

edM 

VII.

Modelización

**Encuesta domiciliaria de movilidad
en día laborable de 2018 en la
Comunidad de Madrid
edM2018**

Noviembre de 2019

Contenido

1	Esquema global del proceso de modelización	1
1.1	Herramientas informáticas empleadas.....	1
1.2	Esquema básico.....	2
1.3	Periodos.....	3
2	Tareas previas	7
2.1	Grafo de viario	7
2.1.1	Caracterización de los arcos	9
2.1.2	Asignación de Capacidad por tipos de arcos.....	15
2.1.3	Asignación de funciones de demora por tipo de arcos	18
2.1.4	Atributos extra.....	29
2.1.5	Atributos configurables	33
2.1.6	Codificación de nodos según modos de transporte accesibles	33
2.1.7	Codificación de arcos según modos de transporte que soportan .	35
2.2	Grafo de servicios de transporte público.....	38
2.2.1	Modos de transporte público en el modelo y codificación.....	38
2.2.2	Inclusión de líneas de transporte público en grafo.....	44
2.2.3	Comprobación de correspondencia entre líneas reales y líneas del modelo	45
2.2.4	Obtención de intervalos de paso de líneas.....	46
2.2.5	Comprobación del recorrido de las líneas de transporte público ..	47
2.2.6	Comprobación de correspondencia entre paradas reales y paradas del modelo.....	53
2.2.7	Funciones de tiempo en transporte público (ft).....	55
2.3	Inclusión de la zonificación en la modelización.....	56
2.3.1	Introducción de agregaciones zonales (particiones) en EMME	57
2.3.2	Conectores de la red de transporte público	57
2.3.3	Conectores de la red de vehículo privado	60
2.4	Datos de demanda disponibles.....	61
2.4.1	Datos de aforos en carreteras y calles de la ciudad de Madrid	61
2.4.2	Datos de demanda de transporte público	64
3	Modelos de Generación y Atracción	71
3.1	Análisis de la información	72
3.1.1	Volumen por clase y periodo	72

3.1.2	Distribución de viajes y tours	77
3.1.3	Distribución de variables socioeconómicas	79
3.1.4	Análisis de correlación	79
3.2	Especificación	80
3.3	Estimación	83
3.3.1	Día laborable medio.....	84
3.3.2	Periodo punta	91
3.3.3	Igualación de vectores.....	98
3.4	Aplicación.....	98
4	Modelos de Distribución.....	100
4.1	Especificación del modelo de distribución.....	101
4.2	Estimación de modelos de Distribución	101
4.3	Aplicación de modelos de Distribución. Conversión de matrices de Generación/Atracción a Origen/Destino.....	102
5	Modelos de Reparto Modal	105
5.1	Especificación del modelo de reparto modal.....	105
5.2	Estimación del modelo de reparto modal.....	107
5.2.1	Día laborable medio.....	108
5.2.2	Periodo punta	114
5.3	Aplicación de modelos de Reparto Modal de la EDM'2018	120
6	Modelos de Asignación	123
6.1	Asignación de vehículo privado	124
6.2	Transporte público	134
6.2.1	Ajuste por modo.....	139
6.2.2	Ajuste por estación y por agregación de paradas.....	140
6.2.3	Ajuste por línea (o agregación de líneas)	145
6.2.4	Ajuste de las velocidades de las líneas de la EMT	155
Apéndice 1.	Distribución de viajes por horas.....	157
Apéndice 2.	Tablas de códigos	168
Apéndice 3.	Aforos de tráfico utilizados en la calibración.....	180
Apéndice 4.	Relaciones de las variables del modelo GA	220

MODELIZACIÓN DE LA MOVILIDAD

En el contexto de la explotación de la encuesta domiciliaria, edM18, el objetivo básico de este documento es mostrar la metodología y los resultados obtenidos en el proceso de modelización de la movilidad de las personas residentes en la Comunidad de Madrid.

1 Esquema global del proceso de modelización

El modelo desarrollado en el marco de la EDM'2018 es un modelo de cuatro etapas que se ha calibrado con datos procedentes de la propia EDM y de otros datos externos que han servido para la calibración. El grafo de red del modelo se ha apoyado en el grafo del modelo preexistente utilizado por el CRTM.

Antes de poder desarrollar la calibración de las diferentes etapas del modelo ha sido necesario desarrollar unas tareas previas, que fundamentalmente han sido:

- Redefinición del grafo de red de viario
- Ajuste de líneas de transporte público a nueva definición del viario
- Obtención de conectores de centroides de zonas a red
- Relación de datos de demanda disponibles de estadísticas externas con los nodos y/o arcos del modelo

1.1 Herramientas informáticas empleadas

En el marco de la preparación y calibración del modelo se han utilizado diferentes herramientas, entre las que se destacan:

- Hojas de cálculo (EXCEL) junto con aplicaciones de macros en VBA. Utilizadas para realizar cálculos, para facilitar la homogeneización de datos y para la preparación de tablas que luego han alimentado otros procesos
- Bases de datos (fundamentalmente ACCESS) utilizadas en parte como bases de datos y en parte como medio de cálculos complejos que excedían la capacidad de hojas de cálculo convencionales
- Herramientas en SIG para el tratamiento de información y preparación inicial de los grafos de red. La herramienta más usada ha sido el software TRANSCAD por su capacidad como SIG y su capacidad como software de modelización que le permite un tratamiento de la información fácilmente trasladable al software finalmente empleado en la modelización.

- Herramientas de análisis estadístico y econométrico. Los softwares utilizados principalmente han sido “R” y Biogeme (especializado en modelización tipo logit).
- Como software para la asignación (y otras etapas de la modelización) se ha utilizado EMME (en su versión 4.4.1). Como objetivo final de todo el proceso, los distintos cálculos y tratamientos han acabado volcándose en EMME y los procedimientos para la utilización del modelo a futuro se han diseñado para que se realicen en su mayor parte en EMME.
- Herramientas en PYTHON que han permitido sistematizar diferentes procesos en distintos entornos.

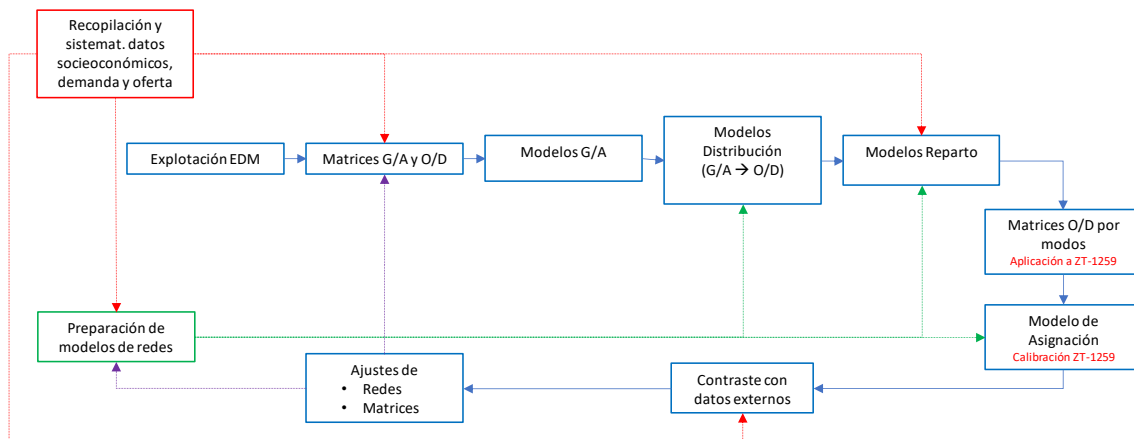
1.2 Esquema básico

Con estas herramientas y las fuentes de información básicas empleadas, a nivel general la metodología ha consistido en:

- Por una parte, la preparación de los modelos de red en SIG y el desarrollo de herramientas auxiliares (programación en entorno TRANSCAD y hojas de cálculo con macros y bases de datos de ACCESS) para su exportación a ficheros fácilmente importables en EMME por procedimientos simples de lectura de ficheros y/o apoyados en las herramientas de Modeller (software asociado a EMME).
- Por otra parte se ha desarrollado la explotación de la EDM. De esta explotación se han obtenido las matrices y vectores que han permitido la calibración de los modelos de generación y atracción mediante el software “R”.
- A partir de la preparación de la red y la calibración de modelos de Generación y Atracción se ha desarrollado una primera versión de los modelos de reparto mediante PYTHON-BIOGEME, apoyándose en los costes y tiempos obtenidos en EMME. Con ello se han obtenido funciones de costes generalizados ponderadas para cada relación origen-destino.
- Con los costes generalizados por origen-destino se ha calibrado la primera versión del modelo de distribución. Con su resultado se han obtenido matrices de viajes Origen-Destino con las que se ha procedido a aplicar las probabilidades que se habían obtenido en el proceso del reparto modal.
- Las matrices resultantes del modelo de reparto inicial se han asignado en EMME.
- Tras la asignación en EMME se han contrastado los resultados obtenidos con los datos disponibles de demanda y se ha evaluado la bondad de los ajustes. Mientras éstos no se han considerado adecuados se ha procedido a revisar las redes modelizadas (así como funciones de velocidad) y con ello se han recalculado costes generalizados y se ha

realizado un proceso iterativo recalibrando los modelos de distribución, reparto modal y asignación.

Gráfico 1 Esquema del proceso de calibración del modelo de la EDM'2018



1.3 Periodos

La modelización de la EDM'2018 se ha desarrollado para dos periodos:

- Día medio laborable
- Hora punta de la mañana.

Para definir la hora punta de la mañana se han analizado los resultados obtenidos de la EDM y se han valorado las distribuciones de viajes por modos y según coronas de origen y destino de los viajes.

Una cuestión a tener en cuenta es que los modelos de asignación empleados no son una microsimulación. Al aplicar las matrices de viajes sobre las redes, el modelo de asignación considera las cargas en los tramos y calcula unos tiempos de recorrido que tiene en cuenta en el proceso de asignación. Sin embargo, una vez que ya ha decidido el recorrido de cada relación origen-destino, los aplica como si todos los viajes de la matriz fuesen simultáneos y asigna los resultados en cada tramo sin tener en cuenta el tiempo que le lleva a cada viaje hasta llegar al tramo. Por ejemplo, si se tiene en una hora 100 viajes entre la relación entre Aranjuez y Buitrago de Lozoya, relación que puede llevar más de 1,5 horas y usaría las autovías A-4, M-50 y A-1, en la realidad los tramos de la A-4 se cargarían durante la hora de inicio del viaje y los de la A-1 en la hora siguiente. Sin embargo, el programa de macrosimulación dará como resultado que los 100 viajes se cargan simultáneamente en la A-4 y la A-1. Esto implica que, en los modelos de periodos temporales inferiores al día, habrá distorsiones en el contraste de los resultados del modelo (con viajes iniciados en el periodo

asignado) con los de aforos reales (que miden los viajes en el momento real de paso).

En una movilidad con desplazamientos largos y especialmente en las relaciones periferia-centro se produce una onda que hace que el número máximo de movimientos en los distintos modos se produzca en diferentes momentos a lo largo de un eje o de una línea de transporte. Este efecto de onda tiene más efecto cuanto más largos sean los viajes.

En las tablas del apéndice de “distribución de viajes por horas” de inicio y finalización se presentan unas explotaciones de viajes de la EDM según horas de salida y coronas de origen, a partir de las cuales se ha elaborado la siguiente tabla resumen.

Para el conjunto de todos los viajes (incluyendo mecanizados y no mecanizados) según horas de salida y coronas de origen (Tabla 59) y según horas de llegada y coronas de destino (Tabla 60). Puede observarse, desde la perspectiva de la hora de inicio del viaje, que la hora punta de la mañana es de 8 a 9 en todas las coronas. A continuación, vienen las horas de 7 a 8 y de 9 a 10 con órdenes de magnitud parecidos. Si se analiza la hora punta de llegada a destino, el periodo pico se produce entre las 8 y las 10.

Considerando la hora de inicio de los viajes, en la periferia urbana de Madrid y las coronas B y C la hora punta de la mañana arroja valores muy superiores a los de otras horas. En el caso de la Almendra, sin embargo, el número de viajes iniciados en la hora punta de la tarde (de 18 a 19 horas) es muy semejante a la punta de la mañana (de 8 a 9) y en las horas inmediatamente anterior y posterior es mucho mayor la movilidad en la tarde. Ello se debe en gran medida al carácter atractor de la Almendra que implica que los viajes de vuelta del trabajo de la tarde tengan tanto peso en esta área. Esta diferencia sin embargo desaparece si se tiene en cuenta la hora de llegada al lugar de destino en cuyo caso, a nivel de grandes cifras, la Almendra tiene un comportamiento semejante al de la periferia de Madrid y la Corona B.

Ahora bien, si el análisis se restringe sólo a los viajes mecanizados (Tabla 61 y Tabla 62) las conclusiones difieren algo. No tanto desde la perspectiva de la hora de llegada a destino (el periodo de 9 a 10 sigue teniendo más peso que el periodo de 7 a 8) pero sí desde el punto de vista del origen del viaje. En este caso la punta de 8 a 9 sigue siendo la principal y luego le sigue el periodo de 7 a 8, ya más distanciado del periodo de 9 a 10.

En el caso del transporte público (Tabla 63 y Tabla 64) se agudiza un poco más lo observado para la movilidad mecanizada y la diferencia de los viajes iniciados entre las 7 y 8 con respecto a los comenzados entre las 9 y las 10 son mayores.

Como consecuencia, en el conjunto de la movilidad existe una hora superpunta (de 8 a 9) junto con la cual se tienen dos horas con elevados niveles de movilidad

(7 a 8 y 9 a 10). Si se atiende solo a la movilidad habitualmente catalogada como “obligada”, el periodo punta según la hora de inicio del viajes es claramente el periodo de 7 a 9. Pero a partir de las 9 de la mañana comienza a desarrollarse la movilidad “no obligada”; aunque su punta se da a media mañana y por la tarde, sin embargo suma los viajes suficientes para que el conjunto de la movilidad metropolitana registre un nivel de viajes comenzados entre las 9 y las 10 parecido al de los iniciados de 7 a 8.

Con lo anterior, a modo de resumen se tiene la siguiente tabla. Para la movilidad mecanizada y para los viajes de trabajo y estudios, la hora punta desde la perspectiva del inicio del viaje tendría que construirse con los viajes iniciados entre las 7 y las 9 de la mañana. No obstante dado el peso que a nivel global tienen los viajes por movilidad no obligada a partir de las 9 y si se consideran también los viajes no mecanizados en la modelización, podría añadirse el subperiodo de 9 a 10.

Tabla 1 Hora punta según distintas tipologías de viaje

Tipología de viaje	Según hora y lugar de inicio	Según hora y lugar de fin
Todos	7 a 10	8 a 10
Modos mecanizados	7 a 9	8 a 10
Modo Transporte Público	7 a 9	8 a 10
Modo Vehículo Privado	7 a 9	8 a 10
Motivo trabajo	7 a 9	8 a 10
Motivo estudios	7 a 9	8 a 10
Motivo “no obligado”	Después de las 9	Después de la 9

Como consecuencia de lo anterior, según que se defina un periodo u otro se puede estar eligiendo una composición de motivos muy diferente, como puede apreciarse en el Gráfico 2:

- Si se escoge el periodo de 7 a 8 predominan los viajes de movilidad obligada (trabajo y estudios) y el de “acompaña a otra persona” (normalmente por acompañar niños al colegio)
- Si se añade el periodo de 9 a 10 se introduce una proporción más relevante de viajes de “otros motivos”. Además, mientras que en los viajes iniciados de 7 a 9 hay una proporción muy alta de viajes con origen en el lugar de residencia, en los de la franja horaria de 9 a 10 se reduce dicha proporción, lo que complica el proceso de modelización. Dado que en el marco de la EDM’18 se han desarrollado también modelos de día medio, reducir el periodo de hora punta al intervalo de 7 a 9 ayuda a mejorar la precisión de los modelos con una alta componente de viajes mecanizados de trabajo y estudios.

Gráfico 2 Motivos de viaje según hora de inicio

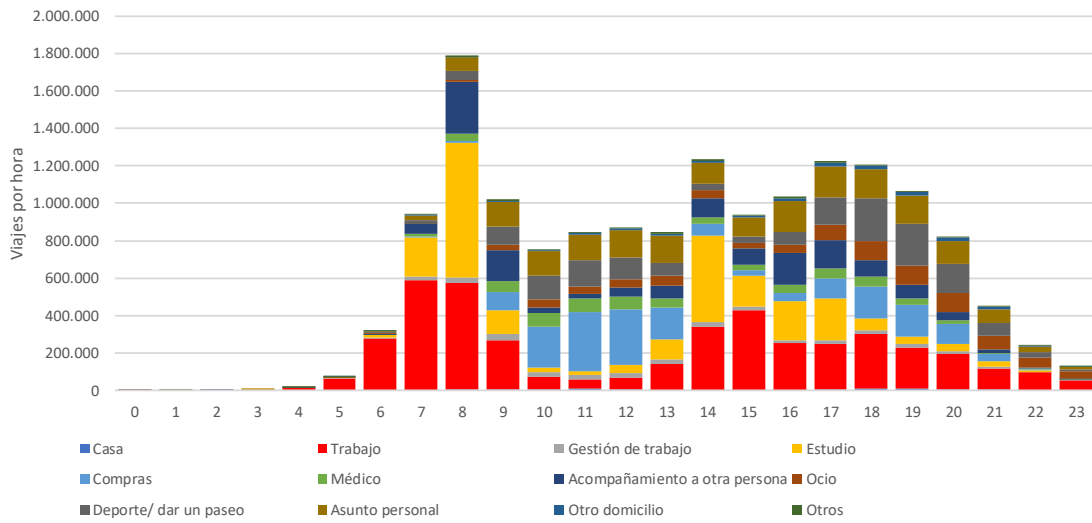


Gráfico 3 Viajes Basados en Casa con origen en lugar de residencia. Motivos de viaje según hora de inicio

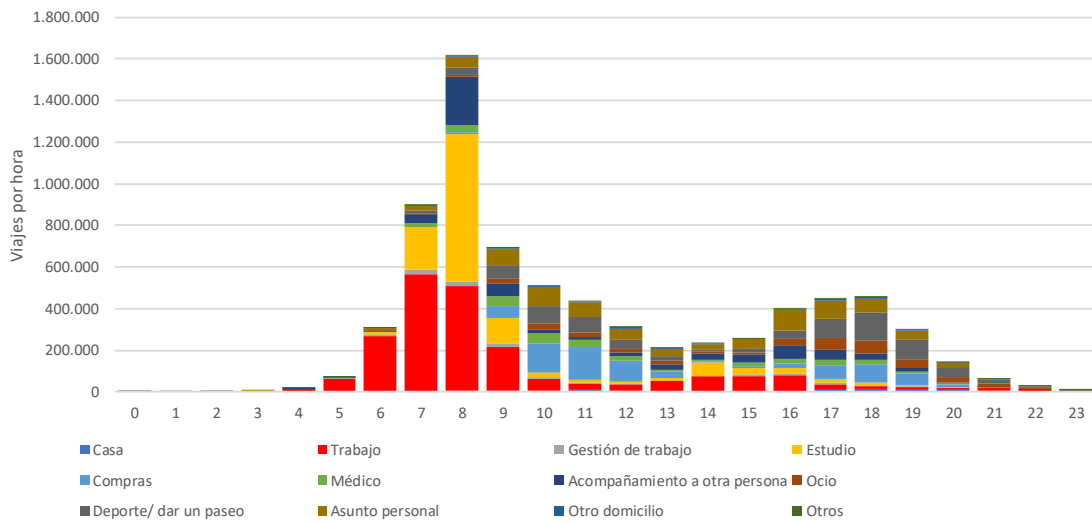
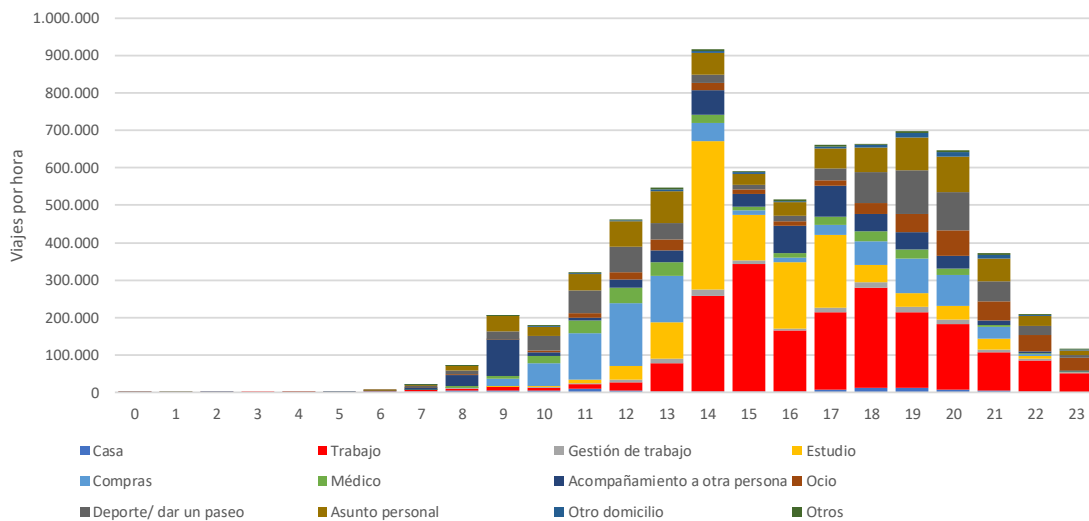


Gráfico 4 Viajes Basados en Casa con destino en lugar de residencia. Motivos de viaje según hora de inicio



Desde la perspectiva de la modelización, lo más relevante son los viajes mecanizados (los que se asignan en la última etapa de los modelos) que son además los que se pueden contrastar con datos de aforo y estadísticas de los operadores de transporte público. Es por ello que, en la modelización del periodo punta, se han considerado los viajes iniciados en el periodo de 7 a 9 -periodo en el que los viajes mecanizados y los de movilidad obligada alcanzan su máximo.

En cuanto a la magnitud a considerar, para la hora punta definida se ha considerado el promedio de viajes del periodo, de manera que en la asignación se ha trabajado con viajes medios horarios.

2 Tareas previas

2.1 Grafo de viario

Para llegar a la versión final del grafo de red, se ha partido del modelo original del CRTM de principios de 2018 el cual se ha llevado a formato SIG y tratado desde software más cómodo para modificar, añadir o suprimir arcos y nodos. En el tratamiento tipo SIG de la red se ha procedido a:

- Completar la red. En general con el criterio de obtener la mayor simplificación posible pero tratando de representar los elementos viarios realmente importantes. En algunas zonas hay un detalle aparentemente excesivo de tramos pero normalmente ello se debe a la necesidad de disponer de viario soporte para la oferta real de transporte público

- Realizar la caracterización de la red desde la perspectiva de la oferta percibida por los usuarios. Se ha procedido a asignar a cada tramo:
 - Tipo básico de vía
 - Número de carriles
 - Sentidos de circulación
 - Inclusión de carriles bus
 - Velocidades en flujo libre
 - Semaforización (en el caso de Madrid ciudad que es de donde se ha dispuesto de base cartográfica adecuada para este fin)
 - Jerarquización de vías urbanas
 - Denominación de carreteras
 - Identificación de barreras de peaje
 - Asignación de tipo básico de arco
 - Asignación provisional de función de demora
 - Adaptación relativa de arcos largos a forma curva
 - Inclusión de giros prohibidos
- Realizar la caracterización de la red desde la perspectiva de la demanda (o de la interacción demanda/oferta):
 - Identificación de puntos de aforo del Ayuntamiento y de la Comunidad de Madrid
 - Identificación de itinerarios con estimaciones de velocidad del Ayuntamiento de Madrid.

Las informaciones utilizadas han sido fundamentalmente:

- Modelo inicial del Consorcio Regional de Transportes de Madrid
- Cartografía disponible en servidores de internet. En especial:
 - Nomencllos (Comunidad de Madrid)
 - Open Street View)
- Fotografías aéreas:
 - Nomencllos (Comunidad de Madrid)
 - Google Maps
- Utilidades de internet (Google Street View)
- Informaciones de Open Data del Ayuntamiento de Madrid
- Informaciones de algunos PMUS disponibles en páginas de internet
- Catálogo de Carreteras de la Comunidad de Madrid
- Aforos de tráfico publicados por el Ayuntamiento de Madrid en régimen de Datos Abiertos (internet)
- Aforos de tráfico de la Comunidad de Madrid en 2017
- Informes mensuales de tráfico de la Comunidad de Madrid

2.1.1 Caracterización de los arcos

Para caracterizar los arcos del viario se han utilizados varios criterios que se describen en los siguientes epígrafes.

2.1.1.1 Tipo básico de vía

El Tipo Básico de Vía ha seguido el esquema ya empleado por el CRTM en versiones previas del modelo y se corresponde con lo indicado en la siguiente tabla.

Tabla 2 Tipo Básico De Vía

Tipo de Vía	Descripción
1	Peatonal
2	Vía férrea
3	Red Preferente Madrid
4	Arteria urbana principal
5	Vía urbana local
6	Circunvalación (M30, M40, etc.)
7	Autovía/Carretera Red Nacional
8	Carretera Red Regional
9	Carretera Red Comarcal

En esta definición de tipo de vía se puede observar que:

- Se dividen las vías entre grandes grupos:
 - No utilizables por el vehículo privado (tipos 1 y 2)
 - Viarios urbanos (tipos 3 a 5)
 - Carreteras y autovías (6 a 7)
- Sin embargo no aporta información suficiente sobre la capacidad del viario, en tanto que las diferentes vías urbanas pueden tener 1 o más carriles y entre las carreteras puede haberlas también con 1 o más carriles en cualquiera de las categorías 7 y 8. Es por ello que este tipo inicial de vía se debe complementar con algunos de los criterios señalados más adelante

2.1.1.2 Número de carriles

Se ha procedido a realizar un exhaustivo repaso de la capacidad del viario modelizado y se ha asignado a cada tramo y sentido el número de carriles de

circulación. En sí mismo el número de carriles afecta directamente a la capacidad del tramo, pero también sirve de criterio para caracterizar los tramos a efectos de funciones de demora en tanto que los que tienen más de un carril permiten los adelantamientos.

Como consecuencia de ello se ha agrupado posteriormente los tramos en dos grandes grupos: monocarriles y multicarriles. Este criterio se ha aplicado en la definición de tipos de vía/funciones de demora. Este valor se obtiene a partir del atributo lanes.

Tabla 3 Tipología según número de carriles (por sentido de circulación)

Tipo multicarril	Descripción	Fórmula
1	Un solo carril	$(\text{lanes}==1)*1$
2	Más de un carril	$(\text{lanes}>1)*2$

Aquellos tramos que en un sentido tienen un carril y en el contrario tienen dos o más, para el primer sentido aparecerán con tipo multicarril igual a 1 y para el sentido contrario con valor de este tipo igual a 2.

2.1.1.3 Sentidos de circulación en el tramo

Cada arco se ha caracterizado también según si dispone de sentido contrario de circulación o no. En realidad, esta característica la aporta directamente el software EMME pero se ha considerado tratarla específicamente a efectos de obtener una tipología final del arco. Al igual que en el caso anterior, este criterio se ha aplicado en la definición de tipos de vía/funciones de demora.

Tabla 4 Tipología según sentidos de circulación en el arco

Direcciones vía	Descripción
1	Un solo sentido
2	Dos sentidos

2.1.1.4 Semaforización

En el caso de la ciudad de Madrid se han caracterizado los tramos según si están semaforizados o no. Esta tarea se ha podido realizar porque se ha dispuesto de información georreferenciada de los grupos semafóricos en la ciudad.

Para el resto de los municipios, al no haber dispuesto de información que asegure la correcta asignación de este atributo a todos los arcos, no se ha considerado la posible semaforización. A efectos de la modelización y dado que la escala del modelo es a nivel de la Comunidad de Madrid (es decir, no se trata de microsimulación) se considera que en todo caso no implica un impacto relativo

tan grande como sí sucede con la capital. En ésta, su denso viario interno puede ofrecer múltiples alternativas a un número muy elevado de movimientos.

Tabla 5 Tipología según semaforización

Semaforización	Descripción
0	No semaforizada
1	Semaforizada

2.1.1.5 Velocidad en flujo libre

Se han analizado todas las vías de la Comunidad y comprobado mediante fotografía aérea y la aplicación “Street View” las velocidades de recorrido de los viarios interurbanos. A cada tramo de carretera se le ha asignado la velocidad legal deducida de estos recorridos.

En la mayor parte de los casos existen señales claras de limitación de velocidad que han permitido la asignación de velocidad de manera directa. Sin embargo, se ha advertido que en parte de la red no está clara la limitación de velocidad de los tramos, quedando ésta un tanto a la interpretación de los usuarios. En estos casos en general se ha utilizado la velocidad de tramos de la misma carretera cercanos y/o a velocidades obtenidas en aplicaciones públicas de internet (fundamentalmente Goggle-maps).

En viario urbano se ha considerado:

- Para tramos de dos o más carriles por sentido, por lo general 50 km/h salvo cuando se han detectado limitaciones explícitas.
- Para tramos de un carril por sentido, por lo general y salvo cuando se han detectado otras limitaciones:
 - 40 km/h en tramos bidireccionales
 - 30 km/h en tramos unidireccionales
- A las velocidades anteriores se les aplicó un factor de 0,66¹ para determinar la velocidad de flujo libre teniendo en cuenta los obstáculos en el viario (cruces semaforizados o no, pasos de peatones, etc.)

¹ Para fijar este valor, se obtuvo en Google maps para dos recorridos (Plaza Castilla-Sol y Ventas-Sol) la velocidad sugerida por dicha web y se comprobó que el valor proporcionado era equivalente al 66% del valor de velocidad “máxima”. Este valor genera asignaciones de tiempos que permiten ajustar la velocidad de la EMT y las velocidades de circulación de forma razonable.

2.1.1.6 Caracterización del entorno

Se ha mantenido la clasificación utilizada por el CRTM en versiones anteriores del Modelo en lo relativo al entorno del viario. Cuando se han añadido arcos se han considerado las tipologías aplicadas en las vías de su alrededor.

Tabla 6 Tipología según entorno

Entorno	Descripción
0	Arcos peatonales y ferroviarios
1	Madrid Centro
2	Madrid Ensanche
3	Madrid Resto Almendra
4	Madrid Periferia
5	Núcleo Urbano (Coronas B y C)
6	Urbanizaciones
7	Polígono Industrial
8	Parque empresarial/Zona Comercial
9	Rural/no Urbano

2.1.1.7 Jerarquización de vías urbanas

Se han considerado la jerarquización ya considerada por el CRTM en versiones anteriores del modelo, que en el caso de la ciudad de Madrid ya estaban reflejadas en la variable Tipo Básico de Vía. En el resto de los municipios se han considerado dos niveles: Red arterial y red básica.

Tabla 7 Tipología según jerarquía del viario

Jerarquía Urbana	Descripción
1	Red Preferencial
2	Red Arterial
3	Red Básica

2.1.1.8 Pertenencia a Redes Estructurantes de Madrid ciudad

En los tramos de la ciudad de Madrid se ha incluido su pertenencia a alguna de las redes estructurantes que utiliza el Ayuntamiento en sus Informes de Movilidad. Los códigos empleados son los que se indican en la Tabla 8.

Tabla 8 Tipología según pertenencia a Redes Estructurantes de la ciudad de Madrid

Pertenencia a Red Estructurante	Descripción
0	No pertenece a ninguna Red Estructurante
1	Red estructurante de 1er nivel. Interior
2	Red estructurante de 2º nivel. Interior
3	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M-40
4	Red estructurante de 2º nivel. Fuera de M-40

2.1.1.9 Existencia de carril bus

Se han incluido los carriles bus disponibles en cada arco, con el objetivo fundamental de poder asignar una función de demora de transporte público específica a estos arcos.

2.1.1.10 Barreras de peaje

Se han marcado las barreras de peaje existentes en la Comunidad de Madrid. Por lo general, los peajes de las autopistas radiales y la M-12 alternan los tipos abierto y cerrado². El peaje de la AP-41 es de tipo cerrado aunque solo afecta a una parte pequeña de su recorrido en la Comunidad y además es una vía de escaso tráfico metropolitano.

² Peaje abierto es cuando se paga una cantidad determinada al pasar por una barrera independientemente de la salida o entrada que se escoja. Suele encontrarse en el centro del tronco de la autopista y los ramales de entrada y salida anexos.

En el peaje cerrado, habitual en autopistas de largo recorrido con múltiples accesos, se suele pagar al salir de la autopista y la cantidad a pagar depende de la distancia recorrida (es decir, de la barrera por la que se ha entrado). En este caso, cada salida de la autopista cuenta con una barrera de peaje.

Tabla 9 Peajes incluidos en el modelo

Código de barrera de peaje	Código en modelo	Autopista	Tipo Real	Tipo Modelo	Notas
AP-41_01a	1	AP-41	Cerrado	Abierto	Peaje Madrid-Toledo restando tramo M-404-Madrid
AP-41_02	2	AP-41	Cerrado	Abierto	Peaje M-404-Madrid
M11_01	3	M-11	Abierto	Abierto	Peaje M-11 sur
M11_02	4	M-11	Abierto	Abierto	Peaje M-11 norte-acceso M-13
R2_01a	5	R-2	Cerrado	Abierto	Extremo Guadalajara. Peajes reales en provincia de Guadalajara (hay dos: conexión con A-2 y en Cabanillas)
R2_01b	6	R-2	Cerrado	Abierto	Azuqueca
R2_02	7	R-2	Cerrado	Abierto	Acceso M-50 por este
R2_03	8	R-2	Cerrado	Abierto	Peaje aeropuerto
R2_04	9	R-2	Cerrado	Abierto	Peaje Alcobendas
R3_01a	10	R-3	Abierto	Abierto	Extremo Arganda a A3
R3_01b	11	R-3	Abierto	Abierto	Extremo Arganda a Arganda
R3_02a	12	R-3	Abierto	Abierto	Acceso M-40 por este hacia Prolongación de O'Donnell
R3_02b	13	R-3	Abierto	Abierto	Acceso M-40 por este hacia M-40
R4_01	16	R-4	Abierto	Abierto	Acceso Parla y M-50
R4_02	14	R-4	Abierto	Abierto	Tramo Ocaña-Aranjuez
R5_01	15	R-5	Abierto	Abierto	Acceso M-40
R5_02a	17	R-5	Abierto	Abierto	Peaje oeste R-5. Simula tramo Navalcarnero-Arroyomolinos
R5_02b	18	R-5	Abierto	Abierto	Peaje oeste R-5. Simula tramo Arroyomolinos-Madrid

2.1.1.11 Asignación de tipología de arco para el modelo

A partir de las tipologías descritas en los puntos anteriores se ha definido la tipología de arco a utilizar en el modelo. Desde la perspectiva del usuario se considera que de las caracterizaciones anteriores, las que realmente le influyen en el momento de desplazarse son:

- El Tipo Básico de Vía (y más concretamente si es urbana o no)
- Si es vía multicarril
- Si tiene dos sentidos de circulación (la mayor anchura visual que cuando solo es un sentido facilita el ir más deprisa)
- Si es semaforizada

Para combinar estos criterios lo ideal sería generar una variable con cuatro dígitos. No obstante el modelo EMME solo permite tres dígitos para el campo tipo de vía, por lo que se ha optado por un código de dos cifras en el que:

- El dígito de la izquierda se corresponde con el Tipo Básico de Vía
- El dígito de la derecha se corresponde con la combinación de los valores posibles de los otros tres atributos.

2.1.2 Asignación de Capacidad por tipos de arcos

Para cada arco se ha asignado una capacidad base por carril de acuerdo con los siguientes criterios:

- Carreteras/vías multicarril: 2.300 veh/hora (en algunos casos de la M-30/M-40 se redujo a 2.100)
- Carreteras convencionales: 1.500 veh/hora

Sobre esta capacidad base se han asignado unos coeficientes de acuerdo con las siguientes tablas. En el caso de las vías semaforizadas en realidad cada arco depende de la fase verde que tenga, lo que da lugar a una casuística inmanejable a nivel de modelo. Como base se ha considerado un factor constante y en el proceso de calibración podrá reajustarse en arcos concretos.

Tabla 10 Factor de vía interurbana/urbana

Tipo de vía	Factor
Interurbana no comarcal	1,00
Interurbana comarcal	0,90
Urbana	0,75

Tabla 11 Factor por semaforización

Semaforización	Factor
No	1,0
Sí	0,6

Finalmente, se adaptaron algunas capacidades a los aforos observados, verificando su capacidad suficiente. Con ello, la Tabla 12 muestra las capacidades consideradas en la asignación, según el tipo de vía.

Tabla 12 Capacidad por carril según tipo de vía

Tipo EMME	Tipo de vía	Multicarril	Direcciones vía	Si semaforizada	Capacidad (vehículos por carril y hora)
10	Peatonal	0	0	0	0
20	Vía férrea	0	0	0	0
31	Red Preferente Madrid	1	1	0	1050
33	Red Preferente Madrid	1	2	0	1050
34	Red Preferente Madrid	1	2	1	650
35	Red Preferente Madrid	2	1	0	1500
36	Red Preferente Madrid	2	1	1	900
37	Red Preferente Madrid	2	2	0	1500
38	Red Preferente Madrid	2	2	1	900
41	Arteria urbana principal	1	1	0	1050
42	Arteria urbana principal	1	1	1	650
43	Arteria urbana principal	1	2	0	1050
44	Arteria urbana principal	1	2	1	650
45	Arteria urbana principal	2	1	0	1500
46	Arteria urbana principal	2	1	1	900
47	Arteria urbana principal	2	2	0	1500
48	Arteria urbana principal	2	2	1	750
48	Arteria urbana principal	2	2	1	900
51	Vía urbana local	1	1	0	1050
52	Vía urbana local	1	1	1	650
53	Vía urbana local	1	2	0	1.050
54	Vía urbana local	1	2	1	650
55	Vía urbana local	2	1	0	1.500
56	Vía urbana local	2	1	1	650
56	Vía urbana local	2	1	1	900
57	Vía urbana local	2	2	0	1500
58	Vía urbana local	2	2	1	900
63	Circunvalación (M30, M40, etc.)	1	2	0	2.100
65	Circunvalación (M30, M40, etc.)	2	1	0	2.100
67	Circunvalación (M30, M40, etc.)	2	2	0	2.100
67	Circunvalación (M30, M40, etc.)	2	2	0	2.300
68	Circunvalación (M30, M40, etc.)	2	2	1	2.100
71	Autovía/Carretera Red Nacional	1	1	0	1.400
73	Autovía/Carretera Red Nacional	1	2	0	1.400

Tipo EMME	Tipo de vía	Multicarril	Direcciones vía	Si semaforizada	Capacidad (vehículos por carril y hora)
77	Autovía/Carretera Red Nacional	2	2	0	2.300
81	Carretera Red Regional	1	1	0	1400
83	Carretera Red Regional	1	2	0	1.400
84	Carretera Red Regional	1	2	1	850
87	Carretera Red Regional	2	2	0	2.300
93	Carretera Red Comarcal	1	2	0	1.250

Como referencia empírica se ha dispuesto de los aforos por hora del Ayuntamiento de Madrid. A partir de éstos se han obtenido unos valores máximos de intensidad horaria entre los meses de abril y junio de 2018 para tramos semaforizados y para tramos de M-30 y Avenida de Portugal (conexión en túnel de la M-30 con la A-5). En el caso de los tramos semaforizados se plantea la incertidumbre del efecto del carril bus (ya que parte de los tráfico aforados son taxis y autobuses pero no se conoce su cuantía). Es por ello que en la Tabla 13 se presenta la intensidad por carril en tres opciones: contando el carril bus, descontándolo y el promedio. De esta tabla, fijando la atención en la columna “promedio” se deduce que tramos semaforizados se pueden alcanzar intensidades horarias del orden de 860 vehículos (casos de Serrano o Génova) o incluso 1.000 (caso de Génova), valores entre los que se encuadra la capacidad asignada a este tipo de vías (900 vehículos por carril y hora).

Tabla 13 Intensidades horarias máximas registradas en tramos de red de Madrid

Calle	Intensidad/carril sin contar carril bus	Intensidad/carril con carril bus	Intensidad/carril promedio
Serrano	1.085	651	868
Serrano	1.085	651	868
Génova 1	833	555	694
Génova 2	1.043	695	869
Castellana (Rubén Darío) 1	777	647	712
Castellana (Rubén Darío) 2	381	318	349
Castellana (Santiago Bernabéu) 1	512	427	470
Castellana (Santiago Bernabéu) 2	576	480	528
José Abascal	448	448	448
Cea Bermúdez	712	712	712
Ppe Vergara 1	951	634	793
Ppe Vergara 2	1.229	819	1.024
Doctor Esquerdo 1	744	744	744
Doctor Esquerdo 2	564	564	564
M-30 este 1	>2.000	>2.000	>2.000
M-30 este 2	>2.000	>2.000	>2.000
M-30 oeste 1	1.574	1.574	1.574
M-30 oeste 2	1.579	1.579	1.579
Av. Portugal 1	1.222	1.222	1.222
Av. Portugal 2	1.409	1.409	1.409

2.1.3 Asignación de funciones de demora por tipo de arcos

Para el presente estudio, se han seguido las indicaciones de la publicación de octubre de 1989 de Heinz Spiess "Canonical Volumen-Delay functions" (<http://www.spiess.ch/emme2/conic/conic.html>).

Como indica el artículo citado, existen varias posibilidades de selección de funciones de demora para un modelo de asignación de vehículo privado, que suelen ser variaciones de un factor que multiplica al tiempo en flujo libre para cada tramo. En la práctica, hay dos grandes familias de funciones que se aplican en la gran mayoría de los modelos de asignación de tráfico:

- Funciones BRT: La ventaja fundamental es que existen estudios empíricos para determinar diferentes valores de alpha para diferentes tipos de vía estándares.

$$t = \frac{60 \cdot l}{el1} \left(1 + \left(\frac{volau + el3}{el2} \right)^\alpha \right)$$

- Funciones Cónicas (las del artículo citado). La ventaja fundamental es que mantienen la lógica de las funciones BPR solucionando aquellos tramos más inelásticos de dichas funciones. Eso permite alcanzar una mayor estabilidad en los procesos iterativos, esperando obtener con ello resultados más estables.

$$t = \frac{60 \cdot l}{el1} \cdot \left[2 - \alpha \cdot \left(1 - \frac{volau + el3}{el2} \right) - \beta + \sqrt{\alpha^2 \cdot \left(1 - \frac{volau + el3}{el2} \right)^2 + \beta^2} \right]$$

Donde:

- “t” es el tiempo de recorrido del arco en minutos
- “l” es la longitud del arco
- “el1” es la velocidad de recorrido en ausencia de tráfico
- “volau” es la intensidad de tráfico asignada
- “el2” es la capacidad del tramo (producto de capacidad por carril y número de carriles)
- “el3” es el tráfico de precarga
- “α” y “β” son parámetros (en las funciones BPR únicamente se utiliza un parámetro, en las funciones cónicas, definido alpha se obtiene beta) Así, en las funciones cónicas se ha de cumplir que $\beta = \frac{2\alpha-1}{2\alpha-2}$

En el artículo citado, escrito por el diseñador del algoritmo de asignación central del EMME2 (base del actual EMME) se pueden encontrar en mayor detalle las desventajas que tiene utilizar funciones BPR directamente y al construcción matemáticas de las funciones de demora cónicas). Estas funciones son particularmente eficientes en el software EMME. Por lo tanto, las funciones de demora se han establecido mediante funciones cónicas de acuerdo con la expresión general indicada anteriormente.

Para determinar los valores de los parámetros, inicialmente se buscaron funciones más próximas a la realidad³. En esta expresión, los parámetros a, b y c son libres.

$$t = 60 \cdot l \cdot \left[\frac{1}{el1} + a \cdot \left(\sqrt{\frac{volau + el3}{el2} \cdot \frac{b \cdot c}{el2} + \left(\frac{volau + el3}{el2} - 1 \right)^2} + \frac{volau + el3}{el2} - 1 \right) \right]$$

³ Nótese que dichas funciones no se han utilizado a no cumplirse que el valor al 100% de capacidad el valor de la velocidad debería ser la mitad de la velocidad en flujo libre. Esta condición es relevante porque es una de las condiciones para obtener funciones de demora bien configuradas según el artículo de referencia aplicado en este estudio. Esa condición está también implícita en las funciones BPR.

Para la estimación de funciones de demora se ha dispuesto de las mediciones de velocidad/intensidad de la M-30 y la Avenida de Portugal, todas ellas con dos calzadas y varios carriles por sentido.

En estos casos se han podido plantear funciones cónicas que ajustan relativamente bien para los tramos de tráfico con circulación estable utilizando los parámetros:

- $a=0,25$
- $b=8,00$
- $c=1,50$

Gráfico 5 Comparación de velocidades medidas y deducidas de función de demora en Paseo de Extremadura (túnel de conexión M-30/A-5)

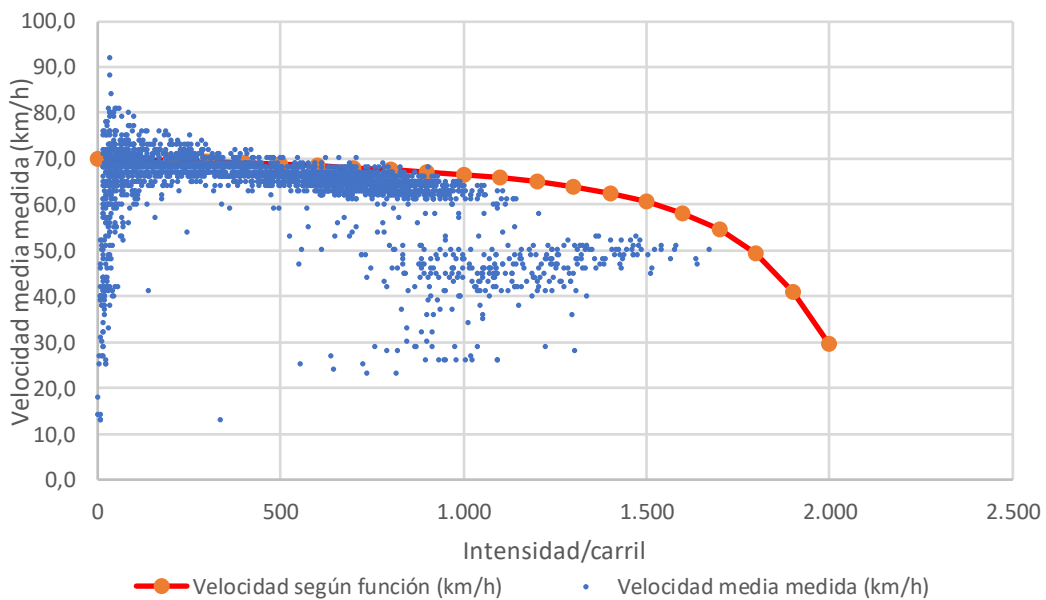


Gráfico 6 Comparación de velocidades medidas y deducidas de función de demora en túnel M-30

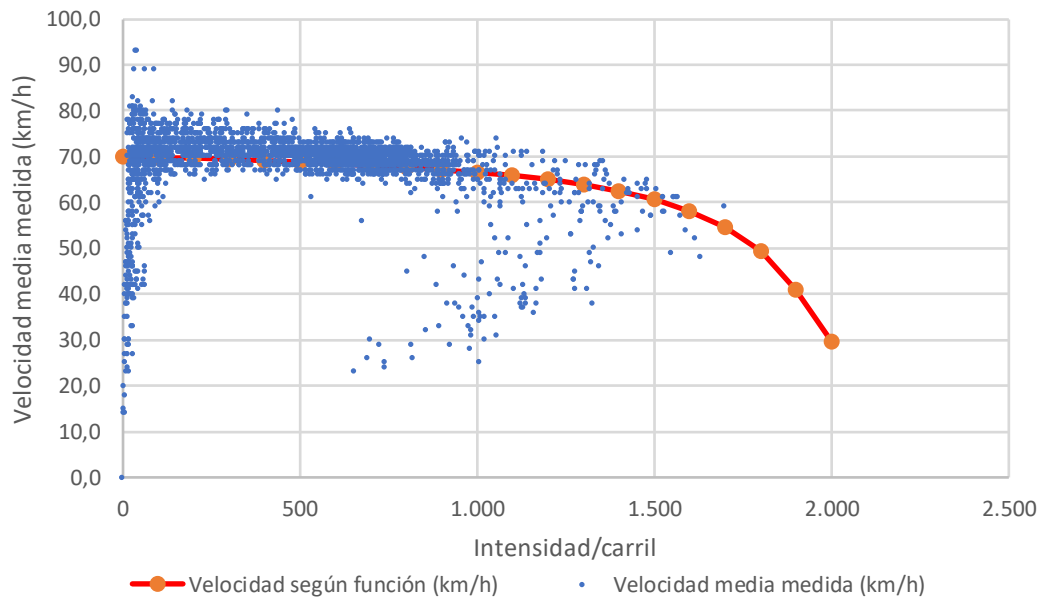
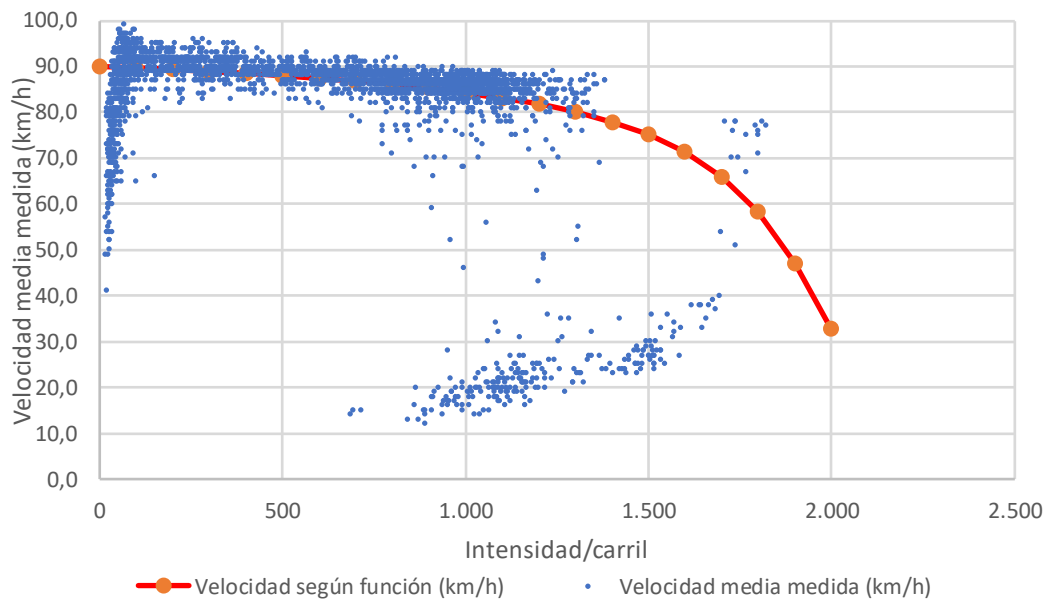


Gráfico 7 Comparación de velocidades medidas y deducidas de función de demora en M-30-este



Es relevante indicar los siguientes aspectos característicos del ajuste de las curvas empleadas:

- Se puede apreciar en los tramos en los que la velocidad se encuentra entre volúmenes más altos de velocidad observada una mayor concentración de los puntos observados (la variabilidad de puntos en este rango recoge los comportamientos diferentes de los conductores). Es lógico que estas situaciones sean las mayoritarias porque recogen el comportamiento más natural que es cuando la vía se encuentra en capacidad (esto es, la capacidad de la vía es suficiente para la circulación de la intensidad demandada). En vías muy congestionadas durante un periodo concreto se observará una menor concentración de puntos en esta área. Sin embargo, no es el comportamiento habitual en las vías en el área de estudio.
- Por el contrario, se observa que, para velocidades más bajas, la curva no se ajusta y los niveles de intensidad y velocidad tienen pendiente positiva. Esto es coherente con la situación de vías que sobrepasan la capacidad disponible.
- Este comportamiento ya lo predice la ingeniería de tráfico bajo la denominada ecuación fundamental del tráfico. En esencia, esa ecuación recoge que a medida que se incrementa la intensidad desde 0 hasta la capacidad de la vía la velocidad de circulación va a ir decreciendo (esa tasa de decrecimiento no es constante, se irá acelerando a medida que se vaya acercando a un valor de 1 del ratio intensidad/capacidad). Esa ecuación también define que cuando la intensidad supera la capacidad de la vía, lo que se va a producir es una reducción de la velocidad y un paso menor (reducción de intensidad) de vehículos.
- Es obvio que la función definida matemáticamente nunca va a poder ajustarse a la ecuación fundamental del tráfico, porque la ecuación no puede expresarse como una función. Así, los modelos de tráfico nunca van a poder presentar valores de pendientes positivas entre la intensidad y la velocidad, como si sucede en situación de alta congestión. Junto a otras razones de equilibrio y comportamiento aleatorio del usuario en congestión, se dice que los modelos de asignación de tráfico funcionan con una peor precisión en áreas con congestiones de tráfico elevadas.
- Es interesante comprobar en el gráfico de la M-30 Este⁴ justo cuando la pendiente entre velocidad y capacidad empieza a cambiar (capacidad de la vía) es cuando la vía alcanza más o menos el 50% de la velocidad en flujo libre. Este valor empírico es contrastable en otras experiencias.
- Así, las funciones BPR (construidas empíricamente) matemáticamente cumplen que la velocidad cuando la intensidad iguala a la capacidad es el 50% de la velocidad en flujo libre (configurando así un criterio para la construcción de funciones de demora bien configuradas). Es más, y a

⁴ En los otros dos este efecto no se puede ver porque la velocidad de flujo libre es mayor que la velocidad de circulación obligatoria y los valores observados están muy influenciados por dicho límite

partir de dicha realidad, en el artículo de referencia indicado al inicio del capítulo el autor del mismo llega a definir la capacidad de una vía como la intensidad de una vía cuando la velocidad media es el 50% de la velocidad de circulación en condiciones de flujo libre.

Volviendo a la definición de funciones llevada a cabo, para el resto de las tipologías de arcos no se dispone de mediciones que relacionen la velocidad con la intensidad. En estos casos se han definido otras tres funciones basadas en el tipo de vía y el número de carriles según se indica en la Tabla 14.

Tabla 14 Parámetros de funciones de demora “teóricas” según tipos de vía

Función	Aplicable en	Ámbito	Factor a	Factor b	Factor
2	Vía multicarril	Interurbano	0,25	8	1,5
31	Vía 1+1	Interurbano	0,25	6	20,0
49	Vía multicarril	Urbano	0,25	6	5,0
57	Vía 1+1	Urbano	0,25	6	60,0

Gráficamente estas funciones se corresponden con las figuras siguientes. Para comparar sus formas, en el gráfico se ha considerado una velocidad en flujo libre de 90 km/h aunque en la realidad las funciones (fd)49 y (fd)57 suelen aplicarse con velocidades libres entre 20 y 50 km/h.

Gráfico 8 Velocidad según funciones teóricas

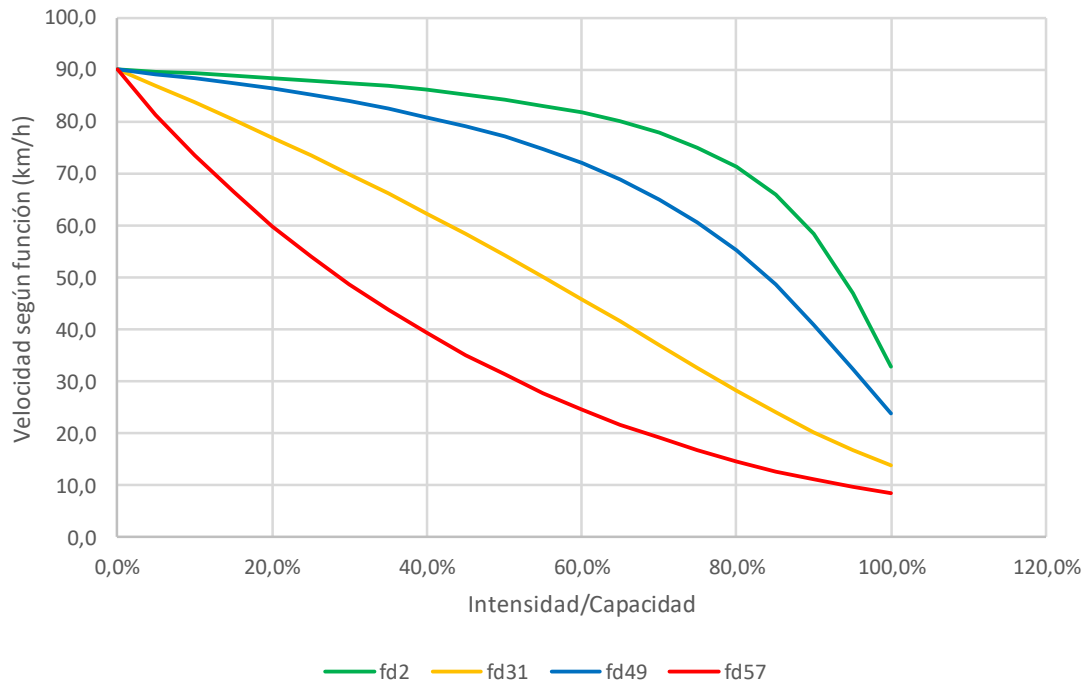
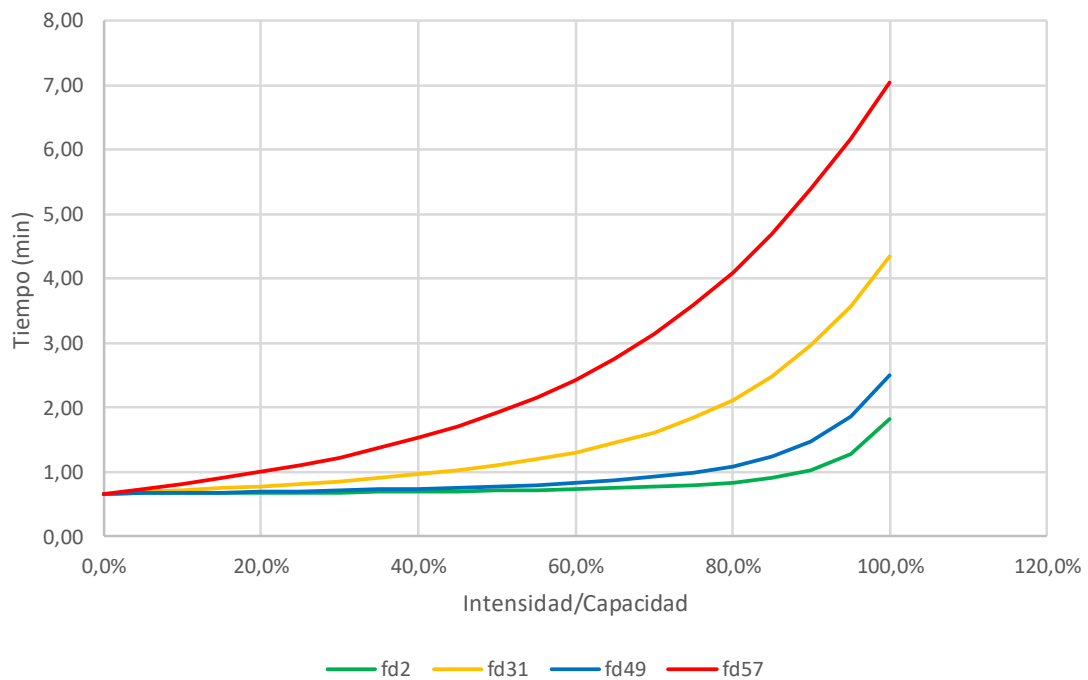


Gráfico 9 Demora según funciones teóricas



Una vez obtenidas estas funciones como las bases, se ha procedido a estimar las funciones de demora aplicadas en el modelo para cumplir los criterios de funciones de demora bien configuradas según artículo de referencia:

Tabla 15 Parámetros de funciones de demora “aplicadas” según tipos de vía

Función	Aplicable en	Ámbito	Alpha
2	Vía multicarril	Interurbano	12
31	Vía 1+1	Interurbano	3,5
49	Vía multicarril	Urbano	6
57	Vía 1+1	Urbano	1,05

Realizando las formulaciones correspondientes, se puede graficar el comportamiento de las funciones teóricas y aplicadas, así como las curvas BPR con el coeficiente Alpha de la función de congestión canónica. De esta forma, se puede apreciar en el Gráfico 11 que las divergencias en tiempo definido se deben al comportamiento en volúmenes superiores al 100% (entre BPR y cónica) y en que la función teórica inicial no cumple que en el 100% de capacidad de la vía la velocidad sea la mitad de la velocidad libre.

Gráfico 10 Velocidad según funciones definidas

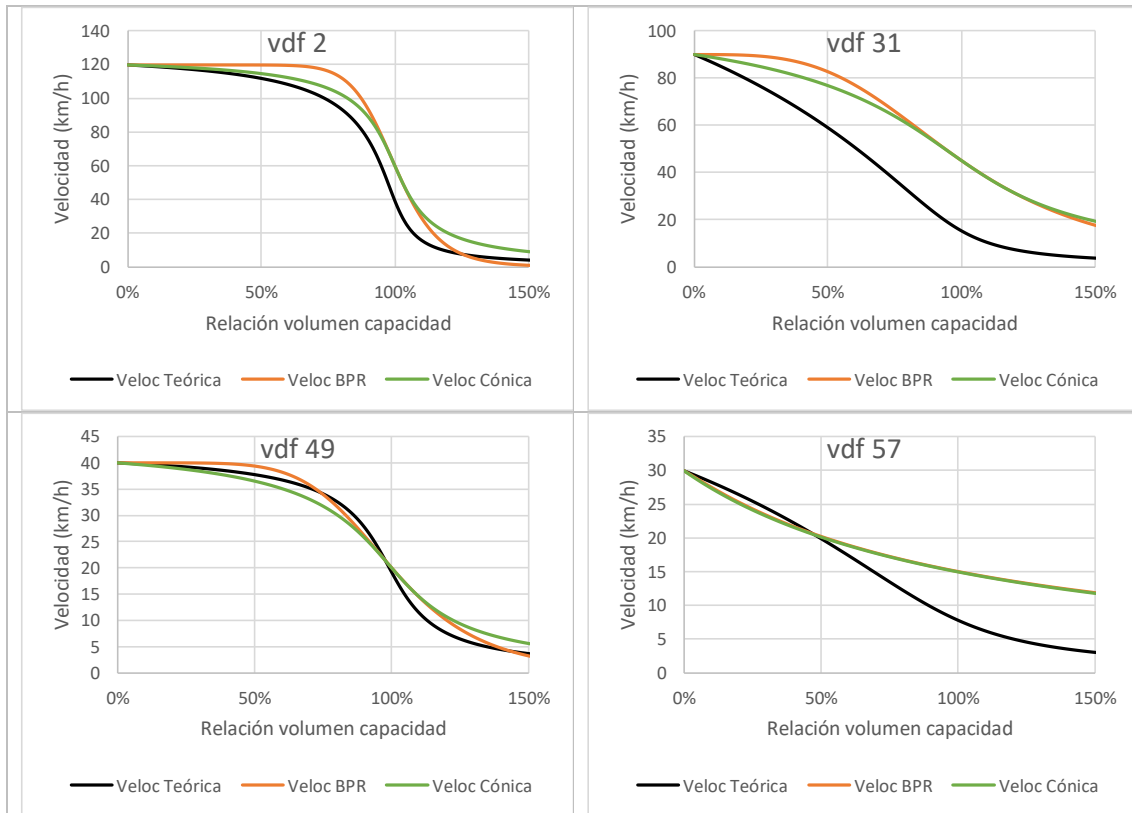
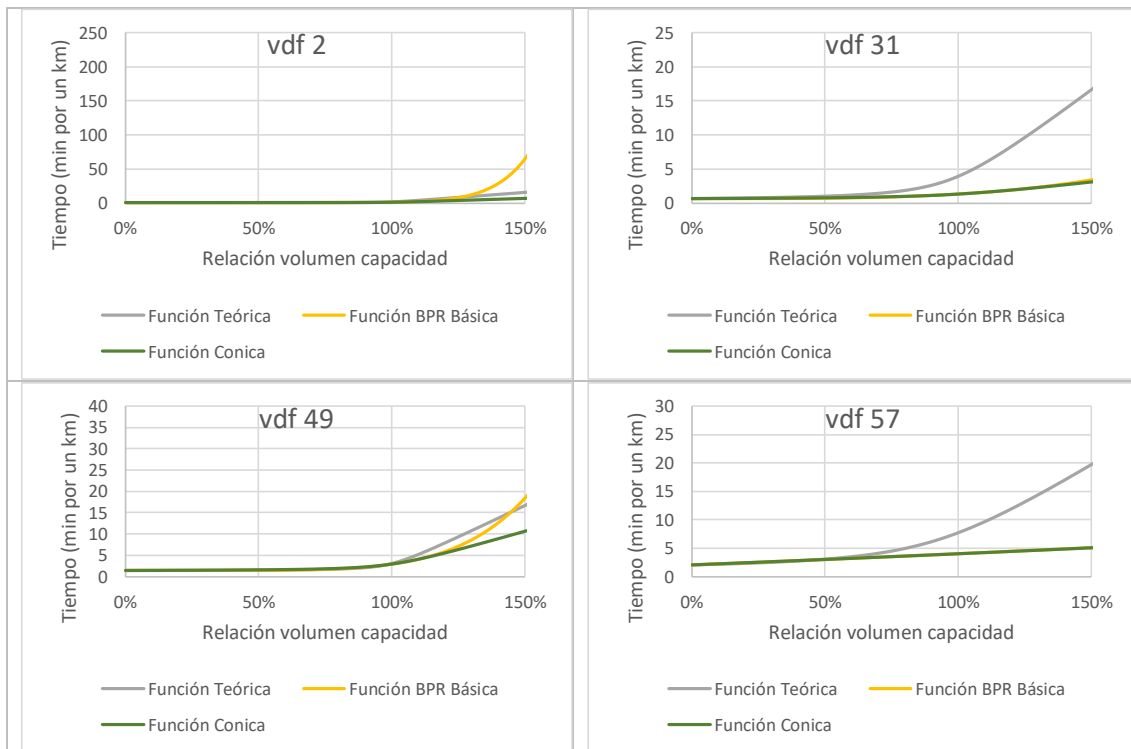


Gráfico 11 Demora según funciones definidas



Aplicando la Tabla 15 a la tipología de arcos del modelo, se tiene la siguiente asignación de funciones de velocidad por tipo de arco.

Tabla 16 Funciones de velocidad por tipo de arco

Tipo EMME	Descripción del tipo de vía	Multicarril	Direcciones vía	Si semaforizada	Función de demora
10	Peatonal	0	0	0	0
20	Vía férrea	0	0	0	0
31	Red Preferente Madrid	1	1	0	57
32	Red Preferente Madrid	1	1	1	57
33	Red Preferente Madrid	1	2	0	57
34	Red Preferente Madrid	1	2	1	57
35	Red Preferente Madrid	2	1	0	49
36	Red Preferente Madrid	2	1	1	49
37	Red Preferente Madrid	2	2	0	49
38	Red Preferente Madrid	2	2	1	49
41	Arteria urbana principal	1	1	0	57
42	Arteria urbana principal	1	1	1	57
43	Arteria urbana principal	1	2	0	57
44	Arteria urbana principal	1	2	1	57
45	Arteria urbana principal	2	1	0	49
46	Arteria urbana principal	2	1	1	49
47	Arteria urbana principal	2	2	0	49
48	Arteria urbana principal	2	2	1	49
51	Vía urbana local	1	1	0	57
52	Vía urbana local	1	1	1	57
53	Vía urbana local	1	2	0	57
54	Vía urbana local	1	2	1	57
55	Vía urbana local	2	1	0	49
56	Vía urbana local	2	1	1	49
57	Vía urbana local	2	2	0	49
58	Vía urbana local	2	2	1	49
63	Circunvalación (M30, M40, etc.)	1	2	0	31
65	Circunvalación (M30, M40, etc.)	2	1	0	2
67	Circunvalación (M30, M40, etc.)	2	2	0	2
68	Circunvalación (M30, M40, etc.)	2	2	1	2
73	Autovía/Carretera Red Nacional	1	1	0	31
73	Autovía/Carretera Red Nacional	1	2	0	31
77	Autovía/Carretera Red Nacional	2	2	0	2
81	Carretera Red Regional	1	1	0	31
83	Carretera Red Regional	1	2	0	31
84	Carretera Red Regional	1	2	1	31
87	Carretera Red Regional	2	2	0	2
93	Carretera Red Comarcal	1	2	0	31
97	Carretera Red Comarcal	2	2	0	2

2.1.4 Atributos extra

Para cada arco se han generado en EMME varios atributos extra. Los atributos extra incluidos en EMME se muestran en las tablas desde Tabla 17 hasta Tabla 20, ambas incluidas. Puede observarse que se han clasificado los atributos extras en tres categorías diferenciadas:

- A: Arrobas que se utilizan en la asignación y que son llamadas en los scripts o utilizadas en la definición de los parámetros de la función de velocidad de privada (el). En muchos casos, estos atributos se autogeneran en los scripts. No obstante, antes de proceder a la eliminación de dichas arrobas se recomienda revisar el script o scripts que la utilizan.
- I: Informativa de naturaleza externa. Esos atributos recogen información externa e incluida en la red.
- R: Informativa de naturaleza interna. Estos atributos recogen información calculada dentro del propio escenario.
- O: Otros. Recoge arrobas utilizadas en procesos internos de EMME que no están siendo aplicados en scripts. Por ejemplo, campos de control de nodo.

