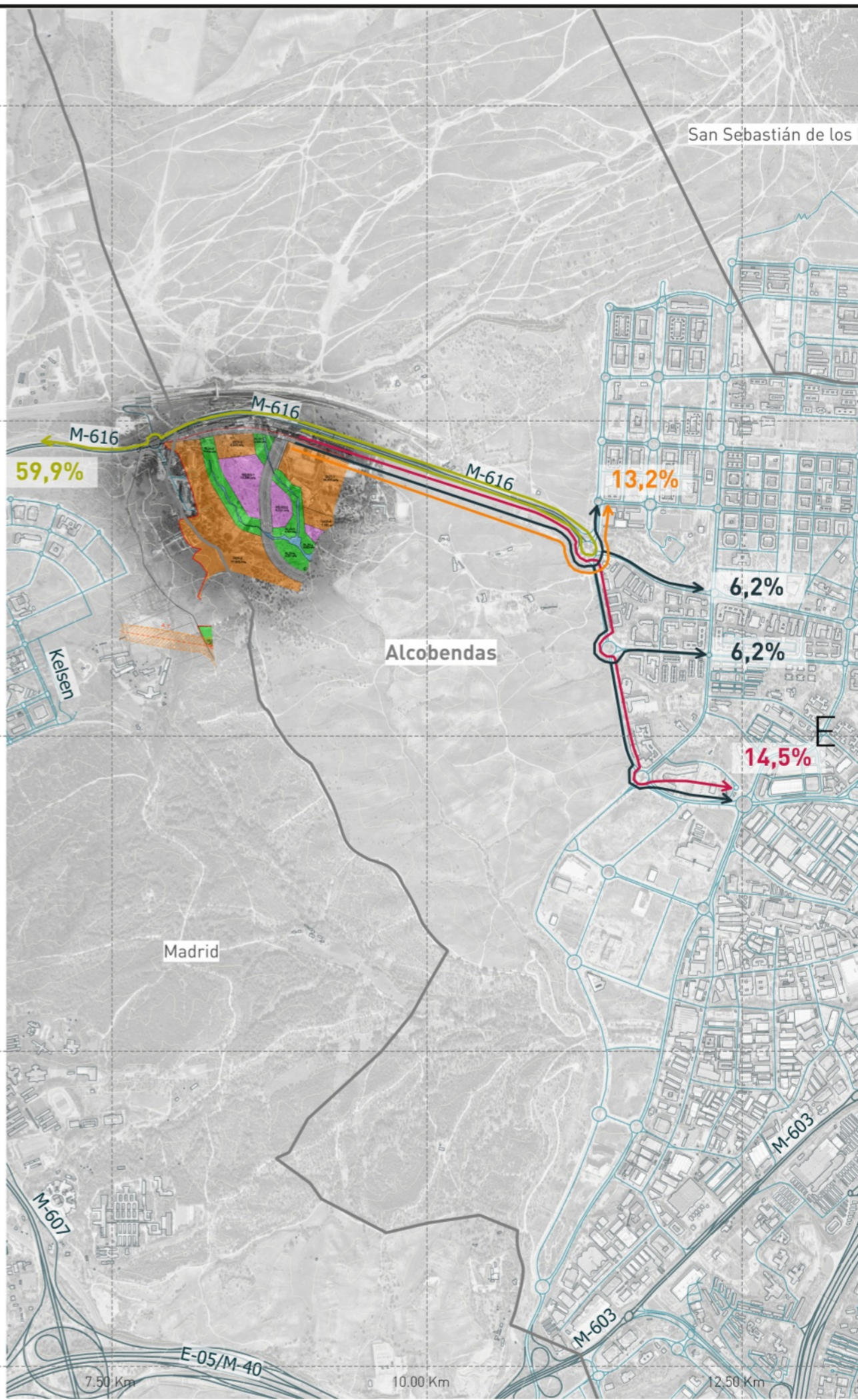
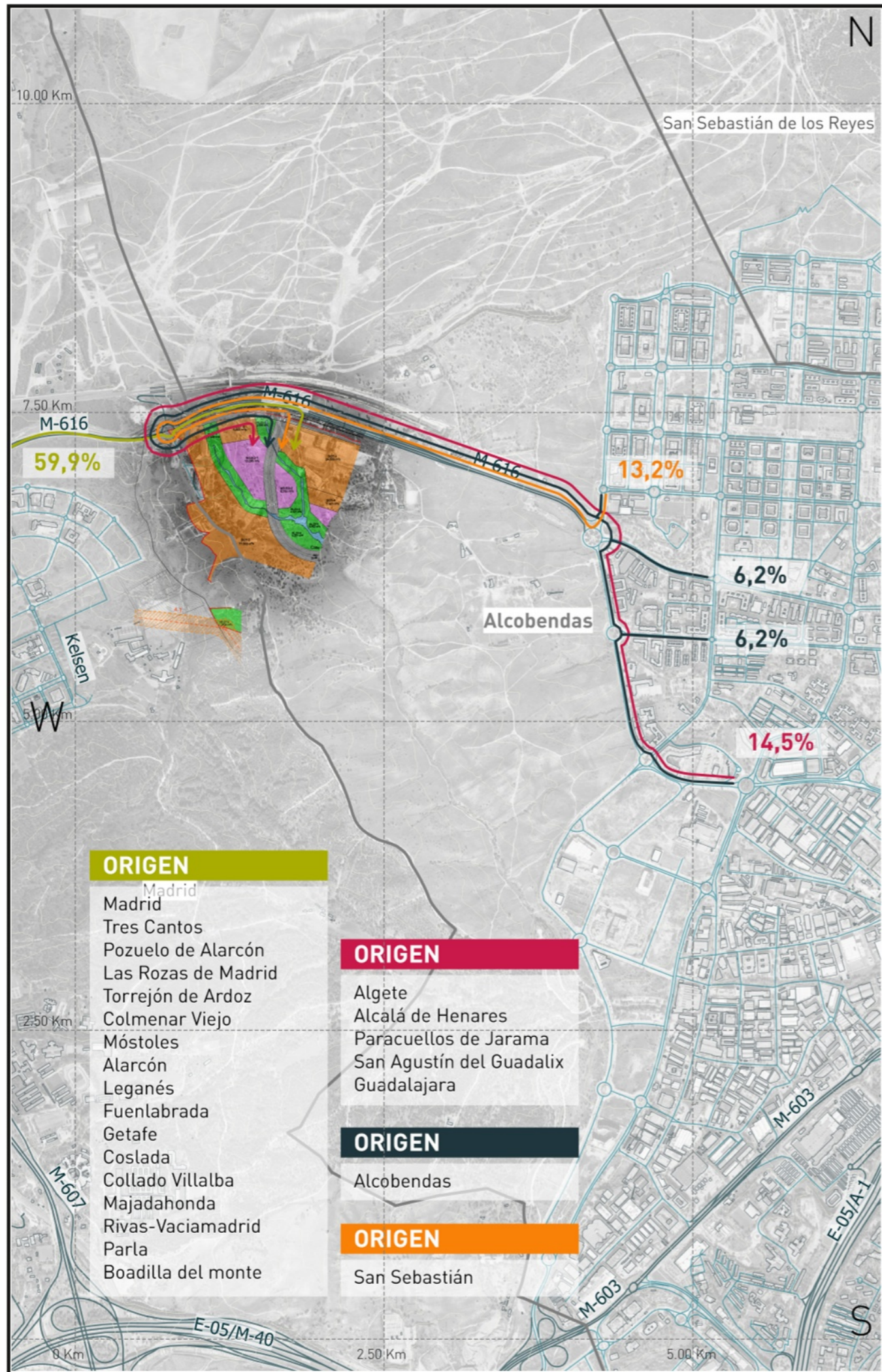
Proyecto: **ET Sector 5 Comillas en Alcobendas**

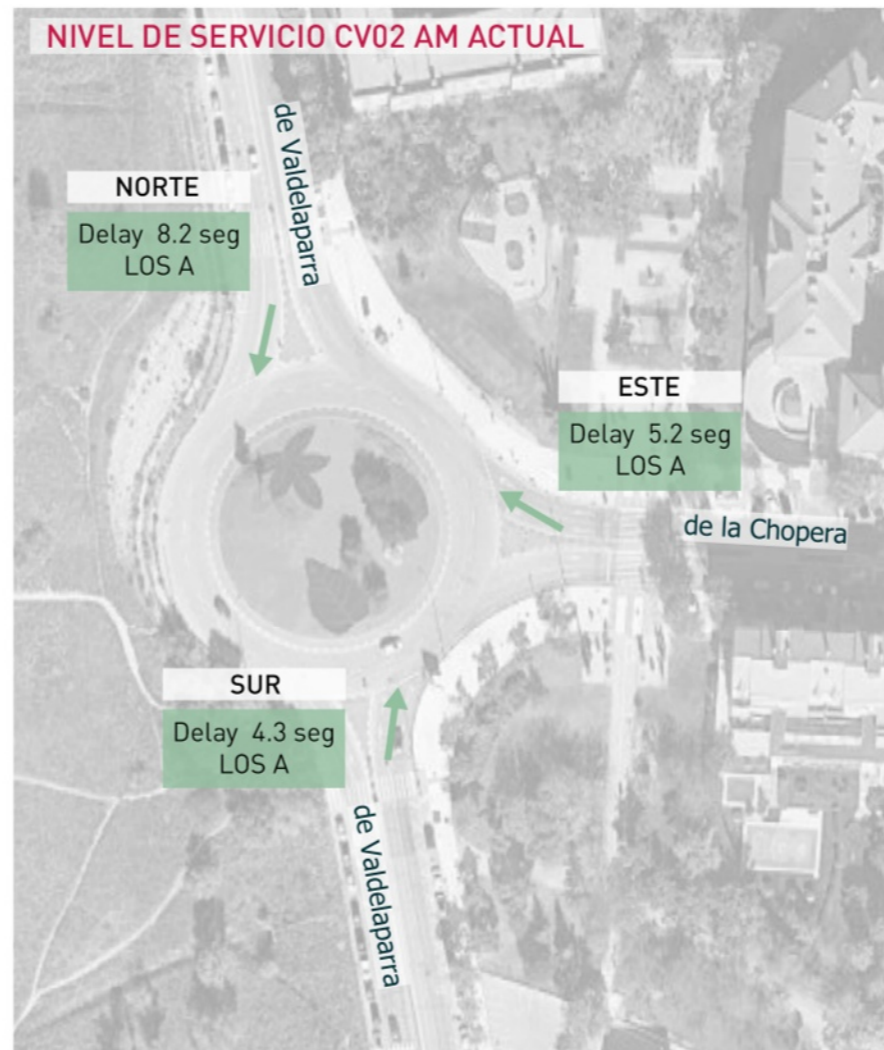
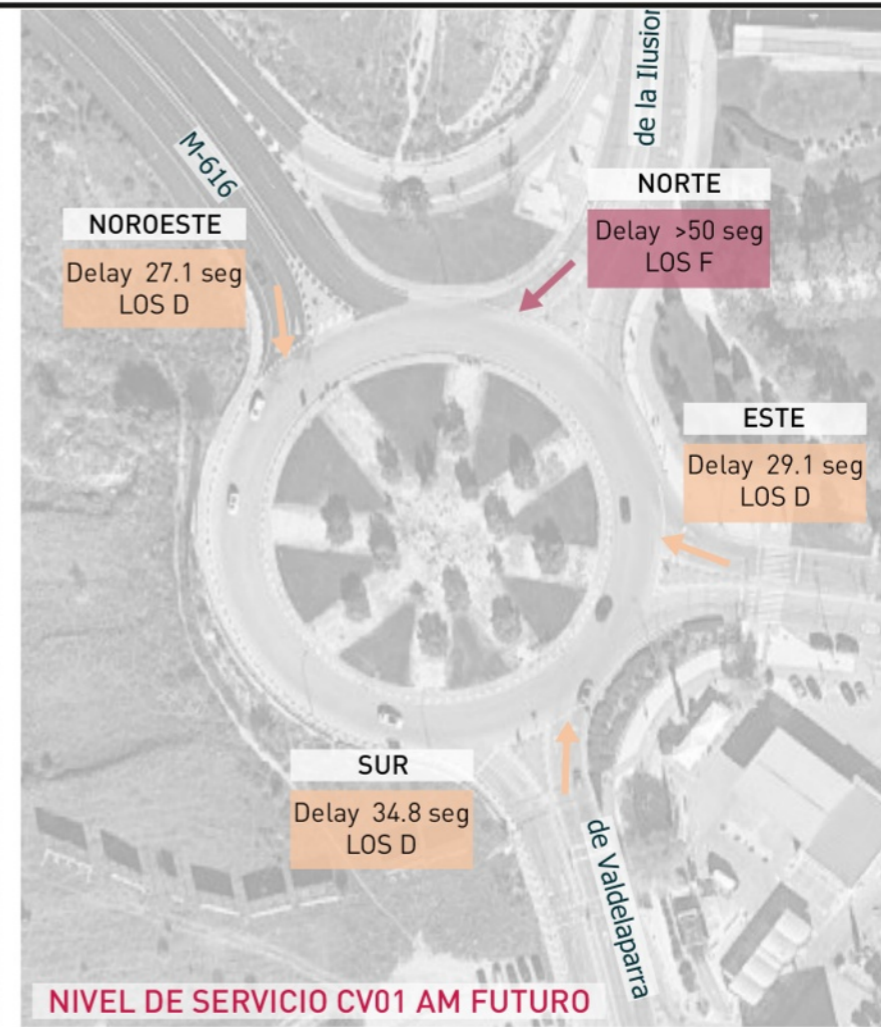
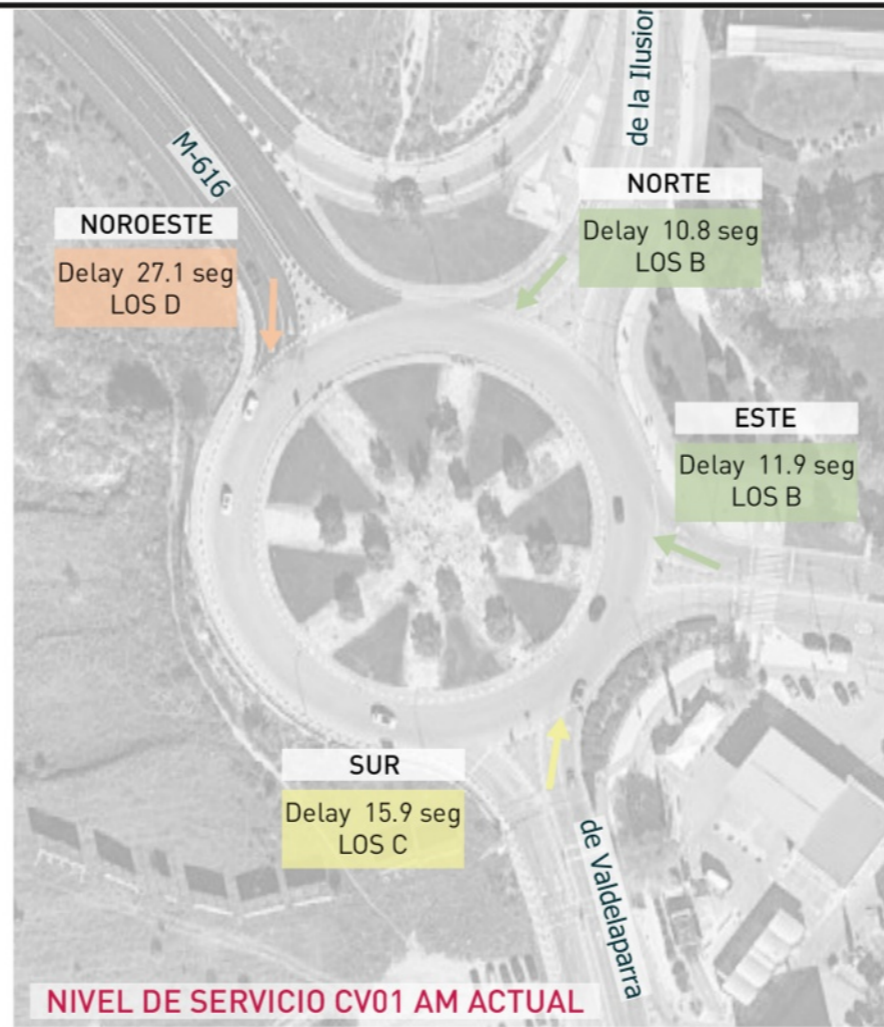
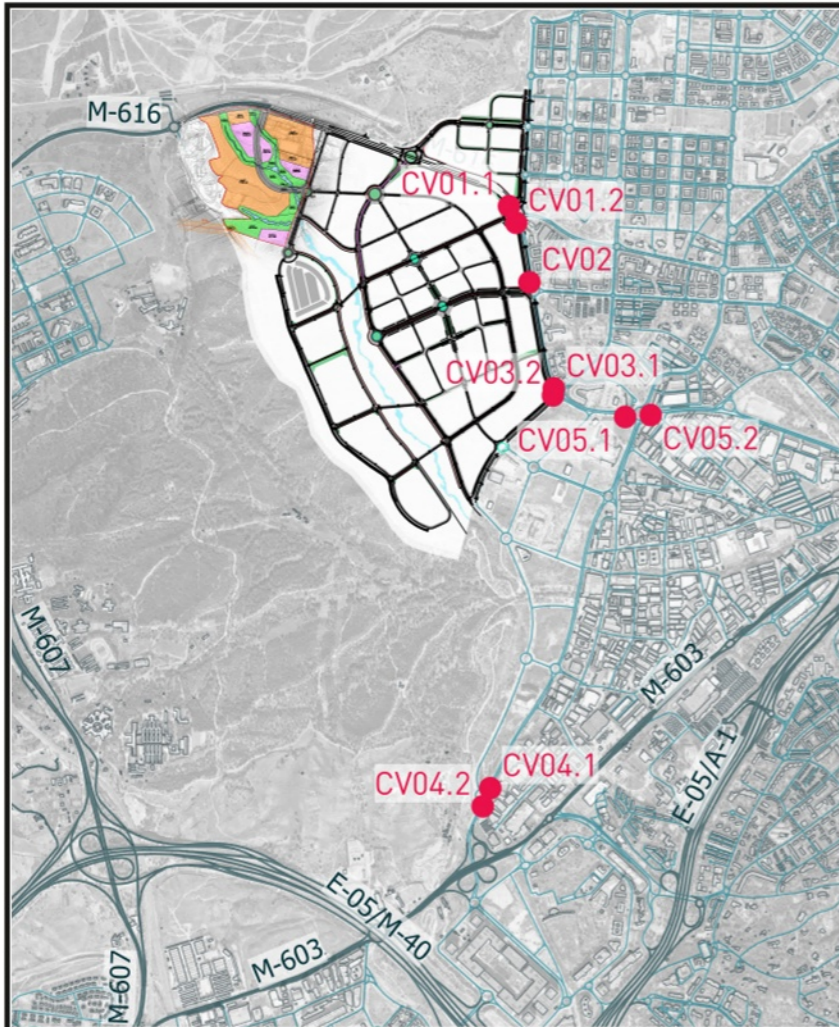
Ciente:



Referencia: **P2024012**

Plano **12a**





Capacity and Level of Service

North/South	East/West	Delay (seg)	LOS (L. of serv)
A	(0-10 seg)		
B	(10-15 seg)		
C	(15-25 seg)		
D	(25-35 seg)		
E	(35-50 seg)		
F	(>50 seg)		

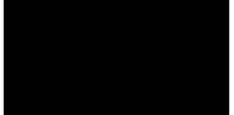


Fecha:
FEBRERO 2024

Escala:
1/1.500

Creado: JFH
Revisado: IMM

Jorge Luis Rodríguez



MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez



MSc. Transport Planning and Engineering

Emplazamiento:



Título:
NIVEL DE SERVICIO CV01 Y CV02 (HIPÓTESIS SIN LOS CARRILES)

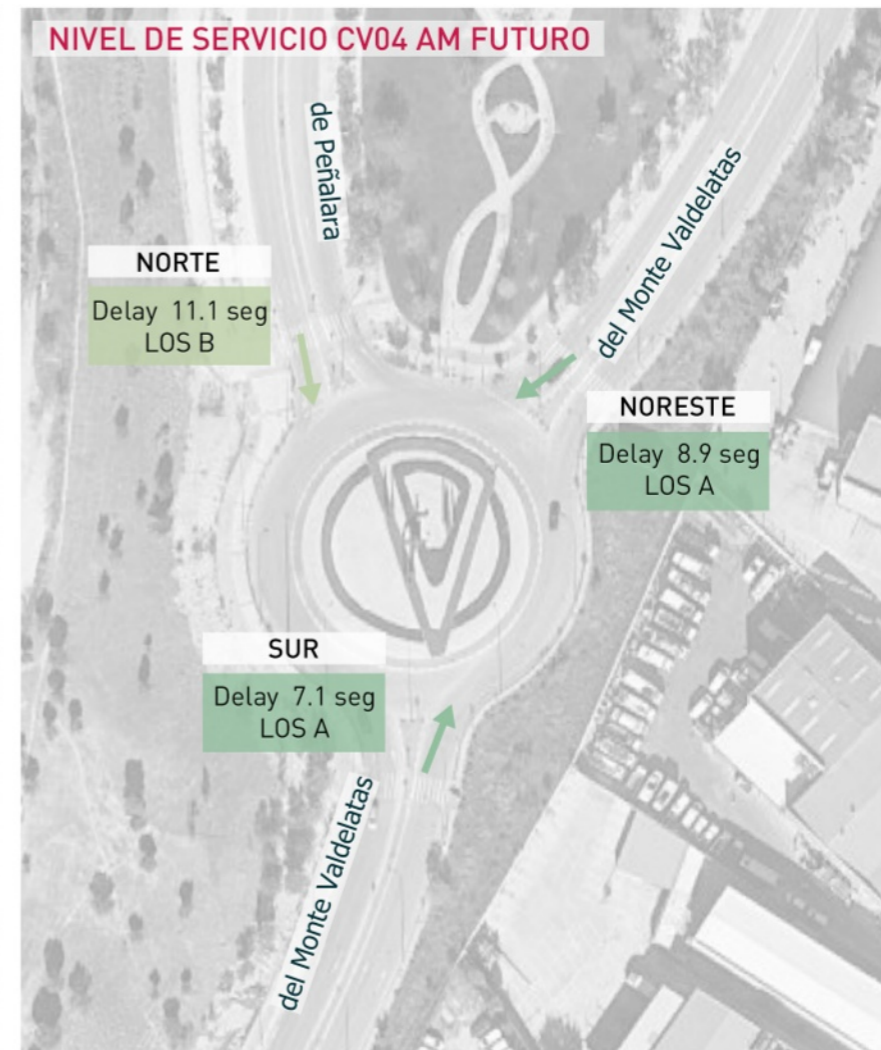
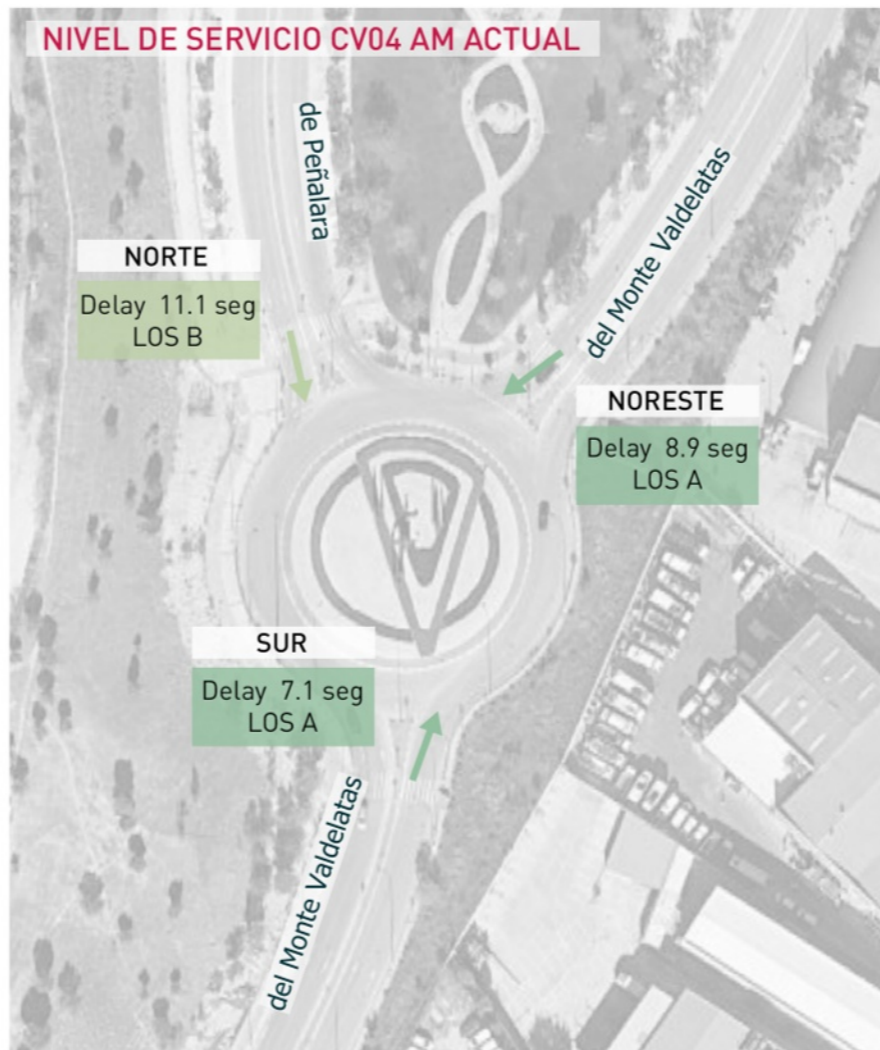
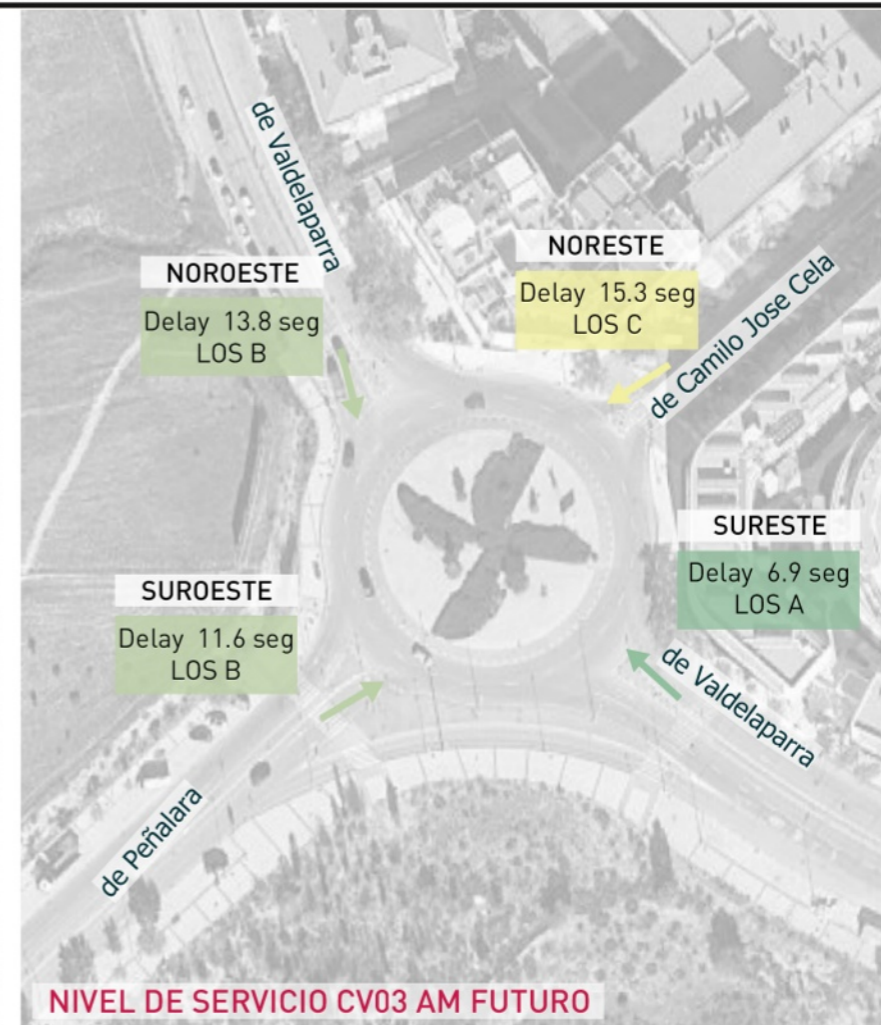
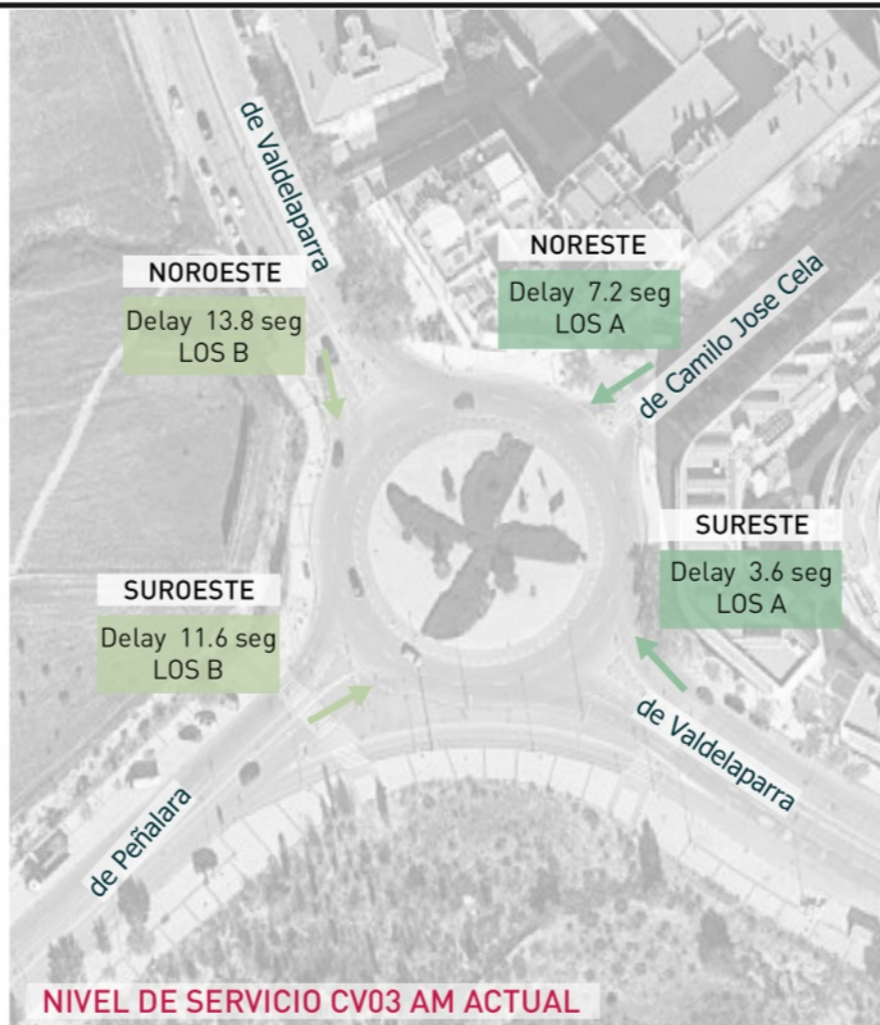
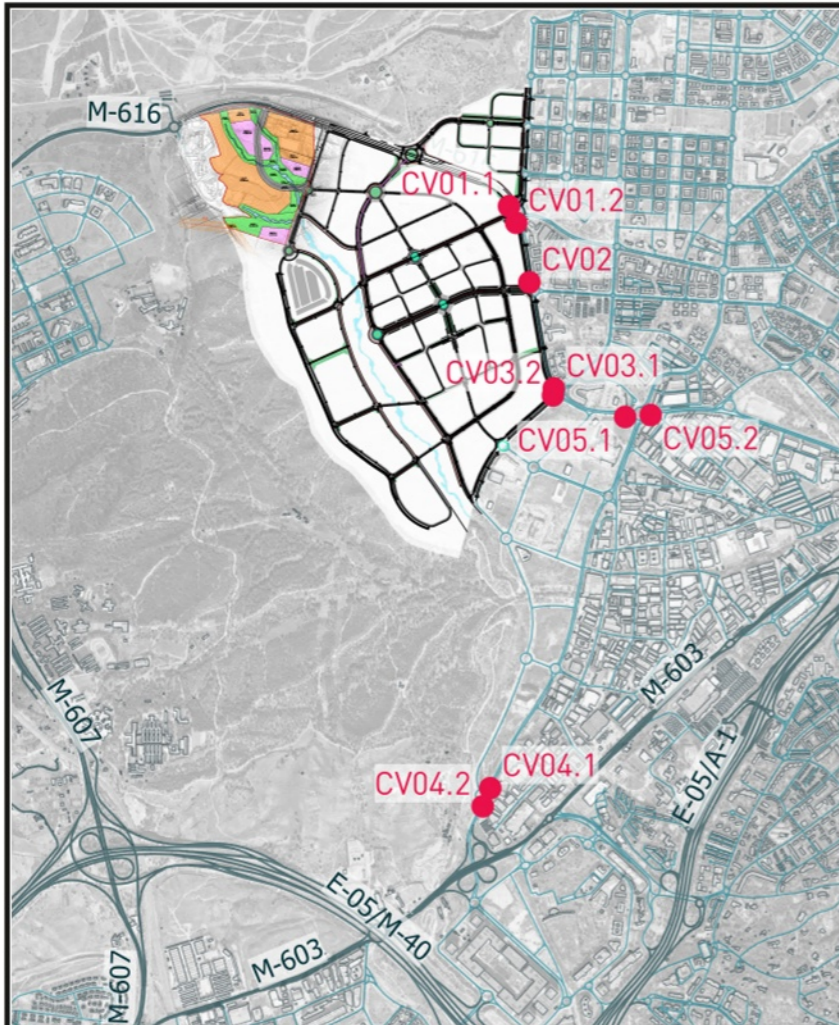
Proyecto:
ET Sector 5 Comillas en Alcobendas

Ciente:



Referencia:
P2024012

Plano
12b



Capacity and Level of Service

North/South	East/West	Delay (seg)	LOS (L. of serv)
A	(0-10 seg)		
B	(10-15 seg)		
C	(15-25 seg)		
D	(25-35 seg)		
E	(35-50 seg)		
F	(>50 seg)		



Fecha:

FEBRERO 2024

Escala:

1/1.500

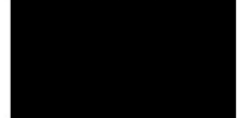
Creado:

JFH

Revisado:

IMM

Jorge Luis Rodríguez



MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez



MSc. Transport Planning and Engineering

Emplazamiento:



Título:

NIVEL DE SERVICIO CV03 Y CV04 (HIPÓTESIS SIN LOS CARRILES)

Proyecto:

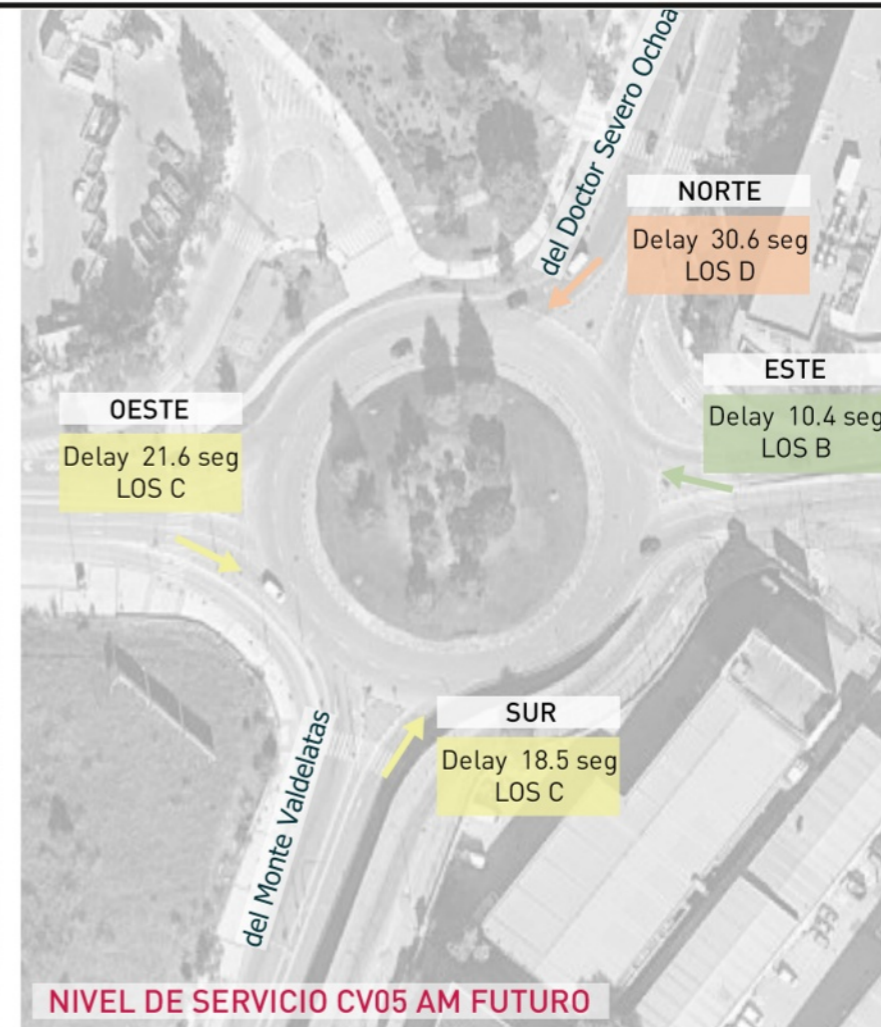
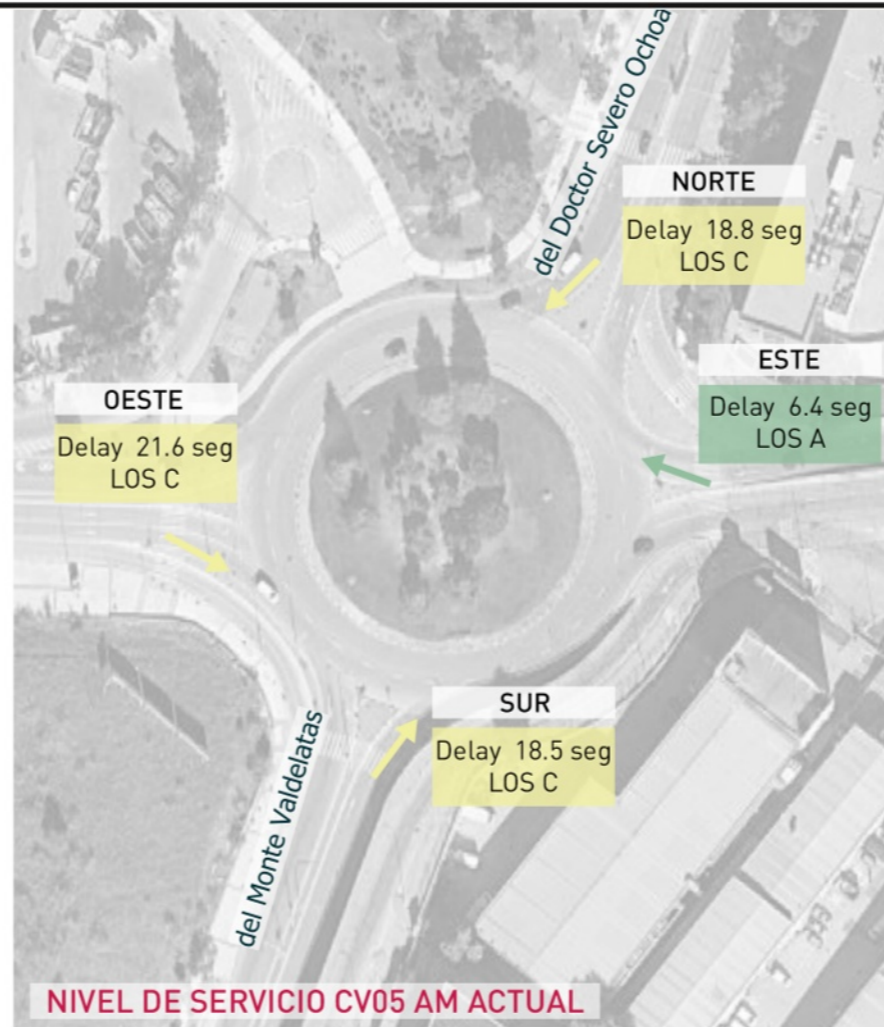
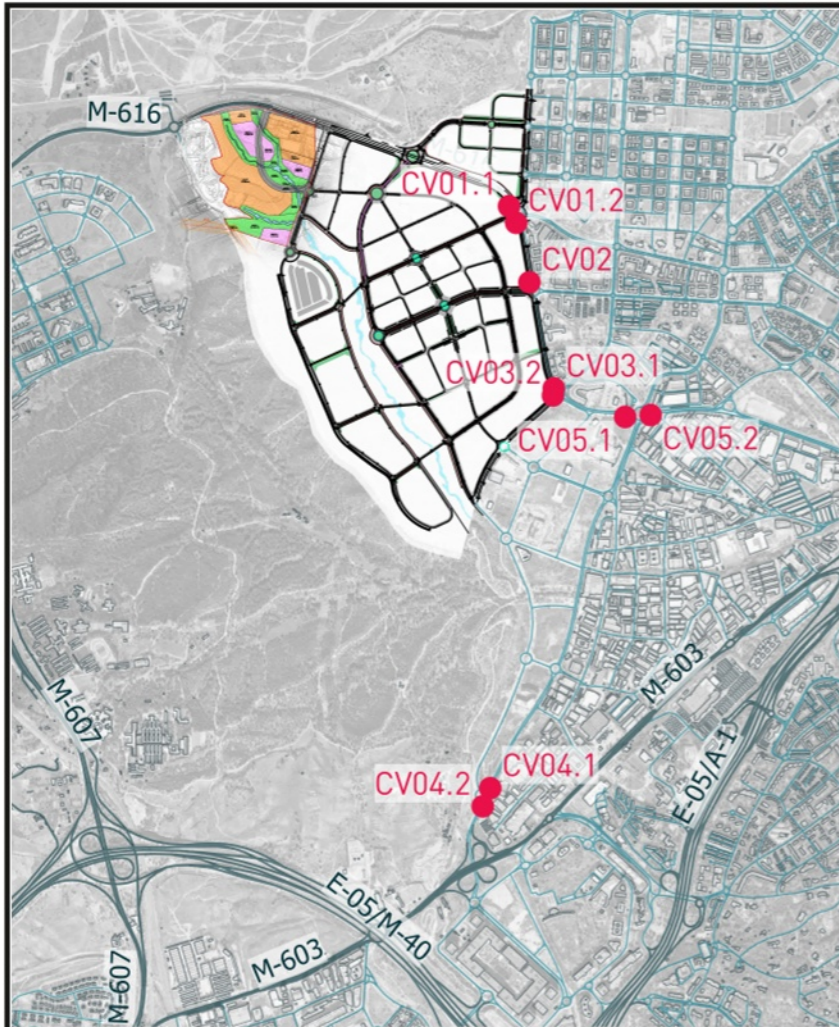
ET Sector 5 Comillas en Alcobendas

Ciente:



Referencia:
P2024012

Plano
12c



Fecha: **FEBRERO 2024**

Escala: **1/1.500**

Creado: **JFH** Revisado: **IMM**

Jorge Luis Rodríguez



MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez



MSc. Transport Planning and Engineering

Emplazamiento:



Título: **NIVEL DE SERVICIO CV05 (HIPÓTESIS SIN LOS CARRILES)**

Proyecto: **ET Sector 5 Comillas en Alcobendas**

Ciente:



Referencia: **P2024012**

Plano **12d**

Capacity and Level of Service

North/South East/West	Delay (seg)	LOS (L. of serv)
A	(0-10 seg)	
B	(10-15 seg)	
C	(15-25 seg)	
D	(25-35 seg)	
E	(35-50 seg)	
F	(>50 seg)	

Apéndice 4: Estudio de Tráfico para el Sector del Suelo Urbanizable Sectorizado S-5 “Comillas” de Alcobendas (Madrid). Impacto sobre la Autovía del Norte (A-1) y la M-40

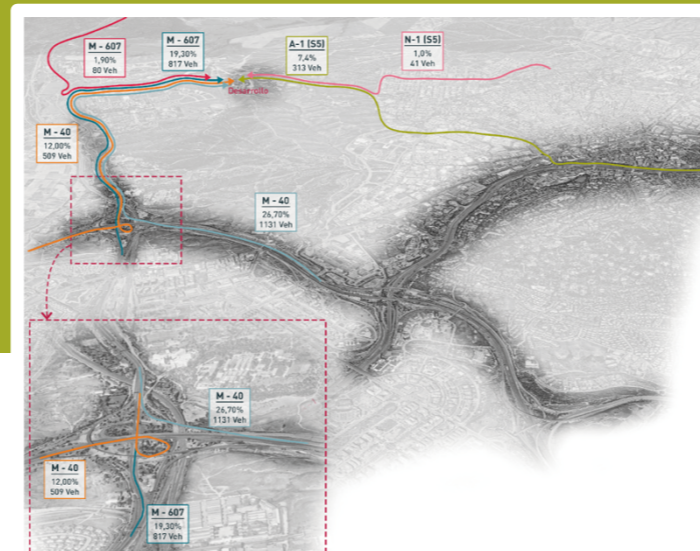
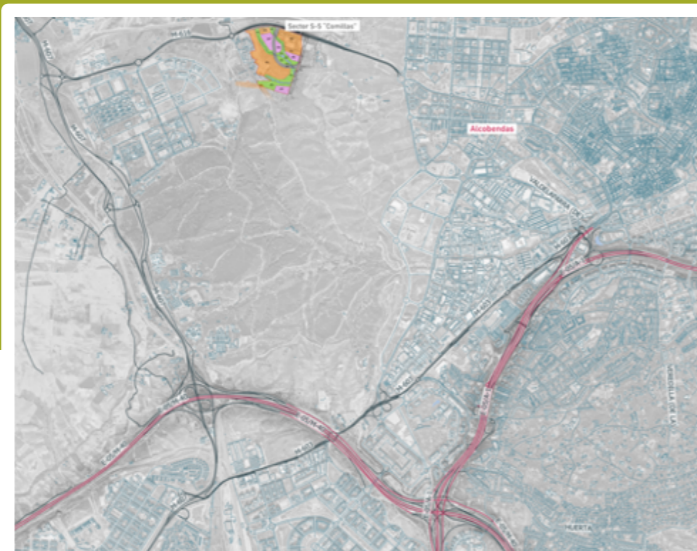
ARNAIZ

ESTUDIO TÉCNICO
REF: P2023060 · DIC 2024

Estudio de Tráfico para el sector del suelo urbanizable sectorizado
S-5 "Comillas" en Alcobendas (Madrid)

Impacto sobre la Autovía del Norte (A-1) y autovía M-40

ARNAIZ ARQUITECTOS SLP



Poeta Joan Maragall 38, 2ºA, 28020 - Madrid (ES) · (+34) 918 319 711
Uría 50, 4º 33001 - Oviedo (ES) · (+34) 984 109 011
123 Buckingham Palace Road SW1W 9SR - London (UK) · (+44) 751 5635 197
info@vectio.com · vectio.com

El presente informe fue realizado por el personal de la empresa Vectio Traffic Engineering, S.L. por encargo de Arnaiz Arquitectos SLP. Los autores del presente proyecto fueron Jorge Rodríguez Rodríguez (Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos), Irene Méndez Manjón (Ingeniera), Itziar Buruchaga Lahera (Ingeniera), Carlos González González (Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos), Azariel Alberto Menéndez Pedrosa (Técnico de Simulación) y Rubén Pérez Lana (Técnico de Equipos).

