

ANEXO V: ESTUDIO DE TRÁFICO

**2ª MODIFICACION DEL PLAN PARCIAL DEL SECTOR
SUNPI-I “LOS ALMENDROS”**

Junio 2019
Torrejón de Ardoz (MADRID)

Promotor
**JUNTA DE COMPENSACIÓN
DEL SUNPI-1 “LOS ALMENDROS”**

ÍNDICE

MEMORIA GENERAL.....	5
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. REDACTOR DEL ESTUDIO DE TRÁFICO	6
3. SITUACIÓN.....	7
4. MARCO GENERAL	8
A. MARCO GEOGRÁFICO	8
B. MARCO NORMATIVO.....	9
Instrucción de la Vía Pública del Ayuntamiento de Madrid. Estudios de transporte. Ficha 12.	9
5. TRABAJOS DE CAMPO	13
C. OBJETO DE LOS TRABAJOS DE CAMPO	13
D. ESTACIONES DE AFORO PERMANENTE.....	13
Estaciones de aforo permanente del Mapa de Tráfico 2.016	13
Estaciones de aforo permanente de la Comunidad de Madrid	16
E. AFOROS AUTOMÁTICOS.....	18
F. AFOROS DIRECCIONALES	19
G. VÍDEOS DE RECORRIDO CON CÁMARA EMBARCADA GEOREFERENCIADA	20
3. SIMULACIÓN.....	23
A. ASIGNACIÓN A LA RED Y CALIBRACIÓN	23
B. CALIBRACIÓN DEL MODELO.....	24
6. TRANSPORTE PÚBLICO.....	26
C. AUTOBUSES URBANOS	26
D. AUTOBUSES INTERURBANOS	28
E. METRO	29
F. CERCANÍAS.....	30
G. INFRAESTRUCTURA GLOBAL DE TRANSPORTE PÚBLICO	32
7. SITUACIÓN ACTUAL.....	33
H. ANÁLISIS DE TRÁFICO.....	34
i. red de distribución del tráfico	34
ii. análisis de la capacidad de las intersecciones.....	37
INTRODUCCIÓN.....	37
I. ACCESIBILIDAD	42

TRANSPORTE PÚBLICO	42
VEHÍCULO PRIVADO.....	43
J. CONCLUSIONES.....	45
8. DESARROLLO DEL FUTURO ÁREA.....	47
K. INTRODUCCIÓN.....	47
L. METODOLOGÍA	48
M. GENERACIÓN DE VIAJES.....	49
i. introducción	49
ii. GENERACIÓN DE VIAJES SECTOR SUNPI-1 “LOS ALMENDROS”	55
iii. GENERACIÓN DE VIAJES PARQUE EMPRESARIAL BARRAL	56
N. DISTRIBUCIÓN DE VIAJES	57
i. DISTRIBUCIÓN DE VIAJES SECTOR SUNPI-1 “LOS ALMENDROS”	58
ii. DISTRIBUCIÓN DE VIAJES PARQUE EMPRESARIAL BARRAL.....	59
O. REPARTO MODAL.....	59
i. REPARTO MODAL DE VIAJES SECTOR SUNPI-1 “LOS ALMENDROS”	62
ii. REPARTO MODAL DE VIAJES PARQUE EMPRESARIAL BARRAL.....	64
P. ASIGNACIÓN.....	64
i. VEHÍCULO PRIVADO.....	65
9. AFECCIÓN A LA INFRAESTRUCTURA	67
Q. INTRODUCCIÓN.....	67
R. AFECCIÓN DEL TRÁFICO GENERADO	69
10. ANÁLISIS DEL DISEÑO	71
S. INTRODUCCIÓN.....	71
T. ACCESOS Y SALIDAS.....	73
U. MODIFICACIÓN DE ELEMENTOS VIARIOS.....	74
i. intersección calle a con vía pecuaria	74
ii. entronque glorieta entre m-206 y calle del término con vía de servicio oeste.....	75
iii. vías de servicio en calle a	78
iv. tercianas y medianas	80
V. SEÑALIZACIÓN.....	80
11. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN.....	80
W. SALIDA DIRECTA (BY-PASS) DESDE INCORPORACIÓN CARRETERA M-50 HACIA M-206 EN LA GLORIETA ESTE	81
ANEXOS.....	85
ANEXO N° 1. ESTACIÓN DE AFORO PERMANENTE E-343-0	85
ANEXO N° 2.- AFOROS.....	86

AFORO AUTOMÁTICO CARRETERA M-206	86
1.1.1. vehículos totales	87
GRÁFICOS VEHÍCULOS TOTALES	88
1.1.2. Vehículos Sentido A.....	89
1.1.1.1. GRÁFICOS VEHÍCULOS SENTIDO A	90
1.1.3. Vehículos Sentido B.....	91
1.1.1.2. GRÁFICOS VEHÍCULOS SENTIDO B	92
1.1.4. Aforo direccional Acceso/Salida Centro Logístico Ferroviario Torrejón Mercancías	93

MEMORIA GENERAL

1. INTRODUCCIÓN

La Junta de Compensación del Sector SUNPI-1 ‘Los Almendros’. está promoviendo el desarrollo del Sector de uso industrial ubicado al Sudoeste de Torrejón de Ardoz, en las inmediaciones de los polígonos industriales de San Fernando y Las Monjas.



Imagen 1. Emplazamiento del Sector SUNPI-1 “Los Almendros”.

La principal vía de alta capacidad de acceso al entorno de estudio será la carretera M-45/M-50 que mediante la M-206 enlazará con el nuevo desarrollo. Un área logística de estas características influye sobre la movilidad del entorno, generando y atrayendo tráfico por las actividades propias del área, funcionando como un motor económico del entorno urbano y, por lo tanto, suponiendo un incremento de tráfico sobre las infraestructuras ya existentes.

Por ello, la fase de planificación y diseño se torna como un elemento crítico, debiendo estudiarse con especial atención la accesibilidad al futuro desarrollo, las condiciones actuales de la movilidad y del tráfico, así como la capacidad del entorno para absorber el incremento en el volumen del tráfico derivado de la actividad logística.

Es bajo este marco donde la Junta de Compensación del Sector SUNPI-1 “Los Almendros” requiere de un estudio de tráfico que analice, desde el punto de vista la movilidad, el entorno del futuro emplazamiento del Parque Industrial a construir. Para ello, el presente informe no solo analizará las condiciones actuales del tráfico del entorno del desarrollo, si no que analizará el impacto sobre las condiciones actuales de circulación que tendrá el tráfico generado por el mismo y su accesibilidad en medios sostenibles.

2. REDACTOR DEL ESTUDIO DE TRÁFICO

El Estudio ha sido realizado por la empresa especializada VECTIO Traffic Engineering, S.L. por encargo de la mercantil UPPOL BUSINESS DEVELOPMENT S.L. para incorporarlo a la 2ª MODIFICACION DEL PLAN PARCIAL del Sector SUNPI-1 “Los Almendros” de acuerdo a la solicitud de la Junta de Compensación del Sector .