Adicionalmente, se han incluido una escala de colores, cuya leyenda es la siguiente:

- **Arroba de asignación, función de velocidad o script a definir por el modelizador.** Estas arrobas son las que en su mayoría se pueden gestionar desde la plantilla de Excel que genera los inputs de entrada en el modelo.
- **Arroba de asignación resultado de la modelización.** Son atributos que recogen diferentes valores de la asignación resultante
- **Arroba de asignación relacionada con la gestión de cobro a usuarios en asignación.** Solo a efectos de mantenimiento se ha reservado una serie de atributos para la introducción de tarifas en la asignación. Si bien no se ha incluido en la calibración ni aplicación original, se mantiene por si en algún momento se decidiera su inclusión.
- **Arrobas con datos para calibración de flujos.** Son los atributos que recogen algún tipo de aforo utilizado en la calibración del modelo 2018.
- **Resto.** En este formato se recoge los atributos extra que no se pueden clasificar en alguno de los tres grupos anteriores.

Tabla 17 Atributos extra incluidos en EMME (nodos)

Extratributo	Descripción	Categoría
@boarbus	Boarding Time en modo carretero de transporte público	
@busint	Pasa autobús interurbano	R
@busurb	Pasa autobús urbano	R
@contn	Campo de control (nodo)	R
@corona_tarif	Corona Tarifaria del nodo	I
@dem_b	Subidos EMT escenario	A
@dem_i	Subidos interurbanos escenario	A
@dem_j	Subidos urbanos escenario	A
@dem_l	Subidos Metro Ligero escenario	A
@dem_m	Subidos metro escenario	A
@dem_r	Subidos Cercanías escenario	A
@demnodo	demanda en nodos escenario	A
@demvestibulo	Demanda en nodo de vestíbulo de Cercanías o Metro	A
@idtarnodo	Identificador de tarifa en nodo	A
@metlig	Pasa el Metro ligero	R
@metro	Pasa el Metro	R
@parfer	Detecta si es vestíbulo ferroviario	R
@renfe	Pasa Cercanías de RENFE	R
@tarif_nod	Valor de tarifa en euros (nodo)	A

Tabla 18 Atributos extra incluidos en EMME (arcos)

Extratributo	Descripción	Caegoría
@afoveqpes dia	Aforo de vehículos pesados en hora media (vehículos equivalentes)	I
@afoveqpes punta	Aforo de vehículos pesados en hora punta (vehículos equivalentes)	I
@auxtff	Función ttf	A
@cap_carril	Capacidad por carril	I
@cap_sentido	Capacidad total por sentido	A
@carrilbus	Número de Carriles Bus	I
@carriles	Número de carriles (aunque en las tablas en EMME se tiene el campo "lanes" con el número de carriles, se ha reservado este atributo extra por si en algunos arcos con vías de servicio conviniera modificar el número de carriles en el momento de la asignación)	RI
@codigo_af_comunid	Código de estación de aforo de la Comunidad de Madrid	I

Extratributo	Descripción	Caegoría
@codigo_af_per_ayto	Código de estación de aforo del Ayuntamiento de Madrid (según base con datos de semáforos y M-30). Permite identificar los tramos para posteriormente poder cargar los datos de aforos que se seleccionen. Tabla 54 del Apéndice 1	I
@codigo_af_oro_ayto	Código de estación de aforo permanente del Ayuntamiento de Madrid. El código está formado por el número de estación (Tabla 54 del Apéndice 1) y el valor "01" ó "02" para diferenciar el sentido de circulación	I
@codigo_vel_ayto	Código para indicar si el arco pertenece a algún itinerario para los que aporta velocidades medias el Ayuntamiento de Madrid en su informes de Movilidad (Tabla 55 del Apéndice 1)	I
@codpeaje	Código de peaje, reconvertido según lo indicado en la Tabla 9	I
@contl	Campo de control (arco)	O
@haydireccntraria	Si existe arco con dirección contraria	I
@id_gis	ID para relacionar con fichero SIG en el que arcos que comparten mismo trazado pero distinto sentido de circulación, se han desagregado en dos arcos SIG	I
@id_gis_bid	ID para relacionar con fichero SIG en el que se han modificado los arcos (en fichero en que cada par de arcos de EMME con sentidos inversos se han agrupado en un solo arco SIG)	I
@id_ruta_velocmad	Id de recorridos velocidad del Ayuntamiento de Madrid (2018)	I
@idtararco	ID tarifa en arco auxiliar transit	A
@jerarqmadrid	Jerarquía alternativa en Madrid ciudad, de acuerdo con la Tabla 8	I
@jerarquia	Jerarquía en tramos urbanos, de acuerdo con la Tabla 7.	I
@lig_dia	Aforos 2018 vehículos ligeros día laborable	I
@lig_med	Aforos 2018 vehículos ligeros hora media día laborable	I
@lig_punt	Aforos 2018 vehículos ligeros hora punta día laborable	I
@longitudprevia_q	Longitud previa de transbordo metro-tren escenario	I
@milla_recmad	Milla en ruta de velocidad del Ayuntamiento de Madrid (2018)	I
@modtp	Modos Transporte público bfjigmrl	R
@multcarril	Si tiene uno o más carriles	I
@nombre	Nombre de la carretera. Se ha utilizado este atributo siguiendo el esquema tradicional de EMME de usar extraatributos numéricos, aunque su utilidad es menor en las últimas versiones de EMME en las que ya se pueden enlazar "atributos configurables" de texto. Para pasar de valor literal a código numérico en general se ha seguido los siguientes criterios:	I

Extratributo	Descripción	Caegoría
	Las carreteras que empiezan con "M" y no tienen sufijo final, aparecen con el número que sigue a la letra "M" (salvo en el caso de la autopista de peaje M-12) Las autovías nacionales A1 a A-42 aparecen con su número ordinal Las autopistas de peaje aparecen con el valor 10.000 más su número ordinal Las carreteras que empiezan con "M" y tienen un sufijo se han denominado con su número más 1000 En la Tabla 52 del Apéndice 1 se presentan los valores asignados por carretera.	
@parfel	Auxiliar detecta parada ferroviaria	R
@peajeligeros	Peaje de vehículos ligeros (EUR 2018).	I
@peajepesados	Peaje de vehículos pesados (EUR 2018).	I
@pes_dia	Aforos 2018 vehículos pesados día laborable	I
@pes_med	Aforos 2018 vehículos pesados hora media día laborable	I
@pes_punt	Aforos 2018 vehículos pesados hora punta día laborable	I
@precarga	Precarga de vehículos para asignación	A
@precarga0	Precarga de veh privado sin TP escenario	A
@res_aj_dia1	Volumenes asignados en el ajuste de calibración de ligeros	A
@res_aj_dia2	Volumenes asignados en el ajuste de calibración de pesados	A
@semaforizado	Si está semaforizado	I
@tarif_arco	Valor de tarifa en euros (arco)	A
@tiempo_base	Tiempo Base (en flujo libre) del arco	I
@tipo_zona	Tipo de zona de acuerdo con la Tabla 6	I
@veheqmed	Vehículos equivalentes en hora media día laborable	A
@veheqpunt	Vehículos equivalentes en hora punta aforados	A
@vel_ref_mad	Velocidad de referencia en itinerario del Ayuntamiento de Madrid. En cada escenario que se simule se incluirá la velocidad que le corresponda. En la versión actual están las velocidades en punta de la mañana del mes de mayo de 2018	I
@veloc_punt_dia	Velocidad puntual aforos 2018	I
@veloc_punt_punta	Velocidad puntual aforos punta 2018	I
@velocidadbase	Velocidad Base (en flujo libre) del arco	A

Tabla 19 Atributos extra incluidos en EMME (líneas)

Extratributo	Descripción	Categoría
@bt_mod0	boarding time por modo	A
@dem	Demanda en EMT	I
@dem31	demanda EMT 20131 escenario	I
@hdwydia	Intervalo de paso en día medio	A
@hdwypunt	Intervalo de paso en hora punta	A
@velom	Velocidad media calibración de asignación (no usado en nuevo modelo)	I

Tabla 20 Atributos extra incluidos en EMME (segmentos)

Extraatributo	Descripción	Categoría
@cod_corona_seg	ID salto tarifa no múltiplo 11 salta tar	A
@cor_i	Corona tarifaria nodo inicio segmento	A
@cor_j	Corona tarifaria nodo final segmento	A
@cor_paradai	Corona tarifaria parada i previa	A
@cor_paradaj	Corona tarifaria parada j (si hay parada)	A
@iditarseg	Id tarifa cambio corona o T4	A
@tarif_seg	Valor de tarifa en euros (segmento)	A

2.1.5 Atributos configurables

Las versiones más actualizadas de EMME en el momento de realizar el estudio permiten relacionar ficheros externos, fundamentalmente de tipo “dbf”, con los que se pueden añadir atributos tanto numéricos como de texto.

Mediante estas conexiones se ha facilitado la incorporación de variables como velocidad media de líneas de EMT o nombres de carreteras y líneas de transporte público.

2.1.6 Codificación de nodos según modos de transporte accesibles

Una medida que ayuda a mantener el orden en el modelo es la de mantener una disciplina en las codificaciones. En este sentido el modelo disponible en 2018 ya tenía un esquema de codificación de nodos que se ha mantenido en esta versión del modelo y que sigue los criterios indicados en la siguiente tabla.

Tabla 21 Codificaciones de nodos según modos de transporte y funcionalidad

Modo	Códigos de Nodo
Centroides	1 a 9999
Viario general	10000 a 29999
Cercanías (andén)	30000 a 37999
Cercanías (vestíbulo-calle)	38000 a 38999
Cercanías (vestíbulo-Metro)	39000 a 39999
Metro (andén)	40000 a 47999
Metro (vestíbulo-calle)	48000 a 49499
Metro (vestíbulo-Cercanías)	49500 a 49999
Metro ligero y plataformas reservadas	50000 a 59999

En general, los criterios seguidos han sido:

- Los centroides se han codificado con el código numérico de la zona de Transportes. Se han reservado los códigos hasta 9999 para la codificación adicional en trabajos específicos y proyecciones futuras.
- Para el viario general, cualquier nodo que represente intersecciones del viario, paradas de autobús, acceso de una estación ferroviaria y, en general, cualquier nudo de la red representado a nivel de superficie se ha codificado con un número entre 10.000 y 29.999. Para redes específicas de escenarios futuros y otros estudios específicos, se asignarán códigos altos (28.000 en adelante).
- Nodos de Metro: se han reservado los códigos del 40.000 al 49.999. Se tienen además varios subtipos:
 - Andén de metro (el mismo para los dos sentidos de circulación). Como criterio ideal es que se mantenga una relación directa con la codificación en Metro/Sigtra (las estaciones de una línea se identifican dentro de la misma por el número de línea y dos dígitos con el orden de la parada en la línea. Por ejemplo, la línea 1 de metro tiene los códigos 101, 102, 103, etc.). En el modelo se ha guardado esta correspondencia y así, la estación de Plaza de Castilla de la línea 1, que tiene código Sigtra 101, en EMME se convierte en 40101.
 - Vestíbulo (acceso a calle). Son nodos ficticios que representan vestíbulos hipotéticos (no tienen relación con los vestíbulos reales) y que permiten la ruptura entre el nodo de superficie (acceso) y el nudo de andén separándolo en dos arcos: uno para la tarifa (en el acceso a andén) y otro para tiempo de acceso desde superficie. Para estaciones futuras/hipotéticas se reservan los códigos del 48.000 al 48.999. En estaciones con una sola línea de metro, las tres últimas cifras de los códigos de andén y vestíbulo son iguales.

- Nodos de Cercanías. se han reservado los códigos del 30.000 al 39.999. Se tienen además varios subtipos, semejantes a los descritos para el caso del Metro:
 - Andén de Cercanías. El andén se identifica no como línea sino con el código de estación según los trabajos de aforos anuales. Las estaciones con varios andenes se diferencian por el segundo dígito (a modo de ejemplo, en la estación de Atocha que tiene el código “8” en los trabajos de aforo, los distintos nodos de andén se han numerado como 31.008, 32.008 y 33.008)
 - Vestíbulo (acceso a calle). Con una funcionalidad semejante a la definida para el caso de Metro, en este caso, las tres últimas cifras de los códigos de andén de Cercanías y vestíbulo de Cercanías de una misma estación son iguales.
- Nodos de metro ligero y plataformas reservadas: se han codificado con números entre 50.000 y 59.999. Para redes específicas de escenarios futuros y otros escenarios se prevé asignar códigos altos (del 58.000 en adelante).

En modelos anteriores se preveían otros dos tipos de nodos: Vestíbulo de Metro con acceso a Cercanías y Vestíbulo de Cercanías con acceso a Metro que no se han usado en la versión actual del modelo. En todo caso se han reservado para estos tipos posibles de nodos los códigos indicados en la Tabla 21.

2.1.7 Codificación de arcos según modos de transporte que soportan

Los modos definidos en el modelo son los ya utilizados en versiones anteriores por el CRTM. En la tabla siguiente se indican los modos definidos, los cuales se pueden agrupar en tres categorías:

- Modos auxiliares. Canalizan básicamente los desplazamientos a pie y permiten:
 - la conectividad de la red con orígenes y destinos de los viajes (centroides de zona)
 - la conectividad con paradas de líneas de transporte público
 - la comunicación de paradas entres sí (transbordos y correspondencias).
- Modos exclusivos de transporte público. Son los modos con infraestructura propia (en el caso de Madrid, todos son modos ferroviarios. No se ha considerado como modo específico el de autobuses con plataforma reservada, prácticamente inexistente en la Comunidad).
- Modos de uso mixto. Se trata básicamente de la red de vehículo privado y la de autobuses en los que la infraestructura viaria puede ser compartida por el vehículo privado, por distintos modos de autobús (urbano,

interurbano) y por el propio peatón (por la combinación acera-calzada o bien por que se trate de un viario de coexistencia). A nivel del modelo implica que el mismo arco tendrá una definición multimodal (a diferencia de los grupos anteriores).

Tabla 22 Modos definidos en los arcos

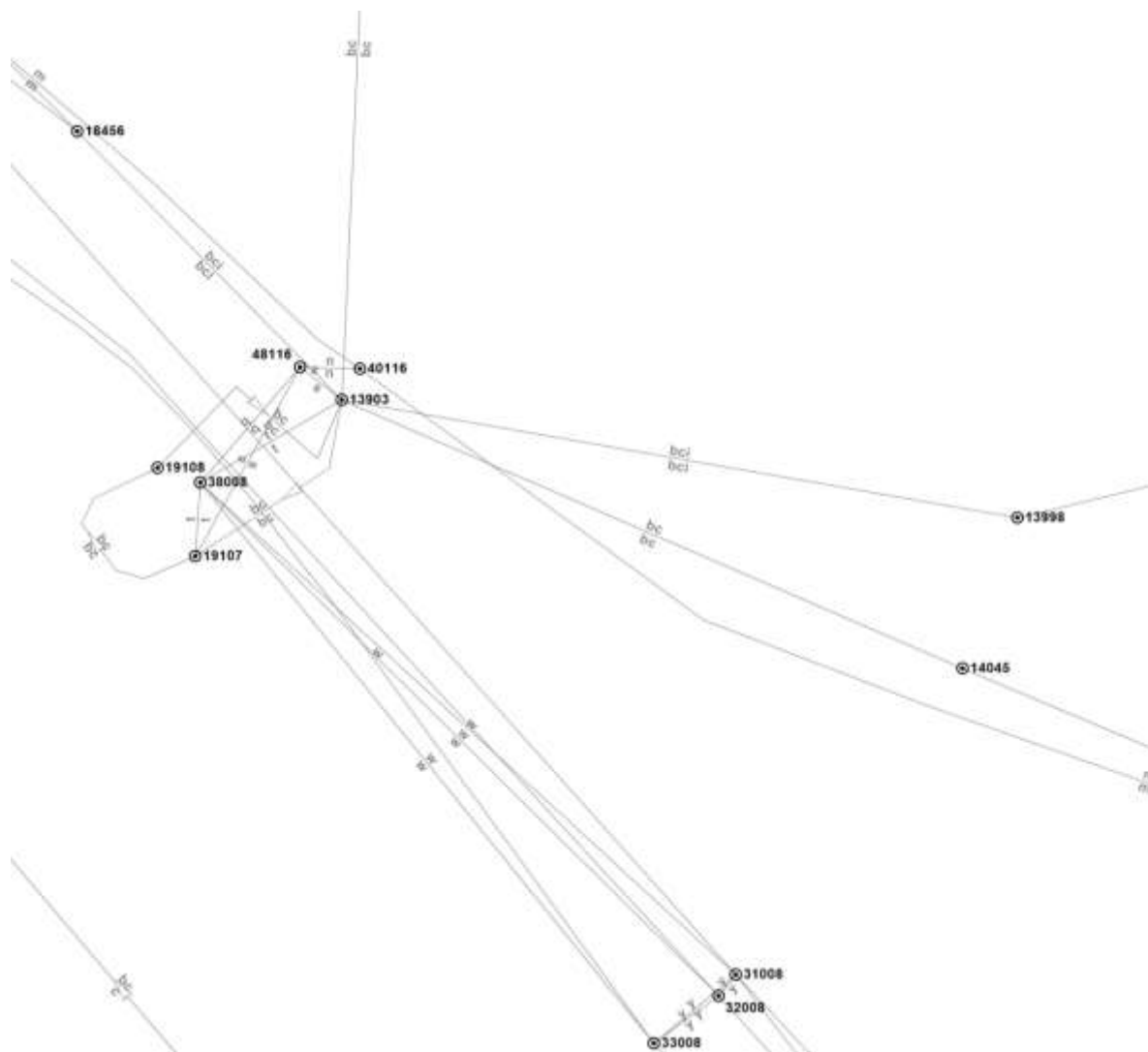
Categoría	Modo	Denominación	Descripción	Velocidad
Auxiliares	x	conector	Conector de centroide	4 km/h
	a	a pie	Conexión peatonal sobre viario de superficie	4 km/h
	n	entsalmet	Arcos de entrada/salida metro	4 km/h
	o	tramet	Arcos de trasbordo metro	4 km/h
	w	entsaltren	Arcos de entrada/salida tren	4 km/h
	y	tratren	Arcos de trasbordo tren	4 km/h
				4 km/h
	s	tarifamet	Arcos tarifa metro	4 km/h
	t	tarifatren	Arcos tarifa tren	4 km/h
	q	metro-tren	Arco de correspondencia metro-tren	4 km/h
Exclusivos de transporte público	m	Metro	Red de Metro	Función 99
	l	Metro ligero	Red de Metro ligero	Función 99
	c	Cercanías	Red de Cercanías	Función 99
Compatibles con uso privado y/o público	b	emt	Autobuses urbanos de Madrid capital (EMT)	Funciones 81 a 85 en tramos urbanos. Funciones 97 y 98 en tramos interurbanos
	i	interurb	Autobuses interurbanos de la Comunidad de Madrid	
	j	urbano	Autobuses urbanos de otros municipios	
	c	coche		Resultado asignación privado (timau)

Como ejemplo del sistema de codificación de modos y nodos en la siguiente figura se muestra el entorno de la estación de Atocha. En él se pueden observar:

- Nodos de andén de metro (40116) y de tren (31008, 32008 y 33008)
- Nodos de vestíbulo de metro (48116) y de tren (38008)
- Nodos de viario general (con valores entre 10000 y 29999)
- Arcos con modos exclusivos “m” y “r”
- Arco “s” de conexión calle-vestíbulo de Metro (arco 13903-48116)
- Arco “n” de conexión vestíbulo de Metro-andén (arco 48116-40116)
- Arco “q” de trasbordo entre vestíbulos de Metro y Cercanías (arco 48116-38008)
- Arco “t” de conexión calle-vestíbulo de Cercanías (arco 19107-38008)
- Arcos “w” de conexión vestíbulo de Cercanías-andén (arco 38008-31008, arco 38008-32008 y arco 38008-33008)

- Arcos “y” de transbordo entre andenes de Cercanías (arco 31008-32008, arco 31008-32008 y arco 32008-33008)
- Arcos de usos mixtos (por ejemplo, arco 14405-13903 con los modos “b” y “c”).

Gráfico 12 Ejemplo de codificación de nodos y arcos en el entorno de la estación de Atocha



2.2 Grafo de servicios de transporte público

2.2.1 Modos de transporte público en el modelo y codificación

El submodelo de transporte público constaba de seis modos, definidos en la siguiente tabla.

Tabla 23 Modos de transporte público

Modo (clave EMME)	Modo (descripción)
b	Autobús EMT
i	Autobús interurbano
j	Autobús urbano (no EMT)
m	Metro
l	Metro Ligero
r	Cercanías de RENFE

Teniendo en cuenta que modos comparten viario o no con el vehículo privado, se han codificado las líneas de transporte público sobre los arcos utilizados en la asignación de vehículo privado (modos autobús EMT, autobús interurbano y autobús urbano (no EMT)) o se han trazado sobre arcos de uso específico de cada modo (modos ferroviarios metro, cercanías y metro ligero).

La codificación de rutas ha seguido el esquema empleado en las versiones previas del modelo:

- EMT:
 - Los tres primeros dígitos para la descripción de la línea
 - El cuarto carácter es un guion bajo (“_”)
 - El quinto carácter indica el sentido (1 ó 2) según el nombre de la línea
 Como ejemplo, la línea 2 “Plaza de Manuel Becerra-Avenida de Reina Victoria” se codifica como 002_1 en sentido hacia Reina Victoria y como 002_2 en sentido hacia Manuel Becerra
 - Como casos especiales se tienen:
 - Línea circular: en sentido horario es la línea 068_1 y en sentido antihorario la 069_1
 - Los servicios especiales (líneas cuyo nombre oficial comienzan con la letra “E”) los que dan servicio a los campus de Ciudad Universitaria y Somosaguas y lanzaderas se han codificado como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 24 Líneas de la EMT con codificación especial

Nombre de línea	Líneas en modelo
Circular (sentido horario)	068_1
Circular (sentido antihorario)	069_1
E Plaza del Conde de Casal-Sierra de Guadalupe	090_1 y 090_2
E1 Atocha-Plaza Elíptica ⁵	401_1 y 401_2
E2 Avenida de Felipe II-Las Rosas	402_1 y 402_2
E3 Avenida de Felipe II-Valderrivas	403_1 y 403_2
E4 Avenida de Felipe II-Valdebernardo	404_1 y 404_2
F Glorieta de Cuatro Caminos-Ciudad Universitaria	091_1 y 091_2
G Moncloa-Ciudad Universitaria	092_1 y 092_2
H Aluche-Campus de Somosaguas	096_1 y 096_2
M1 Puerta del Sol-Sevilla - Glorieta de Embajadores	601_1 y 601_2
M2 Sevilla-Argüelles	602_1 y 602_2
U Avenida de Séneca-Paraninfo	099_1 y 099_2
H1 Sierra de Guadalupe-Hospital Infanta Leonor	481_1 y 481_2
T11 Mar de Cristal-Parque Empresarial Cristalia	451_1 y 451_2
T23 Puerta de Arganda-Polígono Industrial de Vicálvaro	452_1 y 452_2
T31 Estación El Pozo-Sierra de Guadalupe	453_1 y 453_2
T32 Plaza de Legazpi-Mercamadrid	454_1 y 454_2
T41 Estación Cercanías Villaverde Alto-P.I. La Resina	455_1 y 455_2
T61 Estación Cercanías Fuencarral-Las Tablas	456_1 y 456_2
T62 Plaza de Castilla-Estación de Chamartín	457_1 y 457_2

- Autobuses interurbanos:
 - Los primeros dígitos indican el número de la línea. (En líneas cuya denominación oficial tiene un número y una letra ocupa cuatro caracteres)
 - A continuación, si el nombre de la línea ocupa tres caracteres, el signo arroba (“@”)
 - El quinto carácter suele ser un guion alto (“-”) salvo cuando sea una línea con alguna variación respecto de la línea principal. En estos casos de línea con alguna variación viene una letra minúscula que por lo general hace referencia a alguna característica de dicha sublínea. Por ejemplo, la línea oficial 485 se ha modelizado con dos líneas (en cada sentido): 485@- para la línea base y 485@c para la que llega al cementerio de Leganés
 - El sexto dígito indica el sentido (1 ó 2) según el nombre de la línea.

⁵ En 2019 se ha extendido al itinerario Plaza de Cibeles-Avenida de la Peseta

Como ejemplo la línea 485 Madrid-Leganés finalmente se ha modelizado y codificado con las siguientes cuatro rutas:

485@-1 Madrid-Leganés (Montepinos)
485@-2 Leganés (Montepinos)-Madrid
485@c1 Madrid-Leganés (Cementerio)
485@c2 Leganés (Cementerio)-Madrid

Por su parte, la línea 154C -que es una línea circular- se ha modelizado y codificado con las rutas:

154C-1 Madrid-S.S. de los Reyes (Avda. de los Quiñones)
154C-2 S.S. de los Reyes (Avda. de los Quiñones)-Madrid

- Autobuses urbanos (excluidos la EMT):
 - Los tres primeros dígitos coinciden con el código INE del municipio al que está adscrita la línea
 - A continuación, el número de la línea municipal. Si el número de línea municipal es menor que 10, ocupa solo el cuarto carácter; si el número de línea es igual o superior a 10, ocupa los caracteres cuarto y quinto
 - Si el número de línea municipal es menor que 10, en el quinto carácter aparecerá un guion alto (“-“)
 - En el sexto carácter aparecerá el sentido (1 ó 2) según el nombre de la línea o el carácter “c” cuando la línea sea circular.
A modo de ejemplo, la línea 1 de Alcalá de Henares⁶ se ha modelizado como 0051-1 (La Garena-CEIP Dulcinea) y 0051-2 (CEIP Dulcinea-La Garena) mientras que la línea 11 se ha modelizado como 005111 (La Garena-Estación Alcalá Universidad) y 005112 (Estación Alcalá Universidad-La Garena).
- Metro:
 - Las líneas de metro están modelizadas de tal forma que en la misma ruta se tienen de manera consecutiva los dos sentidos de circulación.
 - El primer carácter es la letra “m” minúscula
 - Los tres siguientes caracteres recogen el número de línea, con dos excepciones:
 - En el caso de Metrosur en vez de número de línea aparecen las letras “sur”
 - En el Ramal Ópera-Príncipe Pío aparecen las letras (ROP)
 - En el caso de las líneas puras circulares (línea 6 y metrosur), se ha añadido un “1” o un “2” para identificar el sentido de circulación

⁶ Esta línea se modificó en 2019 para convertirla en circular

- En las líneas que requieren un pago adicional al pasar de la corona A hacia la B (líneas 7, 9 y 10) se ha añadido la letra “a” y “b” para poder modelizar el comportamiento de líneas que efectivamente tienen un comportamiento distinto en cuanto al nivel de servicio y que presentan una ruptura del viaje.
- El último carácter es un guion alto (“-“)
En la siguiente tabla se recogen las denominaciones de las líneas de metro en el modelo.

Tabla 25 Líneas de Metro

Nombre de línea	Líneas en modelo	Código en modelo
1 Pinar de Chamartín-Valdecarros	1 Pinar de Chamartín-Valdecarros	m001--
2 Las Rosas-Cuatro Caminos	2 Las Rosas-Cuatro Caminos	m002--
3 Villaverde Alto-Moncloa	3 Villaverde Alto-Moncloa	m003--
4 Argüelles-Pinar de Chamartín	4 Argüelles-Pinar de Chamartín	m004--
5 Alameda de Osuna-Casa de Campo	5 Alameda de Osuna-Casa de Campo	m005--
6 Circular (sentido antihorario)	6 Circular (sentido antihorario)	m0061-
6 Circular (sentido horario)	6 Circular (sentido horario)	m0062-
7 Hospital del Henares-Pitis	7 H. Henares- Estadio Metropolitano	m007a-
	7 Estadio Metropolitano -Pitis	m007b-
8 Nuevos Ministerios-Aeropuerto T4	8 Nuevos Ministerios-Aeropuerto T4	m008--
9 Paco de Lucía- Arganda del Rey	9 Paco de Lucía- Puerta de Arganda	m009a-
	9 Puerta de Arganda -Arganda del Rey	m009b-
10 Hospital Infanta Sofía-Puerta del Sur	10 Hospital Infanta Sofía- Tres Olivos	m010a-
	10 Tres Olivos -Puerta del Sur	m010b-
11 Plaza Elíptica-La Fortuna	11 Plaza Elíptica-La Fortuna	m011--
12 Metrosur (sentido horario)	12 Metrosur (sentido horario)	msur1-
12 Metrosur (sentido antihorario)	12 Metrosur (sentido antihorario)	msur2-
R Ópera-Príncipe Pío	R Ópera-Príncipe Pío	mROP--

- **Metro Ligero:**
 - Las líneas de metro ligero están modelizadas de tal forma que la misma ruta se tienen de manera consecutiva los dos sentidos de circulación.
 - Los dos primeros caracteres son las letras “ml” minúsculas
 - Los dos siguientes caracteres recogen el número de línea. El tranvía de Parla se ha considerado como línea “004”
 - El quinto carácter es un guion alto (“-“)
 - En el caso del tranvía de Parla (circular en la realidad) se ha añadido un “1” para el sentido antihorario y “2” para el sentido horario. Para las otras tres líneas, modelizadas como circulares, se ha añadido la letra “c”.

En la siguiente tabla se recogen las denominaciones de las líneas de metro ligero en el modelo.

Tabla 26 Líneas de Metro Ligero

Nombre de línea	Código en modelo
1 Pinar de Chamartín-Las Tablas	ml01-c
2 Colonia Jardín-Estación de Aravaca	ml02-c
3 Colonia Jardín-Puerta de Boadilla	ml03-c
4Tranvía de Parla (Línea Circular, sentido antihorario)	ml04-1
4Tranvía de Parla (Línea Circular, sentido horario)	ml04-2

- Cercanías (RENFE):
 - El primer carácter es la letra “c” minúscula
 - Los dos siguientes dígitos se corresponden con la línea
 - En el caso de líneas con variantes se les ha añadido una letra minúscula, de manera correlativa empezando por la letra “a”
 - Salvo en algunas sublíneas de la línea 4, el penúltimo carácter es un guion alto (“-“)
 - En el caso de la línea 4, se combinan:
 - Dos recorridos principales (Parla-Alcobendas/S.S. de los Reyes, línea 4a y Parla-Colmenar Viejo, línea 4b)
 - Variantes de líneas que finalizan en Atocha, bien con origen en la zona norte o bien con origen en la zona sur). Para identificar estos casos, además de las letras “a” y “b” se ha añadido un quinto carácter consistente en un número correlativo
 - El último dígito indica el sentido (1 ó 2) según el nombre de la línea

Tabla 27 Servicios de Cercanías incluidos en el modelo

Clave	Línea-sentido	Servicios Hora Punta	Servicios día	Incluir en Modelo Hora Punta	Incluir en Modelo Diario
Príncipe Pio-Aeropuerto T4	c01-1	2,5	44,3	Sí	Sí
Aeropuerto T4-Príncipe Pio	c01-2	2,9	41,8	Sí	Sí
Príncipe Pio-Chamartín	c01a-1	1,9	37,9	Sí	Sí
Chamartín-Príncipe Pio	c01a-2	0,5	32,5	Sí	Sí
Príncipe Pio-Fuente De La Mora	c01b-1	1,9	6,1	Sí	Sí
Fuente de la Mora-Príncipe Pio	c01b-2	1,9	6,9	Sí	Sí
Guadalajara-Chamartín	c02-1	3,2	39,2	Sí	Sí
Chamartín-Guadalajara	c02-2	4,7	42,5	Sí	Sí
Alcalá De Henares-Chamartín (Sin Paso Por Ppe. Pío)	c02b-1	3,9	36,5	Sí	Sí
Chamartín-Alcalá De Henares (sin paso por Ppe. Pío)	c02b-2	2,6	31	Sí	Sí
Guadalajara-Chamartín (CIVIS por Fuente de la Mora)	c02c-1	1,5	4,6	Sí	Sí

Clave	Línea-sentido	Servicios Hora Punta	Servicios día	Incluir en Modelo Hora Punta	Incluir en Modelo Diario
Chamartín-Guadalajara (CIVIS por Fuente de la Mora)	c02c-2	0,3	7,3	Sí, por simetría	Sí
Aranjuez-Escorial, El	c03a-1	2,4	26,4	Sí	Sí
Escorial, El-Aranjuez	c03a-2	2,7	27	Sí	Sí
Aranjuez-Chamartín	c03b-1	2,5	34,5	Sí	Sí
Chamartín-Aranjuez	c03b-2	2,9	35,2	Sí	Sí
Aranjuez-Chamartín (Civis)	c03c-1	1,2	3,5	Sí	Sí
Chamartín-Aranjuez (Civis)	c03c-2	0	4,5	No	Sí
Parla-Alcobendas-S.S. De Los Reyes	c04a-1	6,8	78,3	Sí	Sí
Alcobendas-S.S. De Los Reyes-Parla	c04a-2	6,4	71,3	Sí	Sí
Colmenar Viejo-Parla	c04b-1	6,4	78,2	Sí	Sí
Parla-Colmenar Viejo	c04b-2	7,2	78,2	Sí	Sí
Alcobendas-S.S. De Los Reyes-Atocha	c04a21	0,1	6,2	No	Sí
Atocha-Alcobendas-S.S. De Los Reyes	c04a22	0,4	2,5	No	Sí
Atocha-Parla	c04a31	1,3	5	Sí	Sí
Parla-Atocha	c04a32	0	1	No	Sí
Chamartín-Parla	c04b31	0,8	3,5	No	Sí
Parla-Chamartín	c04b32	0	3,8	No	Sí
Colmenar Viejo-Atocha	c04b21	0	3,5	No	Sí
Atocha-Colmenar Viejo	c04b22	0,8	2,4	No	Sí
Móstoles El Soto-Humanes	c05-1	7,3	89,4	Sí	Sí
Humanes-Móstoles El Soto	c05-2	8	91,5	Sí	Sí
Móstoles El Soto-Fuenlabrada	c05a-1	8,1	87	Sí	Sí
Fuenlabrada-Móstoles El Soto	c05a-2	8,1	85,8	Sí	Sí
Alcalá De Henares-Príncipe Pio	c07-1	0,7	13,2	No	Sí
Príncipe Pio-Alcalá De Henares	c07-2	1,7	14,2	Sí	Sí
Guadalajara-Cercedilla	c08-1	2	23,8	Sí	Sí
Cercedilla-Guadalajara	c08-2	2	23,8	Sí	Sí
Cercedilla-Cotos, Los	c09-1	0	6,3	No	Sí
Cotos, Los-Cercedilla	c09-2	0	6,3	No	Sí
Villalba Guadarrama-Aeropuerto T4	c10-1	2,8	41,8	Sí	Sí
Aeropuerto T4-Villalba Guadarrama	c10-2	2,5	41,8	Sí	Sí
Aranjuez-Ávila	C94-1	0,4	3,6	Sí	Sí
Ávila-Aranjuez	C94-2	0	2,4	No	Sí
Segovia-Guadalajara	C95-2	0	0	No	No
Guadalajara-Segovia	C95-1	0	2,7	No	Sí
Chamartín-Villalba Guadarrama	C96-1	0	3,3	No	Sí
Villalba Guadarrama-Chamartín	C96-2	0	2,5	No	Sí

Clave	Línea-sentido	Servicios Hora Punta	Servicios día	Incluir en Modelo Hora Punta	Incluir en Modelo Diario
Escorial, El-Chamartín	C97-1	0	0,2	No	Sí
Chamartín-Escorial, El	C97-2	0,4	1,2	Sí	Sí
Escorial, El-Chamartín Por Atocha	C98-1	1,5	4,5	Sí	Sí

2.2.2 Inclusión de líneas de transporte público en grafo

La elaboración del grafo de servicios de transporte público ha partido también del modelo preexistente del CRTM. Los modos metro y metro ligero se adaptaron ligeramente a las variaciones en el grafo.

Para el caso de los modos de autobús, y una vez que se había realizado el mayor esfuerzo de completar el grafo de vehículo privado, se han codificado sobre dicho grafo los servicios de transporte que ya se incluían en el modelo preexistente. Tras este traslado inicial de los servicios de transporte se procedió a revisar las distintas rutas para comprobar que utilizaban tramos acordes con su naturaleza. A modo de ejemplo, en el modelo preexistente, básicamente orientado hacia el transporte público, algunos tramos de autovía y de calles paralelas se representaban con un arco que compartían líneas interurbanas de autobuses y de la EMT. En la actualización del grafo de red esos casos se han desdoblado en dos arcos, uno de autovía y otro de calle. La primera comprobación en este ejemplo fue la de asegurar que la línea de la EMT usase el arco “calle” y la de autobuses interurbanos el arco “autovía”.

En el caso de Cercanías se rehicieron totalmente los servicios modelizados respecto de lo que existía en el modelo original, debido a que la propia RENFE había redefinido los servicios. El nuevo esquema de servicios comerciales de RENFE es más compatible con los servicios de operación de lo que había sido tradicionalmente. Aun así sobre el esquema comercial hay algunos servicios que no se ajustan al esquema comercial publicado. Por ejemplo, la línea 4 Parla-Alcobendas/Colmenar cuenta con varios servicios menores que no hacen todo el recorrido.

Las líneas comerciales de RENFE vigentes en el momento de la EDM eran:

- C-1: Príncipe Pío-Atocha-Recoletos-Chamartín-Aeropuerto T4
- C-2: Guadalajara-Alcalá de Henares-Atocha-Chamartín
- C-3: Aranjuez-Atocha-Sol-Chamartín-El Escorial
- C-4: Parla-Atocha-Sol-Chamartín-Cantoblanco-Alcobendas-San Sebastián de los Reyes/Colmenar Viejo
- C-5: Móstoles El Soto-Atocha-Fuenlabrada-Humanes
- C-7: Alcalá de Henares-Atocha-Chamartín-Príncipe Pío

- C-8: Chamartín-Villalba-Cercedilla
- C-9: Cercedilla-Cotos
- C-10: Villalba-Príncipe Pío-Atocha-Recoletos-Chamartín-Aeropuerto T4

A partir de esta definición de líneas comerciales y tras contrastar con el fichero de circulaciones de marzo de 2018 de RENFE, las líneas propuestas para Cercanías en el modelo han sido las que se indican en la siguiente tabla. Pueden observarse algunos servicios que no se incluyen directamente en la lista de servicios comerciales de RENFE:

- Príncipe Pío-Chamartín (código en modelo: c01a-1 y en sentido contrario C01a-2). Recorre parte de la línea global C01
- Príncipe Pío-Fuente de la Mora (código en modelo: c01b-1 y en sentido contrario C01b-2). Recorre parte de la línea global C01
- Alcalá de Henares-Chamartín (sin paso por Ppe. Pío): códigos en modelo c02b-1 y c02b-2. Recorre parte de la línea C02
- Aranjuez-Chamartín: códigos en modelo c03a-1, c03a-2, c03b-1 y c03b-2. Recorren parte de la línea C3
- Alcobendas-S.S. de los Reyes-Atocha: c04a21 y c04a22, parte de línea C4a
- Atocha-Parla: c04a31 y c04a32, parte de línea C4a
- Colmenar Viejo-Atocha: c04b21 y c04b22, parte de línea C4a
- Móstoles El Soto-Fuenlabrada: c05a-1 y c05a-2, recorre parte de la línea C5
- Además, se han incluido otros servicios deducidos del fichero de circulaciones de marzo de 2018 de RENFE aunque en algún caso tienen intervalos de paso elevados:
 - Aranjuez-Ávila
 - Segovia-Guadalajara
 - Chamartín-Villalba Guadarrama
 - El Escorial-Chamartín y El Escorial-Chamartín Por Atocha

2.2.3 Comprobación de correspondencia entre líneas reales y líneas del modelo

El siguiente paso en la construcción de la red de transporte público consistió en comprobar que:

- Las líneas del modelo se corresponden con líneas existentes
- Las líneas existentes se encuentran representadas en el modelo

Como resultado del proceso hubo que incluir algunas líneas de reciente instauración (línea 165 de la EMT, línea 565 de interurbanos, línea 1 de Arroyomolinos). Además se rehicieron y añadieron algunas líneas, pasando de 1.277 líneas a 1.330 (sin contar servicios de cercanías).

Algunas de las líneas añadidas (12 casos) no tienen servicios en la hora punta pero sí prestan servicio en día laborable.

Tabla 28 Comparación del número de rutas en modelo preexistente y EDM'2018

Modo (clave EMME)	Modo (descripción)	En modelo original	En modelo final
b	Autobús EMT	350	366
i	Autobús interurbano	745	754
j	Autobús urbano (no EMT)	159	187
m	Metro	18	18
l	Metro Ligero	5	5
Total sin cercanías		1.277	1.330

2.2.4 Obtención de intervalos de paso de líneas

Una vez que se comprobó la correspondencia entre líneas del modelo y líneas reales se procedió a incluir los intervalos de paso de cada línea. La forma de asignar los intervalos de paso fue diferente en cada modo:

- En el caso de Metro y Metro Ligero se obtuvieron los intervalos de paso a partir de los ficheros GTFS⁷ publicados por el CRTM.
- En el caso de los autobuses, debido a la complejidad del tratamiento de estos ficheros GTFS, se optó por generar un fichero simplificado a partir de datos suministrados por las Áreas del Consorcio.
- En el caso de Cercanías también se siguió un procedimiento alternativo que se describe en apartados posteriores.

Como resultado se obtuvo para cada línea modelizada un intervalo de paso (en minutos) en hora punta y un intervalo de paso en día medio laborable. En el caso de los interurbanos en el que había muchos casos de líneas con variantes se completó la información de las sublíneas con la información publicada en la página web del Consorcio.

⁷ De acuerdo con la página web de desarrollos de Google, la especificación general de feeds de transporte público (GTFS) define un formato común para los horarios de transporte público y la información geográfica relacionada, con lo que que los operadores de transporte pueden publicar sus datos y se facilita que los programadores puedan usarlo en aplicaciones. Un feed GTFS se compone de una serie de archivos de texto recopilados en un archivo ZIP en el que cada archivo modela un aspecto específico de la información de transporte público: paradas, rutas, viajes y otros datos relacionados con los horarios

2.2.5 Comprobación del recorrido de las líneas de transporte público

Tras la incorporación de las rutas al nuevo grafo, el siguiente paso consistió en comparar los itinerarios modelizados con los itinerarios disponibles en SIG. Para ello se dispuso de ficheros GFTS y en formato “shp” facilitados por el Consorcio que permitieron el contraste entre las rutas incluidas en el modelo y el recorrido real. A partir de este contraste, de manera manual se procedió a:

- Dar más detalle a los arcos de la red para que se asemejaran razonablemente a los recorridos reales. En el modelo original los arcos se definían generalmente por un tramo recto entre el inicio y el fin del arco. Para mejorar el cálculo de distancias y para facilitar el contraste entre lo modelizado y lo georreferenciado, se añadieron nodos intermedios a los arcos de manera que tendieran a asemejarse a su recorrido real. El objetivo no era lograr una representación exacta del recorrido real pero sí una aproximación suficiente con la que se pudiera relacionar visualmente cada arco con su realidad geométrica.
- Añadir arcos para poder extender las líneas modelizadas a sus recorridos reales
- Modificar cuando fuera necesario la definición de arcos por los que transita cada ruta.

Para ello se elaboró una ficha por cada línea modelizada en la que se contrastaba la traza de dicha línea modelizada con el recorrido real. A partir de la visualización de la ficha se decidía si era necesario variar el recorrido de las líneas modelizadas, modificar arcos o añadir los que fueran necesarios. A modo de ejemplo, en el Gráfico 13 se muestra la ficha elaborada para el sentido “1” de la línea 8 de la EMT.

Gráfico 13 Ejemplo de ficha de contraste entre líneas modelizadas y recorrido real



Gráfico 14 Densidad de líneas de transporte público en grafo. Líneas de la EMT (modo b)

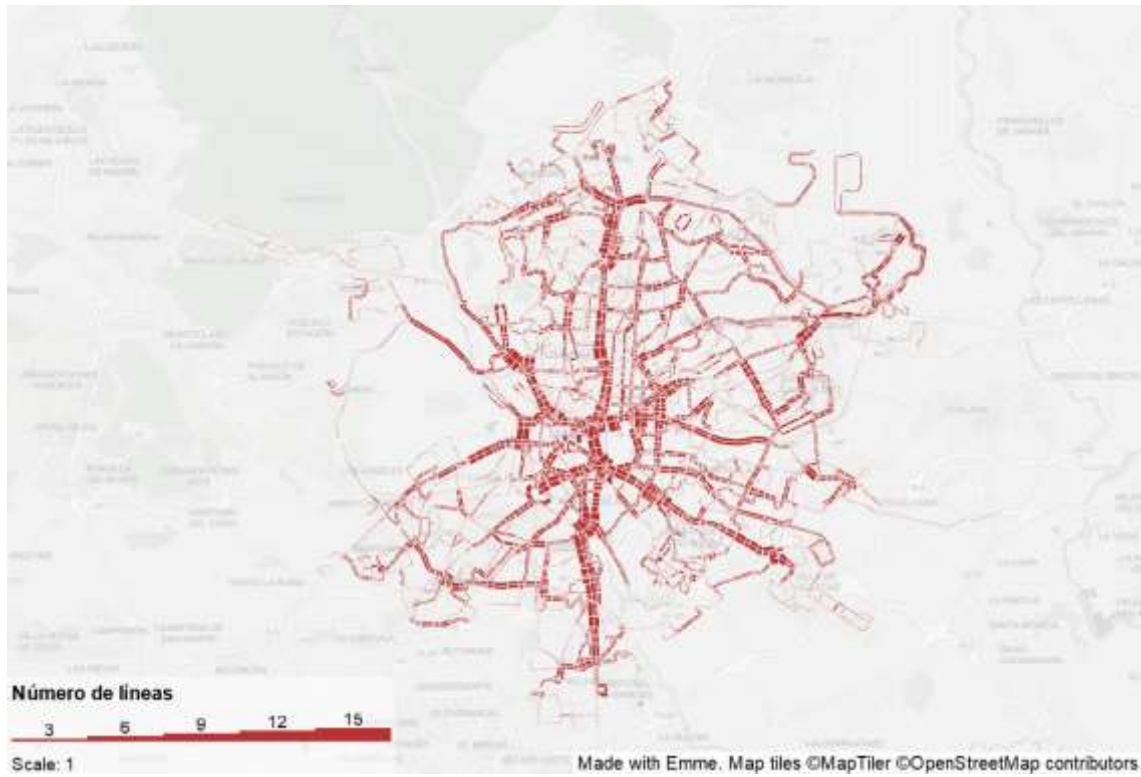


Gráfico 15 Red de Metro (modo m)

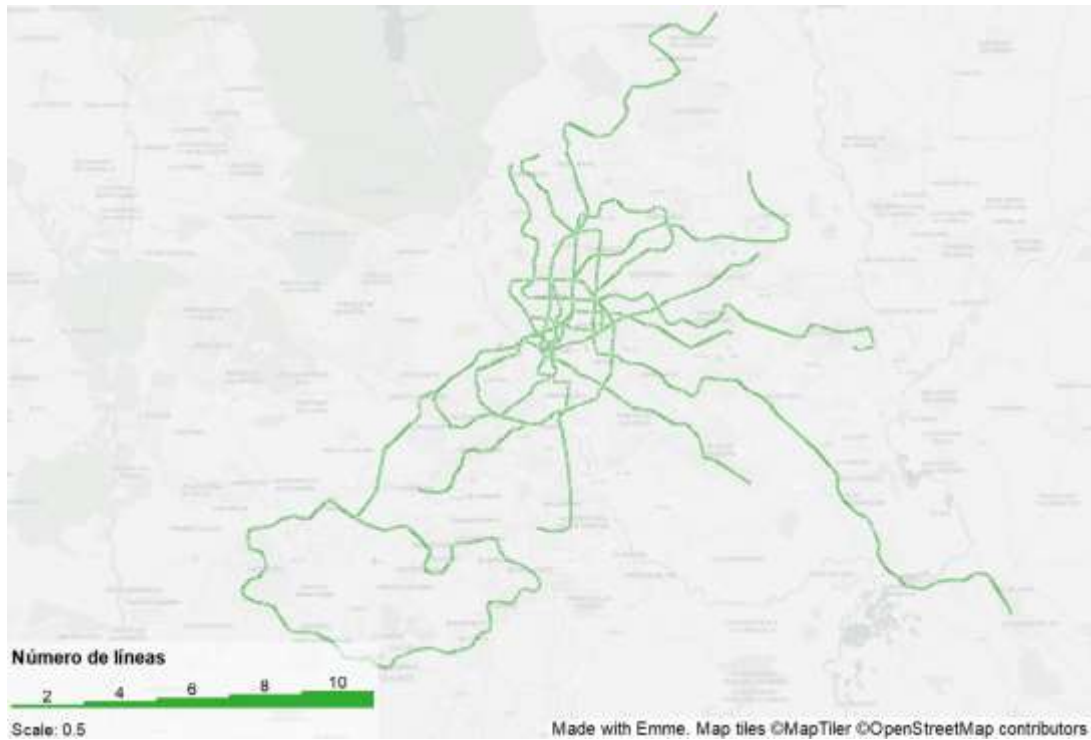


Gráfico 16 Líneas de Metro Ligero (modo l)



Gráfico 17 Densidad de líneas de transporte público en grafo. Líneas interurbanas de autobuses (modo i)

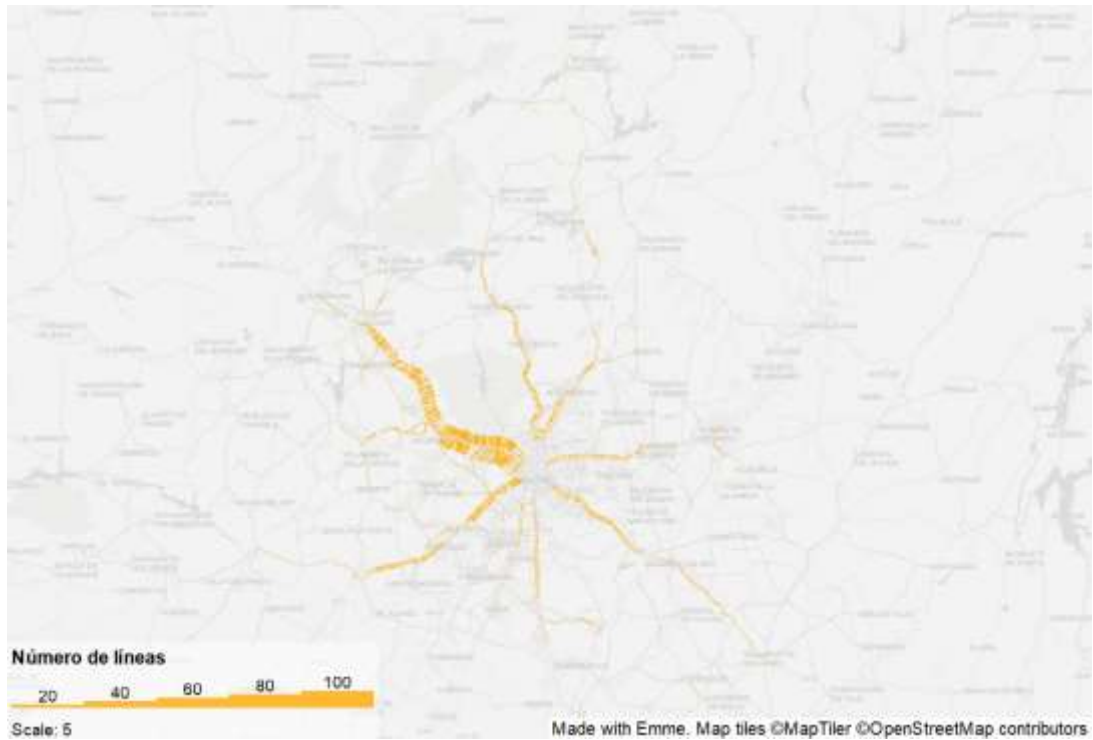


Gráfico 18 Densidad de líneas de transporte público en grafo. Líneas urbanas de autobuses (modo j)

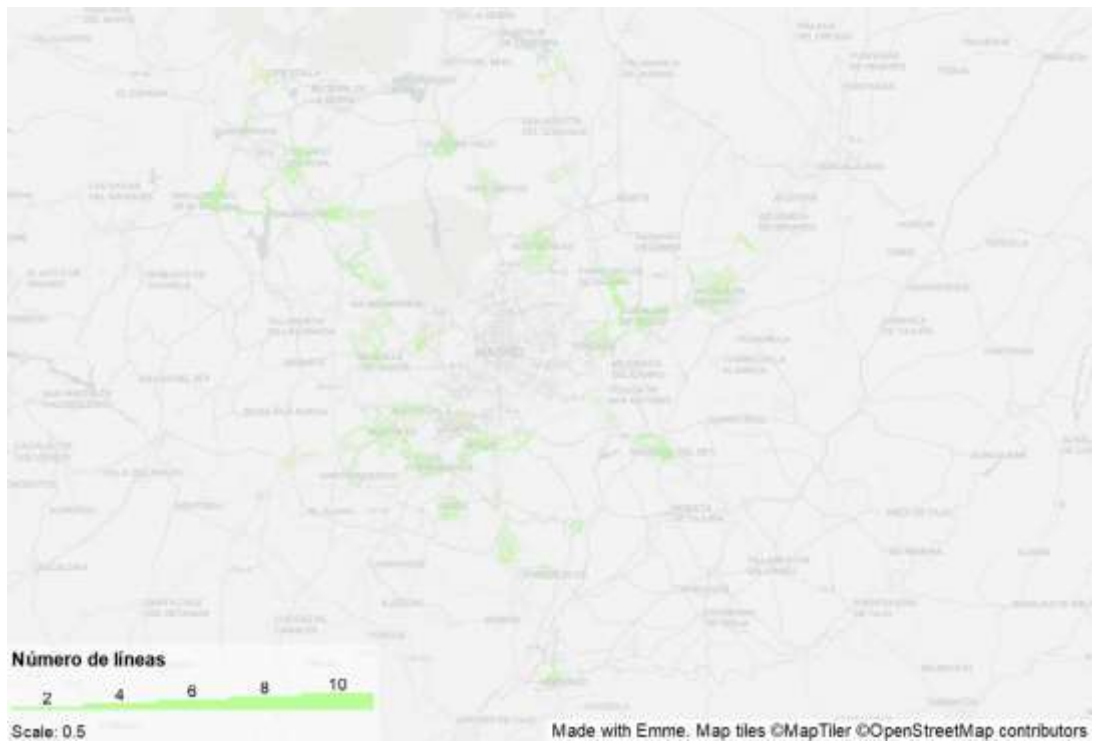


Gráfico 19 Densidad de líneas de transporte público en grafo. Líneas de Cercanías ferroviarias (modo r)

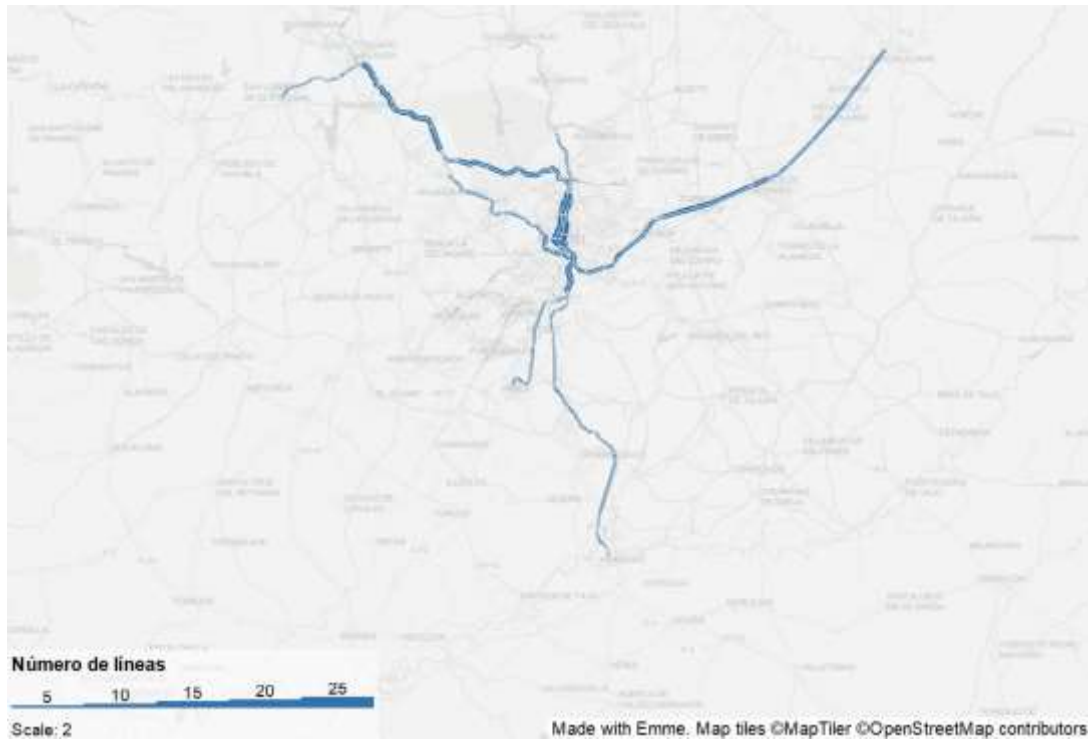


Gráfico 20 Densidad de líneas de transporte público en grafo. Líneas de Cercanías ferroviarias (detalle en ciudad de Madrid) (modo r)

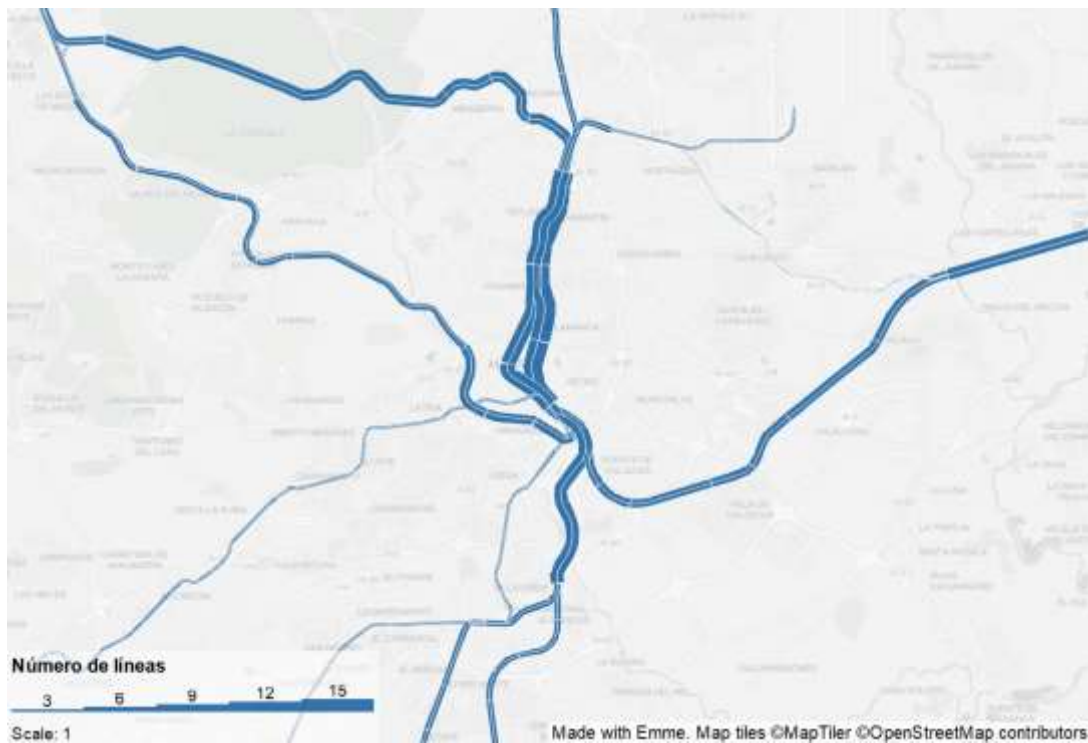
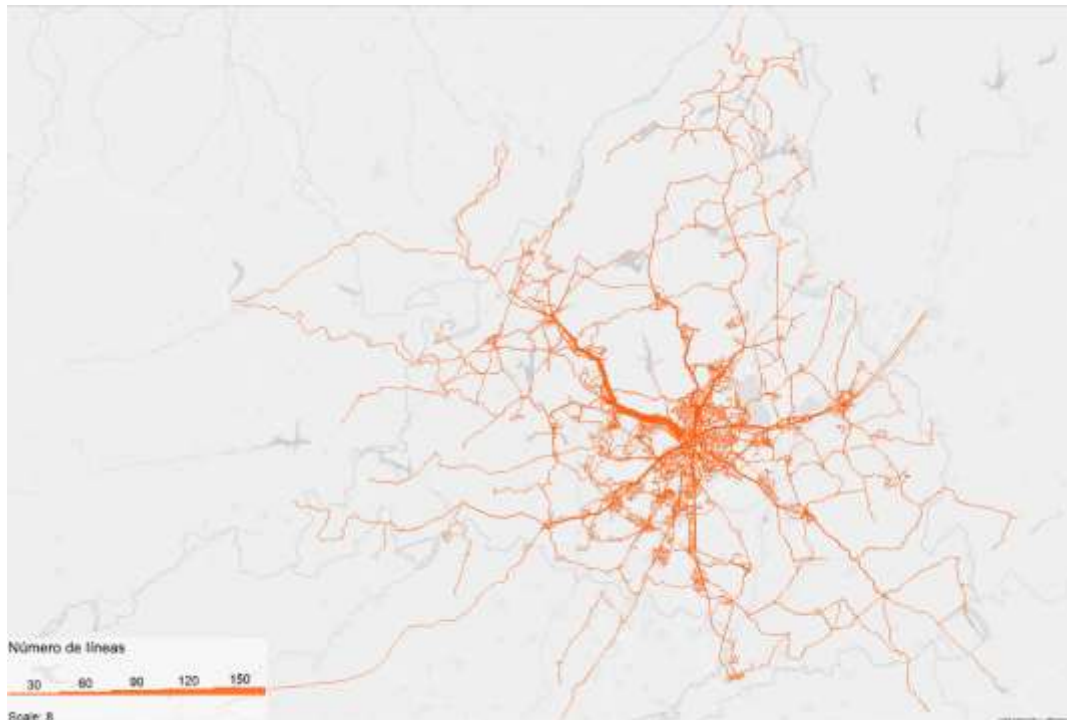


Gráfico 21 Densidad de líneas de transporte público en grafo. Todos los modos de transporte público



2.2.6 Comprobación de correspondencia entre paradas reales y paradas del modelo

Una vez revisado el trazado de las líneas, la siguiente tarea consistió en comprobar la coherencia de las paradas de las líneas modelizadas con las paradas reales.

En el caso del Metro y del Metro Ligero, con un número de líneas y paradas muy acotado, este proceso se hizo manualmente, contrastando sobre SIG la correspondencia entre los andenes de las líneas en modelo y en la realidad.

Para el caso del autobús, el criterio de coherencia no ha sido que en el modelo se representen con total precisión las paradas reales. Por lo general cuando una parada se encuentra cerca de un nodo o cruce ya definido en el modelo, se ha asimilado la parada a dicho nodo o cruce por dos motivos fundamentales. El primero, por no hacer el modelo más complejo de lo necesario. El segundo porque al concentrar las paradas cercanas de un nodo o un cruce, con el modelo se facilita la posibilidad de transbordos sin necesidad de añadir arcos en modo peatonal.

Por otra parte, y también para el caso de los modos autobús (b, i, j) se ha tratado de representar en el modelo el mayor número de paradas reales posibles, aun cuando en el proceso de asignación quedasen muchas de estas paradas sin carga asignada. La razón ha sido el tratar de facilitar en posibles redefiniciones de redes y/o de zonificaciones la conexión con paradas reales. En virtud de este criterio de reflejar el mayor número de paradas posibles ha sido necesario dividir muchos arcos del modelo original.

Para el caso de los autobuses el proceso fue algo más complicado que en el caso ferroviario. Para los autobuses de la EMT se partió de los ficheros GFTS mientras que para los interurbanos se utilizaron los ficheros en formato “shp” facilitados por el Consorcio. En ambos casos (EMT e interurbanos) el esquema seguido fue:

- Obtener para cada ruta la relación de nodos y paradas modelizados inicialmente, con sus coordenadas y su distancia al origen de la línea.
- Relacionar las paradas reales con los nodos de las rutas
- Para cada parada real detectar el nodo más próximo de la ruta
- Cuando la distancia al nodo más cercano de la ruta era muy alta (más de 350 metros) se comprobaba si:
 - Se había quedado algún tramo de la línea sin reflejar en el modelo; en caso afirmativo se añadía el tramo.
 - Era necesario añadir un nodo intermedio en arcos de gran longitud
- Se comprobaba si varias paradas de una misma línea-sentido quedaban asociadas a un mismo nodo. En estas situaciones se procedió, como regla general, a añadir de manera manual los nodos necesarios como para que cada parada de la línea tuviera un nodo distinto. Solo en algunas líneas muy periféricas en tramos que tenían varias paradas en una sola zona de transporte se dejó que varias paradas de esas líneas compartieran el mismo nodo (es decir, a efectos de modelización se simplificaban esas paradas en una sola).

En el caso de los autobuses urbanos en los que abundaban las líneas circulares y no siempre coincidía el punto de inicio de la línea modelizada con el del fichero “shp” este proceso se realizó manualmente, contrastando en pantalla la ubicación de las paradas aportada por el SIG y la ubicación de las paradas modelizadas.

Gráfico 22 Ejemplo de coherencia de paradas modelizadas y reales. (Línea 57 de la EMT, sentido 1)



2.2.7 Funciones de tiempo en transporte público (ft)

De forma análoga al caso de vehículo privado, es necesario establecer las funciones de tiempo de recorrido por arco y segmento para cada línea de transporte público. De esta forma, se han considerado dos tipos de casuísticas:

- Funciones para modos ferroviarios (metro, cercanías y metro ligero). En este caso, los tiempos entre estaciones se conocen, siendo el valor incluido la velocidad existente entre las estaciones de cada ruta. Estas velocidades se han introducido en los arcos de la red. En consecuencia, para el caso que algunas líneas circulen por los mismos tramos (caso de cercanías) se han obtenido como promedio de las mismas. En conclusión, el parámetro que va a definir la velocidad del tramo es la velocidad almacenada en el atributo de arco @velocidadbase.
- Funciones para modos carreteros (autobús). En estos casos se han definido las funciones, según si:
 - Es urbano o interurbano,

- Dispone o no dispone de carril bus para circular en el arco. En caso de disponer de carril bus, el parámetro sobre el que se aplicarán los factores de cada tipología será nuevamente el atributo @velocidadbase. En el caso que no disponga de carril bus el atributo sobre el que se aplicarán los factores de cada función según tipología será el tiempo asignado en vehículo privado (timau).

De esta forma, el total de funciones se presenta en la Tabla 29. Obsérvese que el campo @velocidadbase no aparece, debido a que no se puede utilizar un atributo extra en la definición de las funciones. En su lugar, aparece el atributo genérico ul2⁸.

Tabla 29 Funciones de tiempo en transporte público

Id	Aplica a	Expresión
81	Urbano (vdf 49) con carril bus	length*60/(ul2*0,5)
82	Urbano (vdf 57) con carril bus	length*60/(ul2*0,6)
83	Urbano (vdf 49) sin carril bus	timau*1,8
84	Urbano (vdf 57) sin carril bus	timau*1,9
85	Velocidades más de 50 (vdf 49) sin carril bus	timau*1
97	Interurbano con carril bus	length*60/ul2
98	Interurbano sin carril bus	timau*1
99	Ferrovianos	length*60/ul2

2.3 Inclusión de la zonificación en la modelización

En la versión del modelo utilizada hasta 2018, el número de zonas de transportes era de 1.237. En aquella zonificación ya se había hecho un esfuerzo relevante en segregar centros de atracción puros. En el marco de la EDM2018 se han subdividido algunas zonas de transporte hasta llegar a 1.259.

El cambio de zonificación junto con la ampliación del detalle del grafo base del modelo ha implicado la necesidad de redefinir el esquema de conectores, es decir, el de arcos que permitan la conexión entre los centroides de las zonas de transporte y la red.

Los conectores se han definido de manera diferenciada para el modelo de transporte público y para el caso del vehículo privado:

⁸ El valor de ul2, de esta forma, es equivalente al atributo @velocidadbase. Sin embargo, no se procedió a simplificarlos en ul2 ambas variables dado que el @velocidadbase se aplica también como parámetro de la función vdf en la asignación de privado, habiéndose seguido el criterio de utilizar los parámetros el en ese caso.