Índice General

A. MEMORIA TÉCNICA.....	8	7. METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	32
1. INTRODUCCIÓN	9	7.1. Introducción	32
2. OBJETIVO DEL ESTUDIO	10	7.2. Niveles de Servicio. Metodología de cálculo	32
3. TRABAJOS DE CAMPO	11	7.2.1. Niveles de servicio en glorietas.....	33
3.1. Estaciones de aforo del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	12	7.2.2. Niveles de servicio en segmentos de autovía.....	34
3.2. Aforos direccionales	13	7.2.3. Niveles de servicio en tramos de trenzado	34
3.2.1. CV01/CV02/CV03/CV04. Glorieta Av. de Valdelaparra/Accesos a la A-1	14	7.2.4. Niveles de servicio en ramales de convergencia/divergencia	35
3.2.1. CV05. Glorieta entre C. de la Yuca y Av. de Fuencarral.....	15	7.3. Intensidad horaria de cálculo	36
3.2.2. CV06. Enlace de la A-1 a la altura de Av. de Fuencarral.....	15	8. AFECCIÓN A LA INFRAESTRUCTURA	39
3.2.3. CV07. Ramal de conexión vía de servicio A-1	16	8.1. Introducción	39
3.2.4. CV08. Tronco A-1 en el PK 14 (calzada principal y vías de servicio).....	16	8.2. Niveles de servicio en las glorietas	40
3.2.1. CV09. Ramal de conexión vía de servicio A-1 con Av. de Europa.....	17	8.2.1. Glorieta de enlace entre la Av. de Valdelaparra y los accesos a la A-1.....	40
3.2.1. CV10. Ramal de acceso desde la M-607 a la M-40 en sentido oeste.....	17	8.3. Niveles de servicio en troncos, trenzados y ramales de aceleración/deceleración	42
3.2.2. CV11. Trenzado de acceso a la M-40 en sentido este.	18	8.3.1. Afección a la M-40.....	46
3.2.3. CV13. Ramal de salida de la M-40 en sentido este.	18	8.3.2. LOS 1: Tronco ascendente. Sentido este de la M-40.....	47
3.2.4. CV14. Ramal de acceso a la M-607 en sentido norte	19	8.3.3. LOS 2: Carril de deceleración. Sentido este de la M-40 previo al enlace.....	48
4. SIMULACIÓN	20	8.3.4. LOS 3: Carril de aceleración. Sentido norte de la M-607.....	49
4.1. Asignación a la red y calibración	20	B. RESUMEN EJECUTIVO	50
4.2. Calibración del Modelo	21	9. RESUMEN EJECUTIVO	51
5. DESARROLLO FUTURO ÁREA	22	C. NIVELES DE SERVICIO	54
5.1. Introducción	22	10. ESCENARIO ACTUAL (AM 2023).....	55
5.2. Método de los cuatro pasos	23	10.1. Trenzado 1 (Sentido Norte).....	55
5.2.1. Generación de viajes.....	23	10.2. Trenzado 2 (Sentido Sur)	55
5.2.2. Distribución de viajes.....	25	10.3. Trenzado 3 (Sentido Sur Vía de Servicio).....	56
5.2.3. Reparto modal	27	10.4. Tronco Calzada Principal A-1 (Sentido Norte)	56
5.2.4. Asignación	28	10.5. Tronco Calzada Principal A-1 (Sentido Sur).....	57
6. MOVILIDAD GENERADA: AFECCIÓN SOBRE A-1 y M-40.....	29	10.6. Tronco Vía de Servicio (Sentido Norte).....	57
6.1. Resumen de la movilidad generada	31	10.7. Tronco Vía de Servicio (Sentido Sur).....	58
		10.8. Carril de convergencia sentido norte	58

11.	ESCENARIO ACTUAL + DESARROLLO (AM 2023+DESARROLLO)	59
11.1.	Tronco Calzada Principal A-1 (Sentido Sur)	59
12.	ESCENARIO AÑO HORIZONTE (AM 2043)	60
12.1.	Trenzado 1 (Sentido Norte)	60
12.2.	Trenzado 2 (Sentido Sur)	60
12.3.	Trenzado 3 (Sentido Sur Vía de Servicio)	61
12.4.	Tronco Calzada Principal A-1 (Sentido Norte)	61
12.5.	Tronco Calzada Principal A-1 (Sentido Sur)	62
12.6.	Tronco Vía de Servicio (Sentido Norte)	62
12.7.	Tronco Vía de Servicio (Sentido Sur)	63
12.8.	Carril de convergencia sentido norte	63
13.	ESCENARIO AÑO HORIZONTE + DESARROLLO (AM 2043 + DESARROLLO)	64
13.1.	Tronco Calzada Principal A-1 (Sentido Sur)	64
D.	PLANOS	65

Índice de tablas

Tabla 1. Intensidades diarias de la calzada principal de la A-1.	12
Tabla 2. Intensidades diarias de la calzada principal de la A-1 (considerando las vías de servicio)	12
Tabla 3. Intensidades diarias de la calzada principal de la M-40.	13
Tabla 4. Ubicación de los dispositivos de medición instalados	13
Tabla 5. Viajes en hora punta. Uso dotacional.	24
Tabla 6. Viajes en hora punta. Equipamientos.	24
Tabla 7. Viajes en hora punta generados por el Sector S-5 "Comillas"	24
Tabla 8. Distribución de viajes	25
Tabla 9. Vehículos en hora punta generados por el Sector S-5 "Comillas"	27
Tabla 10. Vehículos en hora punta AM generados por el sector S-5.	29
Tabla 11. Asignación de vehículos a la red de carreteras del entorno (hora punta AM).	29
Tabla 12. Asignación de vehículos a la M-40 y M-607 (hora punta AM).	30
Tabla 13. Niveles de Servicio Glorietas.	33
Tabla 14. Niveles de Servicio Segmentos de Autovía.	34
Tabla 15. Niveles de Servicio Tramos de Trenzado.	34
Tabla 16. Niveles de Servicio Tramos de Trenzado.	34
Tabla 17. Niveles de Servicio Ramales de convergencia/divergencia.	35
Tabla 18. Incrementos de Tráfico acumulativos para utilizar en Estudios de Tráfico.	39
Tabla 19. Niveles de Servicio Glorietas.	40
Tabla 20. Niveles de Servicio en Glorieta Av. Valdelaparra / A-1 (2023).	41
Tabla 21. Niveles de Servicio en Glorieta Av. Valdelaparra / A-1 (2043).	41
Tabla 22. Niveles de Servicio Segmentos de Autovía.	42
Tabla 23. Niveles de Servicio Tramos de Trenzado.	42
Tabla 24. Niveles de Servicio Ramales de convergencia/divergencia.	42
Tabla 25. Niveles de Servicio en el escenario actual (2023).	43
Tabla 26. Niveles de Servicio en el año horizonte (2043).	43
Tabla 27. Niveles de Servicio en el tronco sentido este (2023 y 2043).	47
Tabla 28. Niveles de Servicio carril de deceleración sentido este (2023).	48
Tabla 29. Niveles de Servicio carril de deceleración sentido este (2043).	48
Tabla 30. Niveles de Servicio carril de aceleración acceso M-607 (2023).	49
Tabla 31. Niveles de Servicio carril de aceleración acceso M-607 (2043).	49
Tabla 32. Niveles de Servicio en Glorieta Av. Valdelaparra / A-1 (2023).	52
Tabla 33. Niveles de Servicio en Glorieta Av. Valdelaparra / A-1 (2043).	52
Tabla 34. Niveles de Servicio en el escenario actual (2023).	52
Tabla 35. Niveles de Servicio en el año horizonte (2043).	52
Tabla 36. Niveles de Servicio en el tronco M-40 sentido este (2023 y 2043).	53
Tabla 37. Niveles de Servicio carril de deceleración sentido este (2023).	53
Tabla 38. Niveles de Servicio carril de deceleración sentido este (2043).	53
Tabla 39. Niveles de Servicio carril de aceleración acceso M-607 (2023).	53
Tabla 40. Niveles de Servicio carril de aceleración acceso M-607 (2043).	53

Índice de imágenes

Imagen 1. Descripción gráfica de la localización.	9	Imagen 45. Detalle de la IH30 de la calzada ascendente de la Estación M-738-0. Mapa de Tráfico 2019.	36
Imagen 2. Campaña de trabajos de campo.	11	Imagen 46. Detalle de la IH30 de la calzada descendente de la Estación M-838-0 Mapa de Tráfico 2019.	36
Imagen 3. Detalle de las estaciones de aforo más cercanas al desarrollo.	12	Imagen 47. Intensidad de todos los días del año. Calzada 1. M-738-0. Mapa de Tráfico 2019.	37
Imagen 4. Campaña de trabajos de campo.	14	Imagen 48. Porcentajes horarios de la calzada 1 (Ascendente dirección Burgos).	37
Imagen 5. CV01/CV02/CV03/CV04. Glorieta Av. Valdelaparra/A-1 (AM).	14	Imagen 49. Intensidad de todos los días del año. Calzada 2. M-838-0. Mapa de Tráfico 2019.	38
Imagen 6. CV01/CV02/CV03/CV04. Glorieta Av. Valdelaparra/A-1 (PM).	14	Imagen 50. Porcentajes horarios de la calzada 2 (Descendente. Dirección Madrid).	38
Imagen 7. CV05. Glorieta entre C/ de la Yuca y Av. de Fuencarral (AM).	15	Imagen 51. Asignación de vehículos generados por S-5 sobre la autovía A-1 y M-40.	39
Imagen 8. CV05. Glorieta entre C/ de la Yuca y Av. de Fuencarral (PM).	15	Imagen 52. Puntos en los que se han estudiado los Niveles de Servicio.	40
Imagen 9. CV06. Enlace vía de servicio A-1 (s. norte) a la altura de Av. de Fuencarral (AM).	15	Imagen 53. Glorieta de enlace entre la Av. de Valdelaparra y los accesos a la A-1.	40
Imagen 10. CV06. Enlace vía de servicio A-1 (s. norte) a la altura de Av. de Fuencarral (PM).	15	Imagen 54. LOS 2023 en la glorieta Av. Valdelaparra /enlace A-1.	41
Imagen 11. CV07. Ramal de conexión Vía de Servicio A-1 (s. sur) con Av. de Fuencarral (AM).	16	Imagen 55. LOS 2043 en la glorieta Av. Valdelaparra /enlace A-1.	41
Imagen 12. CV07. Ramal de conexión Vía de Servicio A-1 (s. sur) con Av. de Fuencarral (PM).	16	Imagen 56. Niveles de servicio en los elementos afectados de la A-1. Escenario actual (2023).	44
Imagen 13. CV08. Tronco A-1. Calzada principal + Vías de Servicio (AM).	16	Imagen 57. Niveles de servicio en los elementos afectados de la A-1. Año horizonte (2043).	45
Imagen 14. CV08. Tronco A-1. Calzada principal + Vías de Servicio (PM).	16	Imagen 58. Niveles de servicio M-40 sentido este (2023) sin desarrollo y con desarrollo.	47
Imagen 15. CV09. Conexión Vía de Servicio A-1 (s. sur) con Av. de Europa (AM).	17	Imagen 59. Niveles de servicio M-40 sentido este (2043) sin desarrollo y con desarrollo.	47
Imagen 16. CV09. Conexión Vía de Servicio A-1 (s. sur) con Av. de Europa (PM).	17	Imagen 60. Niveles de servicio M-40 carril de deceleración sentido este (2023) sin desarrollo y con desarrollo.	48
Imagen 17. CV10. Ramal de acceso desde la M-607 a la M-40 en sentido oeste (AM).	17	Imagen 61. Niveles de servicio M-40 carril de deceleración (2043) sin desarrollo y con desarrollo.	48
Imagen 18. CV10. Ramal de acceso desde la M-607 a la M-40 en sentido oeste (PM).	17	Imagen 62. Niveles de servicio M-40 carril de aceleración acceso M-607 (2023) sin desarrollo y con desarrollo.	49
Imagen 19. CV11. Trenzado de acceso a la M-40 en sentido este (AM).	18	Imagen 63. Niveles de servicio M-40 carril de aceleración acceso M-607 (2043) sin desarrollo y con desarrollo.	49
Imagen 20. CV11. Trenzado de acceso a la M-40 en sentido este (PM).	18	Imagen 64. Asignación de vehículos generados por el desarrollo sobre la autovía A-1.	51
Imagen 21. CV13. Ramal de salida de la M-40 en sentido este (AM).	18		
Imagen 22. CV13. Ramal de salida de la M-40 en sentido este (PM).	18		
Imagen 23. CV14. Ramal de acceso a la M-607 en sentido norte (AM).	19		
Imagen 24. CV14. Ramal de acceso a la M-607 en sentido norte (PM).	19		
Imagen 25. Red digital del entorno 2D (arriba) y 3D (abajo).	20		
Imagen 26. Detalle del modelo de simulación.	20		
Imagen 27. Detalle de calibración del Modelo. Recta de regresión.	21		
Imagen 28. Detalle de calibración del Modelo. Puntos de ajuste.	21		
Imagen 29. Detalle del Sector S-5 Comillas.	22		
Imagen 30. Superficies y usos del desarrollo de Comillas (S-5)	22		
Imagen 31. Superficies del desarrollo de Comillas (S-5).	23		
Imagen 32. Matriz O/D de viajes residencia-trabajo en la Comunidad de Madrid.	25		
Imagen 33. Zonificación ZT1259.	27		
Imagen 34. Reparto modal en la zona 006-001	27		
Imagen 35. Índice de ocupación de los vehículos generados.	27		
Imagen 36. Entradas desde los distintos orígenes al sector S-5 "Comillas".	28		
Imagen 37. Entradas desde los distintos orígenes al sector. Enlace M-40 y M-607.	30		
Imagen 38. Asignación de vehículos generados por el sector S-5 sobre la autovía A-1 y M-40.	31		
Imagen 39. Nota de Servicio 5/2014 del Ministerio de Fomento (izq.) y HCM 6th Edition (dcha.).	32		
Imagen 40. Flujos de tráfico en una glorieta.	33		
Imagen 41. Secciones características del carril de aceleración. Norma 3.1.-IC de Trazado (2016).	35		
Imagen 42. Sección característica del carril de deceleración. Norma 3.1.-IC de Trazado (2016).	35		
Imagen 43. Variables de cálculo críticas del ramal. Highway Capacity Manual (HCM sixth edition).	35		
Imagen 44. Detalle de la ubicación de las estaciones permanentes M-738-0 y M-838-0.	36		

Índice de planos

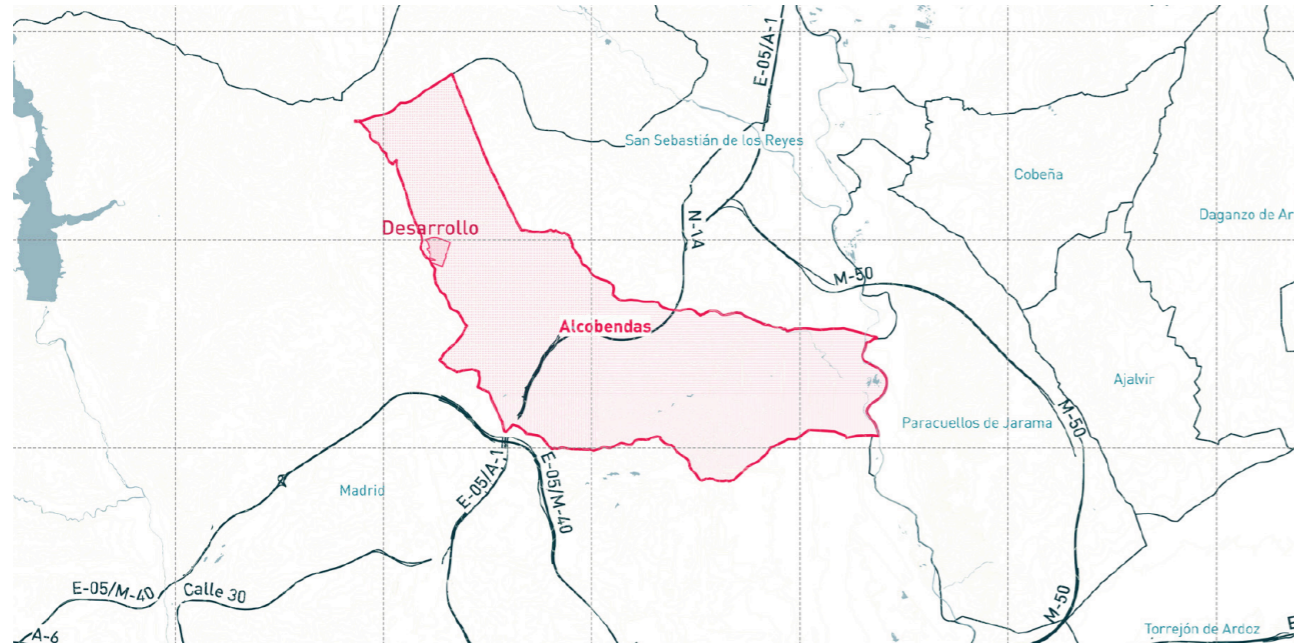
Plano 1. P2023060 - 01 - Localización.....	66
Plano 2. P2023060 - 02 - Situación.....	67
Plano 3. P2023060 - 03 - Trabajos de campo	68
Plano 4. P2023060 - 04 - Aforos	69
Plano 5. P2023060 - 05 - Principales itinerarios entrada/salida	70
Plano 6. P2023060 - 06A - Atracción metropolitana	71
Plano 7. P2023060 - 06B - Asignación	72
Plano 8. P2023060 - 07A - Matrices.....	73
Plano 9. P2023060 - 07B - Matrices.....	74
Plano 10. P2023060 - 07C - Matrices.....	75
Plano 11. P2023060 - 07D - Matrices	76
Plano 12. P2023060 - 07E - Matrices.....	77
Plano 13. P2023060 - 08A - Niveles de servicio.....	78
Plano 14. P2023060 - 08B - Niveles de servicio.....	79
Plano 15. P2023060 - 08C - Niveles de servicio.....	80
Plano 16. P2023060 - 08D - Niveles de servicio.....	81
Plano 17. P2023060 - 08E - Niveles de servicio.....	82
Plano 18. P2023060 - 08F - Niveles de servicio	83
Plano 19. P2023060 - 08G - Niveles de servicio.....	84
Plano 20. P2023060 - 08H - Niveles de servicio.....	85
Plano 21. P2023060 - 08I - Niveles de servicio	86
Plano 22. P2023060 - 09A - LOS A-1 (2023).....	87
Plano 23. P2023060 - 09B - LOS A-1 (2043).....	88



A.MEMORIA TÉCNICA

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe, realizado para Arnaiz Arquitectos SLP, se trata de un estudio de tráfico y movilidad para conocer la afección del futuro desarrollo del Sector S-5 "Comillas" en Alcobendas (Madrid) sobre la autovía A-1.



Con el fin de alcanzar los objetivos establecidos, se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo del tramo de la carretera A-1 más cercano al sector S-5, en el que se han determinado los flujos actual y futuro de tráfico, evaluando la situación tras incorporar el tráfico generado por el sector. En consecuencia, se proporciona una descripción detallada del tráfico en la zona adyacente al sector, así como una estimación precisa de la cantidad de tráfico generado por el desarrollo y la asignación de vehículos correspondiente.

Este documento, presta especial atención al impacto de la movilidad generada por el sector analizado sobre la autovía A-1, para ello, se han calculado los niveles de servicio previos y posteriores a la finalización del proyecto, y se ha desarrollado un modelo de simulación de la autovía A-1, lo que permite identificar posibles problemas en cuanto al flujo de tráfico y, en caso necesario, proponer medidas correctivas para garantizar condiciones óptimas de seguridad, fluidez y eficacia en la autovía.

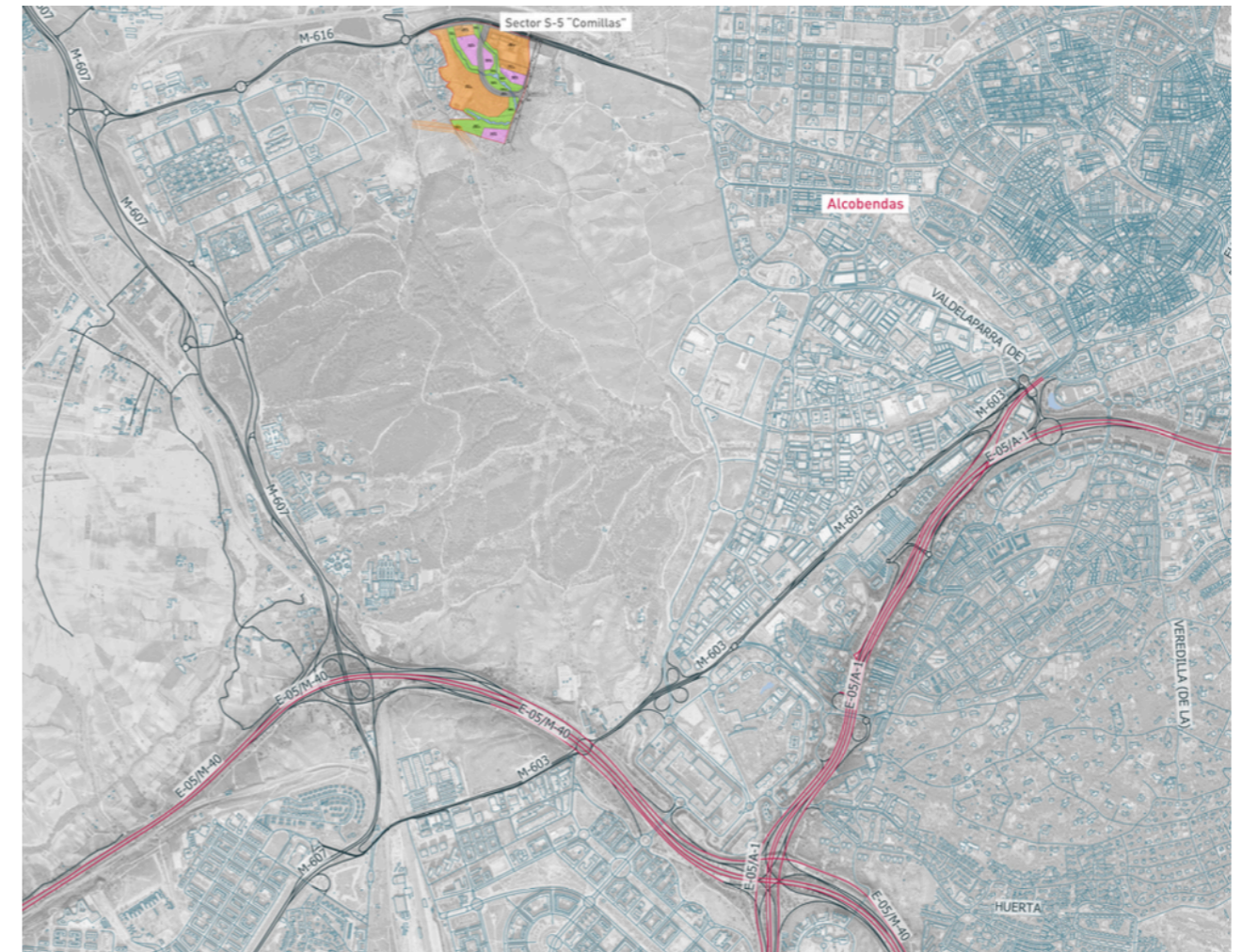


Imagen 1. Descripción gráfica de la localización.

2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

De manera general, el presente informe supone un análisis de la movilidad global generada por el sector S-5 "Comillas". Este estudio, se centra especialmente en el impacto de esta movilidad generada sobre la autovía A-1 entre los puntos kilométricos 12 y 17 y M-40.

De esta forma, el estudio se centrará en la evaluación de la situación actual existente, así como en la realización de un diagnóstico de la capacidad actual de las infraestructuras del transporte. Para el estudio de la situación inicial es de gran importancia la captación y recopilación de datos referentes a movilidad del entorno objeto de estudio, para el cual Vectio ha planteado una importante campaña de aforos en distintos puntos considerados de importancia en los enlaces cercanos a la implantación que serán detallados a lo largo del informe.

Este informe toma la recopilación de información sobre la movilidad en el entorno de estudio como punto de partida. La siguiente tarea consiste en estimar la cantidad de movilidad generada por los desarrollos (aún por implementar) y evaluar su interacción con las condiciones de movilidad existentes. Con esta metodología, se amplía el análisis del entorno iniciado previamente para incluir los flujos de tráfico generados por el nuevo desarrollo.

La implementación de un área de estas características requiere un análisis exhaustivo de las condiciones de accesibilidad a la misma. Una vez identificados todos los posibles puntos de conflicto, la capacidad de la infraestructura de transporte y la generación del propio desarrollo, la siguiente fase será llevar a cabo una optimización de la infraestructura existente actuando sobre los itinerarios de acceso y planteando una serie de propuestas de mejora, en caso de que la influencia del tráfico generado fuese de trascendencia, que minimicen el impacto del nuevo desarrollo sobre las condiciones existentes actuales.



Gráfico 1. Proceso de desarrollo del informe.

A modo de resumen, el objetivo del presente estudio será analizar las condiciones actuales de movilidad del entorno con especial atención al tráfico y a la capacidad de la infraestructura existente, para después examinar el impacto generado por los desarrollos del sector S-5 y, por último, proponer una batería de medidas si este impacto generado tuviese trascendencia en la operatividad de la instalación y en la capacidad de las vías adyacentes en caso de considerarse necesario.

3. TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo constituirán la base sobre la que realizar el análisis y diagnóstico de la situación actual del entorno de estudio, por lo que su finalidad es la obtención de datos del entorno que permitan su evaluación. Para ello, el personal técnico de Vectio planteó, en coordinación con la dirección del estudio, una campaña de aforos en distintos puntos del entorno de estudio. (Imagen 2 y Plano 3).

La campaña de trabajos de campo diseñada se centra en los principales viales del entorno, realizando especial énfasis en aquellos que pertenecen a la ruta de acceso o salida del sector.

Tanto los trabajos de campo realizados como la recopilación de datos existentes para la realización del presente estudio han sido:

- Recopilación de datos actuales de tráfico existentes en las carreteras afectadas del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.
- Recopilación de planimetría.
- Instalación de **14 cámaras de visión artificial** en los siguientes puntos de la red viaria:
 - Glorieta de conexión de la A-1 con la Avenida de Valdelaparra (cuatro cámaras: CV01, CV02, CV03 y CV04).
 - Glorieta entre C. de la Yuca y Av. de Fuencarral. Uno de los brazos de este punto es el ramal de enlace directo con el norte de la A-1 en el PK13 (cámara CV05).
 - Enlace de la Av. de Fuencarral con la A-1, considerando el enlace con la vía de servicio en el PK 14+200 que conecta con los vehículos procedentes del norte y con salida hacia el sur (dos cámaras: CV06 y CV07).
 - Conexión del tronco principal de la A-1 con la vía de servicio en dirección norte a la altura del PK 14 (CV08).
 - Conexión con la vía de servicio de la A-1 desde la Glorieta de la Plaza Atenas y Avenida Europa en el PK13 (CV09).
 - Enlace de acceso desde la M-607 a la M-40 en sentido oeste. Considerando los dos carriles de acceso, desde la M-607 en sentido norte y sur (cámara CV10).
 - Trenzado de acceso a la M-40 en sentido este desde los ramales de la M-607 en sentido norte y sur (dos cámaras: CV11 y CV12).
 - Ramal de salida de la M-40 en sentido este. Se consideran los dos carriles del ramal de salida (cámara CV13).
 - Ramal de acceso a la M-607 en sentido norte (cámara CV14).
- Conteos automáticos de tráfico (vídeos procesados mediante software de visión artificial).



Imagen 2. Campaña de trabajos de campo.

3.1. Estaciones de aforo del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

El Mapa de Tráfico del año 2019 elaborado por el Ministerio de Fomento facilita datos, principalmente, de estaciones de aforo ubicadas en vías de alta capacidad. Para conocer el tráfico actual circulante por el entorno, se estudiaron las estaciones de aforo disponibles del entorno (ver imagen adjunta).

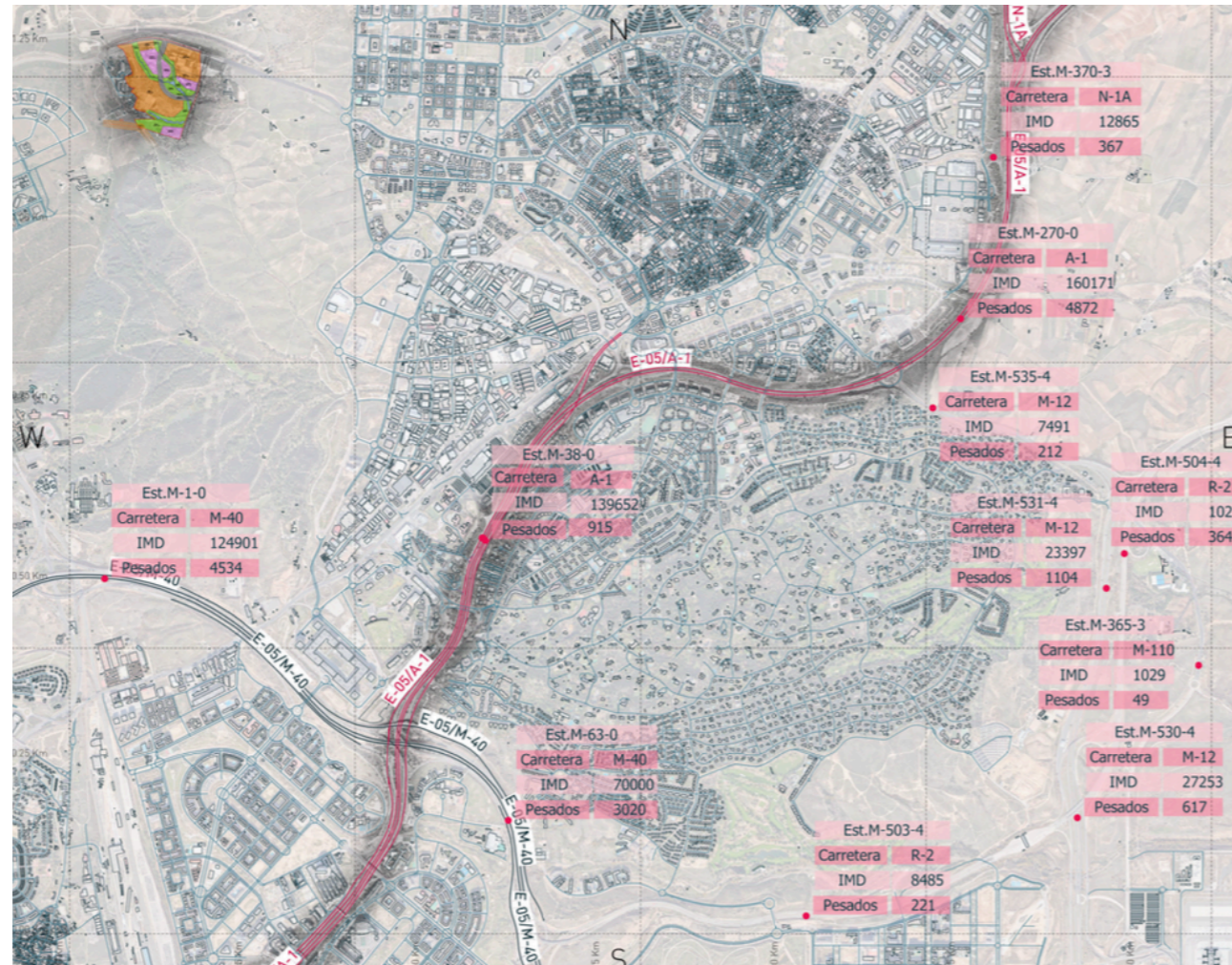


Imagen 3. Detalle de las estaciones de aforo más cercanas al desarrollo.

En concreto, las estaciones permanentes más cercanas son las situadas en el P.K. 14+400 de la Autovía A-1. En este punto, se encuentran las siguientes estaciones de aforo permanentes:

- **M-38-0:** Esta estación registra el tráfico de las dos calzadas principales de la autovía A-1 y de las 2 vías de servicio, cuyas características se recopilan también en las siguientes estaciones de aforo permanentes:
 - M-738-0: Ubicada en la vía de servicio a la izquierda de la calzada principal (sentido descendente).
 - M-838-0: Ubicada en la vía de servicio a la derecha de la calzada principal (sentido ascendente).

La Intensidad Media Diaria (IMD) en el tronco principal de la autovía A-1 en cada uno de los sentidos, se recoge en las siguientes tablas.

Tabla 1. Intensidades diarias de la calzada principal de la A-1.								
Mes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
C1	71116	68734	69625	71545	73424	61969	49980	66131
C2	77345	78039	78495	80386	77662	66586	59176	73521
Total	148461	146773	148120	151931	151086	128555	109156	139652

Tabla 2. Intensidades diarias de la calzada principal de la A-1 (considerando las vías de servicio)								
Mes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
C1 + VS	116762	114838	116892	119936	121491	93932	77309	107792
C2 + VS	115011	117186	118546	121877	118233	93727	80347	108411
Total + VS	231773	232024	235438	241813	239724	187659	157656	216203

Como se puede observar en las tablas anteriores, el día de la semana con un mayor flujo de tráfico es el jueves, que alcanza los 241.813 vehículos diarios (en sentido ascendente y descendente) considerando las vías de servicio a ambos lados de la calzada principal.

Por otro lado, se adjunta a continuación la cíclica diaria (de los días laborables) con la intensidad horaria de cada una de las vías de servicio de la A-1, en la que se aprecia que el sentido ascendente, alcanza sus valores más altos de intensidad durante la tarde, mientras que el sentido descendente alcanza su hora punta por la mañana.

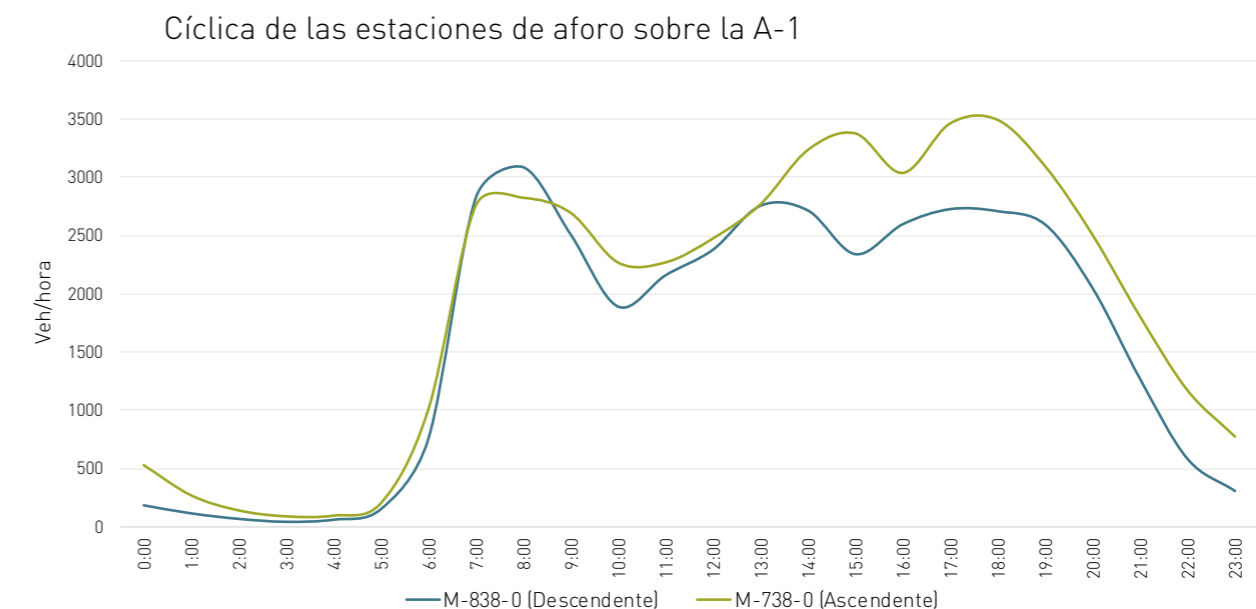


Gráfico 2. Cíclica de la intensidad media de las estaciones de aforo permanente sobre la A-1.

- **M-1-0:** Esta estación registra el tráfico de las dos calzadas de la M-40. La calzada 1 (sentido ascendente) tiene en cuenta los 3 carriles de la M-40 y los dos del ramal de salida. La calzada 2 (sentido descendente) considera los 3 carriles de la M-40 y un carril del ramal de entrada.

La Intensidad Media Diaria (IMD) en la M-40 tanto en el tronco como en los ramales en cada uno de los sentidos, se recoge en las siguientes tablas.

Tabla 3. Intensidades diarias de la calzada principal de la M-40.								
Mes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
C1	61280	63303	64699	65751	63123	39271	37157	55794
C2	77898	78557	78292	80516	77169	51100	45239	69107
Total	139178	141880	142991	146267	140292	90371	82426	124901

Como se puede observar en la tabla anterior, el día de la semana con un mayor flujo de tráfico es el jueves, igual que en las estaciones analizadas previamente. En este caso los 146.267 vehículos diarios (en ambas calzadas) considerando tanto el ramal de entrada como el de salida.

Por otro lado, se adjunta a continuación la cíclica diaria (de los días laborables) con la intensidad horaria de cada calzada de la M-40, en la que se aprecia que tanto el sentido ascendente como el descendente, alcanzan sus valores más altos de intensidad durante la hora punta de la mañana.

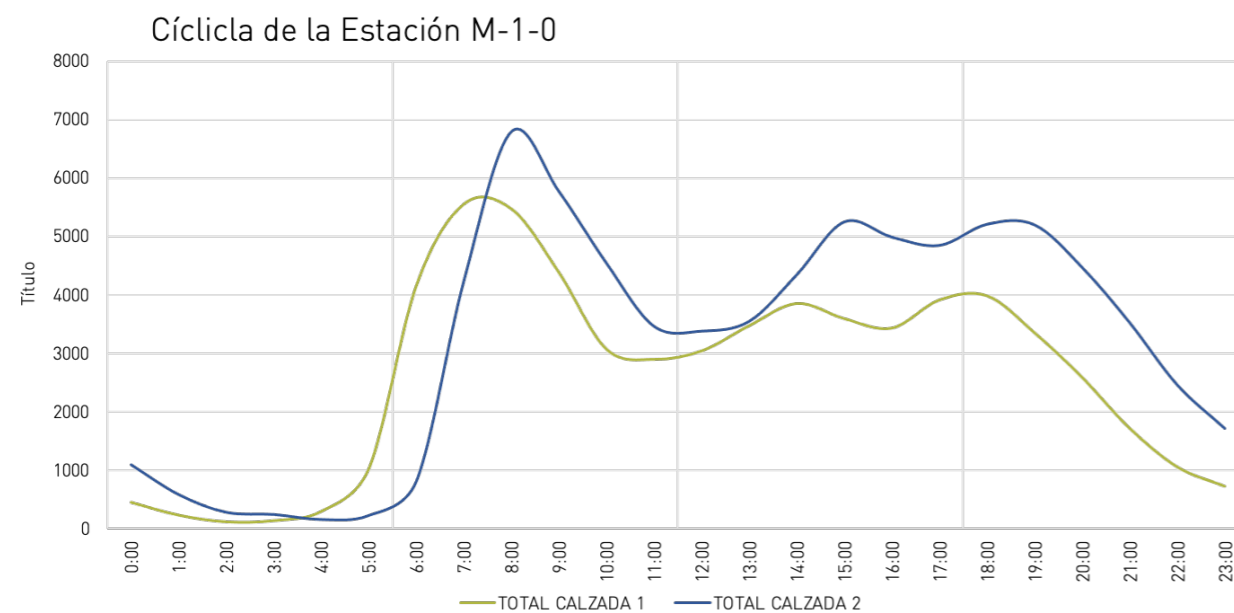


Gráfico 3. Cíclica de la intensidad media de la estación de aforo permanente sobre la M-40.

Los datos de estas estaciones servirán para la obtención de los coeficientes correctores que se aplicarán a los trabajos de campo desarrollados para el presente estudio, los cuales se desarrollan en el Capítulo 7.3 Intensidad horaria de cálculo.

3.2. Aforos direccionales

La importancia de esta tipología de aforos reside en la relevancia de la caracterización de la intensidad de cada uno de los movimientos, a fin de reproducir en el modelo de simulación las mismas condiciones de circulación existentes en la actualidad.

Los aforos direccionales complementarán los aforos troncales, aportando la información de distribución del tráfico en cada una de las intersecciones aforadas. Esta tipología de aforos se realizó con cámaras de visión artificial, que permiten que el posterior procesamiento se realice de manera automática con el software OD Soft.

La campaña de trabajos de campo relativa a los aforos direccionales se realizó en marzo de 2023. Durante dichos días se filmaron las intersecciones recogidas previamente y mostradas en la siguiente tabla.

Tabla 4. Ubicación de los dispositivos de medición instalados	
	Ubicación
Cámara CV-01	Glorieta de enlace con el PK16 de la A1 · Brazo de conexión con Av. Bruselas
Cámara CV-02	Glorieta de enlace con el PK16 de la A1 · Brazo de salida hacia el norte de la A-1
Cámara CV-03	Glorieta de enlace con el PK16 de la A1 · Brazo de conexión con Av. de Valdelaparra
Cámara CV-04	Glorieta de enlace con el PK16 de la A1 · Brazo de salida hacia el sur de la A-1
Cámara CV-05	Glorieta entre C. de la Yuca y Av. de Fuencarral · Ramal de salida hacia el norte de la A-1
Cámara CV-06	Enlace de la A-1 a la altura de Av. de Fuencarral · Ramal de salida hacia el sur de la A-1
Cámara CV-07	Ramal de conexión vía de servicio A-1 · Dirección Fuencarral
Cámara CV-08	Conexión de la A-1 con su vía de servicio a la altura del PK 14
Cámara CV-09	Acceso hacia la vía de servicio de la A-1 en sentido sur desde Av. de Europa
Cámara CV-10	Enlace de acceso desde la M-607 a la M-40 en sentido oeste
Cámara CV-11	Inicio trenzado de acceso a la M-40 en sentido este desde los ramales de la M-607
Cámara CV-12	Final trenzado de acceso a la M-40 en sentido este desde los ramales de la M-607
Cámara CV-13	Ramal de salida de la M-40 en sentido este
Cámara CV-14	Ramal de acceso a la M-607 en sentido norte



Imagen 4. Campaña de trabajos de campo.

A continuación, se adjuntan las matrices origen/destino (O/D) y los datos registrados del tráfico, procedentes de los aforos direccionales desarrollados:

3.2.1. CV01/CV02/CV03/CV04. Glorieta Av. de Valdelaparra/Accesos a la A-1

Esta glorieta conecta la Av. de Valdelaparra (al norte) y la Av. de Bruselas (al sur) con los ramales de acceso en sentido norte y sur de la "Autovía del Norte" (A-1).

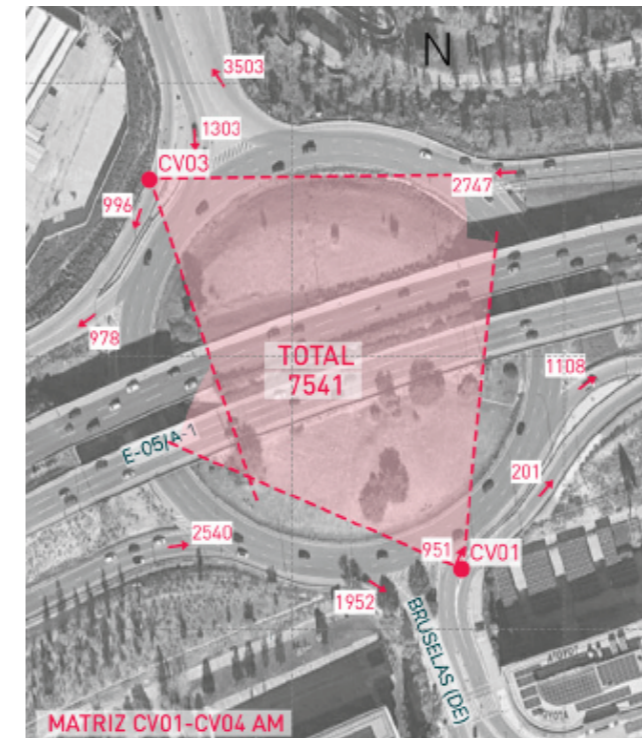


Imagen 5. CV01/CV02/CV03/CV04. Glorieta Av. Valdelaparra/A-1 (AM).

	N	S	E	W	
N	0	301	815	117	1233
S	321	0	35	554	910
E	2047	301	0	270	2618
W	937	1291	212	0	2440
	3305	1893	1062	941	7201
				MOV N-W	925
				MOV S-E	186

	N	S	E	W	
N	0	20	45	5	70
S	9	0	0	32	41
E	105	24	0	0	129
W	84	15	1	0	100
	198	59	46	37	340
				MOV N-W	71
				MOV S-E	15

	N	S	E	W	
N	0	321	860	122	1303
S	330	0	35	586	951
E	2152	325	0	270	2747
W	1021	1306	213	0	2540
	3503	1952	1108	978	7541
				MOV N-W	996
				MOV S-E	201

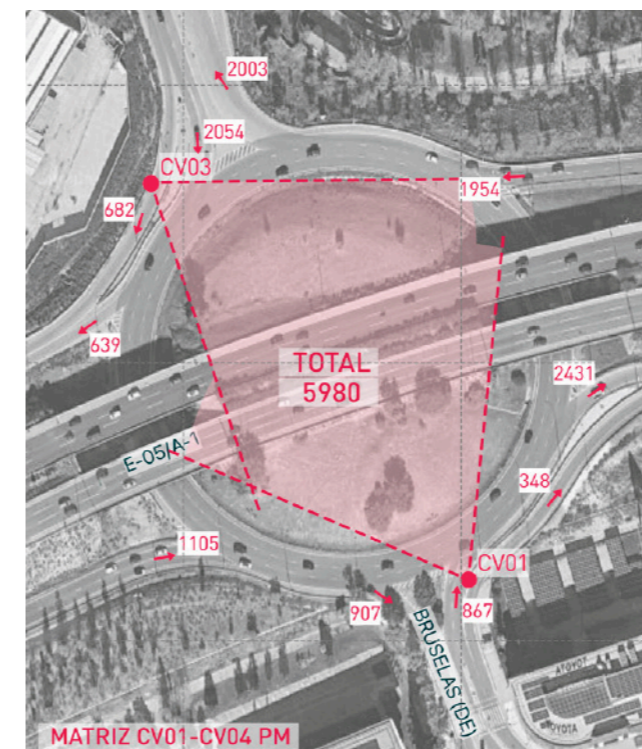


Imagen 6. CV01/CV02/CV03/CV04. Glorieta Av. Valdelaparra/A-1 (PM).

	N	S	E	W	
N	0	153	1640	217	2010
S	116	0	447	299	862
E	1442	372	0	109	1923
W	400	371	313	0	1084
	1958	896	2400	625	5879
				MOV N-W	677
				MOV S-E	348

	N	S	E	W	
N	0	4	27	13	44
S	0	0	4	1	5
E	28	3	0	0	31
W	17	4	0	0	21
	45	11	31	14	101
				MOV N-W	5
				MOV S-E	0

	N	S	E	W	
N	0	157	1667	230	2054
S	116	0	451	300	867
E	1470	375	0	109	1954
W	417	375	313	0	1105
	2003	907	2431	639	5980
				MOV N-W	682
				MOV S-E	348

3.2.1. CV05. Glorieta entre C. de la Yuca y Av. de Fuencarral

La CV05 registra el tráfico vehicular de la glorieta de intersección entre C/ de la Yuca (al este) la Av. de Fuencarral (oeste) y el acceso de la A-1 en sentido norte (al sur de la glorieta).