3. SITUACIÓN

De manera general el presente informe supone un análisis de la movilidad global del entorno de la futura localización del Sector SUNPI-1 “Los Almendros”. Por lo cual, el análisis se centrará en la evaluación de la situación actual existente, tanto desde el punto de vista de la accesibilidad mediante transporte público o vehículo privado, así como realizando un diagnóstico de la capacidad actual de las infraestructuras del transporte. Para el estudio de la situación inicial es de gran importancia la captación y recopilación de datos referentes a movilidad del entorno objeto de estudio, para lo cual Vectio planteó una importante campaña de aforos en distintos puntos considerados de importancia en el entorno de estudio.

A partir del punto inicial de partida que supone la recopilación de información de movilidad relativa al entorno de estudio, la siguiente tarea que afronta el presente informe es la estimación de la movilidad generada por el nuevo desarrollo industrial y su interacción con las condiciones de movilidad existentes. De esta manera, el análisis del entorno iniciado anteriormente con las condiciones existentes, llega a un nuevo punto mediante la incorporación de los flujos de tráfico generados por el nuevo desarrollo.

La implantación de un área de estas características exige un análisis de las condiciones de accesibilidad a la misma, incorporando las infraestructuras de transporte, un análisis de los radios de giro de los camiones en los distintos puntos críticos, tantos internos como externos, y la identificación de punto de conflicto entre las distintas tipologías de tráfico.

Una vez identificados todos los posibles puntos de conflicto entre tráfico, la capacidad de absorción de la infraestructura de transporte y la accesibilidad al entorno en los distintos modos, la siguiente fase será llevar a cabo una optimización de la infraestructura existente actuando sobre los itinerarios de acceso y planteando una serie de propuestas de mejora que minimicen o eliminen el impacto del nuevo desarrollo sobre las condiciones existentes actuales, así como optimicen la funcionalidad del desarrollo previsto.

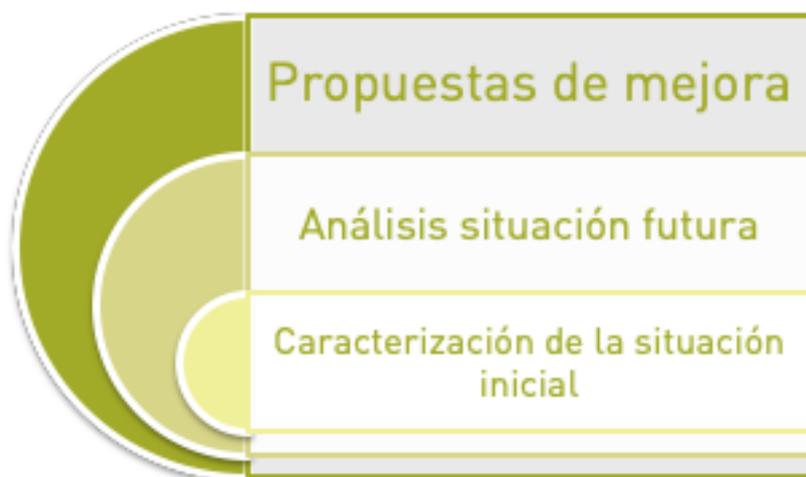


Gráfico 1. Proceso de desarrollo del informe.

A modo de resumen, el objetivo del presente estudio será realizar un exhaustivo análisis sobre las condiciones actuales de movilidad del entorno con especial atención al tráfico y a la capacidad de la infraestructura existente, para después examinar el impacto generado por la implantación del nuevo desarrollo y, por último, proponer una batería de medidas que no solo minimicen el impacto, si no que optimicen la operatividad del Sector.

4. MARCO GENERAL

A. MARCO GEOGRÁFICO

El entorno en el que la Junta de Compensación del Sector SUNPI-1 “Los Almendros” plantea el desarrollo de una nueva superficie industrial se halla en el término municipal de Torrejón de Ardoz, municipio que cuenta con 128.013 habitantes, específicamente el desarrollo se encuentra anexo a la carretera M-206 que da acceso a la localidad.



Imagen 2. Emplazamiento del Sector SUNPI-1 “Los Almendros” dentro del municipio de Torrejón de Ardoz.

Torrejón de Ardoz está ubicado al este de la capital madrileña, a una distancia de 22,8 kilómetros de la misma. La principal vía de alta capacidad de acceso al entorno de estudio identificada es la carretera de circunvalación M-45/M-50, así mismo la autovía del nordeste A-2 se encuentra cercana. La carretera M-45 enlaza con la carretera regional M-206 para dar acceso directo al nuevo desarrollo.

En lo que refiere a accesibilidad en transporte público, el entorno de estudio dispone de conexiones con líneas de autobús interurbanas y urbanas, así como mediante Cercanías y Metro. La dotación total de infraestructuras del transporte, como son las carreteras y el sistema de transporte público, serán objeto de análisis en el presente estudio por su importancia a la hora de articular y vertebrar el entorno de estudio.



Imagen 3. Principales vías de comunicación del entorno de estudio.

B. MARCO NORMATIVO

INSTRUCCIÓN DE LA VÍA PÚBLICA DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID. ESTUDIOS DE TRANSPORTE. FICHA 12.

Objetivos

La inclusión de un Estudio de Transporte en planes parciales, planes especiales y proyectos de edificación tiene como objetivos principales:

- Garantizar la fundamentación técnica de las decisiones relativas a transporte y diseño de la vía pública en el planeamiento de desarrollo.
- Impedir que el aumento de la congestión circulatoria en la red principal supere ciertos niveles.

Niveles de congestión circulatoria

Se establecen los siguientes niveles de congestión circulatoria en hora punta:

- Nivel 1, cuando la relación Intensidad/Capacidad sea igual o inferior a 0,6
- Nivel 2, cuando la relación Intensidad/Capacidad sea superior a 0,6. e inferior a 0,7.
- Nivel 3, cuando la relación Intensidad/Capacidad sea superior a 0,7.

Mediante la adecuada localización y diseño de sus conexiones con la red principal o de su trama interna, los planes y proyectos tratarán de mantener la congestión circulatoria en el nivel 1, en todos y cada uno de los elementos de la red principal. En los casos en que, agotadas las opciones de disposición y diseño, la congestión alcance el nivel 2, los planes y proyectos incluirán la previsión de medidas complementarias dirigidas a desincentivar el uso del vehículo privado ocupado por una sola persona y potenciar la utilización de medios de transporte alternativos. Los servicios municipales competentes valorarán si las medidas complementarias propuestas se consideran suficientemente eficaces para paliar el nivel de congestión estimado. En cualquier caso, no se dará la aprobación a aquellos planes y proyectos por cuyo efecto la congestión en cualquier elemento de la red principal alcance el nivel 3.