- Dados los tamaños de las zonas de transporte, la localización de la población en las mismas y la variedad y dispersión de accesos a líneas de transporte utilizables en muchas de las zonas, se ha considerado preferible un esquema de conexiones directas de los centroides a las paradas que se consideren en su ámbito de influencia, con distancias convenientemente ponderadas según la población atendida. Este esquema implica un número muy elevado de conectores, especialmente si se compara con esquema basado en un único conector por zona de transporte a un punto desde el que se permitiera el acceso andando (con una velocidad media de 4 km/h) a las distintas paradas.
- En el caso del vehículo privado sí se ha optado por un único conector por zona de transporte a un punto de la red. En este caso, aunque también puede producir distorsiones por el tamaño y la localización de población en algunas zonas de transportes, las velocidades más altas en vehículo privado y la tendencia a dirigirse a los itinerarios más rápidos limitan las posibles distorsiones a las áreas más cercanas a la conexión, lo que por lo general no implica graves desajustes.

2.3.1 Introducción de agregaciones zonales (particiones) en EMME

Al actualizar la zonificación se han actualizado las particiones de zonas que ya estaban definidas y se ha añadido la partición de zonas 208. De esta manera han quedado definidas las particiones en EMME siguientes:

- ga: coronas tarifarias “detalladas”: Almendra, Periferia, B1, B2, B3, C1, C2
- gc: coronas tarifarias “agregadas”: Almendra, Periferia, B, C
- gd: corredores (con los códigos empleados en la edM18)
- ge: zonas de la “macrozonificación 84”. De esta forma, la macrozona 1 sería ge01, la macrozona 84 sería ge84.
- gf: los 21 distritos de la ciudad de Madrid (el resto de municipios con valor gf22)
- gh: se ha asignado a los centroides de la ciudad de Madrid el valor gh121. Al resto de municipios el valor gh0.
- gi: zonas de la “macrozonificación 208” De esta forma, la macrozona 1 sería gi01, la macrozona 208 sería gi208

2.3.2 Conectores de la red de transporte público

Para la conexión de los centroides a la red de transporte público, se han distinguido dos casos:

- Zonas con población. En este caso se ha partido de la población de cada portal de la Comunidad de Madrid georreferenciada.
- Zonas sin población. En este caso se ha partido del centroide de la zona.

2.3.2.1 Conectores de la red de transporte público. Zonas con población

En el caso de zonas con población se ha partido de un fichero SIG en el que se disponía de todos los portales georreferenciados de la Comunidad de Madrid con el dato de sus respectivas poblaciones (455.202 portales).

A continuación para cada portal se obtuvo la relación de paradas de autobús y metro ligero y estaciones de metro, ferrocarril y metro ligero que se encontraran a una distancia inferior a:

- 300 metros en el caso de autobuses urbanos
- 500 metros en el caso de Metro y Metro Ligero
- 600 metros en el caso de autobuses interurbanos
- 1.000 metros en el caso de Cercanías

Posteriormente, para todos los hogares de una misma zona se ha realizado una agregación de las paradas accesibles, considerando para cada relación parada-zona la población accesible y calculando dos valores: la cobertura de población accesible respecto población de la zona y la distancia media de la población accesible de la zona a la parada. Cuando la población de una parada-zona ha resultado inferior al 20% de la población de la zona, esta relación parada-zona se ha eliminado del proceso.

El siguiente paso consistió en relacionar cada parada con las líneas accesibles en dicha parada, lo cual permitía obtener relaciones de líneas accesibles para cada zona considerando las paradas de acceso (relaciones parada-línea-zona)

Como resultado del paso anterior, una zona de transporte podía haberse relacionado con dos o más paradas de una misma línea de autobús o modo ferroviario. En el caso de los modos ferroviarios, dada la menor densidad de paradas se ha considerado que todas las relaciones detectadas por zona debían incluirse como conectores. En el caso de las paradas de autobús la densidad de paradas es mucho mayor que en los modos ferroviarios y el número de conexiones posibles alcanzaba un valor muy alto (casi 67.000) por lo que se ha optado por limitar inicialmente las conexiones línea-zona de autobús a un solo conector. La forma de elegir una sola relación ha seguido los siguientes pasos:

- Para cada relación parada-línea-zona se ha calculado la población atendida de la zona por esa parada y la distancia media de esa población a la parada.

- Para cada relación línea-zona se han seleccionado las paradas posibles en las que se puede acceder desde esa zona a esa línea.
 - Si entre estas paradas posibles había un conjunto de paradas que no se compartían con otras líneas, la conexión de la zona a esa línea de transporte se ha centrado en este conjunto de paradas.
 - Si todas la paradas que permitían el acceso desde la zona a esa línea se compartían con otras líneas, la conexión de la zona a esa línea de transporte ha considerado inicialmente todas las combinaciones parada-línea-zona
- A partir del paso anterior, entre las paradas consideradas que cubrían la relación línea-zona se ha escogido la parada que aportaba una menor distancia media mínima y ese arco parada-zona se ha considerado como conector, asignándole esa distancia mínima.

2.3.2.2 Conectores de la red de transporte público. Zonas sin población

En el caso de las zonas sin población el esquema ha sido semejante al de las zonas con población pero con la diferencia de que en vez de usar todos los portales de la zona se ha considerado únicamente los centroides de estas zonas⁹.

Gráfico 23 Ejemplo de conectores de transporte público resultantes (entorno de M-30-Ventas)



⁹ A efectos de cálculo suponía una simplificación relevante al no tener que tratar un número tan elevado de conexiones como en el caso de las zonas con población (que partían de más de 455.200 portales)

Fuente de Fondo: OpenStreetMap

2.3.3 Conectores de la red de vehículo privado

Para la construcción de los conectores de la red de vehículo privado se ha comenzado por caracterizar los nodos en función del tipo de los arcos con los que conecta. El objetivo inicial era tratar de conectar los centroides preferentemente con nodos de redes urbanas y en la medida de lo posible, con los de menor jerarquía. Con este fin se ha establecido una jerarquía mediante el esquema de la Tabla 30.

Tabla 30 Jerarquía de arcos a efectos de construcción de conectores

Tipo de vía	Jerarquía Elección centroides
3	3
4	2
5	1
6	7
7	6
8	5
9	4

A partir de aquí se ha obtenido para cada nodo los arco que menor y mayor jerarquía de elección le aportaban. A modo de ejemplo, un nodo que conecta con arco tipo 5 (red urbana básica) con un arco de tipo 8 (carretera regional) de le asigna un valor “15” obtenido al juntar la jerarquía menor que da el arco de red urbana (el “1” inicial) y la que le da el arco de carretera regional (el “5” final).

Con ello se ha comprobado para cada centroide cuál es el nodo de cada jerarquía que más cerca le queda. De esta manera para cada centroide se tiene solo un nodo de cada jerarquía. De este conjunto de nodos el siguiente paso ha consistido en calcular las distancias del centroide a estos nodos y se analizaban tres distancias:

- La distancia al nodo de menor jerarquía posible más cercano (distancia d0)
- La distancia al nodo que solo conectara red urbana más cercano (distancia d1)
- La distancia al nodo más cercano (distancia d2)

Con estas medidas se ha seleccionado el nodo de conexión según el esquema siguiente:

- Si la distancia d_2 era inferior a la distancia d_1 en más de 500 metros, se escogía el nodo más cercano.
- En caso contrario, si la distancia 2_1 era inferior a la distancia d_1 en más de 200 metros, se escogía el nodo que solo pertenecía a red urbana más cercano
- Y en el resto de los casos se ha escogido el nodo de menor jerarquía

2.4 Datos de demanda disponibles

Para el proceso de calibración de los modelos se dispuso de información de demanda medida de los distintos operadores de transporte público y de aforos de tráfico en carreteras y vías urbanas del municipio de Madrid.

2.4.1 Datos de aforos en carreteras y calles de la ciudad de Madrid

Para la calibración de la asignación de vehículo privado se ha contado con la colaboración de diversas Administraciones (Servicio de Planificación de la Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid, la División de Concesiones de la Consejería de Transportes, Vivienda e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid, el Departamento de Planificación de la Subdirección General de Implantación de la Movilidad y Transporte del Ayuntamiento de Madrid y el Área de Tráfico y Datos básicos de la Subdirección General de Explotación de la DGC del Ministerio de Fomento).

Los datos facilitados fueron:

- Tráfico de tramos de carreteras no concesionadas de la Comunidad de Madrid. Se dispuso de datos por periodos horarios de las estaciones de aforo primarias y permanentes entre el 1 de enero y el 30 de septiembre de 2018. Para cada sección y periodo horario se tuvo la intensidad de vehículos ligeros y pesados y mediciones de velocidades. Al desdoblar los datos de cada sección en dos sentidos (en calzadas bidireccionales) se dispuso de información de 741 puntos.
- Tráfico de tramos de autovías concesionadas en la Comunidad de Madrid (M-407, M-501 y M-45). Se facilitaron datos horarios entre los días 1 de febrero y 31 de mayo. El desglose recibido fue por tipo de vehículo (ligeros y pesados) y se aportaba medición de velocidad. Al desdoblar los datos de cada sección en dos sentidos (en calzadas bidireccionales) se dispuso de información de 38 puntos.
- Tráfico en estaciones de aforo permanente del Ayuntamiento de Madrid. Se descargó la información publicada en página web de 59 secciones de aforo permanente con datos horarios de la intensidad del total de

vehículos. Al desdoblar los datos de cada sección en dos sentidos (en calzadas bidireccionales) se dispuso de información de 108 puntos.

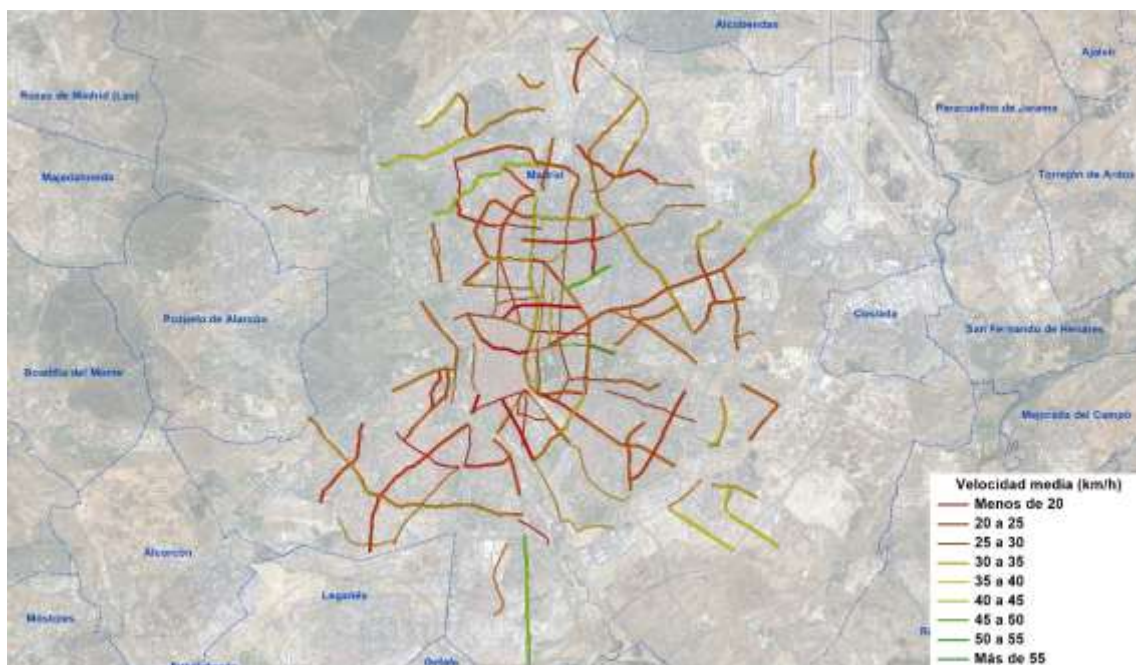
- Tráfico en estaciones permanentes de aforo del Ministerio de Fomento en la Comunidad de Madrid. Se dispuso de datos por periodos horarios de 38 estaciones de aforo permanentes entre el 1 de febrero y el 31 de mayo de 2018. Para cada sección y periodo horario se tuvo la intensidad de vehículos ligeros y pesados y mediciones de velocidades. Al desdoblar los datos de cada sección en dos sentidos (en calzadas bidireccionales) se dispuso de información de 155 puntos.

Tras el tratamiento y depuración de los datos de aforo en bruto recibidos se quedaron utilizables las mediciones en 693 arcos del modelo EMME.

Los datos finalmente utilizados se muestran en la Tabla 74.

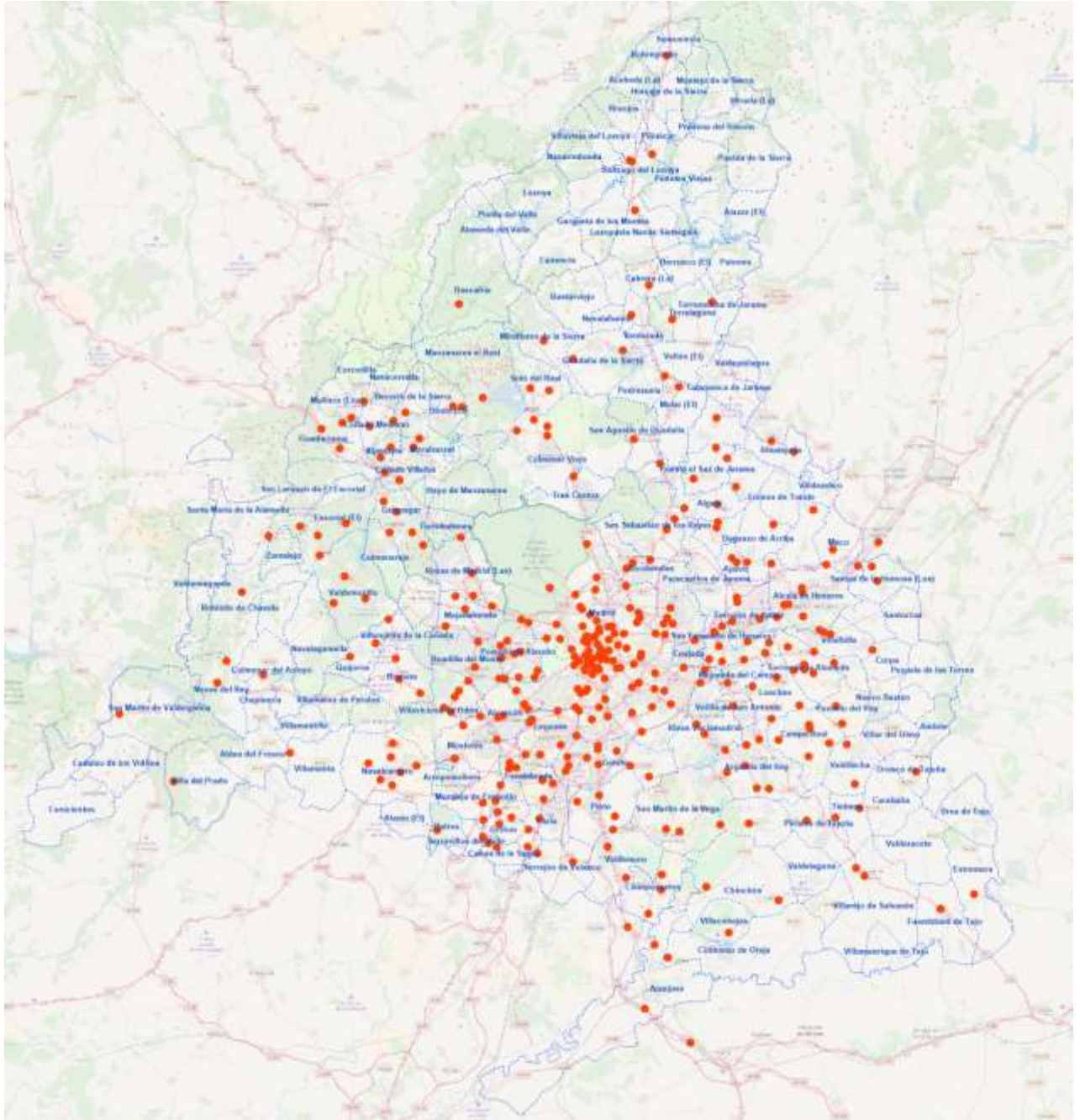
Por lo que respecta a velocidades en el viario del municipio de Madrid, se ha dispuesto de velocidades por tramos extraídas de los informes mensuales de movilidad publicados por el Ayuntamiento de Madrid. En estos informes se facilitan datos de velocidades medias mensuales en tres periodos de día laborable (de 7 a 9 de la mañana, 9 a 18 y 18 a 20 horas) en una serie de itinerarios. Los datos de las velocidades medias se obtienen de los repositorios de datos que dispone el proveedor de información de movilidad del Ayuntamiento a partir de medidas obtenidas mediante sistemas GPS.

Gráfico 24 Itinerarios con velocidades del Ayuntamiento de Madrid. Velocidad media de 7 a 9



Elaboración propia a partir de informes de movilidad del Ayuntamiento de Madrid. Foto de fondo: Google Maps

Gráfico 25 Ubicación de secciones de aforo utilizadas



Elaboración propia. Imagen de fondo: OpenStreetMaps

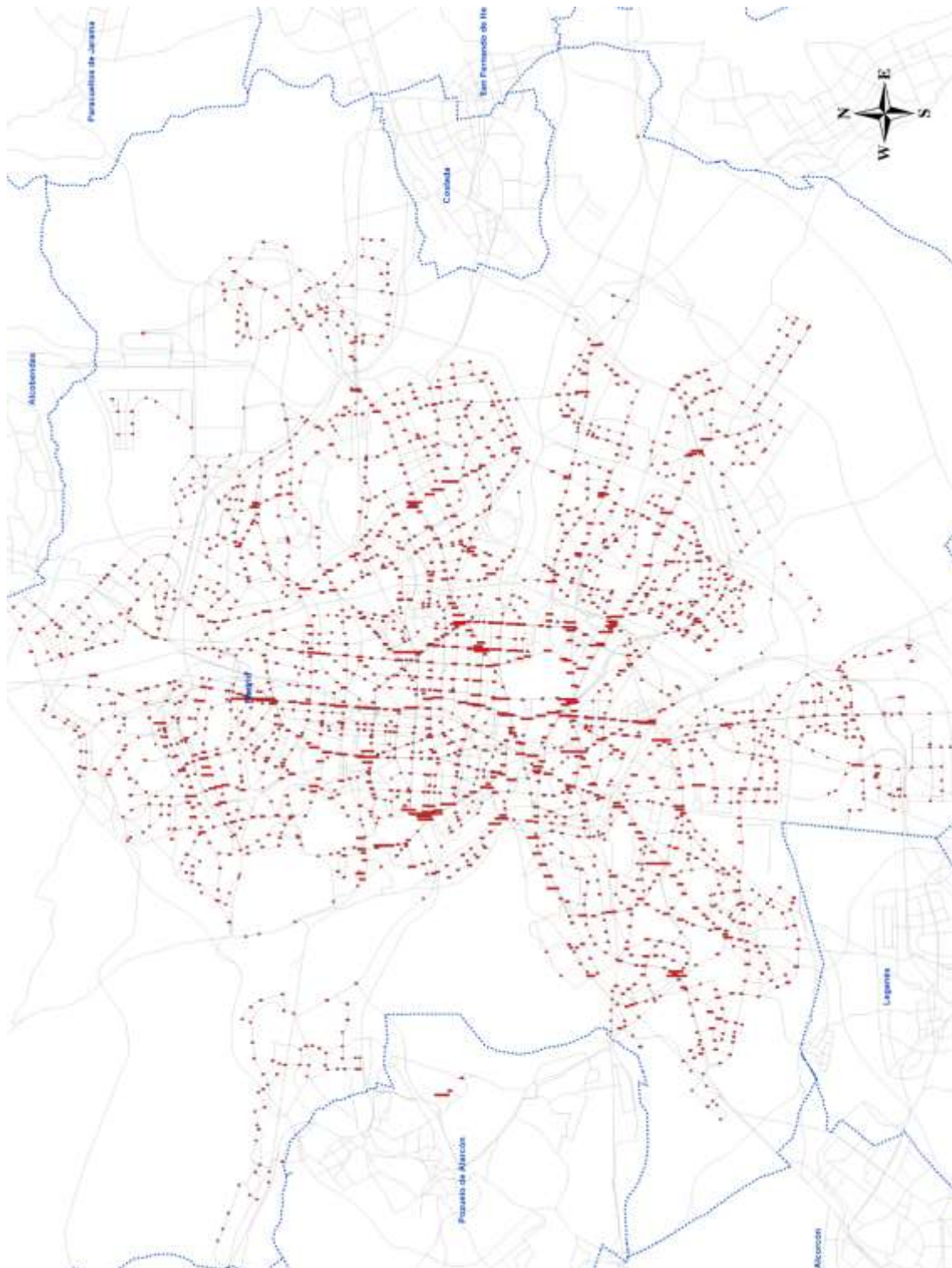
2.4.2 Datos de demanda de transporte público

Para la calibración de la asignación del transporte público se ha dispuesto de abundante información suministrada por las distintas Áreas del Consorcio Regional de Transportes de Madrid. Entre las más relevantes se han tenido las siguientes:

- EMT
 - Datos diarios por líneas para cada día de los meses de febrero, marzo, abril y mayo de 2018
 - Datos por horas a nivel de línea y parada en tres días tipo (13, 15 y 15 de marzo de 2018)
- Metro
 - Datos diarios por estación de entrada a la red para cada día de los meses enero a agosto de 2018
- Autobuses interurbanos y urbanos (no EMT):
 - Resultados medios diarios para cada línea en los meses de febrero, marzo, abril y mayo de 2018, diferenciando tipo de día (lunes a jueves no festivos, viernes no festivos, sábados y domingos)
 - Datos por horas a nivel de línea y parada en tres días tipo (13, 15 y 15 de marzo de 2018) en la mayor parte de la red
- Cercanías (RENFE)
 - Datos diarios por estación de entrada a la red para cada día de los meses enero a septiembre de 2018
- Metro Ligero:
 - Datos diarios por estación/parada de entrada a la red para cada día de los meses de febrero, marzo, abril y mayo de 2018

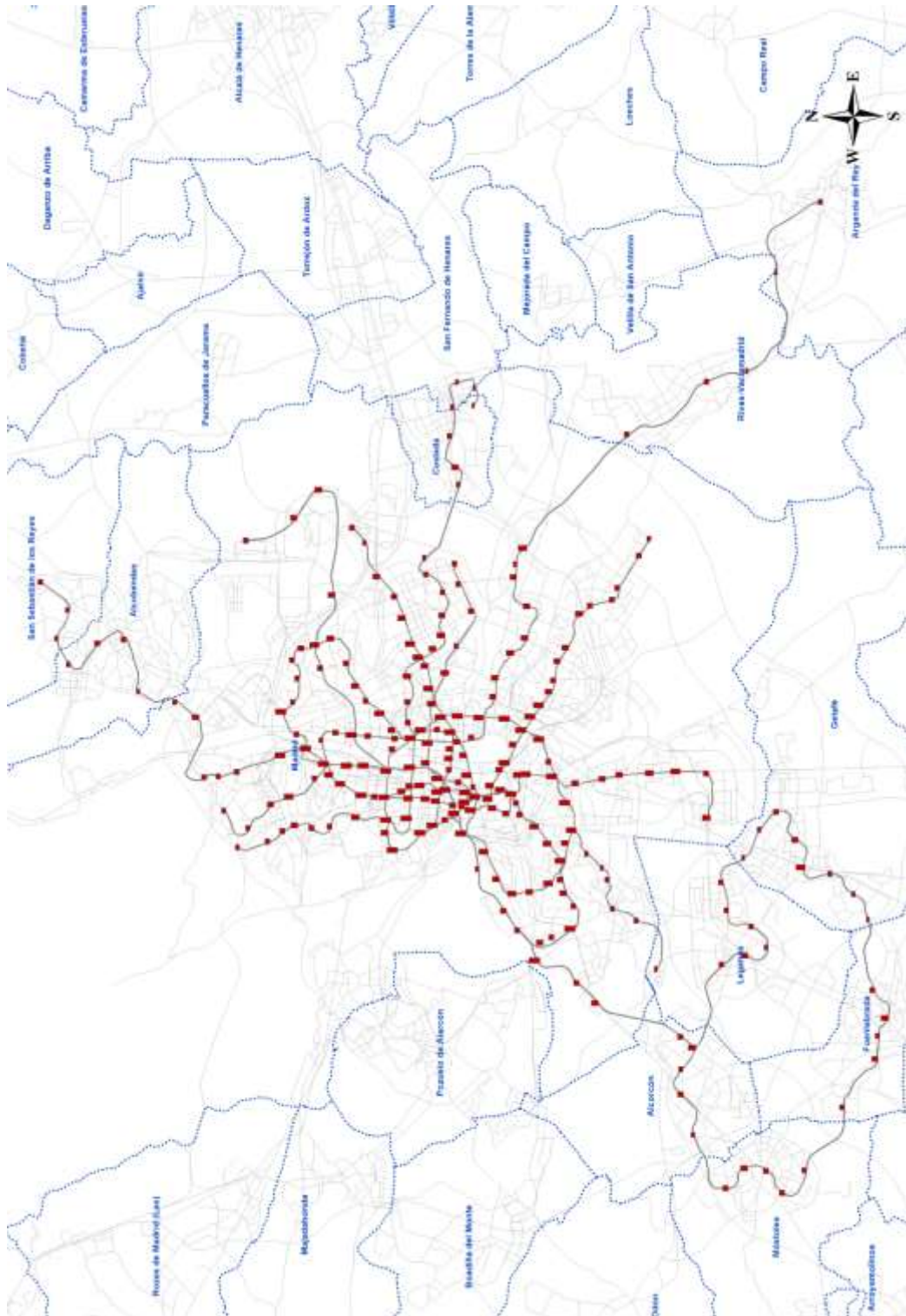
Los datos de demanda por paradas se relacionaron con los nodos del modelo asociados a cada parada real. En las siguientes imágenes se muestran gráficamente las demandas diarias por nodos del modelo según las estadísticas del CRTM.

Gráfico 26 Datos de demanda diaria real de la EMT asociados a nodos del modelo (viajeros subidos por parada)



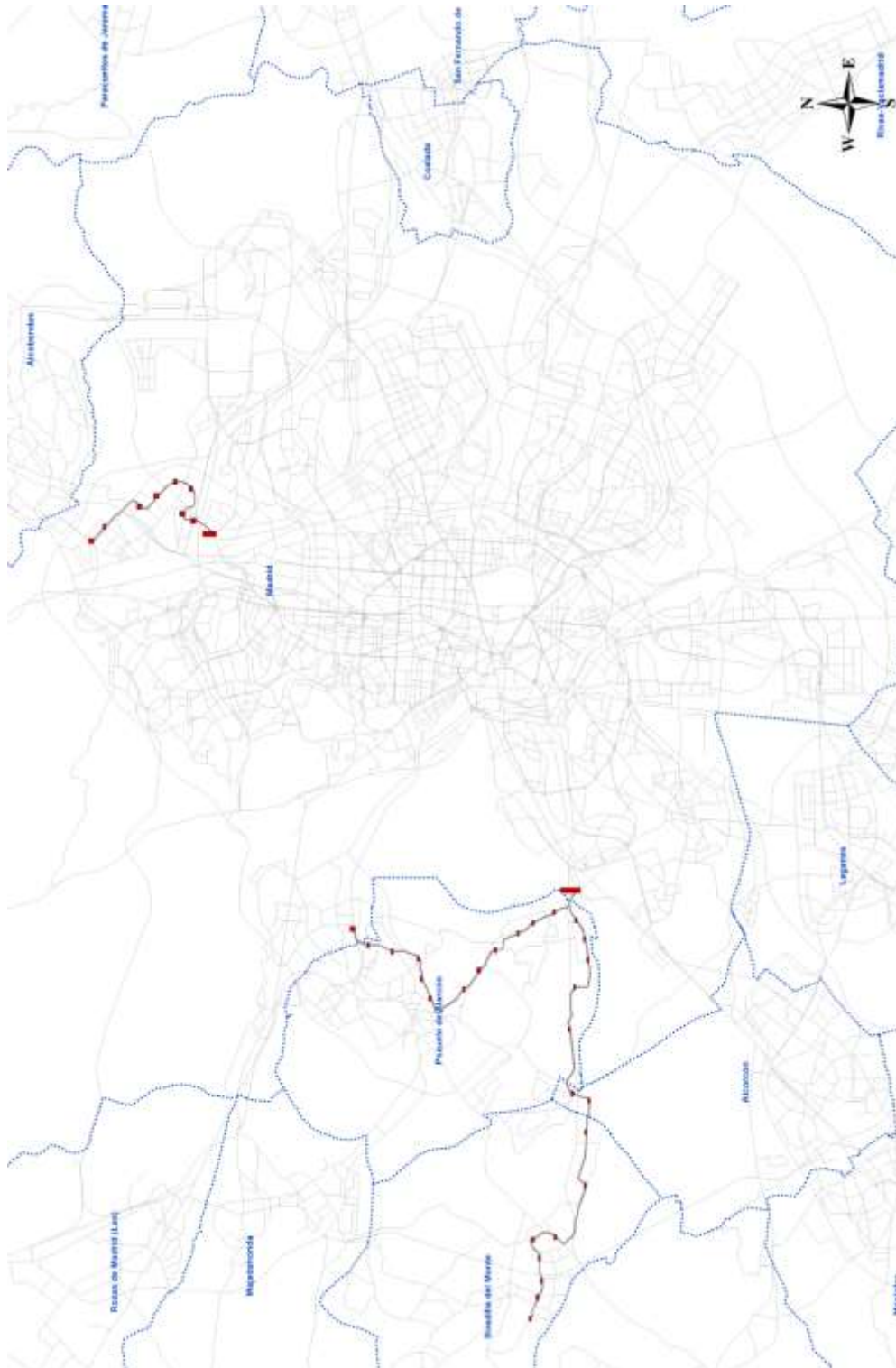
Elaboración propia. Imagen de fondo: grafo del modelo

Gráfico 27 Datos de demanda diaria real de Metro asociados a nodos del modelo (viajeros que acceden desde torniquete)



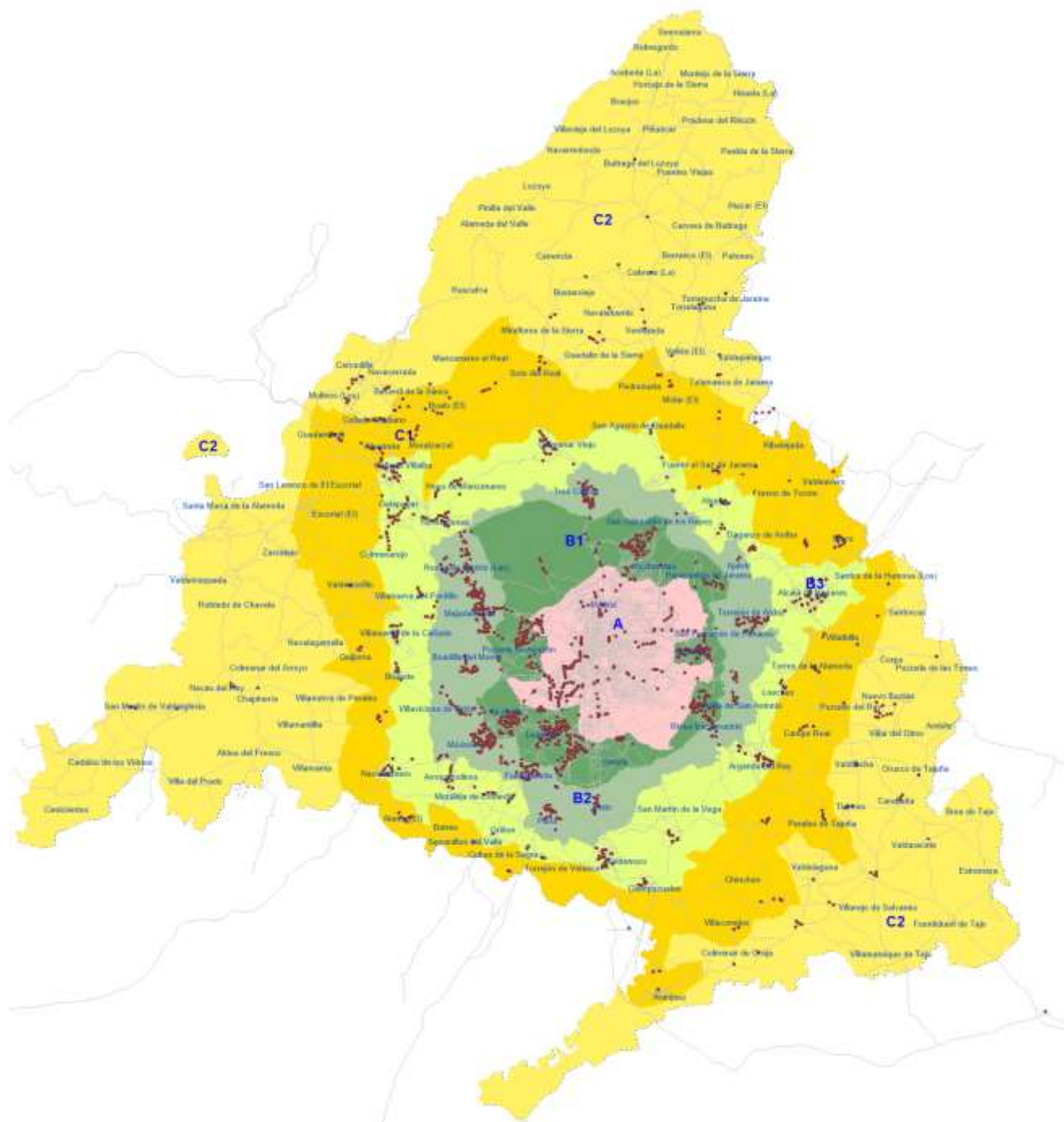
Elaboración propia. Imagen de fondo: grafo del modelo

Gráfico 28 Datos de demanda diaria real de Metro Ligero asociados a nodos del modelo



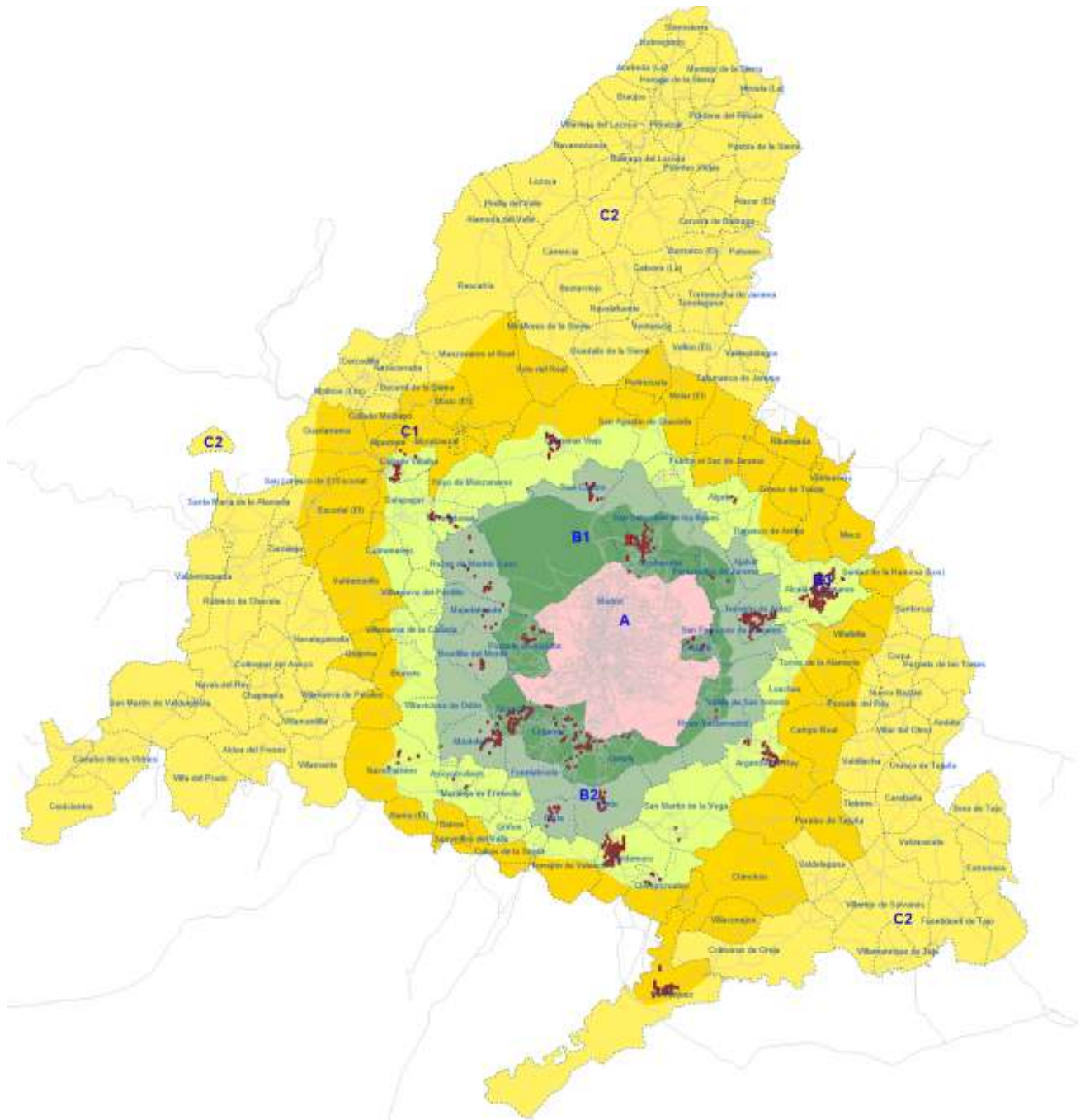
Elaboración propia. Imagen de fondo: grafo del modelo

Gráfico 29 Datos dispuestos de demanda diaria real de Autobuses Interurbanos asociados a nodos del modelo



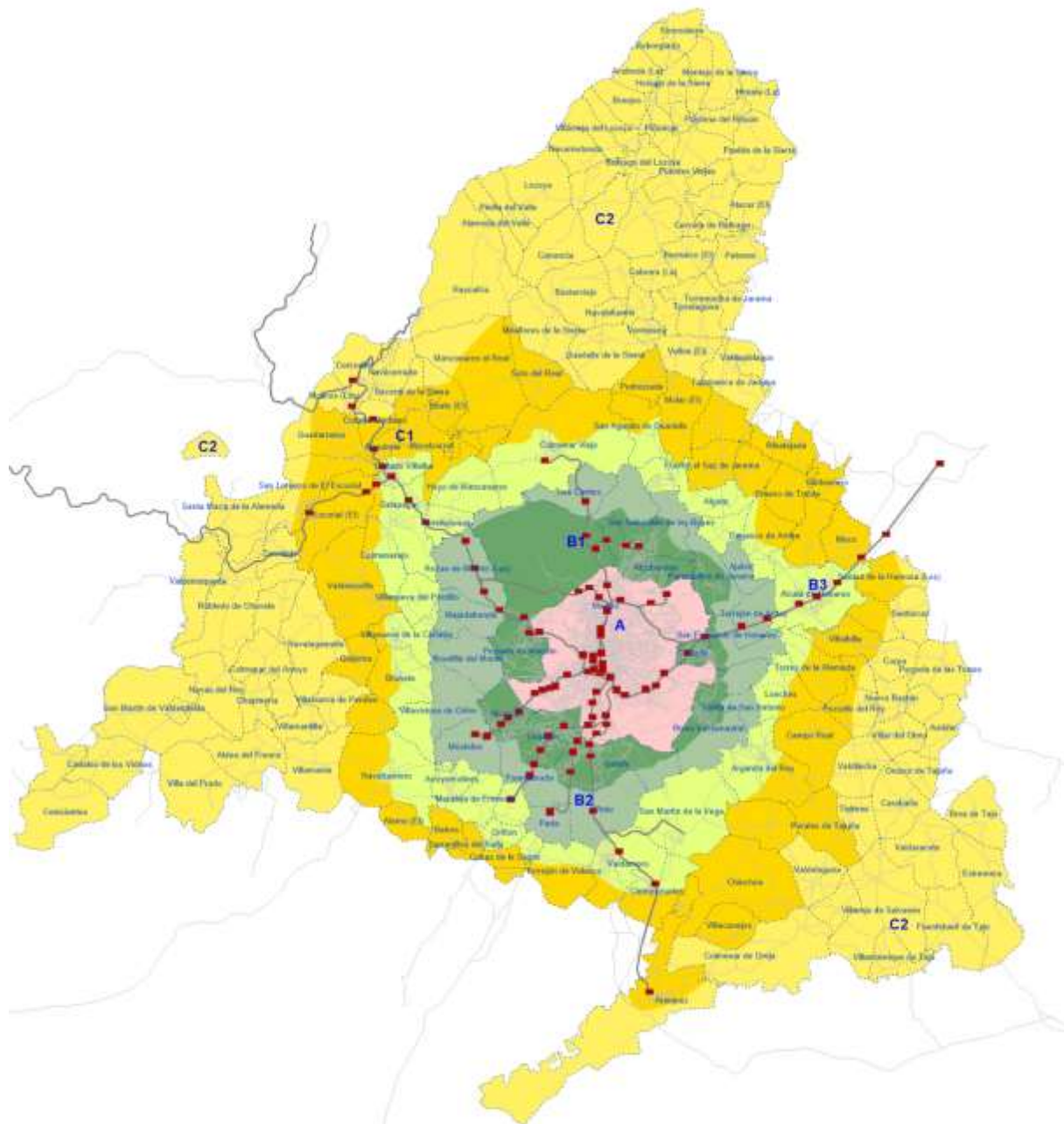
Elaboración propia. Imagen de fondo: grafo del modelo y coronas tarifarias

Gráfico 30 Datos dispuestos de demanda diaria real de Autobuses Urbanos asociados a nodos del modelo



Elaboración propia. Imagen de fondo: grafo del modelo y coronas tarifarias

Gráfico 31 Datos de demanda diaria real de Cercanías asociados a nodos del modelo (viajeros que acceden desde torniquete)



Elaboración propia. Imagen de fondo: grafo del modelo y coronas tarifarias

3 Modelos de Generación y Atracción

Los modelos de generación y atracción elaborados han seguido un esquema clásico de relación entre los viajes generados y atraídos por zonas de transportes con variables de carácter generador (normalmente la población) o atractor (número y tamaño de centros de trabajo, escolares, sanitarios, ...). No obstante, en la modelización de la EDM'2018 se ha planteado una modificación en cuanto a la variable explicada a utilizar. En versiones anteriores los modelos han buscado relacionar directamente los viajes generados y/o atraídos con las variables explicativas. En la EDM'2018 no se ha considerado cada viaje sino el concepto de "tour" que conceptualmente se puede definir como sigue:

- En los viajes Basados en Casa (BEC) en los que hay un desplazamiento de ida entre el domicilio y el lugar de atracción y uno simétrico entre ese lugar de atracción y el domicilio, el "tour" es el conjunto de ambos desplazamientos. Idealmente en los dos desplazamientos deberían usarse el mismo modo de transporte aunque cuando esto no ha ocurrido (por ejemplo, por la mañana se utiliza como modo el de "coche acompañante" y a la vuelta se utiliza un modo público) también se ha considerado al conjunto de los desplazamientos como un tour.
- La definición varía en los viajes No BEC (por ejemplo, el de una persona que sale del domicilio, va a trabajar y a la salida de trabajar va a un centro comercial y cuando termina en éste vuelve ya para su residencia). En este caso el concepto de tour equivale al de viaje.

En el paso de los modelos de Generación/atracción a los modelos de distribución no es necesario transformar viajes de generación-atracción en viajes origen-destino. La transformación a desplazamientos origen-destino se hace entre las etapas de distribución y reparto modal. Además, se asegura la integridad de los movimientos observados tras la aplicación del modelo de distribución.

Otra cuestión a tener en cuenta en lo que sigue, tanto para los modelos de generación y atracción como para el resto, es que en la modelización se han considerado solo los desplazamientos en los que la zona de transporte (a nivel ZT1259) de origen es distinta que la de destino. En principio con ello se elimina gran parte de desplazamientos de pequeña entidad y sobre todo, viajes que no serían posibles de asignar en el módulo de asignación y por tanto para los que no se pueden obtener mediciones de costes generalizados a partir de los modelos.

Inicialmente se han considerado los viajes realizados en todos los modos, sin eliminar desde la primera etapa los viajes no mecanizados. Éstos deberían ser deducidos en la etapa de reparto modal.

En los modelos de Generación y Atracción se ha comenzado por discriminar modelos por motivos de desplazamiento. Se han definido cinco tipos básicos:

- Viajes BEC con motivo prioritario de trabajo

- Viajes BEC con motivo prioritario de estudios en menores de 19 años
- Viajes BEC con motivo prioritario de estudios en mayores de 18 años
- Viajes BEC por otros motivos
- Viajes No BEC

3.1 Análisis de la información

Previamente a la definición de los modelos se considera relevante la realización de un análisis de las variables de movilidad y socioeconómicas.

En concreto, en este apartado y en el apéndice 4 de las relaciones de las variables del modelo GA se muestra el grado de relación existente entre las diferentes variables socioeconómicas con las variables de viajes (vectores de generación-atracción) para cada motivo y periodo considerado.

Así, en primer lugar, se delimitan los viajes analizados, que son los que cumplen con las siguientes características:

- Viajes de residentes en relaciones con origen y destino en la CM
- Se excluyen los viajes intrazonales
- Se excluyen también el motivo deportes-dar un paseo, al tener este motivo un comportamiento muy específico

Así, se realiza un breve análisis de correlaciones entre las variables socioeconómicas y los vectores de generación-atracción, pues los valores utilizados en la modelización de viajes de residentes en el interior de la CM difieren de las explotaciones de la encuesta en estos parámetros.

En concreto, para cada uno de los motivos y para cada periodo horario considerado se van a analizar los siguientes aspectos:

- Volumen por modo de cada clase y periodo
- Relación de los vectores de generación con variables socioeconómicas asociadas a la generación.
- Relación de los vectores de atracción con variables socioeconómicas asociadas a la atracción.
- Análisis de las correlaciones entre las variables más significativas

3.1.1 Volumen por clase y periodo

Los viajes por motivo de viaje y modo totales muestran que los viajes BEC por otros motivos y por trabajo son los más frecuentes a nivel de día laborable medio.

Sin embargo, se puede apreciar que en el periodo punta los viajes del motivo otros disminuye su peso de forma muy significativa.

Gráfico 32 Distribución de viajes generados y atraídos de residentes sin intrazonales por motivo y modo. Total CM en día laborable y periodo punta.

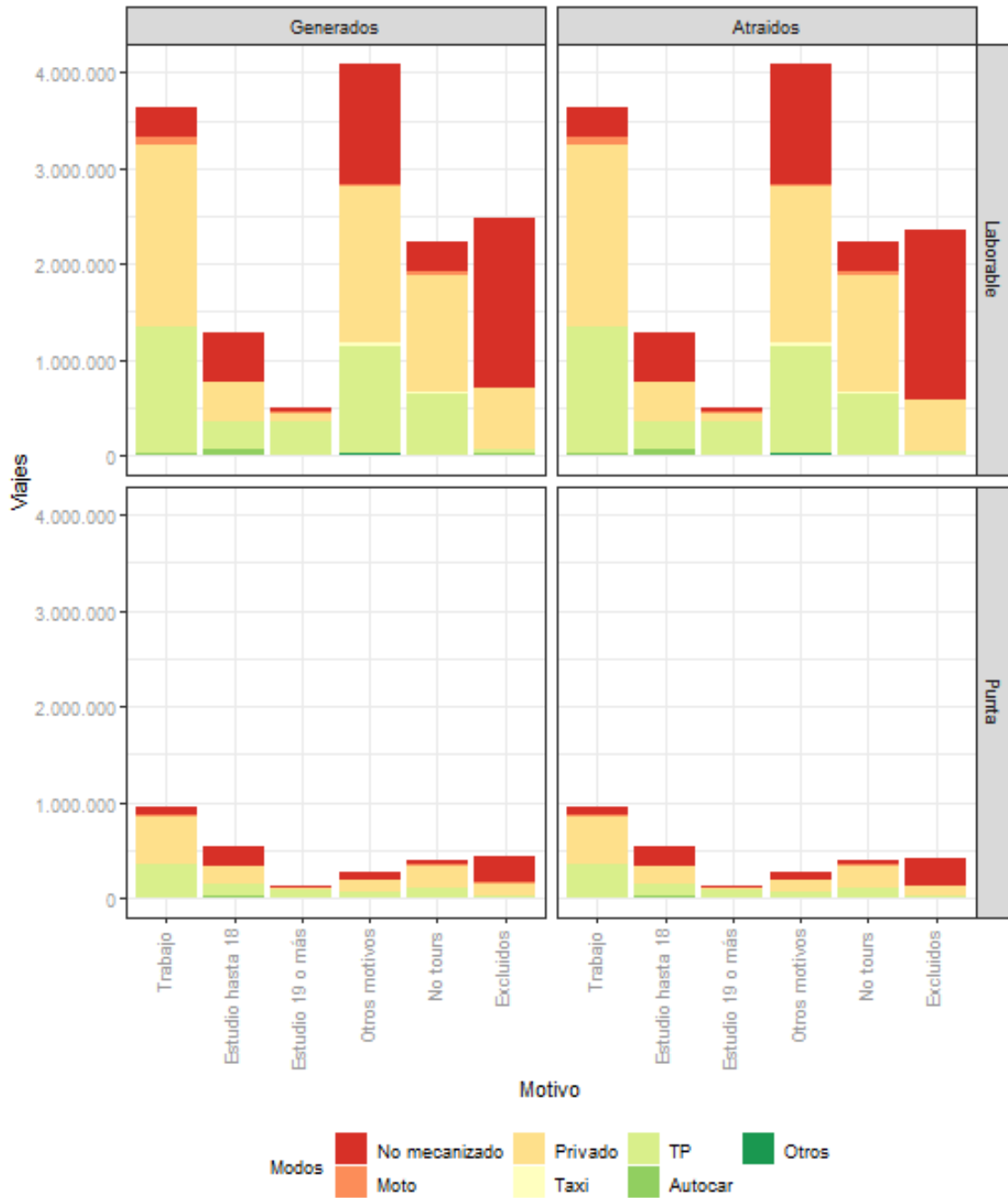


Gráfico 33 Distribución de viajes generados y atraídos de residentes sin intrazonales por motivo y modo. Total CM en periodo punta.

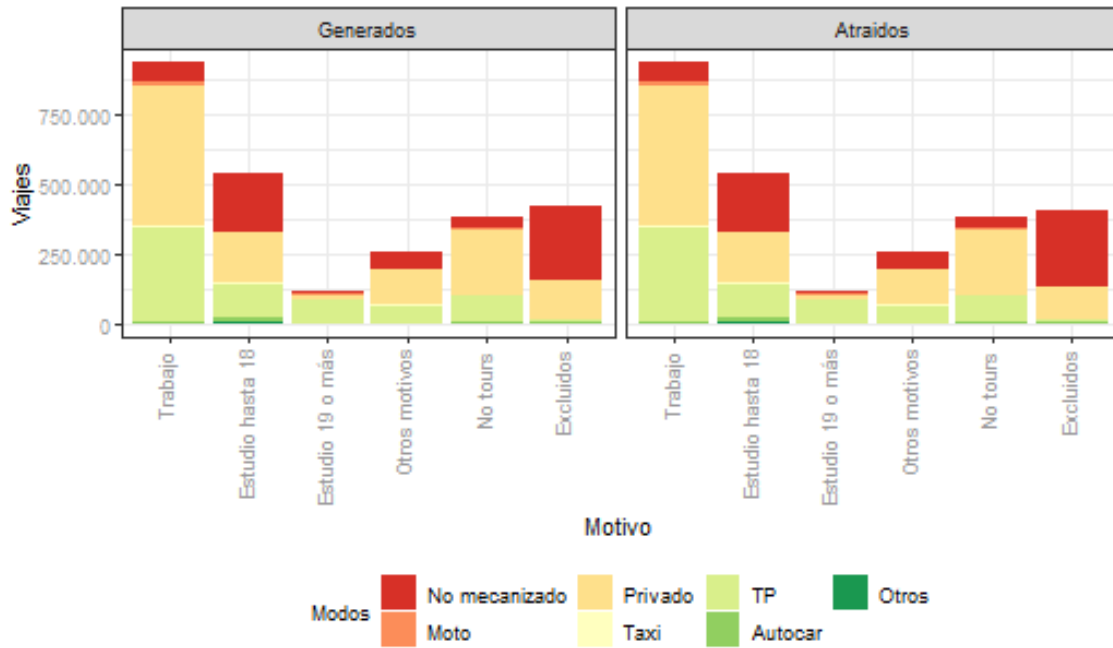


Gráfico 34 Distribución por corona de viajes generados y atraídos de residentes sin intrazonales por motivo y modo. Total CM en día laborable.

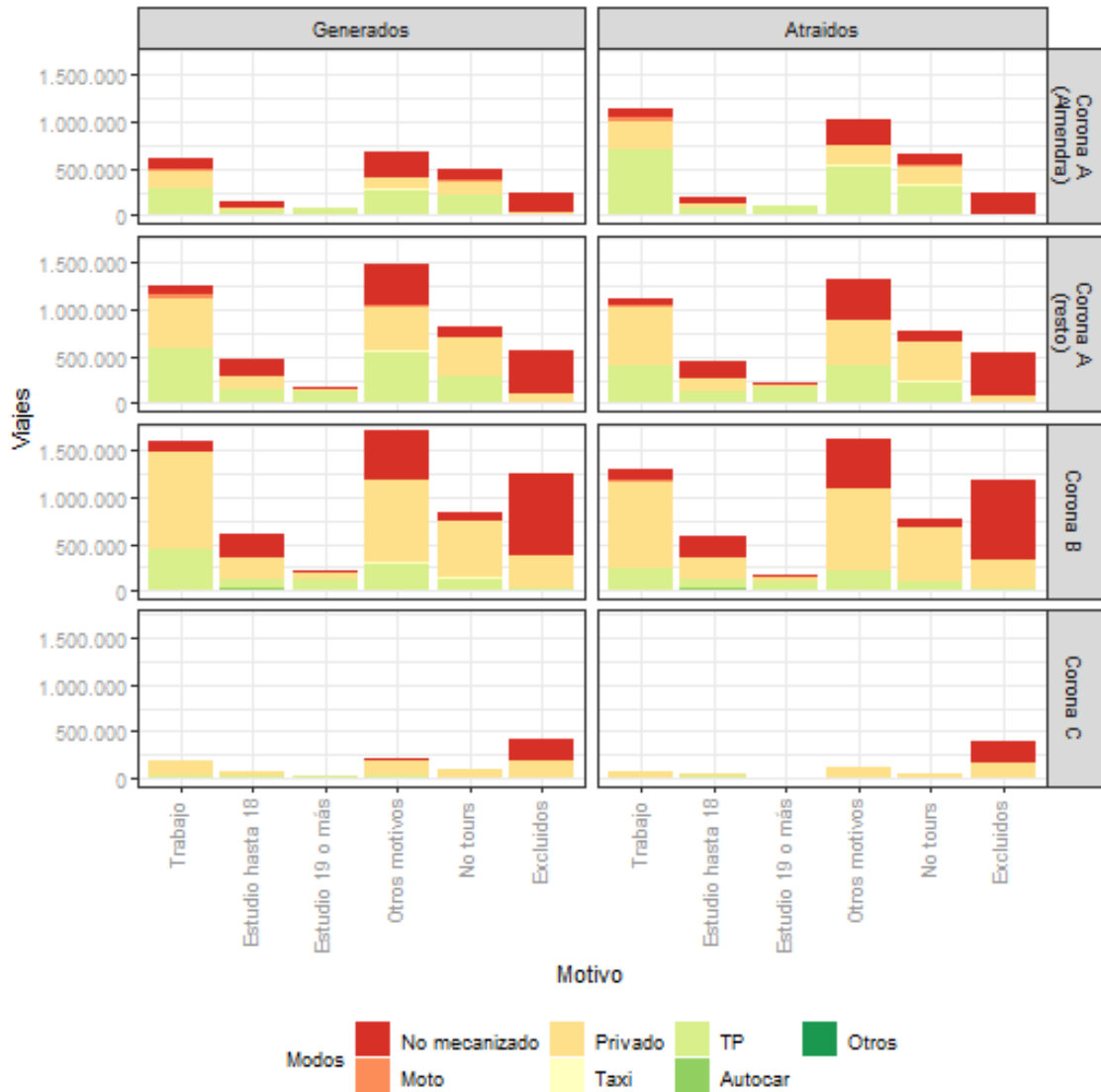
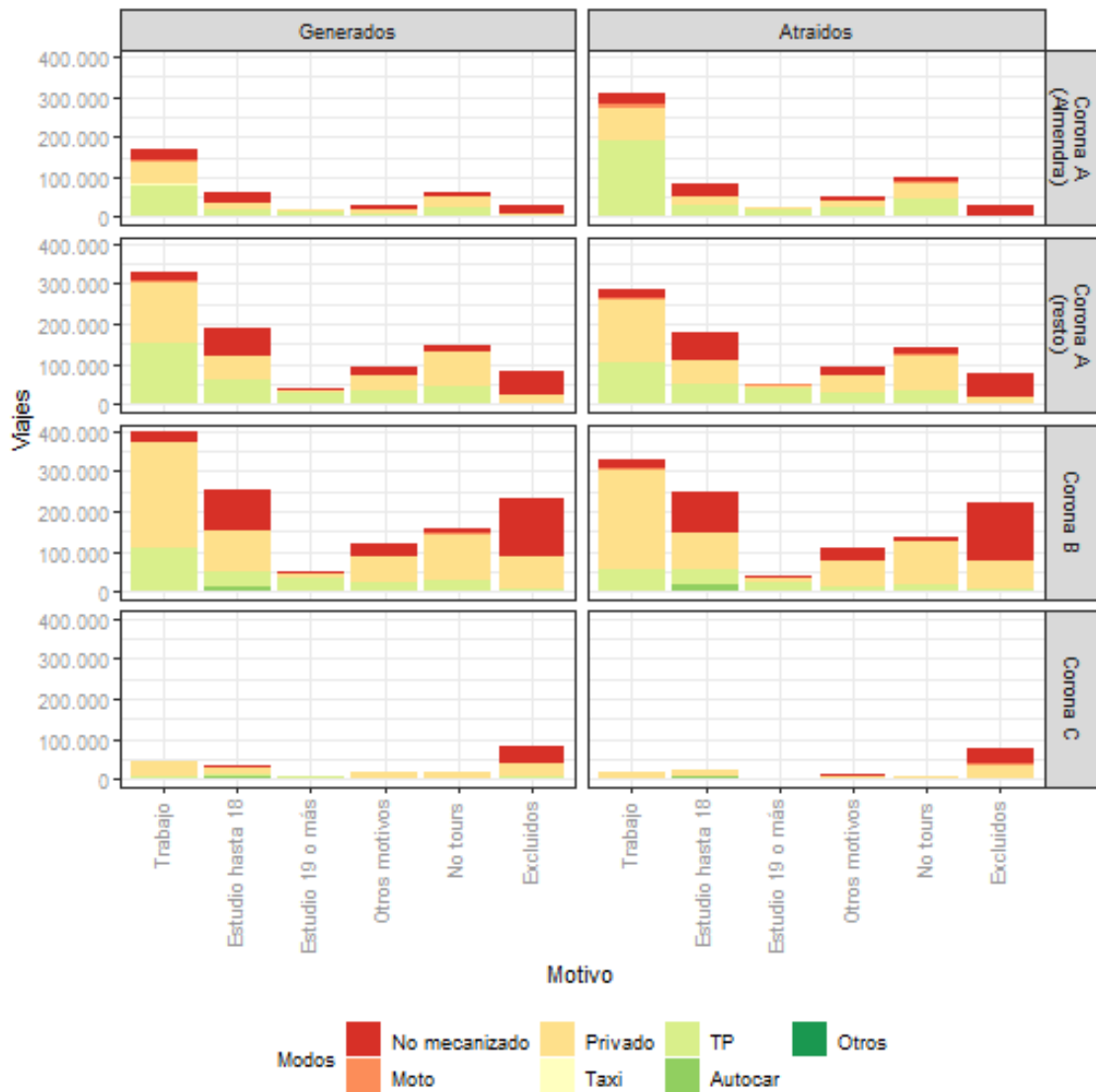


Gráfico 35 Distribución por corona de viajes generados y atraídos de residentes sin intrazonales por motivo y modo. Total CM en periodo punta.



3.1.2 Distribución de viajes y tours

Gráfico 36 Distribución por zona de la movilidad. Total CM en día laborable y periodo punta.

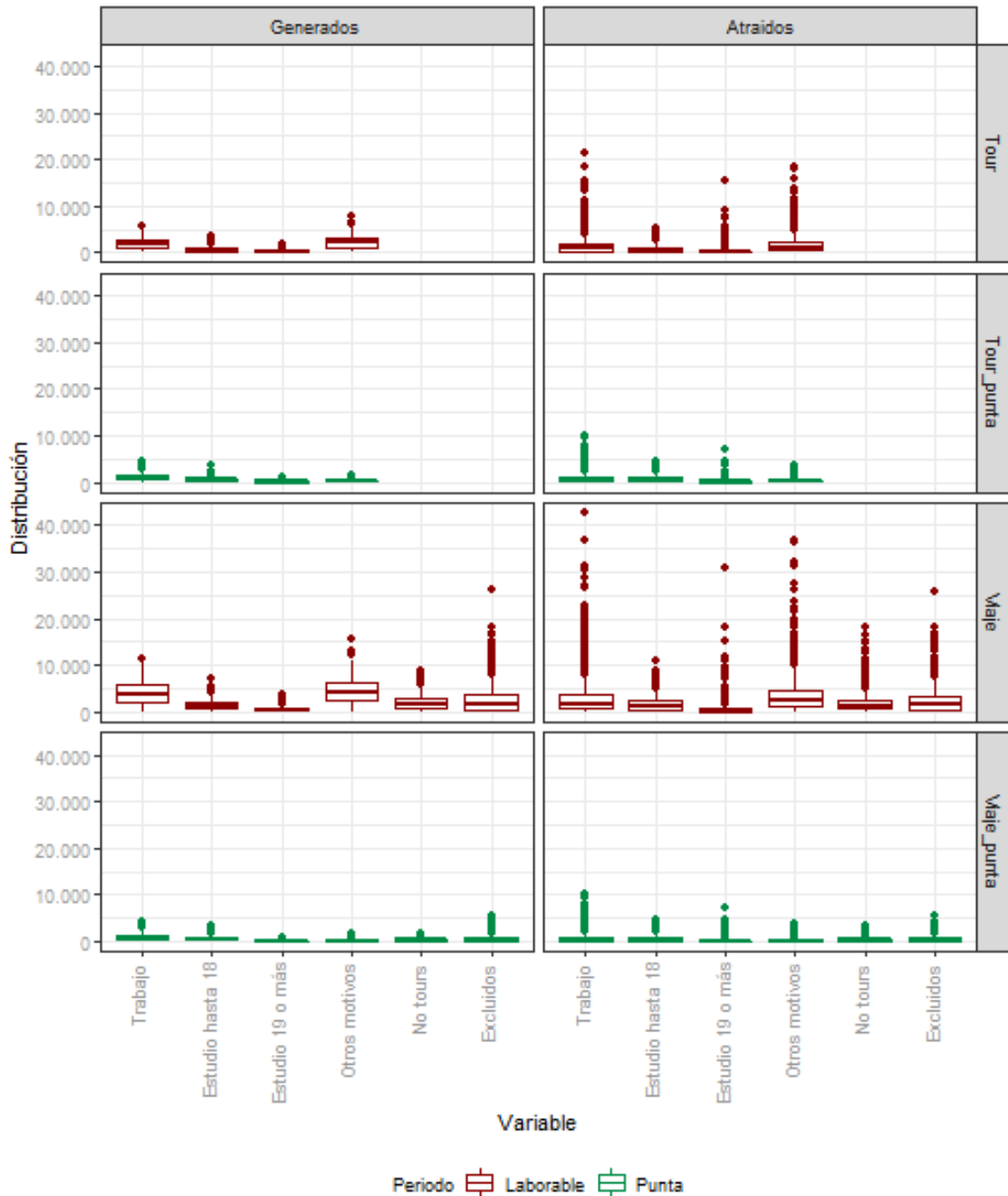


Gráfico 37 Distribución por zona de la movilidad. Total CM en día laborable y periodo punta.

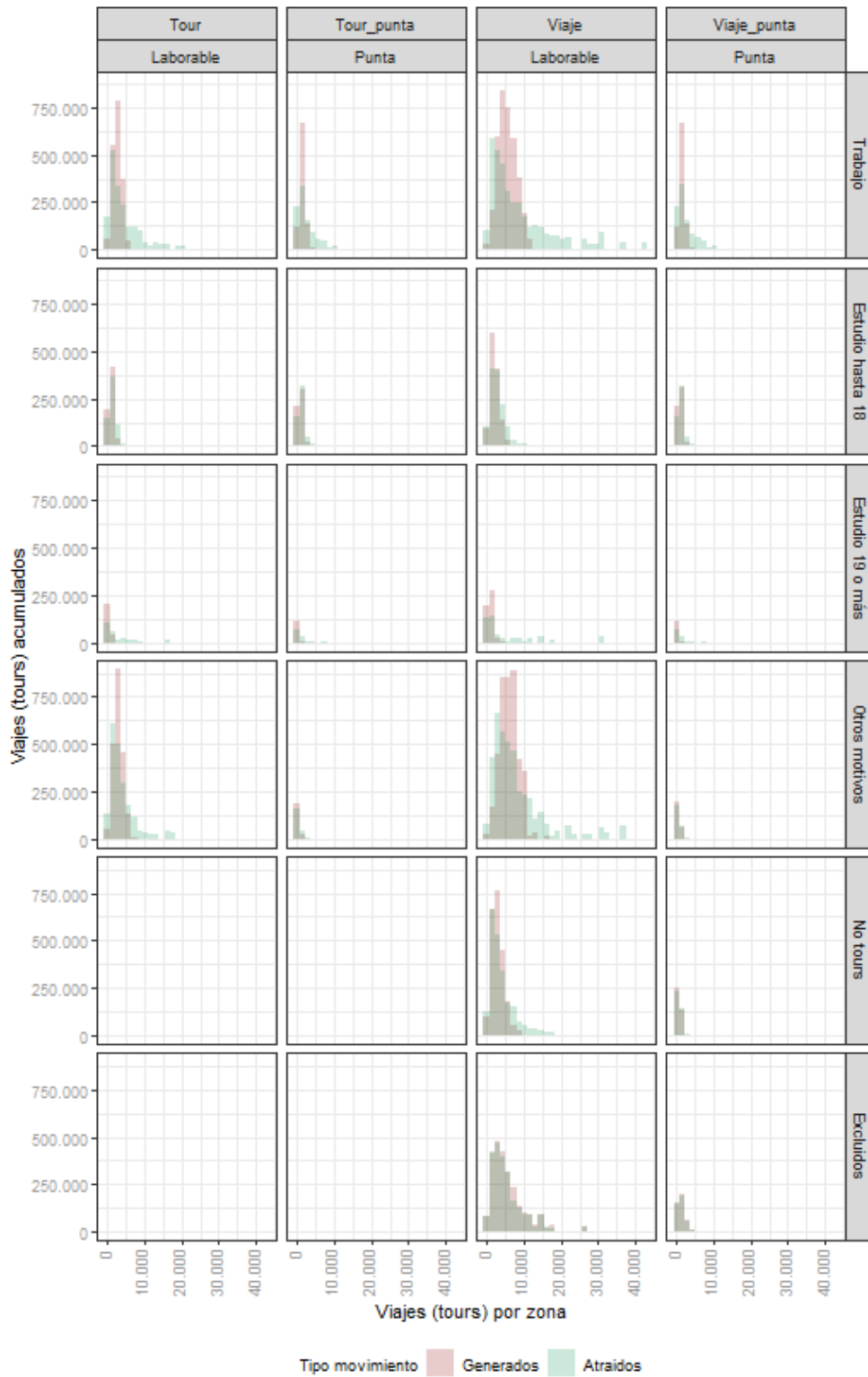
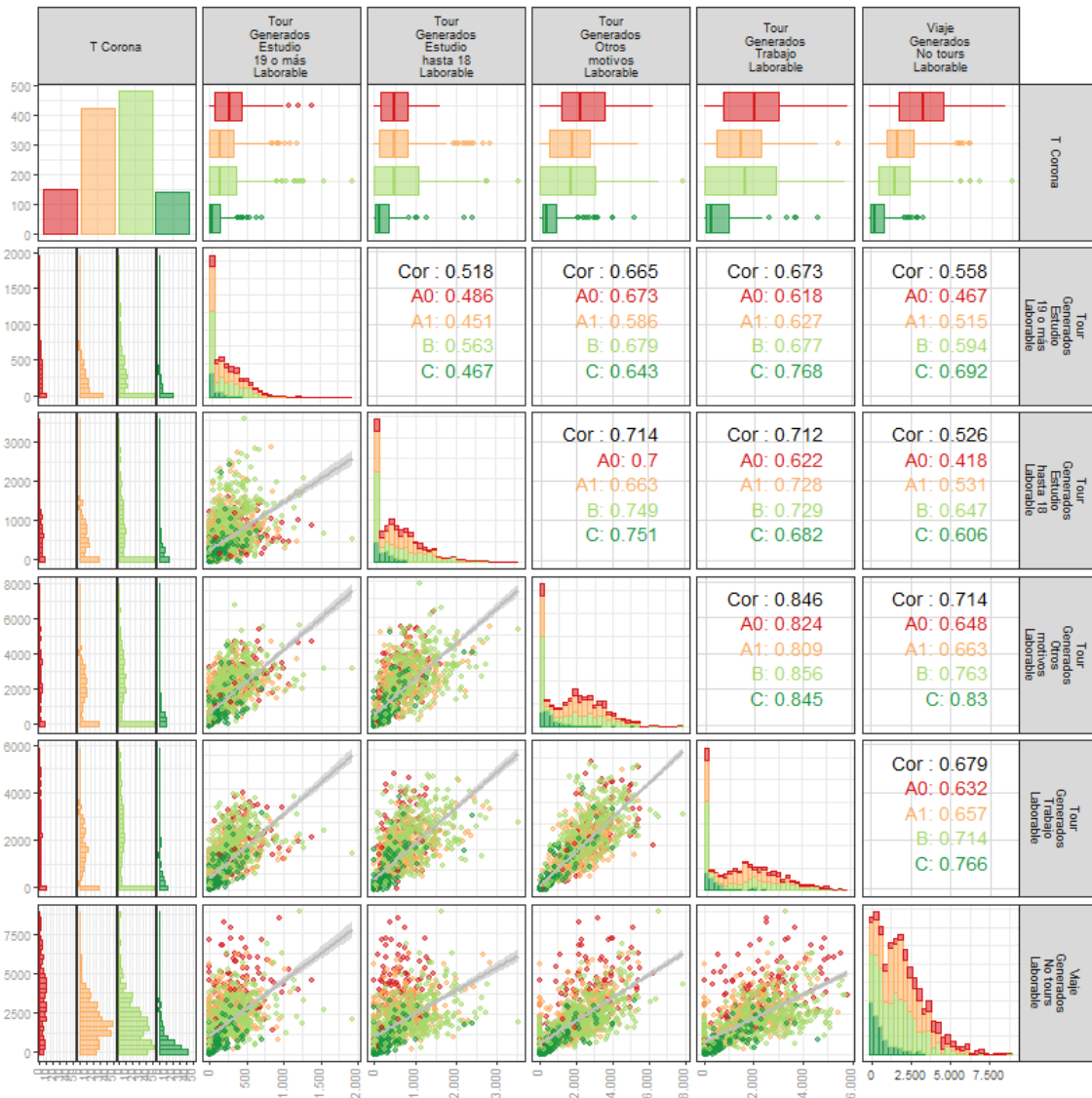


Gráfico 38 Análisis de distribución viajes generados y atraídos. Total CM en día laborable y periodo punta.