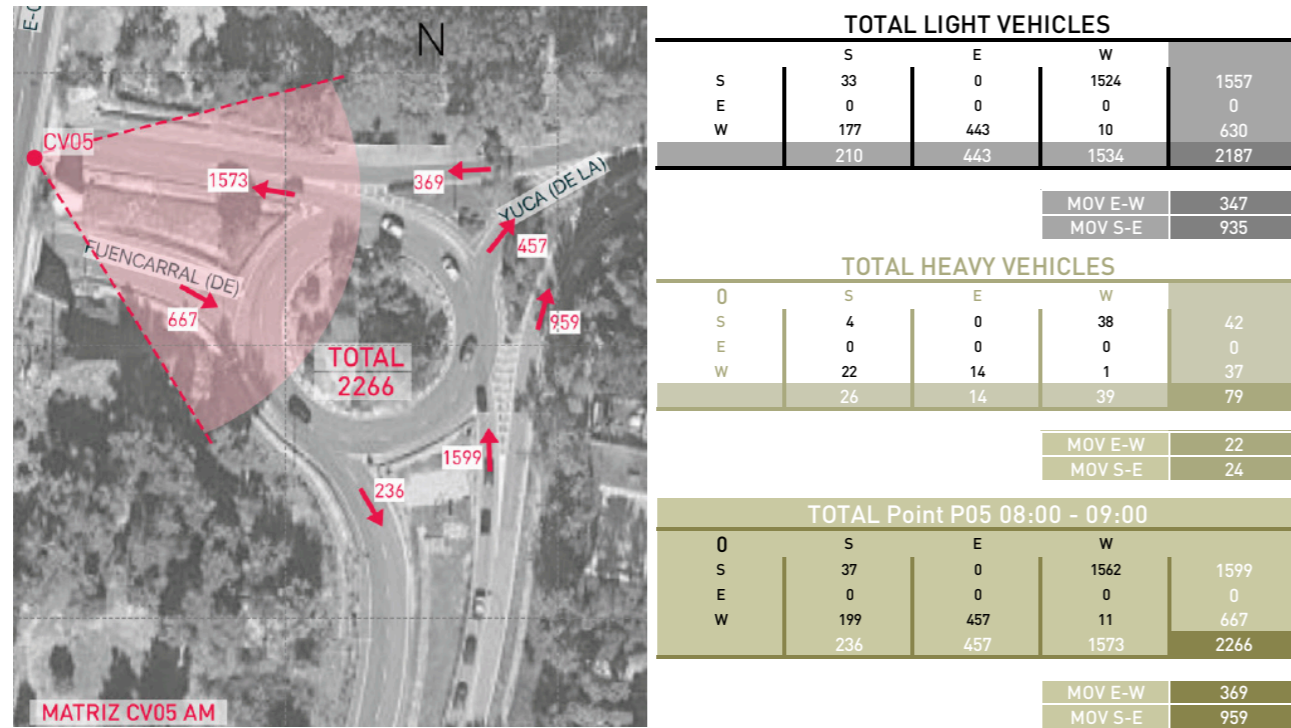


Imagen 7. CV05. Glorieta entre C/ de la Yuca y Av. de Fuencarral (AM).

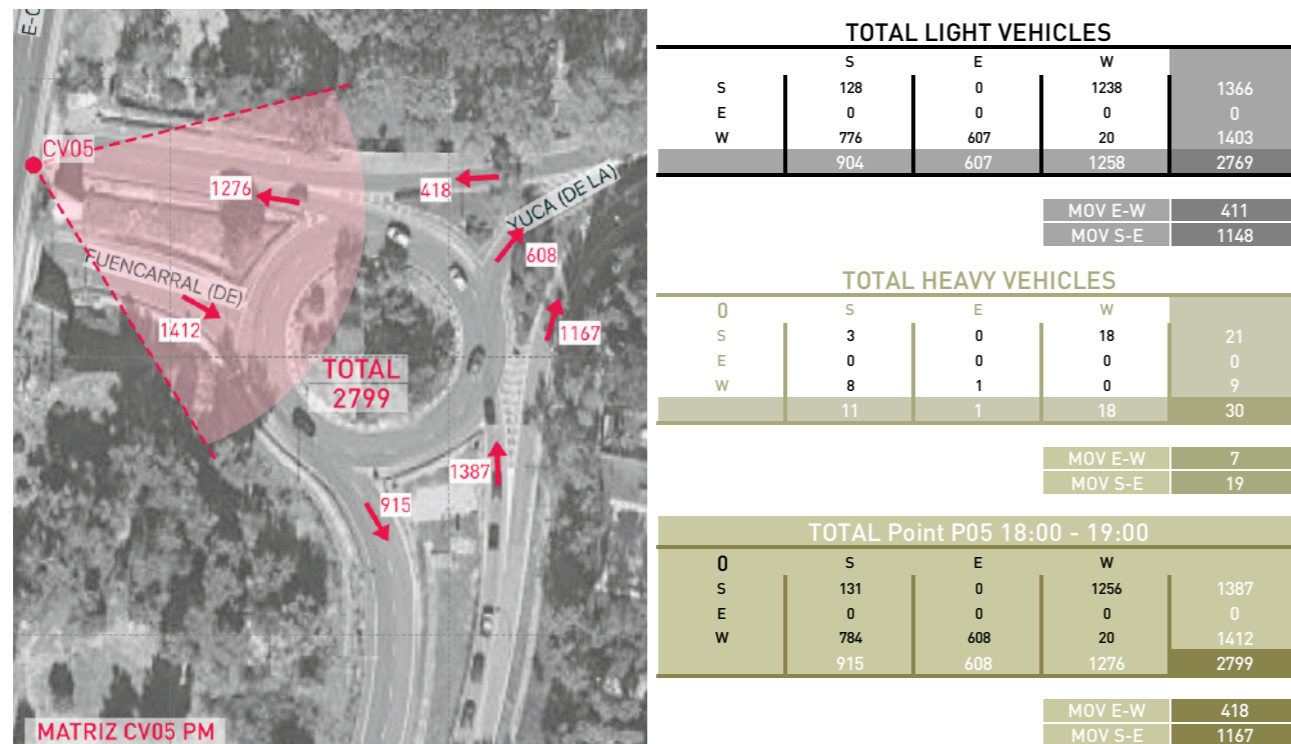


Imagen 8. CV05. Glorieta entre C/ de la Yuca y Av. de Fuencarral (PM).

3.2.2. CV06. Enlace de la A-1 a la altura de Av. de Fuencarral

El aforo de la cámara de visión artificial nº 6 (CV06) registra el tráfico en la intersección entre la Av. de Fuencarral y los ramales de acceso a la vía de servicio de la A-1 en sentido sur.

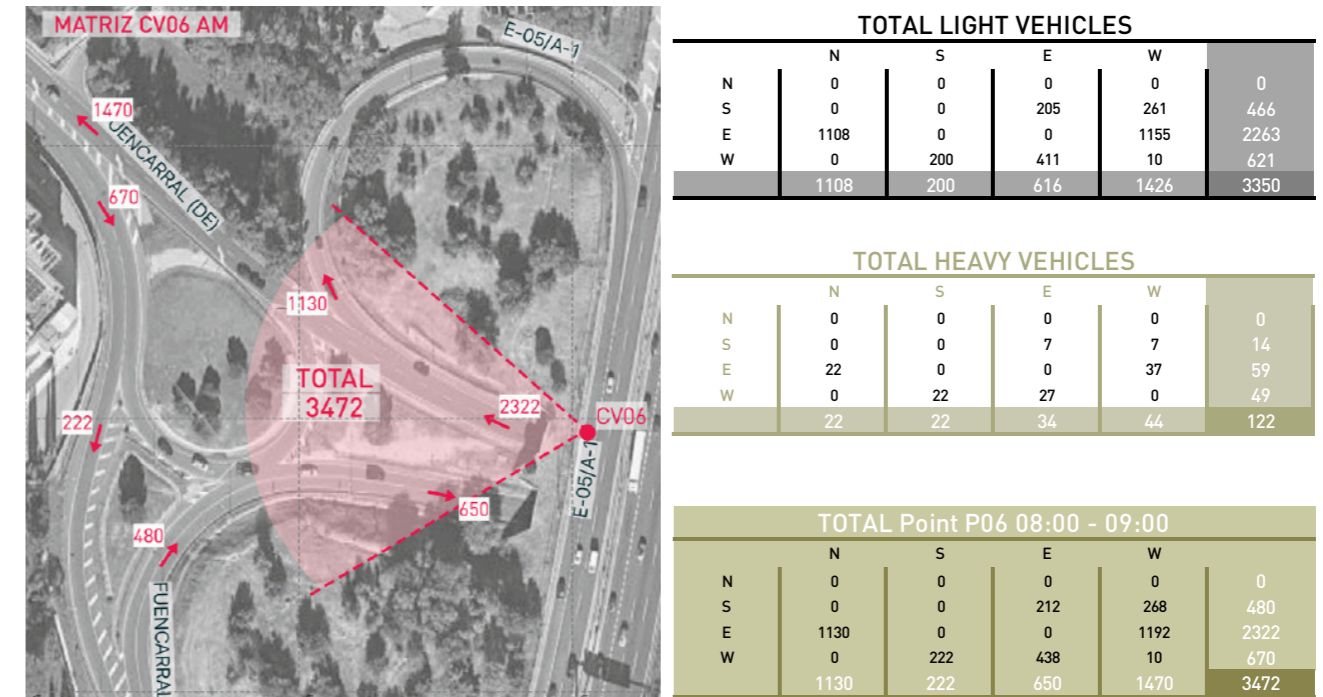


Imagen 9. CV06. Enlace vía de servicio A-1 (s. norte) a la altura de Av. de Fuencarral (AM).

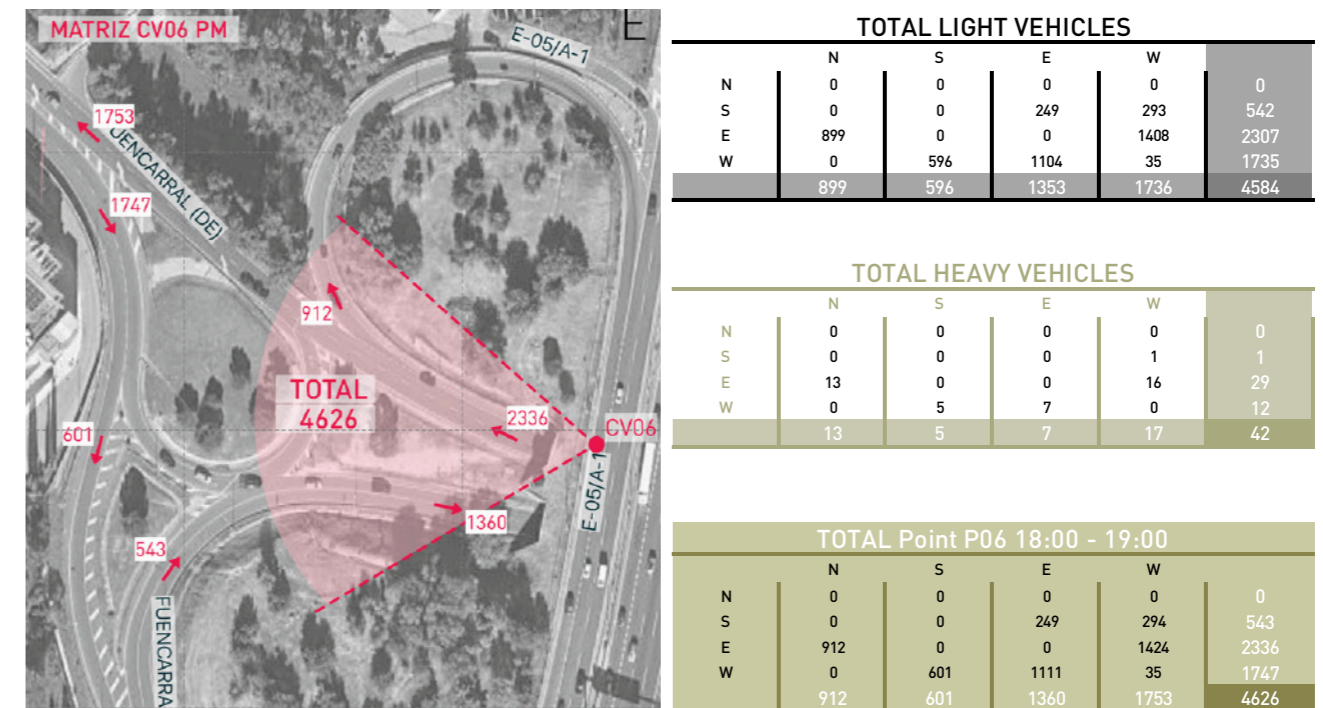


Imagen 10. CV06. Enlace vía de servicio A-1 (s. norte) a la altura de Av. de Fuencarral (PM).

3.2.3. CV07. Ramal de conexión vía de servicio A-1

En este punto, se registra el tráfico que circula por la intersección entre la vía de servicio de la A-1 en sentido sur y el enlace de conexión con la Av. de Fuencarral. De esta forma, se ha podido determinar el número de vehículos que entran y salen de la intersección, así como aquellos que pasan de norte a sur por la vía de servicio.

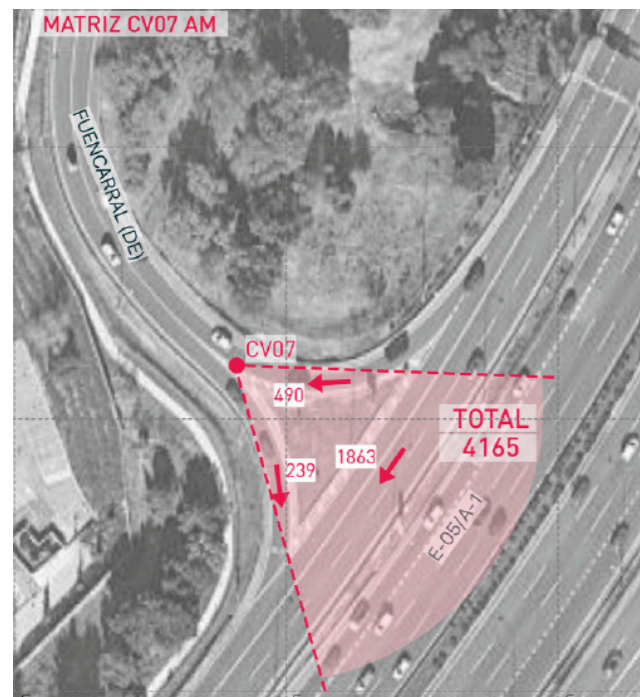


Imagen 11. CV07. Ramal de conexión Vía de Servicio A-1 (s. sur) con Av. de Fuencarral (AM).

TOTAL LIGHT VEHICLES				
	N	S	E	TOTAL
N	0	3341	472	3813
S	0	0	0	0
E	0	210	0	210
	0	3551	472	4023

TOTAL HEAVY VEHICLES				
	N	S	E	TOTAL
N	0	95	18	113
S	0	0	0	0
E	0	29	0	29
	0	124	18	142

Total Point 07 08:00 - 09:00				
	N	S	E	TOTAL
N	0	3436	490	3926
S	0	0	0	0
E	0	239	0	239
	0	3675	490	4165

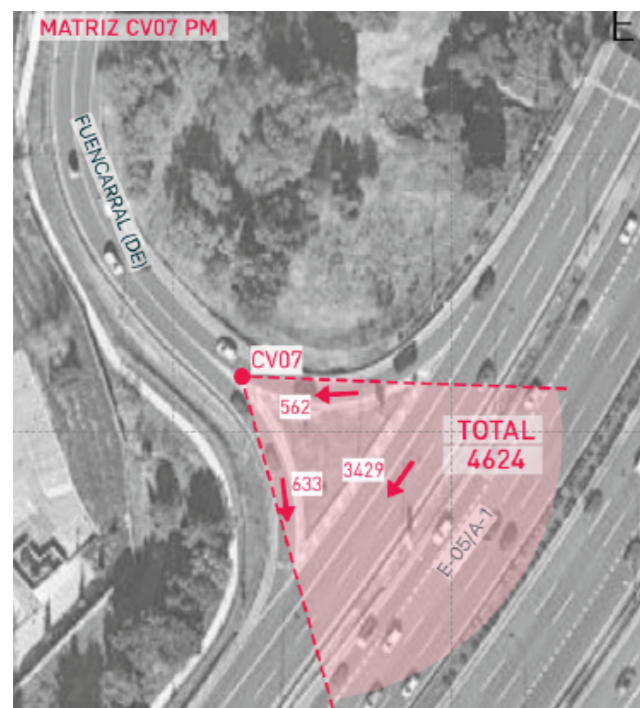


Imagen 12. CV07. Ramal de conexión Vía de Servicio A-1 (s. sur) con Av. de Fuencarral (PM).

TOTAL LIGHT VEHICLES				
	N	S	E	TOTAL
N	0	3349	559	3908
S	0	0	0	0
E	0	629	0	629
	0	3978	559	4537

TOTAL HEAVY VEHICLES				
	N	S	E	TOTAL
N	0	80	3	83
S	0	0	0	0
E	0	4	0	4
	0	84	3	87

Total Point 07 18:00 - 19:00				
	N	S	E	TOTAL
N	0	3429	562	3991
S	0	0	0	0
E	0	633	0	633
	0	4062	562	4624

3.2.4. CV08. Tronco A-1 en el PK 14 (calzada principal y vías de servicio)

Este aforo registra el tráfico vehicular tanto del tronco de la calzada principal de la A-1 como de las vías de servicio de la misma.

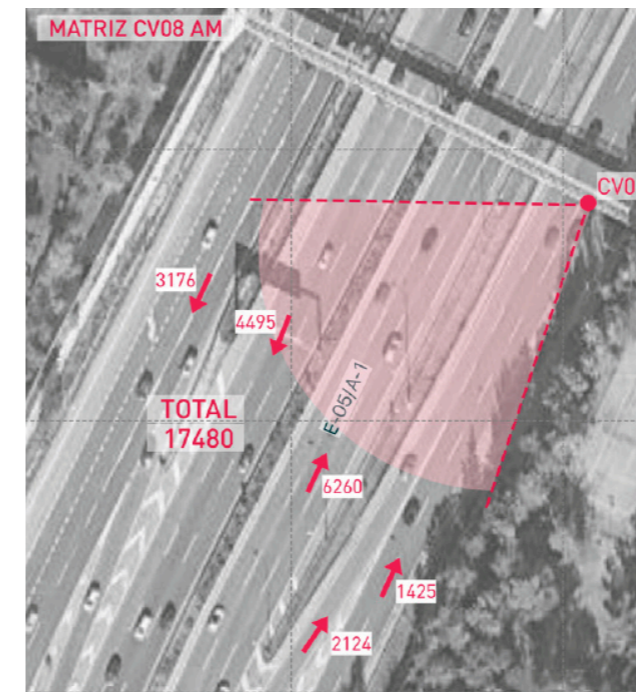


Imagen 13. CV08. Tronco A-1. Calzada principal + Vías de Servicio (AM).

TOTAL LIGHT VEHICLES		
SENTIDO	Vía Servicio A-1	TOTAL
NORTE	Vía Servicio A-1	1333
	De Calzada Principal a VS	2052
SUR	Vía Servicio A-1	3062
	Calzada Principal A-1	4225
		16707

TOTAL HEAVY VEHICLES		
SENTIDO	Vía Servicio A-1	TOTAL
NORTE	Vía Servicio A-1	92
	De Calzada Principal a VS	72
SUR	Vía Servicio A-1	114
	Calzada Principal A-1	270
		773

Total Point 08 08:00- 09:00		
SENTIDO	Vía Servicio A-1	TOTAL
NORTE	Vía Servicio A-1	1425
	De Calzada Principal a VS	2124
SUR	Vía Servicio A-1	3176
	Calzada Principal A-1	4495
		17480

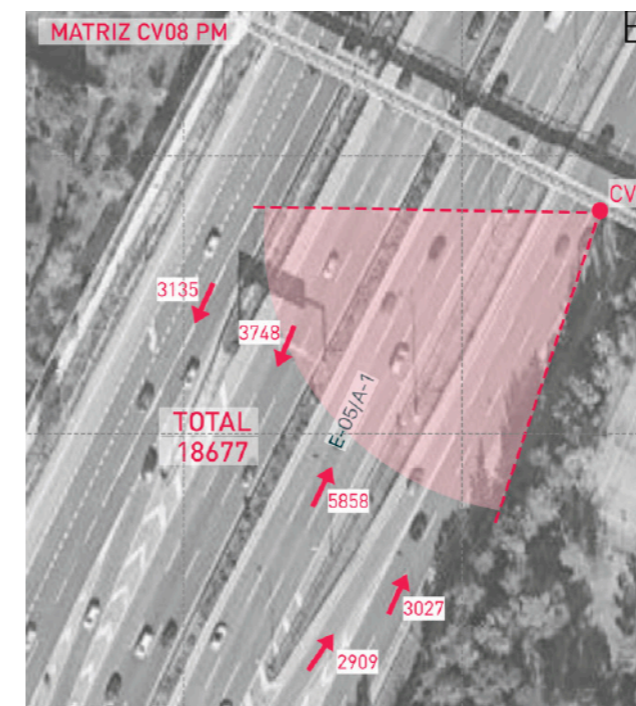


Imagen 14. CV08. Tronco A-1. Calzada principal + Vías de Servicio (PM).

TOTAL LIGHT VEHICLES		
SENTIDO	Vía Servicio A-1	TOTAL
NORTE	Vía Servicio A-1	2968
	De Calzada Principal a VS	2882
SUR	Vía Servicio A-1	3061
	Calzada Principal A-1	3693
		18340

TOTAL HEAVY VEHICLES		
SENTIDO	Vía Servicio A-1	TOTAL
NORTE	Vía Servicio A-1	59
	De Calzada Principal a VS	27
SUR	Vía Servicio A-1	74
	Calzada Principal A-1	55
		337

Total Point 08 18:00- 19:00		
SENTIDO	Vía Servicio A-1	TOTAL
NORTE	Vía Servicio A-1	3027
	De Calzada Principal a VS	2909
SUR	Vía Servicio A-1	3135
	Calzada Principal A-1	3748
		18677

3.2.1. CV09. Ramal de conexión vía de servicio A-1 con Av. de Europa

Este aforo registra el tráfico vehicular tanto del tronco de la calzada principal de la A-1 como de las vías de servicio de la misma.

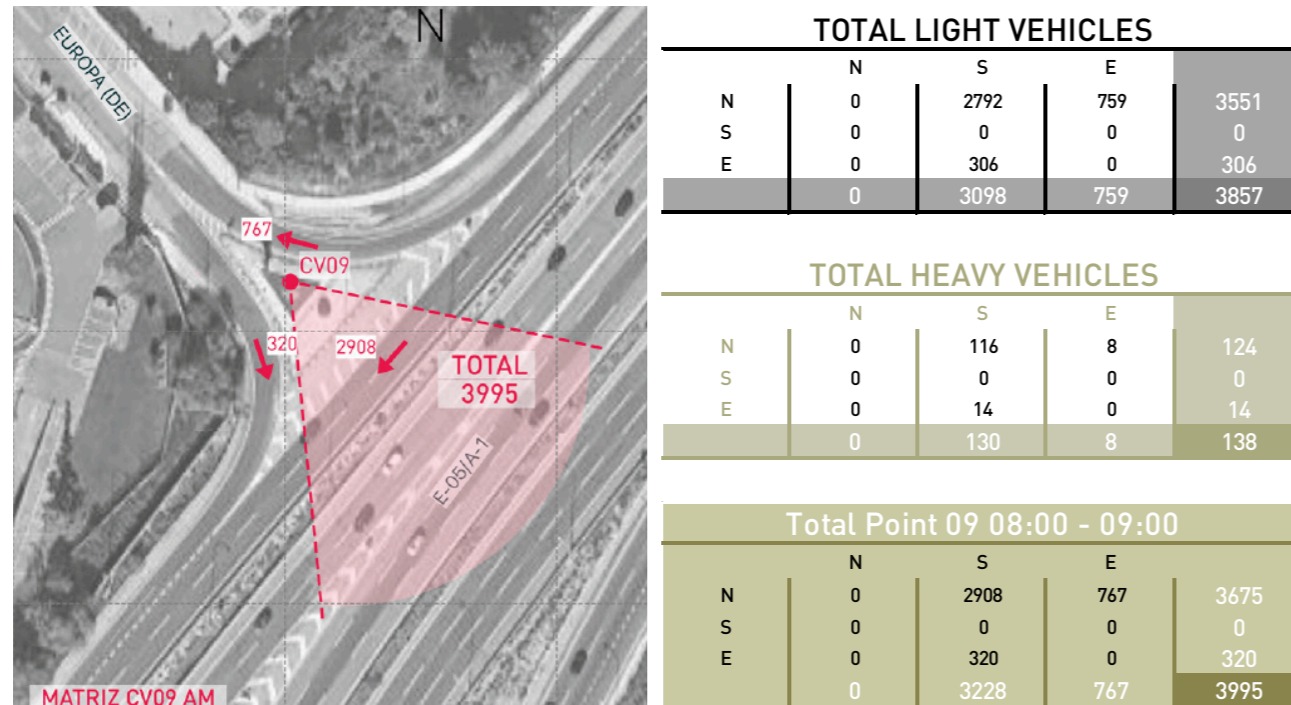


Imagen 15. CV09. Conexión Vía de Servicio A-1 (s. sur) con Av. de Europa (AM).

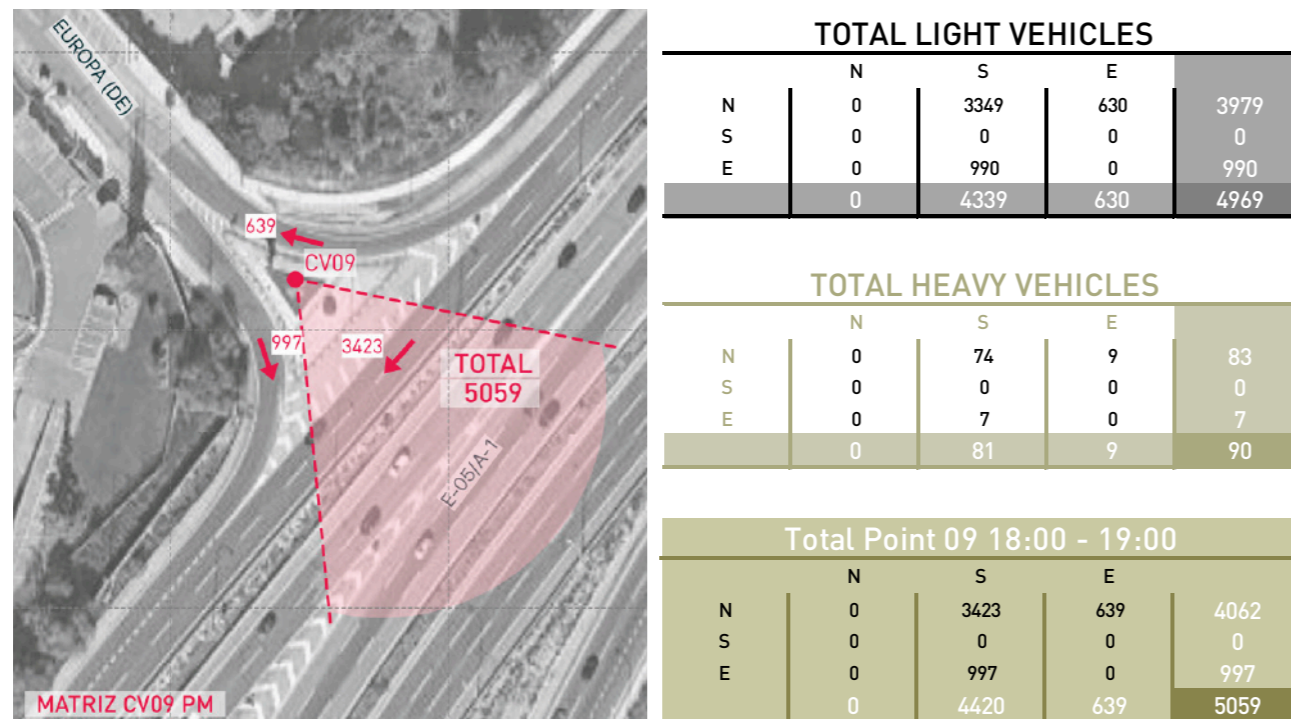


Imagen 16. CV09. Conexión Vía de Servicio A-1 (s. sur) con Av. de Europa (PM).

3.2.1. CV10. Ramal de acceso desde la M-607 a la M-40 en sentido oeste

Este aforo registra el tráfico vehicular de los dos carriles de acceso desde la M-607 en sentido norte y sur.

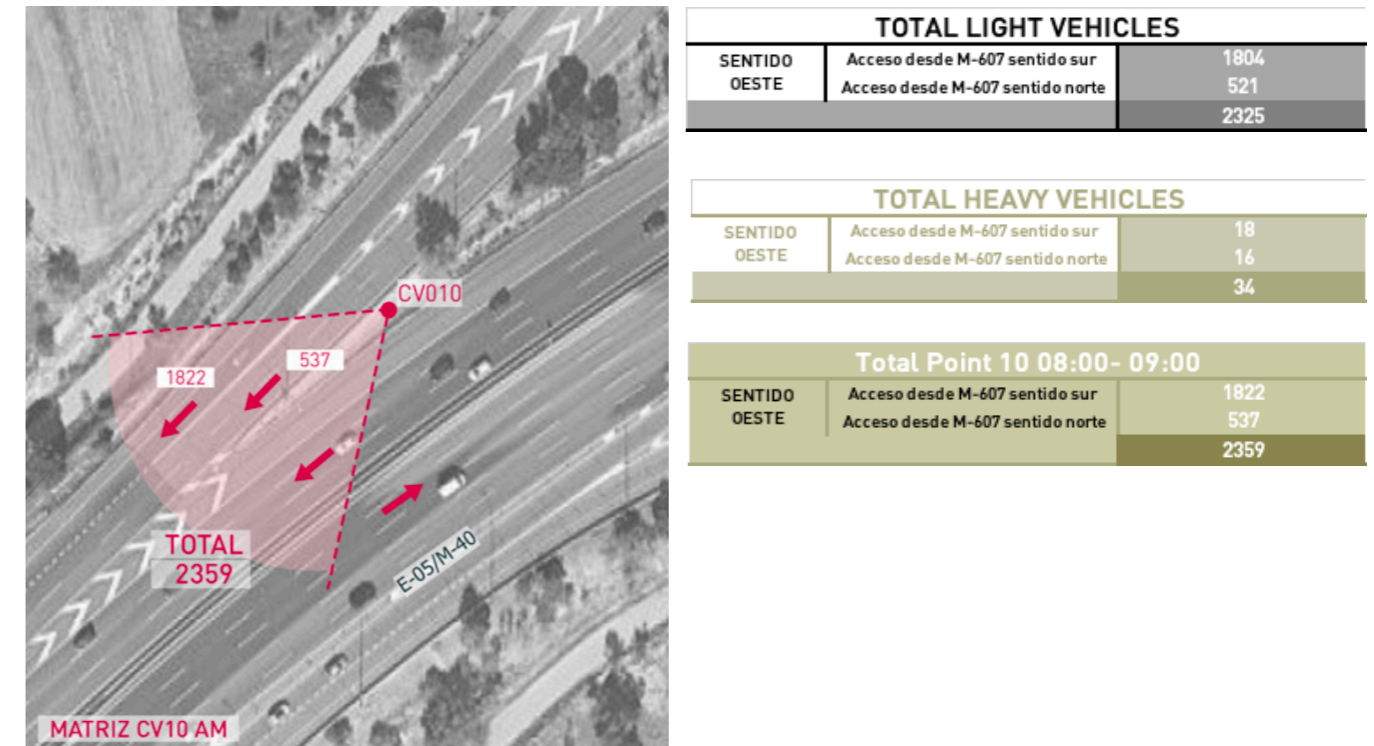


Imagen 17. CV10. Ramal de acceso desde la M-607 a la M-40 en sentido oeste (AM).

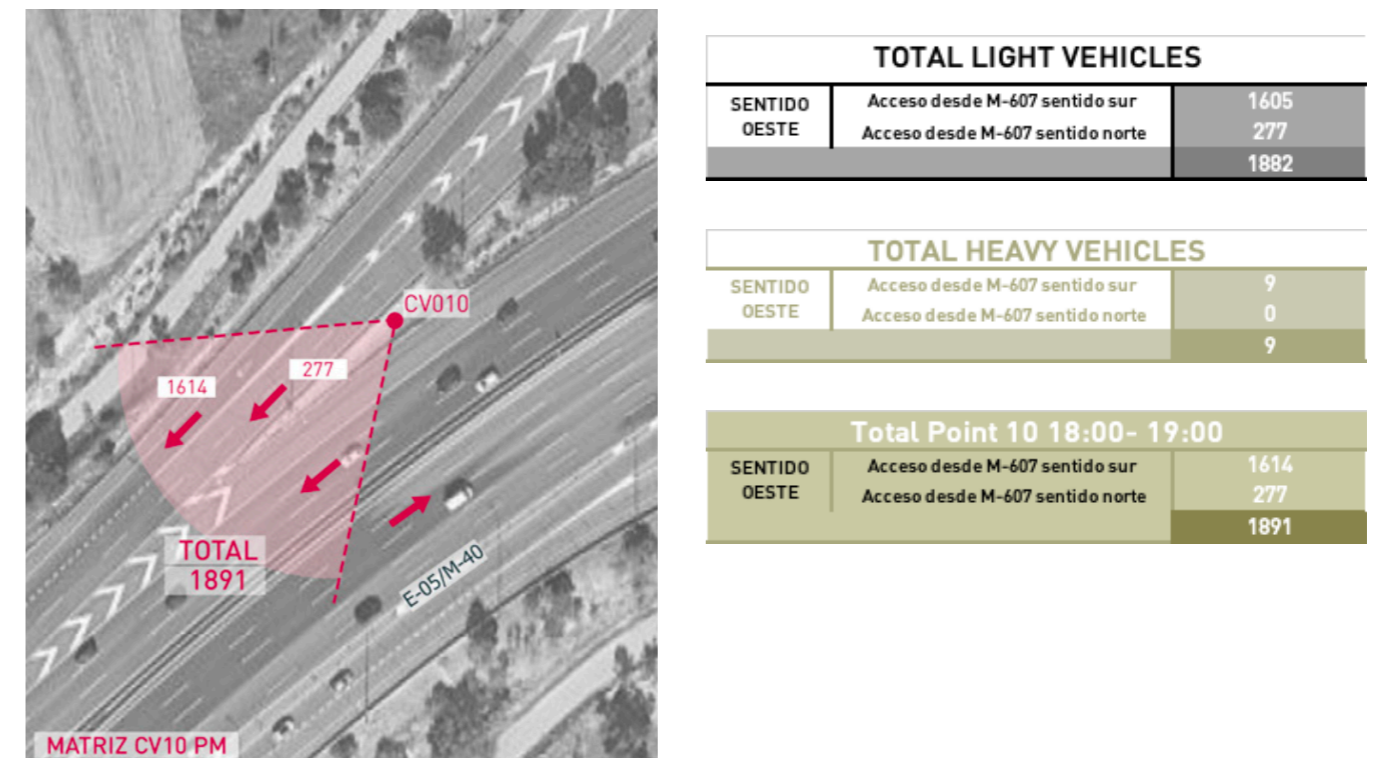


Imagen 18. CV10. Ramal de acceso desde la M-607 a la M-40 en sentido oeste (PM).

3.2.2. CV11. Trenzado de acceso a la M-40 en sentido este.

Estos aforos registran el tráfico vehicular del trenzado de acceso a la M-40 en sentido este desde los ramales de la M-607 tanto en sentido norte como en sentido sur.

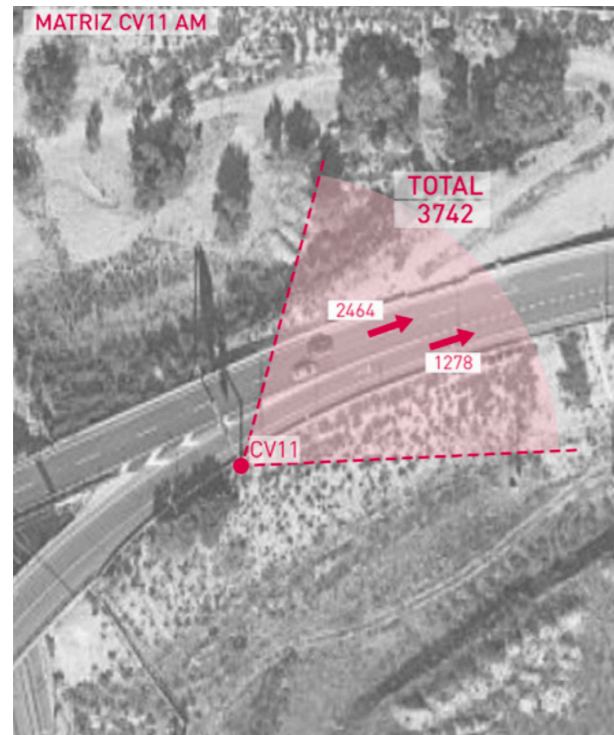


Imagen 19. CV11. Trenzado de acceso a la M-40 en sentido este (AM).

TOTAL LIGHT VEHICLES		
SENTIDO ESTE M-40	Acceso desde M-607 sentido norte	1268
	Acceso desde M-607 sentido sur	2410
	TOTAL	3678

TOTAL HEAVY VEHICLES		
SENTIDO ESTE M-40	Acceso desde M-607 sentido norte	10
	Acceso desde M-607 sentido sur	54
	TOTAL	64

Total Point 11 08:00- 09:00		
SENTIDO ESTE M-40	Acceso desde M-607 sentido norte	1278
	Acceso desde M-607 sentido sur	2464
	TOTAL	3742

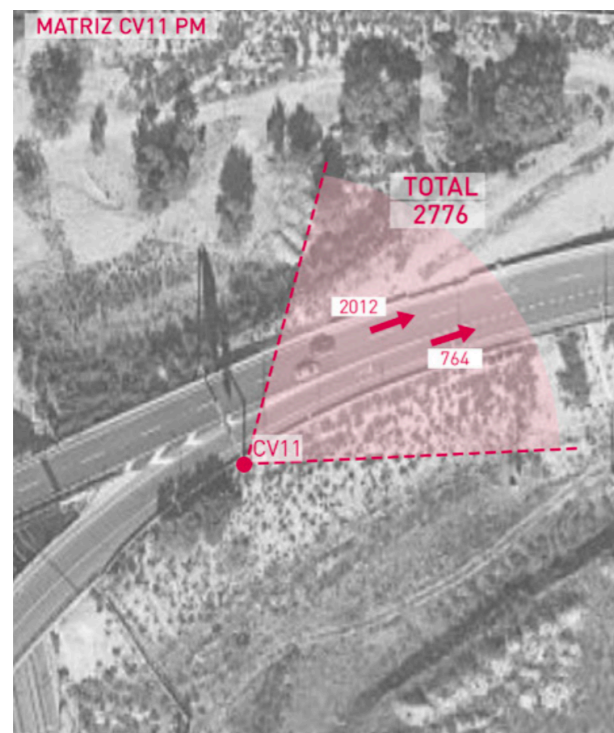


Imagen 20. CV11. Trenzado de acceso a la M-40 en sentido este (PM).

TOTAL LIGHT VEHICLES		
SENTIDO ESTE M-40	Acceso desde M-607 sentido norte	756
	Acceso desde M-607 sentido sur	1986
	TOTAL	2742

TOTAL HEAVY VEHICLES		
SENTIDO ESTE M-40	Acceso desde M-607 sentido norte	8
	Acceso desde M-607 sentido sur	26
	TOTAL	34

Total Point 11 18:00- 19:00		
SENTIDO ESTE M-40	Acceso desde M-607 sentido norte	764
	Acceso desde M-607 sentido sur	2012
	TOTAL	2776

3.2.3. CV13. Ramal de salida de la M-40 en sentido este.

Este aforo registra el tráfico vehicular de los dos carriles del ramal de salida.



Imagen 21. CV13. Ramal de salida de la M-40 en sentido este (AM).

TOTAL LIGHT VEHICLES		
SENTIDO ESTE M-40	Acceso M-30	722
	Acceso a M-607	1305
	TOTAL	2027

TOTAL HEAVY VEHICLES		
SENTIDO ESTE M-40	Acceso a M-30	4
	Acceso a M-607	37
	TOTAL	41

Total Point 13 08:00- 09:00		
SENTIDO ESTE M-40	Acceso a M-30	726
	Acceso a M-607	1342
	TOTAL	2068



Imagen 22. CV13. Ramal de salida de la M-40 en sentido este (PM).

TOTAL LIGHT VEHICLES		
SENTIDO ESTE M-40	Acceso M-30	363
	Acceso a M-607	1032
	TOTAL	1395

TOTAL HEAVY VEHICLES		
SENTIDO ESTE M-40	Acceso a M-30	2
	Acceso a M-607	2
	TOTAL	4

Total Point 13 18:00- 19:00		
SENTIDO ESTE M-40	Acceso a M-30	365
	Acceso a M-607	1034
	TOTAL	1399

3.2.4. CV14. Ramal de acceso a la M-607 en sentido norte

Este aforo registra el tráfico vehicular de los dos carriles del ramal de salida.

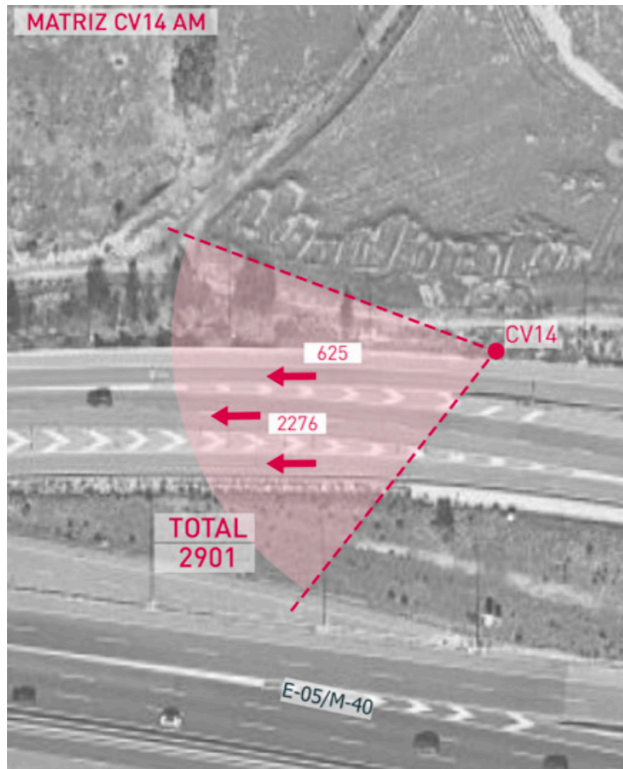


Imagen 23. CV14. Ramal de acceso a la M-607 en sentido norte (AM).

TOTAL LIGHT VEHICLES		
SENTIDO OESTE M-40	Acceso desde VS	617
	Acceso desde M-40	2225
		2842

TOTAL HEAVY VEHICLES		
SENTIDO OESTE M-40	Acceso desde VS	8
	Acceso desde M-40	51
		59

Total Point 14 08:00-09:00		
SENTIDO OESTE M-40	Acceso desde VS	625
	Acceso desde M-40	2276
		2901

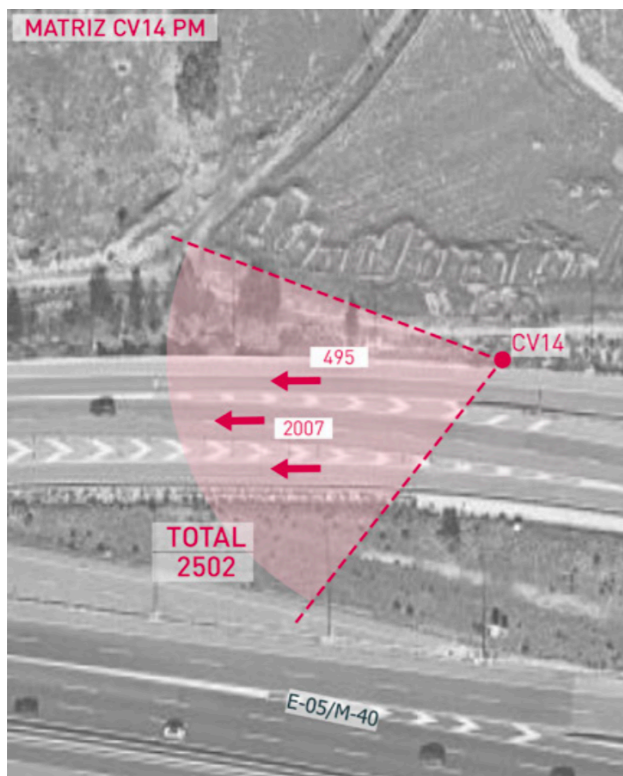


Imagen 24. CV14. Ramal de acceso a la M-607 en sentido norte (PM).

TOTAL LIGHT VEHICLES		
SENTIDO OESTE M-40	Acceso desde VS	492
	Acceso desde M-40	1994
		2486

TOTAL HEAVY VEHICLES		
SENTIDO OESTE M-40	Acceso desde VS	3
	Acceso desde M-40	13
		16

Total Point 14 18:00-19:00		
SENTIDO OESTE M-40	Acceso desde VS	495
	Acceso desde M-40	2007
		2502

4. SIMULACIÓN

En términos generales, el enfoque metodológico ha seguido los pasos tradicionales de un proceso clásico de Planificación del Transporte, en el que se lleva a cabo una primera fase dedicada a la recopilación de la información, seguida por una fase de diagnóstico y modelización de la demanda, para finalmente, analizar un conjunto de alternativas que se han simulado en diferentes escenarios de futuro.