Alcance

Deberán incluir un Estudio de Transporte todos los planes y proyectos que superen cualquiera de los siguientes umbrales en edificación de nueva construcción:

- 150 viviendas o 15.000 m², en edificación residencial
- 5.000 m² en edificación para oficinas
- 4.000 m² de edificación comercial, o de ocio
- 500 plazas en locales de espectáculos
- 18.000 m² en cualquier tipo de edificación

Todos los planes especiales que, aún sin prever los umbrales de construcción establecidos en el punto anterior, afecten a más de 500 viviendas o 50.000 m² de edificación o a elementos de la red viaria principal del municipio de Madrid.

Contenido de los Estudios de Transporte

1. Los Estudios de Transporte tendrán el siguiente contenido mínimo:
 - A. Descripción del emplazamiento, entorno y ámbito del plano proyecto
 - Situación y características generales.
 - Descripción general de los sistemas de transporte y red viaria de su entorno.
 - B. Programa de usos del plano proyecto
 - Nº de viviendas, por clases. Superficie edificable (por uso: industrial, garaje-aparcamiento, terciario y dotacional, en sus distintos tipos). Estimación del número de empleos en cada sector.
 - Programa de desarrollo y fases.
 - C. Condiciones de tráfico y transporte existentes y previsibles en puntos de acceso a la red viaria principal.

Tipo, regulación, geometría y capacidad de cada intersección o tramo, potencialmente utilizable para la conexión del plan o proyecto. Intensidades de tráfico en todos los ramales referidas a:

- Día laborable y hora punta de la mañana, para áreas residenciales y terciarias.
 - Viernes y hora punta de la tarde, para áreas comerciales y de ocio.
 - Grado de saturación de cada elemento, calculado como cociente entre la Intensidad en hora punta y la capacidad.
 - Capacidad y posibilidades de los sistemas de transporte alternativos al vehículo privado.
- D. Estimación de la generación de viajes en hora punta, mediante:
- Datos locales de generación de viajes.
 - Referencias tomadas de publicaciones nacionales y extranjeras.
 - El siguiente cálculo simplificado:
 - ❖ En áreas residenciales, se estimarán los viajes de salida en la hora punta de la mañana, mediante la tasa de población activa previsible y un factor de concentración de viajes al trabajo en hora punta que, en ausencia de otros datos, se tomará igual al 0.4.
 - ❖ En áreas productivas, se estimará el número de empleados que llegan en la hora punta de la mañana, mediante una evaluación del número de empleos y el citado factor de concentración de viajes al trabajo en hora punta.
 - ❖ En centros comerciales, en ausencia de otros datos, los vehículos entrados y salidos en hora punta del viernes por cada 1.000 m² de superficie comercial (venta + almacenes +oficinas), se estimarán de acuerdo a los siguientes índices:
 - De 10.000 a 20.000 m² de superficie comercial:50v
 - De 20.000 a 50.000 m² de superficie comercial:35 v
 - Más de 50.000 m² de superficie comercial: 20v
 - En áreas mixtas, la generación de viajes se estimará como combinación de las anteriores.
- E. Reparto modal y tráfico vehicular generado, a estimar en función de:
- La situación relativa del ámbito de estudio y la distancia relativa entre orígenes y destinos de los viajes considerados.
 - La disponibilidad y accesibilidad de sistemas de transporte colectivo, considerándose los siguientes radios de cobertura:
 - ❖ Parada de autobús: 400 metros.
 - ❖ Estación de tren o metro sin aparcamiento: 600 metros
 - ❖ Estación de tren o metro con aparcamiento: hasta 5 km.

- La experiencia de áreas similares en la Comunidad de Madrid.
- El índice medio de ocupación de los vehículos privados que, en ausencia de otros datos, se tomará igual a 1,35 personas por vehículo.

F. Evaluación, localización y, en su caso, diseño de los puntos de acceso y elementos internos de la red principal:

- Evaluación y selección del número y localización de los puntos de acceso a la red principal y diseño de los elementos interiores de la misma.
- Asignación del tráfico entre los diferentes accesos y elementos.
- Definición de geometría y regulación.

G. Evaluación del funcionamiento de los puntos de acceso y elementos internos de la red principal:

- Estimación de afecciones a la red principal por funcionamiento de los puntos de acceso. Valores absolutos y relativos de los aumentos de tráfico en cada ramal y movimiento.
- Estimación de las intensidades de circulación en los elementos de circulación de la red principal interna.
- Cálculo de los niveles de congestión potencialmente alcanzables con el desarrollo inmobiliario previsto.

H. Propuesta de medidas complementarias, métodos de gestión de la demanda y modos de transporte alternativos.

2. En planes o proyectos de áreas con más de 100.000 metros cuadrados de edificación residencial, 50.000 de industrial o 25.000 de terciaria será preceptivo estudiar la prolongación o nueva creación de líneas de autobús, que incluyan el 80% del área en un radio de 300 metros, medidos desde las paradas de autobús. Igualmente se estudiará la conveniencia de disponer plataformas reservadas para autobuses, según los criterios de diseño contenidos en la ficha 9.1.

3. En el caso de planes o proyectos que se refieran a más de 1.000.000 de metros cuadrados de edificación residencial o que, aun siendo de menor capacidad, puedan constituirse en centro de distribución para barrios limítrofes que conjuntamente alcancen la referida cifra, deberá estudiarse la posible prolongación de la red de metro o ferrocarril y la reserva de terrenos necesaria para los estacionamientos a ellas asociados.

4. Con independencia de los contenidos indicados, los Estudios de Transporte contendrán todos los indicados en las Fichas de la presente Instrucción para justificar el diseño propuesto para la vía pública, tales como: anchura de calzadas y aceras, reserva de carriles para plataformas reservadas, etc.

5. TRABAJOS DE CAMPO

C. OBJETO DE LOS TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo suponen la piedra angular sobre la que iniciar el análisis de la situación presente, por lo que su finalidad básica es la obtención de datos del entorno de estudio que permitan el diagnóstico de las condiciones de circulación actuales. Para ello el personal técnico de Vectio, en coordinación con la dirección del estudio, planteó una campaña de aforos en distintos puntos del entorno de estudio. De manera adicional, tanto la Comunidad de Madrid como el Ministerio de Fomento disponen de una amplia red de estaciones de aforo, por lo que las mismas fueron consultadas por el equipo de Vectio para incrementar el conocimiento del entorno de estudio. Por lo tanto, las fases que componen los trabajos de campo son los siguientes:

- Recopilación de información de las estaciones de aforo permanente del Mapa de Tráfico de 2.016 del Ministerio de Fomento y del informe anual elaborado por la Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid.
- Realización de aforos troncales mediante tecnología de aforo radar.
- Realización de aforos direccionales en distintas intersecciones del entorno de estudio.