3.1.3 Distribución de variables socioeconómicas

En el apéndice 4 de relaciones de las variables del modelo de GA se han presentado las relaciones gráficas entre las variables socioeconómicas. De esta forma, se ha analizado el grado de correlación entre las variables candidatas a ser consideradas en el proceso de especificación de los modelos, evitando en la medida de lo razonable, la inclusión de variables correlacionadas entre sí.

3.1.4 Análisis de correlación

Para analizar el grado de relación lineal existente entre dos variables existen dos técnicas ampliamente utilizadas, el análisis de regresión y el análisis de

correlación. El Análisis de Regresión estudia la forma en que ambas variables aleatorias están relacionadas, mientras que el Análisis de Correlación investiga la fuerza de dicha relación. Por lo tanto, como paso previo a los modelos de generación-atracción se ha procedido a analizar las relaciones existentes entre las variables de movilidad (vectores de generación y de atracción para cada clase de demanda y periodo considerado) y las variables socioeconómicas consideradas a nivel de zona ZT1259 (variables procedentes de la EDM y de fuentes oficiales) teniendo en cuenta el valor obtenido del coeficiente de correlación (r).

- Cuando $r = -1$, existe una relación lineal perfecta negativa.
- Si r está próximo a -1 , existe una relación lineal negativa muy fuerte.
- Cuando r está próximo a 0 , significa que no hay una relación lineal.
- Si r está próximo a $+1$, existe una relación lineal positiva muy fuerte.
- Cuando $r = +1$, existe una relación lineal perfecta positiva.

3.2 Especificación

Una vez analizada la información disponible, se procedió a determinar la especificación del modelo. Esto es, se ha procedido a determinar las variables explicativas relevantes y la forma matemática de la relación entre las variable dependiente (información de vectores de Generación-Atracción por motivo y periodo) y las variables independientes (variables socioeconómicas a nivel ZT1259).

Con relación a las variables socioeconómicas, se ha observado que para los modelos de Generación se ha detectado que la población (total o por grupo de edad) es la variable que mejor correlaciona con los viajes, circunstancia que cabía espera de antemano.

Se han considerado también otras variables como por ejemplo el índice de motorización, motorización global, combinaciones diferentes de densidad de población y renta personal, etc aunque en las pruebas realizadas, por lo general, se han obtenido resultados “no significativos”, incluso, en algunos casos, con signos contrarios a los razonables. Las únicas variables que ha mejorado los resultados han sido la de “densidad de población” y “renta personal disponible del año 2016” combinadas en cada caso.

Según el tipo de movilidad considerado, la variable de población que mejor se ha adaptado ha sido:

- En tours BEC por motivo de trabajo: población mayor de 4 años

- En tours BEC por motivo de estudios (menores de 19 años): población de 4 a 18 años
- En tours BEC por motivo de estudios (mayores de 18 años): población de 19 a 25 años
- En tours BEC por otros motivos: población mayor de 4 años
- Viajes no BEC: población mayor de 4 años

En el caso de los modelos de atracción se han realizado diversas pruebas. Entre ellas destaca la elección de qué tipo de variables explicativas:

- La primera opción fue la de utilizar como variables explicativas las procedentes de la propia EDM. Esta opción tenía la ventaja de que los resultados de viajes utilizados probablemente sean más coherentes con las variables de la EDM pues a fin de cuentas ambos proceden de la misma fuente
- La segunda alternativa ha consistido en utilizar variables ajenas a la propia EDM con el fin de facilitar en aplicaciones posteriores la utilización de datos externos fácilmente disponibles. Frente al caso anterior tiene la desventaja de que se estarían utilizando viajes procedentes de una fuente (la EDM) y variables procedentes de otras fuentes, lo que implica posible pérdida de coherencia y por tanto, de dificultad para la calibración. Sin embargo, aporta dos grandes ventajas:
 - Si se introducen variables de tipo censal que reflejen relativamente bien la realidad y que sean realmente variables explicativas, los resultados obtenidos en la calibración pueden acercarse más a la realidad que los resultados de la propia encuesta.
 - Para aplicaciones futuras, el operador del modelo podría obtener las variables explicativas directamente desde una fuente externa sin necesidad de hacer proyecciones inciertas de la EDM, la cual inevitablemente irá perdiendo vigencia con el paso del tiempo.

Entre las posibles variables explicativas externas a la EDM, las dos que finalmente se han valorado han sido:

- Fichero de “colectivo empresarial por tamaño y actividad”. Se trata de un fichero publicado por la Comunidad de Madrid en el que se registran todos los establecimientos de la región con tres o más trabajadores, indicando para cada uno de ellos el sector de actividad (a nivel de dos dígitos) y el estrato según el número de trabajadores.
- Ficheros de establecimientos georreferenciados de educación, sanitarios, comerciales, administrativos y culturales-recreativos .

En este contexto, las variables explicativas que finalmente se han escogido han sido variables externas a la EDM, fundamentalmente empleos por tipo y tamaño de establecimiento y número de establecimientos en cada zona. Para cada uno de los modelos calibrados han sido:

- En tours BEC por motivo de trabajo: empleos totales, con variable de corrección en la zona del Aeropuerto¹⁰
- En tours BEC por motivo de estudios (hasta 18 años): empleos en educación
- En tours BEC por motivo de estudios (19 años o más): empleos en educación
- En tours BEC por otros motivos: número de centros de Salud, número de centros de “otros equipamientos”, empleo en “otros servicios” y empleos en “servicios de salud”
- Viajes no BEC: empleos totales, con variable de corrección en la zona del Aeropuerto

Idealmente, para los motivos de estudio (hasta 18 años y 19 años o más) hubiera generado un mejor ajuste posiblemente la variable número de plazas de estudio de cada grupo. Sin embargo, hay dos razones que han originado la utilización del número de empleados:

- El número de plazas de estudio es un número difícil de conseguir en fuentes externas a la EDM2018 y,
- Ese número de estudiantes por zonas de atracción se presume que puede ser más volátil que el número de empleos y, por lo tanto, más difícil de proyectar a futuro.

Con relación a los viajes generados y atraídos por zona que se han utilizado como referencia en la calibración se han obtenido directamente de la EDM. En principio cabe esperar que la precisión de los viajes generados por zona que aporta la EDM sea mayor que la de los viajes atraídos por la naturaleza propia de la encuesta y porque la mayor parte de los viajes realizados en día laborable son viajes BEC.

En estas circunstancias una encuesta domiciliaria, basada en el hogar, tiende a reflejar muy bien los viajes generados dentro de los niveles de error estadístico que se le hayan definido. En el caso de los viajes atraídos se presupone una

¹⁰ La variable de corrección en la zona del aeropuerto es una variable categórica que toma el valor 0 si la zona no es una zona en el aeropuerto y 1 si lo es. De esta forma, se pretende indicar que los movimientos atraídos por el aeropuerto tienen un comportamiento diferenciado. Esto es, se considera que el ratio de viajes atraídos por empleos en el aeropuerto debe ser muy diferente a los observados por otros tipos de empleo.

buena representatividad dado el tamaño de la encuesta, pero al no haber sido diseñada esta encuesta desde el lugar de atracción y además al no haber datos externos que permitan contrastar los resultados de viajes atraídos en cada zona, es posible que la precisión de los viajes atraídos en todas y cada una de las zonas sea algo menor que en el caso de los viajes generados.

Se han analizado diferentes formas funcionales, aunque finalmente se han obtenido funciones lineales a nivel de Zona ZT1259 conforme a expresiones del tipo:

$$G_i^m = \alpha_0 + \alpha_{i1}^m + \alpha_{i2}^m + \dots + \alpha_{in}^m = \sum_{k=0}^n \alpha_{ik}^m \quad (1)$$

$$A_j^m = \beta_0 + \beta_{j1}^m + \beta_{j2}^m + \dots + \beta_{jn}^m = \sum_{k=0}^n \beta_{jk}^m \quad (2)$$

En donde:

- G_i^m son los tours del motivo “m” generados en la zona “i”,
- A_j^m son los tours del motivo “m” atraídos por la zona “j”,
- X_{ik} son variables explicativas de los viajes generados, Y_{jk} son variables explicativas de los viajes atraídos.
- α_k^m y β_k^m son los parámetros a obtener en el proceso de calibración.

Aunque los modelos se han calibrado utilizando viajes y variables referidas a la zonificación ZT1259, la representatividad estadística se ha analizado agregando los resultados obtenidos a nivel de zonificación ZT208.

3.3 Estimación

En este capítulo se presentan los resultados de los parámetros estimados de las funciones y el grado de ajuste obtenido para cada modelo (Generación o Atracción) de las cinco clases o segmentos considerados. En el proceso de estimación se realizaron diferentes combinaciones de variables y formas funcionales, habiéndose definido finalmente los modelos que se presentan en el apartado actual.

Se debe comentar que, como criterios para determinar si un modelo es válido, o no, se han seguido los criterios siguientes:

- Las variables independientes deben explicar a nivel teórico la variable dependiente.
- El grado de ajuste observado gráficamente (a nivel de ZT208).

- Los signos obtenidos sean coherentes con la teoría/lógica del modelo.
- El coeficiente R^2 .

S Los resultados de la estimación, junto con las variables que definen cada motivo, se han obtenido con el software libre R, a través de RStudio.

En este apartado se presentan los coeficientes y el ajuste de los modelos definidos.

3.3.1 Día laborable medio

El resultado de la estimación en el ámbito seleccionado se resume en unos valores de coeficientes y unos estadísticos utilizados para verificar características de los estimadores obtenidos (ajuste del modelo y significatividad de parámetros, fundamentalmente).

Es relevante indicar que se han considerado diferentes formas funcionales (especificaciones) y diferentes variables a incluir, siendo las que mejor resultado han generado las indicadas anteriormente.

Tabla 31 Modelo de Generación. Coeficientes obtenidos.

Trabajo	Generación			
	Cte	Pob May 3	Renta Pers 2016	R ²
Coeficiente	-213,85	0,31	0,008	80%
Desv. Estand.	66,79	0,01	0,004	
Valor t	-3,20	59,61	2,13	

Estudios hasta 18 años	Generación			
	Cte	Pob 4 a 18	Dens Población	R ²
Coeficiente	74,20	0,49	0,008	46%
Desv. Estand.	28,42	0,02	0,001	
Valor t	2,61	26,13	8,98	

Estudios 19 años o más	Generación			
	Cte	Pob 19 a 25	Renta Pers 2016	R ²
Coeficiente	-62,20	0,47	0,006	35%
Desv. Estand.	25,85	0,02	0,001	
Valor t	-2,41	20,69	4,82	

Otros motivos de viaje				Generación
	Cte	Pob May 3	Dens Población	R ²
Coeficiente	-5,21	0,28	0,020	77%
Desv. Estand.	45,69	0,01	0,002	
Valor t	-0,11	43,78	12,51	

Viajes no tour				Generación
	Cte	Pob May 3	Renta Pers 2016	R ²
Coeficiente	-650,53	0,25	0,084	59%
Desv. Estand.	88,98	0,01	0,005	
Valor t	-7,31	38,96	16,41	

Gráfico 39 Modelo de Generación, motivo trabajo. Ajuste a 208 zonas

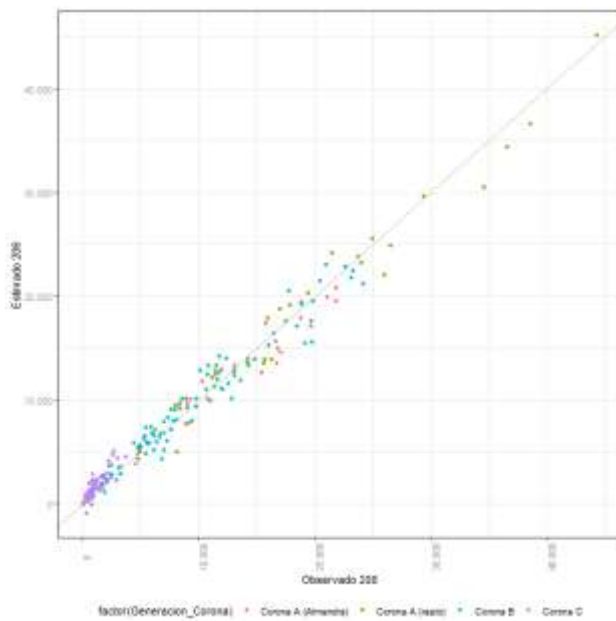


Gráfico 40 Modelo de Generación, **motivo estudios hasta 18 años**. Ajuste a 208 zonas

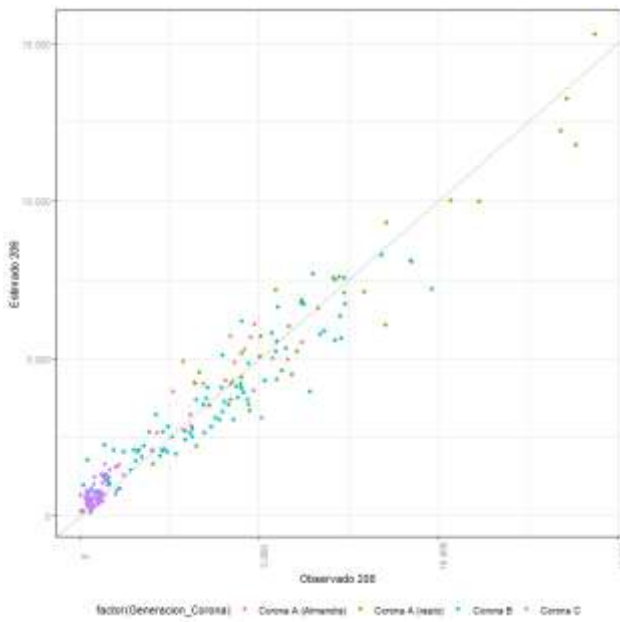


Gráfico 41 Modelo de Generación, **motivo estudios 19 años o más**. Ajuste a 208 zonas

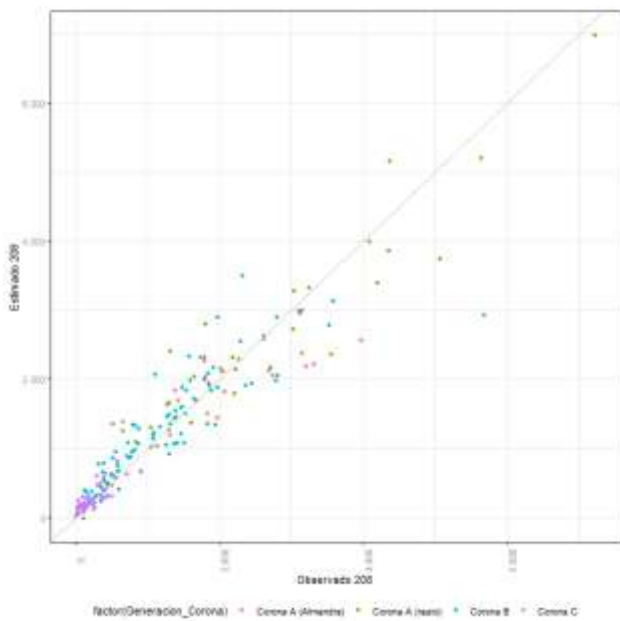


Gráfico 42 Modelo de Generación, **motivo otros**. Ajuste a 208 zonas

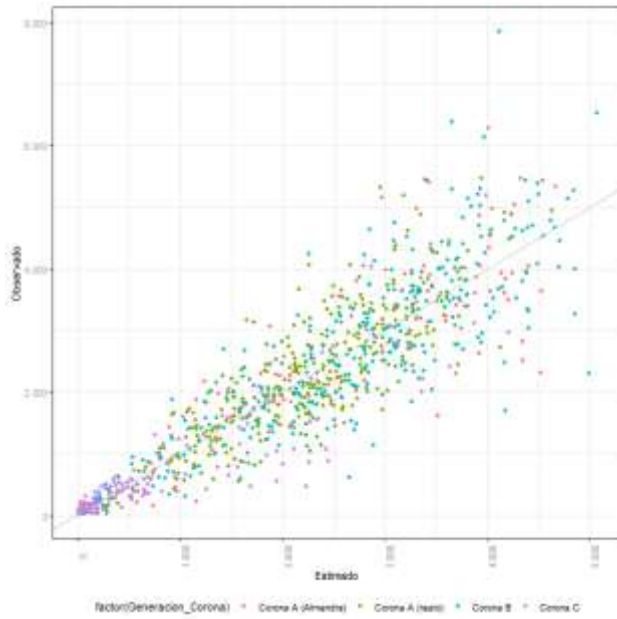


Gráfico 43 Modelo de Generación, **motivo no tour**. Ajuste a 208 zonas

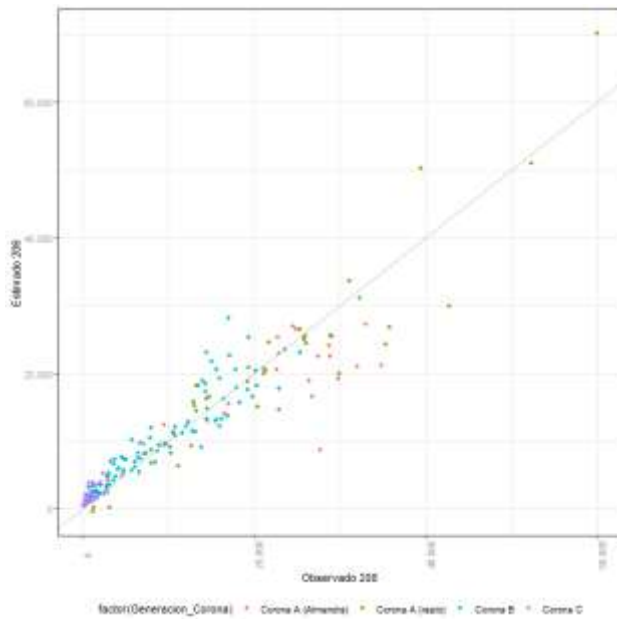


Tabla 32 Modelo de Atracción. Coeficientes obtenidos.

Trabajo				Atracción
	Cte	Empleo	Empleo Aeropuerto	R ²
Coeficiente	316,46	0,50	0,88	76%
Desv. Estand.	37,26	0,01	0,07	
Valor t	8,49	58,06	12,92	

Estudios hasta 18 años				Atracción
	Cte	Empleo Educ No Universidad	Empleo Educ Universidad	R ²
Coeficiente	451,72	1,41	0,02	24%
Desv. Estand.	30,20	0,09	0,05	
Valor t	14,96	16,26	0,37	

Estudios 19 años y más				Atracción
	Cte	Empleo Educ No Universidad	Empleo Educ Universidad	R ²
Coeficiente	200,67	0,41	1,47	58%
Desv. Estand.	35,65	0,09	0,05	
Valor t	5,63	4,42	29,00	

Otros motivos de viaje						Atracción
	Cte	Pob May 3	Empleo Servicios	Empleo Salud (hospital)	Centralidad	R ²
Coeficiente	453,92	0,25	0,13	1,07	13.168,80	57%
Desv. Estand.	68,46	0,01	0,01	0,07	546,43	
Valor t	6,63	19,74	14,05	14,60	24,10	

Viajes no tour				Atracción
	Cte	Empleo	Empleo en zona Aeropuerto	R ²
Coeficiente	1.005,74	0,38	0,71	46%
Desv. Estand.	54,57	0,01	0,10	
Valor t	18,43	29,65	7,10	

Gráfico 44 Modelo de Atracción, **motivo trabajo**. Ajuste a 208 zonas

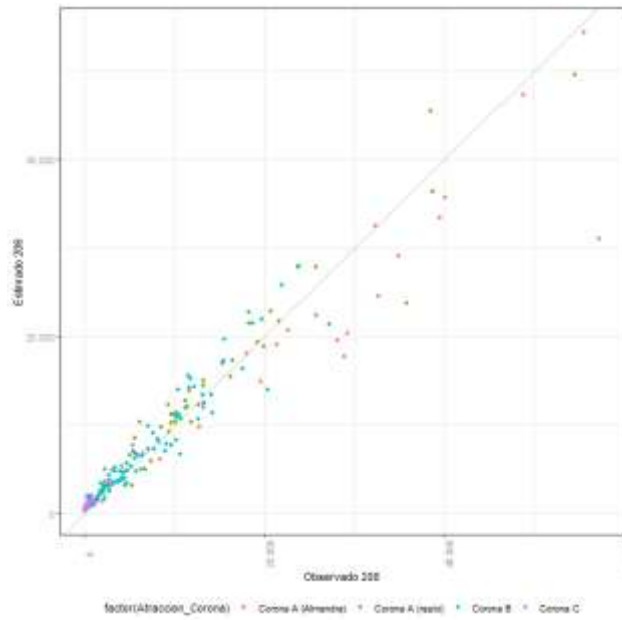


Gráfico 45 Modelo de Atracción, **motivo estudios hasta 18 años**. Ajuste a 208 zonas

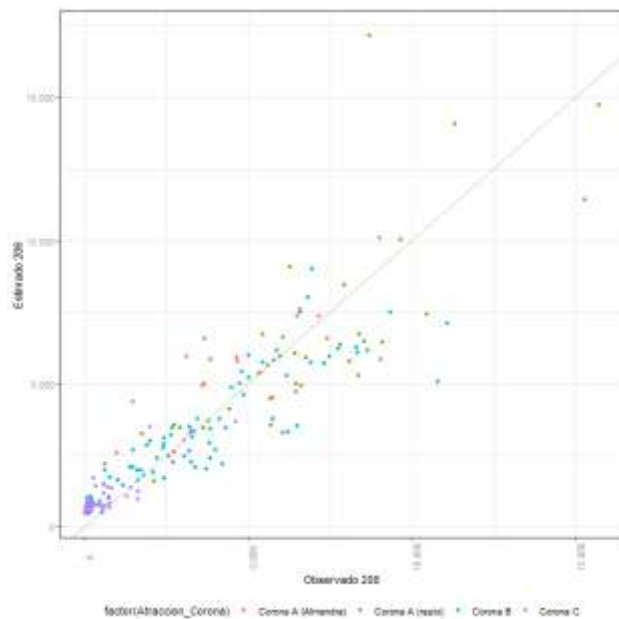


Gráfico 46 Modelo de Atracción, **motivo estudios 19 años o más**. Ajuste a 208 zonas

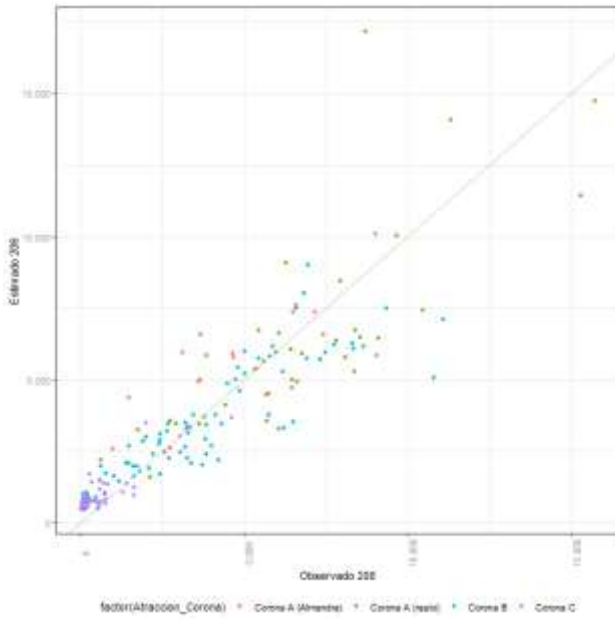


Gráfico 47 Modelo de Atracción, **motivo otros**. Ajuste a 208 zonas

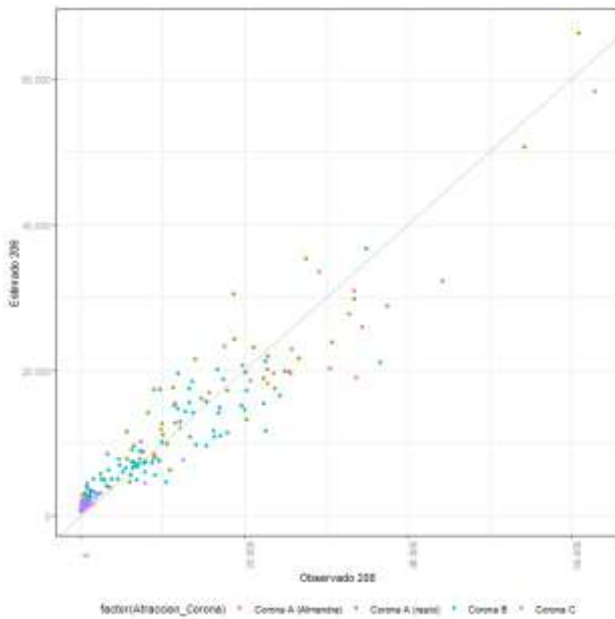
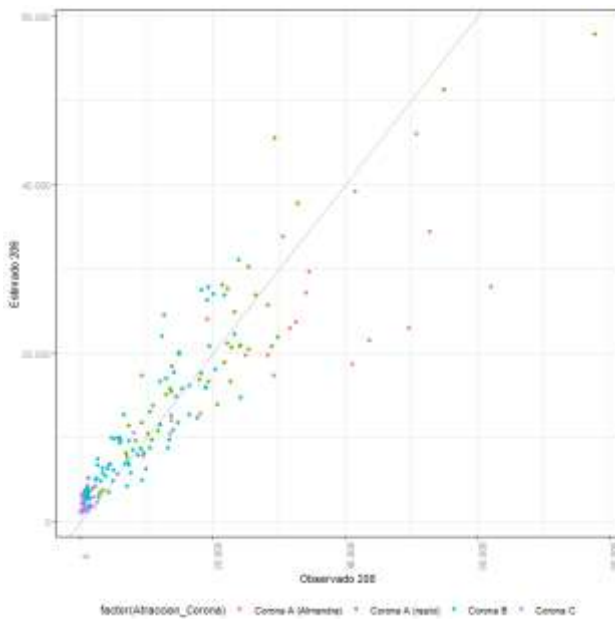


Gráfico 48 Modelo de Atracción, *motivo no tour*. Ajuste a 208 zonas



3.3.2 Periodo punta

De forma similar se ha procedido con el periodo punta mostrándose en este apartado los resultados obtenidos para dicho periodo.

Tabla 33 Modelo de Generación. Coeficientes obtenidos.

Trabajo	Generación			
	Cte	Pob May 3	Renta Pers 2016	R ²
Coeficiente	-385,84	0,16	0,025	64%
Desv. Estand.	51,29	0,00	0,003	
Valor t	-7,52	39,44	9,35	

Estudios hasta 18 años	Generación			
	Cte	Pob 4 a 18	Dens Población	R ²
Coeficiente	59,02	0,42	0,006	45%
Desv. Estand.	25,03	0,02	0,001	
Valor t	2,36	25,80	7,76	

Estudios 19 años o más				Generación
	Cte	Pob 19 a 25	Renta Pers 2016	R ²
Coeficiente	10,10	0,21	0,002	22%
Desv. Estand.	17,95	0,02	0,001	
Valor t	0,56	13,42	2,50	

Otros motivos de viaje				Generación
	Cte	Pob May 3	Dens Población	R ²
Coeficiente	13,90	0,03	0,0001	32%
Desv. Estand.	14,39	0,00	0,00001	
Valor t	0,97	18,20	0,91	

Viajes no tour				Generación
	Cte	Pob May 3	Renta Pers 2016	R ²
Coeficiente	-61,18	0,05	0,010	42%
Desv. Estand.	26,00	0,00	0,001	
Valor t	-2,35	26,00	7,32	

Gráfico 49 Modelo de Generación, **motivo trabajo**. Ajuste a 208 zonas

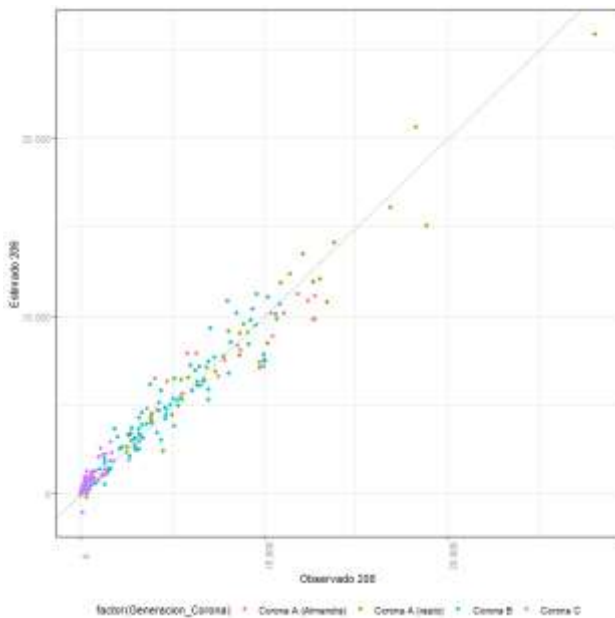


Gráfico 50 Modelo de Generación, **motivo estudios hasta 18 años**. Ajuste a 208 zonas

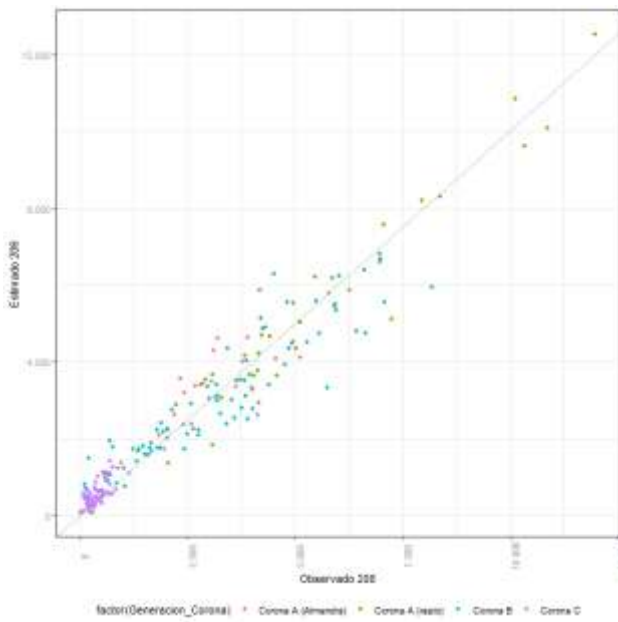


Gráfico 51 Modelo de Generación, **motivo estudios 19 años o más**. Ajuste a 208 zonas

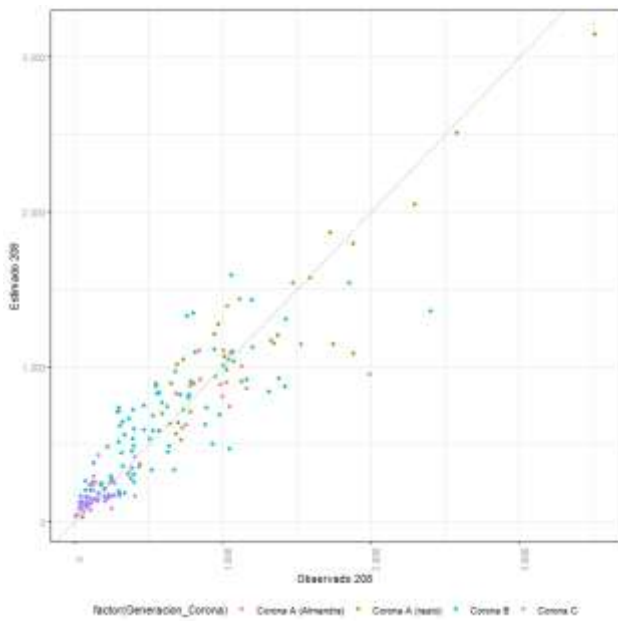


Gráfico 52 Modelo de Generación, **motivo otros**. Ajuste a 208 zonas

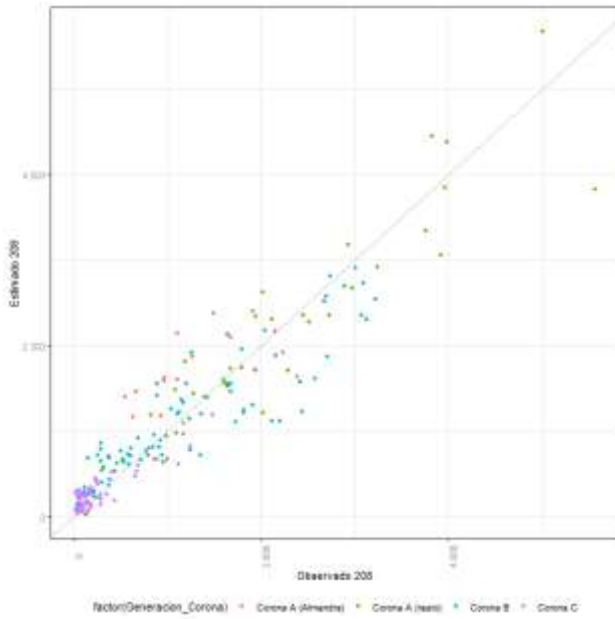


Gráfico 53 Modelo de Generación, **motivo no tour**. Ajuste a 208 zonas

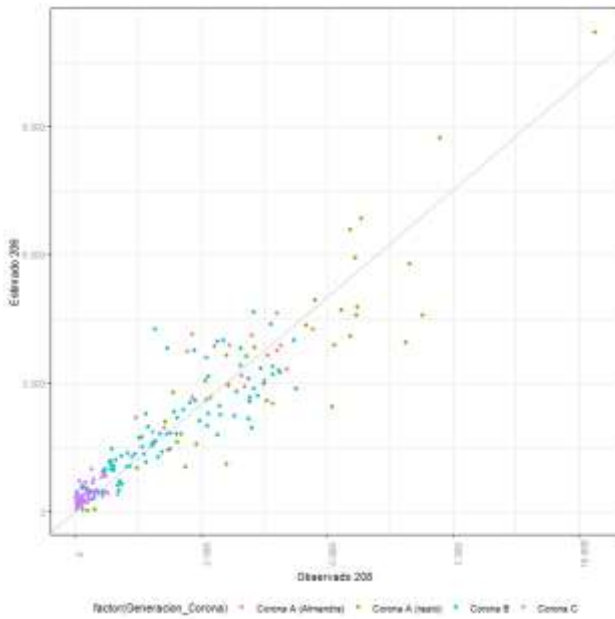


Tabla 34 Modelo de Atracción periodo punta. Coeficientes obtenidos.

Trabajo				Atracción
	Cte	Empleo	Empleo Aeropuerto	R ²
Coeficiente	134,32	0,28	0,13	74%
Desv. Estand.	22,82	0,01	0,04	
Valor t	5,89	54,52	3,13	

Estudios hasta 18 años				Atracción
	Cte	Empleo Educ No Universidad	Empleo Educ Universidad	R ²
Coeficiente	400,74	1,15	0,02	22%
Desv. Estand.	27,22	0,08	0,04	
Valor t	14,72	15,02	0,47	

Estudios 19 años o más				Atracción
	Cte	Empleo Educ No Universidad	Empleo Educ Universidad	R ²
Coeficiente	147,12	0,18	0,66	57%
Desv. Estand.	23,43	0,05	0,03	
Valor t	6,28	3,29	23,77	

Otros motivos de viaje						Atracción
	Cte	Pob May 3	Empleo Servicios	Empleo Salud (hospital)	Centralidad	R ²
Coeficiente	160,96	0,01	0,01	0,29	281,08	43%
Desv. Estand.	15,73	0,00	0,00	0,01	100,81	
Valor t	10,23	5,57	4,26	23,27	2,79	

Viajes no tour				Atracción
	Cte	Empleo	Empleo en zona Aeropuerto	R ²
Coeficiente	218,49	0,06	0,10	40%
Desv. Estand.	11,54	0,00	0,02	
Valor t	18,92	24,62	5,14	

Gráfico 54 Modelo de Atracción, **motivo trabajo**. Ajuste a 208 zonas

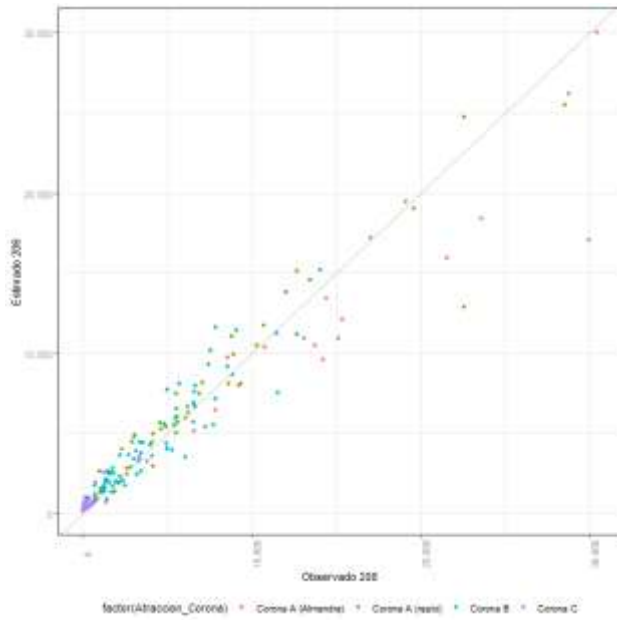


Gráfico 55 Modelo de Atracción, **motivo estudios hasta 18 años**. Ajuste a 208 zonas

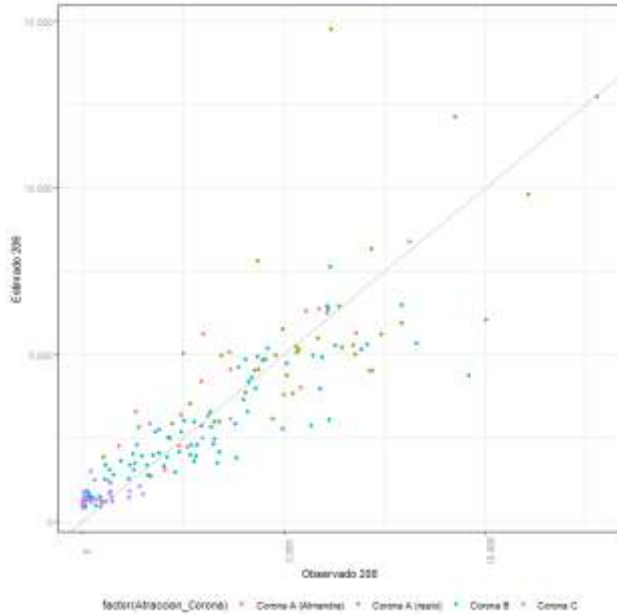


Gráfico 56 Modelo de Atracción, **motivo estudios 19 años o más**. Ajuste a 208 zonas

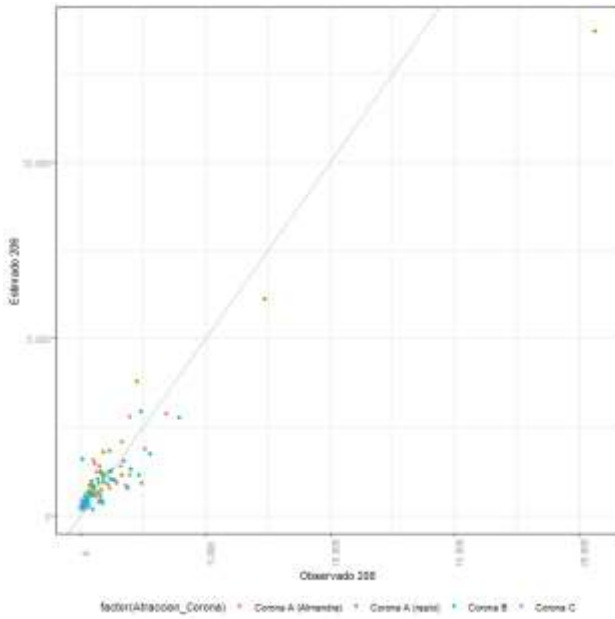


Gráfico 57 Modelo de Atracción, **motivo otros**. Ajuste a 208 zonas

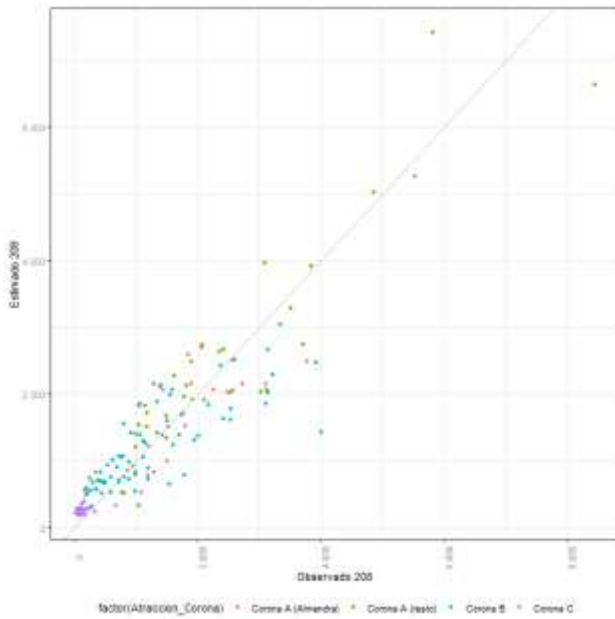
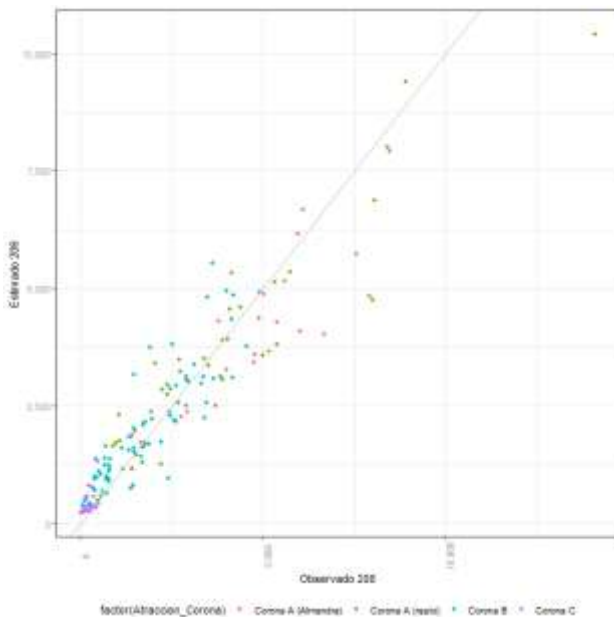


Gráfico 58 Modelo de Atracción, *motivo no tour*. Ajuste a 208 zonas



3.3.3 Igualación de vectores

La última tarea en la calibración de los modelos de Generación y Atracción ha sido la de comprobar que se cumplía que la suma, para cada clase, del total de tours (o viajes) generados sea igual que la suma del total de atraídos. Para ello se ha aplicado un factor al vector de tours (o viajes) atraídos para hacer que se cumpliera dicha restricción.

3.4 Aplicación

En este apartado se muestra la aplicación del modelo de Generación-Atracción. Esto es, una vez definidas las variables y la forma funcional de cada clase de demanda para generación-atracción y estimados los coeficientes, se han incluido en el proceso del modelo de EMME. En dicho proceso, también se incluye el procedimiento para garantizar que se cumplen que la suma del vector de generación es igual a la suma del vector de atracción.

Agrupando los resultados por ZT208 se obtiene un ajuste superior al 90% para la suma de los motivos, tanto para el modelo de generación como para el modelo de atracción.

Gráfico 59 Modelo de Generación día laborable. Ajuste a 208 zonas

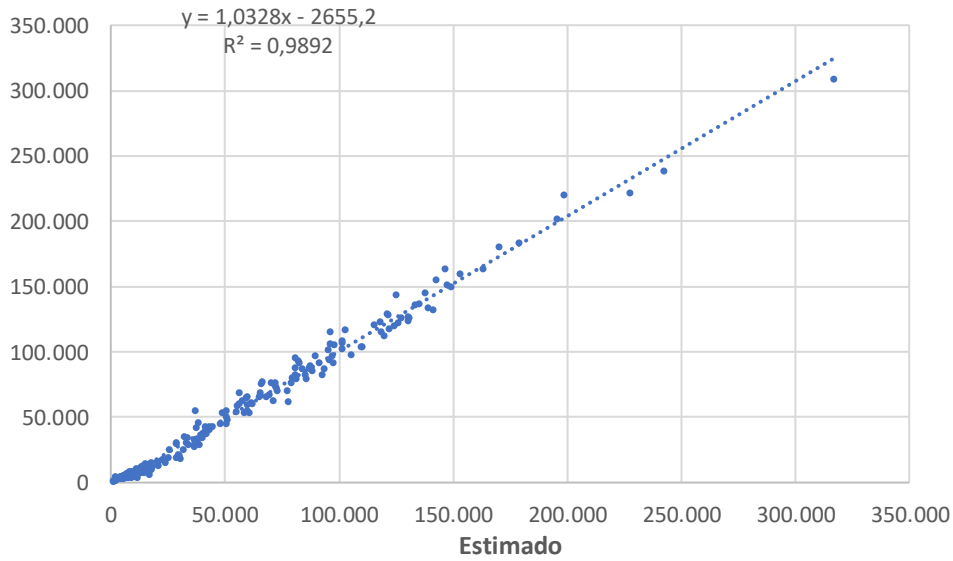


Gráfico 60 Modelo de Atracción día laborable. Ajuste a 208 zonas

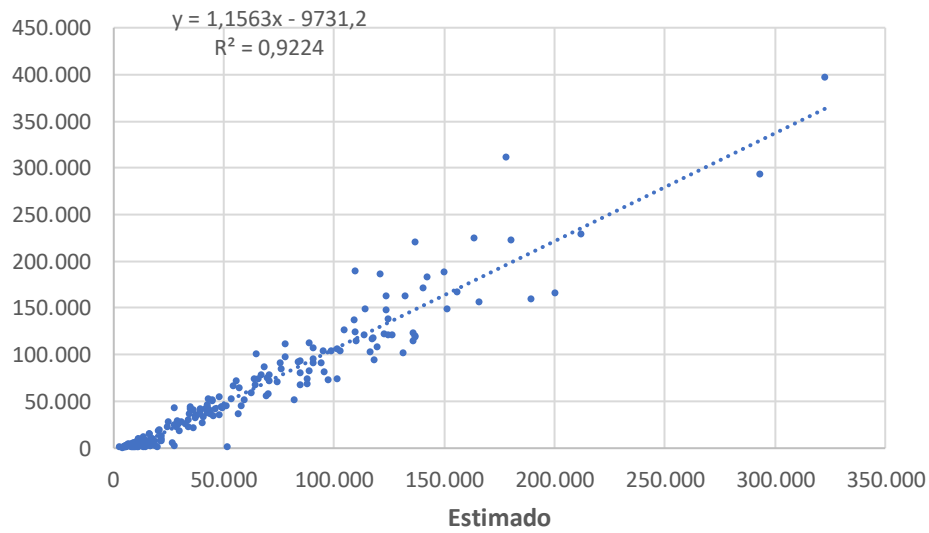


Gráfico 61 Modelo de Generación periodo punta. Ajuste a 208 zonas

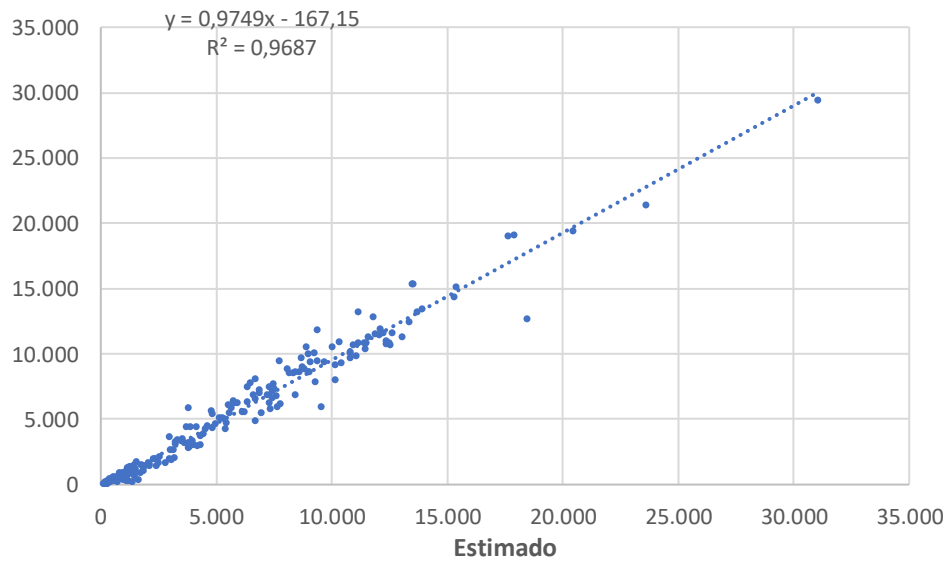
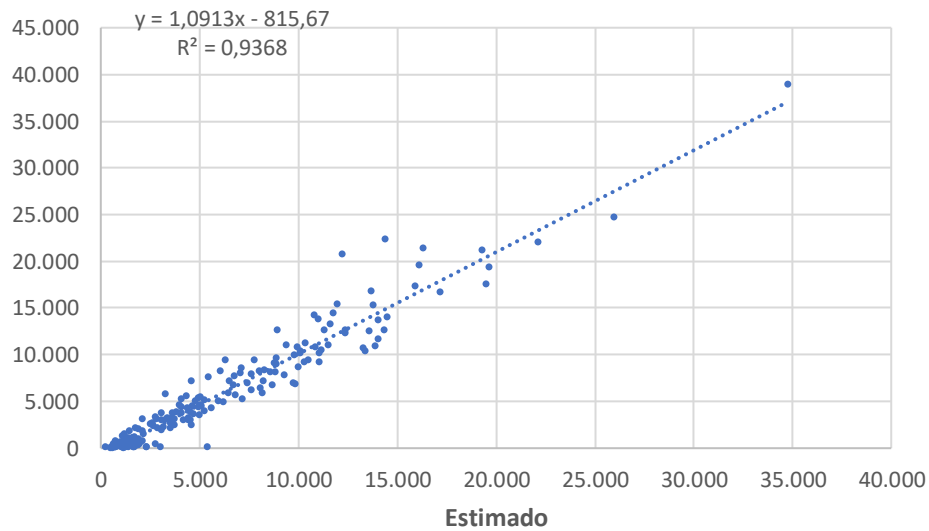


Gráfico 62 Modelo de Atracción periodo punta. Ajuste a 208 zonas



4 Modelos de Distribución

El objetivo de estos modelos consiste en determinar las matrices totales de viajes por clase de demanda a partir de los datos de red (tiempos) y de los datos de los vectores de generación-atracción (convertidos a vectores origen-destino)

4.1 Especificación del modelo de distribución

La especificación general de estos modelos ha sido la de un modelo gravitacional doblemente acotado:

$$T_{ij}^m = A_i^m G_i^m B_j^m G_j^m \tilde{C}_{ij}^{m\alpha} e^{\beta \tilde{C}_{ij}^m}$$

Donde T_{ij}^m son los tours por motivo “m” generados por la zona “i” y atraídos por la zona “j”, \tilde{C}_{ij}^m son los costes generalizados entre la zona “i” y la “j”. α y β son los parámetros a obtener en el proceso de calibración.

Los modelos gravitacionales emplean una impedancia en la obtención de los viajes. En este caso, la impedancia empleada ha sido el valor del tiempo de viaje en vehículo privado. La función de impedancia es del tipo Gamma:

$$\text{funcion gamma } \tilde{C}_{ij}^m = \tilde{C}_{ij}^{m\alpha} \cdot e^{\beta \tilde{C}_{ij}^m}$$

En este caso, dado que se dispone de dos tipos de movilidad (motorizada y no motorizada) se ha incluido una variación a la expresión anterior, que ha consistido en añadir ambas modalidades:

$$\text{funcion gamma } \tilde{C}_{ij}^m = k^{\text{no motorizado}} \cdot \tilde{C}_{ij}^{m\alpha_1} \cdot e^{\beta_1 \tilde{C}_{ij}^m} + k^{\text{motorizado}} \cdot \tilde{C}_{ij}^{m\alpha_2} \cdot e^{\beta_2 \tilde{C}_{ij}^m}$$

Posteriormente, para asegurar que la suma de tours por zonas de generados es igual al total de viajes generados obtenidos en el modelo de generación (y lo mismo para los viajes atraídos) se ha procedido a realizar un balanceo (mediante el método “matrix balancing” de EMME) con el que se han obtenido para cada zona de transporte los factores A_i^m y B_j^m .

4.2 Estimación de modelos de Distribución

En la Tabla 35 se muestran los coeficientes definidos para las funciones de impedancia para cada motivo analizado para un día laborable medio.

Tabla 35 Coeficientes de la función de impedancia definida

Motivo	Modelo	k	Alpha	Beta
Trabajo	No Motorizado	5.603	4,82	1,26
Estudios hasta 18		17.745	6,96	2,09
Estudios 19 o más		830	6,81	1,86
Otros		47.479	5,51	1,64
No Tour		17.960	4,39	1,20
Trabajo	Motorizado	3,31	5,47	0,31
Estudios hasta 18		2.762,61	2,55	0,30
Estudios 19 o más		0,40	5,48	0,30
Otros		747,23	3,24	0,25
No Tour		137,07	3,91	0,25

En la Tabla 36 se muestran los coeficientes definidos para las funciones de impedancia para cada motivo analizado para el periodo de hora punta.

Tabla 36 Coeficientes de la función de impedancia definida

Motivo	Modelo	k	Alpha	Beta
Trabajo	No Motorizado	1.053	4,88	1,20
Estudios hasta 18		6.794	6,92	2,05
Estudios 19 o más		324	4,45	1,22
Otros		2.172	6,17	1,78
No Tour		2.102	4,08	1,16
Trabajo	Motorizado	388,31	2,65	0,21
Estudios hasta 18		1.657,86	2,79	0,49
Estudios 19 o más		63,44	2,32	0,17
Otros		1.356,26	1,49	0,20
No Tour		2.757,57	1,17	0,15

4.3 Aplicación de modelos de Distribución. Conversión de matrices de Generación/Atracción a Origen/Destino

De esta forma, se pueden aplicar los procesos definidos en el EMME (balanceo de matrices) a partir de la información obtenida previamente:

- los coeficientes de la función de impedancia para cada motivo,
- conocidos los vectores de generación-atracción,
- y convertidos a origen-destino (solo el motivo no tour, pues los otros vectores el origen es igual a la generación y el destino es igual a la atracción por el concepto tour basado en casa)

Es importante señalar que la estimación se realizó con los valores de viajes de la matriz de encuesta. Sin embargo, el modelo se aplicó a la matriz de modelo (que relaciona todas las zonas entre sí) cuyo número de celdas exceden en un alto volumen a las observadas en la matriz. Por esa razón, la aplicación directa de los modelos estimados generó funciones resultantes de distribución muy similares a la función normal.

Para corregir este efecto, se procedió a la estimación de los parámetros gamma de la función resultante y se procedió a aplicar un coeficiente a la función final aplicada siguiente:

$$funcion\ gamma\ ^m_{ij} = A^m_{ij} \cdot (k^{no\ mot.} \cdot \tilde{C}^{m\alpha_1}_{ij} \cdot e^{\beta_1 \tilde{C}^m_{ij}} + k^{mot.} \cdot \tilde{C}^{m\alpha_2}_{ij} \cdot e^{\beta_2 \tilde{C}^m_{ij}})$$

En donde A es:

$$A^m_{ij} = \frac{k^{no\ mot.} \cdot \tilde{C}^{m\alpha_1}_{ij} \cdot e^{\beta_1 \tilde{C}^m_{ij}} + k^{mot.} \cdot \tilde{C}^{m\alpha_2}_{ij} \cdot e^{\beta_2 \tilde{C}^m_{ij}}}{k^{res.} \cdot \tilde{C}^{m\alpha_3}_{ij} \cdot e^{\beta_3 \tilde{C}^m_{ij}}}$$

En la Tabla 37 se muestran los coeficientes definidos para las funciones de impedancia para cada motivo analizado en cada uno de los dos periodos analizados.

Tabla 37 Coeficientes de la función de impedancia definida

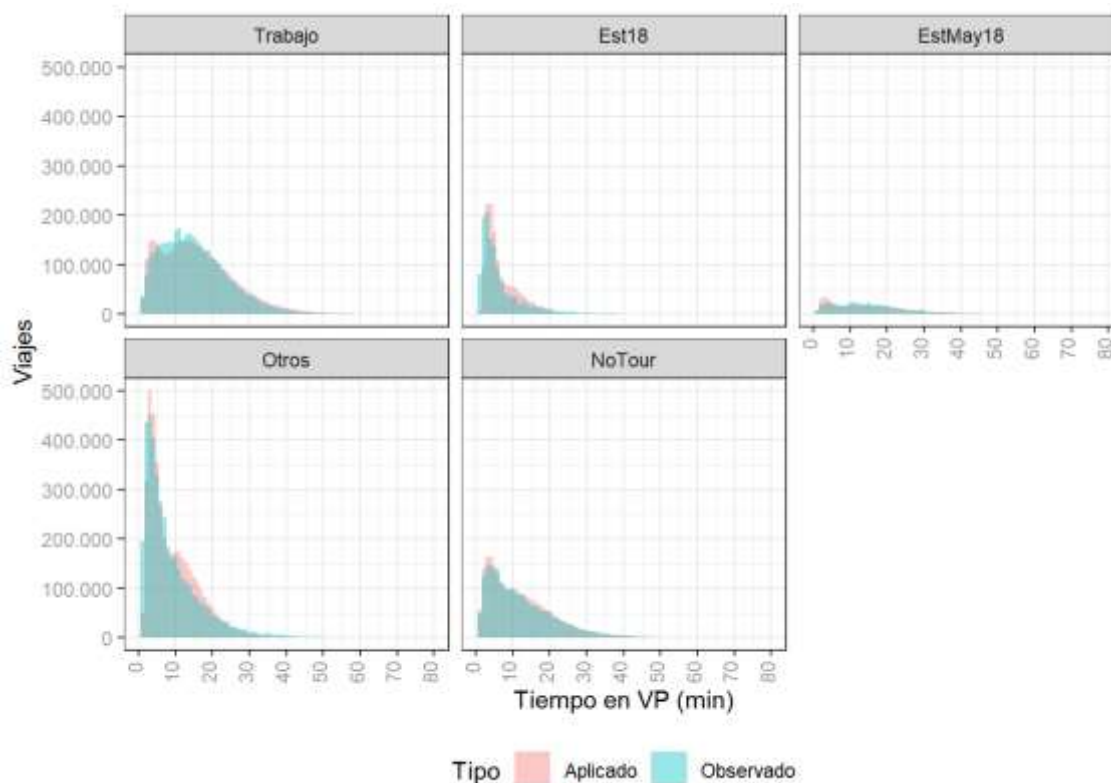
Motivo	Modelo	k	Alpha	Beta
Trabajo	Día laborable	3,31	5,47	0,31
Estudios hasta 18		2.762,61	2,55	0,30
Estudios 19 o más		0,40	5,48	0,30
Otros		747,23	3,24	0,25
No Tour		137,07	3,91	0,25
Trabajo	Punta	2,47	4,96	0,29
Estudios hasta 18		1.252,61	2,47	0,29
Estudios 19 o más		0,23	5,04	0,27
Otros		32,03	3,16	0,23
No Tour		20,84	3,53	0,22

Finalmente, se detectó en algunos motivos en día laborable (trabajo y Estudios de 19 o más con valor de 0,5%, otros con valor de 30% y no tours con valor de 5%) que la transformación tendía a sobreestimar la movilidad no motorizada. Por esa razón, se incluyó un factor de ponderación del valor constante, k, siendo la expresión finalmente aplicada:

$$funcion\ gamma\ ^m_{ij} = A^m_{ij} \cdot (F^m \cdot k^{no\ mot.} \cdot \tilde{C}^{m\alpha_1}_{ij} \cdot e^{\beta_1 \tilde{C}^m_{ij}} + k^{mot.} \cdot \tilde{C}^{m\alpha_2}_{ij} \cdot e^{\beta_2 \tilde{C}^m_{ij}})$$

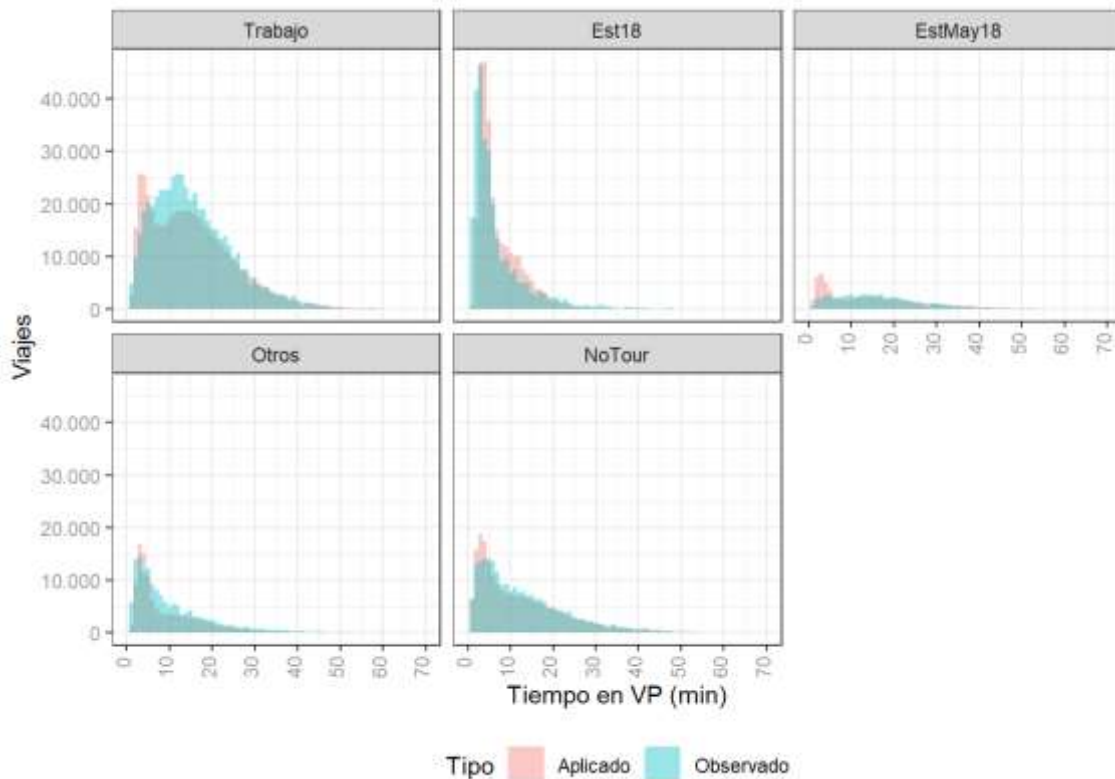
Los resultados del proceso para un día laborable medio se recogen en el Gráfico 63. En el mismo, pueden verse los viajes EDM (observado) y los viajes estimados (aplicado) en función del intervalo de tiempo de viaje en vehículo privado para cada motivo. El área en que ambos coinciden (azul más oscuro) es mayoritaria en todos los casos.

Gráfico 63 Distribución de viajes por tiempo en vehículo privado para cada motivo analizado. Día laborable medio.



Los resultados del proceso para el periodo punta se recogen en el Gráfico 64. En el mismo, y para cada motivo, el alto de cada columna representa los viajes EDM (observado en azul) y los viajes estimados en el modelo (aplicado en rojo) existentes cuya duración de viaje (en vehículo privado) se encuentra en el intervalo de 5 minutos de tiempo de viaje en vehículo privado expresado en el eje x. En este caso, se aprecia que todos los motivos presentan un buen ajuste.

Gráfico 64 Distribución de viajes por tiempo en vehículo privado para cada motivo analizado. Periodo punta



5 Modelos de Reparto Modal

En este capítulo se presentan los análisis de los diferentes modelos de Reparto Modal estudiados para cada motivo y periodo de análisis. En concreto, se van a proceder a analizar los siguientes elementos:

- Reparto modal global obtenido en el modelo y comparativa con los datos observados (aplicados a la matriz de encuesta)
- Reparto modal por coronas obtenido en el modelo y comparativa con los datos observados (aplicados a la matriz de encuesta)
- Reparto modal por corredores-corona obtenido en el modelo y comparativa con los datos observados (aplicados a la matriz de encuesta)

5.1 Especificación del modelo de reparto modal

En este apartado, todos los modelos analizados han sido:

Modelo Multinomial Logit. Estos modelos, en la que cada una de las funciones de utilidad son lineales, se especifican de la forma siguiente:

$$P_{ij}^{mk} = \frac{e^{u_{ij}^{mk}}}{\sum_{l=1}^q e^{u_{ij}^{ml}}}$$

Donde:

- P_{ij}^{mk} es el porcentaje de viajeros del tipo de viajes “m” que escogen el modo “k” para realizar el desplazamiento desde la zona de origen “i” a la zona de destino “j”.
- Por su parte $-u_{ij}^{mk}$ es la desutilidad que ofrece el modo “k” para viajeros del tipo de viajes “m” que se desplazan de “i” a “j”.
- “q” es el número de modos disponibles para ir de la zona “i” a la zona “j”

Modelo Logit jerárquico. Estos modelos, en la que cada una de las funciones de utilidad son lineales.

- Se especifican de la forma siguiente en cada rama:

$$P_{ij}^{mr} \cdot P_{ij}^{mk} = \frac{e^{u_{ij}^{mk}}}{\sum_{l=1}^q e^{u_{ij}^{ml}}}$$

Donde:

- P_{ij}^{mk} es el porcentaje de viajeros del tipo de viajes por motivo “m” que escogen el modo “k” para realizar el desplazamiento desde la zona de origen “i” a la zona de destino “j”. Solo se incluyen los modos existentes en la rama r
- Por su parte $-u_{ij}^{mk}$ es la desutilidad que ofrece el modo “k” para viajeros del tipo de viajes “m” que se desplazan de “i” a “j”.
- “q” es el número de modos disponibles para ir de la zona “i” a la zona “j” en la rama r
- Y la probabilidad entre ramas se calcula según la expresión:

$$P_{ij}^{mr} = \frac{e^{\mu \cdot \ln(\sum_{k=1}^K e^{u_{ij}^{mk}})}}{\sum_{q=1}^Q e^{\mu \cdot \ln(\sum_{kq=1}^{Kq} e^{u_{ij}^{m(kq)}})}}}$$

Donde:

- P_{ij}^{mr} es el porcentaje de viajeros del tipo de viajes por motivo “m” que escogen algún modo de la rama “r” para realizar el desplazamiento desde la zona de origen “i” a la zona de destino “j”. Solo se incluyen los modos existentes en la rama r
- Por su parte u_{ij}^{mk} es la desutilidad que ofrece el modo “k” para viajeros del tipo de viajes “m” que se desplazan de “i” a “j”.
- “K” es el número de modos disponibles para ir de la zona “i” a la zona “j” en la rama r
- Por su parte $u_{ij}^{m(kq)}$ es la desutilidad que ofrece el modo “k” para viajeros del tipo de viajes “m” que se desplazan de “i” a “j”, siendo k un modo de la rama q.
- “Q” es el número de ramas disponibles para ir de la zona “i” a la zona “j” en la rama r

Las funciones de desutilidad en cada modo se han definido en cada modo como funciones lineales de su coste monetario y tiempos, descompuestos en componentes (fundamentalmente tiempo de espera y tiempo en vehículo)

- Se han incluido las variables de tiempo y coste (si procede) y la variable de existencia de SER en el destino.
- Las alternativas de modos definidos han sido:
 - No motorizados (NM).
 - Vehículo Privado (VP)
 - Transporte Público (TP)
- Para cada uno de los motivos se ha especificado un modelo con variables genéricas (los coeficientes son los mismos para las diferentes funciones de utilidad) y un modelo con variables específicas (los coeficientes afectan únicamente a la función de utilidad en las que se definen).