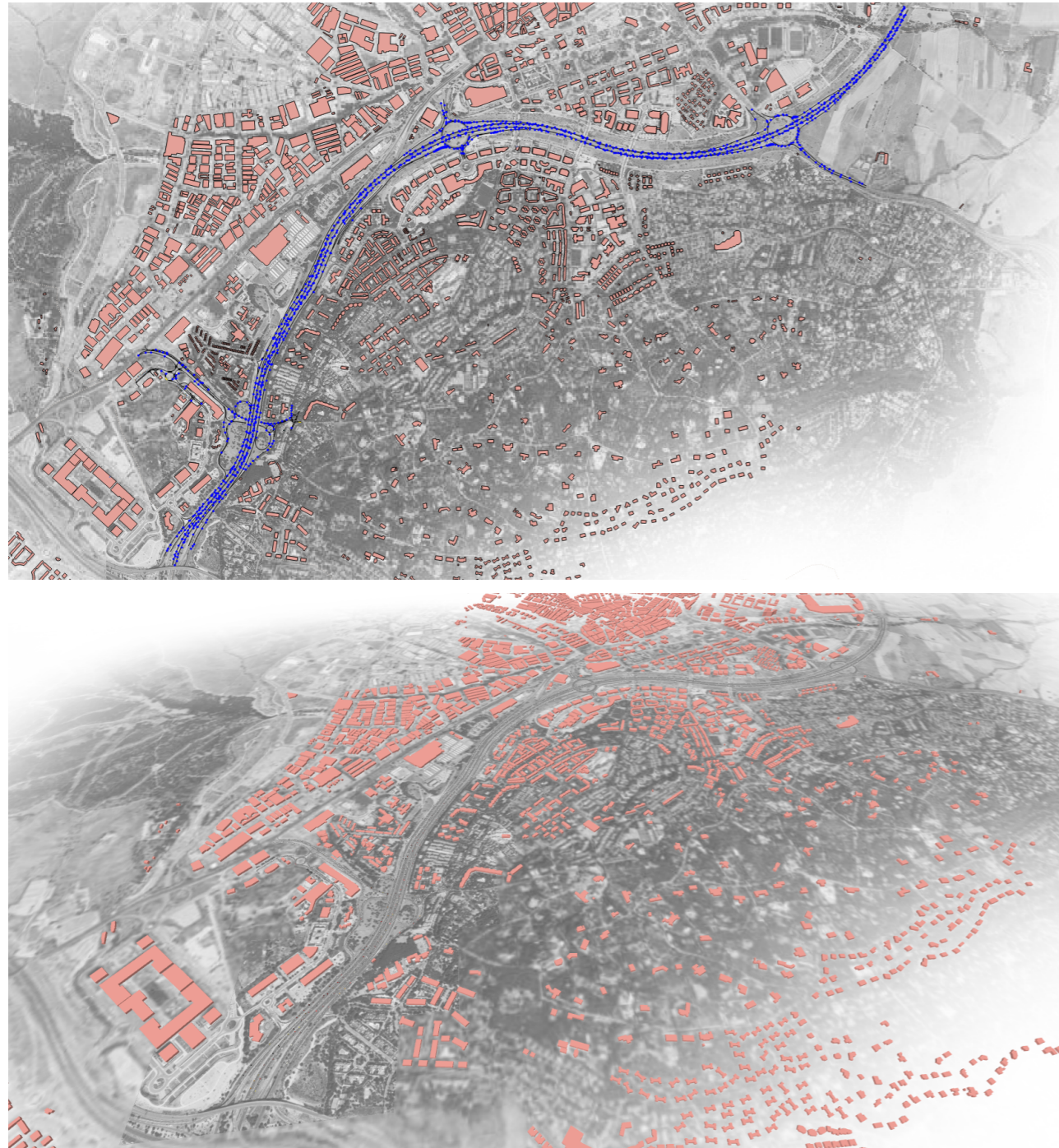


Imagen 25. Red digital del entorno 2D (arriba) y 3D (abajo).

4.1. Asignación a la red y calibración

Una vez que se obtuvieron las matrices de demanda punta del entorno del nuevo desarrollo objeto de estudio, se procedió a realizar la asignación de éstas a la red mediante un modelo de equilibrio (stochastic user equilibrium) que tiene en cuenta la influencia de los flujos de tráfico en el tiempo de viaje de un origen a un destino. La asignación de los flujos se realiza de manera que exista una consistencia entre ellos y el tiempo de viaje. En cada iteración se asigna un flujo de tráfico a cada tramo de la red, el cual implicará efectos de restricción por capacidad en este tramo y un nuevo tiempo de viaje, que sirven de punto de partida para la siguiente iteración, en base a la fórmula:

$$t = t_f \left[1 + \alpha \left(\frac{v}{c} \right)^\beta \right]$$

Donde:

- **t**: tiempo de recorrido en el tramo en condiciones de congestión
- **t_f**: tiempo de recorrido en el tramo en condiciones de flujo libre
- **α, β**: parámetros de calibración
- **v**: volumen del tramo estudiado
- **c**: capacidad del tramo estudiado. Los parámetros α y β serán diferentes para cada tipo de vía: autopista, calle urbana, carril acceso / salida o carretera convencional.

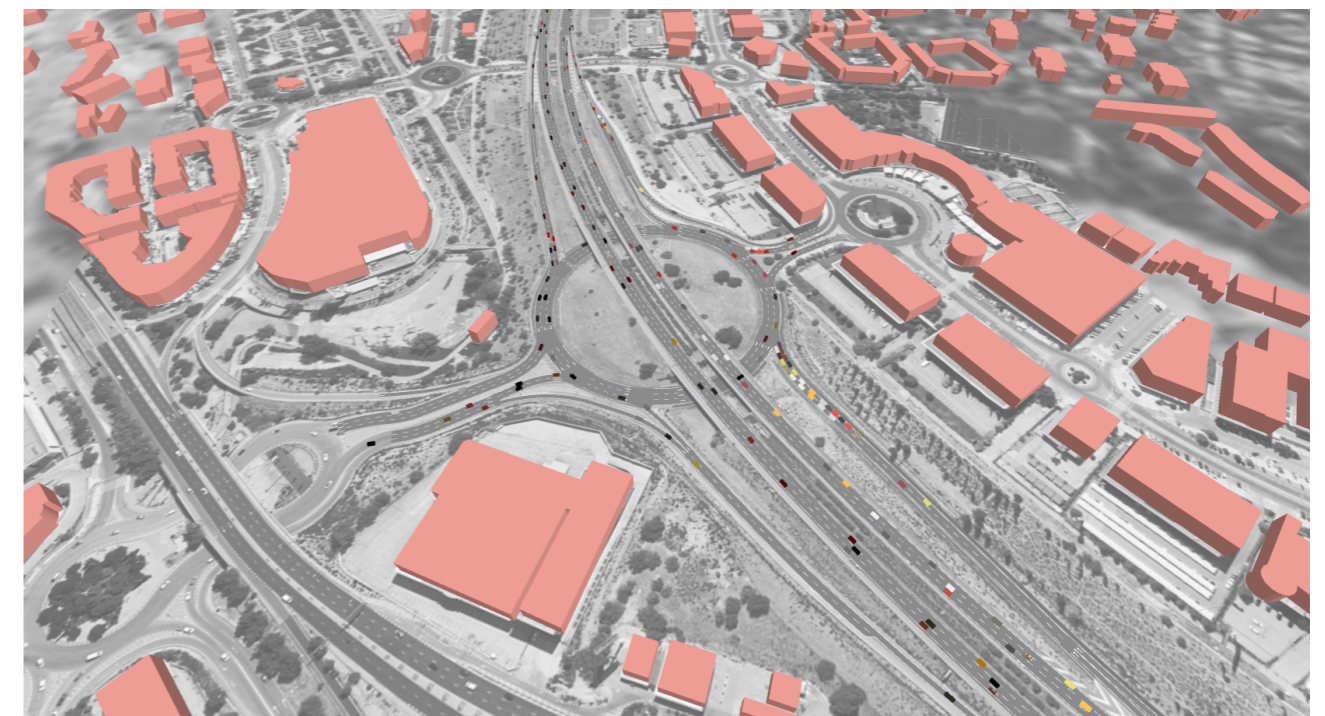


Imagen 26. Detalle del modelo de simulación.

4.2. Calibración del Modelo

Para conocer el destino de los viajes, sin realizar una expansión lineal, se realizó un ajuste de dicha matriz utilizando el algoritmo bi-proporcional de Furness. Dicho algoritmo requiere realizar sucesivas iteraciones hasta que se satisfaga las condiciones impuestas, total de orígenes y destinos conocidos (a partir de los aforos y matrices de giro tomadas).

Modelo biproporcional de Furness: $T_{ij} = a_i \cdot b_j \cdot T_{ij}^0$

Total de viajes atraídos y generados conocido: $\sum_j T_{ij} = O_i$

Posteriormente se procedió al ajuste de las matrices resultantes. El ajuste de matriz se basa en un modelo de dos niveles resuelto heurísticamente por un algoritmo de gradiente, un procedimiento para la estimación de una matriz de O / D, a partir de una matriz previa, utilizando los recuentos de tráfico de los puntos aforados para el presente estudio y aquellos que están disponible. Como el resultado del ajuste de la matriz depende de la calidad de la detección, en este caso la disponibilidad de una buena malla de aforos tanto público como los realizados para el presente estudio, garantizan la fiabilidad del proceso.

$$\left. \begin{aligned} O_i = \sum_j T_{ij} = a_i \sum_j b_j T_{ij}^0 &\Rightarrow a_i = \frac{O_i}{\sum_j b_j T_{ij}^0} \\ D_j = \sum_i T_{ij} = b_j \sum_i a_i T_{ij}^0 &\Rightarrow b_j = \frac{D_j}{\sum_i a_i T_{ij}^0} \end{aligned} \right\} \Rightarrow a_i = \frac{O_i}{\sum_j \frac{D_j}{\sum_p a_p T_{pj}^0} T_{ij}^0}$$

El proceso de ajuste realizado con el software Aimsun, se reduce al método del gradiente aplicado a un problema de ajuste de matrices O-D. Dada una red de transporte en la que se dispone de un conjunto de arcos aforados y una matriz de viajes previa, la formulación que propone Spiess (1990) para el ajuste de la matriz O-D es:

$$\text{Min } Z = \frac{1}{2} \sum_{a \in A} (v_a - F_a)^2$$

$$\text{s. a. } v = \text{asignación}(T_{ij})$$

Se puede observar que la función objetivo (recta de regresión lineal) mide la distancia entre los aforos medidos en la red real y los calculados mediante el simulador. El método del gradiente aplicado al problema de ajuste matrices O-D puede expresarse como:

$$T_{ij}^{n+1} = T_{ij}^n + \lambda \cdot d_{ij}$$

Siendo ∂ el paso de cada iteración, que posteriormente calcularemos para tomar el óptimo, y siendo la dirección de máxima mejora de la función objetivo, es decir:

$$d_{ij} = -\frac{\partial Z}{\partial T_{ij}}$$

En resumen, los **modelos de tráfico** en hora punta (máxima demanda del sector), creado para el presente estudio se consideran **validados** ya que, en el conjunto de replicaciones realizadas, contrastando 42 puntos de "chequeo" (de los que se disponen de mediciones reales), dan como resultado una R^2 de 0,9873.

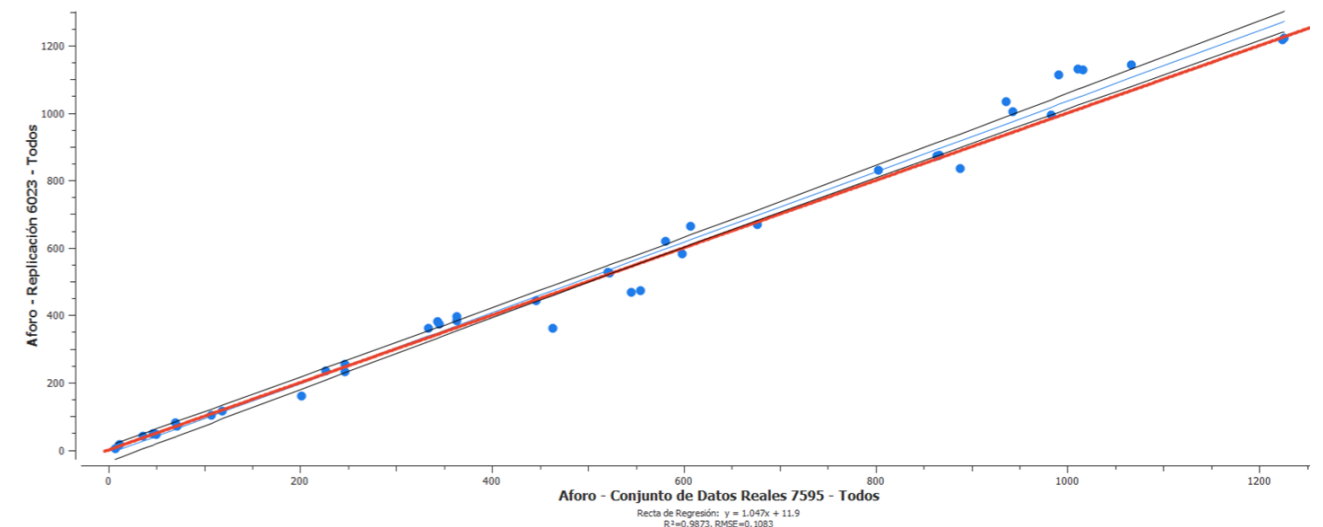


Imagen 27. Detalle de calibración del Modelo. Recta de regresión.

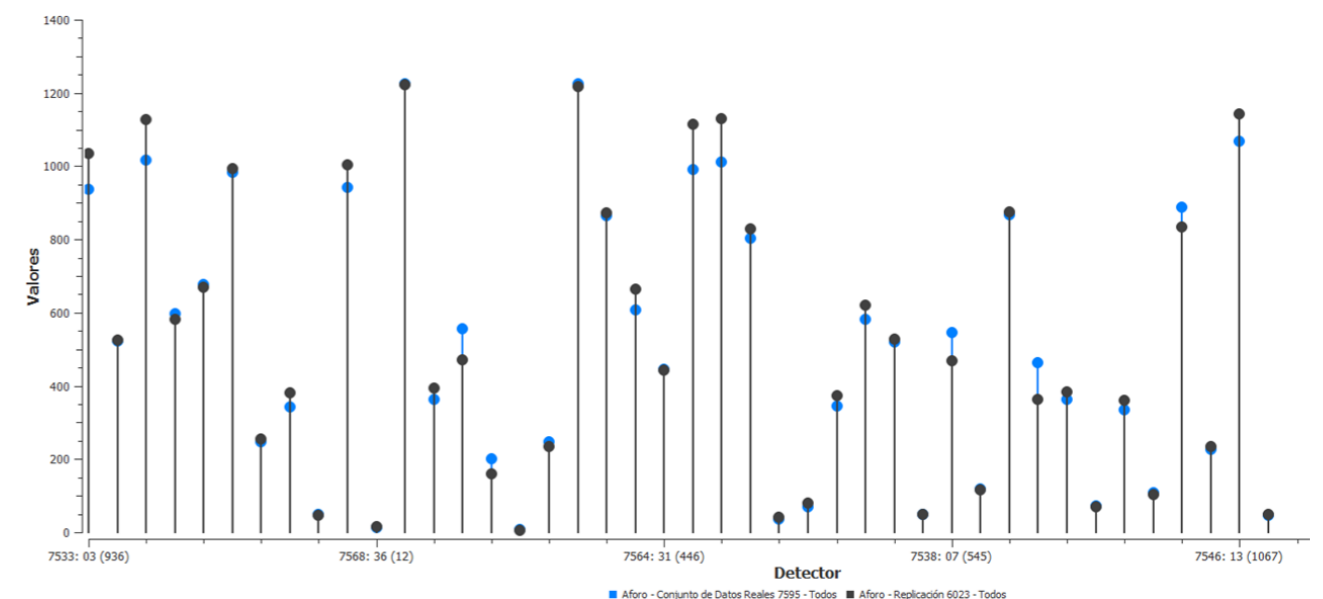


Imagen 28. Detalle de calibración del Modelo. Puntos de ajuste.

5. DESARROLLO FUTURO ÁREA

5.1. Introducción

En marzo de 2014 se emite en el Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid la aprobación inicial del Plan Parcial del Área del Suelo Urbanizable Sectorizado S-5 "Comillas", con el fin de desarrollar las determinaciones estructurantes de la Modificación número 2 del Plan General de Ordenación Urbana de Alcobendas.

El principal objetivo de este Plan Parcial es ampliar las instalaciones actuales de la Universidad Pontificia de Comillas, creando terreno destinado a usos Dotacional A y Terciario C para favorecer la implantación de empresas dentro del Campus Universitario. Por lo tanto, dentro del sector los usos del suelo se reparten del siguiente modo:

- Suelo Dotacional. Principalmente de clase A, que incluye espacios docentes, culturales, religiosos o deportivos, entre otros. Las parcelas DOT-1 y DOT-3 están ocupadas y operativas en la actualidad, por lo que su generación de movilidad se analizará con un mayor detalle.
- Equipamientos.
- Zonas Verdes.
- Red Viaria.

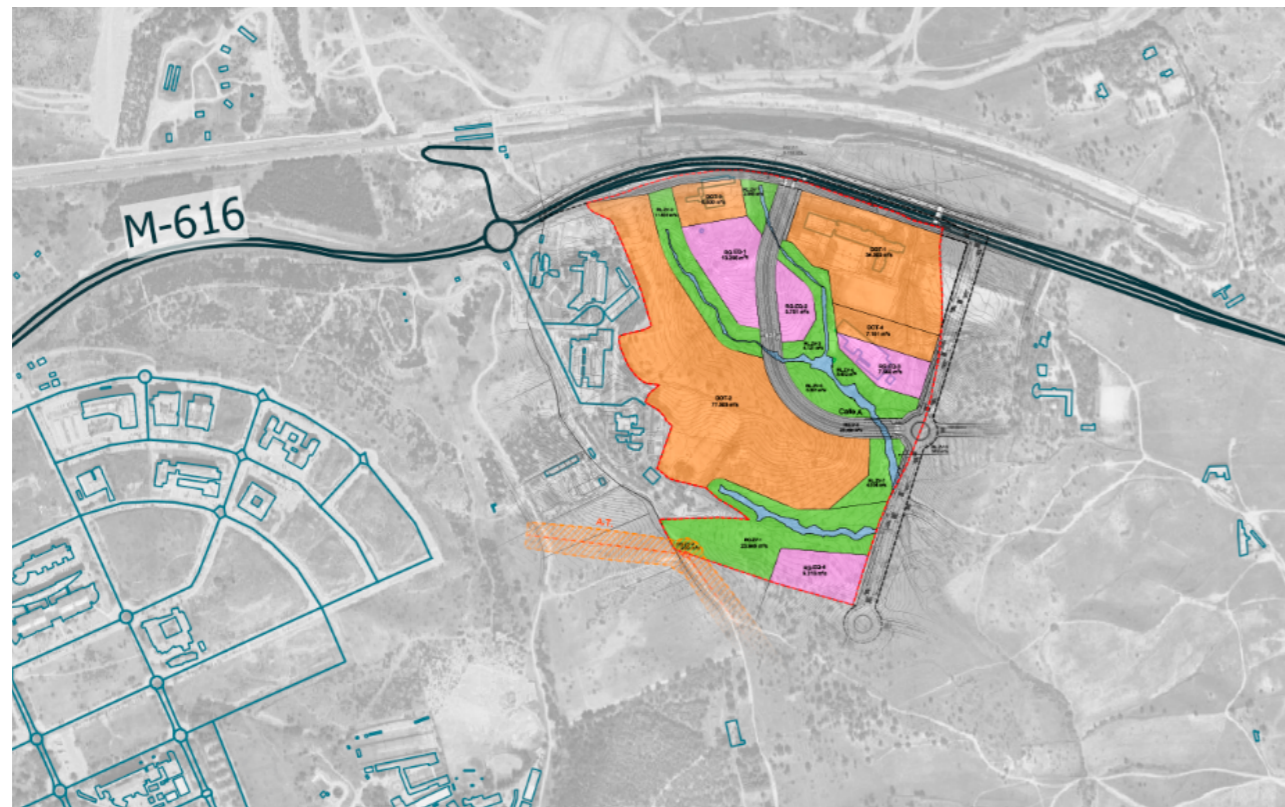


Imagen 29. Detalle del Sector S-5 Comillas.

La metodología de cálculo de generación de viajes del nuevo sector se basa en las superficies de cada parcela y en el uso del suelo, por lo que es importante conocer las dimensiones de cada una de las parcelas interiores del desarrollo, pudiendo asignar los vehículos a la red. Para ello, se presenta la siguiente tabla con el detalle de las dimensiones de cada una de las parcelas y el uso previsto.

REDES PÚBLICAS							
Categoría	Norma Zonal	Denominación Red PP	Superficie		EDIFICABILIDAD		
Generales	Red Viaria (RV)	Infraest. Comunicación Viaria	RG.V.1	6.762 m ² s	27.216 m ² s	88.057 m ² s	
			RG.V.2	20.454 m ² s			
	Zonas Verdes (ZV)	Espacios Libres	RG.ZV.1	23.949 m ² s	24.917 m ² s		
			RG.ZV.2 (Afección Línea AT)	968 m ² s*			
	Equipamientos (EQ)	Equipamientos y servicios	RG.EQ.1	13.295 m ² s	35.924 m ² s		13.295 m ² c
			RG.EQ.2	5.751 m ² s			5.751 m ² c
RG.EQ.3			7.560 m ² s	7.560 m ² c			
RG.EQ.4			9.318 m ² s	9.318 m ² c			
Locales	Zonas Verdes (ZV)	Zonas Verdes y Espacios Libres (RL.ZV)	RL.ZVL.1	2.846 m ² s	37.515 m ² s	37.515 m ² s	
			RL.ZVL.2	11.639 m ² s			
			RL.ZVL.3	4.121 m ² s			
			RL.ZVL.4	8.452 m ² s			
			RL.ZVL.5	5.301 m ² s			
			RL.ZVL.6	552 m ² s			
			RL.ZVL.7	4.604 m ² s			
SUBTOTAL REDES				125.572 m²s			

* Superficie no computable a efectos de estándar de Red General de Zona Verde

USOS LUCRATIVOS					
Norma Zonal	Grado	Superficie		Edificabilidad	
Dotacional	DOT.1	34.500 m ² s	27,39%	29.985 m ² c	25,00%
	DOT.2	77.503 m ² s	61,53%	71.530 m ² c	59,87%
	DOT.3	6.800 m ² s	5,40%	6.017 m ² c	5,04%
	DOT.4	7.161 m ² s	5,68%	11.948 m ² c	10,00%
SUBTOTAL LUCRATIVO		125.964 m²s	100,00%	119.480 m²c	100%

Imagen 30. Superficies y usos del desarrollo de Comillas (S-5)

Las distintas superficies que componen el sector, así como su ubicación, servirán como base para la estimación de la movilidad que generará el Sector S-5 "Comillas".

5.2. Método de los cuatro pasos

A todo desarrollo urbanístico le corresponde el desarrollo de una actividad que inherentemente conlleva una generación de movilidad. Para el cálculo de los estudios de tráfico y su posterior reparto modal, es necesario realizar una previsión de la movilidad futura del nuevo desarrollo, para ello utilizaremos el método de los cuatro pasos.

El método de los cuatro pasos es el enfoque más común en los modelos de predicción de transporte, es un proceso que implica cuatro etapas que se calculan una tras otra, tal y como se muestra en la siguiente imagen:

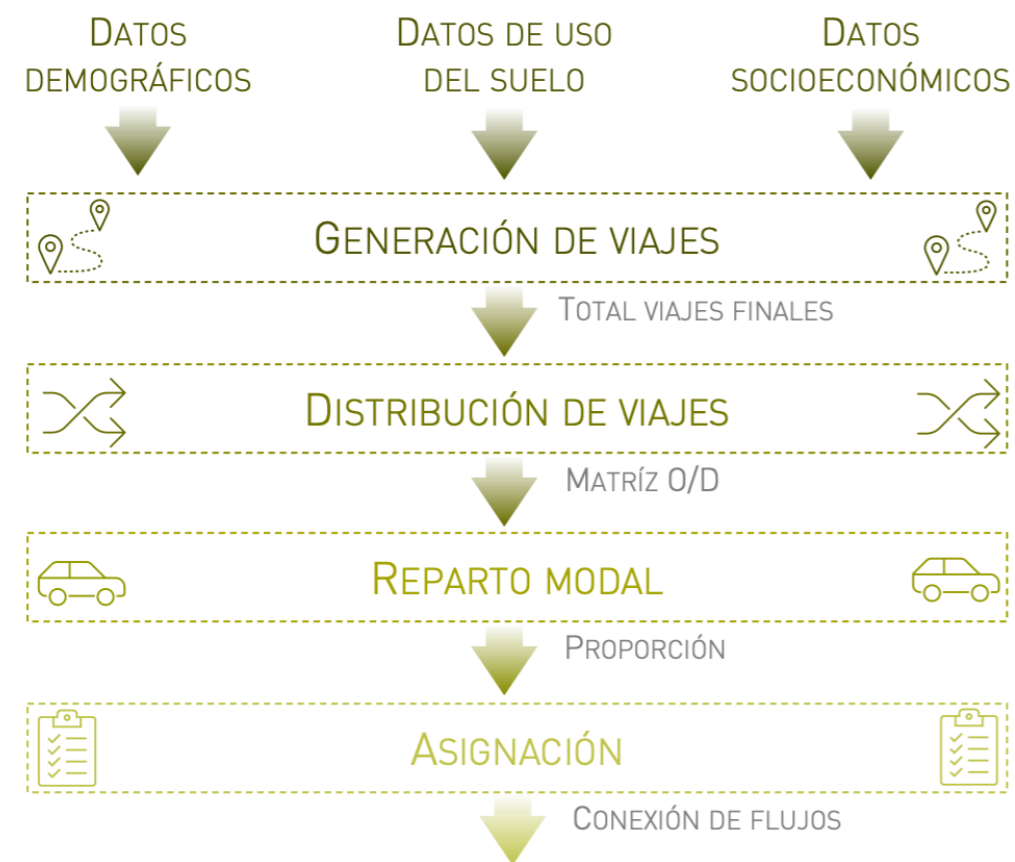


Gráfico 4. Esquema del método de los cuatro pasos.

- **Generación de viajes.** Para cada zona se estiman un número de viajes originados y atraídos en función del tipo de desarrollo.
- **Distribución de viajes.** Tras la estimación inicial de generación de viajes, se calcula la interrelación de este suelo con terceras zonas obteniendo una matriz de origen destino del suelo del estudio.
- **Reparto modal.** Predicción de la proporción de viajes realizados entre las **zonas** en cada modo de transporte disponible.
- **Asignación de viajes.** El paso final, en el que se realiza la valoración de viajes entre zonas y su distribución por la red existente.

5.2.1. Generación de viajes

Para analizar la movilidad generada se van a tener en cuenta las parcelas pendientes de construir que se han descrito anteriormente, diferenciando entre los diferentes usos del suelo:

- Uso Dotacional.
- Equipamientos.

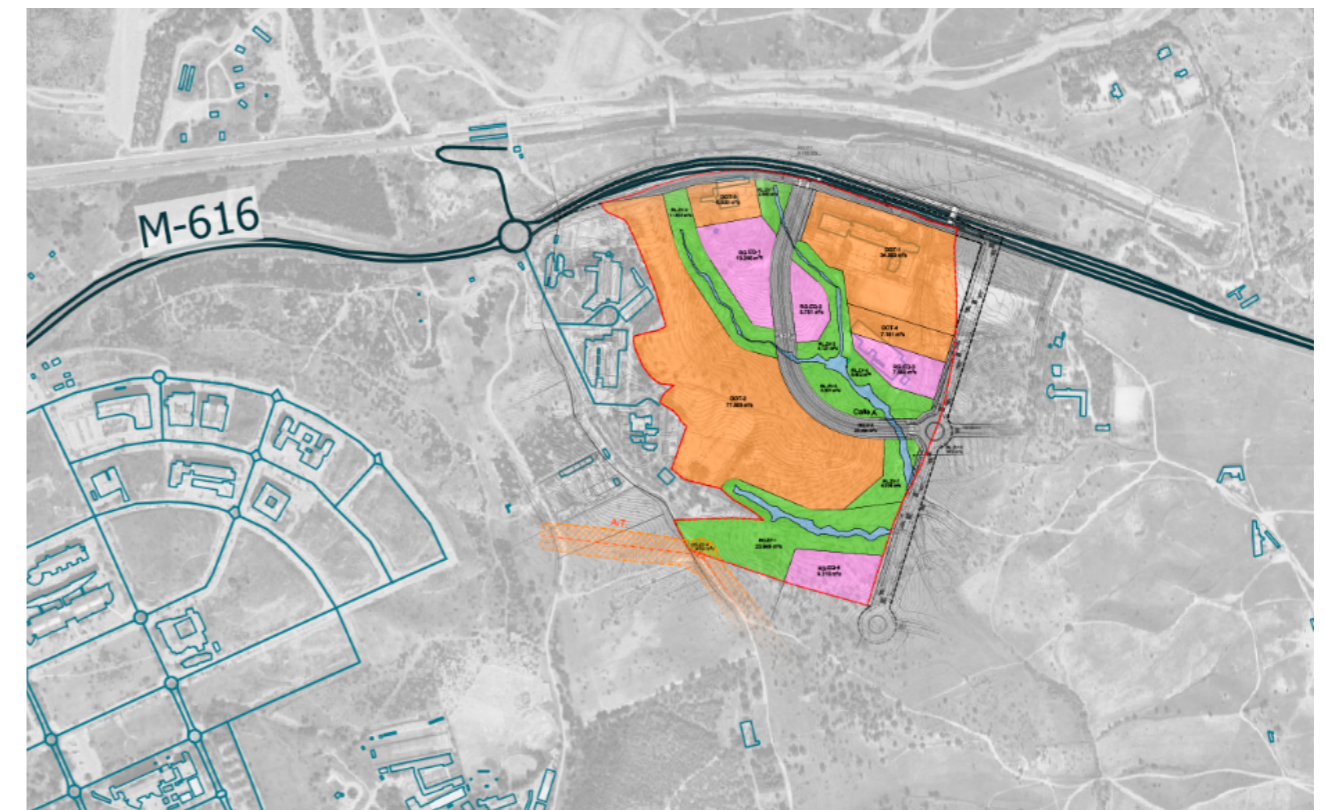


Imagen 31. Superficies del desarrollo de Comillas (S-5)

Uso Dotacional

En el desarrollo previsto hay cuatro parcelas de uso dotacional, denominadas como DOT-1, DOT-2, DOT-3 y DOT-4. Es importante destacar que las parcelas DOT-1 y DOT-3 en la actualidad ya están ocupadas por otros servicios:

- En el caso de la parcela DOT-1, en la que actualmente se encuentra el colegio Padre Manyanet, el uso no cambiará y este centro permanecerá operativo en el futuro, por lo que no se espera que genere movilidad adicional. No obstante, a efectos de movilidad, se estimará el número de viajes que, acorde a la superficie, llegaría a generar este centro. Estos valores no se pasarán a número de vehículos al considerar que estos ya están contabilizados durante la campaña de trabajos de campo.
- En el caso de la parcela DOT-3, es donde se ubica la empresa Casado Montes S.L, que se encarga de varias líneas de transporte público del municipio. Se valora que en el futuro se habilite también como zona de parada de autobuses, por lo que se consideran las frecuencias de las 6 líneas de esta empresa (línea 827, línea 827a, línea 828, línea 1, línea 2 y línea 3). Esto supone un total de 28 vehículos durante la hora punta. Sin embargo, con vistas a que esta parcela pueda generar otro tipo de movilidad en el futuro, se estima su generación de acorde a la superficie de la misma.

Por lo tanto, se estimará la generación futura según el Decreto 344/2006 de "Regulación de los Estudios de Evaluación de la Movilidad Generada". Este Decreto establece diversas ratios de generación de viajes en función del tipo de usos, estableciendo 20 viajes diarios por cada 100 m² de edificabilidad para equipamientos. Empleando el factor de concentración de viajes en hora punta 0,4 que establece la ficha 12 de la "Instrucción de la Vía Pública de Madrid", se obtienen los viajes generados en hora punta en el desarrollo.

De este modo, la generación total de viajes del suelo de uso dotacional será la expuesta en la siguiente tabla. Para pasar esta información a vehículos, se aplicará la información del reparto modal, a excepción de la parcela denominada como DOT-1, cuyos vehículos se asume que ya circulan en la actualidad.

Tabla 5. Viajes en hora punta. Uso dotacional.

	m ² edificabilidad	Hora punta AM		Hora punta PM	
		Viajes generados salida	Viajes generados entrada	Viajes generados salida	Viajes generados entrada
DOT-1	29.985	-	2.399	2.399	-
DOT-2	71.530	-	5.722	5.722	-
DOT-3	6.017	-	481	481	-
DOT-4	11.948	-	956	956	-
TOTAL	-	-	9.558	9.558	-

Equipamientos

De igual forma que con las parcelas de uso dotacional, para estimar la generación de los equipamientos nos acogemos al Decreto 344/2006 de "Regulación de los Estudios de Evaluación de la Movilidad Generada", donde se establecen diversas ratios de generación de viajes en función del tipo de usos, estableciendo 20 viajes diarios por cada 100 m² de edificabilidad para equipamientos.

Con el factor de concentración de viajes en hora punta de 0,4 (de la ficha 12 de la "Instrucción de la Vía Pública de Madrid"), se obtienen los viajes generados por los equipamientos en las horas punta en el desarrollo.

Tabla 6. Viajes en hora punta. Equipamientos.

	m ² edificabilidad	Hora punta AM		Hora punta PM	
		Viajes generados salida	Viajes generados entrada	Viajes generados salida	Viajes generados entrada
EQ.1	13.295	-	1.064	1.064	-
EQ.2	5.751	-	460	460	-
EQ.3	7.560	-	605	605	-
EQ.4	9.318	-	745	745	-
TOTAL	-	-	2.874	2.874	-

Generación total

A modo de resumen, a continuación, se adjunta una tabla que reúne todos los viajes generados por el sector S-5 "Comillas", y que contempla los viajes generados por los usos desarrollados anteriormente (dotacional y equipamientos).

Tabla 7. Viajes en hora punta generados por el Sector S-5 "Comillas".

	m ² edificabilidad	Hora punta AM		Hora punta PM	
		Viajes generados salida	Viajes generados entrada	Viajes generados salida	Viajes generados entrada
DOT-1	29.985	-	2.399	2.399	-
DOT-2	71.530	-	5.722	5.722	-
DOT-3	6.017	-	481	481	-
DOT-4	11.948	-	956	956	-
EQ.1	13.295	-	1.064	1.064	-
EQ.2	5.751	-	460	460	-
EQ.3	7.560	-	605	605	-
EQ.4	9.318	-	745	745	-
TOTAL	-	-	12.432	12.432	-

5.2.2. Distribución de viajes

Conocida la movilidad que generará el desarrollo, los siguientes pasos serán, en primer lugar, conocer la distribución de los viajes y su reparto modal, para posteriormente asignar a la red de infraestructuras existentes los viajes generados y atraídos del desarrollo.

La distribución de viajes para el presente estudio se ha determinado en base al "Atlas de la movilidad residencia-trabajo en la Comunidad de Madrid 2017". La oportunidad de este Atlas la ofrece la explotación que el Instituto de Estadística ha realizado de fuentes de información procedentes de la Tesorería General de la Seguridad Social (del Ministerio de Empleo y Seguridad Social) sobre trabajadores por cuenta ajena, que se han enlazado además con el Padrón Continuo y el Callejero de la Comunidad de Madrid. El resultado de la citada explotación es que para cada empleo por cuenta ajena en la Comunidad se dispone de su ubicación y del lugar de residencia de la persona que lo ocupa. Esta relación nos permite establecer la correspondencia residencia-trabajo.

El fichero consta de 2.309.226 trabajadores con su lugar de residencia y su lugar de trabajo. A partir de ellos han creado una colección de matrices orígenes-destinos, a nivel de zonas estadísticas, municipios y áreas de especial concentración de la actividad productiva. Todo ello para el conjunto de la Comunidad de Madrid, como para algunos municipios de las provincias de Toledo y Guadalajara que, aunque sólo tratados como origen o generadores de desplazamientos, tienen un importante peso en la movilidad global residencia-trabajo de la Comunidad de Madrid.

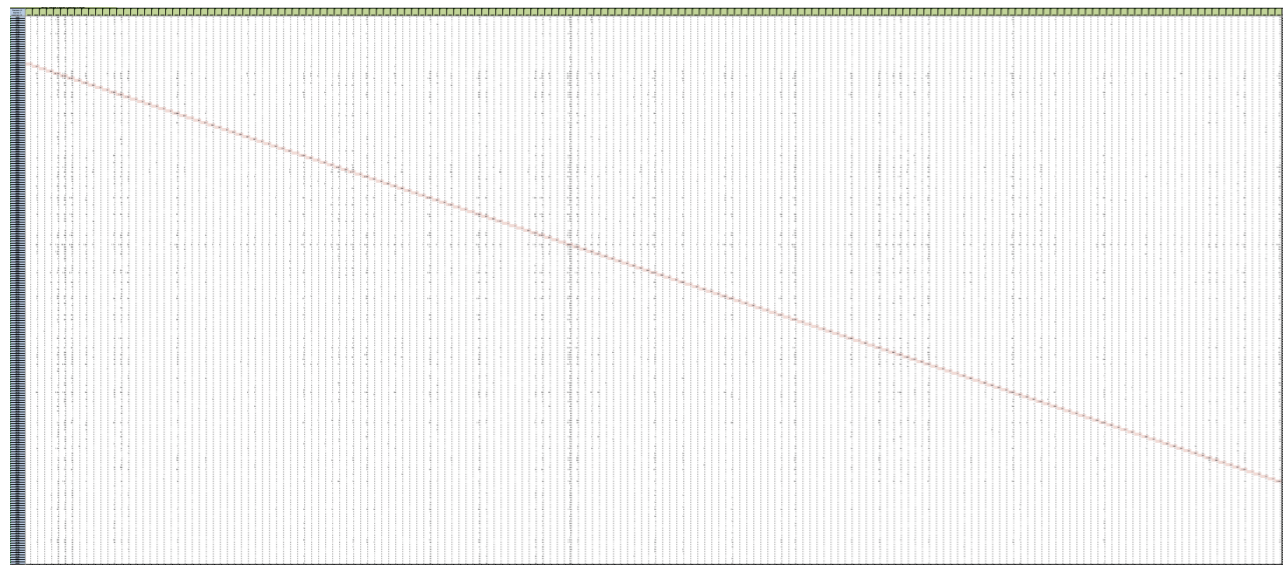


Imagen 32. Matriz O/D de viajes residencia-trabajo en la Comunidad de Madrid.

Entrando a valorar específicamente el municipio de Alcobendas y tomando los datos de la citada matriz O/D, obtenemos que de las personas cuyo destino es Alcobendas por motivos laborales, el 39,06% son de personas provenientes de Madrid, seguido de un 17,65% de residentes dentro del propio municipio de Alcobendas. El siguiente gráfico muestra los lugares de residencia de los trabajadores en Alcobendas.

DISTRIBUCIÓN DE VIAJES DE LOS TRABAJADORES EN ALCOBENDAS

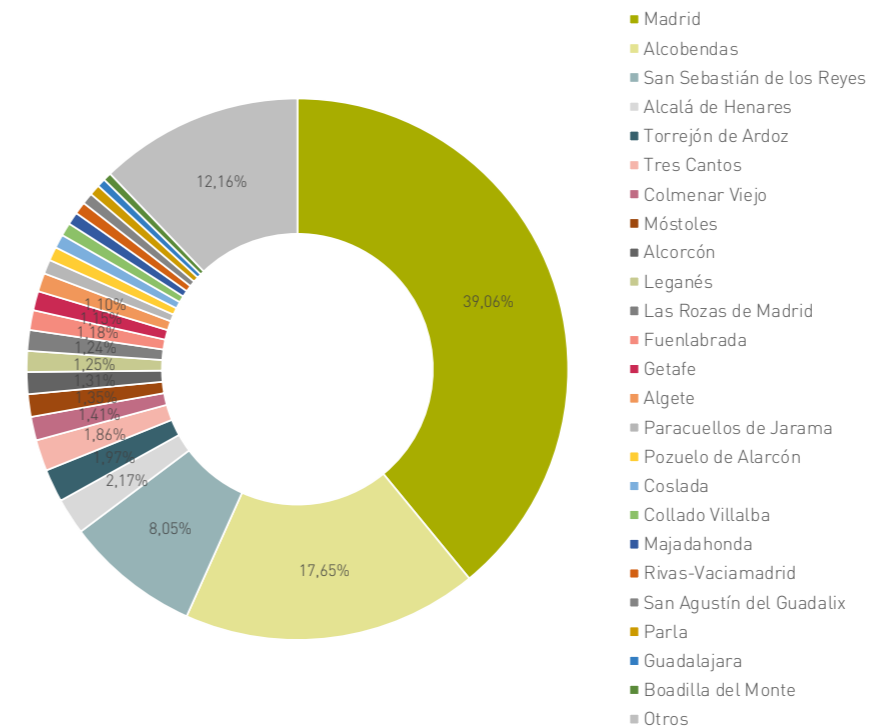


Gráfico 5. Principales lugares de residencia de los trabajadores en el municipio de Alcobendas

En la siguiente tabla, se muestra la distribución de viajes determinada, donde se observa que la mayoría de los viajes (el 39,06%) se realizan desde o hacia Madrid, seguido del 17,60% que es atraído por Alcobendas y del 8,05% que es atraído por San Sebastián de los Reyes.

Tabla 8. Distribución de viajes	
Municipio	Uso dotacional
Madrid	39,06%
Alcobendas	17,65%
San Sebastián de los Reyes	8,05%
Tres Cantos	1,86%
Pozuelo de Alarcón	0,83%
Algete	1,10%
Las Rozas de Madrid	1,24%
Alcalá de Henares	2,17%
Torrejón de Ardoz	1,97%
Colmenar Viejo	1,41%
Móstoles	1,35%

Tabla 8. Distribución de viajes

Alcorcón	1,31%
Leganés	1,25%
Fuenlabrada	1,18%
Getafe	1,15%
Paracuellos de Jarama	0,85%
Coslada	0,82%
Collado Villalba	0,78%
Majadahonda	0,75%
Rivas-Vaciamadrid	0,74%
San Agustín del Guadalix	0,68%
Parla	0,65%
Guadalajara	0,50%
Boadilla del Monte	0,49%
Otros	12,16%

Los resultados obtenidos nos servirán para asignar a la red de carreteras los nuevos tráficos generados y atraídos por el desarrollo y la afección que provocarán estos a los tráficos y viales actuales.

5.2.3. Reparto modal

A partir de la Encuesta Domiciliaria de Movilidad de la Comunidad de Madrid (EDM 2018) se puede determinar el reparto modal de esta zona en concreto. Esta encuesta tiene como principal objetivo conocer la movilidad de la población de la Comunidad de Madrid en un día laborable. Se realizaron 85.000 encuestas con un registro exhaustivo de los desplazamientos realizados tanto en transporte público como privado.

Se ha realizado la explotación de la encuesta para la zona de transporte 006-001 que corresponde con la zona en la que se encuentra el ámbito de estudio.

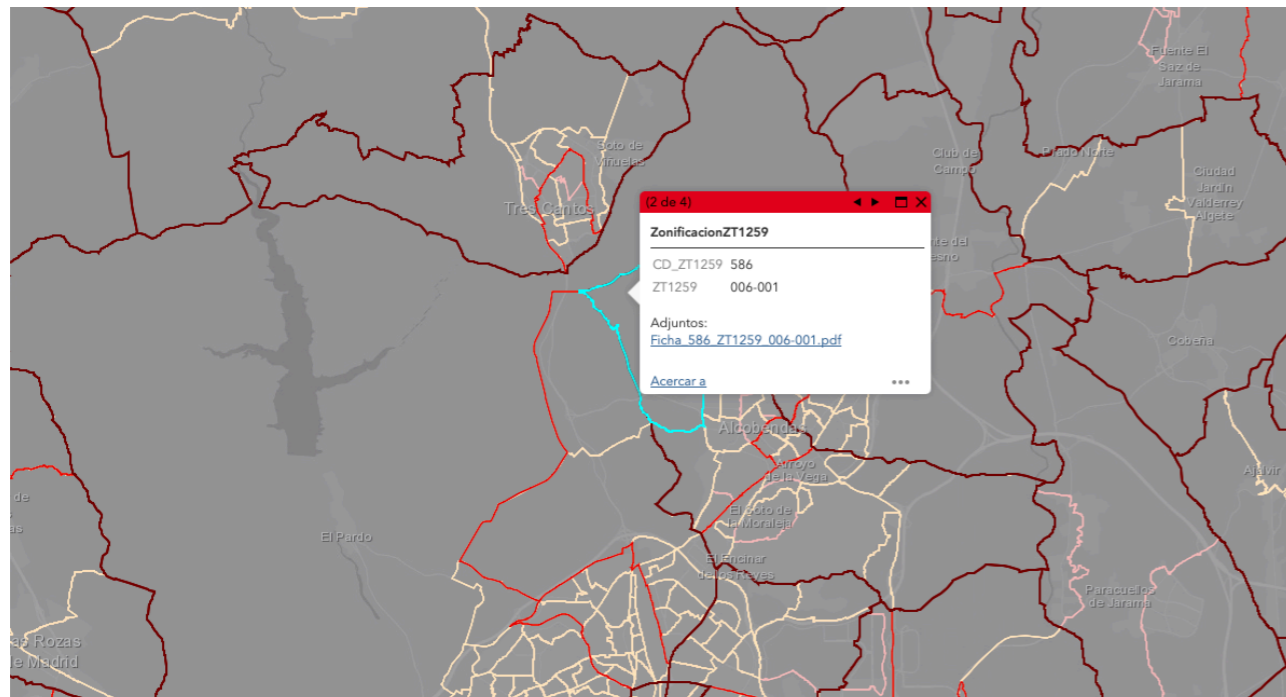


Imagen 33. Zonificación ZT1259

Gracias a esta ficha se obtiene que, para los viajes atraídos en esta zona de transporte, el modo prioritario es el vehículo privado con un 57% de reparto modal, del 39% en transporte público. La movilidad a pie representa un 1%, y el 3% restante corresponde a otros modos de movilidad.

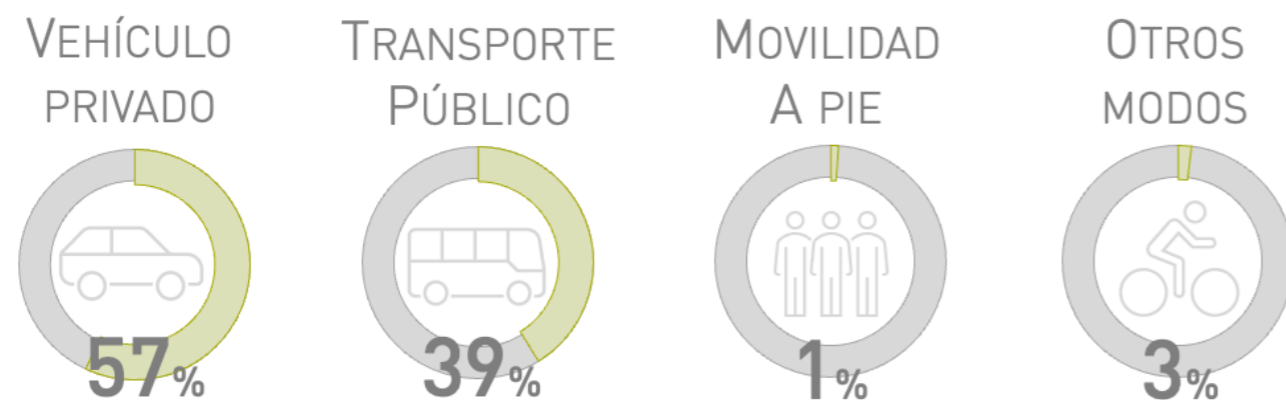


Imagen 34. Reparto modal en la zona 006-001

Así mismo, para el cálculo de los viajes finales generados en vehículo privado de empleados, se ha de aplicar un índice medio de ocupación del vehículo privado. En el caso del presente informe, la Instrucción de la Vía Pública establece que, en ausencia de otros datos, el índice medio de ocupación del vehículo privado se tomará igual a 1,35 personas por vehículo. De esta forma se podrá obtener el número de vehículos que generará el plan de desarrollo previsto.

1,35 USUARIOS/VEHÍCULO



Imagen 35. Índice de ocupación de los vehículos generados.

La siguiente tabla muestra el total de vehículos generados por los nuevos desarrollos durante la hora punta tanto de la mañana como de la tarde considerando el reparto modal y la ocupación expuestas previamente. El reparto modal se ha aplicado a todos los usos del suelo, a excepción de las zonas verdes, donde se considera que el 100% de los viajes generados será de personas que ya están en el entorno, por lo que se hará de forma peatonal y no generarán vehículos en el entorno.