Por lo tanto, la finalidad de los trabajos de campo es definir una base que permita calcular y evaluar el estado actual del entorno mediante un modelo de simulación y el cálculo de niveles de servicio. A partir de este análisis inicial, se evaluará el impacto del nuevo desarrollo y se plantearán propuestas de actuación que mejoren de manera global la fluidez y el nivel de servicio de los tráficos del entorno, reduciendo así al afección del nuevo desarrollo a la infraestructura viaria existente.

D. ESTACIONES DE AFORO PERMANENTE

Tal y como se citó anteriormente se disponen de dos fuentes de información de aforo permanente. En primer lugar, el Ministerio de Fomento publica anualmente el Mapa de Tráfico 2.016 en el que recoge los datos de tráfico en distintas estaciones de aforo permanente ubicadas en todo el territorio nacional. Por otro lado, la Comunidad de Madrid realiza de manera anual una publicación de datos de intensidades de los distintos aforos realizados en las carreteras que son de su competencia, en este caso los últimos datos publicados corresponden igualmente al año 2.016.

Ambas fuentes de información ayudarán a aumentar el conocimiento del comportamiento del tráfico en el entorno de estudio, así como permitirá la expansión a intensidades anuales de los datos recogidos por el equipo técnico de Vectio mediante aforos automáticos.

ESTACIONES DE AFORO PERMANENTE DEL MAPA DE TRÁFICO 2.016

El Mapa de Tráfico del año 2.016 elaborado por el Ministerio de Fomento facilita datos, principalmente, de estaciones de aforo ubicadas en vías de alta capacidad. En el caso del presente proyecto serán de utilidad las estaciones ubicadas en la autovía del Nordeste (A-2), ya que será uno de los principales puntos de acceso del tráfico generado por el nuevo desarrollo. Así mismo,

es de gran importancia debido a que sirve de acceso al Parque Empresarial de San Fernando de Henares.

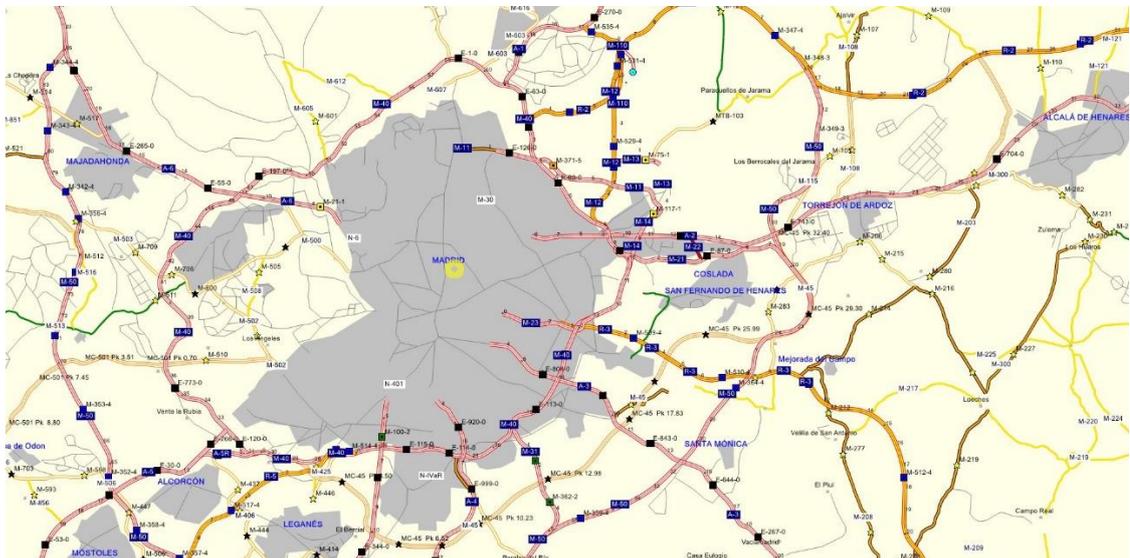


Imagen 4. Estaciones de aforo permanente en la ciudad de Madrid. Mapa de Tráfico 2016.

Tal y como se expuso anteriormente, la utilidad de las estaciones de aforo permanente del Mapa de Tráfico reside en la obtención de unos coeficientes que permitan estimar la Intensidad Media Diaria (IMD) de tráfico a partir de una medición temporal. Estos coeficientes se hallan segregados por mes y su aplicación varía en función de la duración de la medición realizada, obteniéndose mediante la aplicación de los mismos la IMD anual estimada. Para el presente caso se realizaron mediciones por duración de una semana completa.

Para extender esta medición temporal, que sea homogénea y se pueda convertir a datos anuales y representativos, será corregida con el siguiente coeficiente:

- **Coficiente L**, factor que transforma la intensidad de un día laborable cualquiera en la IMD anual de días laborables asignado para el mes de marzo, cuyo valor es 1.04 (ver Anexo de Aforos).

La estación más representativa del entorno de estudio, con coeficientes temporales, es la estación estatal E-343-0 del Ministerio de Fomento, situada en el P.K. 17 + 0430 de la carretera A-2.

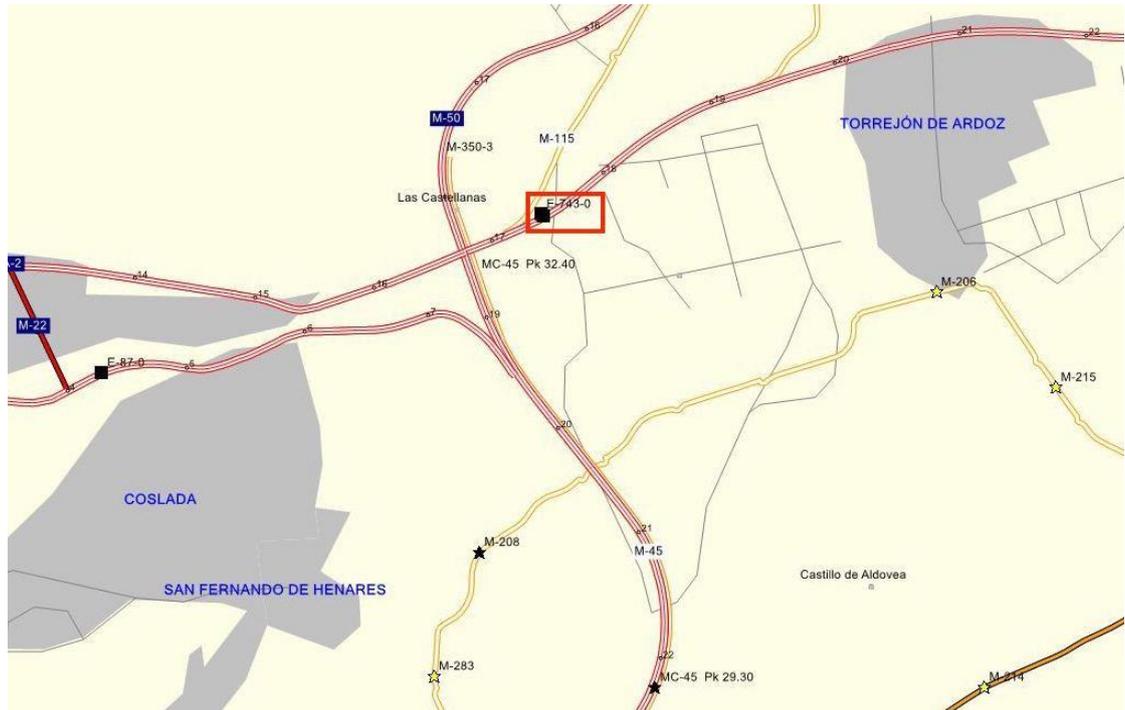


Imagen 5. Localización estación de aforo E-343-0. Mapa de Tráfico 2016.