5.2 Estimación del modelo de reparto modal

En cada uno de los siguientes apartados se presentan los modelos estimados para los 2 periodos diarios considerados (día laborable medio y periodo punta)

El proceso mostrado ha consistido en mostrar los datos generales de la estimación y los valores concretos estimados de los parámetros o coeficientes de las funciones de utilidad (ya sea para modelos MNL o para modelos jerárquicos) para finalizar mostrando el resultado de aplicar los modelos directamente a la matriz de encuesta. Al ser aplicados no sobre la matriz de distribución sino sobre la matriz de encuesta, estos resultados no son los finales (mostrados en el apartado 5.3). Por dicha razón, se muestra segregado el modo taxi (TX) que si bien no ha sido estimado si que se ha observado y tratado de

forma independiente en la explotación de la matriz. Como se ve, no tiene valor estimado pero si que tiene un valor observado en cada modo considerado.

5.2.1 Día laborable medio

En la Tabla 38 se muestran los parámetros de la estimación de cada modelo definido. Al lado de cada nombre de motivo de viaje se ha incluido unas siglas:

- MNL significa que el motivo se ha especificado como un modelo logit multinomial
- HL significa que el motivo se ha especificado como un modelo logit jerárquico

Tabla 38 Indicadores y estadísticos de la estimación

Indicador	Trabajo (HL)	Estudio hasta 18 (MNL)	Estudio 19 o más (MNL)	Otros motivos (MNL)	No Tours (HL)
N.º variables	13	14	9	16	11
Tamaño muestra	20.335	4.660	3.014	3.627	28.688
Observaciones excluidas	0	0	0	0	0
log maxverosimilitud Inicial	-1.429.430	-563.549	-198.774	-264.220	-1.954.938
log maxverosimilitud Final	-1.104.194	-427.988	-140.141	-210.700	-1.506.313
Test Ratio maxverosimilitud Inicial	650.471	271.122	117.267	107.040	897.250
Rho cuadrado Inicial	0,23	0,24	0,30	0,20	0,23
Rho cuadrado bar Inicial	0,23	0,24	0,30	0,20	0,23
AIC	2.208.414	856.004	280.299	421.432	3.012.647
BIC	2.208.517	856.095	280.354	421.531	3.012.738
Gradiente normalizado Final	261.530	99.403	11.010	52.377	270.760
Lecturas en Base Datos	643	336	146	2.296	426
Iteraciones	576	311	128	2.109	378

Con estos parámetros de la Tabla 40, para cada modelo, se han obtenido los coeficientes siguientes (los espacios con valor 0 significan que dicha variable no se incluye en el modelo). Aplicando esos valores a los tiempos procedentes de EMME y otras variables se pueden obtener los totales de cada motivo y compararlos con los valores observados en la encuesta. Como paso previo se incluye la Tabla 39 con el nombre de los coeficientes utilizado en el modelo y su descripción.

Tabla 39 Descripción de los nombres de los coeficientes definidos

Variable	Descripción
B_ABA	Coeficiente del número de abordajes en la Zona A
B_ABNA	Coeficiente del número de abordajes en la Zona B y Zona C
B_CAA	Coeficiente del tiempo de caminata en la Zona A
B_CANA	Coeficiente del tiempo de caminata en la Zona B y Zona C
B_CR	Coeficiente para aplicar a relaciones de corto recorrido ¹¹
B_ESA	Coeficiente del tiempo de espera en la Zona A
B_ESNA	Coeficiente del tiempo de espera en la Zona B y Zona C
B_SER	Coeficiente para aplicar a relaciones que tienen zona SER definida
B_T1A	Coeficiente del tiempo de viaje en vehículo privado en la Zona A
B_T1NA	Coeficiente del tiempo de viaje en vehículo privado en la Zona B y Zona C
B_T3A	Coeficiente del tiempo de viaje en vehículo (TP) en la Zona A
B_T3NA	Coeficiente del tiempo de viaje en vehículo (TP) en la Zona B y Zona C
B_TCA0	Coeficiente del tiempo de caminata en modo no motorizados
B_TCA3	Coeficiente del tiempo de caminata en transporte público, para todas las zonas
B_TESP	Coeficiente del tiempo de espera en transporte público, para todas las zonas
B_TIM1	Coeficiente del tiempo de viaje en vehículo privado en todas las zonas
B_TIM3	Coeficiente del tiempo de viaje en vehículo (TP) en todas las zonas
CTE_NM	Constante modal para modos no motorizados
CTE_NMA	Constante modal para modos no motorizados en la zona A
CTE_TP	Constante modal para modos de transporte público
CTE_VP	Constante modal para modos de vehículo privado
CTE_VPA	Constante modal para modos de vehículo privado en la zona A
MU	Factor de escala (solo aplica en los modelos jerárquicos, en MNL su valor es 1)

¹¹ Se ha considerado una relación de corto recorrido a aquellas cuya distancia sean menores a 2,5 km en el resultado de la asignación de vehículo privado

Tabla 40 Coeficientes estimados

Variable	Trabajo	Estudio hasta 18	Estudio 19 o más	Otros motivos	No Tours
B_ABA	0	-0,506	0	0	0
B_ABNA	0	-0,177	0	0	0
B_CAA	-0,0121	0	0	0	0
B_CANA	0	-0,0415	0	0	0
B_CR	0	0,147	0,0674	0,0887	-0,0866
B_ESA	-0,0258	0	0	-0,0927	0
B_ESNA	-0,0243	-0,00297	0	-0,0337	0
B_SER	-0,346	-0,685	-1,09	-1,06	-0,414
B_T1A	-0,0266	-0,0325	0	-0,04	0
B_T1NA	-0,0409	-0,0479	0	-0,0812	0
B_T3A	-0,0131	-0,014	0	-0,0203	0
B_T3NA	-0,0121	-0,0219	0	-0,0238	0
B_TCA0	-0,0856	-0,0877	-0,102	-0,0838	-0,0733
B_TCA3	0	0	-0,0135	0	-0,0159
B_TESP	0	0	-0,0169	0	-0,0479
B_TIM1	0	0	-0,0652	0	-0,0573
B_TIM3	0	0	-0,0265	0	-0,0163
CTE_NM	0	0	0	3,87	0
CTE_NMA	0	0	0	-1,12	0
CTE_TP	-2,47	-3,15	-2,65	0	-2,07
CTE_VP	-1,77	-2,8	-3,77	1,67	-1,14
CTE_VPA	-0,91	-0,441	0	-1,94	-0,81
MU	2,17	1	1	1	1,49

Tabla 41 Resultados obtenidos

Motivo	Modo	Aplicado	Observado	Diferencia (abs)	Diferencia (%)
Trabajo	NM	119.408	138.082	-18.674	-14%
	VP	1.065.415	977.943	87.472	9%
	TX	0	2.972	-2.972	-100%
	TP	634.903	634.027	876	0%
Estudio hasta 18 años	NM	46.460	243.792	-197.333	-81%
	VP	355.546	181.953	173.592	95%
	TX	0	269	-269	-100%
	TP	245.561	128.293	117.268	91%
Estudio 19 años o más	NM	971	24.781	-23.810	-96%
	VP	56.508	47.867	8.641	18%
	TX	0	299	-299	-100%
	TP	193.921	166.625	27.296	16%
Otros Motivos	NM	395.498	601.398	-205.901	-34%
	VP	1.057.105	812.037	245.067	30%
	TX	0	13.949	-13.949	-100%
	TP	600.803	518.303	82.500	16%
NoTour	NM	216.976	319.868	-102.892	-32%
	VP	1.277.126	1.241.289	35.838	3%
	TX	0	19.423	-19.423	-100%
	TP	711.712	614.447	97.265	16%

Gráfico 65 Comparativa gráfica por coronas. Motivo Trabajo

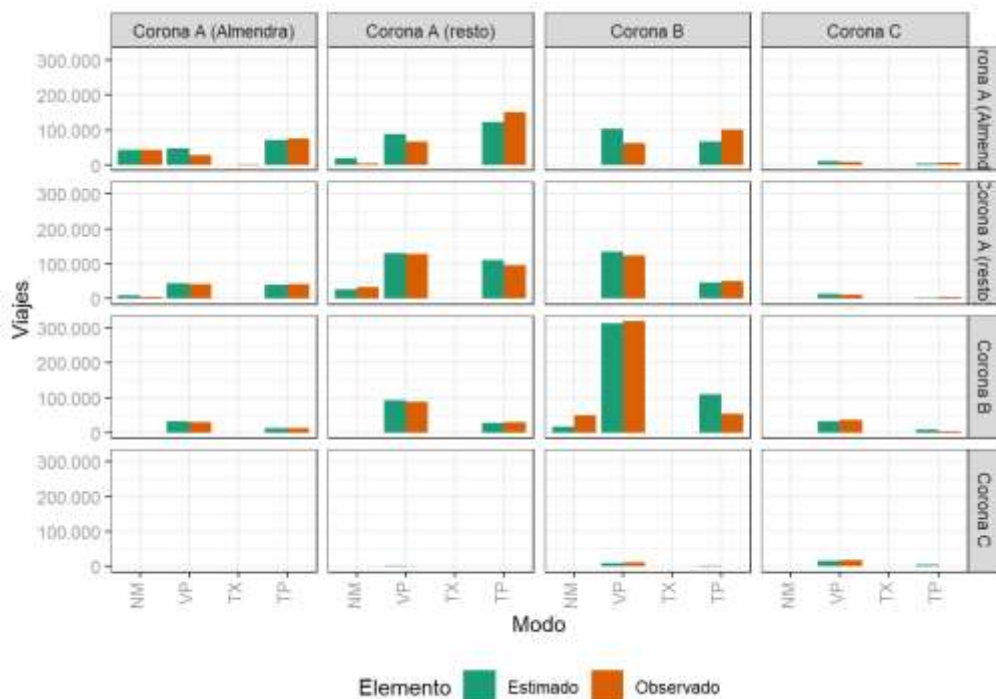


Gráfico 66 Comparativa gráfica por coronas. Motivo Estudio hasta 18 años

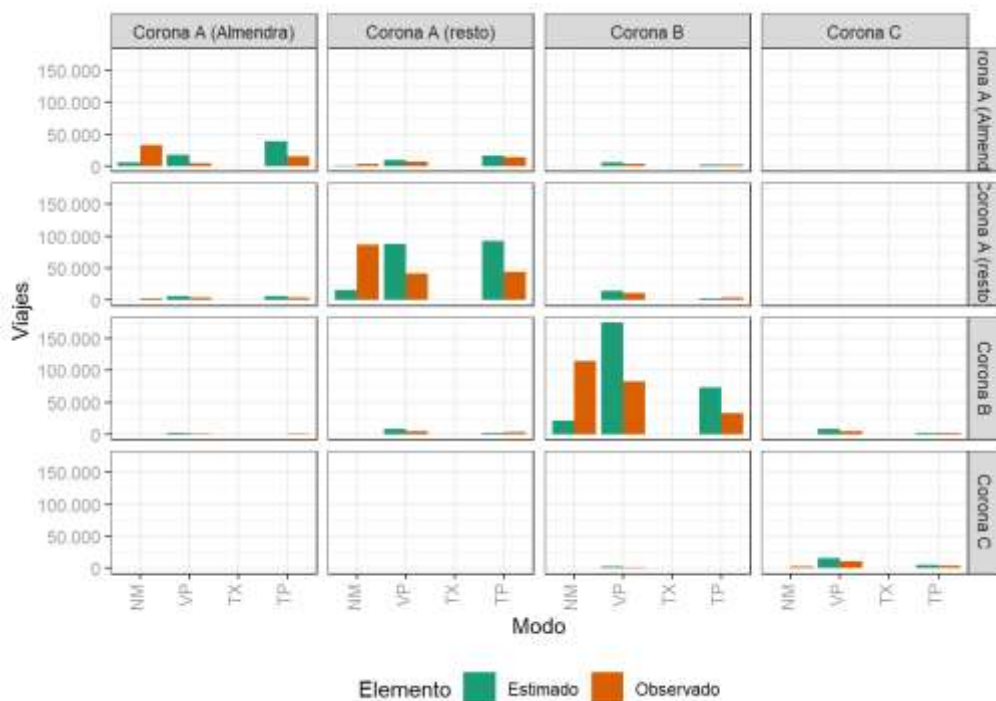


Gráfico 67 Comparativa gráfica por coronas. Motivo Estudio 19 o más

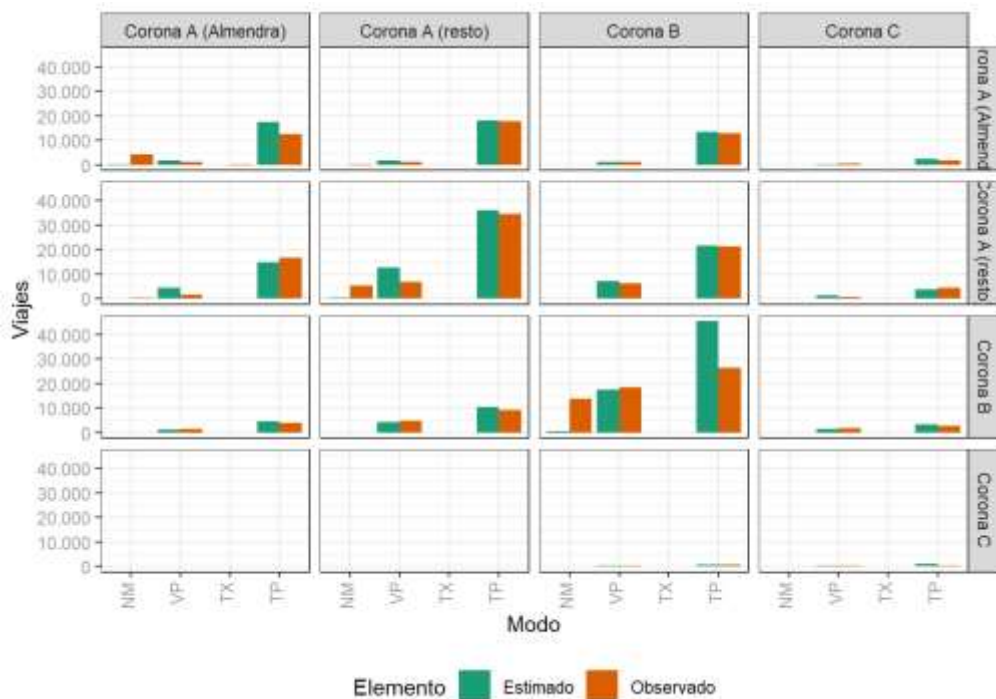


Gráfico 68 Comparativa gráfica por coronas. Motivo Otros

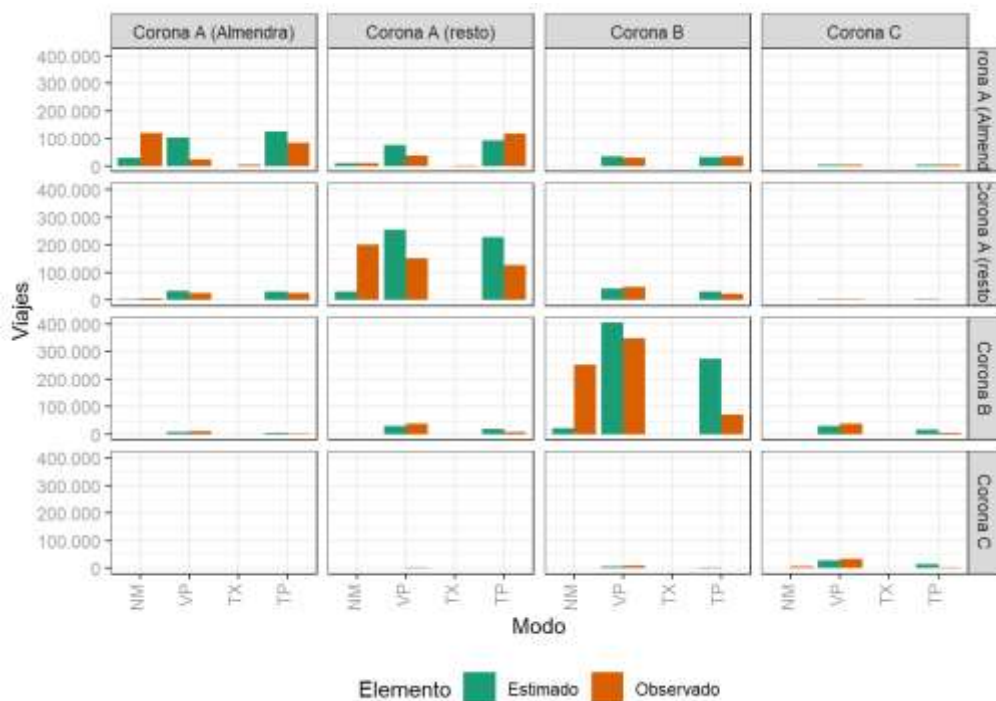
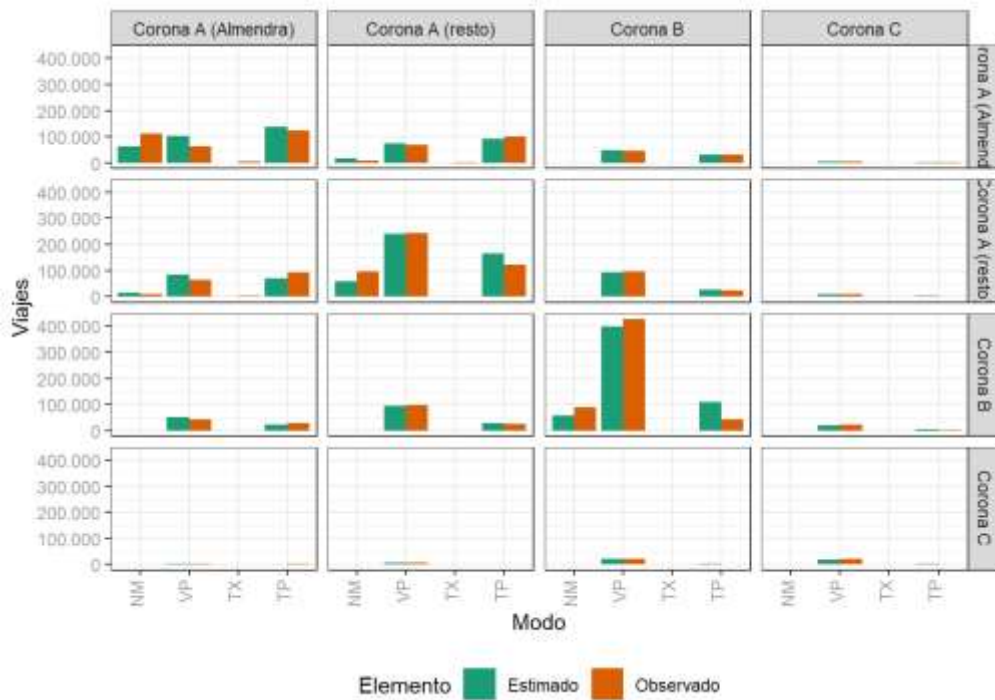


Gráfico 69 Comparativa gráfica por coronas. No tours



5.2.2 Periodo punta

En la Tabla 42 se muestran los parámetros de la estimación de cada modelo definido. Al lado de cada nombre de motivo de viaje se ha incluido unas siglas:

- MNL significa que el motivo se ha especificado como un modelo logit multinomial
- HL significa que el motivo se ha especificado como un modelo logit jerárquico

Tabla 42 Indicadores y estadísticos de la estimación

Indicador	Trabajo (HL)	Estudio hasta 18 (MNL)	Estudio 19 o más (MNL)	Otros motivos (HL)	No Tours (HL)
Nº variables	15	14	8	16	11
Tamaño muestra	12.529	4.292	1.687	3.627	597
Observaciones excluidas	0	0	0	0	0
log maxverosimilitud Inicial	-830252.1	-489092.3	-105270.5	-264.220	-46702.1
log maxverosimilitud Final	-627706.8	-365953.2	-70074.12	-210.700	-32745.45
Test Ratio maxverosimilitud Inicial	405090.7	246278.3	70392.86	107.040	27913.3
Rho cuadrado Inicial	0.244	0.252	0.334	0.203	0.299
Rho cuadrado bar Inicial	0.244	0.252	0.334	0.202	0.299
AIC	1.255.444	731934.4	140164.2	421432.1	65512.89
BIC	1.255.555	732023.5	140207.7	421531.2	65561.2
Gradiente normalizado Final	156.780	73.093	8.162	52.377	3.324
Lecturas en Base Datos	824	399	129	2296	390
Iteraciones	753	363	115	2109	350

Con estos parámetros, para cada modelo, se han obtenido los coeficientes siguientes (los espacios con valor cero significa que dicha variable no se incluye en el modelo). Aplicando esos valores a los tiempos procedentes de EMME y otras variables se pueden obtener los totales de cada motivo y compararlos con los valores observados en la encuesta. La descripción del nombre de las variables es el mismo que el caso de día laborable medio y se mostró en la Tabla 39.

Tabla 43 Coeficientes estimados

Variable	Trabajo	Estudio hasta 18	Estudio 19 o más	Otros motivos	No Tours
B_ABA	-0,0974	-0,721	0	-0,0894	0
B_ABNA	0	-0,0591	0	0	0
B_CAA	-0,0177	0	0	-0,00606	0
B_CANA	-0,00392	-0,0444	0	-0,00302	0
B_CR	0	0,191	0,525	0	0,278
B_ESA	-0,0645	0	0	-0,03	0
B_ESNA	-0,0837	-0,0272	0	-0,0159	0
B_SER	-0,732	-0,642	-1,09	-0,237	-0,508
B_T1A	-0,0752	-0,0868	0	-0,0245	0
B_T1NA	-0,0667	-0,0378	0	-0,0163	0
B_T3A	-0,02	-0,0207	0	-0,00128	0
B_T3NA	-0,0211	-0,0213	0	-0,00333	0
B_TCA0	-0,092	-0,0921	-0,0989	-0,0763	-0,0678
B_TCA3	0	0	-0,0162	0	-0,0111
B_TESP	0	0	0	0	-0,174
B_TIM1	0	0	-0,0518	0	-0,104
B_TIM3	0	0	-0,0258	0	-0,011
CTE_NM	0	0	0	2,41	0
CTE_NMA	0	0	0	-0,106	0
CTE_TP	-2,74	-3,17	-2,23	0	-1,54
CTE_VP	-1,84	-3,01	-3,57	0,307	-0,257
CTE_VPA	-0,816	-0,0607	0	-0,282	-0,585
MU	1,34	1	1	3,71	1,53

Tabla 44 Resultados obtenidos

Motivo	Modo	Aplicado	Observado	Diferencia (abs)	Diferencia (%)
Trabajo	NM	42.379	72.898	-30.519	-42%
	VP	656.784	574.267	82.517	14%
	TX	0	886	-886	-100%
	TP	355.920	372.450	-16.530	-4%
Estudio hasta 18 años	NM	39.474	209.429	-169.955	-81%
	VP	317.349	160.544	156.804	98%
	TX	0	184	-184	-100%
	TP	209.517	111.312	98.205	88%
Estudio 19 años o más	NM	738	10.874	-10.136	-93%
	VP	26.705	23.452	3.254	14%
	TX	0	50	-50	-100%
	TP	107.806	94.446	13.360	14%
Otros Motivos	NM	12.592	72.417	-59.825	-83%
	VP	153.514	125.400	28.113	22%
	TX	0	2.654	-2.654	-100%
	TP	131.526	82.905	48.621	59%
NoTour	NM	35.539	53.709	-18.170	-34%
	VP	279.159	277.335	1.824	1%
	TX	0	1.377	-1.377	-100%
	TP	134.395	113.120	21.275	19%

Gráfico 70 Comparativa gráfica por coronas. Motivo Trabajo

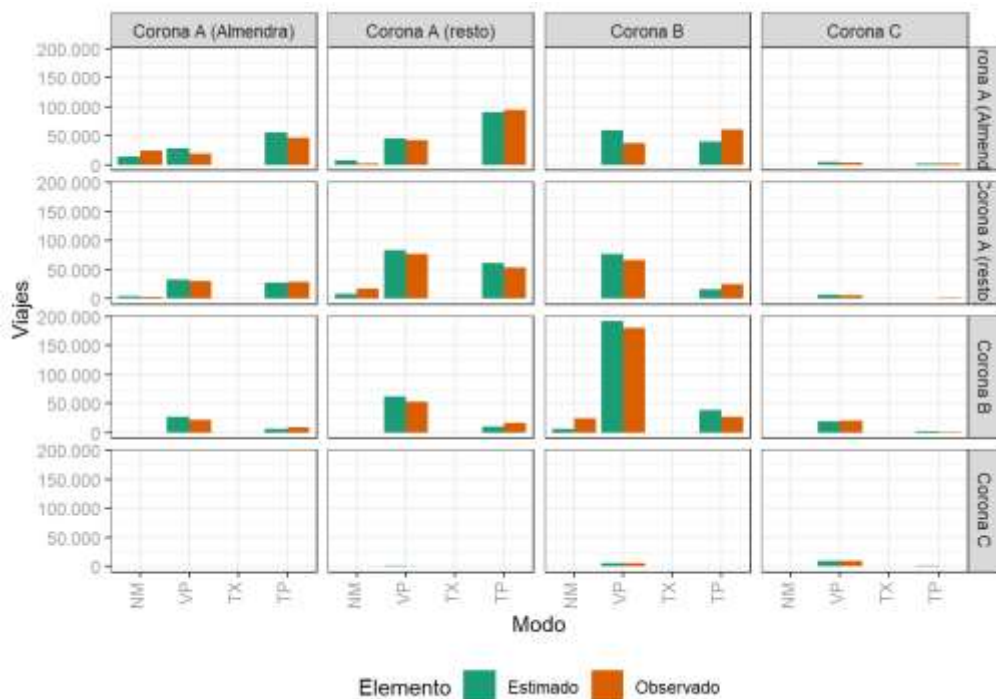


Gráfico 71 Comparativa gráfica por coronas. Motivo Estudio hasta 18 años

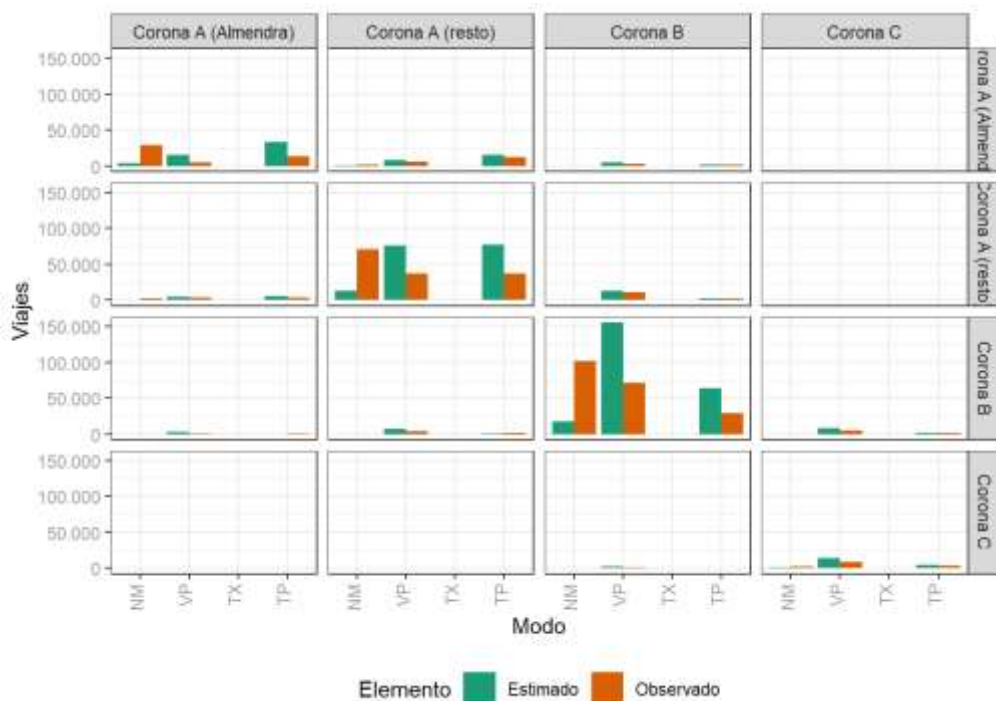


Gráfico 72 Comparativa gráfica por coronas. Motivo Estudio 19 o más

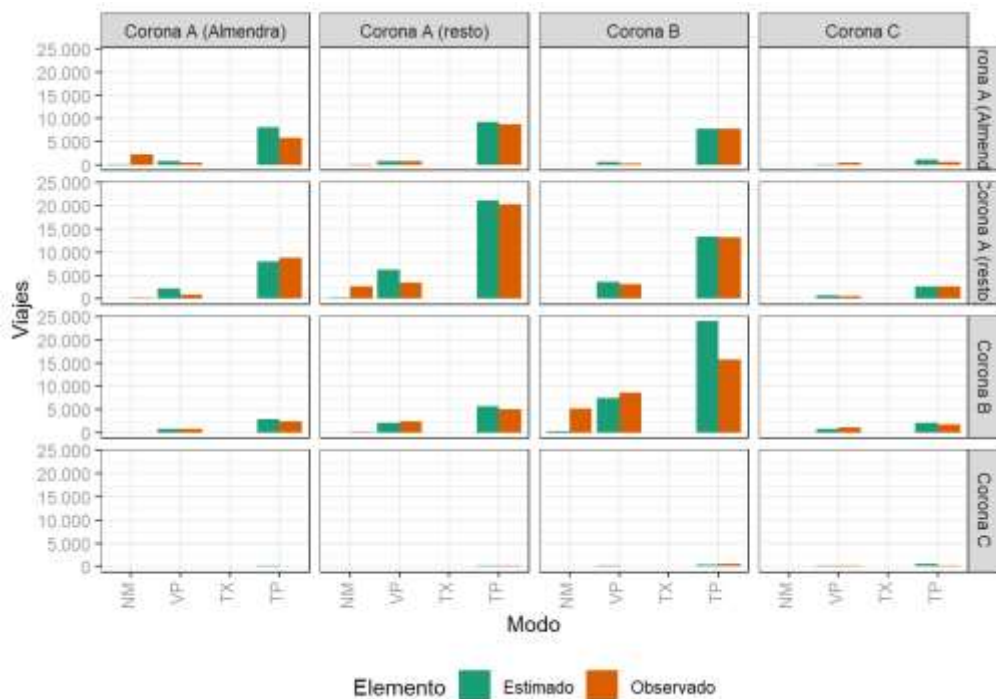


Gráfico 73 Comparativa gráfica por coronas. Motivo Otros

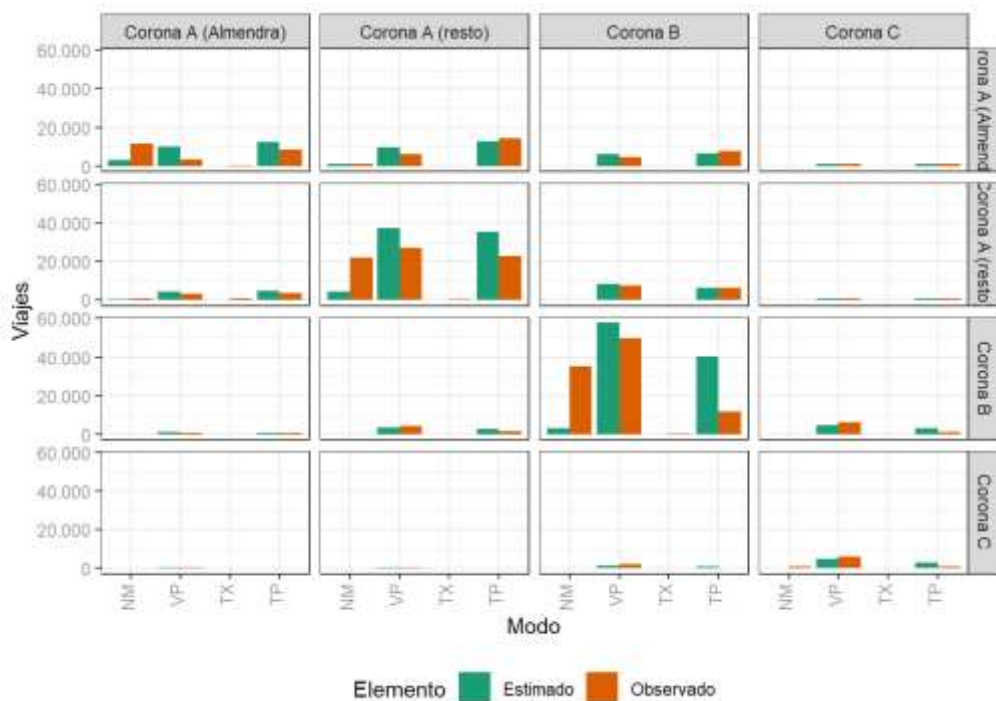
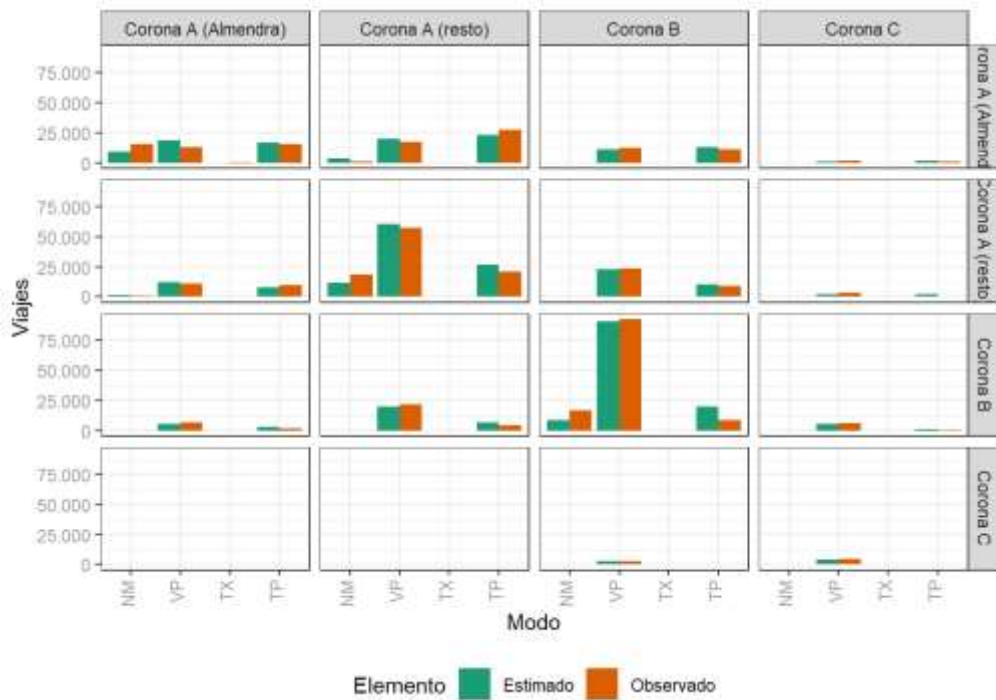


Gráfico 74 Comparativa gráfica por coronas. No tours



5.3 Aplicación de modelos de Reparto Modal de la EDM'2018

En este apartado se presentan los resultados de las matrices diarias obtenidas a partir de la aplicación de las matrices de probabilidades, estimadas anteriormente, a los volúmenes de las matrices totales estimadas en el modelo de distribución.

Gráfico 75 Distribución de viajes por tiempo en vehículo privado para cada motivo analizado. Día laborable medio.

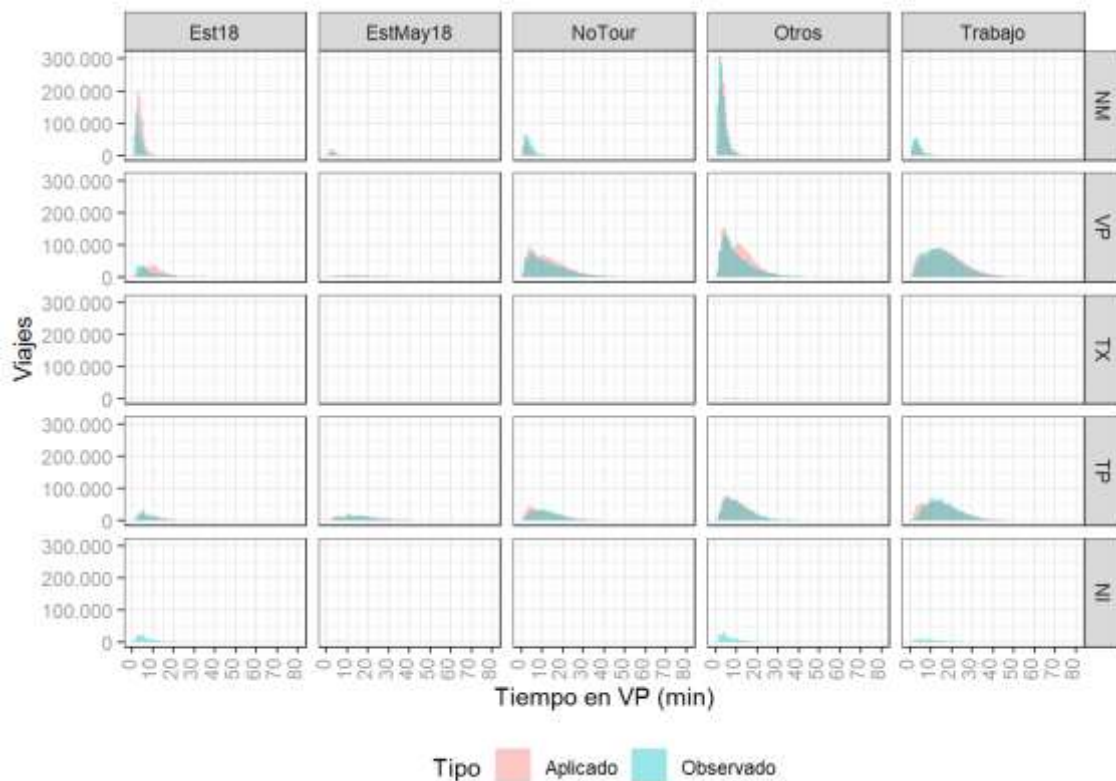


Tabla 45 Viajes observados EDM y estimados, por modo, resultado de la aplicación del proceso en EMME. Día laborable medio-

Modo	Aplicado	Observado	Diferencia (abs)	Diferencia (%)
NM (no motorizado)	2.195.847	2.335.813	-139.966	-6,0%
VP (Vehículo privado)	6.298.886	5.280.515	1.018.372	19,3%
TX (Taxi, no modelado)	0	54.399	-54.399	-100,0%
TP (Transporte Público)	3.497.875	3.508.702	-10.826	-0,3%
NI (No identificado)	0	569.755	-569.755	-100,0%

Gráfico 76 Distribución de viajes por tiempo en vehículo privado para cada motivo analizado. Periodo punta (hora media)

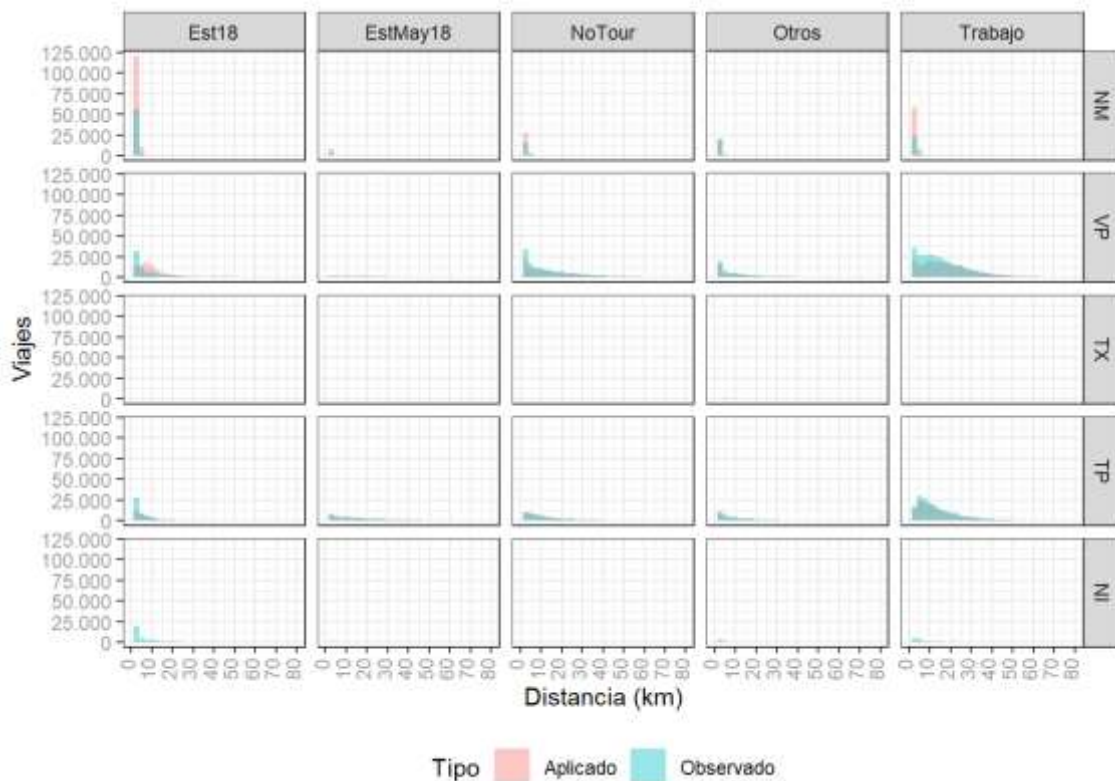


Tabla 46 Viajes observados EDM y estimados, por modo, resultado de la aplicación del proceso en EMME. . Periodo punta (hora media)

Modo	Aplicado	Observado	Diferencia (abs)	Diferencia (%)
NM (no motorizado)	322.133	209.664	112.470	53,6%
VP (Vehículo privado)	516.451	580.499	-64.048	-11,0%
TX (Taxi, no modelado)	0	2.575	-2.575	-100,0%
TP (Transporte Público)	342.458	387.117	-44.659	-11,5%
NI (No identificado)	0	71.843	-71.843	-100,0%

6 Modelos de Asignación

El objeto del modelo de asignación, que toma como dato de entrada las matrices de viajes desglosadas por modo de transporte, es el siguiente.

- Calcula los costes, tiempos y distancias para cada par Origen - Destino para todos los modos modelizados.
- Calcula la carga en cada arco de la red, con el tiempo y coste de cada uno de ellos, después de aplicar las funciones de restricción de capacidad en el caso de asignación de vehículo privado

A continuación, se definen los conceptos básicos del modelo:

- Zona: Localización espacial en la que se generan y/o atraen viajes en idénticas condiciones. Las zonas se suelen corresponder con divisiones administrativas del territorio, procediéndose a su división en unidades menores en aquellas zonas que, por su volumen e intensidad de tránsito soportada, se requiera para garantizar una cierta homogeneidad entre todas las zonas. Cada zona tiene asignado un Centroide, en el que se inician todos los viajes con origen en la zona y en el que finalizan los viajes con destino en la zona.
- Redes: Representación en el modelo de las infraestructuras (carreteras, líneas de ferrocarril, estaciones, etc.) y de los servicios de transporte (líneas de transporte público). Las redes se modelan a partir de los arcos (tramos de infraestructura de características homogéneas) y de los nodos (puntos de unión de los arcos).
- En el modelo se definen diferentes tipos de arcos, que normalmente se corresponden con los tipos de infraestructuras existentes. La definición del arco mediante los nodos que une incluye el tipo de arco, distancia, velocidad libre, precargas, peaje, capacidad y tipo de la función de velocidad que se determina dicho arco.
- Junto a los arcos que representan tramos de infraestructura física se suelen incorporar al modelo otros arcos "ficticios" para representar situaciones especiales del transporte, como accesos de los centroides a las redes físicas, intercambios de pasajeros, transbordos, etc.
- Paso o Camino: La combinación de arcos y modos de red que constituye una ruta válida para un flujo que se dirige, usando un determinado modo de Usuario, desde un origen a un destino.
- Matrices de viaje: recoge los vehículos o pasajeros que se desplazan entre cada par de zonas definidas, obviando las relaciones entre una misma zona (relaciones internas)

Para realizar los procesos de asignación se han utilizado las herramientas incluidas en el EMME y se han aplicado las matrices de viajes por modos obtenidas del proceso de los modelos anteriores.

6.1 Asignación de vehículo privado

El primer paso llevado a cabo en la asignación de vehículo privado ha sido la construcción de las matrices de asignación de vehículo privado para un día laborable medio y para el periodo punta de 7 a 9. Este proceso ha consistido en:

- Agregar las matrices de viajes en vehículo privado por motivos en una única matriz
- Transformar los datos de viajes a vehículos, a partir de la ocupación zonal observada en la encuesta.
- Se han convertido los datos del día laborable medio en datos de una hora media, puesto que la red se ha definido con parámetros horarios de capacidad. En el caso del periodo punta, no ha sido necesario realizar este paso, puesto que el modelo ya se ha aplicado solo para una hora media.

Una vez llevado a cabo ese proceso, el segundo paso ha consistido en determinar la precarga de la red. En este, los pasos que se han definido son:

- Se asigna la matriz obtenida de los modelos de demanda.
- A continuación, se realiza un ajuste de matriz a los aforos observados, separando el tráfico de vehículos ligeros y vehículos pesados:
 - La matriz semilla de los vehículos ligeros es una suma ponderada de la mitad de la matriz modelizada, de una fracción de las matrices de viajes externos en carretera y una tercera fracción de una matriz de unos para recoger el tráfico de agitación (taxis en vacío, mercancías de reparto de vehículo ligero, agitación interna, viajes intrazonales, etc.)
 - Para el caso de vehículos pesados, al no tener una información más exacta, se ha utilizado como matriz semilla una matriz completa de 0,1 vehículos por par origen-destino.
- Una vez obtenido el ajuste se procede a asignar la matriz solo de modelo y, para vehículo ligero, la diferencia entre los volúmenes asignados con la matriz ajustada a los aforos de vehículos ligero y los volúmenes asignados con la matriz modelizada se ha considerado como la precarga de ligeros (en la función matemática se han eliminado los casos en los que la diferencia fuera negativa, si hubiera).
- Para determinar la precarga de pesados se ha utilizado directamente el resultado de volumen asignado de la matriz ajustada a aforos de vehículo pesado.

- El tercer componente de la precarga considerado ha sido el número de vehículos de transporte público que utilizan viario compartido con el tráfico (EMT, autobús urbano e interurbanos), eliminando los tráficos que circulen por un carril reservado/carril bus.
- De esta forma, sumando los tres componentes se ha obtenido un volumen de precarga para todos los arcos de la red.

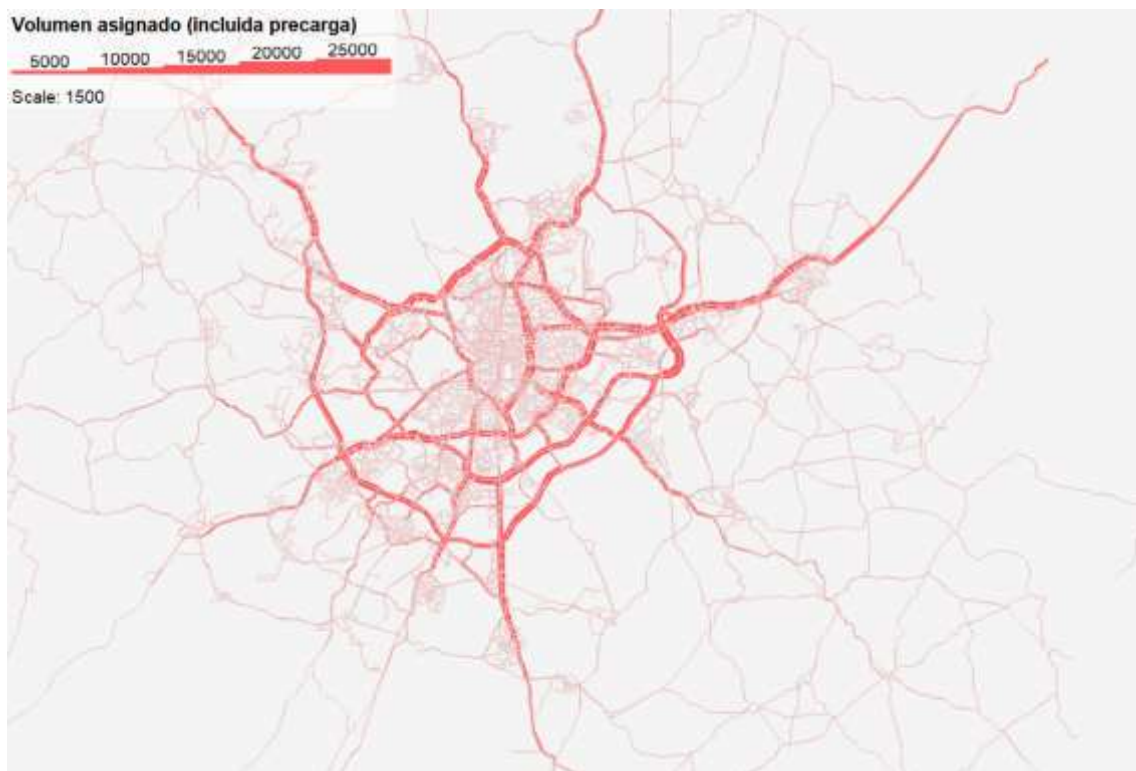
Con las precargas ya definidas, se procedió a volver a realizar una iteración de la calibración de los modelos de demanda, considerando los tiempos obtenidos ya con la precarga definida. Así, se han obtenido unas nuevas matrices de demanda de vehículo privado.

En el Gráfico 77 se puede apreciar la asignación llevada a cabo para el vehículo privado en un día laborable medio (en una hora) y en el Gráfico 78 se presenta la asignación de vehículo privado para una hora punta laborable media.

Gráfico 77 Vehículos asignados en hora media de día laborable medio.



Gráfico 78 Vehículos asignados en hora media de periodo punta (7 a 9)



Como es habitual en este tipo de estudios, se han controlado dos tipos de indicadores para determinar la bondad del ajuste obtenido. Los indicadores utilizados en la calibración han sido:

- Coeficiente de correlación de la regresión entre los valores observados y estimados
- Parámetro GEH

El proceso de calibración de la red y de la matriz (modelo de equilibrio) consiste en comparar flujos de viaje con observaciones independientes del año base. Una manera sencilla de mostrar los resultados es consignar en un gráfico las observaciones en el eje horizontal y los resultados del modelo en el vertical, ajustando una recta de mínimos cuadrados a los puntos correspondientes. Es importante que la recta muestre, en orden de importancia:

- La pendiente de la recta debería estar próxima a uno para mostrar que no hay sesgos
- Un valor de la constante muy cercano a cero. Ambas expresiones lo que buscan es que se cumpla estadísticamente la expresión “valor observado=valor estimado”.
- Un buen valor de R^2 , por ejemplo, mejor que 0,7¹²

Los resultados obtenidos se han calculado para vehículos equivalente. Esto es, se ha sumado a los ligeros dos veces el flujo de pesados (se ha considerado una equivalencia de 2 vehículos equivalentes por vehículo pesado).

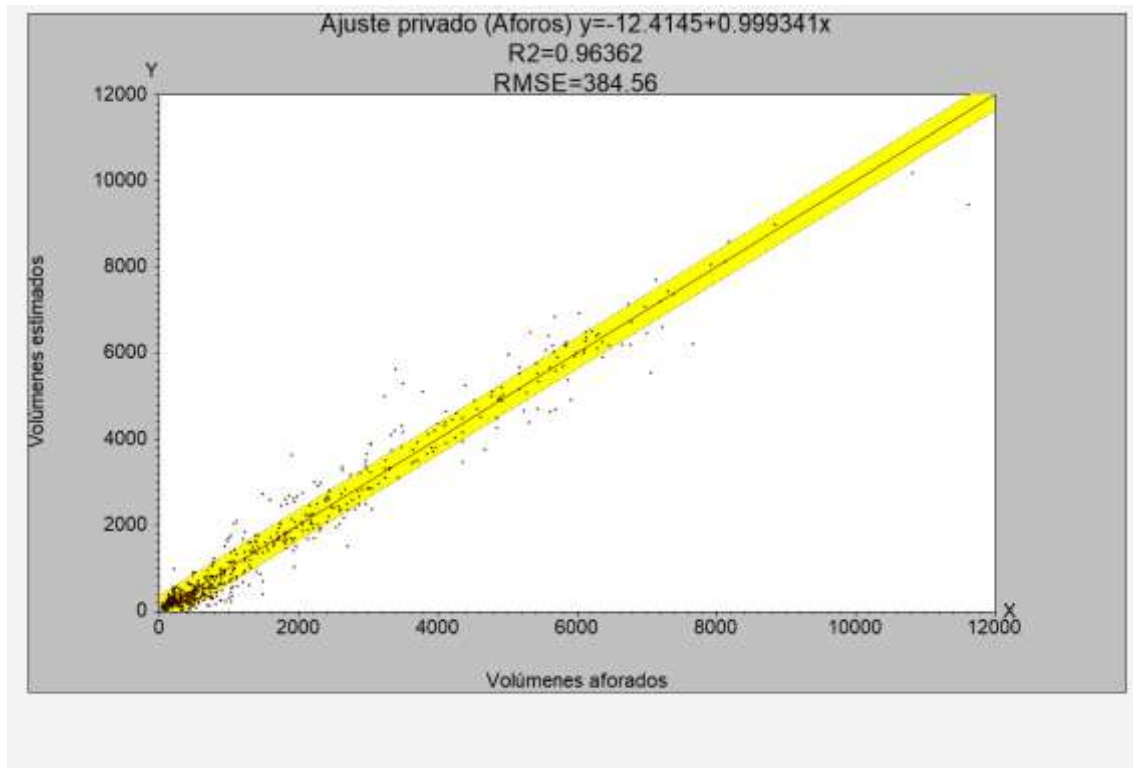
Bajo estas premisas, el ajuste de vehículo privado para el periodo de día laborable medio, número de vehículos en una hora media, muestra los siguientes indicadores:

- R^2 superior al 96%.
- Pendiente muy próxima a 1 (0,999...)
- Valor de constante de -12, valor que se ha considerado próximo a cero teniendo en cuenta que los aforos más relevantes en el ámbito urbano están en el entorno de los 800 vehículos.

Estos valores, junto con el ajuste gráfico, se muestran en el Gráfico 79.

¹² Un valor de R^2 superior al 70% implica una correlación entre el valor observado y estimado ligeramente superior al 83,6%. Que este valor se considere adecuado está basado en un convenio en que correlaciones próximas al 85% o superiores son suficientes para justificar la existencia de una relación entre variables. Este valor, por ejemplo, se cita en el documento “Modelización de demanda para carreteras de cuota 2006” publicado por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte del Gobierno de México y elaborado por las consultoras Transconsult y Steer Davies Gleave

Gráfico 79 Ajuste de valores estimados a aforos de tráfico (vehículos equivalentes). Día laborable medio (hora media)

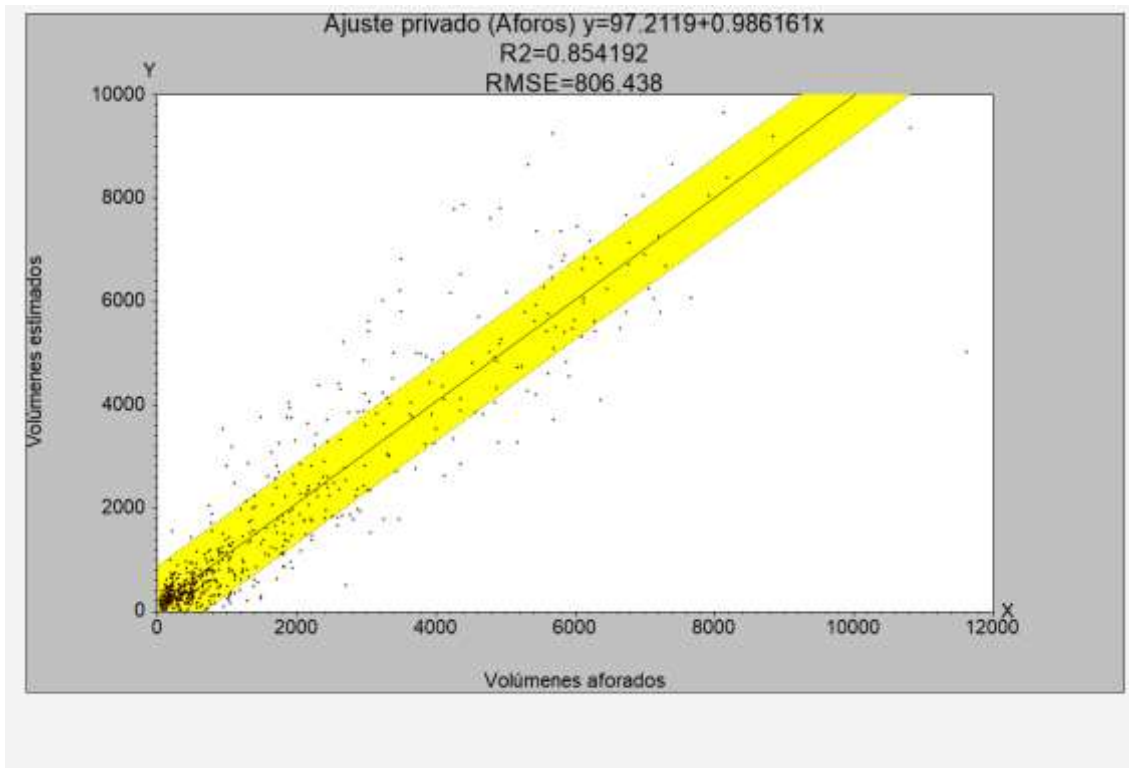


De forma similar, el ajuste de vehículo privado para el periodo punta, media del número de vehículos en el periodo de 7 a 9, muestra los siguientes indicadores:

- R^2 próximo al 85%.
- Pendiente muy próxima a 1
- Valor de constante en torno a 97, valor que se ha considerado próximo a cero teniendo en cuenta que los aforos más relevantes en el ámbito urbano están en el entorno de los 800 vehículos.

Estos valores, junto con el ajuste gráfico, se muestran en el Gráfico 80. Los resultados son significativamente peores que en periodo día laborable. Se ha considerado que entre las razones que pueden justificar ese peor comportamiento (ver fin de este apartado) uno puede ser la mayor congestión que existe en ese periodo, existiendo en la realidad tramos con niveles muy próximos al nivel de servicio F.

Gráfico 80 Ajuste de valores estimados a aforos de tráfico (vehículos equivalentes). Hora punta (media de 7 a 9)



Para dar mayor significado al comentario anterior sobre los niveles de servicio, se ha analizado, para los dos periodos analizados, el comportamiento del volumen asignado sobre la capacidad teórica incluida en los arcos del modelo (en inglés, VOC). Así, en el Gráfico 81 se muestra el resultado para un día laborable medio. Se puede apreciar en este caso que las vías radiales, en sus tramos próximos a la ciudad de Madrid presentan capacidades ocupadas próximas a valores del 80% o menor y que la mayor grado de utilización se concentra más hacia el interior de la ciudad y en la Calle 30.

Para el periodo punta, según se ha reflejado en el Gráfico 82, se puede apreciar un comportamiento de mayor ocupación en el acceso a la ciudad e Madrid, con unos valores de la M-40 más utilizados y una menor presión sobre la capacidad de la Calle 30. La realidad es que la Calle 30 está congestionada en esa franja horaria, impidiendo el acceso a dicho viario, teniendo que distribuirse por otros viarios y generando una onda de congestión hacia los accesos a la ciudad de Madrid en las autovías radiales. En este sentido, los modelos de asignación (en los métodos de asignación determinista y estocástico) no pueden recoger la congestión debido a que la función de velocidad utilizada (las funciones demora-capacidad o vdf) no recogen la forma del diagrama fundamental del tráfico cuando el nivel de congestión existente limita la intensidad y la velocidad del tramo.

Gráfico 81 Volumen asignado sobre capacidad teórica. Día laborable medio

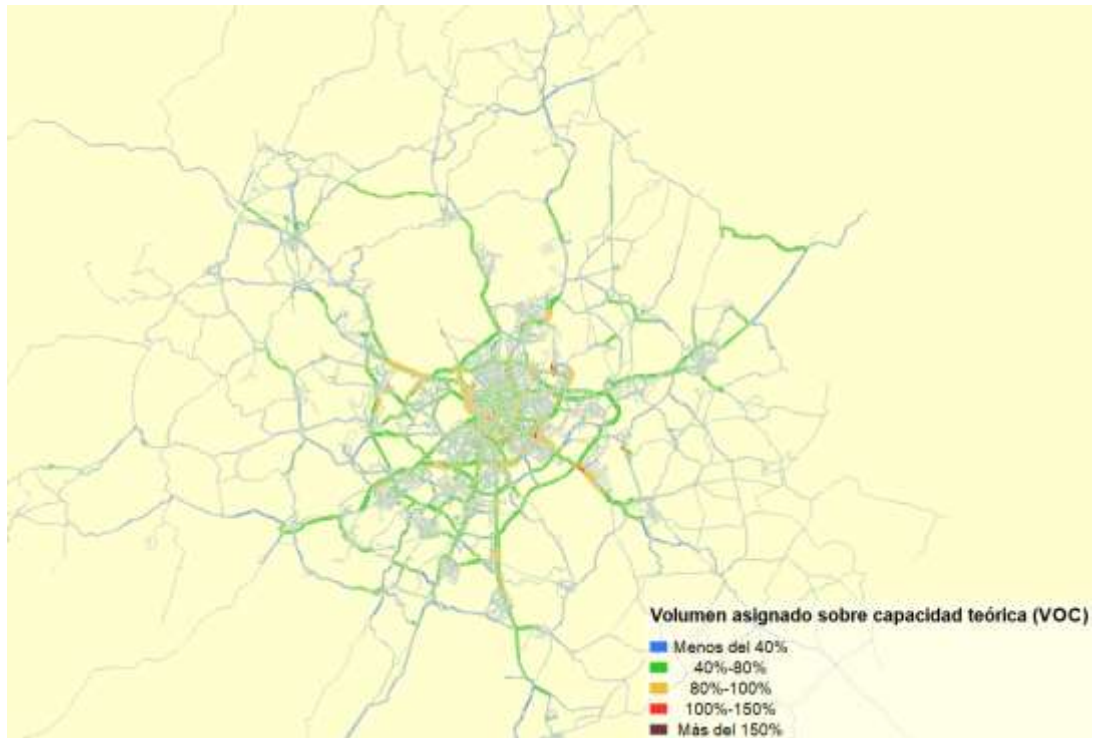
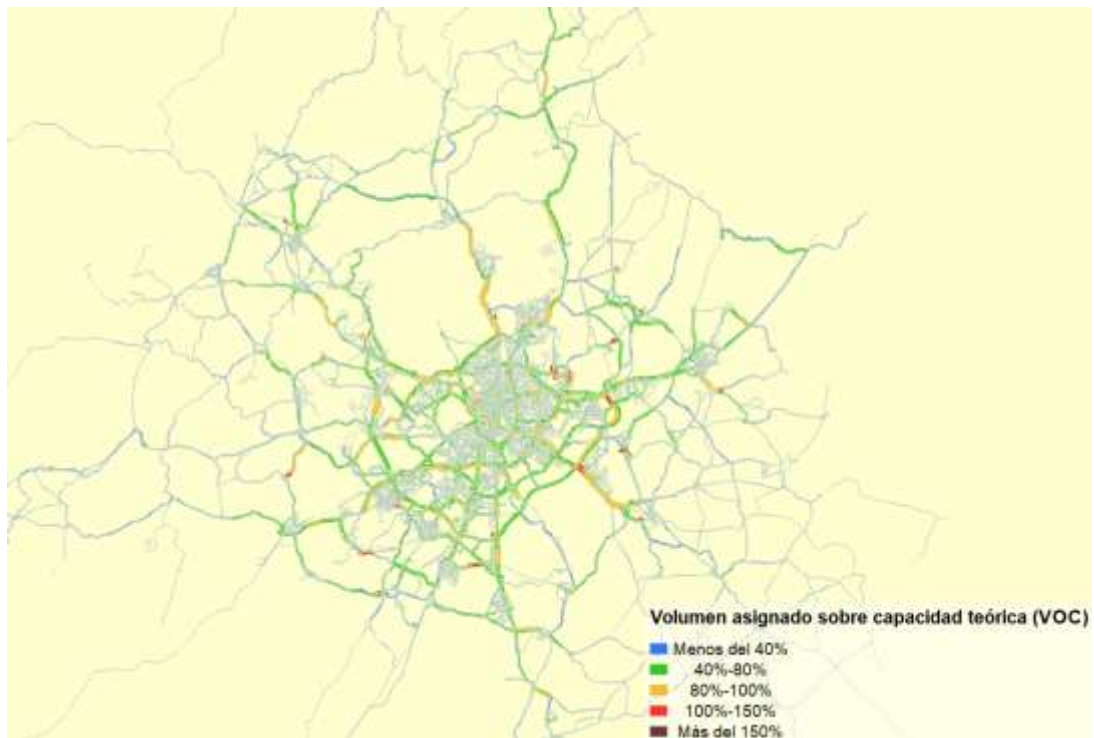


Gráfico 82 Volumen asignado sobre capacidad teórica. Punta



Para finalizar, y como muestra de lo comentado anteriormente, se muestra el resultado de los valores de GEH para ambos periodos.

El indicador GEH tiene la ventaja de tomar en cuenta el error relativo y de no depender de valores nulos que pueden aparecer, por ejemplo, en celdas de una matriz de viajes. Se define como:

$$GEH = \sqrt{\frac{(O_i - E_i)^2}{0,5 \cdot (O_i - E_i)}}$$

En donde,

- O_i : valores observados de una variable, por ejemplo, conteos horarios en un arco i
- E_i : valores modelados o estimados de la misma variable, por ejemplo, volumen horario en el arco i

En este estudio se han considerado 630 puntos de medida, siendo el resultado del indicador el que se recoge en la Tabla 47 para cada uno de los periodos

Tabla 47 Distribución de GEH obtenidos en cada uno de los periodos clasificados por su valor

Periodo	GEH			
	Menor 5	Menor 10	Menor 20	Resto
Día Laborable	46%	71%	94%	100%
Punta	30%	54%	83%	100%

Observando el desglose por periodo, se aprecia que los tráficos que mejor ajustan son, normalmente, los arcos con tráficos con volúmenes más elevados que la media (como se puede ver en la proporción con valor medio total que es la relación entre el valor medio de la intensidad horaria de los aforos de cada nivel de GEH y el valor de intensidad horaria media de todos los aforos considerados).

También, puede apreciarse que los resultados del periodo punta son peores que los resultados del periodo diario laborable medio, tal y como sucedía también con las regresiones entre valores aforados y valores estimados.

En este sentido, con este indicador se aprecia mejor el efecto inestabilidad que se produce entre los valores medios observados y los estimados como consecuencia de la congestión elevada que existe en el periodo punta de la mañana, con un número relevante de arcos que presentan retenciones de tráfico.

Es relevante señalar que en la Calle 30 (Este) los movimientos observados son más altos en la hora media de día laborable que en la hora punta, para ambos sentidos. Sin embargo, la demanda es mayor en la hora punta si se atiende al

nivel de congestión observado de forma habitual en ese periodo. Por lo tanto, el modelo de asignación nunca podrá reflejar con exactitud esa situación de inestabilidad en el tráfico.

Además, hay que tener en cuenta la calidad diferente de las mediciones, al proceder tanto de distintas estaciones por tipo, así como por administración propietaria de las mismas. De esta forma, la información diaria es más consistente que la información horaria.

Otro aspecto que puede explicar el comportamiento diferente entre ambas asignaciones se deba a la calidad de definición del periodo. Así, el periodo diario laborable medio es el resultado de un periodo homogéneo para todas las estaciones, pero el periodo punta realmente no es el mismo en todas las zonas de la CM a la vez. Así, en unas zonas puede concentrarse o bien al principio o bien al fin del periodo considerado (incluso, en algunos casos, podría incluso exceder el periodo mismo considerado). En este punto adquiere especial relevancia que los tráficos más elevados están dentro de rangos razonables de valor GEH.