Por lo tanto, tras aplicar el 57% de uso de vehículo privado, y la ocupación del vehículo expuesta previamente con una media de 1,35 usuarios por vehículo, la siguiente tabla muestra la generación total de cada una de las parcelas del Sector Comillas, que se corresponden con los usos de dotacional y de equipamientos, es decir, la hora punta de la mañana representa un flujo de entrada, mientras que la hora punta de la tarde se corresponde con un flujo vehicular de salida del Sector.

Tabla 9. Vehículos en hora punta generados por el Sector S-5 "Comillas".

Uso	Parcela	Edificabilidad (m ²)	Viajes hora punta	Vehículos
Dotacional	DOT.1	29.985	2.399	0
	DOT.2	71.530	5.722	2.416
	DOT.3	6.017	481	203
	DOT.4	11.948	956	404
Equipamientos	EQ.1	13.295	1.064	449
	EQ.2	5.751	460	194
	EQ.3	7.560	605	255
	EQ.4	9.318	745	315
TOTAL		155.404	12.432	4.236

5.2.4. Asignación

El presente informe pretende determinar el **impacto del nuevo desarrollo sobre la autovía A-1 y la M-40**, se deberán distinguir, del total de vehículos generados durante la hora punta AM (4.236 vehículos accediendo a los usos dotacional y equipamientos), aquellos que vayan a afectar exclusivamente a la autovía. En este siguiente apartado, se desarrolla la obtención de estos vehículos, que utilizarán la autovía A-1 y la M-40 para acceder al desarrollo.

Para la asignación de vehículos en el entorno inmediato de la parcela, se han considerado las siguientes hipótesis:

- **Oeste de la M-616:** Por el margen oeste de la M-616 llegarán los vehículos procedentes de Madrid, Pozuelo de Alarcón, Las Rozas, Torrejón de Ardoz, Colmenar Viejo, Móstoles, Alcorcón, Leganés, Fuenlabrada, Getafe, Coslada, Collado Villalba, Majadahonda, Rivas-Vaciamadrid y Boadilla del Monte. Algunos de estos vehículos, tal y como se observa en la asignación, procederán de la carretera M-40.
- **Alcobendas:** Los vehículos procedentes de Alcobendas tienen varios puntos de acceso a Comillas, todos al este del desarrollo.
- **San Sebastián de los Reyes:** Los vehículos procedentes de San Sebastián de los Reyes llegarán a Comillas por el noroeste.
- **Alcalá de Henares, Algete y otros:** Estos vehículos, procedentes de Algete, Alcalá de Henares, Paracuellos del Jarama, San Agustín de Guadalix y Guadalajara accederán desde el este al sector S-5 "Comillas" principalmente por dos rutas: a través de la A-1, que accederán mediante la Av. de Valdeparra; mediante la N-1, atravesando San Sebastián de los Reyes y accediendo al desarrollo por la Av. de la Ilusión.
- **Otros:** los vehículos procedentes del resto de los orígenes definidos accederán desde el sur del desarrollo.

Atendiendo a la generación total del desarrollo como conjunto urbanístico, se muestra en la siguiente imagen los porcentajes de entrada de los vehículos según el origen. Considerando la ubicación del desarrollo y su acceso directo a través de la M-616, la mayor parte de los vehículos accederán desde el oeste de dicha vía; en concreto, el 60% de los vehículos llegarán a través de esta ruta (ruta verde).

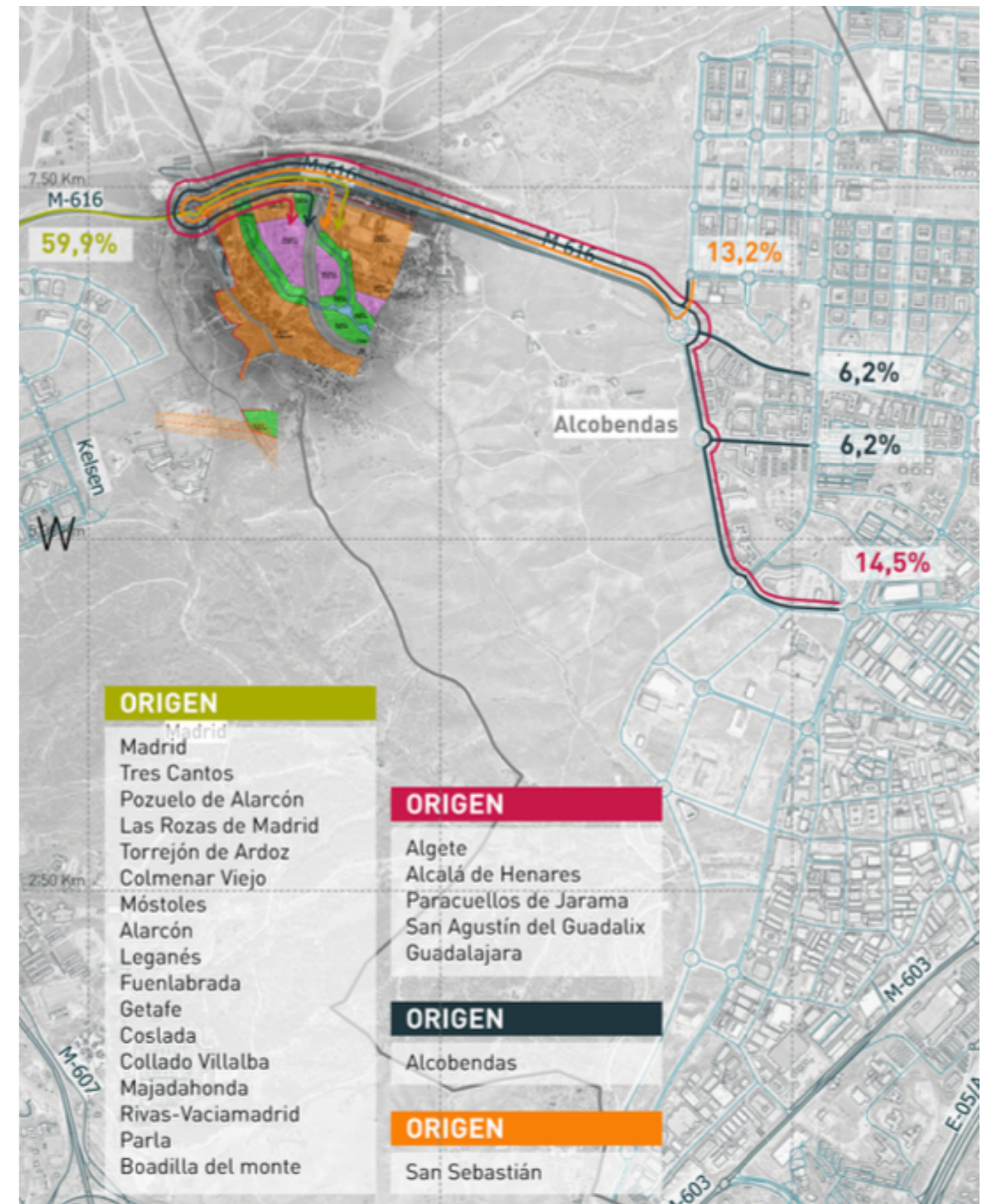


Imagen 36. Entradas desde los distintos orígenes al sector S-5 "Comillas".

6. MOVILIDAD GENERADA: AFECCIÓN SOBRE A-1 y M-40

El presente informe pretende determinar el **impacto del nuevo desarrollo sobre la autovía A-1 y la M-40**, por lo tanto, se deberán distinguir, del total de vehículos generados durante la hora punta AM, aquellos que vayan a afectar exclusivamente a las autovías. En este siguiente apartado, se desarrolla la obtención de estos vehículos, que utilizarán la autovía A-1 y la M-40 para acceder al desarrollo. A modo de resumen, se adjuntan los vehículos generados por el sector S-5 en la hora punta AM.

Sector	Parcela	Vehículos Hora Punta AM	
		Saliendo	Entrando
S-5 "Comillas"	DOT.1	-	0
	DOT.2	-	2.416
	DOT.3	-	203
	DOT.4	-	404
	EQ.1	-	449
	EQ.2	-	194
	EQ.3	-	255
	EQ.4	-	315
TOTAL		-	4.236

Como se puede observar en la tabla anterior, durante la hora punta AM, el Sector S-5 generará viajes de entrada.

En los apartados anteriores, como resultado del método de los cuatro pasos, se obtuvo la asignación a la red de carreteras de los vehículos generados por el sector. A continuación, se resumen los viajes que debido a sus itinerarios de entrada/salida desde los desarrollos previstos, afectarán potencialmente a la autovía A-1 y M-40.

- **Afección sobre la A-1:** Los vehículos de entrada a este sector de los usos dotacionales y equipamientos durante la hora punta AM que afectarán potencialmente a la autovía A-1 son aquellos que conectan con Alcalá de Henares, Algete, Paracuellos del Jarama, San Agustín de Guadalix y Guadalajara.
- **Afección sobre la M-40:** Los vehículos de entrada a este sector de los usos dotacionales y equipamientos durante la hora punta AM que afectarán potencialmente a la autovía M-40 son aquellos que conectan con Madrid, Pozuelo y Las Rozas principalmente.

Tal y como se ha mencionado con anterioridad, los vehículos generados por el Sector S-5 "Comillas" que afectarán potencialmente a la A-1 son aquellos que tienen como origen o destino Alcalá de Henares, Algete, Paracuellos del Jarama, San Agustín de Guadalix o Guadalajara entre otros. Estos puntos de atracción y generación de viajes suponen el 8,4% del total de los viajes atraídos (de entrada) por el Sector S-5 "Comillas".

Por otro lado, respecto a los viajes de entrada, el 8,4% de viajes supone 354 vehículos de entrada al sector durante la hora punta AM (sobre un total de 4.236 vehículos/hora). De estos 354 vehículos atraídos por el sector, tras analizar las posibles rutas de acceso, se determina que los vehículos que utilizan la A-1 son los que se reflejan en la siguiente tabla:

	Entrada		
	A-1 (norte)	N-1 (norte)	Total
Algete	50	22	73
Alcalá de Henares	117	2	120
Paracuellos del Jarama	61	0	61
San Agustín de Guadalix	38	16	54
Guadalajara	47	0	47
Total	313	41	354

Del mismo modo, se analiza el impacto del desarrollo sobre la M-607, por la que también deberán circular los vehículos que accedan desde la M-40. Para asignar los flujos a lo largo de este recorrido se asigna, de nuevo, los porcentajes de distribución en el enlace de la M-40 con la M-607. Para conocer el número de vehículos que circula por ella en la actualidad se recopila información de fuentes *Big Data*, que permitan realizar el análisis de la movilidad global del entorno. Para ello, se utilizará la plataforma de datos de Datfor (del Grupo Vectio).

Datfor es una plataforma de datos de tráfico y movilidad, que pone a disposición del usuario distintos tipos de datos históricos o en tiempo real que, junto con nuevas tecnologías *Big Data* y de procesamiento de información, permiten obtener patrones de tráfico y movilidad de gran precisión.

La plataforma cuenta con un modelo *partnership* que permite la obtención de nuevas fuentes de datos a partir de proveedores fiables y ampliamente reconocidos en el sector, que a partir de datos GPS (mediante el denominado *floating car data*), ofrece datos de tráfico de gran exactitud.

Datfor ofrece múltiples servicios de datos, a saber: monitorización de intersecciones en tiempo real; monitorización de rutas; análisis de tiempos de viaje y velocidades, análisis Origen/Destino de un segmento de vía; análisis Origen/Destino a partir de la zonificación que se requiera, etc... En este caso, se han analizado orígenes y destinos en este enlace.

La siguiente imagen muestra el porcentaje de asignación de vehículos aplicado para el nuevo ámbito urbanístico.

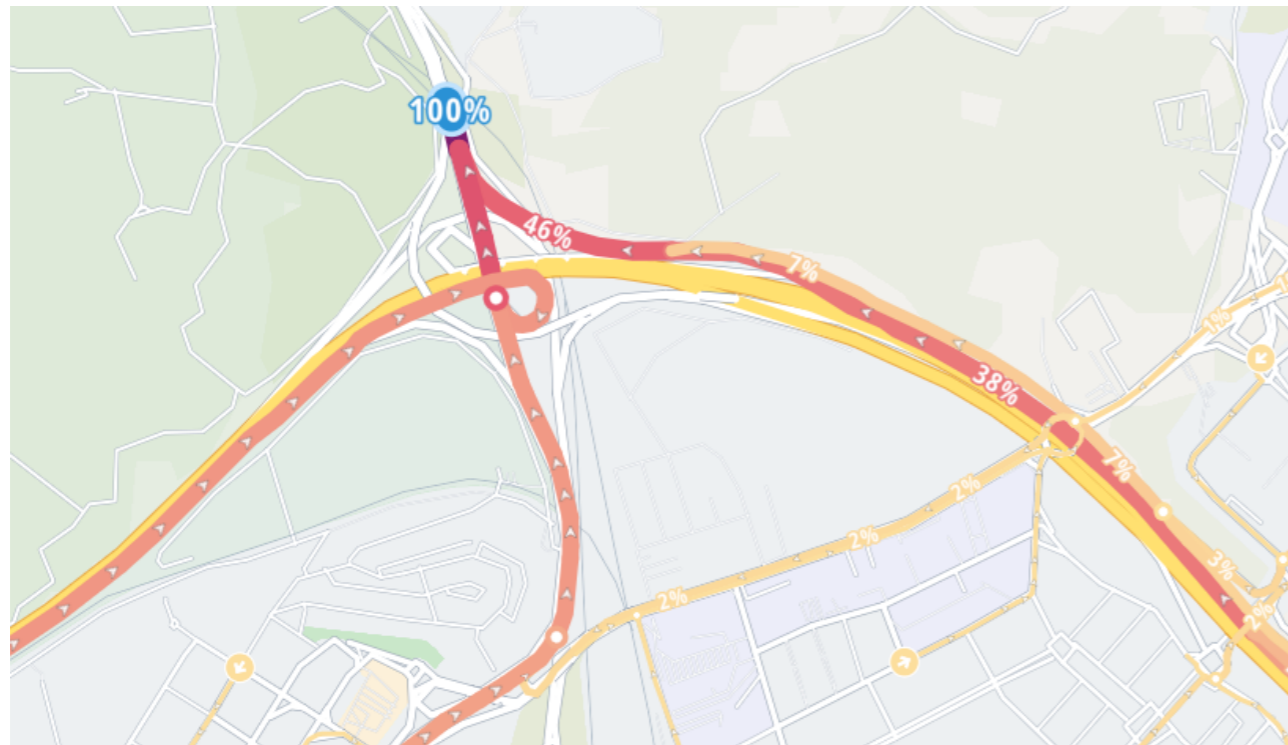


Imagen 37. Entradas desde los distintos orígenes al sector. Enlace M-40 y M-607.

La siguiente tabla muestra la distribución de viajes en el enlace de la M-40 y la M-607, que en conjunto suman un total de 2.537 vehículos durante la hora punta. El principal flujo de tráfico de acceso al desarrollo lo hará desde el este de la M-40.

Tabla 12. Asignación de vehículos a la M-40 y M-607 (hora punta AM).		
	Entrada	
	Porcentaje	Vehículos
M-40 oeste	12,0%	509
M-40 este	26,7%	1.131
M-607 sur	19,3%	817
M-607 norte	1,9%	80
TOTAL	59,9%	2.537

6.1. Resumen de la movilidad generada

En este apartado se recogen los resultados obtenidos tras la determinación de la movilidad generada por el sector S-5 "Comillas". Tras aplicar el método de los cuatro pasos, se concluye que durante la hora punta (AM), los vehículos generados por el sector S-5 "Comillas" (dotacionales y de equipamientos) serán de entrada al sector.

Atendiendo exclusivamente a los vehículos que afectarán a las autovías A-1 y M-40, se concluye que **los vehículos de entrada a S-5 a través de la A-1 utilizan el enlace del P.K. 16+000** (glorieta de acceso a la A-1 desde la Av. Valdelaparra), esto supone que 267 vehículos realizarán el movimiento este - norte en la glorieta. Por su parte, los vehículos que accedan desde la M-40 lo harán a través del enlace con la autovía M-607.

A modo de resumen, la movilidad del entorno que afecta a las autovías de alta velocidad es la mostrada en la siguiente imagen.

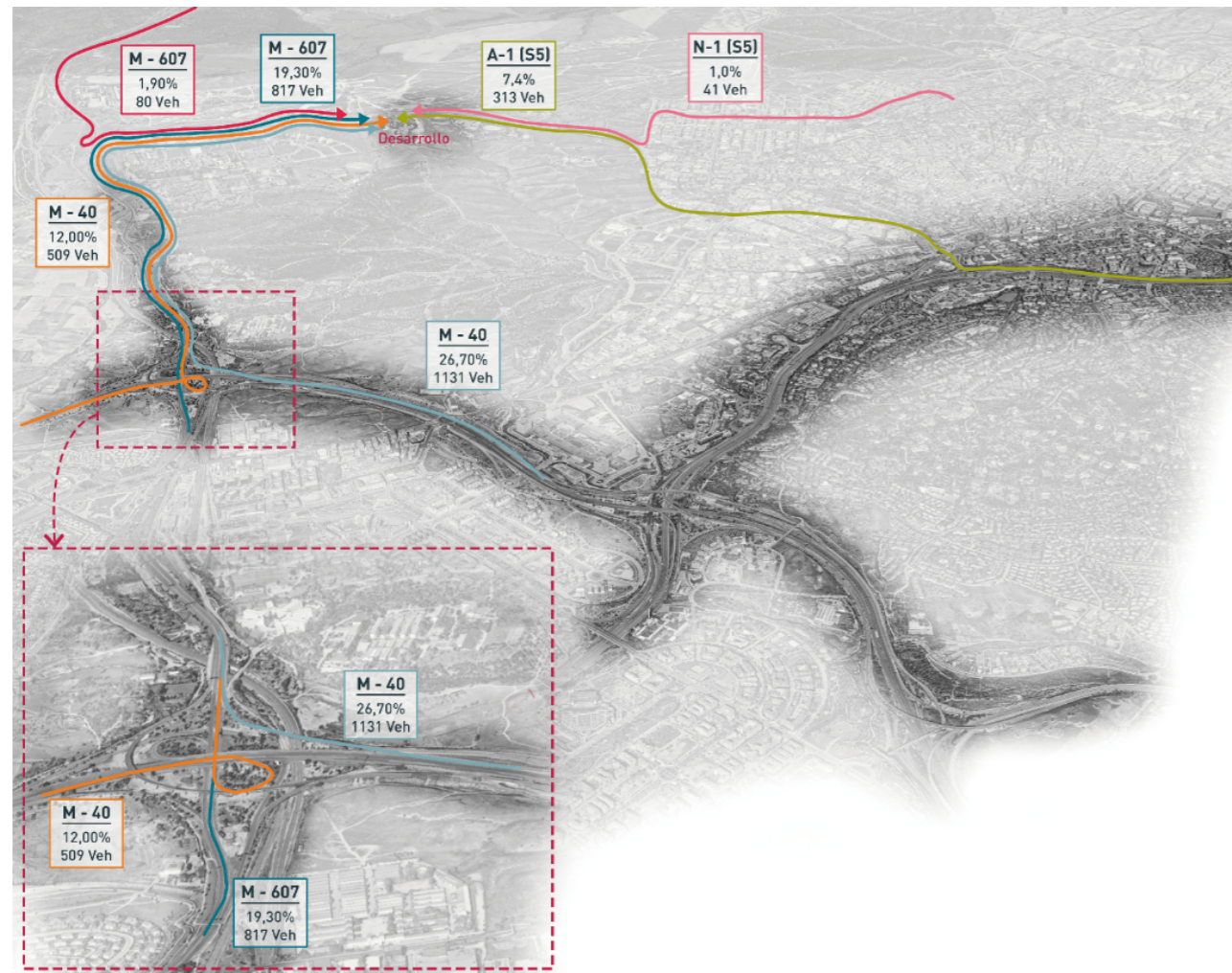


Imagen 38. Asignación de vehículos generados por el sector S-5 sobre la autovía A-1 y M-40.

7. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

En este punto del informe se estudia la incidencia al tráfico atraído y generado que la implantación del nuevo desarrollo previsto tendrá sobre el tráfico local ordinario de la "Autovía del Norte" (A-1).

Se debe tener en cuenta que en algunos puntos (como la glorieta de conexión entre los accesos a la A-1 y la Av. de Valdelaparra) la circulación a estudiar es discontinua; siendo comunes las paradas, ya sea por pasos de peatones, semaforización, señales de prioridad, etc. Por ello, además de distintos puntos a lo largo de la autovía, también se han estudiado las intersecciones que permiten el acceso a la autovía, ya que en estas es donde se encuentra el "cuello de botella" de la demanda del entorno de estudio.

7.1. Introducción

El análisis de la capacidad de cada uno de los elementos objeto de análisis del presente estudio se realizará según lo marcado en el "Highway Capacity Manual" (HCM). La capacidad se evaluará en función de los niveles de servicio.

La "Nota de Servicio 5/2014 sobre prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudio de tráfico de los estudios informativos, anteproyectos y proyectos de carreteras" de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento recomienda la metodología definida en el HCM para el cálculo de niveles de servicio.

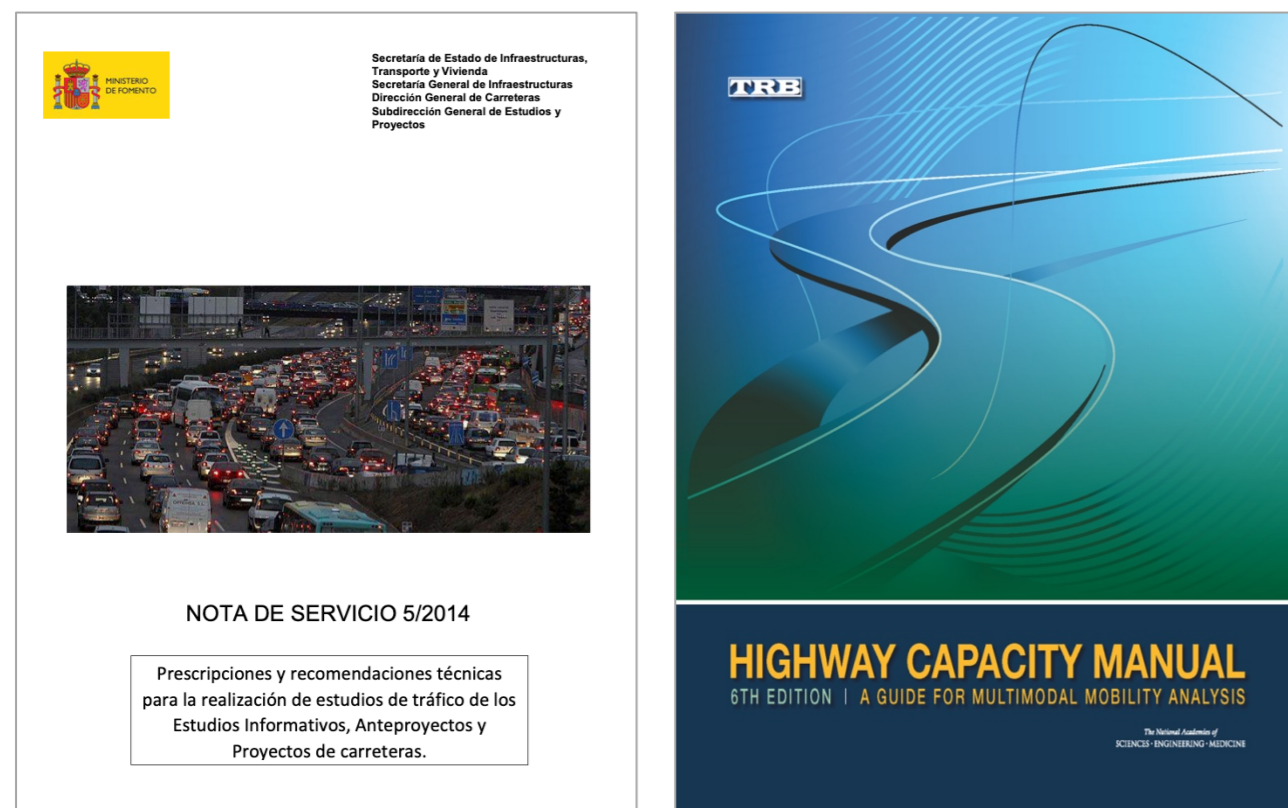


Imagen 39. Nota de Servicio 5/2014 del Ministerio de Fomento [izq.] y HCM 6th Edition [dcha.].

En la citada nota de servicio se definen los criterios de niveles de servicio para los siguientes elementos: segmentos básicos de autopistas/autovías, tramos de trenzado, convergencias y divergencias y carreteras multi-carriles. Para el presente estudio son de interés los segmentos básicos de convergencia, de divergencia, en troncos de autovía, en los tramos de trenzado, así como en las glorietas.

A continuación, se recogen los principios básicos para la determinación del nivel de servicio de cada uno de los elementos citados.

7.2. Niveles de Servicio. Metodología de cálculo

El cálculo de los niveles de servicio se llevará a cabo según lo marcado por el "Highway Capacity Manual" (HCM). Los cálculos se realizarán para el año actual 2023, y estos mismos cálculos para el año horizonte 2043, teniendo en cuenta los futuros desarrollos en ejecución o planificados.

Para los cálculos se empleará el programa informático "Highway Capacity Software" (HCS), software diseñado por los autores del HCM para la correcta interpretación y cálculo de las fórmulas que estudian la capacidad y otras características viarias (velocidad, densidad, tiempos de demora...) ya sean vías urbanas, regionales o de alta capacidad.

Los parámetros de cálculo del citado software son los siguientes:

- Intensidad en la hora punta de cálculo (IHP).
- % de vehículos pesados con respecto al tráfico total.
- Geometría de la vía o sección de análisis.
- Longitud de los distintos tramos.
- Factor de hora punta (FHP).

Además, existen variaciones de la intensidad del tráfico a lo largo del día, que se pueden observar dentro de cada hora, y especialmente en la hora punta. Así, es muy importante tener una medida que refleje la uniformidad del tráfico. Esta medida es el llamado factor de hora punta, que se define como el cociente entre el número de vehículos contados en una hora punta entre cuatro veces el número de vehículos contados durante los quince minutos consecutivos más cargados, es decir:

$$FHP = \frac{I}{4 * I_{15 \text{ max.}}}$$

De esta forma, gracias a la caracterización de la situación actual del tráfico (mediante los trabajos de campo) y a la determinación de la movilidad generada por el nuevo desarrollo durante la hora punta, es posible establecer de manera cuantitativa y cualitativa los niveles de servicio en las diferentes secciones del viario.

Para el cálculo de los niveles de servicio en el año actual 2023 y el año horizonte 2043, se han aplicado los incrementos anuales acumulativos indicados por la Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre. Con el objeto de facilitar la comprensión de las metodologías aplicadas en cada elemento de las vías de estudio analizadas, estas se dividirán en cuatro categorías distintas según su tipología.

7.2.1. Niveles de servicio en glorietas

A la hora del cálculo de la capacidad de una glorieta, más que el análisis de la capacidad global, conviene hablar de la **capacidad de cada una de las entradas** a la glorieta (que dependerá de los tráficos circulantes por la calzada anular y los de cada una de las entradas a la misma). Para ello se ha utilizado el modelo HCM recogido en el Manual de Capacidad de Carreteras 6ª Edición, en el que se recogen niveles de servicio para los brazos de la glorieta.

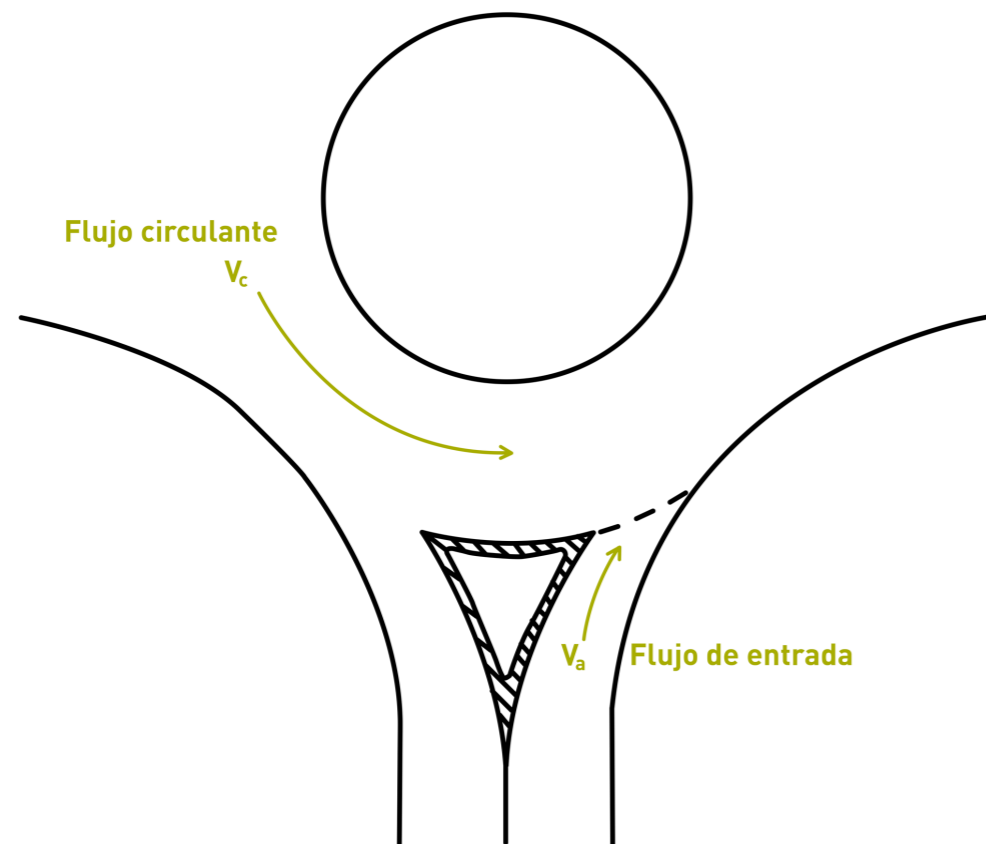


Imagen 40. Flujos de tráfico en una glorieta.

El método de evaluación de glorietas del HCM **evalúa la capacidad de las glorietas, brazo por brazo** teniendo en cuenta los patrones de flujo. Los flujos de interés en una glorieta son el flujo circulante y el flujo de entrada por el brazo. Según el HCM la capacidad del brazo de entrada se reduce en función del flujo de conflicto circulante. La mayoría de los factores clave, a tener en cuenta, aparte de los flujos, son los tiempos de reacción y aquellos inherentes al modelo de aceptación de hueco (*gap acceptance model*), estos son ofrecidos en forma de constantes, que a su vez vienen dadas de estudios empíricos realizados por los investigadores el TRB (*Transport Research Board*).

La capacidad de cada brazo viene dada por las fórmulas:

$$C_{crit} = Ae^{(-B v_c)}$$

$$A = \frac{3600}{t_f}$$

$$B = \frac{t_c - t_f / 2}{3600}$$

donde:

- C_{crit} es la capacidad del carril más crítico del brazo.
- V_c flujo circulante / flujo de conflicto.
- t_c intervalo crítico.
- t_f Intervalo entre vehículos sucesivos.

Para determinar la demora media debemos emplear la fórmula:

$$d = \frac{3600}{c} + 900T \left[\frac{v}{c} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v}{c} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c} \right) \frac{v}{c}}{450T}} \right]$$

Una vez hemos obtenido el valor de la demora media de cada uno de los brazos de acceso a la glorieta, estamos en condiciones de establecer el nivel de servicio de estos viales, en función del baremo establecido por el HCM, el cual se recoge en la tabla adjunta:

Nivel de servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)
A	0-10
B	10-15
C	15-25
D	25-35
E	35-50
F	>50

7.2.2. Niveles de servicio en segmentos de autovía

El HCM analiza el nivel de servicio de segmentos de autovía en función de la densidad. Los niveles de los segmentos de autovía se definen 6 niveles de servicio que dependen de la densidad del tráfico en el segmento de análisis.

Se les otorga una letra de la A a la F, siendo el nivel de servicio A el que mejores condiciones de explotación otorga, y el nivel de servicio F las peores. Con el procedimiento descrito en el HCM se obtiene una medida cualitativa que caracteriza las condiciones de explotación en función de la densidad del tráfico de la zona de conflicto.

En la siguiente tabla se recogen criterios para determinar el Nivel de Servicio en función de los criterios definidos en la Nota de Servicio 5/2014 y el HCM sixth edition:

Nivel de servicio	Densidad (veh/km/carril)
A	≤ 7
B	7-11
C	11-16
D	16-22
E	22-28
F	> 28 (demanda > capacidad)

7.2.3. Niveles de servicio en tramos de trenzado

Haciendo referencia al Manual de Capacidad HCM (*Highway Capacity Manual, sixth edition*), el trenzado o confluencia puede ser definido "como el cruce de dos o más corrientes de tránsito que circulan en el mismo sentido a lo largo de una longitud significativa de camino, sin la asistencia o ayuda de elementos de control de tránsito (con excepción de las señales de orientación).

En estas secciones de confluencia se realizan maniobras de cambios de carril para que los conductores accedan al ramal de salida adecuado, lo que supone una condición que define el funcionamiento del mismo y, por consiguiente, al nivel de servicio de dicho tramo.

Teniendo en cuenta los parámetros geométricos del tramo de trenzado, el HCM analiza el nivel de servicio de los mismos en función de la densidad del tráfico, clasificándose de igual manera en 6 niveles de servicio en función de la misma. Con el procedimiento descrito en el HCM se obtiene una medida cualitativa que caracteriza las condiciones de explotación en función de la densidad del tráfico de la zona de conflicto.

Nivel de servicio	Densidad (veh/km/carril)
A	Representa las operaciones sin restricciones. La densidad es lo suficientemente baja como para permitir sin problemas los cambios de carril, sin crear ninguna turbulencia en el flujo de tráfico.
B	La maniobra de cambio de carril produce un mínimo de turbulencia en la sección de influencia. En la maniobra el conductor debe condicionar levemente la velocidad.
C	La velocidad en la sección de trenzado comienza a disminuir a medida que los niveles de turbulencia se hacen evidentes. Los vehículos comienzan a ajustar sus velocidades para lograr transiciones suaves.
D	Los niveles de turbulencia en la sección de trenzado comienzan a ser importantes, y prácticamente todos los vehículos ven reducida su velocidad.
E	Representa una situación próxima a la capacidad. La velocidad se ve reducida de manera significativa, y la turbulencia es percibida por casi todos los conductores. Pequeños cambios en la demanda o interrupciones pueden causar colas de la rampa.
F	La demanda excede la capacidad

En la siguiente tabla se definen los criterios de los niveles de servicio en función de la densidad:

Nivel de servicio	Densidad (veh/km/carril)
A	≤ 6
B	6-12
C	12-17
D	17-22
E	> 22
F	demanda excede la capacidad

7.2.4. Niveles de servicio en ramales de convergencia/divergencia

La sección de acceso a la vía de alta capacidad desde un ramal de aceleración y/o la sección de salida desde la vía de alta capacidad a un ramal de deceleración es una condición crítica que condiciona fuertemente el correcto funcionamiento del mismo y, por consiguiente, afecta al nivel de servicio de dicho ramal.

Según el Manual de Capacidad Americano, la longitud del carril de aceleración/deceleración se mide desde la intersección del borde derecho de circulación de la autovía, a los bordes del carril de desaceleración. Para concretar esa medida, y basándonos en la norma 3.1.-IC de Trazado, se mide dicha longitud entre la sección característica inicial de 0 m. y la sección característica de 1 m, siendo éstas:

- Sección característica de 1 m: Aquella donde la separación entre bordes de calzada del carril y la calzada principal, medida perpendicularmente al eje de ésta, sea de un metro (1,00 m). Corresponde a la sección característica final de un carril de deceleración y a la sección característica inicial de un carril de aceleración.
- Sección característica de 0,0 m: Aquella donde el ancho de la cuña de transición medida perpendicularmente al eje de la calzada principal desde el borde de ésta, sea nula (0,0 m). Corresponde a la sección característica inicial del carril de deceleración y a la sección característica final del carril de aceleración. Se sitúa en el borde exterior de la calzada en coincidencia con el borde interior de la marca vial que delimita el arcén exterior.

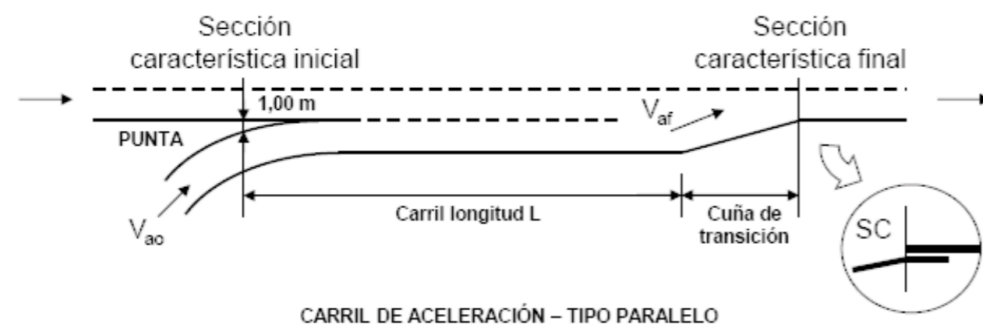


Imagen 41. Secciones características del carril de aceleración. Norma 3.1.-IC de Trazado (2016).

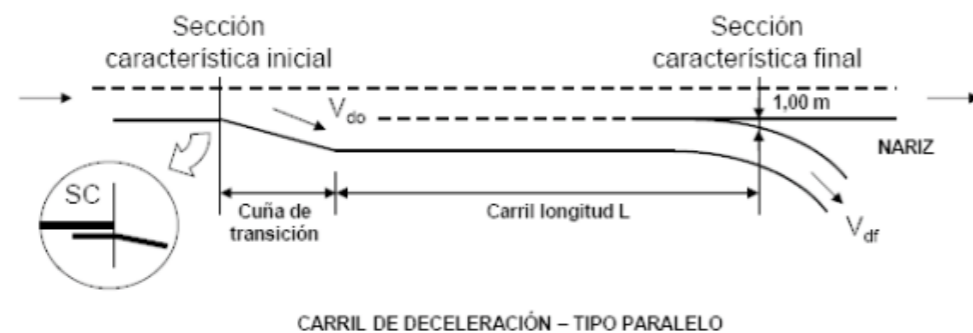


Imagen 42. Sección característica del carril de deceleración. Norma 3.1.-IC de Trazado (2016).

Cuando el carril de aceleración tiene una mayor velocidad de flujo libre, los vehículos tienden a entrar en la autovía a altas velocidades, y los vehículos que circulan por esta tienden a moverse hacia el carril izquierdo para evitar la posibilidad de coincidencia con los que se incorporan desde el ramal.

Cuando el carril de deceleración tiene una menor longitud de la debida, el descenso de velocidad para pasar de la establecida en el tronco de la autovía a la del ramal de salida es muy brusco, y los usuarios se ven obligados a dar fuertes frenazos, provocando el famoso efecto acordeón. Finalmente, el resultado final son grandes congestiones y atascos del ramal que llegan a alcanza la propia vía rápida.

Las principales variables que determinarán las características de la circulación en el área de influencia son (ver imagen adjunta):

- El flujo total de la autovía se acerca combinación de área (VF) (pc/h).
- El flujo total de la rampa (VR) (pc/ h).
- Longitud total del carril de deceleración (m).

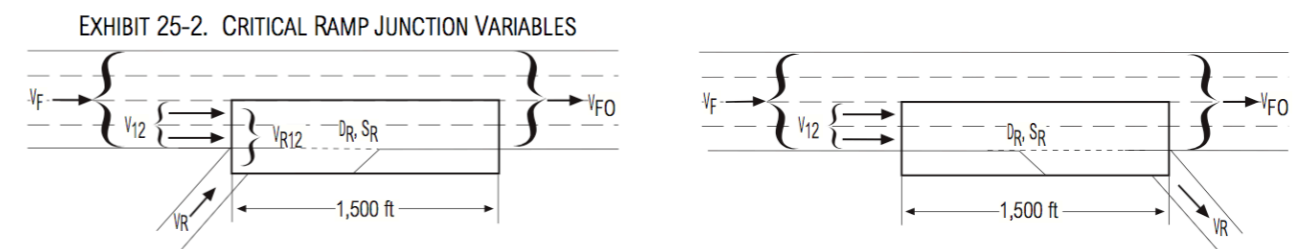


Imagen 43. Variables de cálculo críticas del ramal. Highway Capacity Manual (HCM sixth edition).

Para los ramales desde una autovía o autopista se definen seis niveles de servicio, en función de la densidad del tráfico de la zona de conflicto, para los cuales se dispone de procedimientos de análisis propuestos en el Highway Capacity Manual (HCM). Se les otorga una letra de la A a la F, siendo el nivel de servicio A el que mejores condiciones de explotación otorga, y el nivel de servicio F de las peores. Con dicho procedimiento descrito en el HCM se obtiene una medida cualitativa que caracteriza las condiciones de explotación en función de la densidad del tráfico de la zona de conflicto. En la siguiente tabla de se recogen criterios para determinar el Nivel de Servicio:

Tabla 17. Niveles de Servicio Ramales de convergencia/divergencia.	
Nivel de servicio	Densidad (veh/km/carril)
A	≤ 6
B	6-12
C	12-17
D	17-22
E	> 22
F	demanda > capacidad

7.3. Intensidad horaria de cálculo

Según la orden FOM/2873/2007, de 24 de septiembre, "previamente a la emisión de los informes se requerirá un estudio de tráfico y capacidad en el que se analice la incidencia de los desarrollos urbanísticos en el nivel de servicio de la carretera. En dicho estudio se incluirá expresamente el análisis de la capacidad de los enlaces para atender la demanda de salida de la carretera en horas punta."

Según Norma 3.1. IC de Trazado "En cada caso deberá justificarse la hora de proyecto adoptada, que **no será inferior a la hora treinta ni superior a la hora ciento cincuenta**". En este caso en concreto, tomaremos como hora de proyecto la Intensidad de la Hora 30 (IH30), es decir, el valor de la intensidad (horaria) únicamente superada durante 29 horas a lo largo de un año.

Tal y como se ha explicado en el capítulo 3, para la obtención de datos de tráfico que permitan obtener los cálculos de niveles de servicio, así como el impacto que sobre ellos tendrá la nueva actividad planteada, se ha realizado una campaña de aforos temporales. Por tanto, a la vista de lo que indica la normativa mencionada, a los datos obtenidos en dicha campaña, se les debe aplicar un coeficiente corrector que ubique las mediciones dentro de la hora de proyecto adoptada.

Las estaciones permanentes más representativas son las estaciones M-738-0 (sentido ascendente) y M-838-0 (sentido descendente) ubicadas en el p.k. 14+350 de la autovía A-1. Dichas estaciones, tienen su IH30 a las 7:00 horas para el caso de la calzada ascendente (calzada 1 dirección Burgos) y a las 18:00 para el caso de la calzada descendente (calzada 2 dirección Madrid).

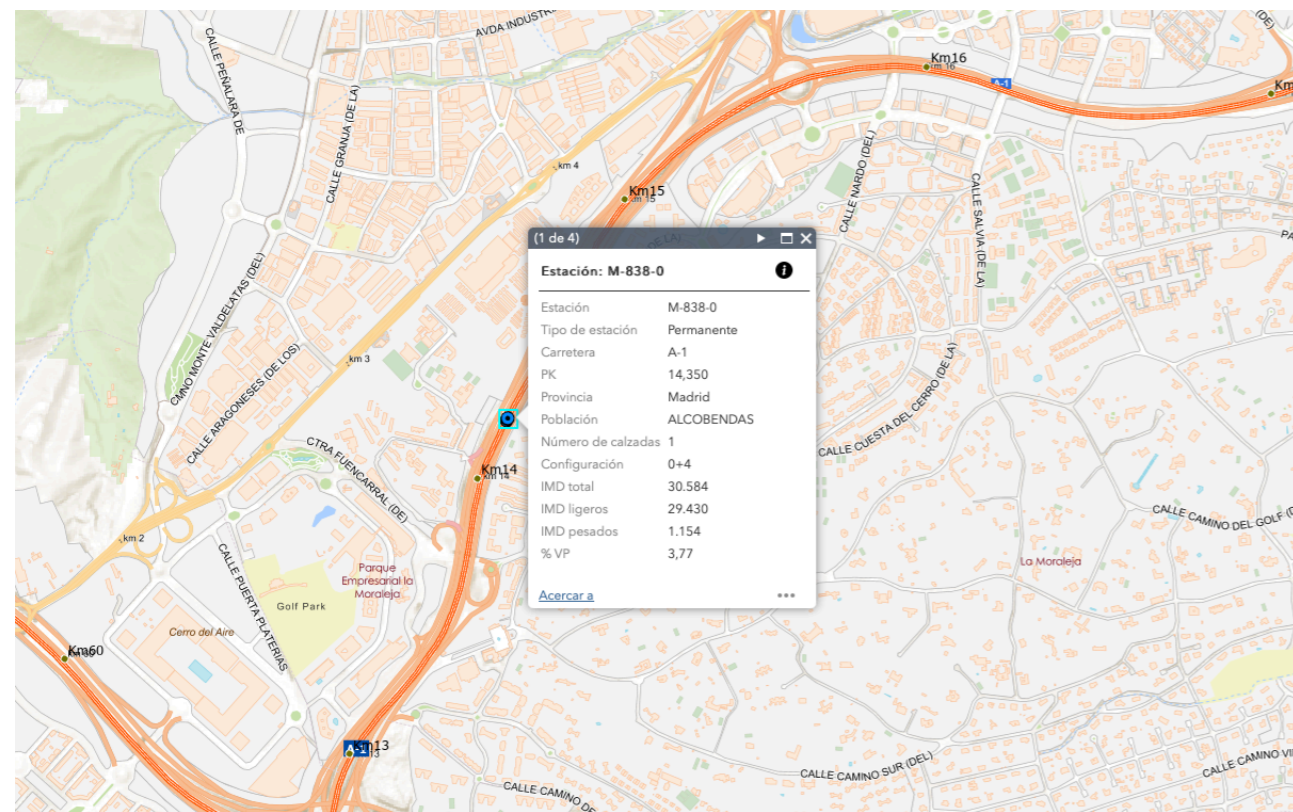


Imagen 44. Detalle de la ubicación de las estaciones permanentes M-738-0 y M-838-0.

200 horas de Intensidad Máxima en el año 2019

200 HORAS DE INTENSIDAD MÁXIMA EN EL AÑO 2019

Estación: M-738-0 Calzada: Total Tipo: Permanente Carretera: A-1 PK: 14,4
Provincia: M - MADRID Titularidad: RCE Población próxima: ALCOBENDAS
Sentido C-1: Sentido C-2:

FECHA	HORA	TOTAL	LIGE	PESA	PORCEN	ORDEN
24-09-19	18	4538	4461	77	1,7	24
16-12-19	17	4534	4416	118	2,6	25
04-11-19	17	4533	4431	102	2,25	26
11-06-19	18	4528	4441	87	1,92	27
15-10-19	18	4524	4440	84	1,86	28
05-06-19	19	4521	4443	78	1,73	29
28-06-19	14	4513	4407	106	2,35	30*
19-11-19	17	4512	4400	112	2,48	31
13-11-19	18	4509	4426	83	1,84	32
17-10-19	18	4504	4409	95	2,11	33
12-11-19	17	4501	4397	104	2,31	34
17-10-19	17	4499	4389	110	2,44	35
06-11-19	18	4493	4402	91	2,03	36
12-11-19	18	4490	4414	76	1,69	37

Hora 30 Total horario medio: 4516 % de Pesados: 2,17
Hora 100 Total horario medio: 4259 % de Pesados: 2,42

SALIR

Imagen 45. Detalle de la IH30 de la calzada ascendente de la Estación M-738-0. Mapa de Tráfico 2019.