Además el Mapa de Tráfico permite obtener la distribución horaria del tráfico de la media anual, lo cual es de gran utilidad para la elaboración del modelo de simulación, permitiendo así introducir este volumen de tráfico en la simulación de la hora punta de cálculo. A continuación se recoge un gráfico con la distribución horaria del tráfico en la autovía del nordeste, tanto en sentido creciente como decreciente, del día medio laborable anual.

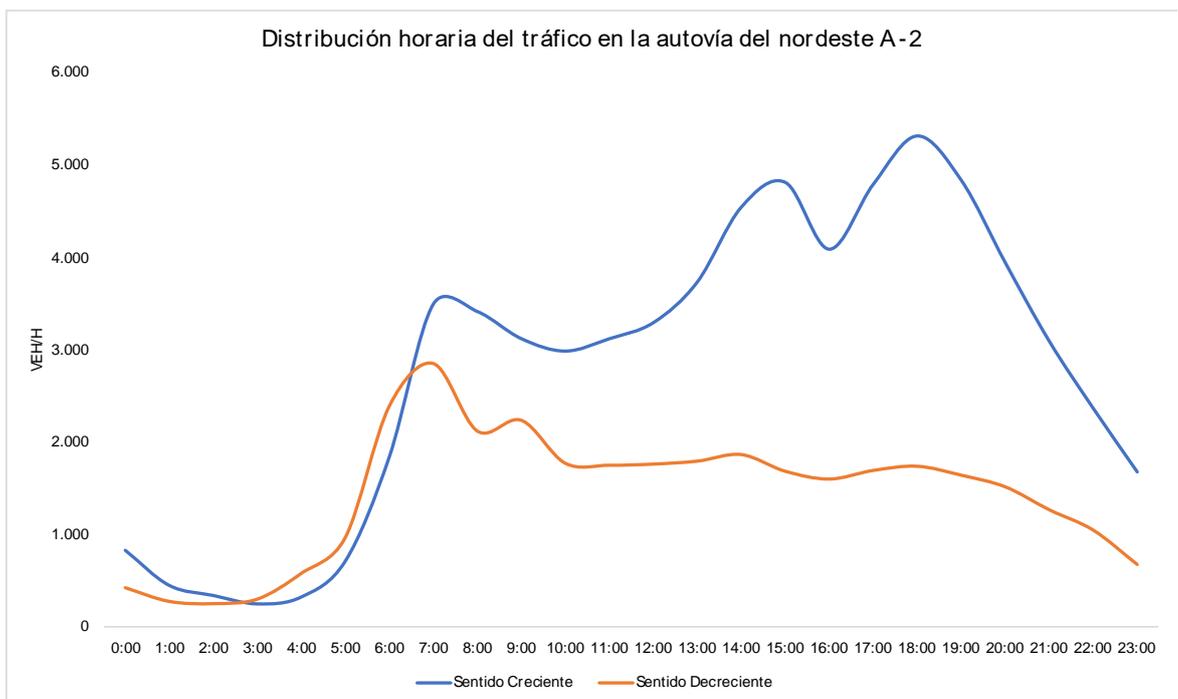


Gráfico 2. Distribución horaria del tráfico en la autovía del nordeste (A-2) durante el día laborable medio anual.

Del gráfico anterior se obtiene que los periodos actuales de demanda punta en el entorno de estudio son: 07:00–08:00 en el periodo matutino y 18:00–19:00 en el periodo vespertino.

ESTACIONES DE AFORO PERMANENTE DE LA COMUNIDAD DE MADRID

La Comunidad Madrid realiza anualmente aforos en las carreteras que son de su competencia, publicando así un extenso informe con los resultados de las intensidades obtenidos y su evolución con respecto a años anteriores. Las carreteras competencia autonómica ubicadas en las inmediaciones del entorno de estudio son la circunvalación M-45/M-50 y la carretera M-206.

La última versión publicada del citado informe corresponde al año 2.016, en el mismo encontramos una estación de aforo permanente (nº 208) en la carretera M-206, ubicada entre la intersección con la carretera M-45 y San Fernando de Henares, de la que se dispone de la distribución horaria del tráfico de una semana completa. Además se disponen de IMD en puntos cercanos a la intersección entre las carreteras M-45 y M-206.

A continuación se presentan dos gráficos que presentan la distribución horaria del tráfico en la carretera M-206 en la estación anteriormente citada, así como una tabla que recoge la Intensidad Media Diaria (IMD) por cuatrimestres a lo largo del año 2.16.