Y, con menor impacto pero relevante, se puede indicar que el tráfico en las vías de circunvalación Calle 30 y M-40 presentan una configuración de vías de servicio o laterales y tronco o laterales que pueden estar recogiendo flujos muy variados, por lo que las mediciones más altas en estas vías suelen estar infraestimadas en la asignación (esto ocurre en ambas situaciones, tanto punta como día laborable)

Tabla 48 Detalle de resultados en día laborable medio

GEH	Número Aforos	% sobre total	Total veh aforados	% sobre total	Valor medio aforado	Proporción con valor medio total
Menor 5	288	46%	586.778	54%	2.037	1,18
Menor 10	162	26%	223.748	21%	1.381	0,80
Menor 12	42	7%	53.692	5%	1.278	0,74
Menor 20	98	16%	178.398	16%	1.820	1,05
Mayor 20	40	6%	47.865	4%	1.197	0,69
TOTAL	630	100%	1.090.481	100%	1.731	1,00

Tabla 49 Detalle de resultados en periodo punta

GEH	Número Aforos	% sobre total	Total veh aforados	% sobre total	Valor medio aforado	Proporción con valor medio total
Menor 5	191	30%	354.377	35%	1.855	1,14
Menor 10	149	24%	233.379	23%	1.566	0,97
Menor 12	50	8%	92.786	9%	1.856	1,14
Menor 20	130	21%	201.061	20%	1.547	0,95
Mayor 20	110	17%	139.556	14%	1.269	0,78
TOTAL	630	100%	1.021.159	100%	1.621	1,00

En el Apéndice 3 se muestran los resultados por aforo individual, incluyendo su valor GEH.

6.2 Transporte público

El primer paso llevado a cabo en la asignación de transporte público ha sido la construcción de las matrices de asignación de viajes en transporte público para un día laborable medio y para el periodo punta de 7 a 9. Este proceso ha consistido en:

- Agregar las matrices de viajes en transporte público por motivos en una única matriz
- Se le ha añadido la posibilidad de incluir en el futuro una matriz de viajes de no residentes. Sin embargo, en el modelo final no fueron incluidas, puesto que se detectó que parte de dicha información podría ya estar implícitamente incluida -al menos parcialmente- y se consideró que era una mejor opción.
- Los valores del día laborable medio son de un día completo, puesto que la red no requiere de datos horarios, como el caso de vehículo privado. En el caso del periodo punta, como en el caso de privado, el modelo se aplica para una hora media obtenida del periodo de 7 a 9 de la mañana.

Para la obtención de las matrices de no residentes, pudiéndose cambiar en el futuro, se ha recurrido a la información disponible de viajes externos (ya utilizada en la definición de precargas de vehículo privado) y se ha aplicado un factor de reparto de transporte público en función de las coronas de origen y destino del viaje. De esta forma, se ha considerado que el número de pasajeros en transporte público de no residentes se puede obtener siguiendo el siguiente proceso:

- Se obtiene las relaciones por corona y para determinar los coeficientes a aplicar se han asumido los siguientes supuestos:

- El uso de transporte público de un no residente depende fundamentalmente de la capacidad de aparcamiento. En consecuencia, se asume que en la ciudad de Madrid (corona A) es más complicado y el uso de vehículo particular sería muy reducido)
- Para la matriz de no residentes se asume que el porcentaje de los que permanecen más de un mes seguido es mayoritario a los visitantes ocasionales de gestión de trabajo o de ocio/turismo.
- El comportamiento en hora punta difiere al comportamiento del día medio.
- Se aplican los factores siguientes¹³ a la matriz total de viajes, según relaciones:
 - Relaciones internas a la corona A (95% en día laborable y 80% si entra en la almendra central o 75% en el caso que no entre en dicha área en hora punta)
 - Relaciones internas a la corona B (20% en día laborable y 10% en hora punta)
 - Relaciones internas a la corona C o relaciones con un extremo del viaje fuera de la CM (10% en día laborable y en hora punta)
 - Relaciones A-B (80% en día laborable y 60% en hora punta)
 - Relaciones A-C (70% en día laborable y 50% en hora punta)
 - Relaciones B-C (10% en día laborable y en hora punta)
- Como paso final, se aplican los porcentajes a cada par origen-destino en función de la relación de coronas a la que pertenezca.

El proceso definido ha sido el que mejor resultado generó de varias alternativas potenciales, si bien es posible que una consideración por corredores-corona pudiera ser más preciso también introduciría aún mayor discrecionalidad del modelizador, por lo que no se ha valorado dicha posibilidad.¹⁴

En Gráfico 83 y Gráfico 84, se presenta la asignación de Transporte Público para un día completo laborable medio (datos diarios de pasajeros transportados en los diferentes arcos de la red) y para el periodo punta (datos hora media de pasajeros transportados en los diferentes arcos de la red), respectivamente.

¹³ Estos factores es otra razón por las que no se consideró su inclusión en el modelo final. La información disponible permite identificar el movimiento total pero no desagregado por modos de los viajes no residentes. Si bien la lógica de los coeficientes se basa en que las zonas centrales tienen mayor uso de Transporte Público que las zonas periféricas, la calidad de la información a introducir es muy inferior a la que ya se dispone para los movimientos residentes, generando mayores distorsiones en los resultados que valor aportado.

¹⁴ Así, el proceso de automatización incluye la posibilidad de añadir a la matriz de residentes una matriz de no residentes, que se podrá incorporar en el futuro con otra metodología o toma de información más precisa

Gráfico 83 Asignación de Transporte Público en un día laborable medio

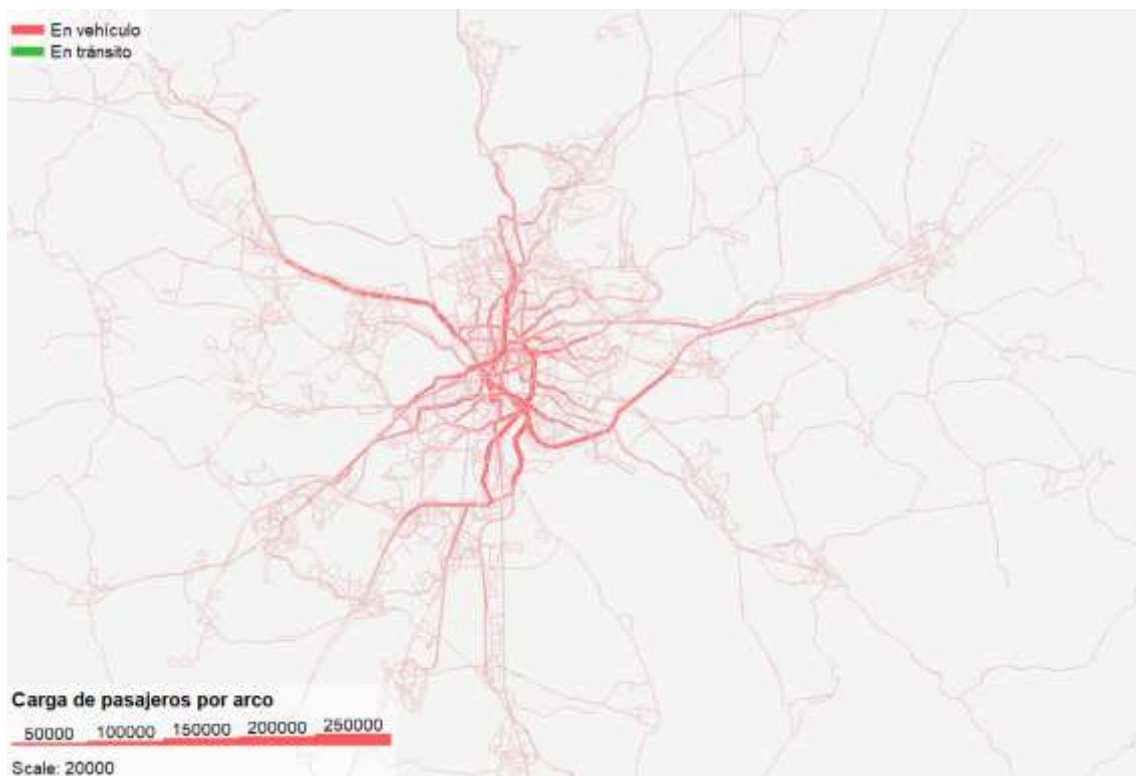
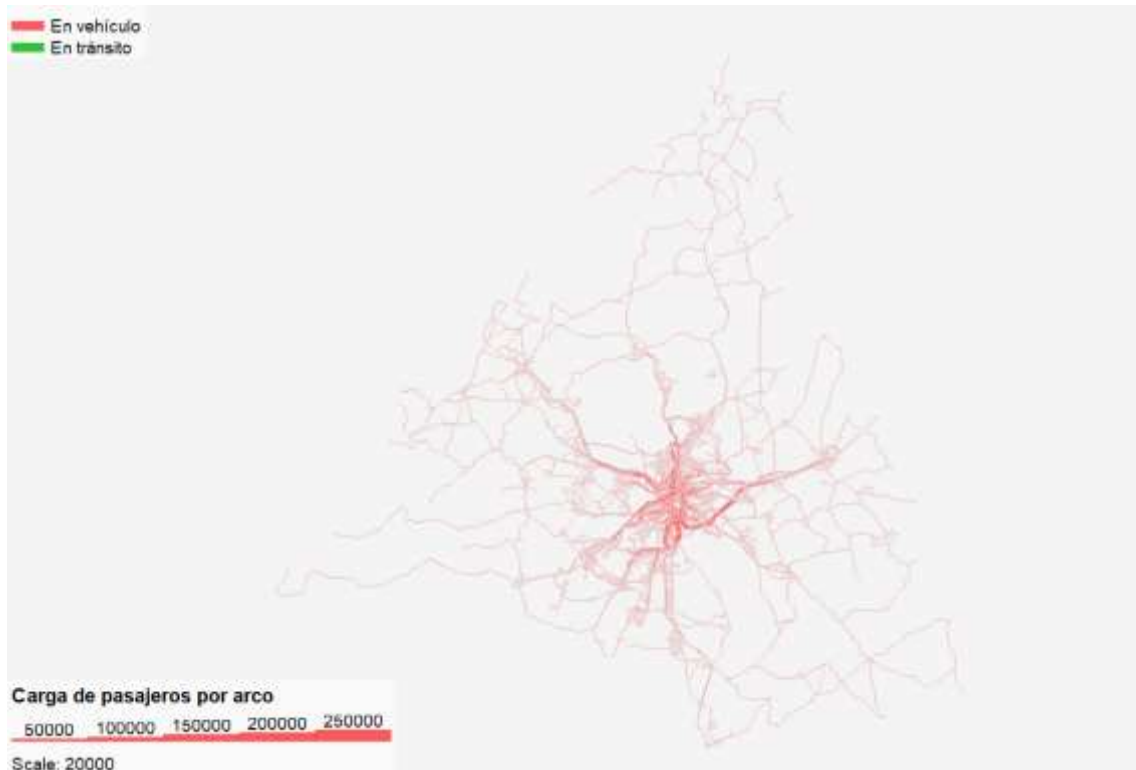
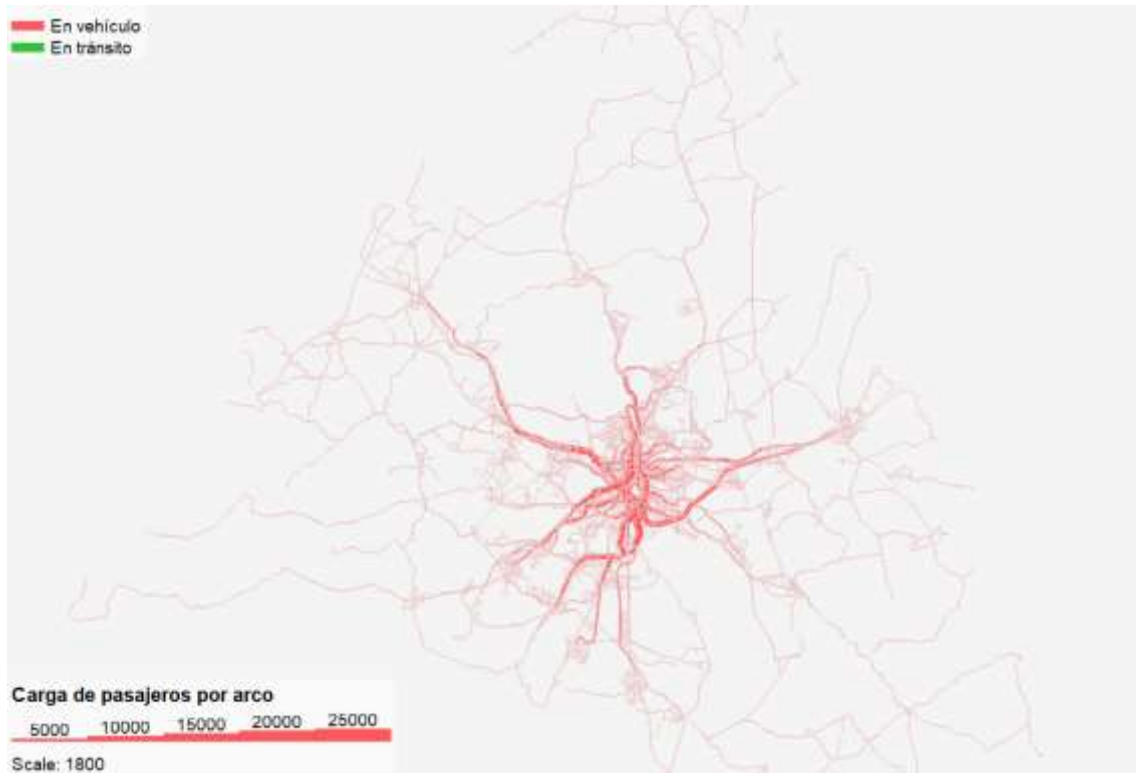


Gráfico 84 Asignación de Transporte Público en el periodo punta (hora media de 7 a 9)



Par la asignación de transporte público se ha utilizado la asignación extendida determinista del EMME, definiendo los factores y penalizaciones recogidas en la Tabla 50

Tabla 50 Factores y penalizaciones utilizados en la asignación de transporte público

Elemento	Día laborable	Periodo punta
Factores		
Tiempo espera	2,5	2,5
Tiempo abordaje	1,25	1,25
Tiempo en vehículo	1	1
Tiempo de caminata	1,3	1,3
Penalizaciones de tiempo en abordaje (minutos)		
Metro	0,75	4
Metro Ligero	3	7
EMT	7,25	6,5
Cercanías	6	7,5
Interurbanos	17	17
Autobús Urbano	7	7,5
Metro Sur, Norte, Este,TFM	5	8

Los factores recogen el hecho empírico que los usuarios no valoran igual el tiempo de viaje en vehículo que en la espera en parada/estación, en el acceso o dispersión o en los transbordos. Los valores empleados se encuentran dentro de un orden adecuado en comparación con otras experiencias, aunque estos valores también dependerán de los tiempos de viaje en vehículo obtenidos desde la red.

Estos valores se han calibrado partiendo de los intervalos de otras experiencias, y obteniendo el resultado de los abordajes por modo obtenidos en el ajuste razonable de la asignación de matriz de encuesta en cada periodo en comparación con los abordajes observados en cada modo de las fuentes disponibles en el CRTM.

Es importante señalar que no se ha considerado la tarifa como un elemento de la asignación. Si bien se ha definido el sistema tarifario por coronas y se han determinado valores medios, finalmente no se han incluido ni en el modelo de asignación ni en el modelo de reparto modal. La razón para ello se encuentra en que se ha considerado que el coste marginal de realizar un viaje si el usuario dispone de abono transporte es cero. Por lo tanto, el precio del uso del transporte público es nulo. Esto, en principio, solo valdría para los usuarios que disponen de abono transporte, pero se considera que son el usuario mayoritario frecuente (se considera que el usuario de transporte público que no dispone de abono hace

una utilización moderada del sistema, de lo contrario, le compensaría adquirir una tarjeta de abono mensual para realizar sus desplazamientos)

6.2.1 Ajuste por modo

Para llevar a cabo la validación se ha realizado la comparación del número de abordajes resultantes del y se ha comparado con las etapas líneas por modo resultante de la encuestas domiciliaria, obteniéndose los valores reflejados en la Tabla 51 para periodo día medio laborable y en la Tabla 52 para el periodo punta.

Tabla 51 Comparación de abordajes por modo en el modelo y etapas línea Periodo día laborable medio.

Descripción		Observado Cancelaciones	Observado EDM	Estimado	Diferencia EDM
Etapas línea (abordajes en vehículos)					
b	EMT	1.460.891	1.479.756	1.427.277	-4%
i	Interurbanos	651.847	689.919	736.683	5%
j	Urbanos no EMT	167.536	176.570	186.136	-4%
Etapas red (pasos por torniquete)					
m	Metro	2.266.821	1.989.043	1.992.143	0%
r	Cercanías	688.798	673.524	705.616	5%
l	Metro ligero	70.893	62.698	61.732	-2%

Tabla 52 Comparación de abordajes por modo en el modelo y etapas línea Periodo punta

Descripción		Observado Cancelaciones	Observado EDM	Estimado	Diferencia EDM
Etapas línea (abordajes en vehículos)					
b	EMT	No disponible	119.320	122.722	3%
i	Interurbanos	No disponible	68.661	96.831	36%
j	Urbanos no EMT	No disponible	17.244	25.393	25%
Etapas red (pasos por torniquete)					
m	Metro	No disponible	198.390	193.483	-2%
r	Cercanías	No disponible	68.268	81.955	20%
l	Metro ligero	No disponible	7.031	8.898	27%

Se aprecia que en el modelo diario laborable medio las etapas de los modos metro y EMT son ligeramente infraestimadas pero en volúmenes bastante próximos a los observados en al EDM, debido al efecto de usuarios no residentes. En el caso de la hora punta las diferencias tienden a sobreestimar el número observado en la encuesta, pero se debe considerar que el nivel de precisión de este dato es ligeramente inferior.

6.2.2 Ajuste por estación y por agregación de paradas

El segundo nivel de validación ha sido sobre el número observado de viajeros que utilizan las paradas y las estaciones de metro/cercanías (entradas comerciales, eliminando los transbordos entre líneas del mismo modo en una estación) y el número de abordajes o usuarios que utilizan dicha parada o estación. Para ello, nuevamente, se ha recurrido a los análisis de regresión.

Gráfico 85 Ajuste por etapas red por estación de metro. Día laborable medio.

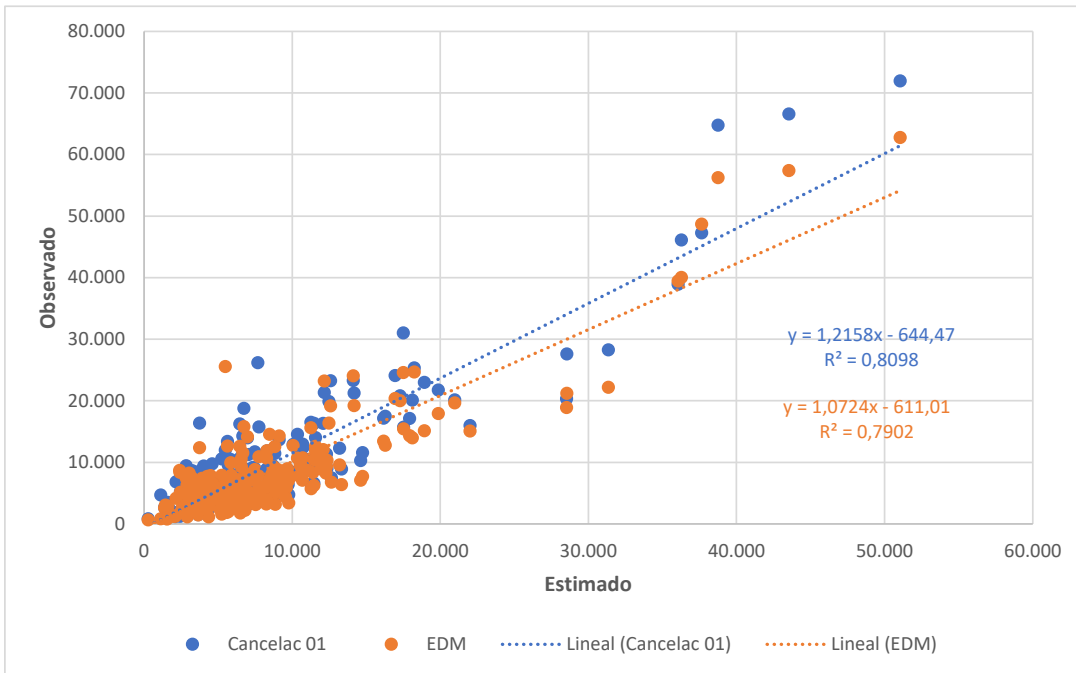


Gráfico 86 Ajuste por etapas red por estación de cercanías. Día laborable medio.

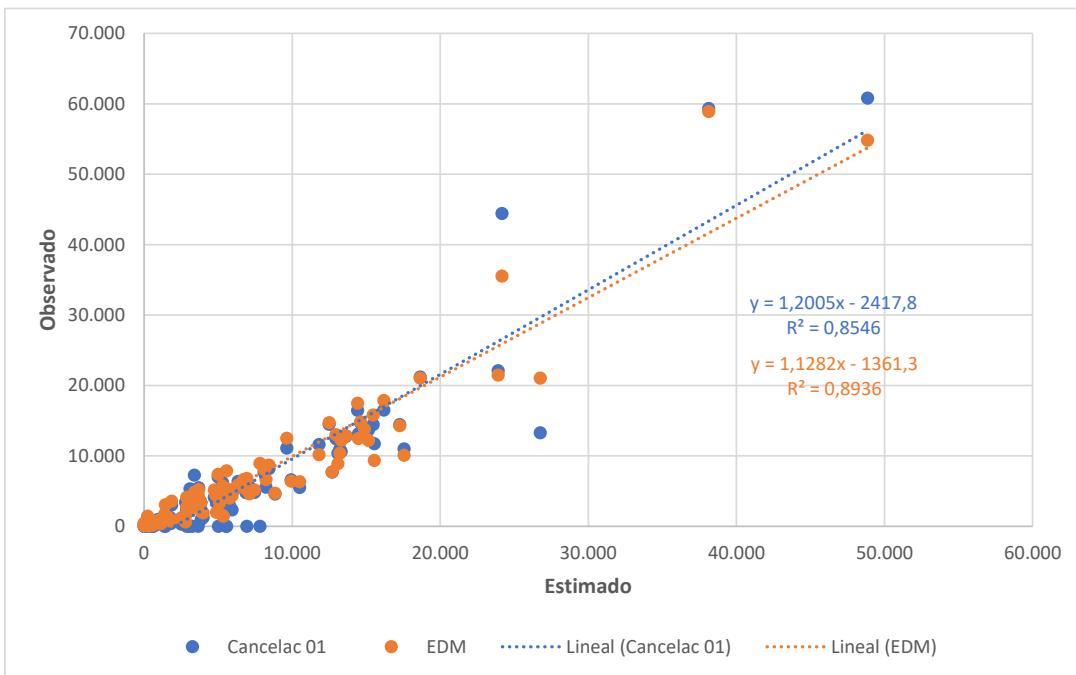


Gráfico 87 Ajuste por etapas red por estación de metro ligero. Día laborable medio.

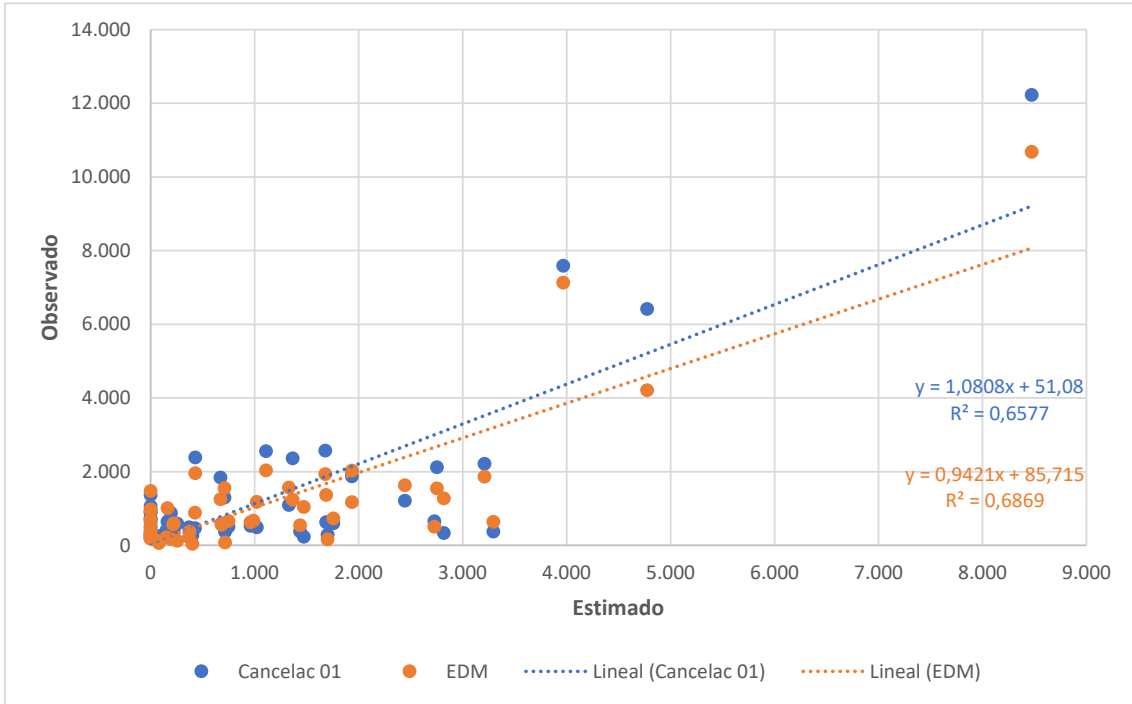


Gráfico 88 Ajuste por etapas red por estación de metro. Periodo punta

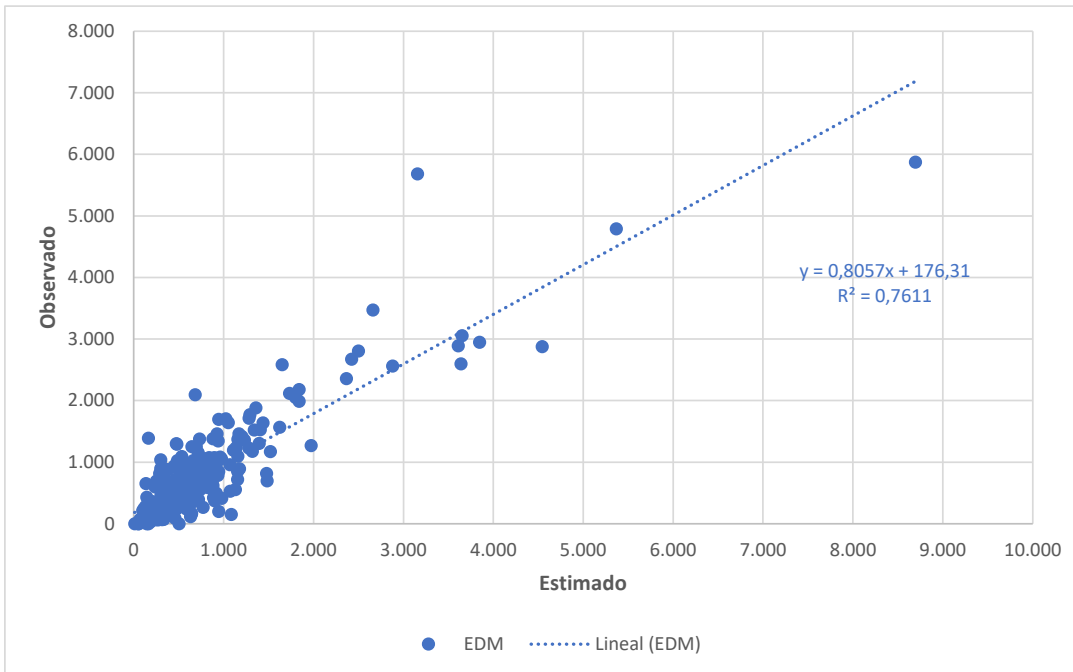


Gráfico 89 Ajuste por etapas red por estación de cercanías. Periodo punta

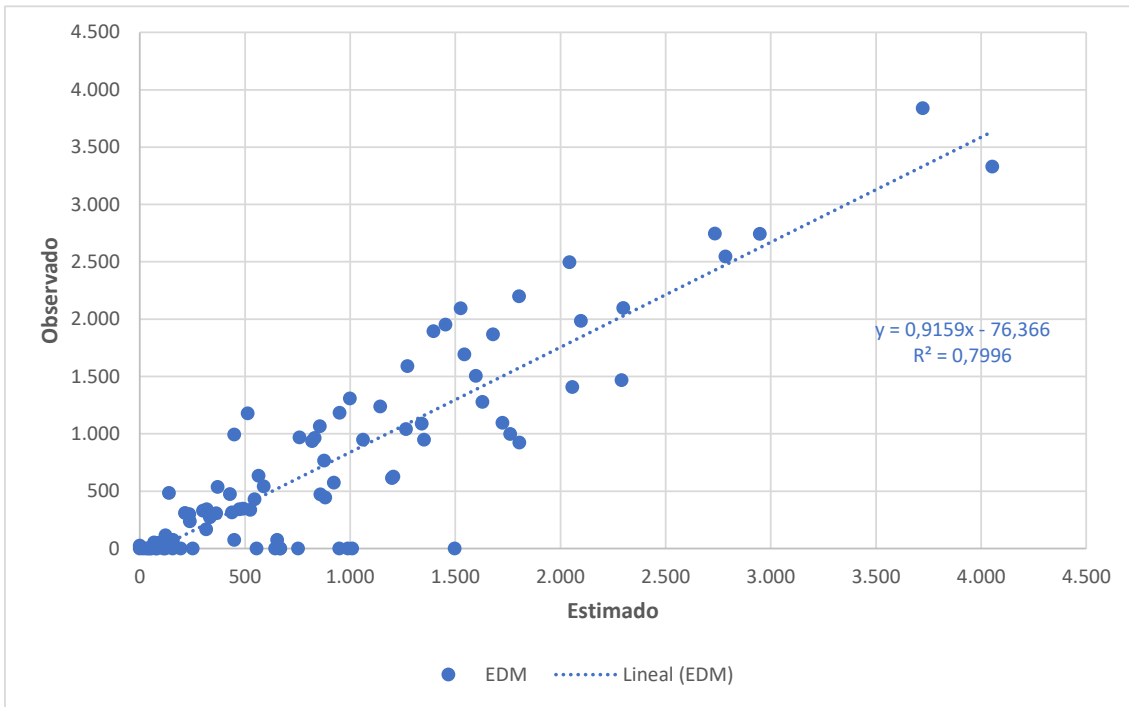
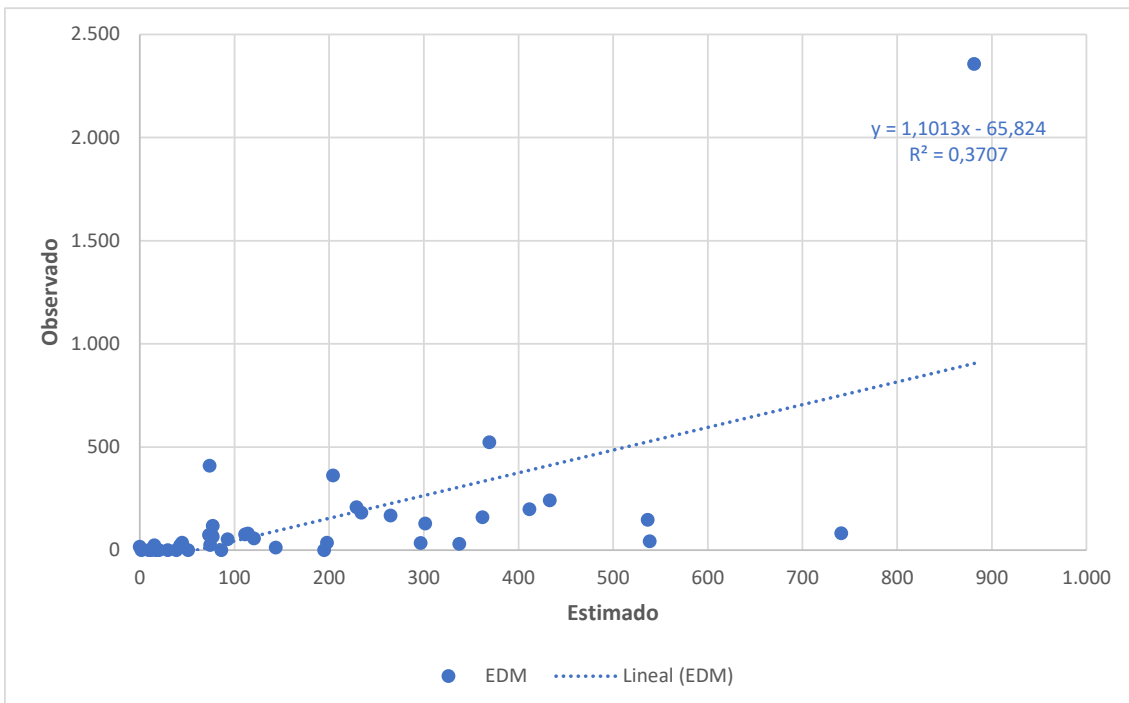


Gráfico 90 Ajuste por etapas red por estación de metro ligero. Periodo punta



Se puede apreciar que para el periodo día laborable medio al comparativa se ha realizado contra dos fuentes de datos:

- Datos observados de validaciones en el periodo de encuesta
- Datos derivados de la encuesta domiciliaria.

Sin embargo, para el caso de los datos en hora punta solo se han comparado con los datos de la encuesta domiciliaria.

Para los modos carreteros (EMT, interurbano y autobuses urbanos excepto EMT) se han agrupado por corredores, desagregando la ciudad de Madrid en Almendra Central y 4 zonas de Periferia (Norte, Este, Sur y Oeste). Los corredores interurbanos, a su vez, se han dividido en corredor zona metropolitana (equivalente a la zona B) y en zona regional (equivalente a la zona C). El resultado para ambos periodos se ha comparado contra datos de la encuesta y contra datos del sistema BIT

Gráfico 91 Ajuste por abordajes por corredores desagregados para la suma de urbanos (incluido EMT) e interurbanos. Día laborable medio.

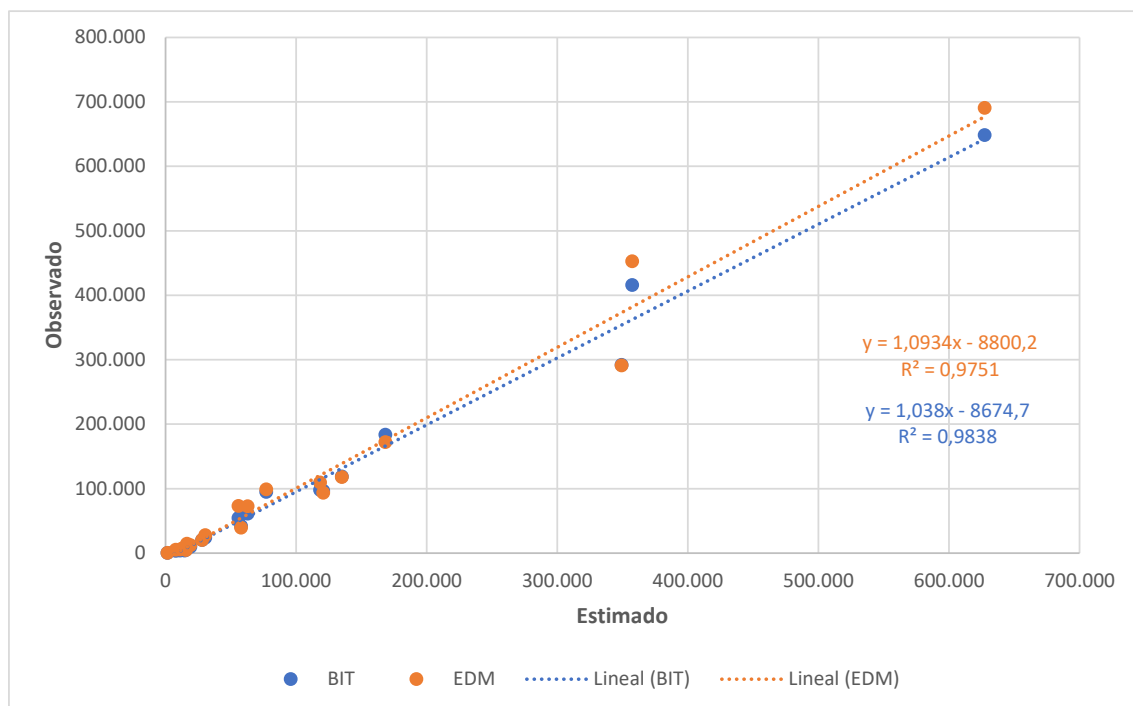
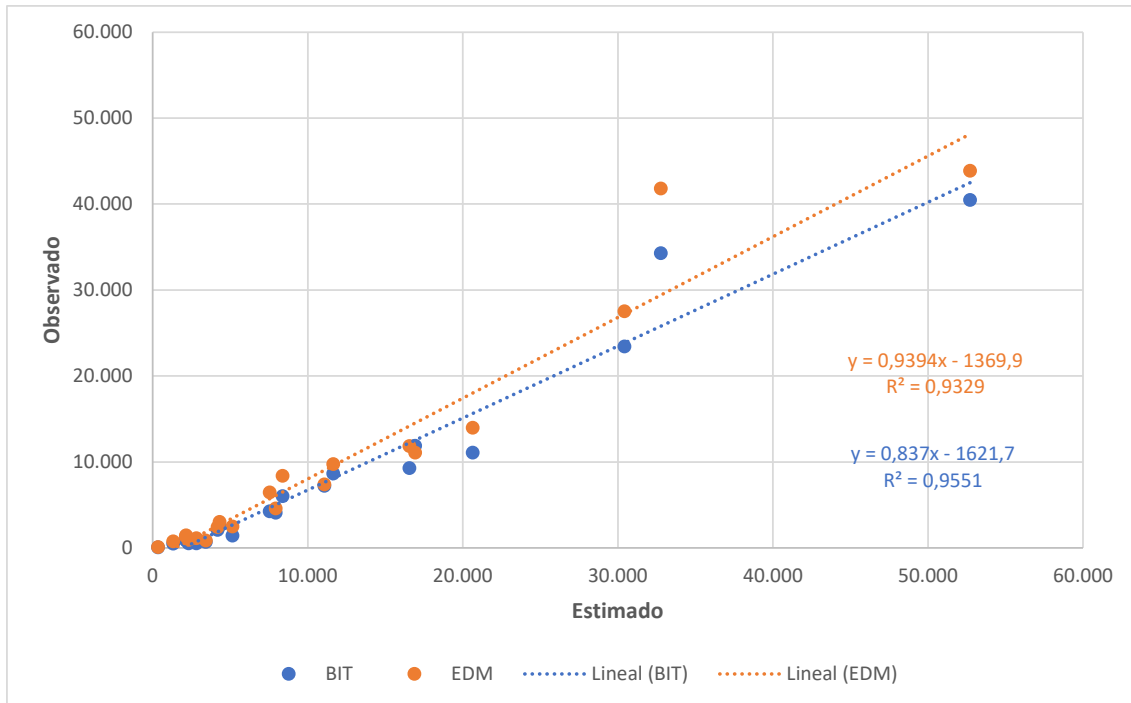


Gráfico 92 Ajuste por abordajes por corredores desagregados para la suma de urbanos (incluido EMT) e interurbanos. Día laborable medio.



Se aprecia que el ajuste por estaciones en metro y cercanías presenta unos ajustes razonables, encontrándose elementos puntuales que comportamiento menos ajustado concretamente muy visible en las estaciones con mayores carga (Nuevos Ministerios y Sol fundamentalmente) Parte de esa desviación se puede explicar por la ausencia de parte de los viajes de no residentes pero otra parte se debe a desviaciones propias de la estimación.

En cuanto al ajuste de los modos en carretera, se observa que su agrupación a nivel corredor presenta buenos comportamientos de forma agregada. Sin embargo, se detecta que las zonas de la A-1 y la A-2 junto con la Periferia Norte y Este presentan volúmenes ligeramente más altos en la estimación que en la encuesta mientras que en la A-4, A-5 y Periferia Sur los valores están ligeramente por debajo.

Estos valores se refuerzan en los ajustes por líneas que transcurren por esas zonas.

6.2.3 Ajuste por línea (o agregación de líneas)

Un tercer ajuste objeto del estudio ha sido lograr un ajuste razonable en las estimaciones por líneas (metro y EMT especialmente) o agregaciones de línea (interurbanos y cercanías) sin olvidar metro ligero y la carga en municipios con líneas urbanas que no son EMT.

Tabla 53 Ajuste obtenido por abordajes en las líneas de metro

Línea	Día laborable medio		Punta	
	Observado EDM	Estimado EMME	Observado EDM	Estimado EMME
L1	359.878	378.016	35.985	33.894
L2	192.774	192.252	17.275	15.281
L3	243.717	262.641	22.689	27.864
L4	189.736	217.006	18.698	17.002
L5	283.176	293.894	26.048	25.164
L6	504.481	397.078	52.451	39.976
L7	206.736	237.526	22.274	21.555
L8	70.053	73.006	8.353	9.025
L9	247.455	223.216	25.506	25.358
L10	365.122	380.422	39.494	42.236
L11	27.882	41.283	2.554	3.736
RamalOP	21.645	3.484	2.042	140
Metrosur	128.174	124.032	11.726	13.018

En conjunto, se aprecia un ajuste bastante próximo de número de abordajes para todas las líneas excepto para el Ramal Opera Norte (si bien su volumen es muy poco significativo) y, especialmente, la línea 6. Parte de esta desviación puede estar desviando a la línea circular de autobuses pero la mayor parte seguramente se pueda explicar porque el carácter circular de la línea y sus ventajas de servicio reales no se reproducen correctamente en la modelización.

Tabla 54 Ajuste obtenido por abordajes en las líneas de cercanías

Línea	Día laborable medio		Punta	
	Observado EDM	Estimado EMME	Observado EDM	Estimado EMME
C-1	31.433	24.370	4.449	2.103
C-2	104.493	84.660	11.484	9.931
C-3	85.946	78.653	9.109	9.739
C-4	184.788	176.935	20.605	22.615
C-5	236.742	257.944	27.363	29.998
C-7	85.024	99.383	10.600	9.815
C-8	14.958	40.438	1.250	4.466
C-9	134	0		0
C-10	46.182	46.997	5.712	4.204
OTRAS (9x)	0	13.071		2.048

La interpretación de estos ajustes es más compleja, puesto que hay tramos de línea que coinciden parcialmente entre sí, pudiendo observarse un trasvase entre las mismas. Así, por ejemplo, la C-2 y la C-7 son muy intercambiables y habría que verlas en conjunto. Quizá no tan coincidentes, pero la C-3, C-8 y C-10 también tienen tramos compartidos muy relevantes y las líneas C-4 y C-5 comparten parte del corredor A-4 en Madrid ciudad. Además, muchas de ellas comparten muchos tramos dentro la ciudad de Madrid. Por lo tanto, este ajuste se debe complementar con el indicado en estaciones del apartado anterior. No obstante, se aprecia también valores próximos entre los valores estimados y observados.

Tabla 55 Ajuste obtenido por abordajes en las líneas de metro ligero

Línea	Día laborable medio		Punta	
	Observado EDM	Estimado EMME	Observado EDM	Estimado EMME
ML1 Sanchinarro	19.115	18.884	2.270	2.642
ML2 Pozuelo	16.328	12.301	2.684	2.326
ML3 Boadilla	10.961	16.551	1.316	1.709
Parla	16.293	14.983	1.626	2.307

Para finalizar con los modos ferroviarios, se puede apreciar también un ajuste razonable en las líneas de Metro Ligero. Aquí llama la atención que Metro Oeste estima los valores de las líneas de Pozuelo y Boadilla de forma inversa al valor observado en la encuesta. Sin embargo, es preciso indicar que, según los datos de la operación realmente están en niveles muy próximos ambas líneas (Pozuelo: 13.759 y Boadilla:12.046) por lo que nuevamente los valores relativamente bajos en comparación con el resto de modos puede explicar estas desviaciones.

Tabla 56 Ajuste obtenido por abordajes en las líneas de la EMT

Línea	Día laborable medio			Punta		
	Datos de billeteaje	EDM	Estimado EMME	BIT	EDM	Estimado EMME
001	7.198	9.511	3.667	266	889	195
002	11.332	12.182	9.230	717	587	654
003	9.958	11.047	5.697	590	730	320
004	9.057	10.357	7.684	715	950	641
005	6.534	9.798	4.554	351	773	147
006	15.760	16.559	12.689	866	993	1.001
007	5.161	4.063	3.985	375	595	302
008	9.510	8.914	10.739	687	1.024	771

Línea	Día laborable medio			Punta		
	Datos de billeteaje	EDM	Estimado EMME	BIT	EDM	Estimado EMME
009	12.957	12.377	16.150	890	1.068	1.327
010	16.116	15.707	9.798	1.097	900	938
011	6.737	5.927	12.390	597	598	940
012	6.683	6.096	5.599	454	486	431
014	15.533	14.709	17.148	1.398	1.284	1.864
015	4.441	4.253	1.299	287	391	98
016	7.317	8.430	7.890	578	834	474
017	16.754	22.675	7.864	1.084	1.716	549
018	6.158	6.997	3.954	427	389	298
019	17.138	16.680	10.469	1.461	1.114	1.389
020	14.329	14.104	9.015	822	886	551
021	20.858	21.808	13.250	1.146	926	1.116
022	7.308	7.947	6.071	430	742	379
023	13.806	12.363	13.175	863	717	846
024	10.296	9.621	10.636	742	524	794
025	14.482	17.018	12.826	1.068	1.229	1.396
026	8.474	7.200	6.688	476	306	619
027	28.268	32.822	27.496	2.252	3.204	2.965
028	21.111	25.358	21.499	1.879	2.497	1.757
029	10.333	13.315	15.078	642	960	984
030	15.003	14.455	7.560	775	879	271
031	20.736	24.150	8.756	1.454	1.792	883
032	15.466	17.261	16.197	843	815	1.159
033	1.477	840	829	63	75	68
034	29.126	33.966	21.443	2.225	2.707	2.291
035	17.756	20.474	6.748	976	1.382	347
036	6.787	4.449	6.453	459	383	380
037	6.531	8.256	2.959	383	753	173
038	17.158	17.157	7.476	864	1.326	440
039	12.142	14.065	15.715	867	897	1.853
040	7.288	8.365	9.487	479	476	494
041	3.971	3.672	2.149	268	319	173
042	6.331	5.970	4.533	483	521	378
043	7.695	8.386	9.474	442	608	547
044	9.298	9.897	9.063	610	762	589
045	12.659	10.366	8.889	709	718	625
046	9.217	8.900	2.502	667	830	363
047	10.243	11.529	4.347	509	824	238

Línea	Día laborable medio			Punta		
	Datos de billeteaje	EDM	Estimado EMME	BIT	EDM	Estimado EMME
048	10.523	10.616	5.430	755	945	371
049	15.564	13.019	18.248	1.075	1.024	1.001
050	4.390	3.886	2.412	338	332	271
051	4.864	5.413	2.574	218	190	90
052	5.866	6.705	7.523	313	230	281
053	11.682	11.860	16.137	751	1.292	1.114
054	9.761	11.103	3.422	654	888	315
055	11.786	13.786	8.682	771	1.083	698
056	13.350	13.273	12.187	743	883	692
057	7.923	7.601	8.317	564	573	708
058	9.693	9.213	3.508	497	715	214
059	4.699	4.290	5.411	314	520	402
060	14.274	13.840	15.841	1.264	1.346	1.548
061	16.428	14.424	15.076	947	1.152	690
062	7.013	7.151	4.430	614	887	294
063	9.181	13.310	8.897	701	886	985
064	7.740	8.053	11.147	453	823	861
065	7.492	6.482	3.384	460	693	242
066	10.488	6.920	8.384	490	317	660
067	8.192	7.955	8.338	623	572	603
068	24.365	26.672	32.897	1.644	1.620	3.465
069	23.964	21.331	30.527	1.700	1.669	3.070
070	26.945	30.053	39.450	2.112	2.529	3.658
071	7.442	10.735	4.838	515	956	311
072	5.240	5.464	6.520	394	603	482
073	6.031	7.818	3.878	336	555	286
074	4.931	6.094	1.773	294	478	121
075	4.547	2.834	1.082	320	170	95
076	3.290	3.922	1.117	252	325	58
077	12.212	11.555	18.981	858	1.161	1.850
078	7.328	9.147	5.468	514	1.004	365
079	3.870	3.582	3.211	287	225	172
081	5.306	7.891	4.001	355	545	243
082	7.460	6.920	11.179	781	611	1.779
083	7.809	7.150	11.482	600	527	1.214
085	14.283	10.531	13.457	993	1.065	1.067
086	6.440	10.599	5.320	395	868	432
087	4.375	4.767	4.996	370	445	399

Línea	Día laborable medio			Punta		
	Datos de billeteaje	EDM	Estimado EMME	BIT	EDM	Estimado EMME
090	1.819	647	1.334	145	111	99
091	4.613	4.098	2.902	383	260	340
092	8.204	5.851	7.513	688	771	1.663
093	7.941	6.128	3.238	472	728	564
096	2.725	2.951	4.035	197	322	470
099	3.181	1.767	2.518	345	162	498
100	2.820	3.563	3.346	193	444	233
101	808	715	1.391	35	17	43
102	10.681	8.533	10.830	907	785	1.437
103	9.960	8.839	10.900	766	688	774
104	5.147	3.449	3.817	435	304	351
105	4.386	3.984	2.086	404	384	163
106	8.507	6.883	5.589	507	391	418
107	4.351	5.896	5.212	257	499	302
108	2.240	3.519	1.162	165	338	78
109	2.697	1.987	325	137	121	19
110	1.062	1.651	149	0	138	0
111	5.551	4.645	2.858	341	486	141
112	3.757	3.156	8.629	306	315	738
113	13.030	8.418	9.925	932	845	684
114	6.681	7.002	11.730	848	541	1.850
115	11.985	14.100	15.492	1.350	1.626	1.943
116	7.551	8.929	6.060	595	738	579
117	3.861	3.014	1.090	242	200	41
118	12.129	14.036	9.220	578	981	523
119	6.727	4.809	3.562	439	378	240
120	6.786	6.749	7.977	517	677	706
121	8.494	9.784	12.740	656	1.122	1.040
122	7.341	4.070	11.335	630	308	727
123	3.908	5.373	1.897	331	623	127
124	13.138	10.809	12.253	763	805	997
125	6.599	6.186	10.383	479	497	953
126	7.191	8.487	12.363	530	644	805
127	6.754	7.657	3.438	499	245	191
128	10.410	8.425	8.165	562	721	459
129	2.499	2.348	1.542	182	417	119
130	7.722	8.384	13.351	614	937	1.180
131	6.615	8.455	9.476	587	1.059	926

Línea	Día laborable medio			Punta		
	Datos de billeteaje	EDM	Estimado EMME	BIT	EDM	Estimado EMME
132	16.540	14.158	12.926	957	790	753
133	14.487	15.053	19.920	1.134	1.172	2.372
134	7.353	6.671	8.552	587	682	851
135	3.162	3.866	1.726	200	351	128
136	7.044	4.978	4.094	426	387	247
137	6.725	6.781	7.321	489	452	455
138	11.852	11.761	11.523	781	865	835
139	3.969	4.065	3.889	358	287	440
140	9.008	7.070	13.437	680	579	1.261
141	7.635	6.130	6.021	489	273	499
142	8.154	8.297	12.786	654	683	1.021
143	12.386	11.249	17.727	879	1.039	1.570
144	8.452	9.720	14.285	713	1.082	1.282
145	6.441	9.246	12.065	419	1.069	1.179
146	11.753	11.926	10.798	567	665	689
147	17.097	17.488	23.686	1.144	1.550	1.737
148	8.627	9.685	9.359	455	570	671
149	5.990	5.742	3.516	261	125	92
150	10.377	10.358	13.030	739	700	825
151	3.309	2.997	2.130	323	365	136
152	5.908	5.817	4.239	342	251	210
153	5.859	4.704	8.144	578	411	594
155	8.969	9.542	8.800	792	780	917
156	4.949	6.375	8.734	403	728	725
160	3.303	4.704	6.137	327	565	646
161	5.812	5.745	9.270	639	844	1.077
162	4.417	2.587	3.923	401	319	659
165	0	1.109	3.288	0	99	478
171	2.181	672	3.444	287	62	534
172	3.201	3.791	6.561	59	219	372
173	5.181	6.063	11.616	478	508	906
174	5.260	3.831	8.819	493	346	773
175	3.177	2.514	7.373	279	240	638
176	5.915	4.310	7.821	679	526	790
177	2.692	2.375	651	262	310	172
178	5.832	3.978	9.472	604	210	1.085
180	0	66	1	0	0	0
200	4.543	2.284	3.697	287	106	379

Línea	Día laborable medio			Punta		
	Datos de billeteaje	EDM	Estimado EMME	BIT	EDM	Estimado EMME
203	0	0	1.254	0	0	45
210	5.502	2.041	603	407	156	49
215	1.162	1.171	321	74	0	12
247	2.362	874	1.290	128	60	72
310	3.567	2.921	3.759	323	360	270
401	2.779	3.342	3.232	201	298	272
402	4.548	7.531	3.138	339	441	239
403	13.034	11.205	19.830	1.152	780	1.827
404	5.686	7.561	10.253	388	723	739
451	896	501	7.859	117	96	698
452	468	131	146	50	33	4
453	1.502	803	3.177	148	132	311
454	1.710	1.076	1.977	188	104	185
455	3.443	2.074	4.559	615	262	880
456	697	643	311	96	108	24
457	172	113	42	15	0	3
481	3.343	4.530	44	184	467	4
601	906	977	138	25	80	3
602	337	547	540	8	43	46
702	0	0	97	0	0	0
704	0	99	426	0	0	59
718	0	0	186	9	0	26
720	2.053	2.615	2.836	164	254	409
721	54	31	0	0	0	0

Con relación al ajuste de las líneas de la EMT se aprecian varios elementos a tener en consideración:

- Determinadas líneas de la zona de la periferia Norte y de la Periferia Este presentan valores de sobreestimación. Hay tres puntos de especial carga: Plaza Castilla/Begoña, Hospital Ramón y Cajal y nuevos barrios del norte (Sanchinarro, Las Tablas y Montecarmelo).
- En sentido contrario, las líneas de la periferia Sur -especialmente en el distrito de Carabanchel y La Latina- presentan valores menores en la estimación que en los valores observados.
- En la zona de la Almendra Central se reproduce más o menos este efecto, siendo los distritos del sur y sudoeste de La Almendra los que presentan valores menores de carga en el modelo que lo indicado en la realidad.

Para presentar el ajuste del modo interurbanos se ha recurrido a su clasificación por corredores, dado que la presentación por líneas puede ser muy complicada de interpretar por la existencia de tramos comunes, hijuelas, etc.

Tabla 57 Ajuste obtenido por abordajes en las líneas de interurbanos (agregadas por corredor)

Corredor	Día laborable medio			Punta		
	EDM	Estimado total	Estimado mismas líneas	EDM	Estimado total	Estimado mismas líneas
A-1	50.732	65.586	64.290	5.759	9.920	9.179
A-2	93.290	133.481	133.441	8.535	16.838	16.536
A-3	48.520	61.457	60.510	5.457	7.611	7.549
A-4	25.779	37.230	37.020	2.629	4.444	4.248
A-42	107.647	66.356	66.356	9.513	7.840	7.815
A-5	155.737	142.547	142.460	14.914	19.618	19.283
A-6	159.067	173.763	172.000	16.908	23.835	22.834
Resto	49.146	50.595	50.323	4.945	6.169	5.786

Es preciso indicar que el corredor de la A-5 hay una línea (500) que su itinerario transcurre íntegramente por la ciudad de Madrid. Obviamente, al ser tratada como una línea interurbana su captación es muy baja en el modelo -pues debería ser más parecida a una línea de la EMT en términos funcionales) lo que explicaría parte (unos 8.000 viajes al día medio laborable) la diferencia en el corredor de la A-5.

Como conclusión del ajuste se puede apreciar que la mayor parte de los corredores está sobreestimando, pero el corredor de la A-42 en un día laborable medio y en un periodo punta no alcanzan los valores observados.

Finalmente, se presentan los ajustes del autobús urbano, excepto EMT. Este ajuste se ha analizado a nivel de municipio.

Tabla 58 Ajuste obtenido por abordajes en las líneas de urbanas excepto EMT (agregadas por municipio)

Municipio	Día laborable medio		Punta	
	EDM	Estimado	EDM	Estimado
Alcalá de Henares	29.971	27.992	3.088	3.430
Alcobendas	6.612	19.468	444	2.987
Alcorcón	9.990	7.329	796	871
Algete	407	0	102	0
Aranjuez	12.091	13.786	1.107	1.700
Arganda del Rey	4.748	4.834	375	507
Boadilla del Monte	1.197	2.939	144	486
Cercedilla	43	0	0	0
Ciempozuelos	740	758	0	81
Colmenar Viejo	3.785	3.114	423	684
Collado Villalba	6.614	7.278	644	854
Coslada	594	458	164	104
El Escorial	0	0	0	162
Fuenlabrada	20.268	15.844	1.870	2.188
Getafe	6.991	4.584	762	903
Guadarrama	0	0	0	0
Leganés	1.922	3.142	173	606
Majadahonda	2.091	2.445	236	252
Meco	0	0	0	12
Morata de Tajuña	0	0	0	0
Móstoles	7.399	6.803	455	906
Navalcarnero	2.384	1.736	242	220
Paracuellos de Jarama	232	167	36	72
Parla	4.451	2.879	357	245
Pedrezuela	293	10	73	0
Pinto	2.111	2.370	174	361
Pozuelo de Alarcón	1.765	2.059	91	260
Rivas-Vaciamadrid	223	746	27	301
Las Rozas de Madrid	0	8.624	0	1.083
San Fernando de Henares	80	222	0	34
San Lorenzo de El Escorial	0	2.055	0	313
San Martín de la Vega	296	0	57	0
San Sebastián de los Reyes	1.558	1.605	51	264
Torrejón de Ardoz	14.353	5.884	1.227	896
Torrelodones	2.437	2.986	293	333
Valdemoro	18.403	13.924	2.426	1.927
Tres Cantos	3.533	8.952	592	1.438

6.2.4 Ajuste de las velocidades de las líneas de la EMT

Como último elemento de ajuste se han incluido las velocidades de EMT en ambos periodos de asignación.

En ambos periodos se obtuvieron ajustes bastante razonables, estando en ambos casos por encima del 80% el número de líneas con velocidades entre más tres y menos tres kilómetros hora, abordando en dichas líneas volúmenes de viajeros superiores a dichos porcentajes. En consecuencia, no se aprecia que por desvíos de la velocidad favorables en el modelo se obtengan cargas adicionales excesivas.

Gráfico 93 Ajuste de velocidades en las líneas de la EMT. Día laborable medio.