200 horas de Intensidad Máxima en el año 2019

200 HORAS DE INTENSIDAD MÁXIMA EN EL AÑO 2019

Estación: M-838-0 Calzada: Total Tipo: Permanente Carretera: A-1 PK: 14,4
Provincia: M - MADRID Titularidad: RCE Población próxima: ALCOBENDAS
Sentido C-1: Sentido C-2:

FECHA	HORA	TOTAL	LIGE	PESA	PORCEN	ORDEN
11-12-19	7	3988	3892	96	2,41	24
03-12-19	7	3980	3881	99	2,49	25
17-01-19	7	3912	3815	97	2,48	26
04-12-19	7	3909	3811	98	2,51	27
27-11-19	7	3907	3808	99	2,53	28
03-12-19	9	3906	3802	104	2,66	29
02-12-19	7	3898	3798	100	2,57	30*
29-11-19	7	3887	3791	96	2,47	31
17-12-19	7	3884	3774	110	2,83	32
25-11-19	7	3869	3775	94	2,43	33
13-12-19	7	3863	3735	128	3,31	34
16-12-19	7	3853	3751	102	2,65	35
18-12-19	7	3847	3756	91	2,37	36
11-12-19	9	3829	3719	110	2,87	37

Hora 30 Total horario medio: 3897 % de Pesados: 2,62
Hora 100 Total horario medio: 3308 % de Pesados: 2,81

SALIR

Imagen 46. Detalle de la IH30 de la calzada descendente de la Estación M-838-0 Mapa de Tráfico 2019.

Para la hora punta PM queda, por tanto, conocer la relación existente en la estación M-738-0 entre la intensidad horaria de un jueves de marzo (día en el que se realizaron los trabajos de campo en hora punta PM) respecto a la intensidad de la hora 30. Para ello, es necesario emplear los datos de distribución horaria del jueves en la estación M-738-0 (ver Imagen 47) así como su dato de la intensidad de un jueves de marzo (ver Imagen 46).

MINISTERIO DE FOMENTO		ESTACIONES. DATOS DEFINITIVOS TRAFICO				AÑO: 2019										
SECRETARÍA DE ESTADO DE PLANIFICACIÓN E INFRAESTRUCTURAS		Estacion:	M-738-0	Via:	A-1	PK:	14,35	tipo:	Convencional							
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS		Provincia:	MADRID													
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS																
Calzada Única																
	IMD Definitivo	Num Días	Nº Días Validos	Nº Días Validos 84	Afin											
Motos:	632	180	49	49												
Ligeros:	40.556	180	49	49	M-738-0											
Pesados:	1.105	180	49	49	M-738-0											
Total:	41.661	180	49	49												
Ligeros	Mes	L	M	X	J	V	S	D	T							
	ENERO	41463	**	40030	**	41340	**	41226	**	42210	**	30756	**	25575	**	37372
	FEBRERO	39171	**	40217	**	42013	**	42780	**	41516	**	29068	**	23078	**	36835
	MARZO	42847	**	44124	**	42822	**	42635	*	44461	**	28999	**	23080	**	37820
	ABRIL	45969	**	49288	**	49835	**	51390	**	50867	**	34444	**	34292	**	44197
	MAYO	48012	**	43987	**	45001	**	51294	**	51909	**	34826	**	30033	**	43661
	JUNIO	48538		51928		52598		52212		52991		34532		29309		45076
	JULIO	47298		47140		47926		49839		47787		26994		22907		41998
	AGOSTO	32220		34158		30898		33681		29351		18972		15194		27142
	SEPTIEMBRE	44636		42181		47378		48412		49677		33551		27033		41438
	OCTUBRE	49756		50575		50869		52356		52392		37680		29850		46448
	NOVIEMBRE	49262		50161		51114		49774		52441		35283		29537		44504
	DICIEMBRE	41887		41046		49408		49101		50600		34927		28091		40240
	TOTAL	44308		44757		45911		47046		46716		31377		26793		40556
Pesados	Mes	L	M	X	J	V	S	D	T							
	ENERO	1025	**	993	**	1007	**	981	**	943	**	388	**	431	**	822
	FEBRERO	1048	**	1129	**	1069	**	989	**	995	**	374	**	285	**	841
	MARZO	1210	**	1288	**	1259	**	1104	*	1297	**	552	**	446	**	997
	ABRIL	1550	**	1625	**	1678	**	1694	**	1718	**	697	**	923	**	1372
	MAYO	1651	**	1463	**	1680	**	1700	**	1649	**	691	**	766	**	1371
	JUNIO	1421		1477		1442		1412		1539		641		497		1162
	JULIO	1255		1282		1250		1277		1364		597		466		1089
	AGOSTO	1038		1058		986		1048		941		533		477		848
	SEPTIEMBRE	1449		1465		1418		1482		1526		662		524		1203
	OCTUBRE	1536		1547		1593		1535		1504		648		498		1289
	NOVIEMBRE	1549		1546		1506		1487		1499		616		497		1197
	DICIEMBRE	1276		1213		1478		1474		1386		644		491		1063
	TOTAL	1338		1346		1357		1345		1352		586		535		1105
Total	Mes	L	M	X	J	V	S	D	T							
	ENERO	42488	**	41023	**	42347	**	42207	**	43153	**	31144	**	26006	**	38195
	FEBRERO	40219	**	41346	**	43082	**	43769	**	42511	**	29442	**	23363	**	37676
	MARZO	44057	**	45412	**	44081	**	43739	**	45758	**	29551	**	23526	**	38817
	ABRIL	47519	**	50913	**	51513	**	53084	**	52585	**	35141	**	35215	**	45569
	MAYO	49663	**	45450	**	46681	**	52994	**	53558	**	35517	**	30799	**	45032
	JUNIO	49959		53405		54040		53624		54530		35173		29806		46238
	JULIO	48553		48422		49176		51116		49151		27591		23373		43086
	AGOSTO	33258		35216		31884		34729		30292		19505		15671		27990
	SEPTIEMBRE	46085		43646		48796		49894		51203		34213		27557		42641
	OCTUBRE	51292		52122		52462		53891		53896		38328		30348		47737
	NOVIEMBRE	50811		51707		52620		51261		53940		35899		30034		45701
	DICIEMBRE	43163		42259		50886		50575		51986		35571		28582		41303
	TOTAL	45646		46104		47267		48391		48067		31963		27329		41661

* => Dato Estimado; Dato original eliminado ** => Dato Estimado; *** => Dato Estimado en Pesados; **** => Dato Estimado en una calzada;

Imagen 47. Intensidad de todos los días del año. Calzada 1. M-738-0. Mapa de Tráfico 2019.

GOBIERNO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE FOMENTO		SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS		DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS		INTENSIDADES HORARIAS MEDIAS EN LAS 24 HORAS DEL DIA MEDIO 2019																															
Estacion:		M-738-0		Tipo de Datos:		Validados Mensual																																	
Dia:		Jueves		Provincia:		MADRID		Tipo:		PERMANENTE		Población:		ALCOBENDAS																									
Carretera:		A-1		PK:		14,35		Núm. Calzadas:		1		Conv. Carriles:		3+0																									
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	1,03	0,49	0,21	0,14	0,12	0,31	1,83	6,46	6,06	6,08	5,37	5,26	5,66	6,04	6,21	6,15	6,15	7,52	8,91	7,75	5,31	3,61	1,95	1,38	6,518													
1	Pesados	0,80	0,80	0,40	0,40	0,40	0,60	2,60	6,80	6,20	6,20	6,20	5,80	6,40	6,60	6,40	6,40	5,60	6,20	5,60	5,60	4,40	3,60	3,80	2,20	500													
1	Total	1,01	0,51	0,23	0,16	0,14	0,33	1,88	6,48	6,07	6,08	5,43	5,30	5,71	6,08	6,23	6,17	6,11	7,42	8,68	7,59	5,24	3,61	2,08	1,44	7,018													
2	Ligeros	1,37	0,66	0,34	0,20	0,23	0,53	2,60	6,03	5,01	5,56	5,26	4,95	5,47	5,98	6,58	6,93	6,48	7,16	7,44	6,77	5,54	4,21	2,76	1,94	20,543													
2	Pesados	0,60	0,60	0,20	0,60	0,79	1,39	3,97	7,14	8,53	8,73	7,34	6,35	6,75	6,15	4,96	5,56	5,56	5,95	5,36	4,17	2,58	2,38	2,98	1,79	504													
2	Total	1,35	0,66	0,34	0,21	0,24	0,55	2,64	6,05	5,10	5,64	5,31	4,98	5,50	5,99	6,54	6,90	6,46	7,13	7,39	6,71	5,47	4,16	2,75	1,93	21,047													
3	Ligeros	1,10	0,49	0,24	0,15	0,14	0,32	1,87	5,85	7,34	6,24	4,55	4,27	4,88	5,49	6,84	7,57	6,74	7,95	7,75	6,65	5,42	3,93	2,58	1,64	19,281													
3	Pesados	0,32	0,00	0,00	0,00	0,32	0,97	3,23	4,84	12,90	9,68	6,77	6,45	6,77	5,81	5,48	6,45	5,48	7,10	6,45	4,19	2,26	1,94	1,61	0,97	310													
3	Total	1,09	0,48	0,23	0,14	0,14	0,33	1,89	5,83	7,43	6,29	4,58	4,30	4,91	5,49	6,82	7,55	6,72	7,94	7,73	6,62	5,37	3,90	2,56	1,63	19,591													
Todos	Ligeros	1,21	0,57	0,28	0,17	0,18	0,41	2,19	6,01	6,13	5,91	4,98	4,71	5,25	5,79	6,64	7,09	6,54	7,54	7,78	6,86	5,46	4,01	2,57	1,74	46,342													
Todos	Pesados	0,61	0,53	0,23	0,38	0,53	0,99	3,27	6,47	8,68	7,99	6,77	6,16	6,62	6,24	5,63	6,09	5,56	6,32	5,71	4,72	3,20	2,74	2,82	1,75	1,314													
Todos	Total	1,19	0,57	0,28	0,18	0,19	0,43	2,22	6,03	6,20	5,97	5,03	4,75	5,29	5,80	6,61	7,06	6,52	7,57	7,72	6,80	5,39	3,97	2,57	1,74	47,656													

Imagen 48. Porcentajes horarios de la calzada 1 (Ascendente dirección Burgos).

En este caso, la Intensidad Horaria a las 18:00 horas de un jueves de marzo es la siguiente:

$$IHPC1 = 0,0778 * 42.635 + 0,0571 * 1.104 = 3.380 \text{ veh/h}$$

El último paso para obtener el coeficiente de expansión a la hora 30 es relacionar el volumen horario obtenido para el jueves de marzo en hora punta con respecto a la Intensidad de la Hora 30 (IH30) de la calzada.

$$Coef PM = \frac{IH30_{C1}}{IHP_{C1}} = \frac{4.509}{3.380} = 1,33$$

Para la hora punta AM el procedimiento sería el mismo: conocer la relación existente en la estación M-838-0 entre la intensidad horaria de un viernes de marzo (día en que se realizaron los trabajos de campo en hora punta AM) respecto a la intensidad de la hora 30. Para ello, es necesario emplear los datos de distribución horaria del viernes en la estación M-838-0 (ver Imagen 49) así como su dato de la intensidad de un viernes de marzo (ver Imagen 48).

ESTACIONES. DATOS DEFINITIVOS TRAFICO		AÑO: 2019	
Estacion:	M-838-0	Via:	A-1
PK:	14,35	tipo:	Convencional
Provincia:	MADRID		

Calzada Única	IMD Definitivo	Num Días	Nº Días Validos	Nº Días Validos 84	Afin
Motos:	536	51	21	21	
Ligeros:	33.975	51	21	21	M-838-0
Pesados:	915	51	21	21	M-838-0
Total:	34.890	51	21	21	

Ligeros	Mes	L	M	X	J	V	S	D	T
ENERO	25532	38016	37744	39466	38330	29756	12207	31407	
FEBRERO	35027 **	37310 **	38825 **	37734 **	38753 **	26631 **	19390 **	33381	
MARZO	35558 **	34987 **	35524 **	39795 **	38957 **	24135 **	17944 **	31891	
ABRIL	35468 **	38526 **	38002 **	40479 **	40423 **	26346 **	25943 **	34191	
MAYO	37910 **	34888 **	35944 **	39831 **	40044 **	26362 **	22096 **	33880	
JUNIO	43211 **	43138 **	38958 **	44911 **	43113 **	30948 **	24497 **	37685	
JULIO	39973 **	40258 **	41515 **	41975 **	38712 **	24596 **	20839 **	35910	
AGOSTO	28563 **	29055 **	31595 **	30680 **	29439 **	17602 **	18072 **	25972	
SEPTIEMBRE	38738 **	39506 **	39897 **	40729 **	40328 **	24775 **	20367 **	34549	
OCTUBRE	39894 **	41395 **	40743 **	41366 **	41685 **	27563 **	22188 **	36692	
NOVIEMBRE	41717	42448	43740	43864	45162	32982	22273	38133	
DICIEMBRE	36887	35826	45481	43283	41769	28575	21176	34225	
TOTAL	36634	38027	38928	40333	39451	26651	20705	33975	

Pesados	Mes	L	M	X	J	V	S	D	T
ENERO	508	1354	1107	1200	1184	578	495	920	
FEBRERO	1116 **	1140 **	1151 **	1140 **	1110 **	491 **	423 **	939	
MARZO	1060 **	1073 **	1101 **	1198 **	1138 **	498 **	426 **	904	
ABRIL	1106 **	1210 **	1144 **	1253 **	1212 **	498 **	691 **	990	
MAYO	1163 **	1050 **	1286 **	1227 **	1238 **	515 **	606 **	1013	
JUNIO	1043 **	1030 **	947 **	1084 **	1052 **	436 **	302 **	810	
JULIO	902 **	912 **	901 **	925 **	872 **	403 **	298 **	760	
AGOSTO	694 **	712 **	736 **	734 **	708 **	361 **	370 **	603	
SEPTIEMBRE	1221 **	1207 **	1245 **	1235 **	1254 **	497 **	440 **	1002	
OCTUBRE	1292 **	1313 **	1261 **	1319 **	1259 **	541 **	475 **	1086	
NOVIEMBRE	1270	1315	1323	1256	1302	544	495	1035	
DICIEMBRE	976	1095	1342	1270	1217	546	468	922	
TOTAL	1031	1119	1122	1157	1119	489	465	915	

Total	Mes	L	M	X	J	V	S	D	T
ENERO	26040	39370	38851	40666	39514	30334	12702	32327	
FEBRERO	36143 **	38450 **	39976 **	38874 **	39863 **	27122 **	19813 **	34320	
MARZO	36618 **	36060 **	36625 **	40993 **	40095 **	24633 **	18370 **	32796	
ABRIL	36574 **	39736 **	39146 **	41732 **	41635 **	26844 **	26634 **	35181	
MAYO	39073 **	35938 **	37230 **	41058 **	41282 **	26877 **	22702 **	34893	
JUNIO	44254 **	44168 **	39905 **	45995 **	44165 **	31384 **	24799 **	38495	
JULIO	40875 **	41170 **	42416 **	42900 **	39584 **	24999 **	21137 **	36670	
AGOSTO	29257 **	29767 **	32331 **	31414 **	30147 **	17963 **	18442 **	26575	
SEPTIEMBRE	39959 **	40713 **	41142 **	41964 **	41582 **	25272 **	20807 **	35551	
OCTUBRE	41186 **	42708 **	42004 **	42685 **	42944 **	28104 **	22663 **	37778	
NOVIEMBRE	42987	43763	45063	45120	46464	33526	22768	39169	
DICIEMBRE	37863	36921	46823	44553	42986	29121	21644	35147	
TOTAL	37665	39146	40050	41490	40570	27140	21170	34890	

* => Dato Estimado; Dato original eliminado ** => Dato Estimado; *** => Dato Estimado en Pesados; **** => Dato Estimado en una calzada;

Imagen 49. Intensidad de todos los días del año. Calzada 2. M-838-0. Mapa de Tráfico 2019.

INTENSIDADES HORARIAS MEDIAS EN LAS 24 HORAS DEL DIA MEDIO 2019																										
Estacion:	M-838-0																									
Tipo de Datos:	Validados Mensual																									
Provincia:	MADRID																									
Tipo:	PERMANENTE																									
Población:	ALCOBENDAS																									
Carretera:	A-1																									
PK:	14,35																									
Núm. Calzadas:	1																									
Conv. Carriles:	0+4																									
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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,19	1,19	8,33	3,57	5,95	4,76	9,52	10,71	13,10	8,33	5,95	4,76	5,95	4,76	4,76	2,38	0,00		84
1	Pesados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,70	10,19	12,96	7,41	5,56	5,56	5,56	7,41	9,26	7,41	5,56	4,63	2,78	4,63	2,78	1,85	1,85	0,93	108
1	Total	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,60	6,25	10,94	5,73	5,73	5,21	7,29	8,85	10,94	7,81	5,73	4,69	4,17	4,69	3,65	3,13	2,08	0,52	192
2	Ligeros	0,27	0,15	0,10	0,05	0,05	0,10	0,54	2,60	7,23	4,80	4,58	5,43	6,72	12,22	13,73	7,91	6,30	6,57	5,92	5,28	4,38	3,46	1,27	0,37	4.108
2	Pesados	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,70	3,86	8,42	8,77	7,02	5,61	4,91	5,96	6,32	6,67	7,02	6,32	5,26	4,91	5,61	3,51	3,51	2,81	1,05	285
2	Total	0,27	0,16	0,11	0,07	0,07	0,14	0,75	2,98	7,33	4,94	4,64	5,39	6,67	11,84	13,27	7,85	6,31	6,49	5,85	5,30	4,33	3,46	1,37	0,41	4.393
3	Ligeros	0,61	0,34	0,22	0,16	0,19	0,42	2,06	7,66	7,58	6,46	4,93	5,80	6,45	7,45	7,14	5,90	5,74	6,09	6,42	6,15	5,39	3,96	1,82	1,06	16.646
3	Pesados	1,44	0,58	0,58	0,29	0,58	0,58	4,03	7,49	8,36	8,07	5,76	6,05	6,34	7,20	5,76	4,90	6,92	6,05	4,90	3,46	3,46	3,17	1,73	2,31	347
3	Total	0,63	0,35	0,22	0,16	0,19	0,42	2,10	7,66	7,60	6,49	4,95	5,80	6,45	7,44	7,11	5,88	5,77	6,08	6,39	6,10	5,36	3,94	1,82	1,08	16.993
4	Ligeros	0,61	0,34	0,21	0,15	0,17	0,41	2,06	7,67	7,59	6,46	4,93	5,80	6,46	7,46	7,14	5,90	5,74	6,09	6,42	6,15	5,39	3,96	1,82	1,05	18.298
4	Pesados	1,40	0,56	0,56	0,28	0,56	0,56	4,20	7,84	8,40	8,12	5,60	6,16	6,44	7,00	5,60	5,04	6,72	6,16	5,04	3,36	3,36	3,08	1,68	2,24	357
4	Total	0,63	0,34	0,21	0,15	0,18	0,41	2,10	7,67	7,61	6,49	4,94	5,81	6,46	7,45	7,11	5,89	5,76	6,09	6,40	6,09	5,36	3,95	1,82	1,08	18.655
Todos	Ligeros	0,57	0,32	0,20	0,14	0,17	0,38	1,90	7,12	7,55	6,28	4,90	5,76	6,49	7,96	7,85	6,12	5,80	6,14	6,37	6,06	5,29	3,91	1,76	0,98	39.136
Todos	Pesados	1,00	0,46	0,46	0,27	0,46	0,55	4,01	8,11	8,93	7,75	5,65	5,74	6,20	6,93	6,29	5,74	6,56	5,74	4,74	4,10	3,37	3,10	2,01	1,82	1.097
Todos	Total	0,59	0,32	0,21	0,14	0,17	0,39	1,96	7,15	7,59	6,32	4,92	5,76	6,48	7,93	7,80	6,11	5,82	6,12	6,32	6,00	5,23	3,89	1,77	1,00	40.233

Imagen 50. Porcentajes horarios de la calzada 2 (Descendente. Dirección Madrid).

En este caso, la Intensidad Horaria a las 7:00 horas de un viernes de marzo es la siguiente:

$$IHPC2 = 0,0712 * 38.957 + 0,0811 * 1.138 = 2.866 \text{ veh/h}$$

El último paso para obtener el coeficiente de expansión a la hora 30 es relacionar el volumen horario obtenido para el viernes de marzo en hora punta con respecto a la Intensidad de la Hora 30 (IH30) de la calzada.

$$Coef PM = \frac{IH30_{C2}}{IHP_{C2}} = \frac{3.898}{2.866} = 1,36$$

Por lo tanto, los coeficientes de expansión de la medición a la IH30 son igual a 1,36 para la punta AM y 1,33 para la punta PM.

8. AFECCIÓN A LA INFRAESTRUCTURA

8.1. Introducción

Con objeto de ofrecer un diagnóstico del **tráfico actual**, se realiza un análisis del conjunto de los aforos realizados, que permite identificar la distribución del tráfico en el ámbito de estudio. Así, se identifican los viales más saturados durante la hora punta, elemento de gran importancia para la optimización de los itinerarios de acceso, consiguiendo así una afección a la infraestructura mínima.

La hora punta de la movilidad generada se produce entre las 08:00 y las 09:00 de la mañana, coincidiendo con la hora punta de la red (determinada gracias a los trabajos de campo realizados y a los datos de las estaciones de aforo de la zona).

Por otro lado, es importante recordar que, siguiendo la normativa vigente para los estudios de tráfico, se ha determinado también el tráfico de la red de carreteras del entorno de estudio en el año horizonte (2043), fijado en 20 años desde el año de puesta en servicio.

A tal fin, al tráfico obtenido por medio de los aforos realizados, se le ha aplicado un **incremento anual acumulativo de 1,44%**, tal y como establece la Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento, y en la que se establece la tasa de crecimiento prevista en la red de carreteras nacional:

Tabla 18. Incrementos de Tráfico acumulativos para utilizar en Estudios de Tráfico.

Periodo	Incremento Anual Acumulativo (%)
2010 - 2012	1,08
2013 - 2016	1,12
2017 en adelante	1,44

De esta forma, tras aplicar el incremento acumulativo citado, las mediciones registradas se habrán trasladado a la media anual del año horizonte (2043), 20 años desde el año de puesta en servicio.

Por lo tanto, para valorar el impacto que los tráficos generados por el nuevo desarrollo tendrán sobre las condiciones de circulación, es necesario conocer su situación actual. Para ello, se calculan los niveles de servicio sobre las secciones de carretera donde los nuevos tráficos tendrán impacto.

Una vez analizada la situación actual del entorno, se incorporan en los cálculos los tráficos generados por el nuevo desarrollo, y se realizarán nuevamente los cálculos de niveles de servicio de las secciones vistas en el capítulo anterior, comparando ambos y determinando el impacto.

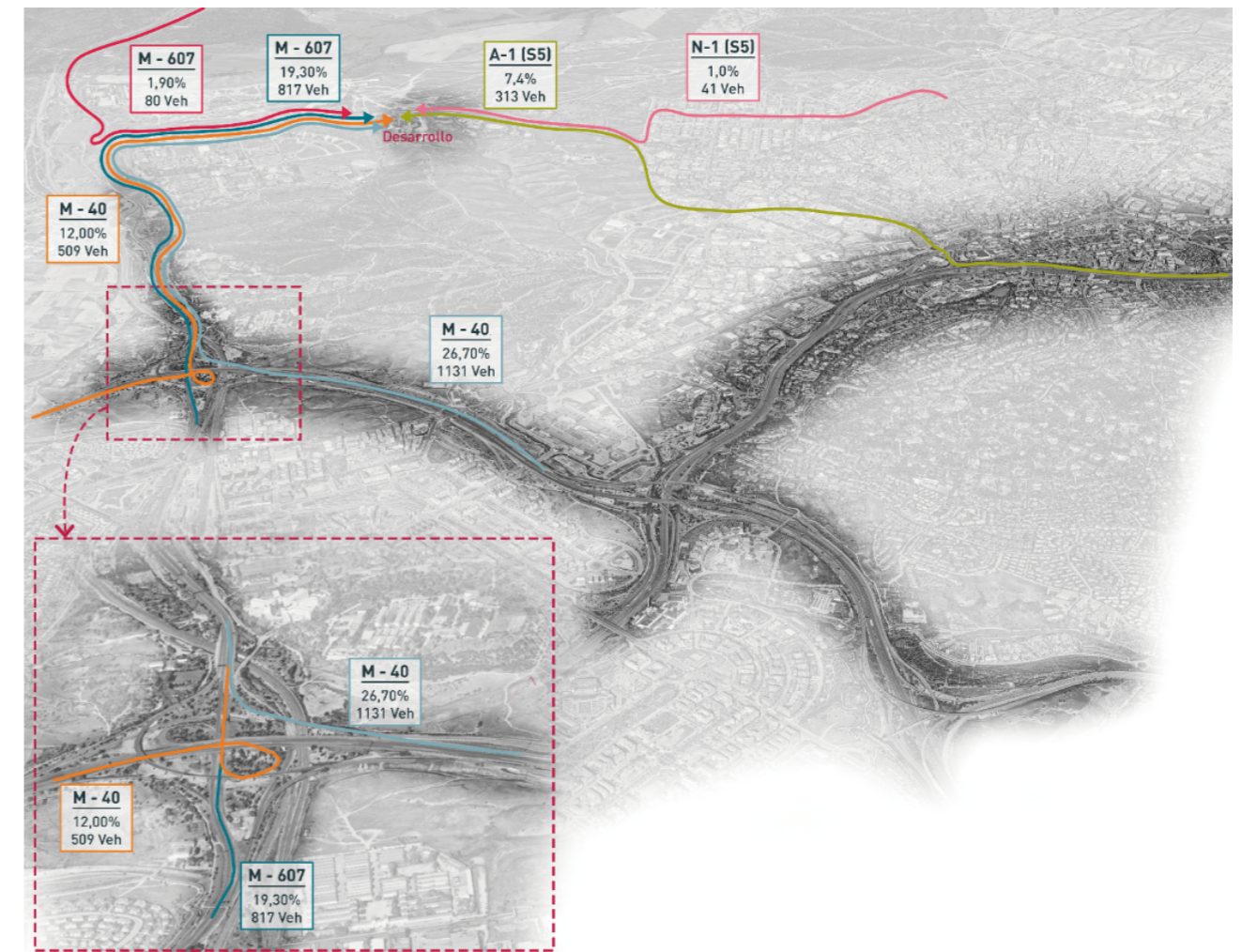


Imagen 51. Asignación de vehículos generados por S-5 sobre la autovía A-1 y M-40.

En la siguiente imagen, se muestran los distintos puntos de la autovía A-1 y de sus vías de servicio sobre los que se calculan los niveles de servicio, en el escenario actual y futuro. Más adelante, se analizará con detalle el impacto del nuevo tráfico sobre la M-40.



Imagen 52. Puntos en los que se han estudiado los Niveles de Servicio.

Por lo tanto, a modo de resumen, los puntos analizados en los que se ha determinado el impacto del tráfico generado por el desarrollo objeto de estudio, según su tipología, son los siguientes:

- **Glorieta** de enlace entre la Av. de Valdeparra y los ramales de acceso con la A-1.
- **Troncos:**
 - Tronco 1: Calzada Principal de la A-1. Ambos sentidos (norte y sur).
 - Tronco 2: Vía de Servicio de la A-1. En sentido norte.
 - Tronco 3: Vía de Servicio de la A-1. En sentido sur.
- **Tramos de trenzado:**
 - Trenzado 1: Tramo de trenzado entre la calzada principal de la A-1 y el carril que dota de continuidad al carril de convergencia de la glorieta de la Av. de Valdeparra en sentido norte hasta el carril de divergencia de la glorieta de enlace con la M-12.
 - Trenzado 2: Tramo de trenzado entre la calzada principal de la A-1 en sentido sur y el carril contiguo que conecta el ramal de convergencia de la glorieta de Valdeparra en sentido sur, con el enlace con la vía de servicio en sentido sur.
 - Trenzado 3. Tramo de trenzado entre la vía de servicio de la A-1 en sentido sur y el carril contiguo, que va desde la entrada a la A-1 del enlace del P.K. 14+200 (en sentido sur) hasta la salida de la autovía en el enlace del P.K. 13+000.
- **Carril de aceleración** en sentido norte. Ubicado en el acceso del P.K. 14+200.

8.2. Niveles de servicio en las glorietas

Como se ha expuesto anteriormente, a la hora del cálculo de la capacidad de una glorieta, más que el análisis de la capacidad global, conviene hablar de la capacidad de cada una de las entradas a la glorieta. El método de evaluación de glorietas del HCM, evalúa la capacidad de las glorietas, brazo por brazo teniendo en cuenta los patrones de flujo.

Tabla 19. Niveles de Servicio Glorietas.

Nivel de servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)
A	0-10
B	10-15
C	15-25
D	25-35
E	35-50
F	>50

Una vez hemos obtenido el valor de la demora media de cada uno de los brazos de acceso a la glorieta, estamos en condiciones de establecer el nivel de servicio de estos viales, en función del baremo establecido por el HCM.

8.2.1. Glorieta de enlace entre la Av. de Valdeparra y los accesos a la A-1

Esta glorieta conecta la Av. de Valdeparra (al norte) y la Av. de Bruselas (al sur) con los ramales de acceso en sentido norte y sur de la "Autovía del Norte" (A-1).

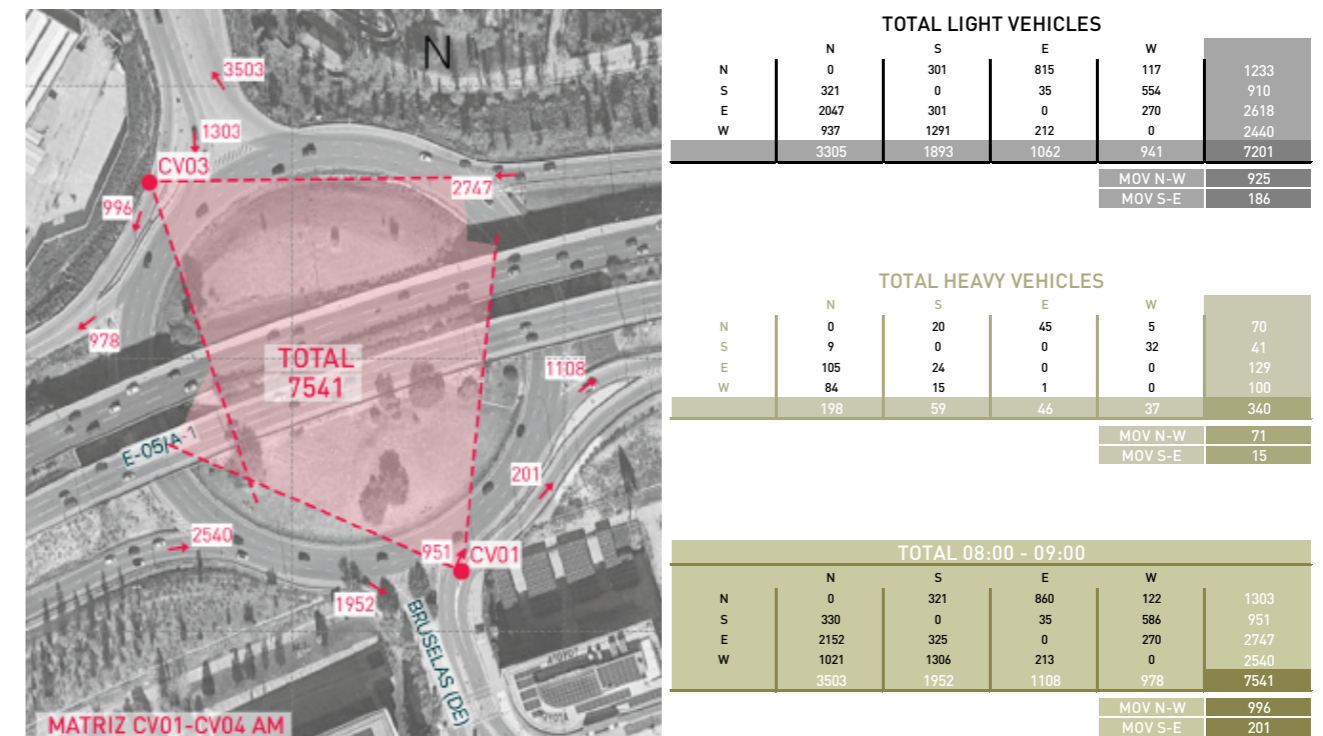


Imagen 53. Glorieta de enlace entre la Av. de Valdeparra y los accesos a la A-1.

En el escenario actual, se observa que los brazos norte (Av. de Valdelaparra) y sur (Av. de Bruselas) presentan ambos un nivel C, con tiempos de demora medios de 21,9 y 23,9 segundos respectivamente.

No obstante, se observan también algunas congestiones durante la hora punta en los brazos este y oeste (ramales de entrada a la glorieta desde ambos sentidos de la A-1). Dichas congestiones se traducen en niveles de servicio desfavorables en dichos brazos (nivel F), con largos tiempos de demora, superiores a los 50 segundos.

Es importante señalar que la incorporación del tráfico generado el sector S-5 "Comillas" no modifica las condiciones actuales de circulación, y mantiene los mismos niveles de servicio que en el escenario actual (niveles C en los brazos norte y sur y F en los brazos este y oeste).

Tabla 20. Niveles de Servicio en Glorieta Av. Valdelaparra / A-1 (2023).

Glorieta Av. Valdelaparra	2023		2023 + Desarrollo	
	Delay	LOS	Delay	LOS
N	21,9	C	21,9	C
S	23,9	C	23,9	C
E	> 50	F	> 50	F
O	> 50	F	> 50	F

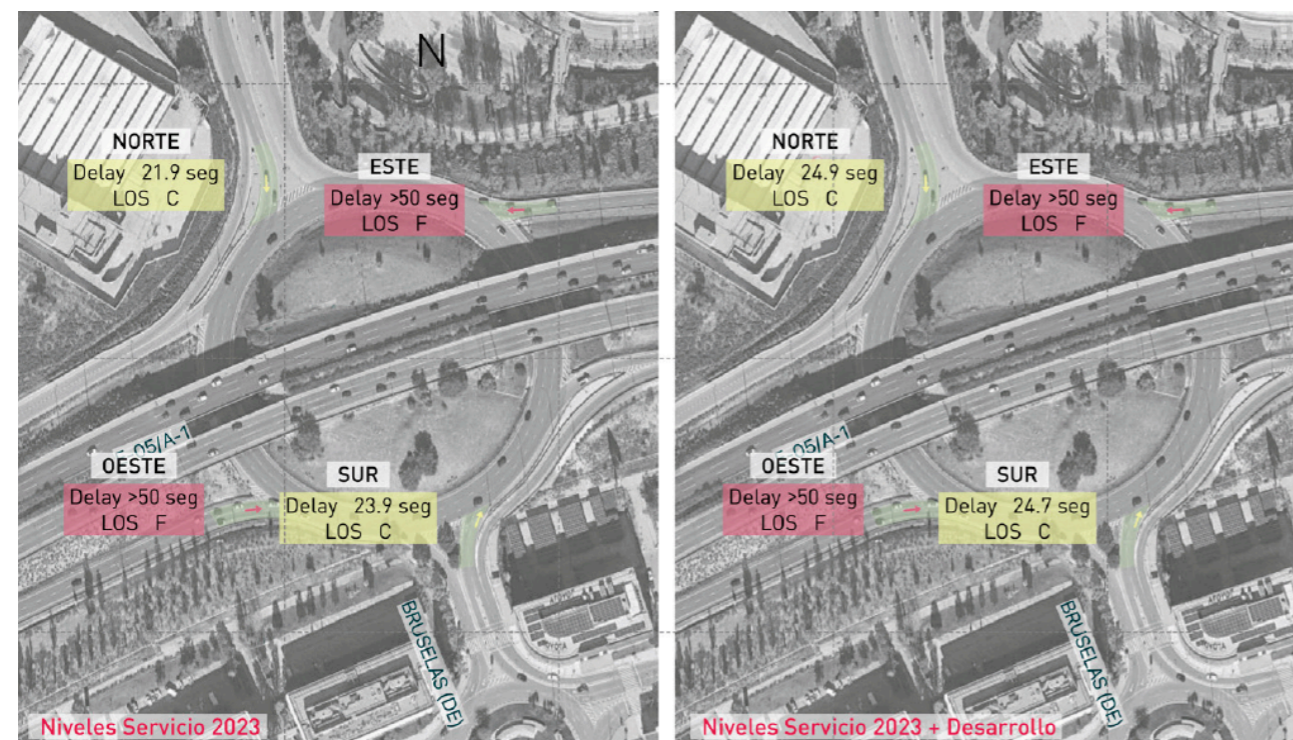


Imagen 54. LOS 2023 en la glorieta Av. Valdelaparra /enlace A-1.

En el año horizonte (2043), que considera el incremento del tráfico de la red de acuerdo a la normativa aplicable, se observa un empeoramiento de los niveles de servicio, donde los brazos este y oeste muestran un nivel de servicio F (que ya mostraban en el escenario actual) mientras que el brazo sur pasa de un nivel C (en el 2023) a un nivel E (en el 2043) con un tiempo de demora de 36,9 segundos.

Por otro lado, el brazo norte, que en el año 2023 también tenía un nivel de servicio C (con 23,9 segundos de tiempos de demora medio), en el año 2043 adquiere un nivel de servicio F, con más de 50 segundos de tiempo de demora.

Tabla 21. Niveles de Servicio en Glorieta Av. Valdelaparra / A-1 (2043).

Glorieta Av. Valdelaparra	2043		2043 + Desarrollo	
	Delay	LOS	Delay	LOS
N	> 50	F	> 50	F
S	36,9	E	36,9	E
E	> 50	F	> 50	F
O	> 50	F	> 50	F

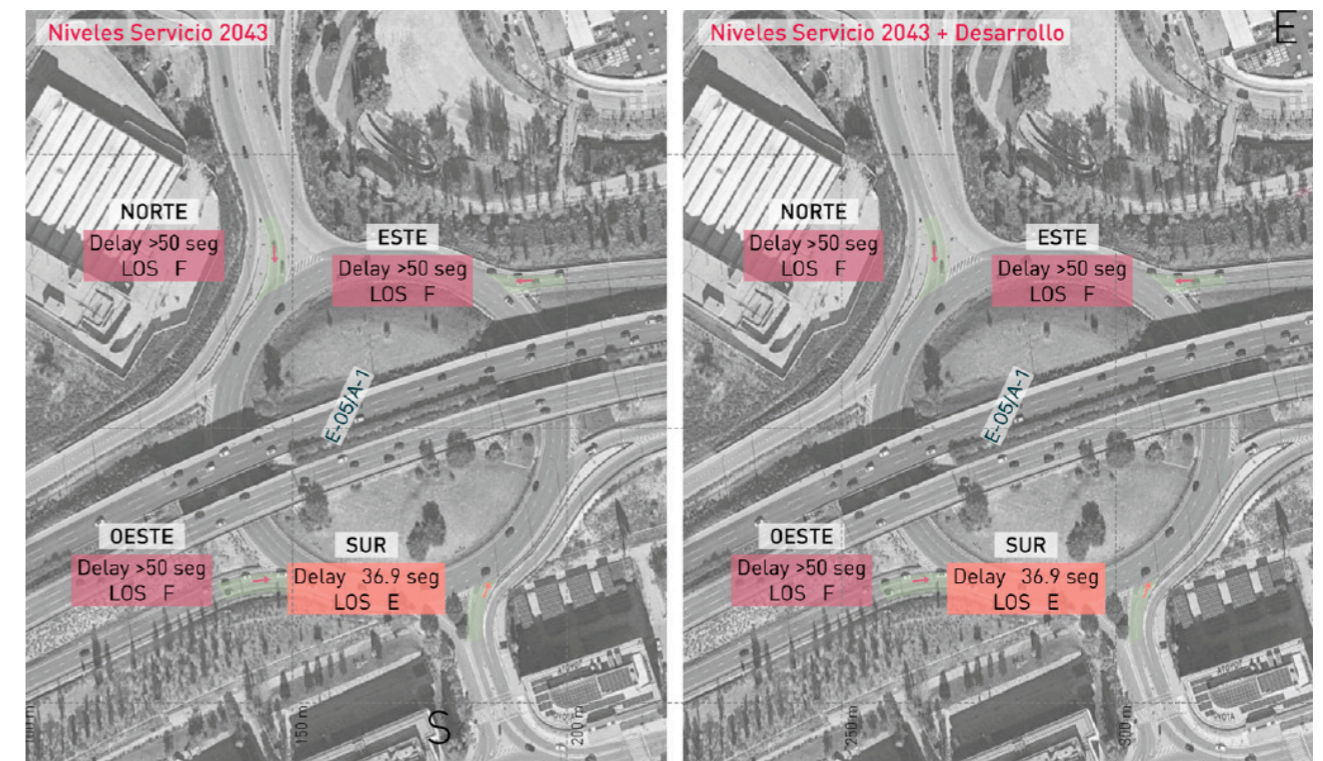


Imagen 55. LOS 2043 en la glorieta Av. Valdelaparra /enlace A-1.

8.3. Niveles de servicio en troncos, trenzados y ramales de aceleración/deceleración

Como se ha expuesto anteriormente en este informe, para calcular los niveles de servicio en los **segmentos de autovía**, el HCM utiliza el parámetro de la densidad, definiendo 6 niveles según la densidad del tráfico en el segmento analizado.

Nivel de servicio	Densidad (veh/km/carril)
A	≤ 7
B	7-11
C	11-16
D	16-22
E	22-28
F	> 28 (demanda > capacidad)

Los tramos de **trenzado** pueden ser definidos como "el cruce de dos o más corrientes de tránsito que circulan en el mismo sentido a lo largo de una longitud significativa de camino, sin la asistencia o ayuda de elementos de control de tránsito (con excepción de las señales de orientación).

En estas secciones de confluencia se realizan maniobras de cambios de carril para que los conductores accedan al ramal de salida adecuado, lo que supone una condición que define el funcionamiento del mismo y, por consiguiente, al nivel de servicio de dicho tramo.

Teniendo en cuenta los parámetros geométricos del tramo de trenzado, el HCM analiza el nivel de servicio de los mismos en función de la densidad del tráfico, clasificándose de igual manera en 6 niveles de servicio en función de la misma.

Nivel de servicio	Densidad (veh/km/carril)
A	≤ 6
B	6-12
C	12-17
D	17-22
E	> 22
F	demanda excede la capacidad

Para los **ramales** desde una autovía o autopista se definen seis niveles de servicio, en función de la densidad del tráfico de la zona de conflicto, para los cuales se dispone de procedimientos de análisis propuestos en el HCM. Con dicho procedimiento descrito en el HCM se obtiene una medida cualitativa que caracteriza las condiciones de explotación en función de la densidad del tráfico de la zona de conflicto.

Nivel de servicio	Densidad (veh/km/carril)
A	≤ 6
B	6-12
C	12-17
D	17-22
E	> 22
F	demanda > capacidad

En el presente informe, se estudian los niveles de servicio de los elementos citados (segmentos de autovía, trenzados o ramales de convergencia/divergencia) en los siguientes puntos:

- **Troncos:**
 - Tronco 1: Calzada Principal de la A-1. Ambos sentidos (norte y sur).
 - Tronco 2: Vía de Servicio de la A-1. En sentido norte.
 - Tronco 3: Vía de Servicio de la A-1. En sentido sur.
- **Tramos de trenzado:**
 - Trenzado 1: Tramo de trenzado entre la calzada principal de la A-1 y el carril que dota de continuidad al carril de convergencia de la glorieta de la Av. de Valdelaparra en sentido norte hasta el carril de divergencia de la glorieta de enlace con la M-12.
 - Trenzado 2: Tramo de trenzado entre la calzada principal de la A-1 en sentido sur y el carril contiguo que conecta el ramal de convergencia de la glorieta de Valdelaparra en sentido sur, con el enlace con la vía de servicio en sentido sur.
 - Trenzado 3. Tramo de trenzado entre la vía de servicio de la A-1 en sentido sur y el carril contiguo, que va desde la entrada a la A-1 del enlace del P.K. 14+200 (en sentido sur) hasta la salida de la autovía en el enlace del P.K. 13+000.
- **Carril de aceleración** en sentido norte. Ubicado en el acceso del P.K. 14+200.

Al igual que con el análisis de la glorieta anterior se estudiarán 4 escenarios distintos, que permitirán determinar el impacto del desarrollo estudiado:

- Año 2023. Considerando exclusivamente el tráfico de la red.
- Año 2023 + Desarrollo. Incorporando el tráfico generado por el S-5 al de la red.
- Año 2043. Considerando un incremento del tráfico de la red para el año horizonte.
- Año 2043 + Desarrollo. Se incorpora la movilidad generada por S-5 al tráfico de 2043.

Tras analizar los niveles de servicio en estos puntos, se han detectado algunos elementos con niveles de servicio desfavorables.

Entre los trenzados analizados, el trenzado 1 (en sentido norte), muestra unos niveles de servicio favorables (nivel C), con una densidad de 14,5 pc/km/carril, no obstante, los trenzados analizados en el sentido sur muestran niveles de servicio más desfavorables. El trenzado 2, tiene un nivel de servicio E (con una densidad de 23,1 pc/km/carril), mientras que el trenzado 3 (que se ubica entre los enlaces del P.K. 14+200 y del P.K. 13+000), presenta un nivel de servicio F.

En lo que respecta a los troncos analizados, todos ellos reflejan un tráfico estable, con niveles de servicio que se mueven entre los niveles C y D. Los troncos que obtienen un nivel de servicio C son aquellos que van en dirección norte (tanto en la calzada principal de la A-1 como en la vía de servicio, que se encuentra a la derecha de la calzada. Por otro lado, los dos troncos analizados en sentido sur (en la calzada principal de la A-1 y en la vía de servicio a su izquierda), son aquellos que adquieren un nivel de servicio D durante la hora punta de la mañana.

Por último, se ha analizado el carril de aceleración que conecta con el sentido norte de la A-1. En el año 2023, se obtiene un nivel de servicio favorable (nivel B, con una densidad de 10,9 pc/km/carril), que significa un flujo de tráfico fluido, que permite la incorporación en condiciones de seguridad.

Tras incorporar los vehículos generados por el sector S-5 al tráfico actual, aunque se producen ligeros incrementos en la densidad de las vías analizadas, todos los niveles de servicio se mantienen entre ambos escenarios, a excepción del tronco 1B (en sentido sur), que pasa de un nivel D a un nivel E. En este punto, el escenario actual (2023), ya muestra una densidad (21,4 pc/km/carril) muy cercana al límite con el siguiente nivel (22 pc/km/carril), por lo que se trata de una sección muy sensible a cualquier incremento en la demanda, es por ello por lo que, pese a que se trata de un pequeño incremento en la densidad, se produce un cambio en el nivel de servicio. Se realizó un ejercicio de estrés en esta sección, en el que se incrementó el aumento de la demanda progresivamente hasta ver cuando esta sección pasaba a un nivel E. Tan solo con añadir 60 vehículos más al tronco de la A-1 en dirección sur (respecto al escenario base de 2023), ya se adquiere un nivel de servicio E, por lo que se determina que esta sección es muy sensible en el escenario actual.

Tabla 25. Niveles de Servicio en el escenario actual (2023).