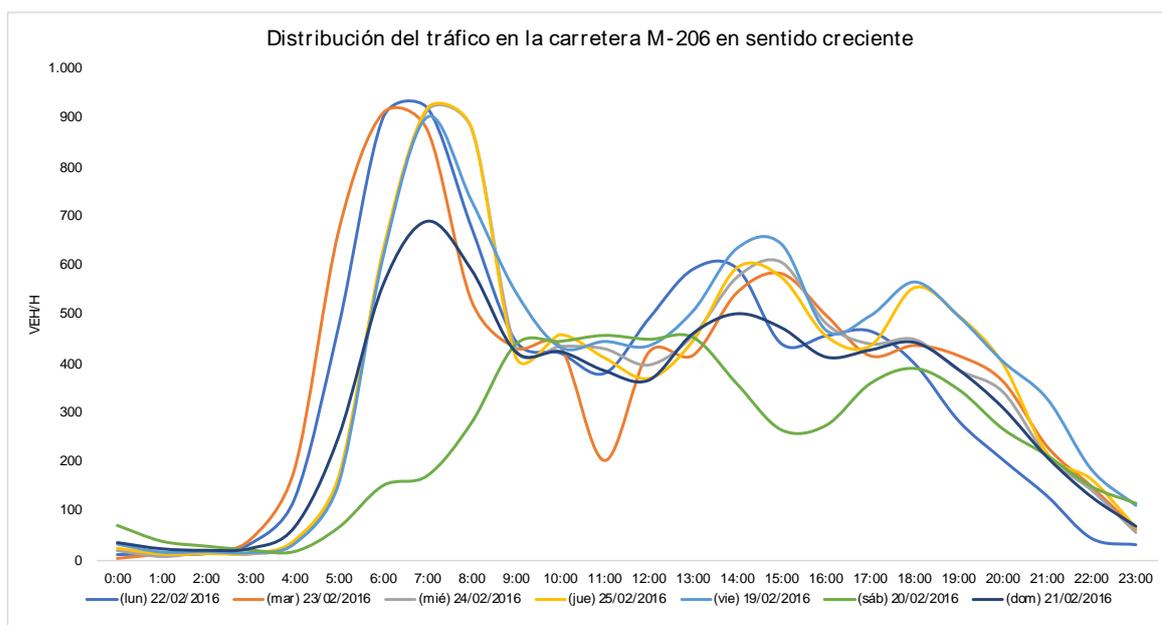
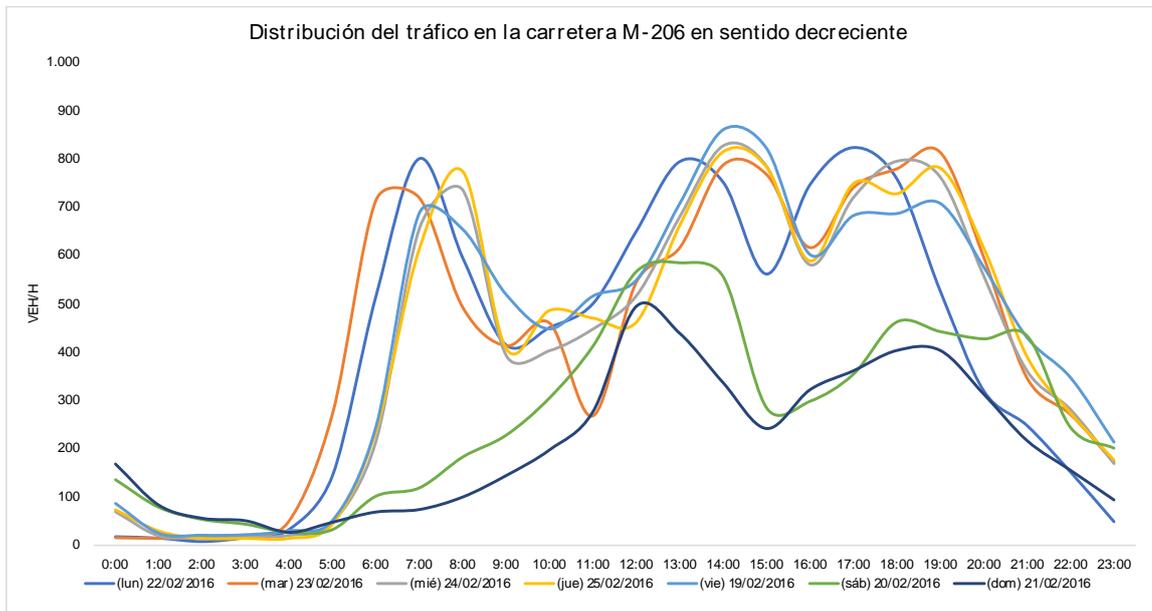


Gráfico 3. Distribución horaria del tráfico en la carreteras M-206 en sentido creciente.



Intensidad Media Diaria de la carretera M-45, Año 2.016.

CARRETERA	P.K.	ESTACIÓN	1 Cuatrimestre 2016			2 Cuatrimestre 2016			3 Cuatrimestre 2016			Total 2016		
			LIGEROS	PESADOS	TOTAL	LIGEROS	PESADOS	TOTAL	LIGEROS	PESADOS	TOTAL	LIGEROS	PESADOS	TOTAL
M-45	32,250	Permanente	81.015	17.888	98.903	80.288	18.166	98.454	85.580	19.287	104.867	82.292	18.448	100.740

Tabla 1. Intensidad Media Diaria (IMD) de la carretera M-45. Año 2.016.

E. AFOROS AUTOMÁTICOS

Tras la recopilación de datos de estaciones permanentes de las distintas fuentes disponibles, el equipo técnico de Vectio realizó aforos automáticos durante 7 días mediante tecnología radar con la finalidad de conocer el tráfico actual circulante en el entorno de estudio. Para ello, se dispusieron dos estaciones de aforo en el tramo de carretera comprendido entre la intersección entre la M-206 y la M-45, y la intersección entre la M-206 y la Avenida Puerta de Madrid con un código de identificación Radar A y Radar B. Estos equipos tienen la capacidad de separar el flujo de tráfico por sentidos, velocidades y clasificación de vehículos.

El aforo se llevó a cabo desde el miércoles 21 de marzo hasta el miércoles 28 de marzo. De esta manera se dispone de la distribución del tráfico durante una semana completa, lo que permite caracterizar y evaluar perfectamente el tráfico del entorno.



Imagen 6. Aforo automático de tecnología radar ubicado en carretera M-206.

Los resultados del aforo realizado se muestran en la tabla adjunta calibrados con el coeficiente L de la estación de aforo permanente citada en el apartado anterior. La variable que se muestra es la IMD (Intensidad Media Diaria de lunes a domingo).

Tabla 2. Aforo en carretera M-206.

	Lun	Mar	Miér	Jue	Vie	Sáb	Dom
Sentido Este	21.881	22.522	22.207	22.371	22.935	15.667	14.338
Sentido Oeste	22.853	23.431	24.252	23.583	24.769	15.401	14.002
Total	44.734	45.953	46.459	45.954	47.704	31.068	28.340