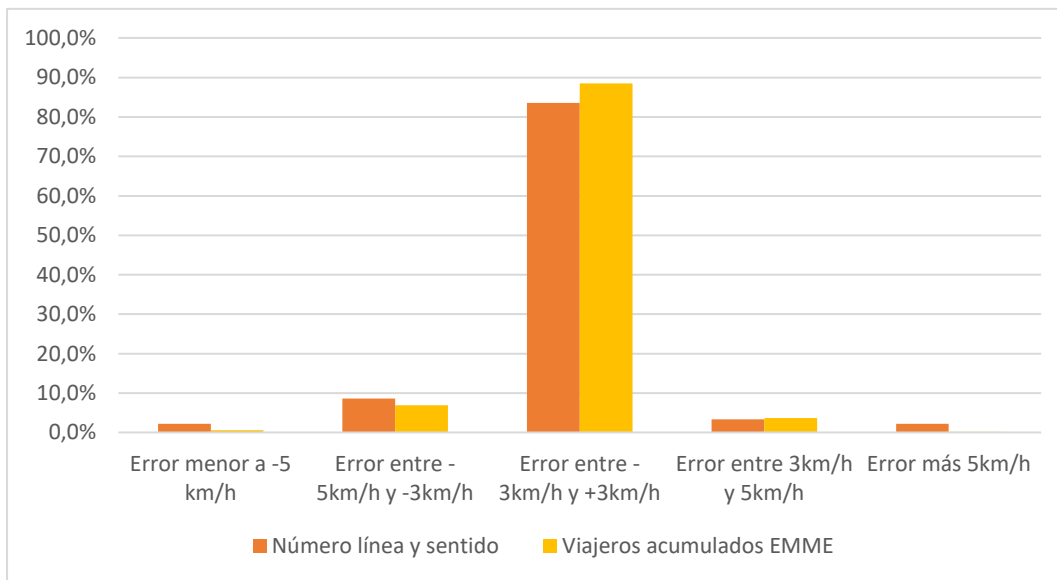
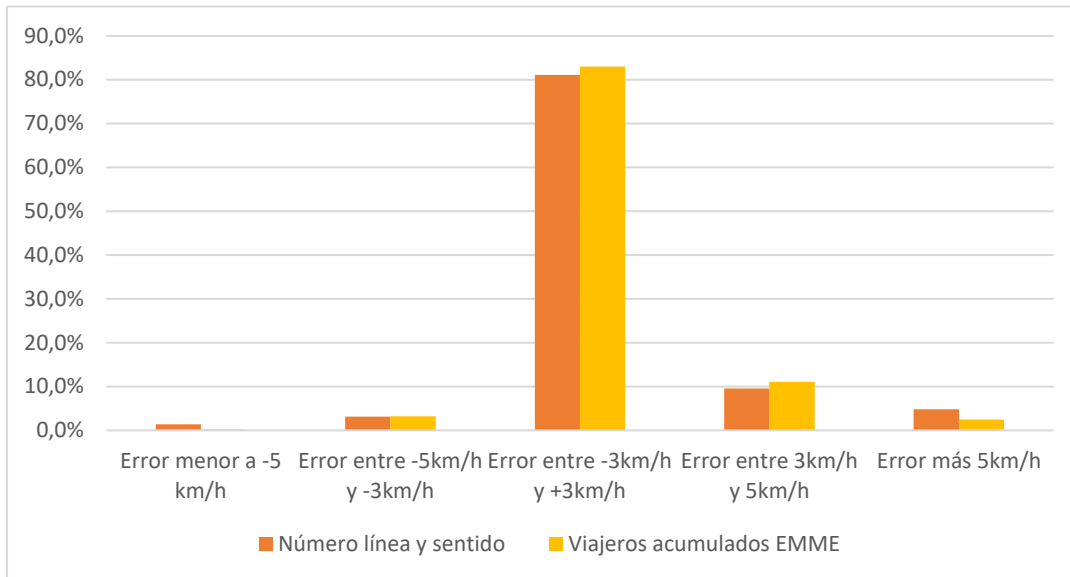


Gráfico 94 Ajuste de velocidades en las líneas de la EMT. Periodo punta



Apéndice 1. Distribución de viajes por horas

Tabla 59 Viajes por hora de salida según corona de origen del viaje (porcentaje por horas). Todos los modos

Hora	Corona A (Almendra)	Corona A (resto)	Corona B	Corona C	Total
0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
4	0,0%	0,1%	0,2%	0,1%	0,1%
5	0,1%	0,4%	0,6%	0,6%	0,5%
6	0,8%	1,9%	2,6%	2,6%	2,0%
7	4,1%	6,4%	6,4%	6,9%	5,9%
8	8,7%	11,4%	12,3%	13,0%	11,3%
9	5,2%	6,8%	6,6%	7,6%	6,4%
10	4,5%	5,0%	4,6%	5,2%	4,8%
11	5,3%	5,5%	5,2%	6,1%	5,3%
12	6,3%	5,8%	5,1%	4,5%	5,5%
13	6,5%	5,3%	4,9%	4,8%	5,3%
14	7,7%	7,0%	8,3%	8,7%	7,8%
15	6,9%	5,8%	5,5%	5,4%	5,9%
16	6,2%	6,7%	6,5%	6,6%	6,5%
17	7,8%	8,0%	7,6%	6,9%	7,7%
18	8,3%	7,5%	7,5%	7,1%	7,6%
19	7,5%	6,5%	6,6%	6,0%	6,7%
20	6,6%	5,0%	4,8%	4,3%	5,2%
21	3,9%	2,7%	2,6%	2,0%	2,8%
22	2,2%	1,5%	1,3%	1,0%	1,5%
23	1,2%	0,8%	0,7%	0,5%	0,8%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

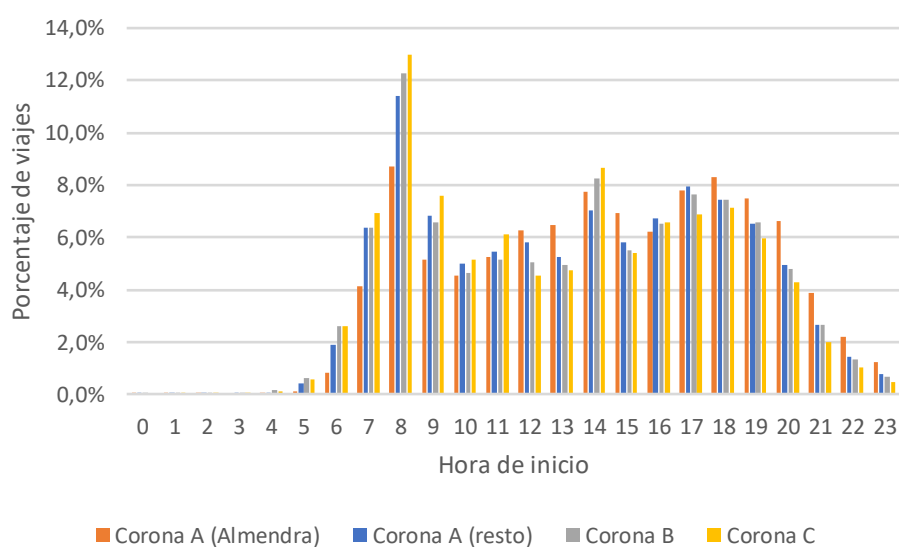


Tabla 60 Viajes por hora de llegada según corona de destino del viaje (porcentaje por horas). Todos los modos

Hora	Corona A (Almendra)	Corona A (resto)	Corona B	Corona C	Total
0	0,2%	0,2%	0,1%	0,1%	0,2%
1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
4	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%
5	0,2%	0,2%	0,3%	0,1%	0,3%
6	1,0%	1,0%	1,0%	0,5%	1,0%
7	4,5%	3,8%	3,3%	2,3%	3,7%
8	11,5%	10,0%	10,5%	8,9%	10,5%
9	9,7%	8,8%	8,9%	8,9%	9,1%
10	6,2%	4,9%	4,5%	4,6%	5,0%
11	5,9%	5,0%	4,9%	5,5%	5,2%
12	5,9%	5,5%	5,1%	5,1%	5,3%
13	5,5%	5,4%	4,9%	5,2%	5,2%
14	5,9%	6,9%	8,4%	9,5%	7,5%
15	5,4%	6,3%	6,3%	7,2%	6,2%
16	5,5%	6,6%	6,6%	6,5%	6,4%
17	7,0%	7,9%	7,8%	7,5%	7,6%
18	6,9%	7,1%	7,6%	7,9%	7,3%
19	6,7%	7,2%	7,3%	7,5%	7,2%
20	5,5%	6,0%	5,8%	6,4%	5,8%
21	3,7%	3,7%	3,6%	3,4%	3,6%
22	1,7%	2,1%	1,9%	2,0%	1,9%
23	1,0%	1,2%	1,1%	1,1%	1,1%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

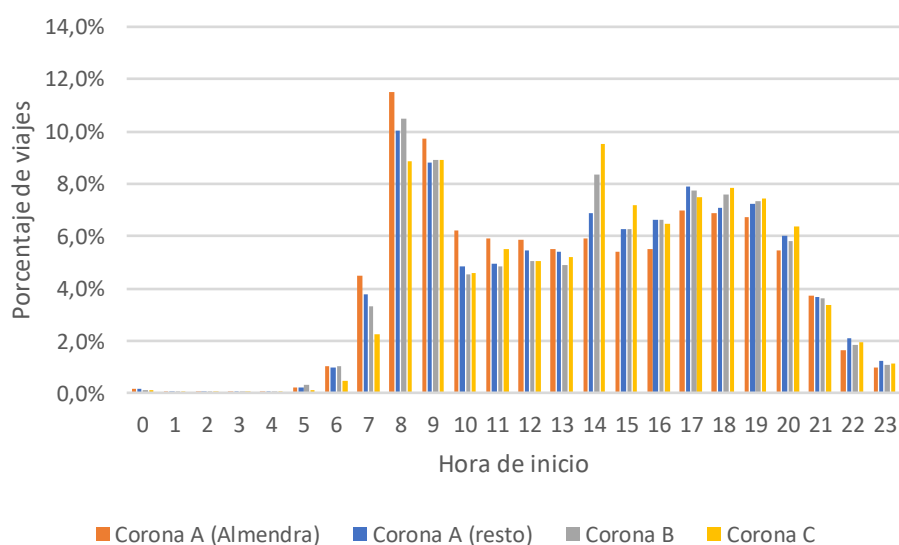


Tabla 61 Viajes por hora de salida según corona de origen del viaje (porcentaje por horas). Modos mecanizados

Hora	Corona A (Almendra)	Corona A (resto)	Corona B	Corona C	Total
0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%
4	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%
5	0,2%	0,6%	0,9%	0,9%	0,7%
6	1,0%	2,7%	3,9%	3,9%	2,9%
7	4,8%	8,4%	8,7%	9,6%	7,8%
8	8,6%	12,1%	12,3%	14,1%	11,5%
9	4,8%	6,6%	6,1%	7,5%	6,1%
10	3,7%	4,1%	3,6%	4,6%	3,9%
11	3,9%	4,2%	3,7%	4,5%	4,0%
12	4,9%	4,4%	3,8%	3,5%	4,2%
13	6,1%	4,7%	4,4%	4,3%	4,8%
14	8,5%	7,4%	7,5%	8,4%	7,8%
15	8,1%	6,8%	6,4%	6,1%	6,9%
16	6,6%	6,7%	7,0%	6,9%	6,8%
17	7,9%	7,8%	7,8%	6,8%	7,8%
18	8,5%	6,9%	7,2%	6,2%	7,3%
19	7,2%	5,9%	6,2%	5,1%	6,2%
20	6,7%	4,8%	4,8%	3,7%	5,1%
21	4,3%	3,0%	2,9%	2,0%	3,1%
22	2,6%	1,8%	1,6%	1,2%	1,8%
23	1,5%	1,0%	0,8%	0,5%	1,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

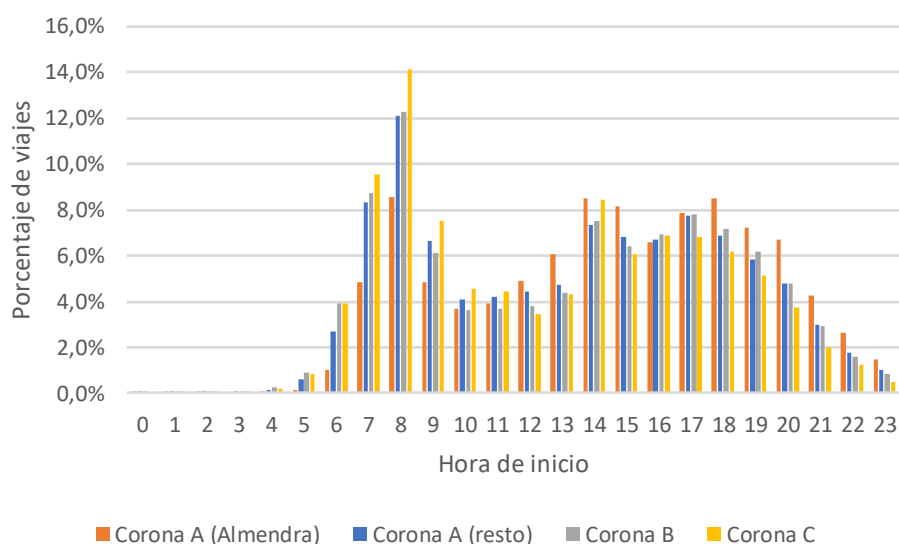


Tabla 62 Viajes por hora de llegada según corona de destino del viaje (porcentaje por horas). Modos mecanizados

Hora	Corona A (Almendra)	Corona A (resto)	Corona B	Corona C	Total
0	0,2%	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%
1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
4	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%
5	0,3%	0,3%	0,4%	0,2%	0,4%
6	1,4%	1,4%	1,5%	0,6%	1,4%
7	6,0%	5,0%	4,6%	2,8%	4,9%
8	13,7%	11,5%	11,6%	9,8%	11,9%
9	10,5%	8,4%	7,9%	7,8%	8,6%
10	6,4%	4,2%	3,7%	3,6%	4,4%
11	5,2%	3,6%	3,5%	3,9%	3,9%
12	4,5%	4,0%	3,6%	4,1%	3,9%
13	4,3%	4,4%	4,1%	4,9%	4,3%
14	5,5%	7,0%	7,3%	9,4%	6,9%
15	5,8%	7,5%	7,6%	8,7%	7,2%
16	5,8%	6,9%	7,4%	7,1%	6,8%
17	6,7%	7,8%	8,2%	7,9%	7,7%
18	6,6%	6,8%	7,7%	7,8%	7,2%
19	6,1%	6,8%	7,2%	6,9%	6,8%
20	4,7%	5,8%	5,9%	6,5%	5,6%
21	3,5%	4,0%	3,9%	3,7%	3,8%
22	1,7%	2,6%	2,3%	2,5%	2,3%
23	1,0%	1,6%	1,4%	1,4%	1,4%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

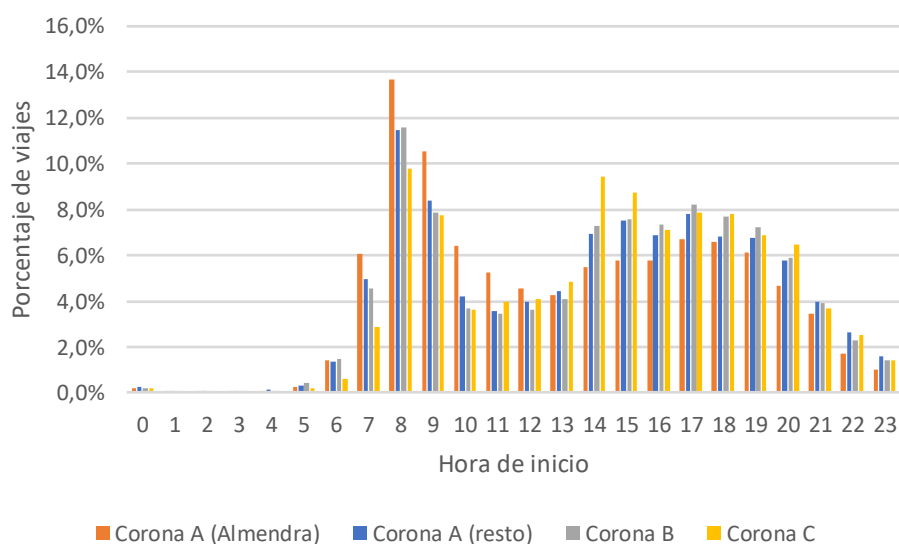


Tabla 63 Viajes por hora de salida según corona de origen del viaje en transporte público (porcentaje por horas)

Hora	Corona A (Almendra)	Corona A (resto)	Corona B	Corona C	Total
0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
4	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%
5	0,1%	0,5%	1,2%	1,4%	0,5%
6	0,9%	2,8%	5,5%	9,7%	2,9%
7	4,1%	9,1%	12,9%	20,3%	8,6%
8	7,2%	11,5%	12,1%	9,1%	10,1%
9	4,2%	7,1%	6,2%	7,6%	5,9%
10	3,9%	4,9%	4,3%	4,9%	4,4%
11	4,1%	5,3%	3,9%	3,4%	4,5%
12	5,4%	4,9%	4,1%	3,7%	4,8%
13	6,7%	5,6%	5,1%	4,2%	5,8%
14	9,3%	8,2%	9,5%	9,1%	8,9%
15	8,9%	7,1%	6,0%	5,9%	7,5%
16	6,5%	6,0%	5,8%	5,1%	6,1%
17	7,7%	6,8%	6,2%	4,6%	6,9%
18	8,6%	6,2%	5,1%	3,9%	6,8%
19	6,9%	5,0%	4,5%	2,6%	5,5%
20	7,0%	4,3%	3,4%	2,4%	5,0%
21	4,5%	2,6%	2,4%	1,3%	3,2%
22	2,7%	1,3%	1,2%	0,6%	1,7%
23	1,3%	0,6%	0,4%	0,3%	0,8%
Total	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

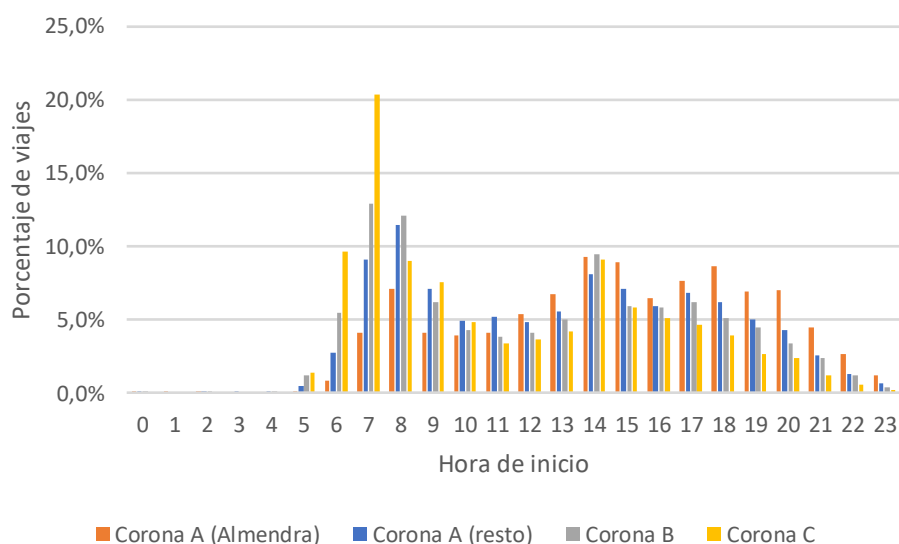


Tabla 64 Viajes por hora de llegada según corona de destino del viaje en transporte público (porcentaje por horas)

Hora	Corona A (Almendra)	Corona A (resto)	Corona B	Corona C	Total
0	0,1%	0,3%	0,2%	0,4%	0,2%
1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
5	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%
6	1,3%	0,8%	0,5%	0,1%	0,9%
7	5,8%	4,0%	3,5%	2,0%	4,4%
8	13,7%	10,3%	10,6%	8,7%	11,5%
9	10,6%	7,6%	6,1%	4,1%	8,2%
10	7,1%	4,8%	3,9%	2,5%	5,3%
11	5,8%	4,2%	3,3%	2,5%	4,5%
12	4,9%	4,5%	3,8%	3,1%	4,4%
13	4,3%	5,6%	4,6%	4,9%	4,9%
14	5,7%	8,2%	8,9%	8,9%	7,5%
15	5,8%	9,1%	9,3%	14,0%	8,1%
16	5,6%	6,7%	8,8%	9,3%	6,9%
17	6,6%	6,9%	6,8%	5,0%	6,7%
18	6,8%	6,3%	6,7%	6,1%	6,6%
19	5,7%	6,2%	7,3%	6,6%	6,3%
20	4,5%	5,7%	6,0%	7,2%	5,4%
21	3,2%	4,4%	4,7%	6,2%	4,1%
22	1,6%	3,0%	2,9%	4,7%	2,5%
23	0,8%	1,6%	2,0%	3,7%	1,5%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

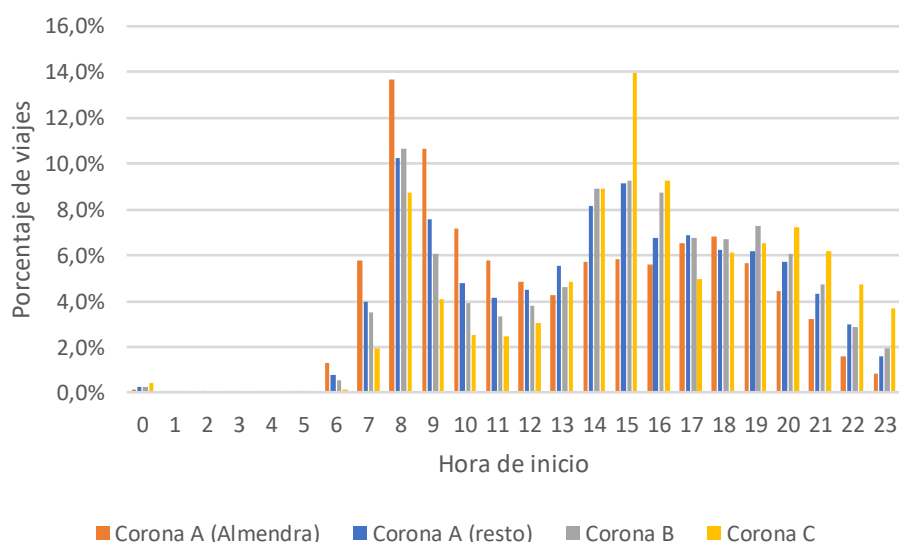


Tabla 65 Viajes por hora de salida según corona de origen del viaje en vehículo privado (porcentaje por horas)

Hora	Corona A (Almendra)	Corona A (resto)	Corona B	Corona C	Total
0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
4	0,2%	0,1%	0,3%	0,2%	0,2%
5	0,3%	0,7%	0,8%	0,8%	0,7%
6	1,3%	2,6%	3,4%	3,1%	2,9%
7	6,2%	7,7%	7,5%	7,4%	7,4%
8	11,2%	12,6%	12,2%	14,4%	12,3%
9	6,0%	6,2%	6,1%	7,6%	6,2%
10	3,1%	3,4%	3,5%	4,7%	3,5%
11	3,5%	3,3%	3,7%	4,8%	3,6%
12	3,8%	4,0%	3,7%	3,6%	3,8%
13	4,7%	4,0%	4,2%	4,4%	4,2%
14	7,2%	6,7%	6,9%	7,8%	7,0%
15	6,9%	6,6%	6,5%	6,1%	6,6%
16	6,8%	7,2%	7,2%	7,2%	7,2%
17	8,2%	8,6%	8,2%	7,4%	8,2%
18	8,4%	7,6%	7,9%	6,7%	7,8%
19	7,8%	6,6%	6,7%	5,6%	6,8%
20	6,3%	5,2%	5,3%	4,0%	5,3%
21	3,9%	3,3%	3,1%	2,2%	3,2%
22	2,5%	2,1%	1,7%	1,3%	1,9%
23	1,6%	1,3%	1,0%	0,5%	1,1%
Total	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

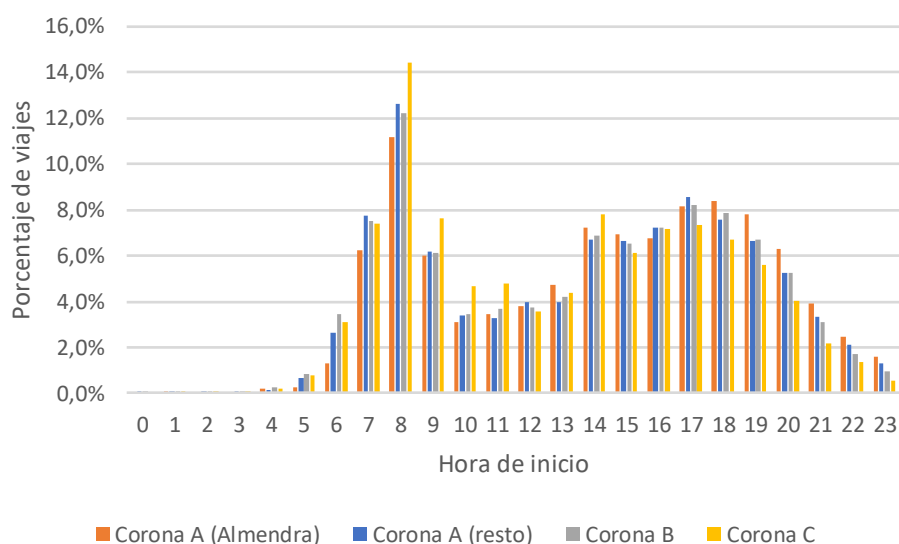


Tabla 66 Viajes por hora de llegada según corona de destino del viaje en vehículo privado (porcentaje por horas)

Hora	Corona A (Almendra)	Corona A (resto)	Corona B	Corona C	Total
0	0,3%	0,3%	0,2%	0,1%	0,2%
1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%
4	0,0%	0,2%	0,1%	0,0%	0,1%
5	0,6%	0,5%	0,6%	0,2%	0,5%
6	1,7%	1,9%	1,7%	0,7%	1,7%
7	6,8%	5,9%	4,9%	3,0%	5,3%
8	14,3%	12,6%	11,6%	9,3%	12,0%
9	10,6%	9,0%	8,4%	8,4%	8,8%
10	5,1%	3,7%	3,7%	3,9%	3,9%
11	4,1%	3,0%	3,5%	4,3%	3,6%
12	3,8%	3,4%	3,6%	4,4%	3,6%
13	4,1%	3,5%	4,0%	5,0%	3,9%
14	4,7%	6,0%	6,8%	9,0%	6,5%
15	5,8%	6,2%	7,1%	7,8%	6,7%
16	6,1%	7,0%	7,0%	6,9%	6,8%
17	6,8%	8,5%	8,6%	8,3%	8,3%
18	6,1%	7,4%	8,0%	8,3%	7,6%
19	7,1%	7,3%	7,3%	7,2%	7,2%
20	5,0%	6,0%	5,9%	6,5%	5,8%
21	3,9%	3,7%	3,7%	3,4%	3,7%
22	1,9%	2,3%	2,1%	2,3%	2,2%
23	1,2%	1,6%	1,2%	1,1%	1,3%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

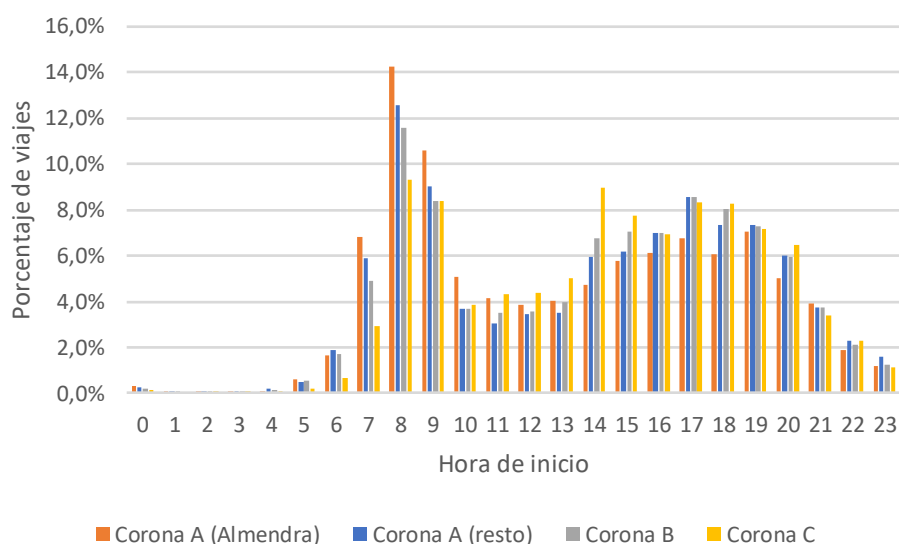


Tabla 67 Viajes por hora de salida según corona de origen del viaje (porcentaje por horas). Viajes por trabajo

Hora	Corona A (Almendra)	Corona A (resto)	Corona B	Corona C	Total
0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%
3	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
4	0,1%	0,3%	0,5%	0,4%	0,3%
5	0,3%	1,4%	2,2%	2,3%	1,5%
6	2,0%	6,1%	8,7%	10,2%	6,4%
7	8,5%	14,8%	15,4%	15,7%	13,6%
8	12,4%	14,2%	12,8%	14,4%	13,1%
9	5,8%	6,8%	5,8%	6,9%	6,1%
10	1,8%	1,8%	1,4%	1,8%	1,6%
11	1,2%	1,3%	1,1%	1,0%	1,2%
12	1,1%	1,6%	1,6%	1,5%	1,5%
13	3,1%	3,2%	3,3%	3,4%	3,2%
14	9,0%	7,1%	7,5%	8,6%	7,8%
15	11,7%	9,6%	9,0%	9,4%	9,9%
16	6,8%	5,4%	5,5%	4,6%	5,8%
17	6,7%	5,6%	5,2%	3,3%	5,6%
18	8,8%	6,3%	6,1%	3,5%	6,7%
19	7,1%	4,7%	4,3%	3,4%	5,1%
20	6,4%	3,8%	3,7%	4,0%	4,4%
21	3,4%	2,5%	2,4%	2,5%	2,7%
22	2,4%	2,2%	2,1%	1,9%	2,2%
23	1,3%	1,3%	1,2%	0,9%	1,3%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

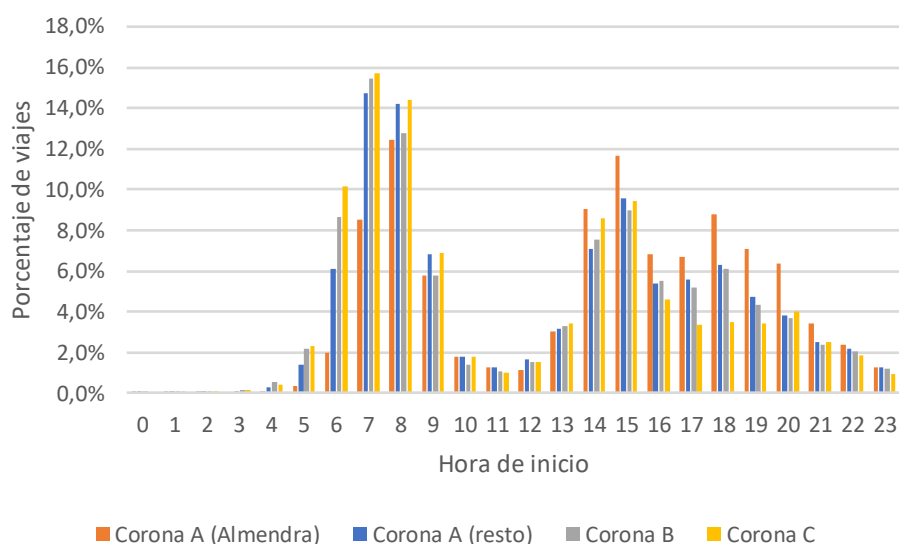


Tabla 68 Viajes por hora de salida según corona de origen del viaje (porcentaje por horas). Viajes por estudios

Hora	Corona A (Almendra)	Corona A (resto)	Corona B	Corona C	Total
0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
6	0,2%	0,3%	0,6%	1,0%	0,4%
7	7,1%	8,3%	8,1%	13,2%	8,4%
8	23,8%	27,5%	30,8%	31,4%	28,8%
9	4,5%	5,5%	5,1%	4,2%	5,1%
10	1,4%	1,1%	0,8%	0,6%	1,0%
11	1,0%	0,9%	0,7%	0,6%	0,8%
12	2,7%	2,3%	1,3%	0,7%	1,8%
13	5,7%	4,8%	3,5%	4,3%	4,3%
14	15,5%	16,1%	20,7%	21,7%	18,6%
15	8,1%	6,3%	6,1%	6,0%	6,5%
16	7,9%	9,1%	8,2%	7,1%	8,4%
17	10,9%	9,7%	8,1%	5,6%	8,9%
18	3,3%	2,8%	2,0%	1,4%	2,4%
19	2,3%	1,9%	1,5%	0,8%	1,7%
20	2,3%	1,7%	1,1%	0,8%	1,5%
21	2,6%	1,2%	1,0%	0,5%	1,2%
22	0,7%	0,3%	0,3%	0,1%	0,3%
23	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

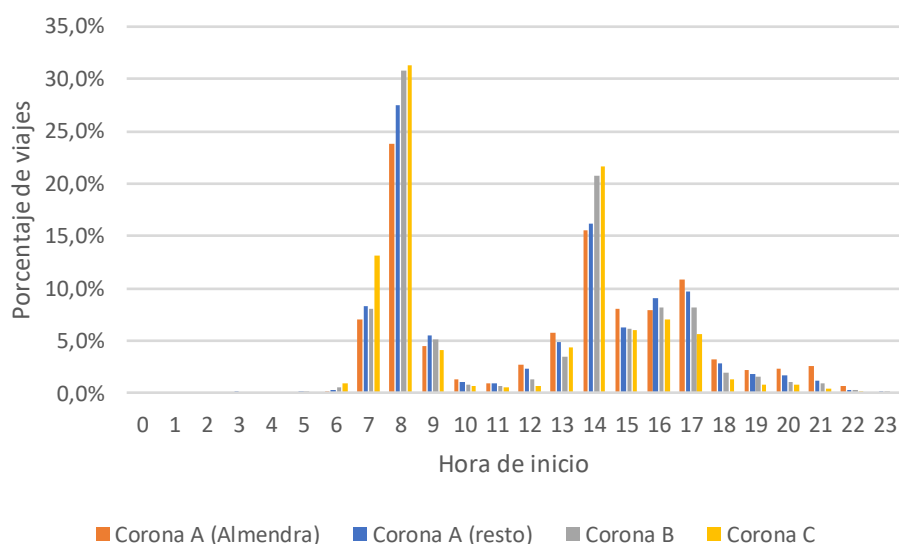
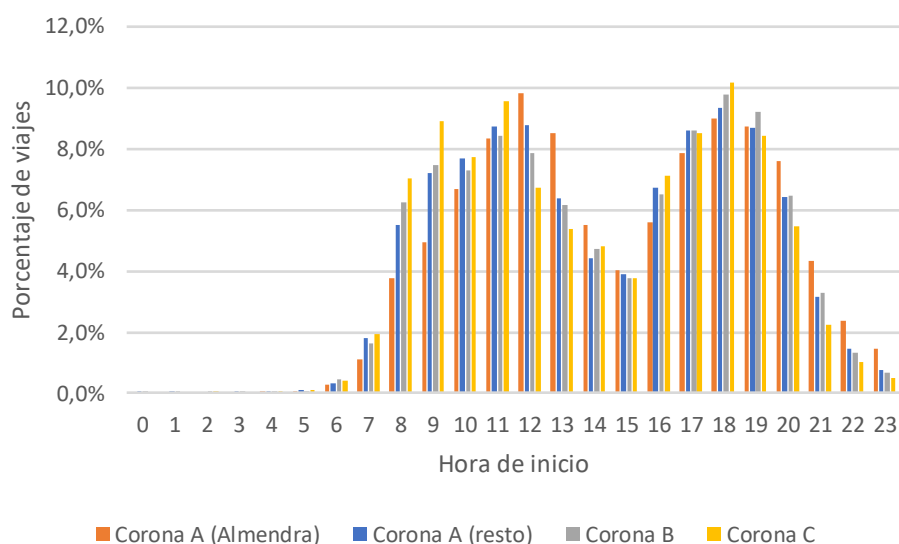


Tabla 69 Viajes por hora de salida según corona de origen del viaje (porcentaje por horas). Movilidad no obligada

Hora	Corona A (Almendra)	Corona A (resto)	Corona B	Corona C	Total
0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
4	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
5	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
6	0,3%	0,3%	0,5%	0,4%	0,4%
7	1,1%	1,8%	1,6%	1,9%	1,6%
8	3,8%	5,5%	6,3%	7,0%	5,6%
9	5,0%	7,2%	7,5%	8,9%	7,0%
10	6,7%	7,7%	7,3%	7,7%	7,3%
11	8,3%	8,7%	8,4%	9,6%	8,6%
12	9,8%	8,8%	7,9%	6,7%	8,5%
13	8,5%	6,4%	6,2%	5,4%	6,6%
14	5,5%	4,4%	4,7%	4,8%	4,8%
15	4,0%	3,9%	3,7%	3,8%	3,9%
16	5,6%	6,7%	6,5%	7,1%	6,4%
17	7,9%	8,6%	8,6%	8,5%	8,5%
18	9,0%	9,3%	9,8%	10,2%	9,5%
19	8,7%	8,7%	9,2%	8,4%	8,9%
20	7,6%	6,4%	6,5%	5,5%	6,6%
21	4,3%	3,2%	3,3%	2,3%	3,4%
22	2,4%	1,4%	1,3%	1,0%	1,6%
23	1,4%	0,8%	0,7%	0,5%	0,8%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%



Apéndice 2. Tablas de códigos

Tabla 70 Códigos aplicados a carreteras en la Comunidad de Madrid

Carretera	Valor EMME	Carretera	Valor EMME	Carretera	Valor EMME
A-1	1	M-122	122	M-215	215
A-2	2	M-123	123	M-217	217
A-3	3	M-124	124	M-219	219
A-4	4	M-126	126	M-22	22
A-42	42	M-127	127	M-220	220
A-5	5	M-128	128	M-221	221
A-51	51	M-129	129	M-222	222
A-6	6	M-12acc	11012	M-224	224
AP-41	10041	M-12acc2	11012	M-225	225
AP-6	10006	M-12lat	11012	M-226	226
M-100	100	M-13	13	M-228	228
M-100r	1100	M-130	130	M-229	229
M-102	102	M-131	131	M-22b	1022
M-103	103	M-132	132	M-23	23
M-104	104	M-133	133	M-230	230
M-106	106	M-134	134	M-231	231
M-108	108	M-135	135	M-232	232
M-109	109	M-136	136	M-233	233
M-11	11	M-137	137	M-234	234
M-111	111	M-139	139	M-236	236
M-111a	1111	M-14	14	M-238	238
M-112	112	M-141	141	M-240	240
M-113	113	M-143	143	M-241	241
M-114	114	M-201	201	M-30	30
M-115	115	M-203	203	M-300	300
M-116	116	M-204	204	M-301	301
M-117	117	M-206	206	M-301a	1301
M-118	118	M-208	208	M-302	302
M-119	119	M-209	209	M-305	305
M-12	10012	M-21	21	M-305a	1305
M-120	120	M-213	213	M-307	307
M-121	121	M-214	214	M-31	31

Carretera	Valor EMME
M-311	311
M-313	313
M-315	315
M-316	316
M-317	317
M-318	318
M-319	319
M-320	320
M-321	321
M-323	323
M-324	324
M-325	325
M-326	326
M-40	40
M-404	404
M-404var	1404
M-405	405
M-406	406
M-407	407
M-408	408
M-409	409
M-410	410
M-411	411
M-413	413
M-415	415
M-417	417
M-419	419
M-421	421
M-423	423
M-425	425
M-430	430
M-45	45

Carretera	Valor EMME
M-500	500
M-501	501
M-501a	1501
M-502	502
M-503	503
M-505	505
M-506	506
M-507	507
M-508	508
M-509	509
M-510	510
M-510v	1510
M-511	511
M-512	512
M-513	513
M-515	515
M-516	516
M-519	519
M-521	521
M-522	522
M-523	523
M-524	524
M-525	525
M-527	527
M-528	528
M-530	530
M-531	531
M-532	532
M-533	533
M-535	535
M-537	537
M-538	538

Carretera	Valor EMME
M-542	542
M-544	544
M-545	545
M-546	546
M-600	600
M-601	601
M-603	603
M-604	604
M-605	605
M-607	607
M-608	608
M-608ant	1608
M-609	609
M-610	610
M-611	611
M-612	612
M-614	614
M-615	615
M-616	616
M-617	617
M-618	618
M-619	619
M-620	620
M-621	621
M-622	622
M-623	623
M-625	625
M-626	626
M-627	627
M-629	629
M-631	631
M-633	633

Tabla 71 Relación entre códigos de aforos semafóricos del Ayuntamiento de Madrid y códigos asignados en EMME

Código aforo semáforos Madrid	Valor EMME	Código aforo semáforos Madrid	Valor EMME	Código aforo semáforos Madrid	Valor EMME
1017	1	6691	41	6876	81
1018	2	6691-7125	42	6877	82
1019	3	6693	43	6891	83
1020	4	6694-6813	44	6896	84
1021-1022	5	6698-6815	45	6897	85
1049	6	6700	46	6897-6673-6674-6672	86
1052-6674-6672	7	6702	47	6914	87
3488-3489	8	6706-6707-6705	48	7117	88
3490-3815	9	6708-6709-6710-10270	49	7121	89
3491-6748-6750	10	6711	50	7122	90
3510	11	6716-6644	51		
3531-6765	12	6720-6721	52		
3532-7123	13	6722-6723-6724	53		
3558	14	6725-6726	54		
3559-6695	15	6732-6733	55		
3560	16	6734-6735	56		
3597	17	6736-6735-6664-10194	57		
3598	18	6736-6735-6664-10194-6192	58		
3599	19	6737-6739-6740	59		
3729-6730-6731-3536	20	6743-6744-6745-6741-10267	60		
3801	21	6749-1049-10179	61		
3816-6670	22	6749-6750	62		
3818-3819	23	6751	63		
3820-6653-10266	24	6753-6754-6755	64		
3821-3822-6713	25	6755-5825	65		
3823-6714	26	6758-6759-6760-6757	66		
3836	27	6766	67		
5427	28	6766-4486	68		
6640-6641	29	6771	69		
6642-6643	30	6772-6704	70		
6645-6715	31	6773-6774	71		
6648-6649	32	6776-6931	72		
6650-6651-6652-6653	33	6800-6768	73		
6654-6655	34	6817	74		
6670	35	6820-6679	75		
6676-6677-6678	36	6840	76		
6683-6684	37	6842	77		
6687-6688	38	6843	78		
6689	39	6845	79		
6690	40	6846	80		

Tabla 72 Estaciones de Aforo Permanentes del Ayuntamiento de Madrid

Nº	ESTACION	Nº	ESTACION
1	Paseo de la Castellana	31	Francos Rodríguez
2	Calle Princesa	32	Calle Toledo
3	Calle Doctor Esquerdo	33	Calle Sinesio Delgado
4	Paseo de San Francisco de Sales	34	Calle Mayor
5	Paseo de Santa María de la Cabeza	35	Calle Arenal
6	Calle Arturo Soria	36	Paseo de la Castellana
7	Avenida de Portugal	37	Calle Costa Rica
8	Calle Gran Vía	38	Avenida Cardenal Herrera Oria
9	Calle Atocha	39	Avenida de la Ilustración (M-30)
10	Avenida de Oporto	40	Calle Raimundo Fernández Villaverde
11	Avenida del Manzanares (M-30)	41	Calle Bravo Murillo
12	Calle José Abascal	42	Avenida General Perón
13	Calle Génova	43	Paseo de Extremadura
14	Calle José Ortega y Gasset	44	Calle Serrano
15	Avenida Reina Victoria	45	Calle Velázquez
16	Calle Alberto Aguilera	46	Avenida de la Albufera
17	Calle Cea Bermúdez	47	Calle Alcalá
18	Avenida Menéndez Pelayo	48	Calle Hermanos García Noblejas
19	Calle Bravo Murillo	49	Avenida de Valladolid
20	Avenida del Manzanares (M-30)	50	Calle López de Hoyos
21	Calle Príncipe de Vergara	51	Avenida Alfonso XIII
22	Calle Ronda de Valencia	52	Avenida Brasilia
23	Paseo de El Prado	53	Calle de Marcelo Usera
24	Calle de Gran Vía de San Francisco	54	Avenida Rafaela Ybarra
25	Calle Hortaleza	55	Calle Alcocer
26	Calle San Bernardo	56	Avenida Arcentales
27	Calle Alcalá	57	Calle Silvano
28	Calle Méndez Álvaro	58	Avenida de Logroño
29	Paseo Infanta Isabel	59	Calle San Cipriano
30	Calle Embajadores	60	Calle Camino de Vinateros

Tabla 73 Itinerarios para los que facilita velocidad de recorrido el Ayuntamiento de Madrid en Informes de Movilidad

Código	Código numérico	Red	VÍA	SENTIDO	Dir.
RE_1_01	1	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Castellana	Colón hasta Raimundo Fdez. Villaverde	N
RE_1_02	2	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Castellana	Raimundo Fdez. Villaverde hasta Colon	S
RE_1_03	3	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Doctor Esquerdo	Conde de Casal hasta Manuel Becerra	N
RE_1_04	4	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Doctor Esquerdo	Manuel Becerra hasta Conde Casal	S
RE_1_05	5	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Pº Sta. Mª de la Cabeza	Atocha hasta M30	S
RE_1_06	6	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Pº Sta. Mª de la Cabeza	M30 hasta Sta Mª de la Cabeza	N
RE_1_07	7	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	José Abascal	Bravo Murillo/Jose Abascal (Jose abascal hasta Caste	E
RE_1_08	8	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Cea Bermúdez	Pz. Cristo Rey hasta Bravo Murillo	E
RE_1_09	9	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Cea Bermúdez	Bravo Murillo hasta Plz Cristo rey	O
RE_1_10	10	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Paseo del Prado-Pº Recoletos	Pz. Colón hasta Pz. Carlos V	O
RE_1_11	11	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Paseo del Prado-Pº Recoletos	Plz Carlos V hasta Colon	E
RE_1_12	12	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Castellana	R. Fernandez Villaverde hasta Pz. Castilla	N
RE_1_13	13	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Castellana	Pz. Castilla hasta R. Fernandez Villaverde	S
RE_1_14	14	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Francisco Silvela	Manuel Becerra hasta Joaquín Costa	N
RE_1_15	15	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Francisco Silvela	Joaquin Costa hasta Manuel Becerra	S
RE_1_16	16	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Avda. de América	Fco Silvela hasta M30	E
RE_1_17	17	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Avda. de América	M30 hasta Fco Silvela	O
RE_1_18	18	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Prolongación de O'Donnell	Doctor Esquerdo hasta M30	E
RE_1_19	19	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Prolongación de O'Donnell	M30 hasta Doctor Esquerdo	O
RE_1_20	20	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Pº de las Delicias	Legazpi hasta Atocha	N
RE_1_21	21	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Joaquín Costa	Lopez de Hoyos hasta Castellana	O
RE_1_22	22	Red estructurante de 1er nivel. Interior M-30	Joaquín Costa	Castellana hasta Lopez de Hoyos	E
RE_2_01	23	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Princesa - Av. Arco de la Victoria	Pz. España hasta Avda. Reyes Católicos	N
RE_2_02	24	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Princesa - Av. Arco de la Victoria	Pz. España hasta Avda. Reyes Católicos	S
RE_2_03	25	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	San Francisco de Sales	Pz. Cristo Rey hasta Av. Pablo Iglesias	E
RE_2_04	26	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	San Francisco de Sales	Av. Pablo Iglesias hasta Pz. Cristo Rey	O
RE_2_05	27	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Gran Vía - Alcalá	Pz. España	N
RE_2_06	28	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Gran Vía - Alcalá	Pz. España hasta Cibeles	S

Código	Código numérico	Red	VÍA	SENTIDO	Dir.
RE_2_07	29	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Alfonso XII	Puerta de Alcalá a Atocha	N
RE_2_08	30	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Alfonso XII	Atocha hasta Puerta de Alcalá	S
RE_2_09	31	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Virgen del Puerto	M30 hasta Ppe Pio	N
RE_2_10	32	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Sagasta-Génova	Gta. Bilbao hasta Pz. Colón	N
RE_2_11	33	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Eloy Gonzalo-Martínez Campos-Hermanos Be	Bravo Murillo hasta Serrano	N
RE_2_12	34	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Alberto Aguilera-Carranza-Marqués de Urqui	Pº Pintor Rosales hasta Gta. Bilbao	N
RE_2_13	35	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Menéndez Pelayo	O'Donnell hasta Ciudad de Barcelona	N
RE_2_14	36	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	San Bernardo-Bravo Murillo	Gta. Cuatro Caminos hasta Carranza	N
RE_2_15	37	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Nazaret-Astros-Estrella Polar	Menéndez Pelayo hasta M30	N
RE_2_16	38	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Príncipe de Vergara	Costa Rica hasta O'Donnell	N
RE_2_17	39	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Ronda de Atocha-Ronda Valencia-Pº de las A	Carlos V hasta Gta. Pirámides	N
RE_2_18	40	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Gran Vía de S. Francisco-Bailén	Plaza de España hasta Pta Toledo	N
RE_2_19	41	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	O'Donnell	Ppe Vergara hasta Doctor Esquerdo	N
RE_2_20	42	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Goya	Colón hasta Doctor Esquerdo	N
RE_2_21	43	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Alcalá - O'Donnell	Cibeles hasta Ppe de Vergara	N
RE_2_22	44	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Méndez Álvaro	Carlos V hasta M30	N
RE_2_23	45	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Méndez Álvaro	M30 hasta Carlos V	S
RE_2_24	46	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Reina Cristina-Avda. del Mediterráneo	Carlos V hasta Conde Casal	N
RE_2_25	47	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Reina Cristina-Avda. del Mediterráneo	Conde de Casal hasta Carlos V	S
RE_2_26	48	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Embajadores	Gta Embajadores hasta Av. Planetario	N
RE_2_27	49	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Embajadores	Avd Planetario hasta Gta. Embajadores	S
RE_2_28	50	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Antonio Machado-Francos Rodríguez	Villamil hasta Av. Mártires Maristas	N
RE_2_29	51	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Antonio Machado-Francos Rodríguez	Martires Maristas hasta Av. Villamil	S
RE_2_30	52	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Toledo	Gta. Pirámides hasta Gta. Puerta Toledo	N
RE_2_31	53	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Toledo	Gta. Puerta de Toledo hasta Piramides	S
RE_2_32	54	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Sinesio Delgado	Av. Miraflores hasta Pº Castellana	N
RE_2_33	55	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Sinesio Delgado	Pº Castellana hasta Av. Miraflores	S
RE_2_34	56	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Avda. del Planetario	Méndez Álvaro hasta Embajadores	N
RE_2_35	57	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Avda. del Planetario	Embajadores hasta Méndez Alvaro	S
RE_2_36	58	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Costa Rica	Castellana hasta M30	N
RE_2_37	59	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Costa Rica	M30 hasta Castellana	S

Código	Código numérico	Red	VÍA	SENTIDO	Dir.
RE_2_38	60	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Antonio Machado-Cesar Manrique	Sinesio Delgado hasta M30	N
RE_2_39	61	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Raimundo Fernandez de Villaverde-Reina Vi	Pº Castellana hasta Av. Pablo Iglesias	N
RE_2_40	62	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Raimundo Fernandez de Villaverde-Reina Vi	Pº Castellana hasta Av. Pablo Iglesias	S
RE_2_41	63	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Bravo Murillo	Cuatro Caminos a Pz. Castilla	S
RE_2_42	64	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Bravo Murillo	Pz. Castilla hasta Cuatro Caminos	N
RE_2_43	65	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	General Perón-Concha Espina-Ramón y Cajal	Orense hasta M30	N
RE_2_44	66	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	General Perón-Concha Espina-Ramón y Cajal	M30 hasta Orense	S
RE_2_45	67	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Serrano	Pz. independencia hasta María de Molina	N
RE_2_46	68	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Velázquez	Alcalá hasta María de Molina	N
RE_2_47	0	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Velázquez	Alcalá hasta María de Molina	S
RE_2_48	69	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Avda. de Valladolid - Pº Florida	Gta. Príncipe Pio hasta Av. Séneca	N
RE_2_49	70	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Avda. de Valladolid - Pº Florida	Av. Séneca hasta Gta. Príncipe Pio	S
RE_2_50	71	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Alfonso XIII	Pz. José Mª Soler hasta A2	N
RE_2_51	72	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Alfonso XIII	A2 hasta la Pz. José Mª Soler	S
RE_2_52	73	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Ciudad de Barcelona	Atocha hasta M30	S
RE_2_53	74	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Ciudad de Barcelona	M30 hasta Atocha	N
RE_2_54	75	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Avda. Pio XII	Costa Rica hasta M30	S
RE_2_55	76	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Avda. Pio XII	M30 hasta Costa Rica	N
RE_2_56	77	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Serrano (Rep Argentina)	María de Molina hasta Ppe. de Vergara	S
RE_2_57	78	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Avda. de Asturias	Plaza Castilla hasta Ginzo de Limia	N
RE_2_58	79	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Avda. de Asturias	Ginzo de Limia hasta Plaza Castilla	S
RE_2_59	80	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Avda. Pablo Iglesias - Ofelia Nieto	Marques de Viana hasta Ofelia Nieto	N
RE_2_60	81	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Avda. Pablo Iglesias - Ofelia Nieto	Reina Victoria hasta Marqués de Viana	S
RE_2_61	82	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Lope de Haro-General Yagüe-Profesor Waks	Villamil hasta Padre Damián	N
RE_2_62	83	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Monforte de Lemos-Pedro Rico	M30 hasta M30	S
RE_2_63	84	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Monforte de Lemos-Pedro Rico	M30 hasta M30	N
RE_2_64	85	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Juan Bravo-Eduardo Dato-Luchana	Fco Silvela hasta Bilbao	N
RE_2_65	86	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Marqués de Viana	Castellana hasta Pº de la Dirección	N
RE_2_66	87	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Marqués de Viana	Pº de la Dirección hasta Castellana	S
RE_2_67	88	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Mauricio Legendre-Enrique Larreta	Mateo Inurria hasta M30	N
RE_2_68	89	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Mauricio Legendre-Enrique Larreta	M30 hasta Mateo Inurria	S

Código	Código numérico	Red	VÍA	SENTIDO	Dir.
RE_2_69	90	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Doctor Esquerdo-Pedro Bosch	Conde Casal hasta Mendez Álvaro	N
RE_2_70	91	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Doctor Esquerdo-Pedro Bosch	Mendez Álvaro hasta Conde Casal	S
RE_2_71	92	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Alcalá	Velazquez hasta Ventas	N
RE_2_72	93	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Alcalá	Ventas hasta Velazquez	S
RE_2_73	94	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Avda. Complutense	Pz. Cardenal Cisneros hasta Sinesio Delgado	N
RE_2_74	95	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Avda. Complutense	Sinesio Delgado hasta Pz. Cardenal Cisneros	S
RE_2_75	96	Red estructurante de 2º nivel. Interior M-30	Santa Engracia	Alonso Martinez y Cuatro Caminos	N
RE_3_01	97	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Arturo Soria	Alcalá hasta Costa Rica	N
RE_3_02	98	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Arturo Soria	Costa Rica hasta Alcalá	S
RE_3_03	99	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Caramuel	Pº Extremadura hasta Vía Carpetana	N
RE_3_04	100	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Caramupl	Vía Carpetana hasta Pº - Extremadura	S
RE_3_05	101	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Oporto-Oca-Ntra. Señora de Valvanera	Gta de los Cármenes hasta Pz. Elíptica	N
RE_3_06	102	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda. de la Peseta	Ctra. Barrio de la Fortuna hasta Vía Lusitona	N
RE_3_07	103	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Herrera Oria	Ventisquero de la Condesa hasta Ctra. del Pardo	N
RE_3_08	104	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Herrera Oria	Ctra. del Pardo hasta Ventisquero de la Condesa	S
RE_3_09	105	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Pº Extremadura	Pte. Segovia hasta A-5	N
RE_3_10	106	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Pº Extremadura	Pte. Segovia hasta A-5	S
RE_3_11	107	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda. Albufera	M30 hasta M40	E
RE_3_12	108	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda. Albufera	M40 hasta M30	O
RE_3_13	109	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Alcalá	M30 hasta A2	E
RE_3_14	110	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Alcalá	A2 hasta M30	O
RE_3_15	111	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Av. Institución Libre de la Enseñanza	Alcalá hasta Pz. de Alsacia	N
RE_3_16	112	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Av. Institución Libre de la Enseñanza	Pz. de Alsacia hasta Alcalá	8
RE_3_17	113	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Afuera de Valverde	Ntra Sra de Valverde hasta M607	N
RE_3_18	114	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Afuera de Valverde	M607 hasta Ntra Sra de Valverde	S
RE_3_19	115	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Marcelo Usera	Pz. Elíptica hasta Gta. de Cádiz	N
RE_3_20	116	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Marcelo Usera	Gta. Cádiz hasta Pz. Elíptica	S
RE_3_21	117	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Antonio Leyva	Pl. Elíptica hasta Gta. Marqués de Vadillo	N
RE_3_22	118	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda. Arcentales	Pz. de Grecia hasta Avda. Institución Libre de Enseñanza	N
RE_3_23	119	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda. Arcentales	Avda. Institución Libre de Enseñanza hasta Pz. de Grecia	S

Código	Código numérico	Red	VÍA	SENTIDO	Dir.
RE_3_24	120	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda Ramón y Cajal-José Silva-Ulises- Moscatelar-Silvano	M30 hasta M40	N
RE_3_25	121	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda de Logroño	M40 y M11	S
RE_3_26	122	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda de Logroño	M11 y M40	N
RE_3_27	123	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Gran Vía del Este	Av. Comunidades hasta Villablanca	S
RE_3_28	124	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Gran Vía del Este	Villablanca hasta Av. Comunidades	N
RE_3_29	125	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Camino Vinateros Avda. Moratalaz	M30 hasta Avda. Moratalaz	S
RE_3_30	126	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Camino Vinateros Avda. Moratalaz	Av. Morazalaz hasta M30	N
RE_3_31	127	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Antonio López-Avda. de Córdoba	Sta Mª de la Cabeza hasta Av. Andalucía	S
RE_3_32	128	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Antonio López-Avda. de Córdoba	Av. Andalucía hasta Sta Mª de la Cabeza	N
RE_3_33	129	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Rafael Finat-Avda. Aguilas-Valmojado	Yébenes hasta Av. Aviación	S
RE_3_34	130	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Rafael Finat-Avda. Aguilas-Valmojado	Av. Aviación hasta Yébenes	N
RE_3_35	131	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Pº Ermita del Santo-Vía Carpetana-Albentos;	M30 hasta Ntra. Señora de Valvanera	N
RE_3_36	132	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Pº Ermita del Santo-Vía Carpetana-Albentos;	Ntra. Señora de Valvanera hasta M30	S
RE_3_37	133	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	General Ricardos-Avda. Carabanchel Alto	M30 hasta M40	S
RE_3_38	134	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	General Ricardos-Avda. Carabanchel Alto	M40 hasta M30	N
RE_3_39	135	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Vía Lusitana	Pz. Elíptica hasta M40	S
RE_3_40	136	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Ventisquero de la Condesa	Herrera Oria hasta M40	N
RE_3_41	137	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Ventisquero de la Condesa	M40 hasta Herrera Oria	s
RE_3_42	138	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda. de los Rosales	Eduardo Barreiros hasta M40	N
RE_3_43	139	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda. de los Poblados	Vía Lusitana hasta Av. Andalucía	N
RE_3_44	140	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda. de los Poblados	Av. Andalucía hasta Vía Lusitana	b
RE_3_45	141	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda. Daroca-Francisco Largo Caballero	Alcalá hasta Av. Institución Libre de Enseñanza	N
RE_3_46	142	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda. Daroca-Francisco Largo Caballero	Av. Institución Libre de Enseñanza hasta Alcalá	S
RE_3_47	143	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Plabo Neruda-Fuente Carrantona	Doctor Gª Tapia hasta Av. Buenos Aires	S
RE_3_48	144	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Plabo Neruda-Fuente Carrantona	Av. Buenos Aires hasta Doctor Gª Tapia	N
RE_3_49	145	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda Buenos Aires-Pío Felipe	Av. Miguel Hernández hasta A3	N
RE_3_50	146	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda Buenos Aires-Pío Felipe	A3 hasta Av. Miguel Hernández	S
RE_3_51	147	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Arturo Soria	Costa Rica hasta M11	N
RE_3_52	148	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Arturo Soria	M11 hasta Costa Rica	S
RE_3_53	149	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Ayacucho	Gran Vía de Hortaleza hasta M40	N
RE_3_54	150	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda de los Andes	A2 hasta M40	N

Código	Código numérico	Red	VÍA	SENTIDO	Dir.
RE_3_55	151	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda de los Andes	M40 hasta A2	S
RE_3_56	152	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	San Romualdo - Veinticinco de Septiembre	Arcentales hasta A2	N
RE_3_57	153	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	San Romualdo - Veinticinco de Septiembre	A2 hasta Arcentales	S
RE_3_58	154	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda Canillejas a Vicalvaro	M40 hasta Alcalá	N
RE_3_59	155	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda Canillejas a Vicalvaro	Alcalá hasta M40	S
RE_3_60	156	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Ing. Emilio Herrera	M40 hasta M11	N
RE_3_61	157	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Ing. Emilio Herrera	M11 hasta M40	S
RE_3_62	158	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda. Guadalajara	Pz Alsacia hasta Av. Canillejas a Vicalvaro	N
RE_3_63	159	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda Moratalaz-Hacienda de Pavones	Ramón Areces hasta M40	N
RE_3_64	160	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda Del Camino de Santiago	Puerto Somport hasta M40	N
RE_3_65	161	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda Del Camino de Santiago	M40 hasta Puerto Somport	s
RE_3_66	162	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda San Luis-Valdetorres del Jarama	M30 hasta Ayacucho	N
RE_3_67	163	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda San Luis-Valdetorres del Jarama	Ayacucho hasta M30	S
RE_3_68	164	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Añastro-Ctra. Estación de Hortaleza	M30 hasta M11	N
RE_3_69	0	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Añastro-Ctra. Estación de Hortaleza	M11 hasta M30	S
RE_3_70	165	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	General Millan Astray-Ctra. Barrio de la Fortina	M40 hasta Rafael Finat	N
RE_3_71	166	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda de los Poblados	Vía Lusitana hasta Ctra de Boadilla	N
RE_3_72	167	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda de los Poblados	Ctra. de Boadilla hasta Vía Lusitana	S
RE_3_73	168	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Embajadores-Ctra. Villaverde a Vallecas	A4 hasta M40	N
RE_3_74	169	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda.de Entrevías	M30 hasta paso bajo vías tren	N
RE_3_75	170	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Marques de Corbera Francisco Villaoscusa-Ascao-Julián Camanillo	M30 hasta San Romualdo	N
RE_3_76	171	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Marques de Corbera Francisco Villaoscusa-Ascao-Julián Camanillo	San Romualdo hasta M-30	S
RE_3_77	172	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Niceto Alcalá Zamora	M30 hasta A1	N
RE_3_78	173	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda Santo Domingo de la Calzada	A1 hasta Castillo de Candanchú	N
RE_3_79	174	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Herrera Oria	Ventisquero de la Condesa hasta Llano Castellano	N
RE_3_80	175	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Herrera Oria	Llano Castellano hasta Ventisquero de la Condesa	S
RE_3_81	176	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda Arroyo del Fresco	Rosalía de Castro hasta Monasterio de Silos	N
RE_3_82	177	Red estructurante de 2º nivel. Entre M-30 y M40	Avda Arroyo del Fresco	Monasterio de Silos hasta Rosalía de Castro	S
RE_4_01	178	Red estructurante de 2º nivel. Fuera de M-40	Eduardo Barreiro-San Jenaro	M40 hasta Gran Vía de Villaverde	S
RE_4_02	179	Red estructurante de 2º nivel. Fuera de M-40	Avda. del Mayorazgo	Ctra de Villaverde a Vallecas hasta la M45	N

Código	Código numérico	Red	VÍA	SENTIDO	Dir.
RE_4_03	180	Red estructurante de 2º nivel. Fuera de M-40	Avda. del Mayorazgo	M45 hasta la Ctra. de Villaverde a Vallecas	S
RE_2_99	181	Red estructurante de 2º nivel. Fuera de M-40	Juan Bravo-Eduardo Dato-Luchana	Bilbao hasta Fco Silvela	S
RE_4_05	182	Red estructurante de 2º nivel. Fuera de M-40	Avda. Logroño	M11 hasta M13	N
RE_4_06	183	Red estructurante de 2º nivel. Fuera de M-40	Avda. Logroño	M13 hasta M11	S
RE_4_07	184	Red estructurante de 2º nivel. Fuera de M-40	Avda. de la Democracia	A3 hasta Camino Viejo de Vicálvaro	N
RE_4_08	185	Red estructurante de 2º nivel. Fuera de M-40	Avda. de la Democracia	Camino Viejo de Vicálvaro hasta A3	S
RE_4_09	186	Red estructurante de 2º nivel. Fuera de M-40	Villablanca	Vicalvarada hasta Gran Vía del Este	N
RE_4_10	187	Red estructurante de 2º nivel. Fuera de M-40	Villablanca	Gran Vía del Este hasta Vicalvarada	S
RE_4_11	188	Red estructurante de 2º nivel. Fuera de M-40	Avda. Andalucía	M40 hasta M45	N
RE_4_12	189	Red estructurante de 2º nivel. Fuera de M-40	Avda. Andalucía	M45 hasta M40	S
RE_4_13	190	Red estructurante de 2º nivel. Fuera de M-40	San Jaime-Ctra. Villaverde a Vallecas	Sierra de Guadalupe hasta Av. Mayorazgo	N
RE_4_14	191	Red estructurante de 2º nivel. Fuera de M-40	Sierra de Guadalupe-Real de Arganda	Federico Gª Lorca hasta Peñaranda de Bracamonte	N
RE_4_15	192	Red estructurante de 2º nivel. Fuera de M-40	Sierra de Guadalupe-Real de Arganda	Peñaranda de Bracamonte hasta Federico Gª Lorca	S
RE_4_16	193	Red estructurante de 2º nivel. Fuera de M-40	Avda. del Ensanche de Vallecas	Real de Arganda hasta Gran Vía del Sureste	N
RE_4_17	194	Red estructurante de 2º nivel. Fuera de M-40	Avda. del Ensanche de Vallecas	Gran Vía del Sureste hasta Real de Arganda	S
RE_4_18	195	Red estructurante de 2º nivel. Fuera de M-40	Osa Mayor-Camino del Barrial	Hoces del Hermida hasta Fernando Lázaro Carreter	N

Apéndice 3. Aforos de tráfico utilizados en la calibración

El contenido de este apéndice se amplía con la información del archivo html adjunto al documento denominado “Ap3_aforos_ampliacion.html”

Tabla 74 Datos de aforos de tráfico (día medio laborable febrero a mayo de 2018) y su comparación con el valor estimado (en vehículos equivalentes)

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
14787-14858	A-1	14,2	M-38-0	8.953	8.848	1	9.103	7.727	15
14916-14858	A-1	14,2	M-38-0	7.363	7.399	0	8.409	7.385	12
15367-15757	A-1	17,84	M-270-0	6.371	6.277	1	5.615	4.373	18
15757-15367	A-1	17,84	M-270-0	6.249	5.849	5	6.856	6.561	4
15708-15782	A-1	22	M-94-0	3.742	3.637	2	3.929	2.600	23
15782-15708	A-1	22	M-94-0	3.503	3.720	4	4.943	4.734	3
15598-15631	A-1	32,09	M-92-0	2.208	2.429	5	3.630	3.816	3
15631-15598	A-1	32,09	M-92-0	2.002	2.283	6	3.399	1.444	40
15831-15862	A-1	41	M-95-0	1.370	1.336	1	1.526	1.574	1
15862-15831	A-1	41	M-95-0	1.199	1.307	3	2.848	765	49
15486-15624	A-1	47,25	M-125-0	1.644	986	18	1.394	720	21
15624-15486	A-1	47,25	M-125-0	1.522	938	17	3.552	657	63
15864-18941	A-1	88,3	M-97-0	278	743	21	205	338	8
18941-15864	A-1	88,3	M-97-0	274	774	22	136	334	13
15410-19173	A-2	8,25	M-784-0	6.020	6.096	1	5.365	5.740	5
19173-15410	A-2	8,25	M-84-0	5.145	5.284	2	5.795	5.581	3
16114-19022	A-2	16	M-785-0	6.400	7.008	7	6.694	6.124	7
19022-16114	A-2	16	M-85-0	4.975	4.927	1	7.193	3.629	48

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
16193-16246	A-2	17,3	M-743-0	5.691	5.418	4	5.406	4.163	18
16246-16193	A-2	17,43	M-343-0	4.698	4.260	7	7.148	3.167	55
16282-16309	A-2	19	M-786-0	8.546	8.186	4	8.087	7.207	10
16309-16282	A-2	19	M-86-0	8.171	8.139	0	8.976	6.797	25
16467-16537	A-2	23,07	M-155-0	8.031	7.925	1	7.619	6.637	12
16537-16467	A-2	23,07	M-155-0	7.231	7.194	0	7.313	6.166	14
16593-16599	A-2	27	M-104-0	6.467	6.117	4	5.872	5.570	4
16599-16593	A-2	27	M-104-0	5.153	3.779	21	5.149	3.116	32
16630-16659	A-2	29	M-304-0	7.397	7.310	1	6.494	6.143	4
16659-16630	A-2	29	M-304-0	6.765	6.785	0	7.231	6.775	5
16887-16917	A-2	36,5	M-345-0	4.888	4.870	0	4.223	3.908	5
16917-16887	A-2	36,5	M-345-0	4.985	4.876	2	4.890	4.713	3
16920-19421	A-2	38,71	M-107-0	3.615	3.848	4	3.221	3.430	4
19421-16920	A-2	38,71	M-107-0	3.822	3.983	3	3.367	3.451	1
15138-14965	A-3	6,18	M-108-0	7.243	6.736	6	7.720	7.777	1
14905-14965	A-3	17,3	M-743-0	6.897	5.585	17	5.511	4.809	10
15548-18918	A-3	9,03	M-139-0	7.381	7.140	3	6.255	5.554	9
18918-15548	A-3	9,03	M-139-0	6.196	6.368	2	6.668	6.816	2
15770-15849	A-3	12,23	M-43-0	4.657	5.696	14	5.078	4.831	4
15909-15952	A-3	15,68	M-44-0	4.890	4.526	5	4.769	3.975	12
15952-15909	A-3	15,68	M-44-0	4.405	4.105	5	4.929	4.200	11

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
16052-16149	A-3	18,87	M-267-0	3.708	3.941	4	3.754	3.193	10
16149-16052	A-3	18,87	M-267-0	3.515	2.963	10	3.843	3.356	8
16192-16260	A-3	21,65	M-45-0	3.217	2.886	6	3.802	2.539	22
16260-16192	A-3	21,65	M-45-0	3.439	3.629	3	3.711	3.672	1
16333-16423	A-3	24,65	M-109-0	2.446	2.157	6	2.338	1.761	13
16490-16583	A-3	30,09	M-151-0	1.486	1.339	4	1.367	843	16
16583-16490	A-3	30,09	M-151-0	1.581	1.314	7	1.671	1.366	8
16911-16915	A-3	48,54	M-132-0	931	1.063	4	1.274	393	31
16915-16911	A-3	48,54	M-132-0	978	1.078	3	812	623	7
16995-17005	A-3	60,08	M-153-0	620	897	10	467	532	3
17005-16995	A-3	60,08	M-153-0	672	1.002	11	544	772	9
14081-18482	A-4	5,44	M-920-0	5.892	5.025	12	6.040	5.396	9
18482-14081	A-4	5,44	M-920-0	5.503	7.059	20	6.207	6.030	2
14124-14242	A-4	8,265	M-999-0	3.690	4.677	15	3.805	3.898	1
14242-14124	A-4	8,265	M-999-0	3.896	4.360	7	3.984	3.564	7
13755-13770	A-4	12,08	M-342-0	5.701	5.620	1	5.763	5.338	6
13770-13755	A-4	12,08	M-342-0	6.139	6.293	2	5.309	5.586	4
13781-13788	A-4	14,65	M-46-0	4.662	4.568	1	3.790	3.149	11
13788-13781	A-4	14,65	M-46-0	4.695	5.244	8	4.518	5.469	13
13807-13808	A-4	18,875	M-990-0	6.610	7.226	7	5.740	5.545	3
13808-13807	A-4	18,875	M-990-0	6.479	6.319	2	6.815	6.122	9

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
14117-14148	A-4	25,9	M-905-0	4.692	4.128	8	4.067	3.272	13
14552-18074	A-4	36,875	M-917-0	2.737	2.613	2	2.329	2.156	4
18074-14552	A-4	36,875	M-917-0	3.340	3.318	0	2.991	2.757	4
14707-15007	A-4	49,14	M-975-0	1.610	1.771	4	1.110	1.505	11
15007-14707	A-4	49,14	M-975-0	1.582	1.809	6	1.141	1.107	1
12877-12886	A-42	5,88	M-565-0	5.929	5.973	1	5.459	5.475	0
12845-18873	A-42	7,64	M-269-0	3.377	2.625	14	3.171	2.512	12
18873-12845	A-42	7,64	M-269-0	5.128	5.176	1	4.706	4.435	4
12685-12748	A-42	11	M-344-0	6.192	5.825	5	6.727	5.276	19
12748-12685	A-42	11	M-344-0	4.972	4.772	3	4.889	3.823	16
12525-12538	A-42	13,81	M-47-0	4.903	5.920	14	4.455	4.760	4
12538-12525	A-42	13,81	M-47-0	4.639	5.621	14	4.430	4.991	8
12499-12545	A-42	14,99	M-48-0	4.280	4.097	3	4.481	3.722	12
12545-12499	A-42	14,99	M-48-0	5.397	5.881	6	4.705	5.097	6
12352-12396	A-42	16	M-26-0	5.298	3.501	27	6.791	3.532	45
12396-12352	A-42	16	M-26-0	5.011	3.241	28	5.792	2.517	51
11772-11826	A-42	23,9	M-133-0	2.160	2.656	10	1.791	2.183	9
11826-11772	A-42	23,9	M-133-0	2.340	3.057	14	1.540	1.536	0
11482-11587	A-5	11,09	M-266-0	4.096	3.864	4	4.749	2.952	29
11587-11482	A-5	11,09	M-266-0	4.986	4.905	1	3.174	3.075	2
11264-11348	A-5	14,04	M-30-0	7.049	6.986	1	8.033	6.598	17

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
11348-11264	A-5	14,04	M-30-0	7.129	6.739	5	5.632	4.909	10
11099-11176	A-5	15,8	M-832-0	5.002	4.943	1	5.123	4.626	7
11176-11099	A-5	15,8	M-732-0	3.733	3.341	7	3.904	2.671	22
10591-10671	A-5	24	M-33-0	2.707	1.982	15	3.314	2.277	20
10671-10591	A-5	24	M-33-0	2.613	2.417	4	1.925	1.640	7
10470-10516	A-5	29,21	M-566-0	2.958	3.150	3	3.807	3.646	3
10516-10470	A-5	29,21	M-566-0	2.824	2.917	2	1.918	1.869	1
10280-10335	A-5	32,22	M-58-0	1.926	2.135	5	2.069	2.314	5
10335-10280	A-5	32,22	M-58-0	1.867	2.053	4	1.200	1.450	7
10259-10280	A-5	33,78	M-56-0	1.347	1.827	12	1.155	2.156	25
10280-10259	A-5	33,78	M-56-0	1.388	1.916	13	694	1.224	17
11482-11752	A-5R	1,6	M-567-0	6.165	5.658	7	6.672	5.865	10
11752-11482	A-5R	1,6	M-567-0	5.515	5.173	5	4.615	3.918	11
12436-12308	A-6	7,56	M-568-0	5.812	6.370	7	3.873	4.549	10
11548-11477	A-6	12,07	M-55-0	6.279	6.122	2	5.970	5.924	1
11548-11689	A-6	12,07	M-55-0	6.159	6.773	8	6.580	6.183	5
11222-11334	A-6	16,52	M-265-0	6.023	5.669	5	6.332	5.142	16
10987-19752	A-6	21	M-761-0	4.012	4.252	4	3.294	3.440	3
19752-10987	A-6	21	M-861-0	4.711	5.430	10	4.229	4.723	7
10714-10781	A-6	27,5	M-862-0	5.335	5.449	2	7.268	7.215	1
10781-10714	A-6	27,5	M-762-0	5.560	5.699	2	3.675	3.388	5

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
10471-10495	A-6	38	M-355-0	3.795	3.910	2	4.459	4.292	3
10495-10471	A-6	38	M-355-0	3.859	4.120	4	2.606	2.413	4
18245-18246	M-100	11	109	639	550	4	802	542	10
18246-18245	M-100	11	109	724	677	2	1.059	1.372	9
15876-15929	M-100	23	123	1.827	1.798	1	1.868	1.662	5
15929-15876	M-100	23	123	1.222	790	14	1.487	519	31
16572-16590	M-100	0.000	111	343	749	17	702	613	3
16107-16249	M-102	3	140	238	131	8	623	93	28
16195-16170	M-103	5	158	318	384	4	466	857	15
16212-16220	M-103	6	125	398	514	5	556	1.003	16
16220-16212	M-103	6	125	339	482	7	403	468	3
16204-16214	M-103	11	129	239	388	8	484	585	4
16214-16204	M-103	11	129	379	385	0	381	256	7
16205-20238	M-103	16	141	569	517	2	691	833	5
20238-16205	M-103	16	141	444	530	4	402	260	8
16210-20239	M-103	20	135	394	388	0	536	192	18
20239-16210	M-103	20	135	363	401	2	350	621	12
12398-14591	M-104	10	608	132	181	4	260	266	0
14591-12398	M-104	10	608	135	205	5	189	391	12
16340-16378	M-108	8	107	396	479	4	444	375	3
16378-16340	M-108	8	107	306	497	10	922	963	1