	2023		2023 + Desarrollo	
	Density	LOS	Density	LOS
Trenzado 1 (S. Norte)	14,5	C	15,5	C
Trenzado 2 (S. Sur)	23,1	E	23,1	E
Trenzado 3 (S. Sur)	Demanda > Capacidad	F	Demanda > Capacidad	F
Tronco 1A. A-1 (S. Norte)	12,7	C	12,7	C
Tronco 1B. A-1 (S. Sur)	21,4	D	23,7	E
Tronco 2. Vía de Servicio (S. Norte)	11,5	C	11,5	C
Tronco 3. Vía de Servicio (S. Sur)	18	D	18	D
Carril Aceleración (S. Norte)	10,9	B	10,9	B

En el año horizonte, que considera el incremento vegetativo del tráfico desde el año 2023 hasta el año 2043, los niveles de servicio empeoran, alterando los niveles de servicio en todos los elementos estudiados.

Los tres trenzados estudiados, adquieren niveles de servicio desfavorables en el 2043, donde la demanda de tráfico que circula por los mismos es superior a la capacidad de estos elementos (nivel F en los trenzados estudiados). De cualquier forma, cabe destacar que el trenzado 3 (en sentido sur, sobre la vía de servicio de la A-1), ya adquiriría un nivel de servicio F en el 2023. Algo similar sucede con el trenzado 2, que en el año 2023 muestra un nivel E, que con el aumento del tráfico de la red asciende hasta un F. Sin embargo, el trenzado 1 (en sentido norte de la calzada principal de la A-1, pasa de un nivel C en el 2023 a un nivel F en el 2043.

En lo que respecta a los troncos analizados, los más afectados por el incremento del tráfico son aquellos que van en dirección sur, ya que la calzada principal de la A-1 (en sentido sur) pasa de un nivel D en el 2023 a un nivel F en 2043, mientras que la vía de servicio (también en sentido sur) pasa de un nivel D en 2023 a un nivel E en 2043.

No obstante, el sentido norte de la A-1, conserva valores de densidad estables, y en el segmento analizado de la calzada principal tiene un nivel de servicio D en el 2043 (que era un C en el 2023) y en la vía de servicio en sentido norte un nivel C en 2043, conservando el mismo nivel que presentaba en el año 2023.

Por último, el carril de aceleración estudiado, pese a pasar de un nivel B (en 2023) a un nivel C (en 2043), mantiene un nivel de servicio estable.

De cualquier forma, la incorporación de la movilidad generada por el desarrollo no afecta a los niveles de servicio de los elementos estudiados, que mantienen los mismos niveles de servicio que en el escenario base (2043 sin desarrollo).

Tabla 26. Niveles de Servicio en el año horizonte (2043).

	2043		2043 + Desarrollo	
	Density	LOS	Density	LOS
Trenzado 1 (S. Norte)	Demanda > Capacidad	F	Demanda > Capacidad	F
Trenzado 2 (S. Sur)	Demanda > Capacidad	F	Demanda > Capacidad	F
Trenzado 3 (S. Sur)	Demanda > Capacidad	F	Demanda > Capacidad	F
Tronco 1A. A-1 (S. Norte)	18,9	D	18,9	D
Tronco 1B. A-1 (S. Sur)	Demanda > Capacidad	F	Demanda > Capacidad	F
Tronco 2. Vía de Servicio (S. Norte)	15,3	C	15,3	C
Tronco 3. Vía de Servicio (S. Sur)	23,9	E	23,9	E
Carril Aceleración (S. Norte)	13,6	C	13,6	C

A continuación, se muestran, de manera esquemática, los niveles de servicio de los elementos analizados sobre la "Autovía del Norte" (A-1).

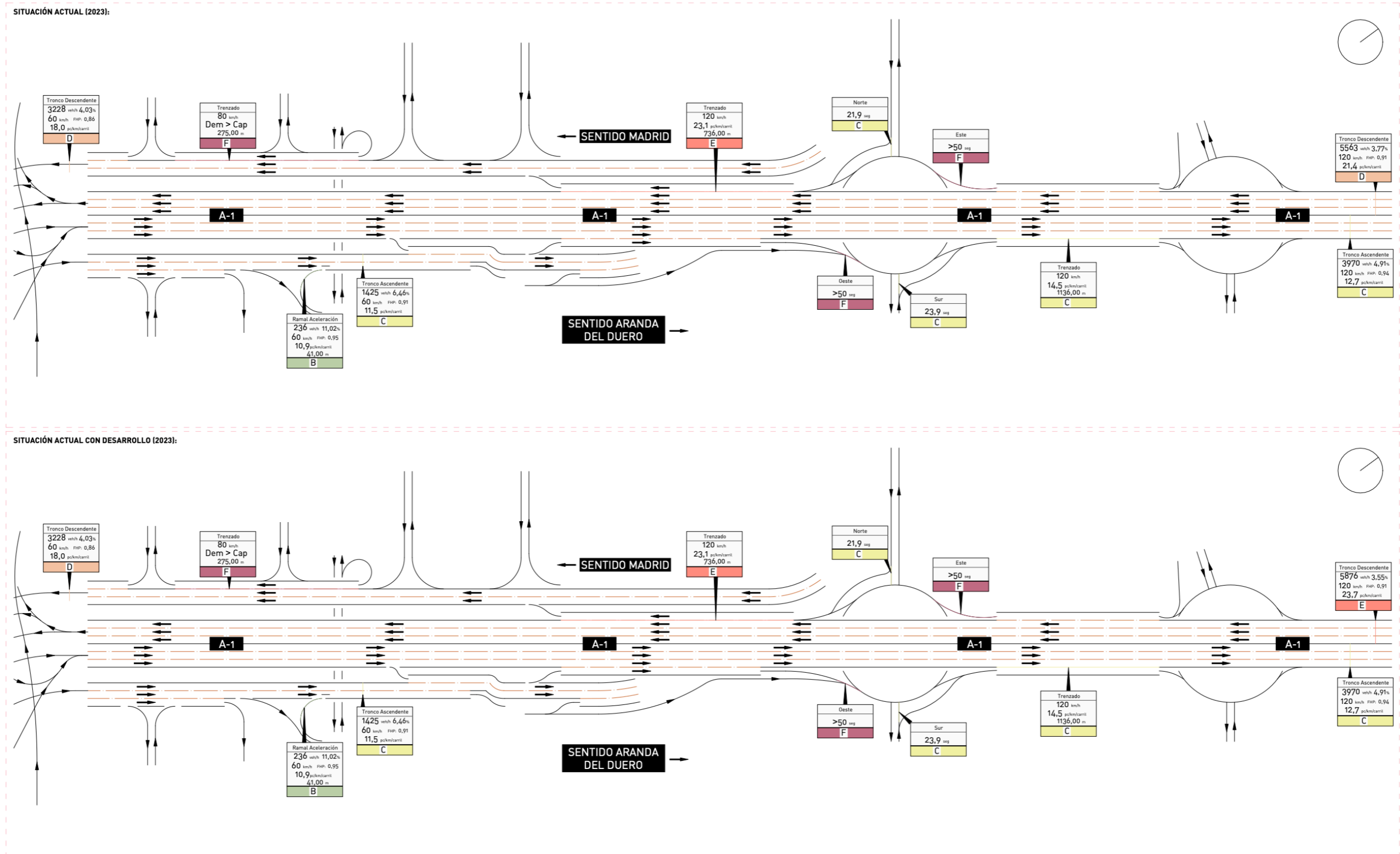


Imagen 56. Niveles de servicio en los elementos afectados de la A-1. Escenario actual (2023).

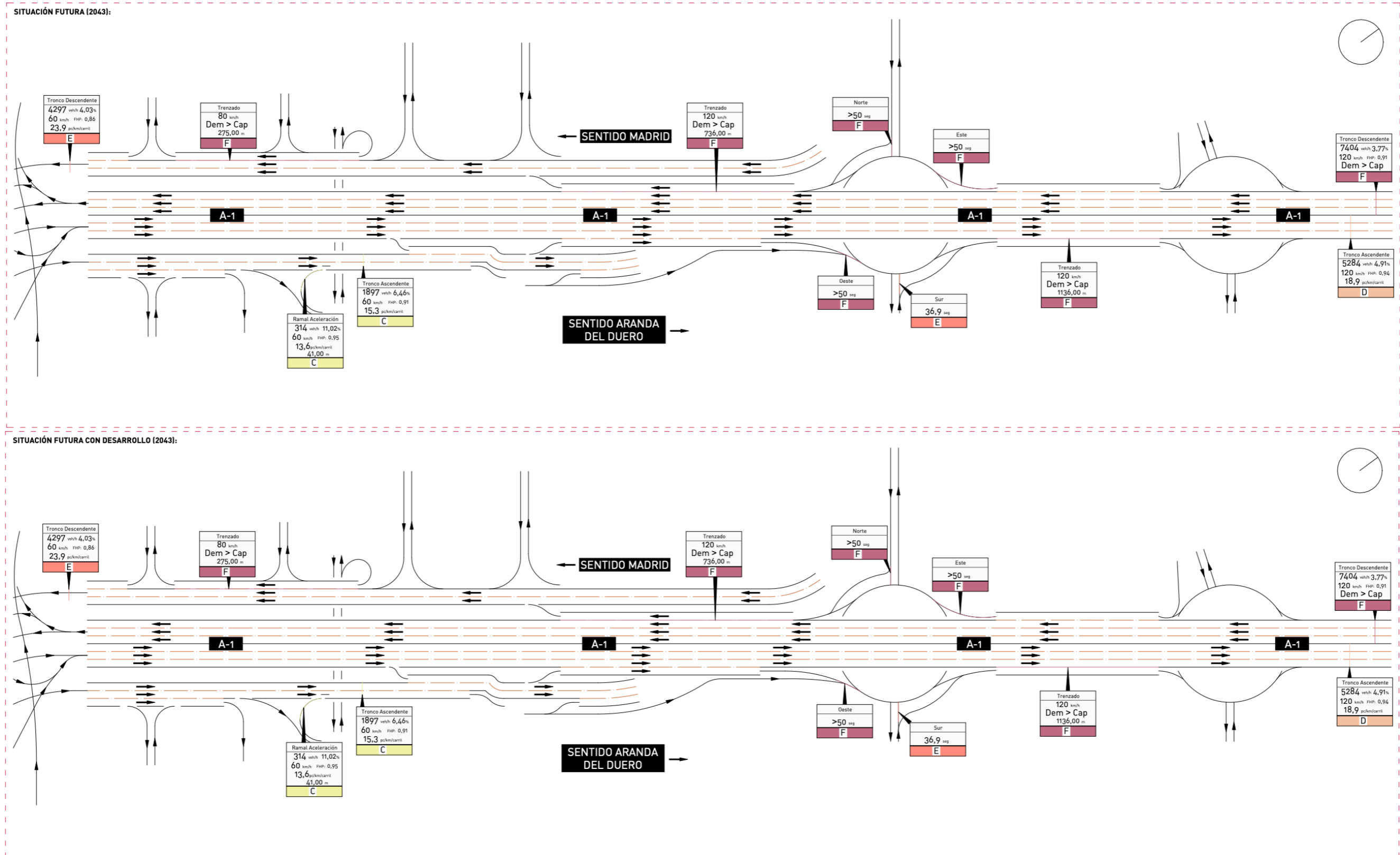


Imagen 57. Niveles de servicio en los elementos afectados de la A-1. Año horizonte (2043).

8.3.1. Afección a la M-40

En cuanto a los niveles de servicio calculados en la M-40, en la siguiente imagen se muestran los distintos puntos de estudio de la M-40 y del enlace con la M-607 sobre los que se calculan los niveles de servicio, en el escenario actual y futuro. En este caso los niveles de servicio se han analizado para los mismos escenarios que la A-1. Para los niveles de servicio 1,2,3 y 4 se ha analizado durante la hora pico de la mañana (8:00-9:00) y para los niveles de servicio 5,6 y 7 durante la hora pico de la tarde (18:00-19:00).

Por lo tanto, a modo de resumen, los puntos analizados de la A-40 en los que se ha determinado el impacto del tráfico generado por el desarrollo objeto de estudio, según su tipología, son los siguientes:

- **Carril de aceleración:**
 - Sentido norte de la M-607 (LOS 3).
- **Carril de deceleración:**
 - Sentido este de la M-40 previo al enlace (LOS 2).
- **Tronco:**
 - Tronco ascendente (LOS 1): Sentido este de la M-40.

A la vista de los datos de generación de vehículos asociados a cada uno de los ramales del enlace de la M-40, se puede afirmar que la afección en términos absolutos es limitada.

Para comprobar en términos cuantitativos la afección del desarrollo sobre el enlace, a continuación, se calculan los niveles de servicio en todas las secciones del mismo en las cuales se prevé que circulen los vehículos generados por el desarrollo.

Como se puede ver a continuación, no existe salto de nivel de servicio en ninguna de las secciones del enlace. Simplemente, se producen ligeros incrementos en los valores de densidad que determinan posteriormente el nivel de servicio, pero, en ningún caso, dichos incrementos son suficientes para que exista un salto de nivel de servicio. Por lo tanto, se puede concluir que la afección del desarrollo de Comillas sobre el enlace de la M-40 no es significativa.

8.3.2. LOS 1: Tronco ascendente. Sentido este de la M-40.

Este apartado analiza el tronco de la M-40 en sentido ascendente. Como se puede observar en la siguiente tabla, los niveles de servicio durante el 2023 serán de tipo D en este tramo durante la hora pico de la tarde. Teniendo en cuenta la generación del desarrollo aumenta ligeramente el valor de la densidad, pero el nivel de servicio sigue siendo de tipo D. Durante el año horizonte, se prevé que el nivel de servicio sea de tipo E en este tramo, tanto sin desarrollo como con desarrollo.

Tabla 27. Niveles de Servicio en el tronco sentido este (2023 y 2043).

	2023		2043	
	Sin desarrollo	Con desarrollo	Sin desarrollo	Con desarrollo
IHP (veh/h)	5678	6367	7558	8247
%P	0,02	0,02	0,02	0,02
FHP	0,91	0,91	0,91	0,91
LOS	D=16,4	D=18,6	E=23,9	E=27,6

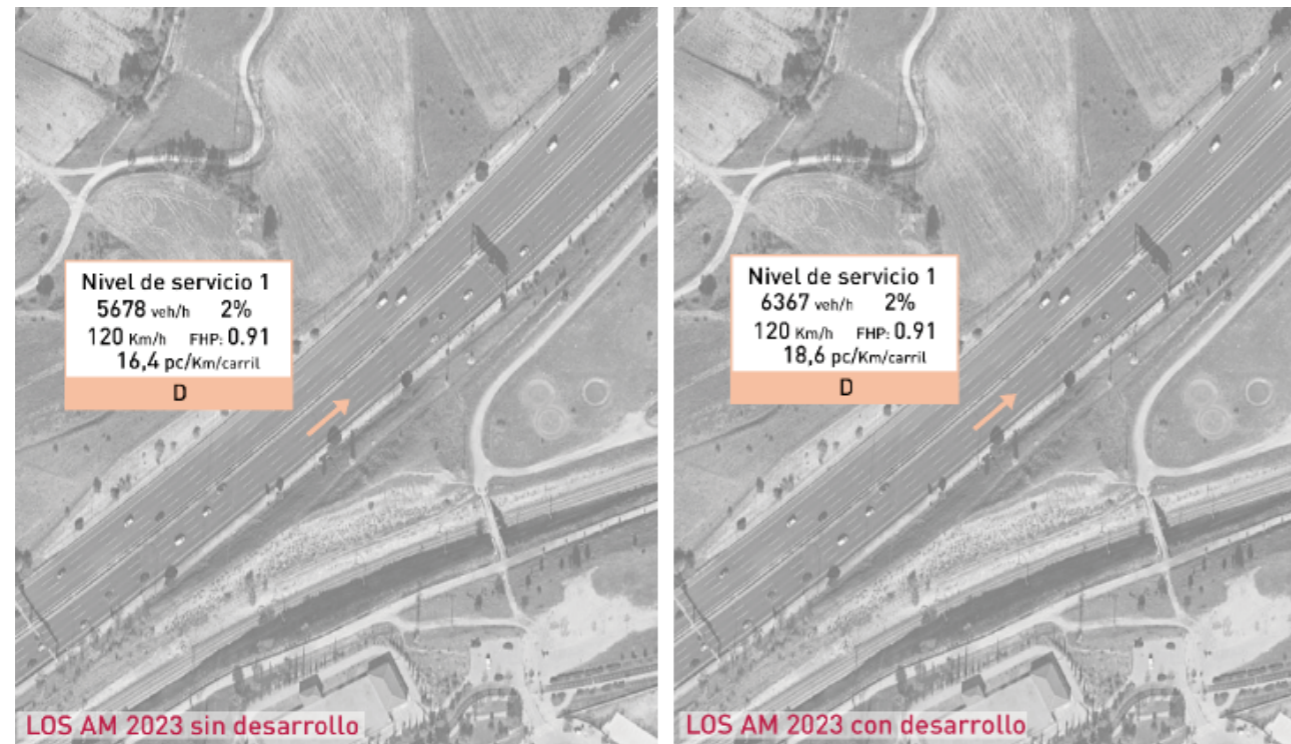


Imagen 58. Niveles de servicio M-40 sentido este (2023) sin desarrollo y con desarrollo.

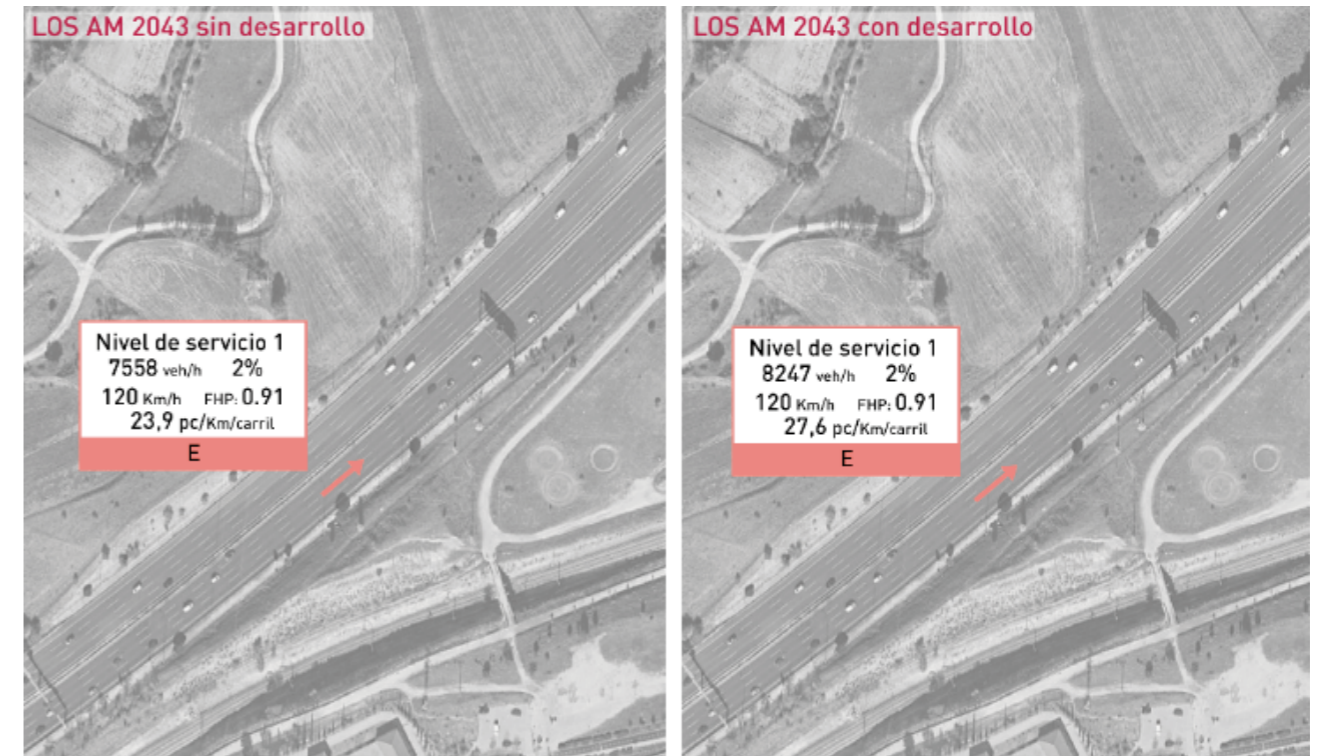


Imagen 59. Niveles de servicio M-40 sentido este (2043) sin desarrollo y con desarrollo.

8.3.3. LOS 2: Carril de deceleración. Sentido este de la M-40 previo al enlace

Este apartado analiza el enlace de acceso desde la M-40 en sentido este a la M-607. Considerando los dos carriles del carril de deceleración estudiado.

Como se puede observar en la siguiente tabla, los niveles de servicio durante el 2023 serán de tipo C en este carril de deceleración durante la hora pico de la tarde. Actualmente, 1399 veh/hora se desvían por los dos carriles del ramal de salida durante la hora pico de la tarde.

Teniendo en cuenta la generación del desarrollo, aumenta ligeramente el valor de la densidad, pero el nivel de servicio sigue siendo de tipo C.

	2023		2023 con desarrollo	
	Tronco	Carril de deceleración	Tronco	Carril de deceleración
IHP (veh/h)	5678	1399	6187	1908
%P	2%	1%	2%	1%
FHP	0,91	0,97	0,91	0,97
LOS	C=13,7		C=16,6	

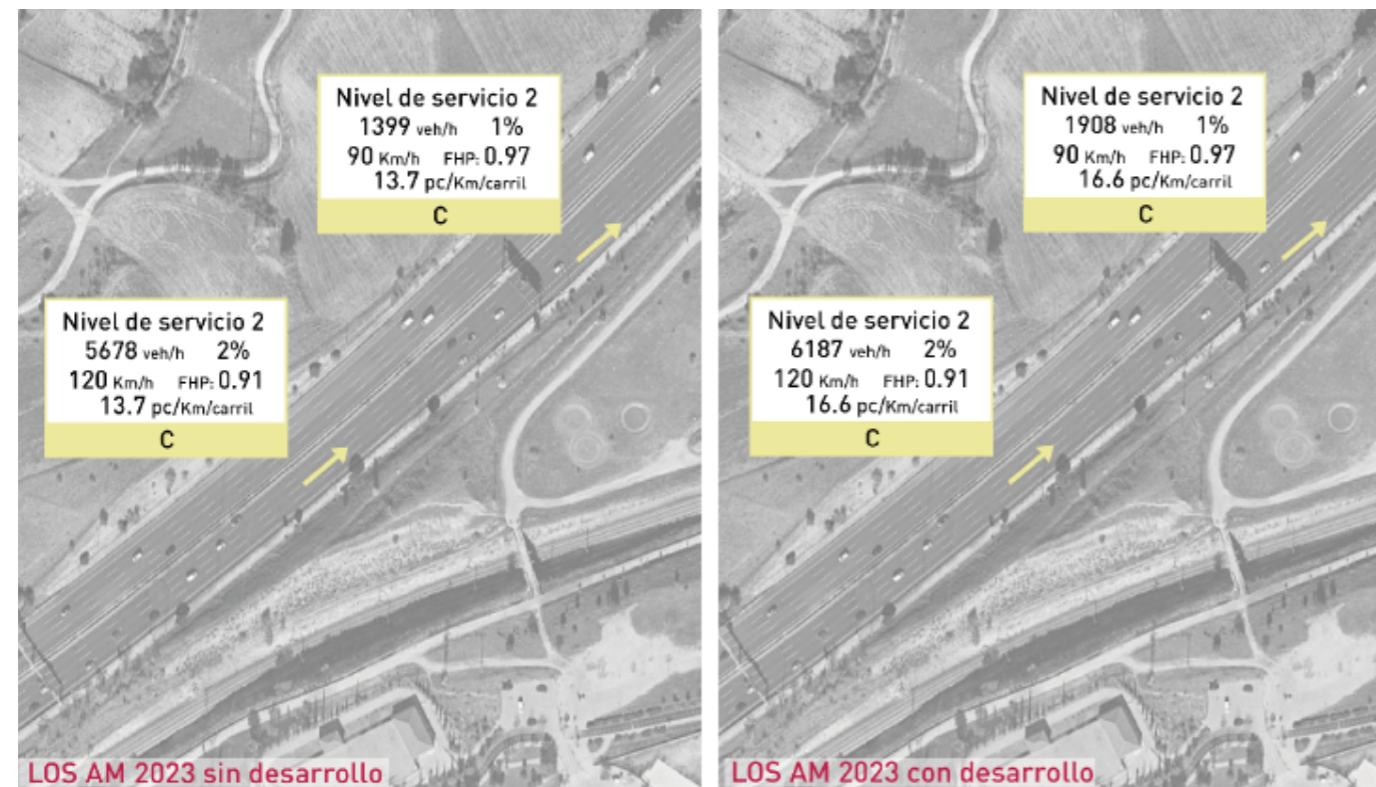


Imagen 60. Niveles de servicio M-40 carril de deceleración sentido este (2023) sin desarrollo y con desarrollo

Durante el año horizonte, se prevé que el nivel de servicio sea de tipo D en este tramo. Al igual que en el caso anterior, cuando incluimos la generación del desarrollo los valores de densidad aumentan ligeramente, el nivel de servicio sigue siendo de tipo D.

	2043		2043 con desarrollo	
	Tronco	Carril de deceleración	Tronco	Carril de deceleración
IHP (veh/h)	7558	1862	8161	2385
%P	2%	1%	2%	1%
FHP	0,91	0,97	0,91	0,97
LOS	D=20,0		F	

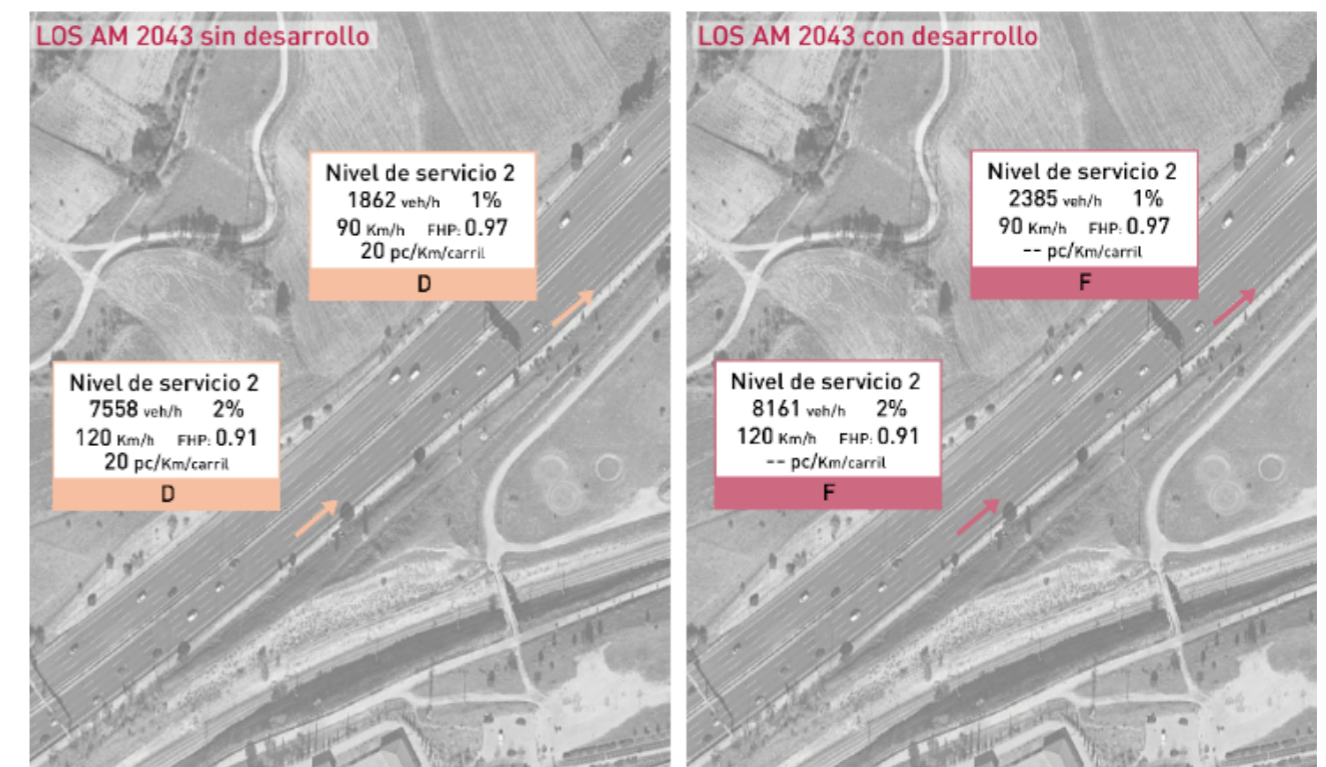


Imagen 61. Niveles de servicio M-40 carril de deceleración (2043) sin desarrollo y con desarrollo

8.3.4. LOS 3: Carril de aceleración. Sentido norte de la M-607.

Este apartado analiza el ramal de acceso a la M-607 en sentido norte. Como se puede observar en la siguiente tabla, los niveles de servicio durante el 2023 serán de tipo C en este carril de aceleración durante la hora pico de la tarde. Son 495 vehículos por hora los que circulan por los dos carriles de incorporación durante la hora pico de la tarde actualmente.

Teniendo en cuenta la generación del desarrollo, aumentaran los vehículos que circulen por el tronco, y por lo tanto aumenta ligeramente el valor de la densidad. El nivel de servicio sigue siendo de tipo C.

	2023		2023 con desarrollo	
	Tronco	Carril de aceleración	Tronco	Carril de aceleración
IHP (veh/h)	2007	495	3138	495
%P	1%	1%	1%	1%
FHP	0,97	0,81	0,97	0,81
LOS	C=13,2		D=18,2	

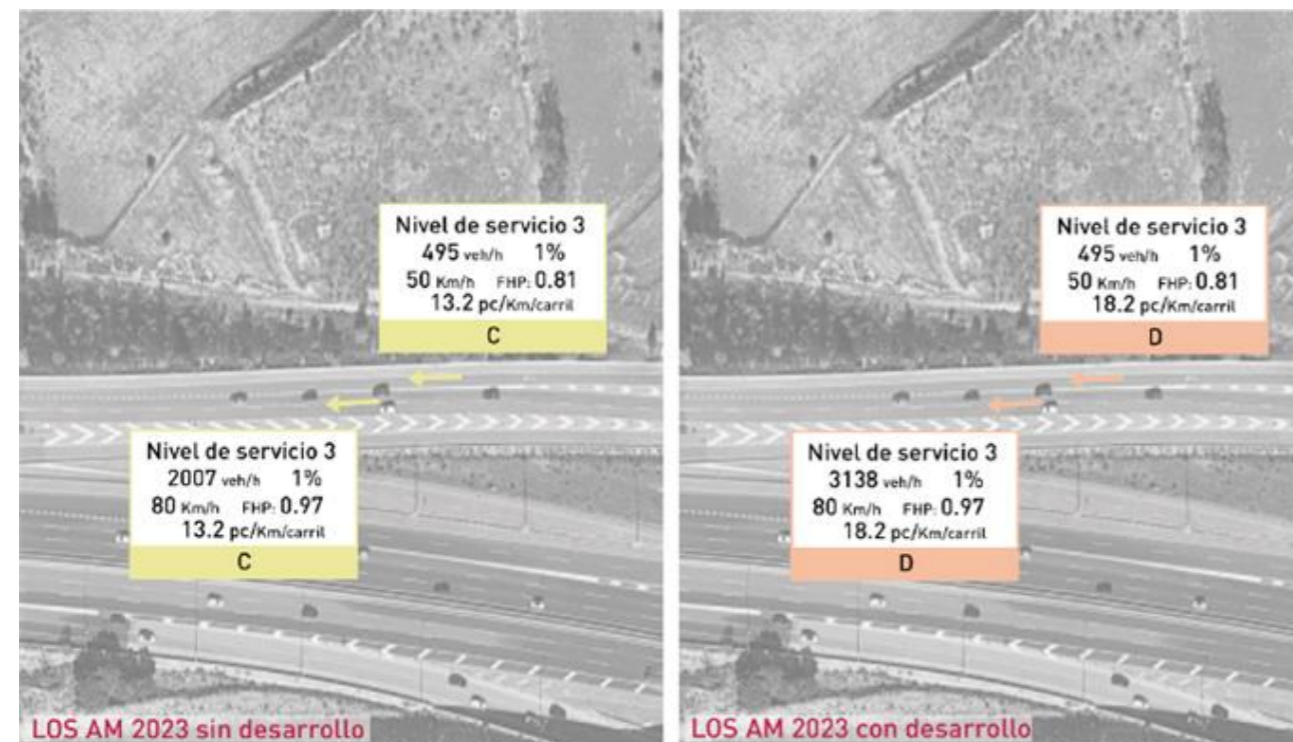


Imagen 62. Niveles de servicio M-40 carril de aceleración acceso M-607 (2023) sin desarrollo y con desarrollo

Durante el año horizonte, se prevé que el nivel de servicio sea de tipo D en este tramo. Al igual que en los casos anteriores, cuando incluimos la generación del desarrollo, los valores de densidad aumentan ligeramente pero el nivel de servicio sigue siendo del mismo tipo (Tipo D).

	2043		2043 con desarrollo	
	Tronco	Carril de aceleración	Tronco	Carril de aceleración
IHP (veh/h)	2671	659	3802	659
%P	1%	1%	1%	1%
FHP	0,97	0,81	0,97	0,81
LOS	D=17,5		D=19,4	

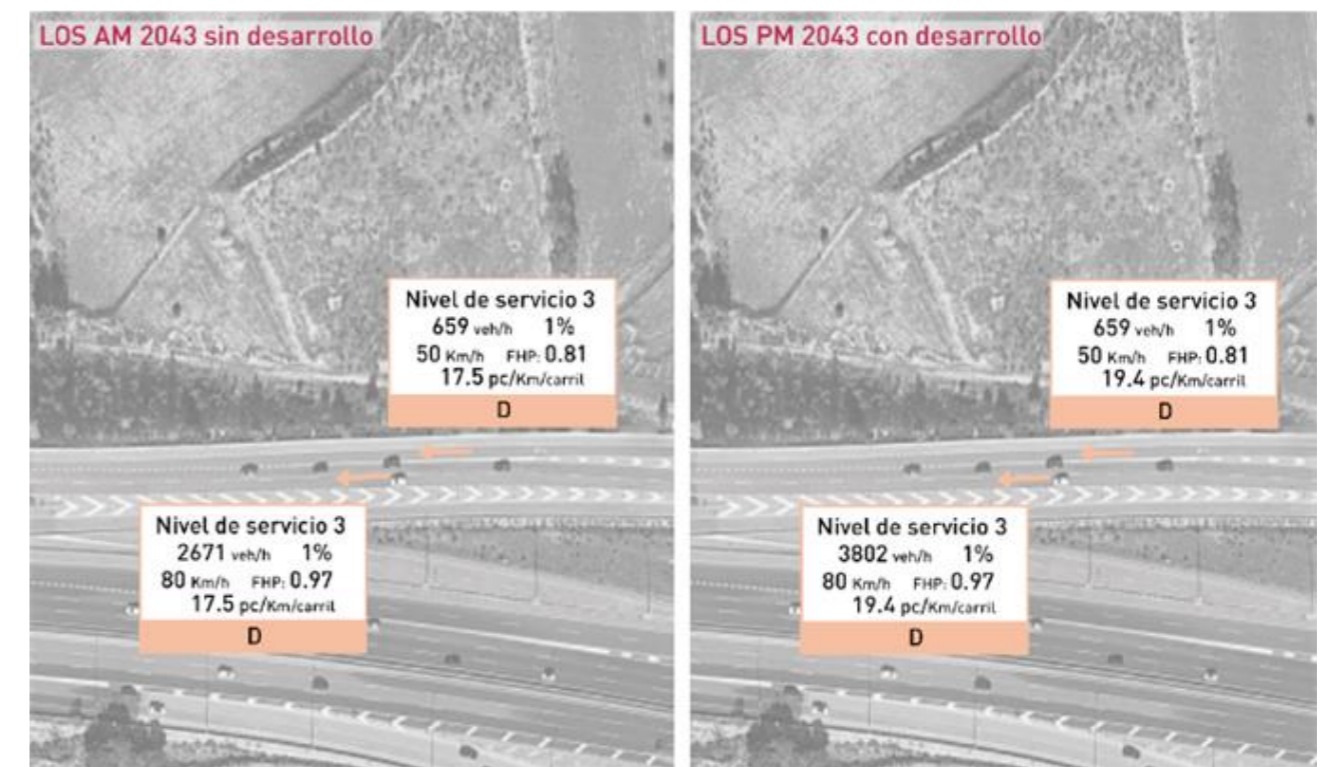


Imagen 63. Niveles de servicio M-40 carril de aceleración acceso M-607 (2043) sin desarrollo y con desarrollo



B. RESUMEN EJECUTIVO

9. RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe, realizado para Arnaiz Arquitectos SLP, se trata de un estudio de tráfico y movilidad para conocer la afección del futuro desarrollo del sector S-5 "Comillas", en Alcobendas (Madrid) sobre las autovías A-1 y M-40.

De esta forma, se determina el impacto de los flujos generados por el nuevo desarrollo, no solo en los accesos y salidas de la autopista, sino también en el tronco de la misma.

Este documento, presta especial atención al impacto de la movilidad generada por los desarrollos de ambos sectores sobre las autovías A-1 y M-40, para ello, se han calculado los niveles de servicio previos y posteriores a la finalización del proyecto.

Tráfico de la red

El conocimiento del tráfico de la red de carreteras del entorno constituye el punto de partida del análisis de este estudio. Para obtener el diagnóstico de la situación actual de tráfico, se ha desarrollado una campaña de trabajos de campo, que, junto con la información proporcionada por las estaciones de aforo permanente del Ministerio de Fomento, permiten establecer las condiciones de circulación actuales. La campaña de trabajos de campo consta de la instalación de 14 cámaras de visión artificial en los siguientes puntos de la red viaria:

- o Glorieta de conexión de la A-1 con la Avenida de Valdelaparra (cuatro cámaras: CV01, CV02, CV03 y CV04).
- o Glorieta entre C. de la Yuca y Av. de Fuencarral. Uno de los brazos de este punto es el ramal de enlace directo con el norte de la A-1 en el PK13 (cámara CV05).
- o Enlace de la Av. de Fuencarral con la A-1, considerando el enlace con la vía de servicio en el PK 14+200 que conecta con los vehículos procedentes del norte y con salida hacia el sur (dos cámaras: CV06 y CV07).
- o Conexión del tronco principal de la A-1 con la vía de servicio en dirección norte a la altura del PK 14 (CV08).
- o Conexión con la vía de servicio de la A-1 desde la Glorieta de la Plaza Atenas y Avenida Europa en el PK13 (CV09).
- o Enlace de acceso desde la M-607 a la M-40 en sentido oeste. Considerando los dos carriles de acceso, desde la M-607 en sentido norte y sur (cámara CV10).
- o Trenzado de acceso a la M-40 en sentido este desde los ramales de la M-607 en sentido norte y sur (dos cámaras: CV11 y CV12).
- o Ramal de salida de la M-40 en sentido este. Se consideran los dos carriles del ramal de salida (cámara CV13).
- o Ramal de acceso a la M-607 en sentido norte (cámara CV14).

Por otro lado, se ha recopilado la información de las estaciones de aforo más cercanas, que en este caso son las situadas en el P.K. 14+400 de la Autovía A-1. En este punto se encuentran las estaciones M-38-0, M-738-0 y M-838-0, que registran el tráfico en la calzada principal y en las vías de servicio existentes a ambos lados de la A-1.

Tráfico generado por el sector S-5

Con objeto de determinar la afección sobre el tráfico de las autovías A-1 y M-40 del ámbito planeado, se ha obtenido el tráfico que será generado por el sector S-5 "Comillas".

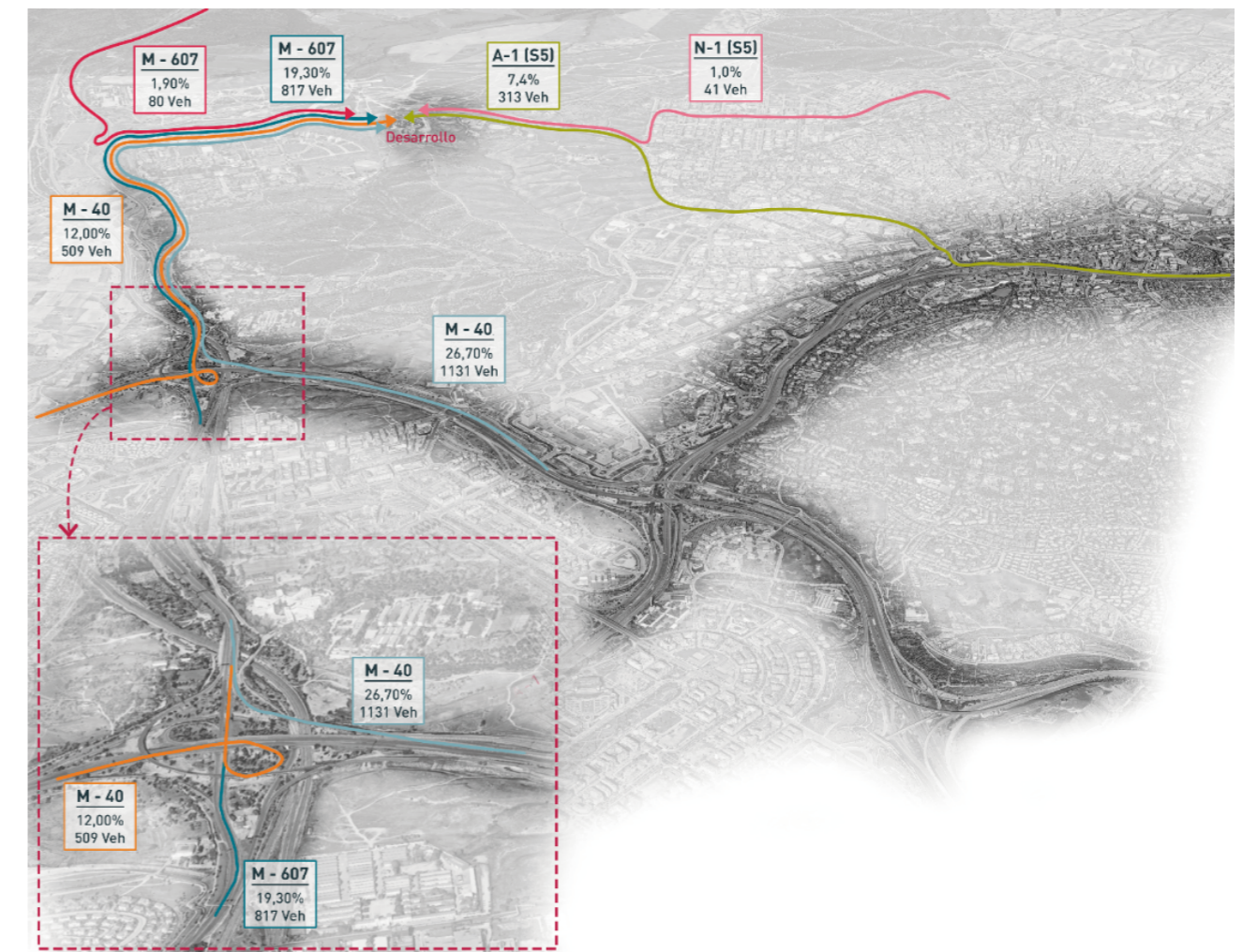


Imagen 64. Asignación de vehículos generados por el desarrollo sobre la autovía A-1.

Es importante recordar que, siguiendo la normativa vigente para los estudios de tráfico, se ha determinado también el tráfico de la red de carreteras del entorno de estudio en el año horizonte (2043), fijado en 20 años desde el año de puesta en servicio.

Afección a la infraestructura. Niveles de servicio

Una vez que se conoce la demanda vehicular que el nuevo ámbito aportará a la "Autovía del Norte" (A-1) y a la M-40, se determina la afección que este incremento del tráfico supone en los distintos puntos de la autovía. Los puntos analizados en los que se ha determinado el impacto del tráfico generado por los desarrollos objeto de estudio, son los siguientes:

- **Glorieta** de enlace entre la Av. de Valdelaparra y los ramales de acceso con la A-1.
- **Troncos:**
 - Tronco 1: Calzada Principal de la A-1. Ambos sentidos (norte y sur).
 - Tronco 2: Vía de Servicio de la A-1. En sentido norte.
 - Tronco 3: Vía de Servicio de la A-1. En sentido sur.
 - Tronco ascendente (LOS 1): Sentido este de la M-40.
- **Tramos de trenzado:**
 - Trenzado 1: Tramo de trenzado entre la calzada principal de la A-1 y el carril que dota de continuidad al carril de convergencia de la glorieta de la Av. de Valdelaparra en sentido norte hasta el carril de divergencia de la glorieta de enlace con la M-12.
 - Trenzado 2: Tramo de trenzado entre la calzada principal de la A-1 en sentido sur y el carril contiguo que conecta el ramal de convergencia de la glorieta de Valdelaparra en sentido sur, con el enlace con la vía de servicio en sentido sur.
 - Trenzado 3. Tramo de trenzado entre la vía de servicio de la A-1 en sentido sur y el carril contiguo, que va desde la entrada a la A-1 del enlace del P.K. 14+200 (en sentido sur) hasta la salida de la autovía en el enlace del P.K. 13+000.

Para evaluar el impacto de la movilidad generada, se han estudiado los siguientes cuatro escenarios:

- Año 2023. Considerando exclusivamente el tráfico de la red.
- Año 2023 + Desarrollo. Incorporando el tráfico generado por el desarrollo al de la red.
- Año 2043. Considerando un incremento del tráfico de la red para el año horizonte.
- Año 2043 + Desarrollo. Se incorpora la movilidad generada por el desarrollo al tráfico de 2043.

Como principal conclusión, es importante señalar que la incorporación del tráfico generado por el sector S-5 no modifica las condiciones actuales de circulación, y los niveles de servicio obtenidos reflejan un impacto aceptable sobre el tráfico del entorno. A continuación, se adjuntan los niveles de servicio calculados.

Tabla 32. Niveles de Servicio en Glorieta Av. Valdelaparra / A-1 (2023).

Glorieta Av. Valdelaparra	2023		2023 + Desarrollo	
	Delay	LOS	Delay	LOS
N	21,9	C	21,9	C
S	23,9	C	23,9	C
E	> 50	F	> 50	F
O	> 50	F	> 50	F

Tabla 33. Niveles de Servicio en Glorieta Av. Valdelaparra / A-1 (2043).

Glorieta Av. Valdelaparra	2043		2043 + Desarrollo	
	Delay	LOS	Delay	LOS
N	> 50	F	> 50	F
S	36,9	E	36,9	E
E	> 50	F	> 50	F
O	> 50	F	> 50	F

Tabla 34. Niveles de Servicio en el escenario actual (2023).

	2023		2023 + Desarrollo	
	Density	LOS	Density	LOS
Trenzado 1 (S. Norte)	14,5	C	15,5	C
Trenzado 2 (S. Sur)	23,1	E	23,1	E
Trenzado 3 (S. Sur)	Demanda > Capacidad	F	Demanda > Capacidad	F
Tronco 1A. A-1 (S. Norte)	12,7	C	12,7	C
Tronco 1B. A-1 (S. Sur)	21,4	D	23,7	E
Tronco 2. Vía de Servicio (S. Norte)	11,5	C	11,5	C
Tronco 3. Vía de Servicio (S. Sur)	18	D	18	D
Carril Aceleración (S. Norte)	10,9	B	10,9	B

Tabla 35. Niveles de Servicio en el año horizonte (2043).