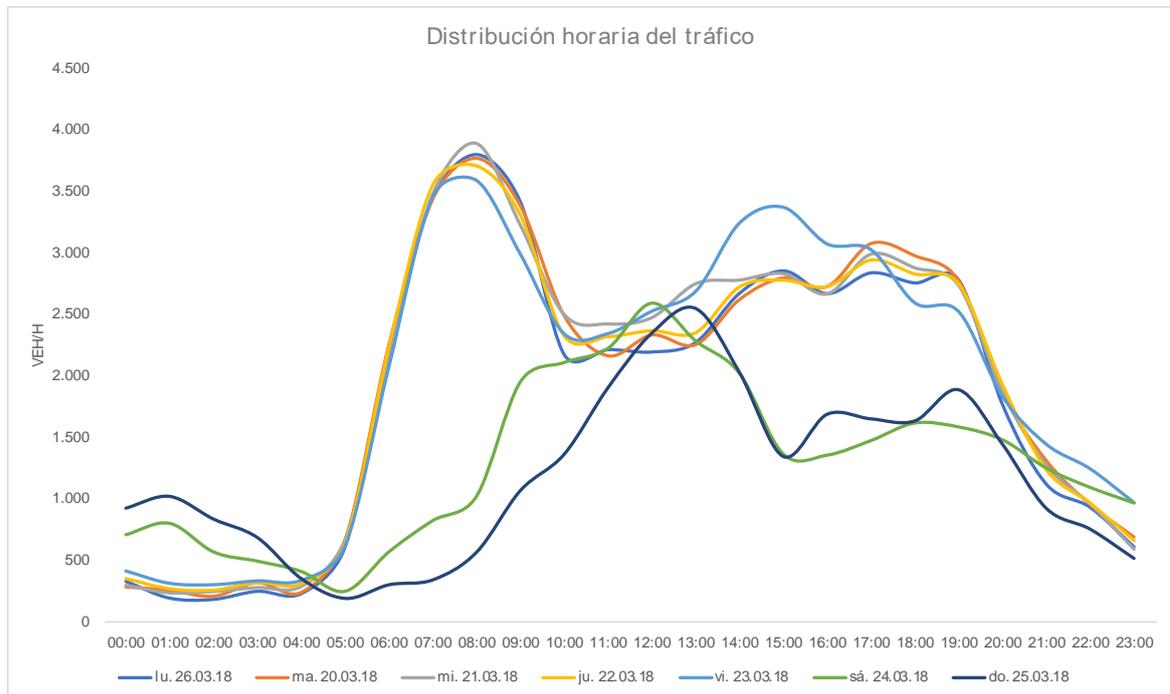


Gráfico 5. Distribución horaria del tráfico en carretera M-206.

F. AFOROS DIRECCIONALES

El aforo automático realizado anteriormente se complementó con la realización de aforos direccionales en las principales intersecciones del entorno de estudio. Estos aforos se realizaron con cámaras de visión artificial que permiten posterior procesamiento automático con el software OD Soft.

Los aforos direccionales se realizan con el objetivo principal de identificar la distribución de los flujos de tráfico en el interior de la zona de estudio, así se tiene el origen y el destino de cada uno de los vehículos. Las intersecciones aforadas mediante tecnología de visión artificial son las siguientes:

- Glorieta sudoeste sobre la carretera M-45/M-50.
- Glorieta nordeste sobre la carretera M-45/M-50.
- Glorieta entre carretera M-206 y Avenida Puerta de Madrid.
- Glorieta entre carretera M-206 y Calle del Término.
- Acceso/Salida del Centro Logístico Ferroviario Torrejón Mercancías.



Imagen 7. Aforos de tecnología de visión artificial ubicados en distintos puntos del entorno de estudio.

G. VÍDEOS DE RECORRIDO CON CÁMARA EMBARCADA GEOREFERENCIADA

Por último, el conocimiento in situ aporta una información adicional de gran valor tanto en el análisis de la situación actual, como en el planteamiento de soluciones que minimicen el impacto del futuro desarrollo industrial en el entorno de estudio.

Por ello, con la finalidad de evaluar la accesibilidad actual a dicho entorno, el equipo técnico de Vectio planteó la realización de los principales itinerarios de acceso desde los núcleos poblacionales de mayor influencia con una cámara embarcada georeferenciada, que permite la obtención del tiempo de recorrido y la velocidad media, así como la velocidad instantánea.

Los orígenes considerados para cada uno de los itinerarios realizados son los principales núcleos urbanos ubicados en las inmediaciones de la futura localización del desarrollo. A continuación se recogen cada uno de los orígenes:

- Alcalá de Henares
- Centro de Carga Aérea–Aeropuerto de Madrid
- Centro de Mercancías de Coslada Integra el Puerto Seco de Madrid) (CMC)
- Coslada
- Madrid
- San Fernando de Henares
- Torrejón de Ardoz

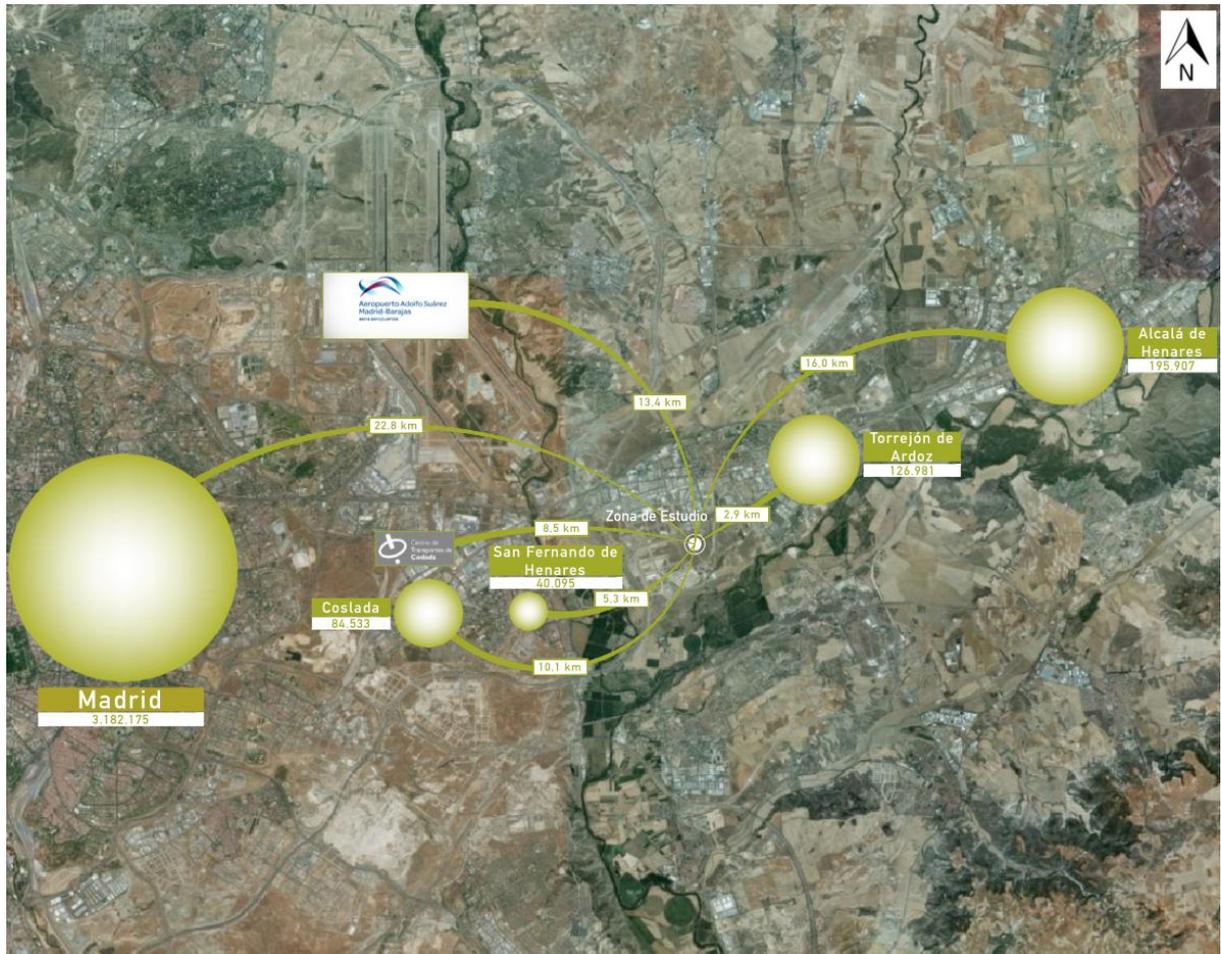


Imagen 8. Centros de atracción metropolitana del entorno de estudio.