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
14493-14799	M-11	2,02	M-126-0	4.331	4.003	5	3.441	3.496	1
14799-14493	M-11	2,02	M-126-0	5.145	4.915	3	5.266	5.155	2
15224-18229	M-11	4,13	M-570-0	3.298	2.970	6	5.080	4.134	14
18229-15224	M-11	4,13	M-570-0	2.561	2.378	4	2.478	2.255	5
15600-15686	M-11	7,76	M-127-0	2.517	1.947	12	1.996	1.749	6
15686-15600	M-11	7,76	M-127-0	3.132	2.753	7	4.019	3.460	9
15929-15930	M-111	15	2103	928	891	1	785	559	9
15930-15929	M-111	15	2103	545	207	17	641	111	27
18237-15976	M-111	18	104	371	663	13	376	327	3
16518-16584	M-113	12	130	265	208	4	414	94	20
16584-16518	M-113	12	130	256	216	3	514	430	4
16611-16620	M-113	25	131	133	117	1	295	224	4
16620-16611	M-113	25	131	145	114	3	206	62	12
16274-16341	M-114	3	119	169	190	2	393	272	7
16341-16274	M-114	3	119	185	175	1	212	152	4
16902-16907	M-116	2	113	749	570	7	1.059	557	18
16907-16902	M-116	2	113	813	652	6	615	978	13
16663-16876	M-116	8	115	64	122	6	102	86	2
16876-16663	M-116	8	115	62	120	6	107	152	4
16242-16285	M-117	1	134	30	436	27	20	173	16
16285-16242	M-117	1	134	27	433	27	26	800	38

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
16541-16566	M-118	2	117	223	308	5	347	310	2
16566-16541	M-118	2	117	270	289	1	421	326	5
16654-16659	M-119	1	110	550	710	6	706	740	1
16659-16654	M-119	1	110	540	759	9	574	489	4
16674-16789	M-119	8	116	24	319	23	76	491	25
16789-16674	M-119	8	116	17	316	23	9	169	17
16869-16870	M-121	3	112	281	603	15	252	724	21
16870-16869	M-121	3	112	258	589	16	474	422	2
16278-16357	M-123	3	128	98	290	14	147	218	5
16357-16278	M-123	3	128	184	285	7	260	438	10
16553-18242	M-123	9	132	5	106	13	16	211	18
18242-16553	M-123	9	132	13	104	12	10	91	11
15744-15817	M-13	1,5	M-571-0	1.584	1.698	3	1.576	1.610	1
15817-15744	M-13	1,5	M-571-0	1.759	1.697	1	2.568	2.133	9
15747-18864	M-14	0,76	M-572-0	4.745	4.853	2	4.710	3.565	18
18864-15747	M-14	0,76	M-572-0	4.595	4.210	6	5.932	4.407	21
15811-15845	M-14	2,57	M-573-0	4.172	3.387	13	4.675	3.707	15
15845-15811	M-14	2,57	M-573-0	4.076	3.331	12	3.109	2.651	9
15999-16095	M-203	6	276	145	449	18	157	519	20
16317-16508	M-203	13	214	423	740	13	791	1.021	8
16508-16317	M-203	13	214	322	762	19	584	966	14

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
16508-16565	M-203	17	280	923	937	0	1.453	1.203	7
16565-16508	M-203	17	280	750	888	5	1.092	1.141	1
16874-16894	M-204	1	238	287	234	3	581	325	12
16894-16874	M-204	1	238	291	238	3	319	156	11
16903-16935	M-204	6	250	192	131	5	443	88	22
16935-16903	M-204	6	250	200	137	5	180	183	0
16987-16989	M-204	16	255	76	47	4	105	50	6
16989-16987	M-204	16	255	94	49	5	201	42	14
16852-19133	M-204	23	231	955	924	1	1.186	1.230	1
19133-16852	M-204	23	231	860	890	1	1.123	603	18
16864-16882	M-204	41	272	825	480	14	952	324	25
16882-16864	M-204	41	272	894	483	16	1.400	692	22
16564-16569	M-206	1	217	626	425	9	861	336	21
16569-16564	M-206	1	217	663	403	11	929	556	14
16508-16551	M-206	5	286	784	775	0	996	938	2
16154-18948	M-206	15	283	810	752	2	2.399	523	49
16436-16410	M-206	8	215	542	1.029	17	820	1.297	15
16411-16427	M-208	1	211	401	313	5	412	317	5
16427-16411	M-208	1	211	393	292	5	398	309	5
16335-16411	M-208	5	277	401	520	6	412	557	7
16411-16335	M-208	5	277	393	506	5	398	455	3

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
16288-16289	M-208	9	212	535	798	10	763	706	2
16289-16288	M-208	9	212	544	689	6	1.006	651	12
16523-16607	M-209	3	220	303	502	10	429	811	15
16607-16523	M-209	3	220	291	502	11	283	311	2
16734-16898	M-209	10	236	70	208	12	146	109	3
16898-16734	M-209	10	236	57	210	13	54	348	21
15924-15965	M-21	4,05	M-87-0	2.757	2.451	6	2.472	2.136	7
15965-15924	M-21	4,05	M-87-0	2.815	2.990	3	3.691	3.439	4
16428-16489	M-217	3	218	199	315	7	185	576	20
16489-16428	M-217	3	218	114	278	12	256	222	2
16591-16752	M-219	2	225	222	238	1	334	181	10
16752-16591	M-219	2	225	224	231	0	300	387	5
16806-16895	M-219	7	235	167	99	6	284	46	19
16895-16806	M-219	7	235	160	107	5	137	205	5
16655-18969	M-220	8	223	39	136	10	46	199	14
18969-16655	M-220	8	223	44	135	10	80	152	7
16759-16820	M-220	22	233	133	124	1	99	113	1
16820-16759	M-220	22	233	119	121	0	208	120	7
16718-16901	M-221	2	224	31	61	4	68	68	0
16901-16718	M-221	2	224	30	80	7	20	73	8
16898-16901	M-224	10	281	135	57	8	221	61	13

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
16901-16898	M-224	10	281	127	55	8	169	76	8
16895-19858	M-224	18	284	308	159	10	351	257	5
19858-16895	M-224	18	284	288	165	8	424	91	21
16647-16673	M-224	22	203	321	461	7	325	387	3
16673-16647	M-224	22	203	397	389	0	473	464	0
16565-16647	M-224	26	285	382	641	11	478	890	16
16647-16565	M-224	26	285	512	707	8	556	572	1
16596-16622	M-225	2	237	170	217	3	179	153	2
16622-16596	M-225	2	237	207	254	3	290	450	8
16638-16668	M-225	4	228	179	318	9	192	446	14
16668-16638	M-225	4	228	179	254	5	238	197	3
16759-16908	M-225	8	266	60	84	3	136	56	8
16908-16759	M-225	8	266	54	85	4	48	143	10
16951-16954	M-226	6	274	364	377	1	359	588	11
16954-16951	M-226	6	274	375	373	0	338	163	11
14796-15175	M-23	1,59	M-68-0	4.137	4.353	3	2.937	2.850	2
15175-14796	M-23	1,59	M-68-0	3.387	3.674	5	3.352	3.994	11
17005-17013	M-240	5	243	113	72	4	228	83	12
17013-17005	M-240	5	243	115	75	4	91	91	0
16507-16509	M-300	5	278	156	490	19	222	364	8
16509-16507	M-300	5	278	189	429	14	254	586	16

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
16509-16581	M-300	9	219	179	325	9	294	400	6
16581-16509	M-300	9	219	216	352	8	345	482	7
16681-16733	M-300	26	282	974	880	3	1.185	470	25
16733-16681	M-300	26	282	835	874	1	1.129	1.209	2
16573-16586	M-300	30	229	2.032	2.178	3	2.312	2.098	5
16586-16573	M-300	30	229	2.027	1.747	6	3.091	1.368	36
14662-14919	M-301	6	300	413	246	9	708	607	4
14919-14662	M-301	6	300	335	227	6	518	180	18
15301-19260	M-301	11	306	318	227	6	412	629	9
19260-15301	M-301	11	306	230	209	1	440	108	20
16407-16466	M-302	7	317	26	121	11	76	168	8
16466-16407	M-302	7	317	28	128	11	28	76	7
16601-16829	M-302	13	340	95	64	3	274	57	17
16829-16601	M-302	13	340	89	63	3	25	54	5
15531-15861	M-305	4	321	109	135	2	203	82	10
15861-15531	M-305	4	321	292	132	11	332	176	10
16138-16276	M-305	16	325	53	128	8	153	81	7
16276-16138	M-305	16	325	148	124	2	172	134	3
15518-15727	M-307	8	312	296	196	6	400	152	15
15727-15518	M-307	8	312	306	213	6	532	359	8
14989-15206	M-31	3	M-575-0	2.249	1.905	8	1.952	2.621	14

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
15206-14989	M-31	3	M-575-0	1.457	1.964	12	2.449	3.183	14
14790-14989	M-31	0.900	M-574-0	2.705	2.163	11	3.924	2.893	18
14989-14790	M-31	0.900	M-574-0	3.694	1.903	34	4.053	2.421	29
19813-19814	M-311	23	329	99	114	1	69	111	4
19814-19813	M-311	23	329	113	115	0	198	70	11
16481-16486	M-313	1	316	353	174	11	483	271	11
16486-16481	M-313	1	316	309	165	9	324	79	17
15184-18187	M-40	5,26	M-99-0	6.358	6.142	3	6.665	6.404	3
18187-15184	M-40	5,26	M-99-0	6.064	5.849	3	5.392	4.561	12
14731-14985	M-40	17,5	M-113-0	6.134	6.457	4	6.224	4.291	27
14985-14731	M-40	17,5	M-113-0	6.435	6.653	3	5.584	5.798	3
13030-13279	M-40	23,85	M-115-0	6.203	7.668	18	6.012	6.167	2
18104-12469	M-40	26,64	M-119-0	4.361	5.317	14	4.262	4.537	4
11364-11639	M-40	35,43	M-73-0	3.657	2.985	12	2.863	2.271	12
11639-11364	M-40	35,43	M-73-0	2.979	2.313	13	4.195	2.857	23
11364-11403	M-40	36,9	M-773-0	2.680	1.860	17	3.529	2.721	14
11407-11517	M-40	43,51	M-122-0	4.169	3.502	11	5.610	3.323	34
11517-11407	M-40	43,51	M-122-0	5.900	5.721	2	5.433	5.554	2
11885-18180	M-40	47,82	M-197-0	6.100	5.547	7	6.379	6.072	4
18180-11885	M-40	47,82	M-197-0	5.237	4.392	12	7.752	4.771	38
12634-18181	M-40	54,71	M-124-0	5.685	5.797	1	7.165	6.702	6

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
18181-12634	M-40	54,71	M-124-0	6.058	6.115	1	6.646	6.923	3
13986-18182	M-40	58,69	M-1-0	5.061	4.790	4	7.312	6.029	16
18182-13986	M-40	58,69	M-1-0	5.951	5.987	0	5.673	5.413	3
14840-18183	M-40	0.990	M-63-0	4.282	3.485	13	6.181	5.298	12
18183-14840	M-40	0.990	M-63-0	3.742	3.040	12	3.991	3.520	8
10335-10351	M-404	1	423	412	474	3	361	496	7
10351-10335	M-404	1	423	414	488	3	731	519	8
10537-10652	M-404	10	424	419	211	12	636	170	23
10652-10537	M-404	10	424	394	217	10	304	311	0
11081-11157	M-404	18	440	471	501	1	489	622	6
11157-11081	M-404	18	440	374	454	4	525	447	4
11429-11631	M-404	23	435	277	545	13	483	778	12
11631-11429	M-404	23	435	249	518	14	270	430	9
11708-11781	M-404	25	432	699	801	4	701	910	7
11781-11708	M-404	25	432	687	799	4	986	986	0
12051-13096	M-404	30	433	446	513	3	517	569	2
13096-12051	M-404	30	433	471	506	2	647	774	5
14443-14974	M-404	38	310	850	885	1	874	852	1
14974-14443	M-404	38	310	908	940	1	1.102	732	12
15518-18960	M-404	43	313	397	296	5	883	207	29
18960-15518	M-404	43	313	319	296	1	245	342	6

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
16148-18962	M-404	51	346	138	105	3	175	84	8
18962-16148	M-404	51	346	150	102	4	334	120	14
16877-16929	M-404	73	333	219	127	7	478	83	24
16929-16877	M-404	73	333	211	123	7	163	151	1
11254-11276	M-405	6	427	429	441	1	756	524	9
11276-11254	M-405	6	427	448	477	1	385	376	0
11653-11691	M-406	2	437	1.122	999	4	1.125	1.105	1
11691-11653	M-406	2	437	1.493	1.553	2	1.078	1.109	1
11664-11653	M-406	3	442	1.693	1.938	6	1.640	1.550	2
12326-12388	M-406	9	414	2.739	1.484	27	3.694	1.524	42
12388-12326	M-406	9	414	2.564	1.589	21	2.519	1.408	25
12726-12780	M-406	14	439	1.542	1.656	3	2.023	1.997	1
12780-12726	M-406	14	439	1.712	1.714	0	1.147	1.292	4
11538-11643	M-407	2	409	2.796	2.453	7	2.357	1.662	15
11643-11538	M-407	2	409	2.649	2.422	5	2.464	2.720	5
11436-11538	M-407	4	SEC02 PK04+300D T01 M-407	2.396	2.479	2	2.177	2.634	9
11538-11436	M-407	4	SEC01 PK04+300C T01 M-407	2.224	2.105	3	1.809	982	22
11404-18118	M-407	5	SEC03 PK05+300C T01 M-407	2.228	2.105	3	1.704	991	19

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
18118-11404	M-407	5	SEC04 PK05+300D T01 M-407	2.254	2.208	1	2.839	2.760	1
11268-11304	M-407	8	SEC06 PK07+500D T01 M-407	2.065	1.957	2	2.644	2.307	7
11304-11268	M-407	8	SEC05 PK07+500C T01 M-407	1.812	1.834	1	1.360	1.018	10
11201-11268	M-407	10	SEC08 PK10+200D T01 M-407	1.905	1.721	4	2.781	2.486	6
11268-11201	M-407	10	SEC07 PK10+200C T01 M-407	1.712	1.606	3	1.041	658	13
11049-11201	M-407	13	SEC10 PK13+300D T01 M-407	1.589	1.281	8	2.088	1.754	8
11201-11049	M-407	13	SEC09 PK13+300C T01 M-407	1.377	1.227	4	821	494	13
11808-11881	M-409	1	419	2.470	1.752	16	2.730	2.070	13
11881-11808	M-409	1	419	2.469	1.841	14	2.128	1.337	19
11201-11307	M-410	4	416	792	825	1	736	894	6
11307-11201	M-410	4	416	811	939	4	1.111	1.424	9
11307-11483	M-410	6	417	648	938	10	941	1.326	11
11483-11307	M-410	6	417	622	746	5	779	845	2
11483-11755	M-410	8	418	560	537	1	695	437	11

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
11755-11483	M-410	8	418	543	740	8	780	1.427	19
10882-11201	M-410	0.000	415	289	397	6	455	647	8
11201-10882	M-410	0.000	415	328	419	5	234	377	8
11043-11049	M-415	2	421	545	732	7	546	998	16
11049-11043	M-415	2	421	283	790	22	113	377	17
11218-11251	M-417	0.000	425	308	447	7	267	773	22
11251-11218	M-417	0.000	425	257	420	9	359	250	6
11572-11932	M-419	5	448	62	526	27	240	1.422	41
11932-11572	M-419	5	448	72	433	23	120	209	7
12469-12484	M-425	2	446	2.057	2.049	0	1.803	1.460	8
12484-12469	M-425	2	446	1.796	1.815	0	1.637	2.176	12
15275-18066	M-45	16	M-45-tr2-aNII	3.904	3.028	15	5.091	5.930	11
18066-15275	M-45	16	M-45-tr2-aM40	5.310	3.395	29	4.939	3.843	17
18021-18022	M-45	23	PM-8 CI pk 23+400	3.235	3.033	4	5.645	6.354	9
18022-18021	M-45	23	PM-7 CD pk 23+400	3.348	3.308	1	3.902	3.456	7
18019-18020	M-45	26	PM-6 CI pk 25+900	2.803	2.674	2	5.229	5.197	0
18020-18019	M-45	26	PM-5 CD pk 25+900	3.109	3.259	3	3.498	3.481	0
16159-16226	M-50	29	PM-3 CD pk 29+300	6.551	6.212	4	6.491	5.363	15

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
16226-16159	M-50	29	PM-4 CI pk 29+300	6.459	5.328	15	8.341	9.527	13
16174-16226	M-50	32	PM-2 CI pk 32+400	6.830	5.687	14	9.251	9.578	3
16226-16174	M-50	32	PM-1 CD pk 32+400	6.951	6.030	11	6.930	5.180	22
12184-12537	M-500	3	501	2.636	2.064	12	2.184	2.422	5
12537-12184	M-500	3	501	2.726	2.870	3	2.462	3.711	22
11248-20299	M-501	1	PM-1-2 CI pk 0+700	3.319	3.234	1	4.194	4.732	8
20299-11248	M-501	1	PM-1-1 CD pk 0+700	2.856	3.054	4	2.347	2.911	11
11084-11248	M-501	2	PM-2-2 CI pk 2+100	3.319	2.986	6	4.187	4.786	9
11248-11084	M-501	2	PM-2-1 CD pk 2+100	2.856	3.013	3	2.347	2.133	5
10893-11084	M-501	3	PM-3-2 CI pk 3+450	3.271	2.629	12	4.271	4.611	5
11084-10893	M-501	3	PM-3-1 CD pk 3+450	2.627	1.934	15	1.528	980	15
10744-20069	M-501	7	PM-4-2 CI pk 7+450	1.683	1.889	5	3.998	3.762	4
20069-10744	M-501	7	PM-4-1 CD pk 7+450	1.718	1.811	2	1.102	1.058	1
10679-10694	M-501	9	PM-5-2 CI pk 8+840	1.422	1.923	12	3.661	4.021	6
10694-10679	M-501	9	PM-5-1 CD pk 8+840	1.422	1.825	10	893	863	1

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
10579-10679	M-501	10	PM-6-2 CI pk 10+500	1.595	1.640	1	3.043	3.007	1
10679-10579	M-501	10	PM-6-1 CD pk 10+500	1.508	1.639	3	1.199	1.166	1
10253-10375	M-501	19	PM-9-2 CI pk 19+000	1.113	778	11	1.728	1.281	12
10375-10253	M-501	19	PM-9-1 CD pk 19+000	1.035	765	9	1.169	466	25
19749-10009	M-501	40	580	107	483	22	103	680	29
10034-18973	M-501	49	581	390	399	0	482	255	12
18973-10034	M-501	49	581	364	405	2	405	569	7
10027-18965	M-501	54	572	285	308	1	417	188	13
18965-10027	M-501	54	572	312	327	1	440	443	0
10009-10018	M-501	62	587	205	210	0	160	240	6
10018-10009	M-501	62	587	177	203	2	493	123	21
11849-19775	M-502	2	503	1.694	997	19	2.686	774	46
11847-12184	M-503	1	599	1.909	2.537	13	2.572	2.246	7
12184-11847	M-503	1	599	2.501	2.268	5	3.160	2.487	13
11509-11540	M-503	5	600	1.910	2.316	9	2.569	3.062	9
11540-11509	M-503	5	600	2.050	2.199	3	1.833	1.812	1
11439-11509	M-503	6	708	1.910	1.970	1	2.569	2.087	10
11509-11439	M-503	6	708	2.050	1.731	7	1.833	1.677	4
11260-11341	M-503	9	709	3.465	4.356	14	3.856	4.694	13

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
11341-11260	M-503	9	709	4.234	4.850	9	3.980	4.341	6
10573-10759	M-503	18	710	827	935	4	1.169	460	25
10885-10922	M-505	2	517	2.021	2.064	1	2.706	2.449	5
10922-10885	M-505	2	517	2.108	2.177	2	2.012	1.718	7
10534-10551	M-505	12	554	807	730	3	1.125	1.386	7
10551-10534	M-505	12	554	946	698	9	724	307	18
10483-10513	M-505	15	557	493	517	1	623	276	16
10513-10483	M-505	15	557	511	534	1	522	914	15
10134-10230	M-505	24	560	396	312	4	396	248	8
10230-10134	M-505	24	560	419	289	7	644	367	12
10087-19011	M-505	32	562	182	163	1	172	256	6
19011-10087	M-505	32	562	141	161	2	186	129	5
10071-10079	M-505	37	564	146	136	1	210	83	11
10079-10071	M-505	37	564	112	128	1	172	208	3
10716-10679	M-506	1	703	1.150	1.031	4	1.413	1.156	7
11029-11119	M-506	5	598	1.608	1.390	6	2.149	1.346	19
11119-11029	M-506	5	598	1.363	1.409	1	1.943	1.565	9
11225-11274	M-506	9	438	1.654	1.820	4	1.466	1.487	1
11274-11225	M-506	9	438	1.359	1.362	0	1.564	1.376	5
11456-11500	M-506	14	443	1.861	2.307	10	2.141	2.328	4
11500-11456	M-506	14	443	1.675	1.714	1	2.338	1.828	11

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
12035-18119	M-506	19	428	2.232	2.173	1	2.257	2.239	0
18119-12035	M-506	19	428	2.462	2.689	4	2.676	2.341	7
12035-12177	M-506	20	431	2.523	2.392	3	2.844	2.044	16
12177-12035	M-506	20	431	2.346	2.709	7	2.487	2.469	0
12677-12778	M-506	24	429	2.158	1.110	26	2.355	1.503	19
12778-12677	M-506	24	429	2.042	1.068	25	3.047	914	48
18071-14516	M-506	32	304	443	422	1	601	438	7
15665-15780	M-506	39	308	170	263	6	216	268	3
15780-15665	M-506	39	308	113	283	12	117	546	24
15885-15907	M-506	41	314	191	311	8	172	512	18
15907-15885	M-506	41	314	105	296	13	143	280	9
16216-16300	M-506	52	303	209	197	1	488	324	8
16300-16216	M-506	52	303	160	183	2	136	161	2
10175-18190	M-507	3	530	486	315	9	445	213	13
18190-10175	M-507	3	530	483	322	8	746	409	14
10083-10103	M-507	14	529	277	232	3	234	261	2
10103-10083	M-507	14	529	268	229	2	441	173	15
10025-19960	M-507	32	584	269	139	9	263	177	6
19960-10025	M-507	32	584	213	137	6	386	84	20
10665-10828	M-509	1	521	1.156	783	12	1.822	1.261	14
10828-10665	M-509	1	521	1.136	1.037	3	962	577	14

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
10293-10310	M-510	2	550	212	447	13	191	350	10
10310-10293	M-510	2	550	220	452	13	297	435	7
10352-19737	M-510	9	547	519	279	12	614	555	2
19737-10352	M-510	9	547	565	250	16	759	129	30
10127-10173	M-510	22	571	230	168	4	204	267	4
10173-10127	M-510	22	571	188	177	1	433	103	20
10067-10076	M-510	37	541	206	105	8	408	91	20
10076-10067	M-510	37	541	226	105	9	220	120	8
11603-11746	M-511	2	510	1.776	1.379	10	1.557	1.001	16
10058-10046	M-512	13	575	97	65	4	84	93	1
11290-11305	M-513	2	511	709	1.023	11	1.038	1.066	1
11305-11290	M-513	2	511	855	1.037	6	751	664	3
11004-11005	M-516	4	512	294	190	7	336	112	15
11005-11004	M-516	4	512	339	308	2	527	634	4
10941-10950	M-516	0.000	559	329	721	17	399	660	11
10950-10941	M-516	0.000	559	469	906	17	491	785	12
10232-10294	M-521	2	543	87	158	6	109	65	5
10294-10232	M-521	2	543	93	166	6	209	314	6
10208-10158	M-521	7	540	119	33	10	218	28	17
10150-10247	M-527	2	552	163	184	2	253	146	8
10247-10150	M-527	2	552	163	147	1	249	146	7

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
10411-10441	M-528	3	551	176	141	3	167	139	2
10441-10411	M-528	3	551	205	151	4	183	111	6
10121-10142	M-533	0.000	569	160	151	1	143	98	4
10142-10121	M-533	0.000	569	151	158	1	320	201	7
10011-10007	M-541	15	592	172	57	11	416	42	25
10143-10150	M-600	1	553	392	657	12	450	785	13
10150-10143	M-600	1	553	385	613	10	627	571	2
10129-10135	M-600	12	561	213	371	9	311	397	5
10135-10129	M-600	12	561	249	368	7	330	466	7
10156-10171	M-600	19	570	266	330	4	254	279	2
10171-10156	M-600	19	570	294	335	2	484	462	1
10224-10238	M-600	24	545	642	721	3	921	1.291	11
10238-10224	M-600	24	545	600	746	6	598	436	7
10341-10369	M-600	29	544	544	761	8	481	545	3
10369-10341	M-600	29	544	596	749	6	829	979	5
10408-10424	M-600	35	523	502	619	5	801	785	1
10424-10408	M-600	35	523	515	652	6	526	734	8
10301-10340	M-600	44	701	230	396	9	575	837	10
10340-10301	M-600	44	701	225	359	8	321	232	5
10350-10386	M-601	4	613	537	643	4	672	785	4
10386-10350	M-601	4	613	552	647	4	704	467	10

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
10350-10428	M-601	8	623	552	215	17	673	203	22
10428-10350	M-601	8	623	533	213	17	588	150	23
15193-14962	M-604	1	664	263	117	11	524	89	25
12079-12197	M-605	2	601	324	346	1	228	202	2
12197-12079	M-605	2	601	125	341	14	238	551	16
13129-13219	M-607	18	662	4.147	4.363	3	6.416	5.930	6
13219-13129	M-607	18	662	4.489	4.612	2	5.582	5.370	3
12731-20343	M-607	28	607	2.351	2.601	5	4.373	4.401	0
20343-12731	M-607	28	607	2.420	2.579	3	1.658	1.476	5
12119-11853	M-607	35	634	1.223	1.246	1	933	599	12
11245-11853	M-607	38	632	580	566	1	876	281	25
11853-11245	M-607	38	632	607	568	2	505	1.191	24
10563-10588	M-607	50	629	256	513	13	347	822	20
10588-10563	M-607	50	629	248	483	12	202	329	8
10380-10413	M-607	57	626	293	164	9	378	229	9
10413-10380	M-607	57	626	302	152	10	465	111	21
15226-19364	M-608	2	641	486	218	14	277	365	5
19364-15226	M-608	2	641	449	187	15	976	176	33
12213-13371	M-608	10	638	265	279	1	611	220	19
13371-12213	M-608	10	638	275	258	1	223	406	10
11897-12346	M-608	19	636	328	232	6	471	405	3

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
12346-11897	M-608	19	636	343	234	6	381	95	19
11536-11796	M-608	22	637	226	397	10	355	242	7
11796-11536	M-608	22	637	209	396	11	134	625	25
11066-11133	M-608	29	631	309	321	1	527	298	11
11133-11066	M-608	29	631	312	332	1	305	315	1
10877-20252	M-608	32	666	312	502	9	305	474	9
20252-10877	M-608	32	666	309	475	8	527	677	6
10532-19357	M-608	39	615	243	890	27	287	1.078	30
19357-10532	M-608	39	615	251	873	26	271	944	27
10505-19758	M-608	41	611	609	632	1	689	653	1
19758-10505	M-608	41	611	575	599	1	654	518	6
11853-11751	M-609	1	670	799	727	3	790	947	5
12044-12110	M-611	3	640	226	187	3	462	92	22
12110-12044	M-611	3	640	236	185	3	220	268	3
13670-18351	M-612	0.000	604	473	216	14	435	270	9
18351-13670	M-612	0.000	604	969	221	31	1.385	166	44
10198-10284	M-614	3	663	147	72	7	292	84	15
10284-10198	M-614	3	663	162	64	9	158	52	10
14967-14993	M-616	0.000	605	2.047	1.230	20	1.513	1.473	1
14993-14967	M-616	0.000	605	1.450	1.199	7	1.936	1.546	9
10777-19848	M-617	1	630	325	202	8	299	282	1

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
19848-10777	M-617	1	630	340	189	9	650	132	26
10320-10386	M-619	4	617	491	197	16	729	217	24
10386-10320	M-619	4	617	475	212	14	408	241	9
10309-10319	M-620	0.000	616	167	409	14	381	330	3
10319-10309	M-620	0.000	616	206	414	12	174	538	19
10159-10178	M-622	1	620	193	158	3	221	115	8
10178-10159	M-622	1	620	199	191	1	218	293	5
10262-10284	M-622	12	622	382	138	15	495	161	18
10284-10262	M-622	12	622	357	140	14	482	96	23
10283-20130	M-623	6	625	114	175	5	155	136	2
20130-10283	M-623	6	625	102	176	6	171	264	6
10475-10506	M-623	0.000	628	168	306	9	209	482	15
10506-10475	M-623	0.000	628	178	283	7	182	206	2
12119-12133	M-625	1	635	152	180	2	303	314	1
12133-12119	M-625	1	635	166	160	1	232	171	4
15232-14750	M-631	1	643	181	92	8	268	130	10
10811-10665	M-851	2	518	0	365	27	0	621	35
10771-10790	M-856	1	593	431	830	16	560	1.224	22
10790-10771	M-856	1	593	439	812	15	618	593	1
10499-10517	M-858	8	504	496	509	1	700	770	3
10517-10499	M-858	8	504	501	546	2	619	499	5

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
14390-14419	Madrid ciudad: Avenida Alfonso XIII	na	na	335	821	20	117	705	29
14419-14390	Madrid ciudad: Avenida Alfonso XIII	na	na	116	717	29	45	351	22
15166-15208	Madrid ciudad: Avenida Arcentales	na	na	329	669	15	355	573	10
15208-15166	Madrid ciudad: Avenida Arcentales	na	na	291	575	14	154	1.154	39
12862-12917	Madrid ciudad: Avenida Cardenal Herrera Oria	na	na	165	818	29	251	239	1
12917-12862	Madrid ciudad: Avenida Cardenal Herrera Oria	na	na	229	638	20	116	503	22
14541-18168	Madrid ciudad: Avenida de Brasilia	na	na	865	512	13	264	578	15
18168-14541	Madrid ciudad: Avenida de Brasilia	na	na	549	807	10	267	585	15
14908-14958	Madrid ciudad: Avenida de la Albufera	na	na	556	1.119	19	626	979	12
14958-14908	Madrid ciudad: Avenida de la Albufera	na	na	564	1.053	17	344	801	19
12878-12993	Madrid ciudad: Avenida de la Ilustración (M-30)	na	na	2.632	2.433	4	3.165	773	54
12993-12878	Madrid ciudad: Avenida de la Ilustración (M-30)	na	na	2.973	2.225	15	1.562	293	42
15712-15725	Madrid ciudad: Avenida de Logroño	na	na	435	564	6	411	495	4
15725-15712	Madrid ciudad: Avenida de Logroño	na	na	307	397	5	324	352	2

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
12742-12819	Madrid ciudad: Avenida de Oporto	na	na	828	773	2	720	476	10
12842-18996	Madrid ciudad: Avenida de Portugal	na	na	3.941	3.705	4	2.569	1.508	24
18996-12842	Madrid ciudad: Avenida de Portugal	na	na	4.214	3.958	4	4.943	4.822	2
12643-12674	Madrid ciudad: Avenida de Valladolid	na	na	354	611	12	111	136	2
12674-12643	Madrid ciudad: Avenida de Valladolid	na	na	223	949	30	53	1.198	46
12630-12745	Madrid ciudad: Avenida del Manzanares (M-30)	na	na	5.661	5.173	7	3.190	2.490	13
12745-12630	Madrid ciudad: Avenida del Manzanares (M-30)	na	na	5.526	5.429	1	5.718	869	84
14436-18142	Madrid ciudad: Avenida del Manzanares (M-30)	na	na	10.178	11.623	14	9.164	5.625	41
18142-14436	Madrid ciudad: Avenida del Manzanares (M-30)	na	na	9.522	10.818	13	4.496	2.593	32
13796-13852	Madrid ciudad: Avenida General Perón	na	na	915	1.214	9	701	1.068	12
13852-13796	Madrid ciudad: Avenida General Perón	na	na	1.750	1.427	8	1.479	1.205	7
14120-14111	Madrid ciudad: Avenida Menéndez Pelayo	na	na	1.752	1.035	19	1.369	1.603	6

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
13107-13128	Madrid ciudad: Avenida Rafaela Ybarra	na	na	616	469	6	329	137	13
13128-13107	Madrid ciudad: Avenida Rafaela Ybarra	na	na	328	346	1	318	193	8
13112-13161	Madrid ciudad: Avenida Reina Victoria	na	na	1.152	1.085	2	1.059	1.183	4
13161-13112	Madrid ciudad: Avenida Reina Victoria	na	na	1.352	1.037	9	1.218	920	9
13281-18566	Madrid ciudad: Calle Alberto Aguilera	na	na	1.873	1.876	0	1.341	1.298	1
18566-13281	Madrid ciudad: Calle Alberto Aguilera	na	na	1.694	1.726	1	1.472	1.555	2
13779-13907	Madrid ciudad: Calle Alcalá	na	na	1.611	1.916	7	929	1.404	14
13907-13779	Madrid ciudad: Calle Alcalá	na	na	1.422	1.089	9	1.165	714	15
14058-14012	Madrid ciudad: Calle Alcalá	na	na	1.046	1.089	1	546	714	7
14812-14831	Madrid ciudad: Calle Alcalá	na	na	658	1.189	17	397	939	21
14831-14812	Madrid ciudad: Calle Alcalá	na	na	761	1.041	9	325	680	16
13287-13408	Madrid ciudad: Calle Alcocer	na	na	106	316	14	88	129	4
13408-13287	Madrid ciudad: Calle Alcocer	na	na	86	290	15	107	121	1
14713-14765	Madrid ciudad: Calle Arturo Soria	na	na	303	1.012	28	209	859	28
14765-14713	Madrid ciudad: Calle Arturo Soria	na	na	217	1.039	33	194	1.108	36
13478-13334	Madrid ciudad: Calle Atocha	na	na	709	1.492	24	267	797	23
13342-13336	Madrid ciudad: Calle Bravo Murillo	na	na	1.011	1.315	9	563	889	12

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
13674-13718	Madrid ciudad: Calle Bravo Murillo	na	na	901	1.226	10	798	1.287	15
13718-13674	Madrid ciudad: Calle Bravo Murillo	na	na	1.212	1.230	1	679	818	5
14604-19484	Madrid ciudad: Calle Camino de Vinateros	na	na	627	884	9	201	663	22
19484-14604	Madrid ciudad: Calle Camino de Vinateros	na	na	584	854	10	345	1.184	30
18581-13214	Madrid ciudad: Calle Cea Bermúdez	na	na	3.108	3.432	6	2.609	3.297	13
14289-14332	Madrid ciudad: Calle Costa Rica	na	na	1.689	2.135	10	1.291	1.860	14
14332-14289	Madrid ciudad: Calle Costa Rica	na	na	2.042	2.410	8	1.646	2.156	12
13045-13076	Madrid ciudad: Calle de Gran Vía de San Francisco	na	na	1.301	1.106	6	587	1.348	24
13076-13045	Madrid ciudad: Calle de Gran Vía de San Francisco	na	na	730	1.106	12	508	524	1
13107-19515	Madrid ciudad: Calle de Marcelo Usera	na	na	179	569	20	145	362	14
19515-13107	Madrid ciudad: Calle de Marcelo Usera	na	na	34	345	23	18	122	12
14334-14335	Madrid ciudad: Calle Doctor Esquerdo	na	na	2.365	2.510	3	1.649	2.823	25
13420-13457	Madrid ciudad: Calle Embajadores	na	na	679	1.196	17	315	1.028	28
13457-13420	Madrid ciudad: Calle Embajadores	na	na	791	666	5	483	400	4
13758-13838	Madrid ciudad: Calle Génova	na	na	1.700	2.231	12	1.397	1.669	7
13838-13758	Madrid ciudad: Calle Génova	na	na	1.561	1.808	6	1.279	1.340	2

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
13276-13366	Madrid ciudad: Calle Gran Vía	na	na	836	1.442	18	500	1.342	28
13366-13276	Madrid ciudad: Calle Gran Vía	na	na	596	1.298	23	181	854	30
15166-15192	Madrid ciudad: Calle Hermanos García Noblejas	na	na	1.615	1.380	6	446	702	11
15192-15166	Madrid ciudad: Calle Hermanos García Noblejas	na	na	1.403	1.571	4	1.514	2.879	29
13451-13468	Madrid ciudad: Calle Hortaleza	na	na	397	292	6	391	198	11
13644-13750	Madrid ciudad: Calle José Abascal	na	na	2.885	2.283	12	2.221	1.711	12
14115-14201	Madrid ciudad: Calle José Ortega y Gasset	na	na	462	355	5	176	186	1
14201-14115	Madrid ciudad: Calle José Ortega y Gasset	na	na	399	494	4	201	394	11
14136-14191	Madrid ciudad: Calle López de Hoyos	na	na	227	559	17	52	289	18
14191-14136	Madrid ciudad: Calle López de Hoyos	na	na	523	622	4	214	389	10
13170-13244	Madrid ciudad: Calle Mayor	na	na	438	624	8	270	475	11
14012-14058	Madrid ciudad: Calle Méndez Álvaro	na	na	1.459	1.421	1	551	1.650	33
13082-13127	Madrid ciudad: Calle Princesa	na	na	1.350	1.489	4	1.245	1.448	6
13127-13082	Madrid ciudad: Calle Princesa	na	na	1.415	1.308	3	1.315	879	13
14167-19462	Madrid ciudad: Calle Príncipe de Vergara	na	na	918	1.396	14	493	1.538	33
19462-14167	Madrid ciudad: Calle Príncipe de Vergara	na	na	1.012	1.936	24	558	1.600	32

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
13564-13599	Madrid ciudad: Calle Raimundo Fernández Villaverde	na	na	2.469	2.969	10	2.146	2.875	15
13599-13564	Madrid ciudad: Calle Raimundo Fernández Villaverde	na	na	2.002	2.588	12	1.584	2.223	15
13386-13508	Madrid ciudad: Calle Ronda de Valencia	na	na	1.600	1.526	2	1.393	1.352	1
13508-13386	Madrid ciudad: Calle Ronda de Valencia	na	na	1.684	1.724	1	579	968	14
13221-13230	Madrid ciudad: Calle San Bernardo	na	na	241	506	14	213	284	5
13230-13221	Madrid ciudad: Calle San Bernardo	na	na	421	437	1	206	246	3
15558-15583	Madrid ciudad: Calle San Cipriano	na	na	109	256	11	65	227	13
15583-15558	Madrid ciudad: Calle San Cipriano	na	na	183	236	4	337	156	12
13960-13948	Madrid ciudad: Calle Serrano	na	na	1.482	2.707	27	381	1.623	39
15051-15099	Madrid ciudad: Calle Silvano	na	na	605	856	9	565	876	12
15099-15051	Madrid ciudad: Calle Silvano	na	na	542	864	12	398	792	16
13130-13326	Madrid ciudad: Calle Sinesio Delgado	na	na	378	1.483	36	208	1.012	33
13326-13130	Madrid ciudad: Calle Sinesio Delgado	na	na	347	1.045	26	129	350	14
13092-13120	Madrid ciudad: Calle Toledo	na	na	413	1.038	23	240	835	26
13120-13092	Madrid ciudad: Calle Toledo	na	na	103	694	30	33	319	22
14032-14035	Madrid ciudad: Calle Velázquez	na	na	2.787	2.848	1	2.107	2.846	15

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
12919-13012	Madrid ciudad: Francos Rodríguez	na	na	438	489	2	313	137	12
13012-12919	Madrid ciudad: Francos Rodríguez	na	na	623	449	7	256	171	6
13762-19450	Madrid ciudad: Paseo de El Prado	na	na	3.470	3.255	4	1.732	1.623	3
19450-13762	Madrid ciudad: Paseo de El Prado	na	na	3.312	3.303	0	3.287	3.758	8
12696-12721	Madrid ciudad: Paseo de Extremadura	na	na	783	1.110	11	311	792	20
12721-12696	Madrid ciudad: Paseo de Extremadura	na	na	597	766	6	261	267	0
13863-13869	Madrid ciudad: Paseo de la Castellana	na	na	1.911	2.209	7	1.045	2.126	27
13869-13863	Madrid ciudad: Paseo de la Castellana	na	na	2.314	2.587	6	1.593	2.204	14
13900-13918	Madrid ciudad: Paseo de la Castellana	na	na	2.560	2.769	4	1.782	2.627	18
13918-13900	Madrid ciudad: Paseo de la Castellana	na	na	2.591	1.813	17	745	1.232	16
12971-13048	Madrid ciudad: Paseo de San Franciso de Sales	na	na	1.081	1.298	6	746	1.365	19
13048-12971	Madrid ciudad: Paseo de San Franciso de Sales	na	na	1.146	1.053	3	1.030	734	10
13753-18510	Madrid ciudad: Paseo de Santa María de la Cabeza	na	na	3.769	3.479	5	1.755	1.753	0
13799-18456	Madrid ciudad: Paseo Infanta Isabel	na	na	2.409	2.806	8	1.583	2.266	16

Arco	Vía	PK	Estación	Día laborable medio			Periodo punta		
				Asignado	Aforo	GEH	Asignado	Aforo	GEH
18456-13799	Madrid ciudad: Paseo Infanta Isabel	na	na	2.468	2.874	8	2.129	2.473	7
16565-16579	MP-203	20	201	1.382	1.366	0	1.945	1.821	3
15726-15419	N-320	340,06	M-564-0	545	495	2	628	527	4

Tabla 75 Velocidades en itinerarios del Ayuntamiento de Madrid (día medio laborable febrero a mayo de 2018)

VÍA	SENTIDO	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Media	Desv.	Desv./media
Castellana	Colón hasta Raimundo Fdez. Villaverde	35,4	34,6	34,0	33,0	34,3	1,0	3%
Castellana	Raimundo Fdez. Villaverde hasta Colon	36,5	36,8	37,0	35,7	36,5	0,6	2%
Doctor Esquerdo	Conde de Casal hasta Manuel Becerra	24,8	26,3	24,8	26,3	25,6	0,9	3%
Doctor Esquerdo	Manuel Becerra hasta Conde Casal	28,0	28,7	29,3	31,0	29,3	1,3	4%
Pº Sta. Mª de la Cabeza	Atocha hasta M30	31,8	31,5	33,3	33,7	32,6	1,1	3%
Pº Sta. Mª de la Cabeza	M30 hasta Sta Mª de la Cabeza	23,7	26,7	23,5	23,8	24,4	1,5	6%
José Abascal	Bravo Murillo/Jose Abascal (Jose abascal hasta Caste	28,1	28,5	27,9	26,9	27,9	0,7	2%
Cea Bermúdez	Pz. Cristo Rey hasta Bravo Murillo	26,5	27,0	25,9	24,4	26,0	1,1	4%
Cea Bermúdez	Bravo Murillo hasta Plz Cristo rey	37,1	37,4	37,3	31,3	35,8	3,0	8%
Paseo del Prado-Pº Recoletos	Pz. Colón hasta Pz. Carlos V	31,7	33,4	33,1	33,5	32,9	0,8	3%
Paseo del Prado-Pº Recoletos	Plz Carlos V hasta Colon	24,9	26,0	25,1	25,3	25,3	0,5	2%
Castellana	R. Fernandez Villaverde hasta Pz. Castilla	37,5	38,0	37,5	38,4	37,9	0,4	1%
Castellana	Pz. Castilla hasta R. Fernandez Villaverde	40,1	41,6	42,0	38,4	40,5	1,6	4%
Francisco Silvela	Manuel Becerra hasta Joaquín Costa	26,9	28,5	26,7	27,0	27,3	0,8	3%
Francisco Silvela	Joaquín Costa hasta Manuel Becerra	32,1	33,1	33,4	34,2	33,2	0,9	3%
Avda. de América	Fco Silvela hasta M30	49,8	50,3	49,3	49,1	49,6	0,5	1%
Avda. de América	M30 hasta Fco Silvela	51,5	53,3	52,6	52,5	52,5	0,7	1%
Prolongación de O'Donnell	Doctor Esquerdo hasta M30	57,7	56,2	55,8	55,9	56,4	0,9	2%
Prolongación de O'Donnell	M30 hasta Doctor Esquerdo	27,5	29,6	28,6	30,1	29,0	1,2	4%
Pº de las Delicias	Legazpi hasta Atocha	23,2	26,1	23,9	23,5	24,2	1,3	5%
Joaquín Costa	Lopez de Hoyos hasta Castellana	21,3	21,3	21,2	21,3	21,3	0,1	0%
Joaquín Costa	Castellana hasta Lopez de Hoyos	24,6	24,6	24,7	23,2	24,3	0,7	3%
Princesa - Av. Arco de la Victoria	Pz. España hasta Avda. Reyes Católicos	25,3	25,9	25,5	25,2	25,5	0,3	1%

VÍA	SENTIDO	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Media	Desv.	Desv./media
Princesa - Av. Arco de la Victoria	Pz. España hasta Avda. Reyes Católicos	26,8	26,6	26,7	26,2	26,6	0,3	1%
San Francisco de Sales	Pz. Cristo Rey hasta Av. Pablo Iglesias	32,7	31,2	31,6	29,2	31,2	1,5	5%
San Francisco de Sales	Av. Pablo Iglesias hasta Pz. Cristo Rey	17,9	17,7	17,8	18,1	17,9	0,2	1%
Gran Vía - Alcalá	Cibeles hasta Pz. España	22,3	21,9	22,2	21,1	21,9	0,5	2%
Gran Vía - Alcalá	Pz. España hasta Cibeles	17,1	17,7	17,6	17,9	17,6	0,3	2%
Alfonso XII	Puerta de Alcalá a Atocha	35,0	35,4	35,3	32,2	34,5	1,5	4%
Alfonso XII	Atocha hasta Puerta de Alcalá	28,2	28,9	27,5	26,9	27,9	0,9	3%
Virgen del Puerto	M30 hasta Ppe Pio	28,3	28,5	27,3	26,4	27,6	1,0	4%
Sagasta-Génova	Gta. Bilbao hasta Pz. Colón	24,8	25,4	24,5	25,6	25,1	0,5	2%
Eloy Gonzalo-Martínez Campos-Hermanos Be	Bravo Murillo hasta Serrano	26,6	26,2	27,6	25,9	26,6	0,7	3%
Alberto Aguilera-Carranza-Marqués de Urqui	Pº Pintor Rosales hasta Gta. Bilbao	24,4	24,2	24,4	23,3	24,1	0,5	2%
Menéndez Pelayo	O'Donnell hasta Ciudad de Barcelona	23,7	23,6	24,8	24,5	24,2	0,6	2%
San Bernardo-Bravo Murillo	Gta. Cuatro Caminos hasta Carranza	27,5	27,7	27,2	27,7	27,5	0,2	1%
Nazaret-Astros-Estrella Polar	Menéndez Pelayo hasta M30	21,1	21,0	21,0	21,8	21,2	0,4	2%
Príncipe de Vergara	Costa Rica hasta O'Donnell	25,8	25,7	26,0	25,8	25,8	0,1	0%
Ronda de Atocha-Ronda Valencia-Pº de las A	Carlos V hasta Gta. Pirámides	24,1	24,3	24,1	24,2	24,2	0,1	0%
Gran Vía de S. Francisco-Bailén	Plaza de España hasta Pta Toledo	28,6	28,9	28,7	27,7	28,5	0,5	2%
O'Donnell	Ppe Vergara hasta Doctor Esquerdo	48,3	43,0	47,2	45,3	46,0	2,3	5%
Goya	Colón hasta Doctor Esquerdo	18,0	18,0	18,0	18,4	18,1	0,2	1%
Alcalá - O'Donnell	Cibeles hasta Ppe de Vergara	28,4	28,5	26,9	24,8	27,2	1,7	6%
Méndez Álvaro	Carlos V hasta M30	20,2	19,9	20,4	20,1	20,2	0,2	1%
Méndez Álvaro	M30 hasta Carlos V	29,7	29,4	29,8	28,5	29,4	0,6	2%
Reina Cristina-Avda. del Mediterráneo	Carlos V hasta Conde Casal	21,6	22,6	21,7	21,5	21,9	0,5	2%
Reina Cristina-Avda. del Mediterráneo	Conde de Casal hasta Carlos V	24,1	26,4	25,7	24,7	25,2	1,0	4%
Embajadores	Gta Embajadores hasta Av. Planetario	16,3	16,8	16,7	16,6	16,6	0,2	1%
Embajadores	Avd Planetario hasta Gta. Embajadores	18,6	18,4	18,4	18,1	18,4	0,2	1%
Antonio Machado-Francos Rodriguez	Villamil hasta Av. Mártires Maristas	24,2	24,0	23,6	21,3	23,3	1,3	6%
Antonio Machado-Francos Rodriguez	Martires Maristas hasta Av. Villamil	24,3	24,6	24,5	24,1	24,4	0,2	1%
Toledo	Gta. Pirámides hasta Gta. Puerta Toledo	17,0	18,4	17,7	16,3	17,4	0,9	5%
Toledo	Gta. Puerta de Toledo hasta Piramides	23,2	23,1	23,2	23,6	23,3	0,2	1%
Sinesio Delgado	Av. Miraflores hasta Pº Castellana	43,0	43,9	43,6	43,2	43,4	0,4	1%
Sinesio Delgado	Pº Castellana hasta Av. Miraflores	36,8	37,9	37,1	36,1	37,0	0,7	2%
Avda. del Planetario	Méndez Álvaro hasta Embajadores	32,0	31,9	32,2	35,4	32,9	1,7	5%

VÍA	SENTIDO	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Media	Desv.	Desv./media
Avda. del Planetario	Embajadores hasta Méndez Alvaro	23,3	24,0	23,5	24,7	23,9	0,6	3%
Costa Rica	Castellana hasta M30	33,4	34,8	34,4	32,5	33,8	1,0	3%
Costa Rica	M30 hasta Castellana	36,1	35,6	35,1	35,2	35,5	0,5	1%
Antonio Machado-Cesar Manrique	Sinesio Delgado hasta M30	17,4	18,2	17,8	19,7	18,3	1,0	5%
Raimundo Fernandez de Villaverde-Reina Vi	Pº Castellana hasta Av. Pablo Iglesias	33,7	34,2	33,9	34,2	34,0	0,2	1%
Raimundo Fernandez de Villaverde-Reina Vi	Pº Castellana hasta Av. Pablo Iglesias	33,7	34,2	33,9	34,2	34,0	0,2	1%
Bravo Murillo	Cuatro Caminos a Pz. Castilla	25,0	24,9	25,1	25,2	25,1	0,1	1%
Bravo Murillo	Pz. Castilla hasta Cuatro Caminos	24,8	24,6	25,0	25,3	24,9	0,3	1%
General Perón-Concha Espina-Ramón y Cajal	Orense hasta M30	23,6	23,9	23,7	21,7	23,2	1,0	4%
General Perón-Concha Espina-Ramón y Cajal	M30 hasta Orense	22,2	22,7	22,9	20,7	22,1	1,0	4%
Serrano	Pz. independencia hasta María de Molina	32,2	31,5	32,5	32,7	32,2	0,5	2%
Velázquez	Alcalá hasta María de Molina	36,6	37,6	37,6	37,4	37,3	0,5	1%
Velázquez	Alcalá hasta María de Molina	36,6	37,6	37,6	37,4	37,3	0,5	1%
Avda. de Valladolid - Pº Florida	Gta. Príncipe Pio hasta Av. Séneca	27,3	28,1	27,9	25,9	27,3	1,0	4%
Avda. de Valladolid - Pº Florida	Av. Séneca hasta Gta. Príncipe Pío	28,8	28,7	29,3	28,1	28,7	0,5	2%
Alfonso XIII	Pz. José Mª Soler hasta A2	24,9	25,3	25,0	24,3	24,9	0,4	2%
Alfonso XIII	A2 hasta la Pz. José Mª Soler	22,7	22,5	22,0	19,9	21,8	1,3	6%
Ciudad de Barcelona	Atocha hasta M30	20,6	21,5	21,3	21,2	21,2	0,4	2%
Ciudad de Barcelona	M30 hasta Atocha	21,3	22,8	22,9	22,5	22,4	0,7	3%
Avda. Pio XII	Costa Rica hasta M30	22,3	23,4	22,8	22,2	22,7	0,5	2%
Avda. Pio XII	M30 hasta Costa Rica	30,4	31,0	30,8	30,5	30,7	0,3	1%
Serrano (Rep Argentina)	María de Molina hasta Ppe. de Vergara	32,2	31,5	32,5	32,7	32,2	0,5	2%
Avda. de Asturias	Plaza Castilla hasta Ginzo de Limia	22,8	22,8	23,3	25,7	23,7	1,4	6%
Avda. de Asturias	Ginzo de Limia hasta Plaza Castilla	26,4	26,6	27,4	28,3	27,2	0,9	3%
Avda. Pablo Iglesias - Ofelia Nieto	Marques de Viana hasta Ofelia Nieto	23,4	23,4	23,6	22,0	23,1	0,7	3%
Avda. Pablo Iglesias - Ofelia Nieto	Reina Victoria hasta Marqués de Viana	26,2	26,4	26,4	24,6	25,9	0,9	3%
Lope de Haro-General Yagüe-Profesor Waks	Villamil hasta Padre Damián	20,7	20,5	20,0	19,0	20,1	0,8	4%
Monforte de Lemos-Pedro Rico	M30 hasta M30	27,4	27,6	27,5	26,9	27,4	0,3	1%
Monforte de Lemos-Pedro Rico	M30 hasta M30	22,7	23,2	23,1	25,1	23,5	1,1	5%
Juan Bravo-Eduardo Dato-Luchana	Fco Silvela hasta Bilbao	19,7	19,9	19,5	19,3	19,6	0,3	1%
Marqués de Viana	Castellana hasta Pº de la Dirección	23,8	24,3	25,4	27,2	25,2	1,5	6%
Marqués de Viana	Pº de la Dirección hasta Castellana	22,4	24,0	24,6	24,5	23,9	1,0	4%
Mauricio Legendre-Enrique Larreta	Mateo Inurria hasta M30	27,7	27,7	27,5	27,3	27,6	0,2	1%

VÍA	SENTIDO	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Media	Desv.	Desv./media
Mauricio Legendre-Enrique Larreta	M30 hasta Mateo Inurria	25,6	25,9	25,1	24,7	25,3	0,5	2%
Doctor Esquerdo-Pedro Bosch	Conde Casal hasta Mendez Álvaro	29,2	29,7	31,1	32,4	30,6	1,4	5%
Doctor Esquerdo-Pedro Bosch	Mendez Álvaro hasta Conde Casal	35,7	36,2	36,1	33,9	35,5	1,1	3%
Alcalá	Velazquez hasta Ventas	25,6	25,6	25,2	24,9	25,3	0,3	1%
Alcalá	Ventas hasta Velazquez	24,5	24,3	23,2	23,2	23,8	0,7	3%
Avda. Complutense	Pz. Cardenal Cisneros hasta Sinesio Delgado	25,0	25,1	25,9	32,8	27,2	3,8	14%
Avda. Complutense	Sinesio Delgado hasta Pz. Cardenal Cisneros	26,8	26,9	26,6	26,2	26,6	0,3	1%
Santa Engracia	Alonso Martínez y Cuatro Caminos	23,8	24,3	23,8	22,9	23,7	0,6	2%
Arturo Soria	Alcalá hasta Costa Rica	30,7	30,8	29,5	30,9	30,5	0,7	2%
Arturo Soria	Costa Rica hasta Alcalá	33,6	33,3	33,3	30,8	32,8	1,3	4%
Caramuel	Pº Extremadura hasta Vía Carpetana	21,6	21,8	22,0	21,8	21,8	0,2	1%
Caramupl	Vía Carpetana hasta Pº - Extremadura	22,7	22,2	22,5	23,3	22,7	0,5	2%
Oporto-Oca-Ntra. Señora de Valvanera	Gta de los Cármenes hasta Pz. Elíptica	13,0	13,0	14,6	20,9	15,4	3,8	24%
Avda. de la Peseta	Ctra. Barrio de la Fortuna hasta Vía Lusitona	31,1	30,6	31,0	32,4	31,3	0,8	2%
Herrera Oria	Ventisquero de la Condesa hasta Ctra. del Pardo	35,7	36,4	35,9	39,6	36,9	1,8	5%
Herrera Oria	Ctra. del Pardo hasta Ventisquero de la Condesa	36,2	36,9	37,2	38,3	37,2	0,9	2%
Pº Extremadura	Pte. Segovia hasta A-5	30,4	30,9	29,8	27,5	29,7	1,5	5%
Pº Extremadura	Pte. Segovia hasta A-5	30,1	30,2	30,1	29,9	30,1	0,1	0%
Avda. Albufera	M30 hasta M40	25,6	26,1	25,8	25,9	25,9	0,2	1%
Avda. Albufera	M40 hasta M30	27,1	27,5	27,4	27,3	27,3	0,2	1%
Alcalá	M30 hasta A2	27,1	26,7	26,6	25,7	26,5	0,6	2%
Alcalá	A2 hasta M30	24,0	24,2	24,3	24,8	24,3	0,3	1%
Av. Institución Libre de la Enseñanza	Alcalá hasta Pz. de Alsacia	32,5	33,0	33,1	32,3	32,7	0,4	1%
Av. Institución Libre de la Enseñanza	Pz. de Alsacia hasta Alcalá	30,8	31,6	31,7	30,1	31,1	0,8	2%
Afuera de Valverde	Ntra Sra de Valverde hasta M607	30,5	31,1	30,3	28,8	30,2	1,0	3%
Afuera de Valverde	M607 hasta Ntra Sra de Valverde	28,4	29,3	28,6	27,8	28,5	0,6	2%
Marcelo Usera	Pz. Elíptica hasta Gta. de Cádiz	20,7	20,7	20,5	20,0	20,5	0,3	2%
Marcelo Usera	Gta. Cádiz hasta Pz. Elíptica	21,0	20,7	20,8	19,6	20,5	0,6	3%
Antonio Leyva	Pl. Elíptica hasta Gta. Marqués de Vadillo	20,5	20,9	20,9	20,5	20,7	0,2	1%
Avda. Arcentales	Pz. de Grecia hasta Avda. Institución Libre de Enseñanza	23,7	24,2	24,2	24,8	24,2	0,5	2%
Avda. Arcentales	Avda. Institución Libre de Enseñanza hasta Pz. de Grecia	27,2	27,5	27,3	27,7	27,4	0,2	1%
Avda Ramón y Cajal-José Silva-Ulises- Moscatelar-Silvano	M30 hasta M40	28,7	29,5	29,1	26,2	28,4	1,5	5%
Avda de Logroño	M40 y M11	38,0	38,6	38,4	35,0	37,5	1,7	4%
Avda de Logroño	M11 y M40	38,0	38,5	39,4	38,7	38,7	0,6	2%

VÍA	SENTIDO	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Media	Desv.	Desv./media
Gran Vía del Este	Av. Comunidades hasta Villablanca	21,7	22,1	21,0	16,4	20,3	2,6	13%
Gran Vía del Este	Villablanca hasta Av. Comunidades	29,4	28,9	29,8	28,0	29,0	0,8	3%
Camino Vinateros Avda. Moratalaz	M30 hasta Avda. Moratalaz	27,5	28,1	27,2	28,1	27,7	0,5	2%
Camino Vinateros Avda. Moratalaz	Av. Morazalaz hasta M30	29,4	30,4	28,8	28,5	29,3	0,8	3%
Antonio López-Avda. de Córdoba	Sta Mª de la Cabeza hasta Av. Andalucía	26,2	26,5	25,9	25,1	25,9	0,6	2%
Antonio López-Avda. de Córdoba	Av. Andalucía hasta Sta Mª de la Cabeza	22,2	22,0	21,9	21,2	21,8	0,4	2%
Rafael Finat-Avda. Aguilas-Valmojado	Yébenes hasta Av. Aviación	21,6	21,5	21,5	20,7	21,3	0,4	2%
Rafael Finat-Avda. Aguilas-Valmojado	Av. Aviación hasta Yébenes	20,5	20,5	20,6	20,3	20,5	0,1	1%
Pº Ermita del Santo-Vía Carpetana-Albentós;	M30 hasta Ntra. Señora de Valvanera	24,2	24,6	24,8	24,9	24,6	0,3	1%
Pº Ermita del Santo-Vía Carpetana-Albentós;	Ntra. Señora de Valvanera hasta M30	25,7	26,2	26,1	25,8	26,0	0,2	1%
General Ricardos-Avda. Carabanchel Alto	M30 hasta M40	25,0	25,3	24,7	24,4	24,9	0,4	2%
General Ricardos-Avda. Carabanchel Alto	M40 hasta M30	23,2	23,6	23,0	23,0	23,2	0,3	1%
Vía Lusitana	Pz. Elíptica hasta M40	30,4	29,9	30,0	28,3	29,7	0,9	3%
Ventisquero de la Condesa	Herrera Oria hasta M40	29,7	29,7	30,5	30,9	30,2	0,6	2%
Ventisquero de la Condesa	M40 hasta Herrera Oria	24,2	24,6	24,7	26,2	24,9	0,9	4%
Avda. de los Rosales	Eduardo Barreiros hasta M40	17,4	18,5	18,0	18,3	18,1	0,5	3%
Avda. de los Poblados	Vía Lusitana hasta Av. Andalucía	29,7	30,8	31,0	29,8	30,3	0,7	2%
Avda. de los Poblados	Av. Andalucía hasta Vía Lusitana	28,6	28,8	28,8	30,1	29,1	0,7	2%
Avda. Daroca-Francisco Largo Caballero	Alcalá hasta Av. Institución Libre de Enseñanza	26,6	26,6	26,6	24,8	26,2	0,9	3%
Avda. Daroca-Francisco Largo Caballero	Av. Institución Libre de Enseñanza hasta Alcalá	26,2	26,8	26,6	26,0	26,4	0,4	1%
Plabo Neruda-Fuente Carrantona	Doctor Gª Tapia hasta Av. Buenos Aires	21,2	21,6	21,2	21,7	21,4	0,3	1%
Plabo Neruda-Fuente Carrantona	Av. Buenos Aires hasta Doctor Gª Tapia	22,0	22,3	22,3	21,9	22,1	0,2	1%
Avda Buenos Aires-Pío Felipe	Av. Miguel Hernández hasta A3	27,7	27,8	27,5	25,4	27,1	1,1	4%
Avda Buenos Aires-Pío Felipe	A3 hasta Av. Miguel Hernández	24,0	24,7	24,2	25,0	24,5	0,5	2%
Arturo Soria	Costa Rica hasta M11	25,7	26,6	25,6	25,2	25,8	0,6	2%
Arturo Soria	M11 hasta Costa Rica	30,5	30,4	30,4	29,9	30,3	0,3	1%
Ayacucho	Gran Vía de Hortaleza hasta M40	28,0	28,5	26,9	26,0	27,4	1,1	4%
Avda de los Andes	A2 hasta M40	35,5	36,5	36,2	34,0	35,6	1,1	3%
Avda de los Andes	M40 hasta A2	34,2	34,3	33,9	27,9	32,6	3,1	10%
San Romualdo - Veinticinco de Septiemo	Arcentales hasta A2	21,9	22,4	21,6	21,6	21,9	0,4	2%
San Romualdo - Veinticinco de Septiemo	A2 hasta Arcentales	27,2	26,9	26,0	25,7	26,5	0,7	3%
Avda Canillejas a Vicálvaro	M40 hasta Alcalá	26,9	27,5	27,0	27,1	27,1	0,3	1%

VÍA	SENTIDO	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Media	Desv.	Desv./media
Avda Canillejas a Vicálvaro	Alcalá hasta M40	28,6	28,8	28,5	25,3	27,8	1,7	6%
Ing. Emilio Herrera	M40 hasta M11	31,8	32,0	32,1	31,4	31,8	0,3	1%
Ing. Emilio Herrera	M11 hasta M40	26,4	26,5	26,6	26,8	26,6	0,2	1%
Avda. Guadalajara	Pz Alsacia hasta Av. Canillejas a Vicálvaro	29,7	30,0	29,0	30,2	29,7	0,5	2%
Avda Moratalaz-Hacienda de Pavones	Ramón Areces hasta M40	24,2	24,5	24,2	23,3	24,1	0,5	2%
Avda Del Camino de Santiago	Puerto Somport hasta M40	22,0	22,1	22,5	23,3	22,5	0,6	3%
Avda Del Camino de Santiago	M40 hasta Puerto Somport	21,4	22,1	21,7	20,6	21,5	0,6	3%
Avda San Luis-Valdetorres del Jarama	M30 hasta Ayacucho	21,4	21,5	21,1	20,4	21,1	0,5	2%
Avda San Luis-Valdetorres del Jarama	Ayacucho hasta M30	22,1	22,0	21,6	20,5	21,6	0,7	3%
Añastro-Ctra. Estación de Hortaleza	M30 hasta M11	26,3	26,9	26,6	25,6	26,4	0,6	2%
Añastro-Ctra. Estación de Hortaleza	M11 hasta M30	19,5	20,0	19,3	18,4	19,3	0,7	3%
General Millan Astray-Ctra. Barrio de la Fortina	M40 hasta Rafael Finat	32,4	33,0	33,0	32,5	32,7	0,3	1%
Avda de los Poblados	Vía Lusitana hasta Ctra de Boadilla	28,7	29,2	29,1	27,3	28,6	0,9	3%
Avda de los Poblados	Ctra. de Boadilla hasta Vía Lusitana	30,9	31,4	31,5	31,4	31,3	0,3	1%
Embajadores-Ctra. Villaverde a Vallecas	A4 hasta M40	35,0	34,8	34,5	31,9	34,1	1,4	4%
Avda.de Entrevías	M30 hasta paso bajo vías tren	30,3	29,6	30,6	30,7	30,3	0,5	2%
Marques de Corbera Francisco Villaoscusa-Ascao-Julián Camanillo	M30 hasta San Romualdo	27,4	27,4	27,0	27,9	27,4	0,4	1%
Marques de Corbera Francisco Villaoscusa-Ascao-Julián Camanillo	San Romualdo hasta M-30	28,2	29,2	27,6	27,9	28,2	0,7	2%
Niceto Alcalá Zamora	M30 hasta A1	34,6	34,2	34,1	34,1	34,3	0,2	1%
Avda Santo Domingo de la Calzada	A1 hasta Castillo de Candanchú	31,0	30,2	31,2	28,9	30,3	1,0	3%
Herrera Oria	Ventisquero de la Condesa hasta Llano Castellano	28,9	28,7	28,8	29,0	28,9	0,1	0%
Herrera Oria	Llano Castellano hasta Ventisquero de la Condesa	34,0	34,3	34,1	35,0	34,4	0,5	1%
Avda Arroyo del Fresco	Rosalía de Castro hasta Monasterio de Silos	39,7	38,2	39,4	37,8	38,8	0,9	2%
Avda Arroyo del Fresco	Monasterio de Silos hasta Rosalía de Castro	31,9	31,0	32,8	35,5	32,8	1,9	6%
Eduardo Barreiro-San Jenaro	M40 hasta Gran Vía de Villaverde	27,5	28,5	27,4	28,4	28,0	0,6	2%
Avda. del Mayorazgo	Ctra de Villaverde a Vallecas hasta la M45	39,7	40,0	39,1	36,5	38,8	1,6	4%
Avda. del Mayorazgo	M45 hasta la Ctra. de Villaverde a Vallecas	38,1	37,9	36,9	32,8	36,4	2,5	7%
Juan Bravo-Eduardo Dato-Luchana	Bilbao hasta Fco Silvela	19,5	19,8	19,2	18,8	19,3	0,4	2%
Avda. Logroño	M11 hasta M13	27,2	27,5	27,2	26,5	27,1	0,4	2%
Avda. Logroño	M13 hasta M11	31,5	31,3	31,6	30,7	31,3	0,4	1%
Avda. de la Democracia	A3 hasta Camino Viejo de Vicálvaro	33,4	33,3	33,2	29,7	32,4	1,8	6%

VÍA	SENTIDO	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Media	Desv.	Desv./media
Avda. de la Democracia	Camino Viejo de Vicálvaro hasta A3	38,9	38,5	38,7	35,8	38,0	1,5	4%
Villablanca	Vicalvarada hasta Gran Vía del Este	29,2	29,0	29,7	28,7	29,2	0,4	1%
Villablanca	Gran Vía del Este hasta Vicalvarada	24,2	25,3	25,2	25,6	25,1	0,6	2%
Avda. Andalucía	M40 hasta M45	45,7	46,9	46,2	45,9	46,2	0,5	1%
Avda. Andalucía	M45 hasta M40	41,6	43,2	42,1	42,7	42,4	0,7	2%
San Jaime-Ctra. Villaverde a Vallecas	Sierra de Guadalupe hasta Av. Mayorazgo	30,7	30,4	30,5	24,7	29,1	2,9	10%
Sierra de Guadalupe-Real de Arganda	Federico G ^a Lorca hasta Peñaranda de Bracamonte	39,2	39,3	39,1	36,6	38,6	1,3	3%
Sierra de Guadalupe-Real de Arganda	Peñaranda de Bracamonte hasta Federico G ^a Lorca	34,1	34,9	33,8	33,7	34,1	0,5	2%
Avda. del Ensanche de Vallecas	Real de Arganda hasta Gran Vía del Sureste	38,6	38,6	38,6	30,7	36,6	4,0	11%
Avda. del Ensanche de Vallecas	Gran Vía del Sureste hasta Real de Arganda	40,8	40,4	40,5	35,2	39,2	2,7	7%
Osa Mayor-Camino del Barrial	Hoces del Hermida hasta Fernando Lázaro Carreter	23,4	23,9	23,5	22,2	23,3	0,7	3%

Apéndice 4. Relaciones de las variables del modelo GA

El contenido de este apéndice se encuentra en el archivo html adjunto al documento denominado “Ap4_variables_para_GA.html”