	2043		2043 + Desarrollo	
	Density	LOS	Density	LOS
Trenzado 1 (S. Norte)	Demanda > Capacidad	F	Demanda > Capacidad	F
Trenzado 2 (S. Sur)	Demanda > Capacidad	F	Demanda > Capacidad	F
Trenzado 3 (S. Sur)	Demanda > Capacidad	F	Demanda > Capacidad	F
Tronco 1A. A-1 (S. Norte)	18,9	D	18,9	D
Tronco 1B. A-1 (S. Sur)	Demanda > Capacidad	F	Demanda > Capacidad	F
Tronco 2. Vía de Servicio (S. Norte)	15,3	C	15,3	C
Tronco 3. Vía de Servicio (S. Sur)	23,9	E	23,9	E
Carril Aceleración (S. Norte)	13,6	C	13,6	C

Tabla 36. Niveles de Servicio en el tronco M-40 sentido este (2023 y 2043).

	2023		2043	
	Sin desarrollo	Con desarrollo	Sin desarrollo	Con desarrollo
IHP (veh/h)	5678	6367	7558	8247
%P	0,02	0,02	0,02	0,02
FHP	0,91	0,91	0,91	0,91
LOS	D=16,4	D=18,6	E=23,9	E=27,6

Tabla 37. Niveles de Servicio carril de deceleración sentido este (2023).

	2023		2023 con desarrollo	
	Tronco	Carril de deceleración	Tronco	Carril de deceleración
IHP (veh/h)	5678	1399	6187	1908
%P	2%	1%	2%	1%
FHP	0,91	0,97	0,91	0,97
LOS	C=13,7		C=16,6	

Tabla 38. Niveles de Servicio carril de deceleración sentido este (2043).

	2043		2043 con desarrollo	
	Tronco	Carril de deceleración	Tronco	Carril de deceleración
IHP (veh/h)	7558	1862	8161	2385
%P	2%	1%	2%	1%
FHP	0,91	0,97	0,91	0,97
LOS	D=20,0		F	

Tabla 39. Niveles de Servicio carril de aceleración acceso M-607 (2023).

	2023		2023 con desarrollo	
	Tronco	Carril de aceleración	Tronco	Carril de aceleración
IHP (veh/h)	2007	495	2214	495
%P	1%	1%	1%	1%
FHP	0,97	0,81	0,97	0,81
LOS	C=13,2		D=18,2	

Tabla 40. Niveles de Servicio carril de aceleración acceso M-607 (2043).

	2043		2043 con desarrollo	
	Tronco	Carril de aceleración	Tronco	Carril de aceleración
IHP (veh/h)	2671	659	2878	659
%P	1%	1%	1%	1%
FHP	0,97	0,81	0,97	0,81
LOS	D=17,5		D=19,4	

Como principal conclusión de este estudio es importante señalar que **la incorporación del tráfico generado por el sector S-5 "Comillas" no modifica las condiciones actuales de circulación**, y los niveles de servicio analizados reflejan un **impacto reducido en el tráfico del entorno**, tanto en el escenario de partida (2023) como en el año horizonte (2043). De esta forma, se establece que **la movilidad generada por el sector no provoca una afección significativa sobre la Autovía del Norte (A-1), ni sobre la autovía M-40.**



Fdo.:
Jorge Luis Rodríguez Rodríguez
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos
Nº Colegiado 26014



Fdo.:
Carlos Suárez Vázquez
MSc. Transport Planning & Engineering



C. NIVELES DE SERVICIO

10. ESCENARIO ACTUAL (AM 2023)

10.1. Trenzado 1 (Sentido Norte)

HCS Freeway Weaving Report				
Project Information				
Analyst	CGG	Date	4/11/2023	
Agency	VECTIO	Analysis Year	2023	
Jurisdiction		Time Analyzed	AM	
Project Description	P2023035	Units	Metric System	
Geometric Data				
Number of Lanes (N), In	3	Segment Type	Freeway	
Segment Length (L _s), m	1136.0	Number of Maneuver Lanes (NWL), In	2	
Weaving Configuration	One-Sided	Ramp-to-Freeway Lane Changes (LCRF), Ic	1	
Terrain Type	Level	Freeway-to-Ramp Lane Changes (LCFR), Ic	1	
Percent Grade, %	-	Ramp-to-Ramp Lane Changes (LCRR), Ic	0	
Interchange Density (ID), int/km	0.50	Cross Weaving Managed Lane	No	
Adjustment Factors				
Driver Population	All Familiar	Final Speed Adjustment Factor (SAF)	1.000	
Weather Type	Non-Severe Weather	Demand Adjustment Factor (DAF)	1.000	
Incident Type	No Incident	Capacity Adjustment Factor for CAVs, CAF _{CAV}	1.000	
Proportion of CAVs in Traffic Stream	0	Final Capacity Adjustment Factor (CAF)	1.000	
Demand and Capacity				
	FF	RF	RR	FR
Demand Volume (V), veh/h	1863	393	590	692
Peak Hour Factor (PHF)	0.94	0.77	0.77	0.94
Total Trucks, %	4.90	7.21	7.21	4.90
Heavy Vehicle Adjustment Factor (f _{HV})	0.953	0.933	0.933	0.953
Flow Rate (v), pc/h	2080	547	821	772
Weaving Flow Rate (v _w), pc/h	1319	Ideal Conditions Capacity (c _{IFL}), pc/h/ln		2400
Non-Weaving Flow Rate (v _{NW}), pc/h	2901	Density-Based Capacity (c _{DWL} × N × f _{HV}), veh/h		6386
Total Flow Rate (v), pc/h	4220	Demand Flow-Based Capacity (c _{DW} × f _{HV}), veh/h		7264
Volume Ratio (VR)	0.313	Weaving Area Capacity (c _w), veh/h		6386
Minimum Lane Change Rate (LC _{MIN}), Ic/h	1319	Adjusted Weaving Area Capacity (c _{WA}), veh/h		6386
Maximum Weaving Length (L _{MAX}), m	1744.7	Demand-to-Capacity Ratio (v/c)		0.63
Speed and Density				
Non-Weaving Vehicle Index (INW)	865	Average Weaving Speed (S _w), km/h		102.5
Non-Weaving Lane Change Rate (LC _{NW}), Ic/h	2040	Average Non-Weaving Speed (S _{NW}), km/h		94.0
Weaving Lane Change Rate (LC _w), Ic/h	1648	Average Speed (S), km/h		96.6
Weaving Lane Change Rate (LC _{WII}), Ic/h	3688	Density (D), pc/km/ln		14.5
Weaving Intensity Factor (W)	0.224	Level of Service (LOS)		C

10.2. Trenzado 2 (Sentido Sur)

HCS Freeway Weaving Report				
Project Information				
Analyst	CGG	Date	4/11/2023	
Agency	VECTIO	Analysis Year	2023	
Jurisdiction		Time Analyzed	AM	
Project Description	P2023035	Units	Metric System	
Geometric Data				
Number of Lanes (N), In	3	Segment Type	Freeway	
Segment Length (L _s), m	736.0	Number of Maneuver Lanes (NWL), In	2	
Weaving Configuration	One-Sided	Ramp-to-Freeway Lane Changes (LCRF), Ic	1	
Terrain Type	Level	Freeway-to-Ramp Lane Changes (LCFR), Ic	1	
Percent Grade, %	-	Ramp-to-Ramp Lane Changes (LCRR), Ic	0	
Interchange Density (ID), int/km	0.50	Cross Weaving Managed Lane	No	
Adjustment Factors				
Driver Population	All Familiar	Final Speed Adjustment Factor (SAF)	1.000	
Weather Type	Non-Severe Weather	Demand Adjustment Factor (DAF)	1.000	
Incident Type	No Incident	Capacity Adjustment Factor for CAVs, CAF _{CAV}	1.000	
Proportion of CAVs in Traffic Stream	0	Final Capacity Adjustment Factor (CAF)	1.000	
Demand and Capacity				
	FF	RF	RR	FR
Demand Volume (V), veh/h	3309	1186	297	757
Peak Hour Factor (PHF)	0.96	0.98	0.98	0.96
Total Trucks, %	3.50	3.00	3.00	3.50
Heavy Vehicle Adjustment Factor (f _{HV})	0.966	0.971	0.971	0.966
Flow Rate (v), pc/h	3568	1246	312	816
Weaving Flow Rate (v _w), pc/h	2062	Ideal Conditions Capacity (c _{IFL}), pc/h/ln		2400
Non-Weaving Flow Rate (v _{NW}), pc/h	3880	Density-Based Capacity (c _{DWL} × N × f _{HV}), veh/h		6149
Total Flow Rate (v), pc/h	5942	Demand Flow-Based Capacity (c _{DW} × f _{HV}), veh/h		6690
Volume Ratio (VR)	0.347	Weaving Area Capacity (c _w), veh/h		6149
Minimum Lane Change Rate (LC _{MIN}), Ic/h	2062	Adjusted Weaving Area Capacity (c _{WA}), veh/h		6149
Maximum Weaving Length (L _{MAX}), m	1857.5	Demand-to-Capacity Ratio (v/c)		0.93
Speed and Density				
Non-Weaving Vehicle Index (INW)	750	Average Weaving Speed (S _w), km/h		96.4
Non-Weaving Lane Change Rate (LC _{NW}), Ic/h	1530	Average Non-Weaving Speed (S _{NW}), km/h		80.8
Weaving Lane Change Rate (LC _w), Ic/h	2320	Average Speed (S), km/h		85.6
Weaving Lane Change Rate (LC _{WII}), Ic/h	3850	Density (D), pc/km/ln		23.1
Weaving Intensity Factor (W)	0.327	Level of Service (LOS)		E

10.3. Trenzado 3 (Sentido Sur Vía de Servicio)

HCS Freeway Weaving Report				
Project Information				
Analyst	CGG	Date	4/11/2023	
Agency	VECTIO	Analysis Year	2023	
Jurisdiction		Time Analyzed	AM	
Project Description	P2023035	Units	Metric System	
Geometric Data				
Number of Lanes (N), In	2	Segment Type	Freeway	
Segment Length (L), m	275.0	Number of Maneuver Lanes (NWL), In	2	
Weaving Configuration	One-Sided	Ramp-to-Freeway Lane Changes (LCRF), Ic	1	
Terrain Type	Level	Freeway-to-Ramp Lane Changes (LCFR), Ic	1	
Percent Grade, %	-	Ramp-to-Ramp Lane Changes (LCRR), Ic	0	
Interchange Density (ID), int/km	0.50	Cross Weaving Managed Lane	Yes	
Adjustment Factors				
Driver Population	All Familiar	Final Speed Adjustment Factor (SAF)	1.000	
Weather Type	Non-Severe Weather	Demand Adjustment Factor (DAF)	1.000	
Incident Type	No Incident	Capacity Adjustment Factor for CAVs, CAF _{CAV}	1.000	
Proportion of CAVs in Traffic Stream	0	Final Capacity Adjustment Factor (CAF)	1.000	
Demand and Capacity				
	FF	RF	RR	FR
Demand Volume (V), veh/h	2681	227	12	755
Peak Hour Factor (PHF)	0.86	0.91	0.91	0.86
Total Trucks, %	4.03	5.04	5.04	4.03
Heavy Vehicle Adjustment Factor (f _{HV})	0.961	0.952	0.952	0.961
Flow Rate (v), pc/h	3244	262	14	914
Weaving Flow Rate (v _w), pc/h	1176	Ideal Conditions Capacity (c _{IFL}), pc/h/ln		2200
Non-Weaving Flow Rate (v _{NW}), pc/h	3258	Density-Based Capacity (c _{DWL} × N × f _{HV}), veh/h		3592
Total Flow Rate (v), pc/h	4434	Demand Flow-Based Capacity (c _{DF} × f _{HV}), veh/h		8698
Volume Ratio (VR)	0.265	Weaving Area Capacity (c _W), veh/h		3592
Minimum Lane Change Rate (LC _{MIN}), Ic/h	0	Adjusted Weaving Area Capacity (c _{WA}), veh/h		3592
Maximum Weaving Length (L _{MAX}), m	1588.3	Demand-to-Capacity Ratio (v/c)		1.19
Speed and Density				
Non-Weaving Vehicle Index (INW)	-	Average Weaving Speed (S _w), km/h		-
Non-Weaving Lane Change Rate (LC _{NW}), Ic/h	-	Average Non-Weaving Speed (S _{NW}), km/h		-
Weaving Lane Change Rate (LC _W), Ic/h	-	Average Speed (S), km/h		-
Weaving Lane Change Rate (LC _{all}), Ic/h	-	Density (D), pc/km/ln		-
Weaving Intensity Factor (W)	-	Level of Service (LOS)		F

10.4. Tronco Calzada Principal A-1 (Sentido Norte)

HCS Basic Freeway Report			
Project Information			
Analyst	CGG	Date	4/11/2023
Agency	VECTIO	Analysis Year	2023
Jurisdiction		Time Analyzed	AM
Project Description	P2023035	Units	Metric System
Geometric Data			
Number of Lanes (N), In	3	Terrain Type	Level
Segment Length (L), m	-	Percent Grade, %	-
Measured or Base Free-Flow Speed	Measured	Grade Length, km	-
Base Free-Flow Speed (BFFS), km/h	-	Total Ramp Density (TRD), ramps/km	-
Lane Width, m	-	Free-Flow Speed (FFS), km/h	120.0
Right-Side Lateral Clearance, m	-		
Adjustment Factors			
Driver Population	All Familiar	Final Speed Adjustment Factor (SAF)	1.000
Weather Type	Non-Severe Weather	Demand Adjustment Factor (DAF)	1.000
Incident Type	No Incident	Final Capacity Adjustment Factor (CAF)	1.000
Proportion of CAVs in Traffic Stream	0	Capacity Adj. Factor for CAVs, CAF _{CAV}	1.000
Demand and Capacity			
Demand Volume (V), veh/h	3970	Heavy Vehicle Adjustment Factor (f _{HV})	0.953
Peak Hour Factor (PHF)	0.94	Flow Rate (v _p), pc/h/ln	1477
Total Trucks, %	4.91	Capacity (c), pc/h/ln	2400
Single-Unit Trucks (SUT), %	-	Initial Adjusted Capacity (c _{adj}), pc/h/ln	2400
Tractor-Trailers (TT), %	-	Final Adjusted Capacity (c _{adj}), pc/h/ln	2400
Passenger Car Equivalent (E _t)	2.00	Volume-to-Capacity Ratio (v/c)	0.62
Speed and Density			
Lane Width Adjustment (f _{LW})	-	Average Speed (S), km/h	116.2
Right-Side Lateral Clearance Adj. (f _{RLC})	-	Density (D), pc/km/ln	12.7
Total Ramp Density Adjustment	-	Level of Service (LOS)	C
Adjusted Free-Flow Speed (FFS _{adj}), km/h	120.1		

10.5. Tronco Calzada Principal A-1 (Sentido Sur)

HCS Basic Freeway Report			
Project Information			
Analyst	CGG	Date	4/11/2023
Agency	VECTIO	Analysis Year	2023
Jurisdiction		Time Analyzed	AM
Project Description		Units	Metric System
Geometric Data			
Number of Lanes (N), In	3	Terrain Type	Level
Segment Length (L), m	-	Percent Grade, %	-
Measured or Base Free-Flow Speed	Measured	Grade Length, km	-
Base Free-Flow Speed (BFFS), km/h	-	Total Ramp Density (TRD), ramps/km	-
Lane Width, m	-	Free-Flow Speed (FFS), km/h	120.0
Right-Side Lateral Clearance, m	-		
Adjustment Factors			
Driver Population	All Familiar	Final Speed Adjustment Factor (SAF)	1.000
Weather Type	Non-Severe Weather	Demand Adjustment Factor (DAF)	1.000
Incident Type	No Incident	Final Capacity Adjustment Factor (CAF)	1.000
Proportion of CAVs in Traffic Stream	0	Capacity Adj. Factor for CAVs, CAF _{CAV}	1.000
Demand and Capacity			
Demand Volume (V), veh/h	5563	Heavy Vehicle Adjustment Factor (f _{HV})	0.964
Peak Hour Factor (PHF)	0.91	Flow Rate (v _p), pc/h/ln	2114
Total Trucks, %	3.77	Capacity (c), pc/h/ln	2400
Single-Unit Trucks (SUT), %	-	Initial Adjusted Capacity (c _{adj}), pc/h/ln	2400
Tractor-Trailers (TT), %	-	Final Adjusted Capacity (c _{adj}), pc/h/ln	2400
Passenger Car Equivalent (E _T)	2.00	Volume-to-Capacity Ratio (v/c)	0.88
Speed and Density			
Lane Width Adjustment (f _{LW})	-	Average Speed (S), km/h	98.5
Right-Side Lateral Clearance Adj. (f _{RLC})	-	Density (D), pc/km/ln	21.4
Total Ramp Density Adjustment	-	Level of Service (LOS)	D
Adjusted Free-Flow Speed (FFS _{adj}), km/h	120.1		

10.6. Tronco Vía de Servicio (Sentido Norte)

HCS Basic Freeway Report			
Project Information			
Analyst	CGG	Date	4/11/2023
Agency	VECTIO	Analysis Year	2023
Jurisdiction		Time Analyzed	AM
Project Description	P2023035	Units	Metric System
Geometric Data			
Number of Lanes (N), In	2	Terrain Type	Level
Segment Length (L), m	-	Percent Grade, %	-
Measured or Base Free-Flow Speed	Measured	Grade Length, km	-
Base Free-Flow Speed (BFFS), km/h	-	Total Ramp Density (TRD), ramps/km	-
Lane Width, m	-	Free-Flow Speed (FFS), km/h	72.4
Right-Side Lateral Clearance, m	-		
Adjustment Factors			
Driver Population	All Familiar	Final Speed Adjustment Factor (SAF)	1.000
Weather Type	Non-Severe Weather	Demand Adjustment Factor (DAF)	1.000
Incident Type	No Incident	Final Capacity Adjustment Factor (CAF)	1.000
Proportion of CAVs in Traffic Stream	0	Capacity Adj. Factor for CAVs, CAF _{CAV}	1.000
Demand and Capacity			
Demand Volume (V), veh/h	1425	Heavy Vehicle Adjustment Factor (f _{HV})	0.939
Peak Hour Factor (PHF)	0.91	Flow Rate (v _p), pc/h/ln	834
Total Trucks, %	6.46	Capacity (c), pc/h/ln	2200
Single-Unit Trucks (SUT), %	-	Initial Adjusted Capacity (c _{adj}), pc/h/ln	2200
Tractor-Trailers (TT), %	-	Final Adjusted Capacity (c _{adj}), pc/h/ln	2200
Passenger Car Equivalent (E _T)	2.00	Volume-to-Capacity Ratio (v/c)	0.38
Speed and Density			
Lane Width Adjustment (f _{LW})	-	Average Speed (S), km/h	72.4
Right-Side Lateral Clearance Adj. (f _{RLC})	-	Density (D), pc/km/ln	11.5
Total Ramp Density Adjustment	-	Level of Service (LOS)	C
Adjusted Free-Flow Speed (FFS _{adj}), km/h	72.4		

10.7. Tronco Vía de Servicio (Sentido Sur)

HCS Basic Freeway Report			
Project Information			
Analyst	CGG	Date	4/11/2023
Agency	VECTIO	Analysis Year	2023
Jurisdiction		Time Analyzed	AM
Project Description	P2023035	Units	Metric System
Geometric Data			
Number of Lanes (N), In	3	Terrain Type	Level
Segment Length (L), m	-	Percent Grade, %	-
Measured or Base Free-Flow Speed	Measured	Grade Length, km	-
Base Free-Flow Speed (BFFS), km/h	-	Total Ramp Density (TRD), ramps/km	-
Lane Width, m	-	Free-Flow Speed (FFS), km/h	72.4
Right-Side Lateral Clearance, m	-		
Adjustment Factors			
Driver Population	All Familiar	Final Speed Adjustment Factor (SAF)	1.000
Weather Type	Non-Severe Weather	Demand Adjustment Factor (DAF)	1.000
Incident Type	No Incident	Final Capacity Adjustment Factor (CAF)	1.000
Proportion of CAVs in Traffic Stream	0	Capacity Adj. Factor for CAVs, CAF _{CAV}	1.000
Demand and Capacity			
Demand Volume (V), veh/h	3228	Heavy Vehicle Adjustment Factor (f _{HV})	0.961
Peak Hour Factor (PHF)	0.86	Flow Rate (v _p), pc/h/ln	1302
Total Trucks, %	4.03	Capacity (c), pc/h/ln	2200
Single-Unit Trucks (SUT), %	-	Initial Adjusted Capacity (c _{adj}), pc/h/ln	2200
Tractor-Trailers (TT), %	-	Final Adjusted Capacity (c _{adj}), pc/h/ln	2200
Passenger Car Equivalent (E _T)	2.00	Volume-to-Capacity Ratio (v/c)	0.59
Speed and Density			
Lane Width Adjustment (f _{LW})	-	Average Speed (S), km/h	72.4
Right-Side Lateral Clearance Adj. (f _{RLC})	-	Density (D), pc/km/ln	18.0
Total Ramp Density Adjustment	-	Level of Service (LOS)	D
Adjusted Free-Flow Speed (FFS _{adj}), km/h	72.4		

10.8. Carril de convergencia sentido norte

HCS Freeway Merge Report			
Project Information			
Analyst	CGG	Date	4/11/2023
Agency	VECTIO	Analysis Year	2023
Jurisdiction		Time Analyzed	AM
Project Description	P2023035	Units	Metric System
Geometric Data			
	Freeway	Ramp	
Number of Lanes (N), In	2	1	
Free-Flow Speed (FFS), km/h	72.4	60.0	
Segment Length (L) / Acceleration Length (L _A), m	457.2	41.0	
Terrain Type	Level	Level	
Percent Grade, %	-	-	
Segment Type / Ramp Type	Freeway	Right-Sided One-Lane	
Adjustment Factors			
Driver Population	All Familiar	All Familiar	
Weather Type	Non-Severe Weather	Non-Severe Weather	
Incident Type	No Incident	-	
Proportion of CAVs in Traffic Stream	0	-	
Final Speed Adjustment Factor (SAF)	1.000	1.000	
Demand Adjustment Factor (DAF)	1.000	1.000	
Capacity Adjustment Factor for CAVs, CAF _{CAV}	1.000	-	
Final Capacity Adjustment Factor (CAF)	1.000	1.000	
Demand and Capacity			
Demand Volume (V), veh/h	1189	236	
Peak Hour Factor (PHF)	0.91	0.95	
Total Trucks, %	6.46	11.02	
Heavy Vehicle Adjustment Factor (f _{HV})	0.939	0.901	
Flow Rate (v), pc/h	1391	276	
Capacity (c _{md}), pc/h	4500	2000	
Adjusted Capacity (c _{mda}), pc/h	4500	2000	
Volume-to-Capacity Ratio (v/c)	0.37	0.14	
Speed and Density			
Upstream Equilibrium Distance (LEQ), m	-	Flow Outer Lanes (v _{OA}), pc/h/ln	-
Downstream Equilibrium Distance (LEQ), m	-	On-Ramp Influence Area Speed (S _R), km/h	70.8
Flow in Lanes 1 and 2 (v ₁₂), pc/h	1391	Outer Lanes Freeway Speed (S _O), km/h	72.4
Flow Entering Ramp-Infl. Area (v _{R12}), pc/h	1667	Ramp Junction Speed (S), km/h	70.8
Number of Outer Lanes on Freeway (N _O), In	0	Average Density (D), pc/km/ln	11.7
Level of Service (LOS)	B	Density in Ramp Influence Area (D _R), pc/km/ln	10.9

11. ESCENARIO ACTUAL + DESARROLLO (AM 2023+DESARROLLO)

11.1. Tronco Calzada Principal A-1 (Sentido Sur)

HCS Basic Freeway Report			
Project Information			
Analyst	CGG	Date	4/11/2023
Agency	VECTIO	Analysis Year	2023
Jurisdiction		Time Analyzed	AM
Project Description	P2023035	Units	Metric System
Geometric Data			
Number of Lanes (N), ln	3	Terrain Type	Level
Segment Length (L), m	-	Percent Grade, %	-
Measured or Base Free-Flow Speed	Measured	Grade Length, km	-
Base Free-Flow Speed (BFFS), km/h	-	Total Ramp Density (TRD), ramps/km	-
Lane Width, m	-	Free-Flow Speed (FFS), km/h	120.0
Right-Side Lateral Clearance, m	-		
Adjustment Factors			
Driver Population	All Familiar	Final Speed Adjustment Factor (SAF)	1.000
Weather Type	Non-Severe Weather	Demand Adjustment Factor (DAF)	1.000
Incident Type	No Incident	Final Capacity Adjustment Factor (CAF)	1.000
Proportion of CAVs in Traffic Stream	0	Capacity Adj. Factor for CAVs, CAFCAV	1.000
Demand and Capacity			
Demand Volume (V), veh/h	5830	Heavy Vehicle Adjustment Factor (f _{HV})	0.966
Peak Hour Factor (PHF)	0.91	Flow Rate (v _p), pc/h/ln	2211
Total Trucks, %	3.57	Capacity (c), pc/h/ln	2400
Single-Unit Trucks (SUT), %	-	Initial Adjusted Capacity (c _{adj}), pc/h/ln	2400
Tractor-Trailers (TT), %	-	Final Adjusted Capacity (c _{adj}), pc/h/ln	2400
Passenger Car Equivalent (ET)	2.00	Volume-to-Capacity Ratio (v/c)	0.92
Speed and Density			
Lane Width Adjustment (f _{LW})	-	Average Speed (S), km/h	94.5
Right-Side Lateral Clearance Adj. (f _{RLC})	-	Density (D), pc/km/ln	23.4
Total Ramp Density Adjustment	-	Level of Service (LOS)	E
Adjusted Free-Flow Speed (FFS _{adj}), km/h	120.1		

12. ESCENARIO AÑO HORIZONTE (AM 2043)

12.1. Trenzado 1 (Sentido Norte)

HCS Freeway Weaving Report				
Project Information				
Analyst	CGG	Date	4/11/2023	
Agency	VECTIO	Analysis Year	2043	
Jurisdiction		Time Analyzed	AM	
Project Description	P2023035	Units	Metric System	
Geometric Data				
Number of Lanes (N), In	3	Segment Type	Freeway	
Segment Length (L _s), m	1136.0	Number of Maneuver Lanes (NWL), In	2	
Weaving Configuration	One-Sided	Ramp-to-Freeway Lane Changes (LCRF), Ic	1	
Terrain Type	Level	Freeway-to-Ramp Lane Changes (LCFR), Ic	1	
Percent Grade, %	-	Ramp-to-Ramp Lane Changes (LCRR), Ic	0	
Interchange Density (ID), int/km	0.50	Cross Weaving Managed Lane	No	
Adjustment Factors				
Driver Population	All Familiar	Final Speed Adjustment Factor (SAF)	1.000	
Weather Type	Non-Severe Weather	Demand Adjustment Factor (DAF)	1.000	
Incident Type	No Incident	Capacity Adjustment Factor for CAVs, CAF _{CAV}	1.000	
Proportion of CAVs in Traffic Stream	0	Final Capacity Adjustment Factor (CAF)	1.000	
Demand and Capacity				
	FF	RF	RR	FR
Demand Volume (V), veh/h	2480	523	785	921
Peak Hour Factor (PHF)	0.94	0.77	0.77	0.94
Total Trucks, %	4.90	7.21	7.21	4.90
Heavy Vehicle Adjustment Factor (f _{HV})	0.953	0.933	0.933	0.953
Flow Rate (v), pc/h	2768	728	1093	1028
Weaving Flow Rate (v _w), pc/h	1756	Ideal Conditions Capacity (c _{IFL}), pc/h/ln		2400
Non-Weaving Flow Rate (v _{NW}), pc/h	3861	Density-Based Capacity (c _{DWL} × N × f _{HV}), veh/h		6386
Total Flow Rate (v), pc/h	5617	Demand Flow-Based Capacity (c _{DW} × f _{HV}), veh/h		7264
Volume Ratio (VR)	0.313	Weaving Area Capacity (c _w), veh/h		6386
Minimum Lane Change Rate (LC _{MIN}), Ic/h	0	Adjusted Weaving Area Capacity (c _{WA}), veh/h		6386
Maximum Weaving Length (L _{MAX}), m	1744.7	Demand-to-Capacity Ratio (v/c)		0.83
Speed and Density				
Non-Weaving Vehicle Index (INW)	-	Average Weaving Speed (S _w), km/h		-
Non-Weaving Lane Change Rate (LC _{NW}), Ic/h	-	Average Non-Weaving Speed (S _{NW}), km/h		-
Weaving Lane Change Rate (LC _w), Ic/h	-	Average Speed (S), km/h		-
Weaving Lane Change Rate (LC _{AI}), Ic/h	-	Density (D), pc/km/ln		-
Weaving Intensity Factor (W)	-	Level of Service (LOS)		F

12.2. Trenzado 2 (Sentido Sur)

HCS Freeway Weaving Report				
Project Information				
Analyst	CGG	Date	4/11/2023	
Agency	VECTIO	Analysis Year	2043	
Jurisdiction		Time Analyzed	AM	
Project Description	P2023035	Units	Metric System	
Geometric Data				
Number of Lanes (N), In	3	Segment Type	Freeway	
Segment Length (L _s), m	736.0	Number of Maneuver Lanes (NWL), In	2	
Weaving Configuration	One-Sided	Ramp-to-Freeway Lane Changes (LCRF), Ic	1	
Terrain Type	Level	Freeway-to-Ramp Lane Changes (LCFR), Ic	1	
Percent Grade, %	-	Ramp-to-Ramp Lane Changes (LCRR), Ic	0	
Interchange Density (ID), int/km	0.50	Cross Weaving Managed Lane	No	
Adjustment Factors				
Driver Population	All Familiar	Final Speed Adjustment Factor (SAF)	1.000	
Weather Type	Non-Severe Weather	Demand Adjustment Factor (DAF)	1.000	
Incident Type	No Incident	Capacity Adjustment Factor for CAVs, CAF _{CAV}	1.000	
Proportion of CAVs in Traffic Stream	0	Final Capacity Adjustment Factor (CAF)	1.000	
Demand and Capacity				
	FF	RF	RR	FR
Demand Volume (V), veh/h	4404	1579	395	1008
Peak Hour Factor (PHF)	0.96	0.98	0.98	0.96
Total Trucks, %	3.50	3.00	3.00	3.50
Heavy Vehicle Adjustment Factor (f _{HV})	0.966	0.971	0.971	0.966
Flow Rate (v), pc/h	4749	1600	400	1087
Weaving Flow Rate (v _w), pc/h	2687	Ideal Conditions Capacity (c _{IFL}), pc/h/ln		2400
Non-Weaving Flow Rate (v _{NW}), pc/h	5149	Density-Based Capacity (c _{DWL} × N × f _{HV}), veh/h		6149
Total Flow Rate (v), pc/h	7836	Demand Flow-Based Capacity (c _{DW} × f _{HV}), veh/h		6690
Volume Ratio (VR)	0.347	Weaving Area Capacity (c _w), veh/h		6149
Minimum Lane Change Rate (LC _{MIN}), Ic/h	0	Adjusted Weaving Area Capacity (c _{WA}), veh/h		6149
Maximum Weaving Length (L _{MAX}), m	1857.5	Demand-to-Capacity Ratio (v/c)		1.24
Speed and Density				
Non-Weaving Vehicle Index (INW)	-	Average Weaving Speed (S _w), km/h		-
Non-Weaving Lane Change Rate (LC _{NW}), Ic/h	-	Average Non-Weaving Speed (S _{NW}), km/h		-
Weaving Lane Change Rate (LC _w), Ic/h	-	Average Speed (S), km/h		-
Weaving Lane Change Rate (LC _{AI}), Ic/h	-	Density (D), pc/km/ln		-
Weaving Intensity Factor (W)	-	Level of Service (LOS)		F

12.3. Trenzado 3 (Sentido Sur Vía de Servicio)

HCS Freeway Weaving Report				
Project Information				
Analyst	CGG	Date	4/11/2023	
Agency	VECTIO	Analysis Year	2043	
Jurisdiction		Time Analyzed	AM	
Project Description	P2023035	Units	Metric System	
Geometric Data				
Number of Lanes (N), In	2	Segment Type	Freeway	
Segment Length (L _s), m	275.0	Number of Maneuver Lanes (NWL), In	2	
Weaving Configuration	One-Sided	Ramp-to-Freeway Lane Changes (LCRF), Ic	1	
Terrain Type	Level	Freeway-to-Ramp Lane Changes (LCFR), Ic	1	
Percent Grade, %	-	Ramp-to-Ramp Lane Changes (LCRR), Ic	0	
Interchange Density (ID), int/km	0.50	Cross Weaving Managed Lane	Yes	
Adjustment Factors				
Driver Population	All Familiar	Final Speed Adjustment Factor (SAF)	1.000	
Weather Type	Non-Severe Weather	Demand Adjustment Factor (DAF)	1.000	
Incident Type	No Incident	Capacity Adjustment Factor for CAVs, CAF _{CAV}	1.000	
Proportion of CAVs in Traffic Stream	0	Final Capacity Adjustment Factor (CAF)	1.000	
Demand and Capacity				
	FF	RF	RR	FR
Demand Volume (V), veh/h	3568	302	16	1005
Peak Hour Factor (PHF)	0.86	0.91	0.91	0.86
Total Trucks, %	4.03	5.04	5.04	4.03
Heavy Vehicle Adjustment Factor (f _{HV})	0.961	0.952	0.952	0.961
Flow Rate (v), pc/h	4317	349	18	1216
Weaving Flow Rate (v _w), pc/h	1565	Ideal Conditions Capacity (c _{IFL}), pc/h/ln		2200
Non-Weaving Flow Rate (v _{NW}), pc/h	4335	Density-Based Capacity (c _{DWL} × N × f _{HV}), veh/h		3592
Total Flow Rate (v), pc/h	5900	Demand Flow-Based Capacity (c _{DF} × f _{HV}), veh/h		8698
Volume Ratio (VR)	0.265	Weaving Area Capacity (c _W), veh/h		3592
Minimum Lane Change Rate (LC _{MIN}), Ic/h	0	Adjusted Weaving Area Capacity (c _{WA}), veh/h		3592
Maximum Weaving Length (L _{MAX}), m	1588.3	Demand-to-Capacity Ratio (v/c)		1.58
Speed and Density				
Non-Weaving Vehicle Index (INW)	-	Average Weaving Speed (S _w), km/h		-
Non-Weaving Lane Change Rate (LC _{NW}), Ic/h	-	Average Non-Weaving Speed (S _{NW}), km/h		-
Weaving Lane Change Rate (LC _W), Ic/h	-	Average Speed (S), km/h		-
Weaving Lane Change Rate (LC _{all}), Ic/h	-	Density (D), pc/km/ln		-
Weaving Intensity Factor (W)	-	Level of Service (LOS)		F

12.4. Tronco Calzada Principal A-1 (Sentido Norte)

HCS Basic Freeway Report			
Project Information			
Analyst	CGG	Date	4/11/2023
Agency	VECTIO	Analysis Year	2043
Jurisdiction		Time Analyzed	AM
Project Description	P2023035	Units	Metric System
Geometric Data			
Number of Lanes (N), In	3	Terrain Type	Level
Segment Length (L), m	-	Percent Grade, %	-
Measured or Base Free-Flow Speed	Measured	Grade Length, km	-
Base Free-Flow Speed (BFFS), km/h	-	Total Ramp Density (TRD), ramps/km	-
Lane Width, m	-	Free-Flow Speed (FFS), km/h	120.0
Right-Side Lateral Clearance, m	-		
Adjustment Factors			
Driver Population	All Familiar	Final Speed Adjustment Factor (SAF)	1.000
Weather Type	Non-Severe Weather	Demand Adjustment Factor (DAF)	1.000
Incident Type	No Incident	Final Capacity Adjustment Factor (CAF)	1.000
Proportion of CAVs in Traffic Stream	0	Capacity Adj. Factor for CAVs, CAF _{CAV}	1.000
Demand and Capacity			
Demand Volume (V), veh/h	5284	Heavy Vehicle Adjustment Factor (f _{HV})	0.953
Peak Hour Factor (PHF)	0.94	Flow Rate (v _p), pc/h/ln	1966
Total Trucks, %	4.91	Capacity (c), pc/h/ln	2400
Single-Unit Trucks (SUT), %	-	Initial Adjusted Capacity (c _{adj}), pc/h/ln	2400
Tractor-Trailers (TT), %	-	Final Adjusted Capacity (c _{adj}), pc/h/ln	2400
Passenger Car Equivalent (E _t)	2.00	Volume-to-Capacity Ratio (v/c)	0.82
Speed and Density			
Lane Width Adjustment (f _{LW})	-	Average Speed (S), km/h	104.0
Right-Side Lateral Clearance Adj. (f _{RLC})	-	Density (D), pc/km/ln	18.9
Total Ramp Density Adjustment	-	Level of Service (LOS)	D
Adjusted Free-Flow Speed (FFS _{adj}), km/h	120.1		

12.5. Tronco Calzada Principal A-1 (Sentido Sur)

HCS Basic Freeway Report			
Project Information			
Analyst	CGG	Date	4/11/2023
Agency	VECTIO	Analysis Year	2023
Jurisdiction		Time Analyzed	AM
Project Description	P2023035	Units	Metric System
Geometric Data			
Number of Lanes (N), In	3	Terrain Type	Level
Segment Length (L), m	-	Percent Grade, %	-
Measured or Base Free-Flow Speed	Measured	Grade Length, km	-
Base Free-Flow Speed (BFFS), km/h	-	Total Ramp Density (TRD), ramps/km	-
Lane Width, m	-	Free-Flow Speed (FFS), km/h	120.0
Right-Side Lateral Clearance, m	-		
Adjustment Factors			
Driver Population	All Familiar	Final Speed Adjustment Factor (SAF)	1.000
Weather Type	Non-Severe Weather	Demand Adjustment Factor (DAF)	1.000
Incident Type	No Incident	Final Capacity Adjustment Factor (CAF)	1.000
Proportion of CAVs in Traffic Stream	0	Capacity Adj. Factor for CAVs, CAF _{CAV}	1.000
Demand and Capacity			
Demand Volume (V), veh/h	7404	Heavy Vehicle Adjustment Factor (f _{HV})	0.964
Peak Hour Factor (PHF)	0.91	Flow Rate (v _p), pc/h/ln	2813
Total Trucks, %	3.77	Capacity (c), pc/h/ln	2400
Single-Unit Trucks (SUT), %	-	Initial Adjusted Capacity (c _{adj}), pc/h/ln	2400
Tractor-Trailers (TT), %	-	Final Adjusted Capacity (c _{adj}), pc/h/ln	2400
Passenger Car Equivalent (E _T)	2.00	Volume-to-Capacity Ratio (v/c)	1.17
Speed and Density			
Lane Width Adjustment (f _{LW})	-	Average Speed (S), km/h	-
Right-Side Lateral Clearance Adj. (f _{RLC})	-	Density (D), pc/km/ln	-
Total Ramp Density Adjustment	-	Level of Service (LOS)	F
Adjusted Free-Flow Speed (FFS _{adj}), km/h	120.1		

12.6. Tronco Vía de Servicio (Sentido Norte)

HCS Basic Freeway Report			
Project Information			
Analyst	CGG	Date	4/11/2023
Agency	VECTIO	Analysis Year	2043
Jurisdiction		Time Analyzed	AM
Project Description	P2023035	Units	Metric System
Geometric Data			
Number of Lanes (N), In	2	Terrain Type	Level
Segment Length (L), m	-	Percent Grade, %	-
Measured or Base Free-Flow Speed	Measured	Grade Length, km	-
Base Free-Flow Speed (BFFS), km/h	-	Total Ramp Density (TRD), ramps/km	-
Lane Width, m	-	Free-Flow Speed (FFS), km/h	72.4
Right-Side Lateral Clearance, m	-		
Adjustment Factors			
Driver Population	All Familiar	Final Speed Adjustment Factor (SAF)	1.000
Weather Type	Non-Severe Weather	Demand Adjustment Factor (DAF)	1.000
Incident Type	No Incident	Final Capacity Adjustment Factor (CAF)	1.000
Proportion of CAVs in Traffic Stream	0	Capacity Adj. Factor for CAVs, CAF _{CAV}	1.000
Demand and Capacity			
Demand Volume (V), veh/h	1897	Heavy Vehicle Adjustment Factor (f _{HV})	0.939
Peak Hour Factor (PHF)	0.91	Flow Rate (v _p), pc/h/ln	1110
Total Trucks, %	6.46	Capacity (c), pc/h/ln	2200
Single-Unit Trucks (SUT), %	-	Initial Adjusted Capacity (c _{adj}), pc/h/ln	2200
Tractor-Trailers (TT), %	-	Final Adjusted Capacity (c _{adj}), pc/h/ln	2200
Passenger Car Equivalent (E _T)	2.00	Volume-to-Capacity Ratio (v/c)	0.50
Speed and Density			
Lane Width Adjustment (f _{LW})	-	Average Speed (S), km/h	72.4
Right-Side Lateral Clearance Adj. (f _{RLC})	-	Density (D), pc/km/ln	15.3
Total Ramp Density Adjustment	-	Level of Service (LOS)	C
Adjusted Free-Flow Speed (FFS _{adj}), km/h	72.4		

12.7. Tronco Vía de Servicio (Sentido Sur)

HCS Basic Freeway Report			
Project Information			
Analyst	CGG	Date	4/11/2023
Agency	VECTIO	Analysis Year	2043
Jurisdiction		Time Analyzed	AM
Project Description	P2023035	Units	Metric System
Geometric Data			
Number of Lanes (N), In	3	Terrain Type	Level
Segment Length (L), m	-	Percent Grade, %	-
Measured or Base Free-Flow Speed	Measured	Grade Length, km	-
Base Free-Flow Speed (BFFS), km/h	-	Total Ramp Density (TRD), ramps/km	-
Lane Width, m	-	Free-Flow Speed (FFS), km/h	72.4
Right-Side Lateral Clearance, m	-		
Adjustment Factors			
Driver Population	All Familiar	Final Speed Adjustment Factor (SAF)	1.000
Weather Type	Non-Severe Weather	Demand Adjustment Factor (DAF)	1.000
Incident Type	No Incident	Final Capacity Adjustment Factor (CAF)	1.000
Proportion of CAVs in Traffic Stream	0	Capacity Adj. Factor for CAVs, CAF _{CAV}	1.000
Demand and Capacity			
Demand Volume (V), veh/h	4297	Heavy Vehicle Adjustment Factor (f _{HV})	0.961
Peak Hour Factor (PHF)	0.86	Flow Rate (v _p), pc/h/ln	1733
Total Trucks, %	4.03	Capacity (c), pc/h/ln	2200
Single-Unit Trucks (SUT), %	-	Initial Adjusted Capacity (c _{adj}), pc/h/ln	2200
Tractor-Trailers (TT), %	-	Final Adjusted Capacity (c _{adj}), pc/h/ln	2200
Passenger Car Equivalent (E _T)	2.00	Volume-to-Capacity Ratio (v/c)	0.79
Speed and Density			
Lane Width Adjustment (f _{LW})	-	Average Speed (S), km/h	72.4
Right-Side Lateral Clearance Adj. (f _{RLC})	-	Density (D), pc/km/ln	23.9
Total Ramp Density Adjustment	-	Level of Service (LOS)	E
Adjusted Free-Flow Speed (FFS _{adj}), km/h	72.4		

12.8. Carril de convergencia sentido norte

HCS Freeway Merge Report			
Project Information			
Analyst	CGG	Date	4/11/2023
Agency	VECTIO	Analysis Year	2043
Jurisdiction		Time Analyzed	AM
Project Description	P2023035	Units	Metric System
Geometric Data			
	Freeway	Ramp	
Number of Lanes (N), In	2	1	
Free-Flow Speed (FFS), km/h	72.4	60.0	
Segment Length (L) / Acceleration Length (L _A), m	457.2	41.0	
Terrain Type	Level	Level	
Percent Grade, %	-	-	
Segment Type / Ramp Type	Freeway	Right-Sided One-Lane	
Adjustment Factors			
Driver Population	All Familiar	All Familiar	
Weather Type	Non-Severe Weather	Non-Severe Weather	
Incident Type	No Incident	-	
Proportion of CAVs in Traffic Stream	0	-	
Final Speed Adjustment Factor (SAF)	1.000	1.000	
Demand Adjustment Factor (DAF)	1.000	1.000	
Capacity Adjustment Factor for CAVs, CAF _{CAV}	1.000	-	
Final Capacity Adjustment Factor (CAF)	1.000	1.000	
Demand and Capacity			
Demand Volume (V), veh/h	1583	314	
Peak Hour Factor (PHF)	0.91	0.95	
Total Trucks, %	6.46	11.02	
Heavy Vehicle Adjustment Factor (f _{HV})	0.939	0.901	
Flow Rate (v), pc/h	1853	367	
Capacity (c _{md}), pc/h	4500	2000	
Adjusted Capacity (c _{mda}), pc/h	4500	2000	
Volume-to-Capacity Ratio (v/c)	0.49	0.18	
Speed and Density			
Upstream Equilibrium Distance (LEQ), m	-	Flow Outer Lanes (v _{OA}), pc/h/ln	-
Downstream Equilibrium Distance (LEQ), m	-	On-Ramp Influence Area Speed (S _R), km/h	70.8
Flow in Lanes 1 and 2 (v ₁₂), pc/h	1853	Outer Lanes Freeway Speed (S _O), km/h	72.4
Flow Entering Ramp-Infl. Area (v _{R12}), pc/h	2220	Ramp Junction Speed (S), km/h	70.8
Number of Outer Lanes on Freeway (N _O), In	0	Average Density (D), pc/km/ln	15.7
Level of Service (LOS)	C	Density in Ramp Influence Area (D _R), pc/km/ln	13.6

13. ESCENARIO AÑO HORIZONTE + DESARROLLO (AM 2043 + DESARROLLO)

13.1. Tronco Calzada Principal A-1 (Sentido Sur)

HCS Basic Freeway Report			
Project Information			
Analyst	CGG	Date	4/11/2023
Agency	VECTIO	Analysis Year	2043
Jurisdiction		Time Analyzed	AM
Project Description	P2023035	Units	Metric System
Geometric Data			
Number of Lanes (N), ln	3	Terrain Type	Level
Segment Length (L), m	-	Percent Grade, %	-
Measured or Base Free-Flow Speed	Measured	Grade Length, km	-
Base Free-Flow Speed (BFFS), km/h	-	Total Ramp Density (TRD), ramps/km	-
Lane Width, m	-	Free-Flow Speed (FFS), km/h	120.0
Right-Side Lateral Clearance, m	-		
Adjustment Factors			
Driver Population	All Familiar	Final Speed Adjustment Factor (SAF)	1.000
Weather Type	Non-Severe Weather	Demand Adjustment Factor (DAF)	1.000
Incident Type	No Incident	Final Capacity Adjustment Factor (CAF)	1.000
Proportion of CAVs in Traffic Stream	0	Capacity Adj. Factor for CAVs, CAFCAV	1.000
Demand and Capacity			
Demand Volume (V), veh/h	7760	Heavy Vehicle Adjustment Factor (f _{HV})	0.964
Peak Hour Factor (PHF)	0.91	Flow Rate (v _p), pc/h/ln	2949
Total Trucks, %	3.77	Capacity (c), pc/h/ln	2400
Single-Unit Trucks (SUT), %	-	Initial Adjusted Capacity (c _{adj}), pc/h/ln	2400
Tractor-Trailers (TT), %	-	Final Adjusted Capacity (c _{adj}), pc/h/ln	2400
Passenger Car Equivalent (ET)	2.00	Volume-to-Capacity Ratio (v/c)	1.23
Speed and Density			
Lane Width Adjustment (f _{LW})	-	Average Speed (S), km/h	-
Right-Side Lateral Clearance Adj. (f _{RLC})	-	Density (D), pc/km/ln	-
Total Ramp Density Adjustment	-	Level of Service (LOS)	F
Adjusted Free-Flow Speed (FFS _{adj}), km/h	120.1		