Los tiempos de recorrido de cada una de las rutas consideradas permitirá realizar una primera estimación de los tiempos de demora en los principales puntos críticos de acceso al entorno de estudio. Así mismo, esta primera valoración servirá de base para definir unos itinerarios de acceso óptimos al entorno y para la calibración del modelo de simulación, identificando el comportamiento real de los vehículos y reproduciéndolo en el modelo.

El marco temporal de realización de los itinerarios de acceso definido comprendió las horas de máxima demanda matutina vespertina y se llevaron a cabo en sentido directo e inverso. De esta manera se puede analizar la variación de los tiempos de acceso en cada uno de los horarios, identificando el comportamiento del tráfico en la salida y la entrada en cada uno de los intervalos temporales. Las horas de máxima demanda de día laborable se recogen a continuación:

- Horario AM: 08:00 – 09:00.
- Horario PM: 17:00 – 18:00.



Imagen 9. Procesamiento en gabinete de los itinerarios con cámara embarcada georeferenciada.

A continuación se recogen en la tabla los tiempos de recorrido de cada uno de los itinerarios realizados.

Tabla 3. Tiempo de recorrido de los distintos itinerarios realizados.

Origen	Distancia (km)	Tiempo (min)			
		8:00		17:00	
		Sentido directo	Sentido Inverso	Sentido directo	Sentido Inverso
Alcalá de Henares	16	22,0	19,0	21,0	22,0
Centro de Carga Aérea - Aeropuerto de Madrid	13,4	15,0	11,0	19,0	12,0
Centro de Mercancías de Coslada (CMC)	8,5	10,0	10,0	15,0	11,0
Coslada	10,1	12,0	11,0	16,0	15,0
Madrid	22,8	24,0	23,0	18,0	20,0
San Fernando de Henares	5,3	7,0	8,0	7,0	10,0
Torrejón de Ardoz	2,9	5,0	5,0	5,0	6,0

Los tiempos de recorrido reflejados en la tabla adjunta establecen un comportamiento similar en ambas horas punta, observándose en algunos itinerarios un mayor tiempo de recorrido en el periodo vespertino debido a la confluencia de flujos en alguna de las glorietas del entorno de estudio. Tal y como reflejan los trabajos de campo, las intensidades de tráfico son mayores en el periodo punta matutino, pero en este periodo la confluencia de los flujos genera menos turbulencias en el entorno, provocando afecciones menores a los tiempos de recorrido con respecto al periodo vespertino.

manera que exista una consistencia entre ellos y el tiempo de viaje. En cada iteración se asigna un flujo de tráfico a cada tramo de la red, el cual implicará efectos de restricción por capacidad en este tramo y un nuevo tiempo de viaje, que sirven de punto de partida para la siguiente iteración, en base a la fórmula:

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

Donde:

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

B. CALIBRACIÓN DEL MODELO

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

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned}
 \text{Min } Z &= \frac{1}{2} \sum_{a \in A} (v_a - F_a)^2 \\
 \text{s. a. } &v = \text{asignación}(T_{ij})
 \end{aligned}$$

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

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

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

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

En resumen, los modelos de tráfico en hora punta (máxima demanda del sector), creado para el presente estudio se consideran validados ya que, en el conjunto de replicaciones realizadas, contrastando 11 puntos de “chequeo” (de los que se disponen de mediciones reales), dan como resultado una R2 de 0.977:

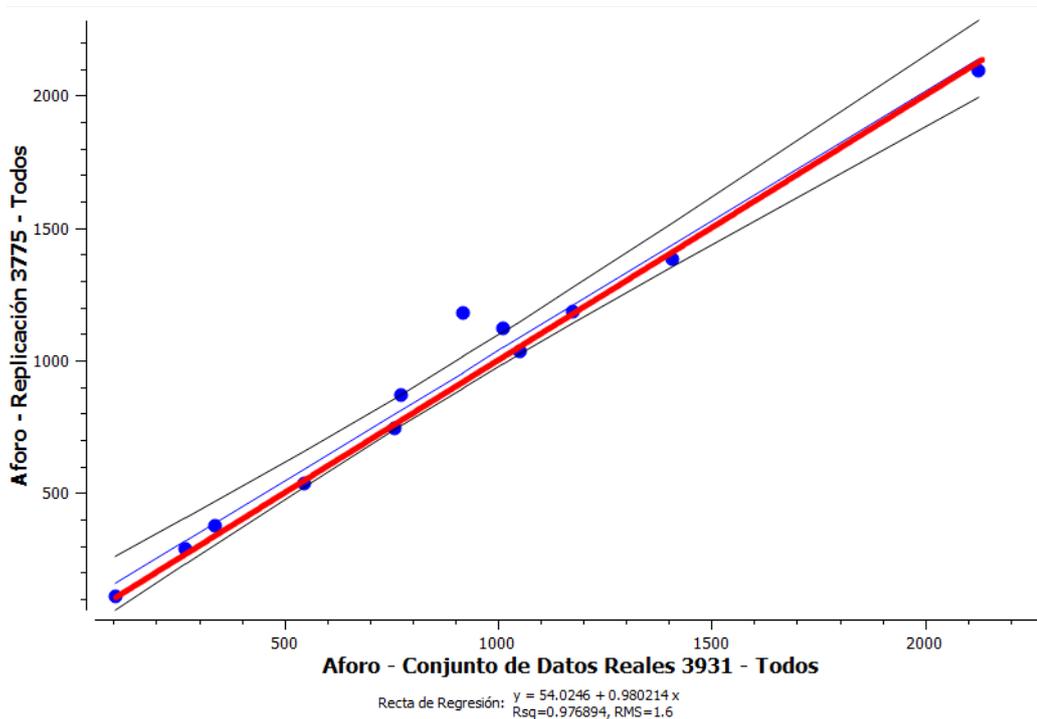


Imagen 12. Detalle Calibración del Modelo.

6. TRANSPORTE PÚBLICO

El transporte público es una de los elementos más importantes a la hora de analizar la accesibilidad de un entorno de estas características. En el caso del presente estudio, la futura localización del Sector SUNPI-1 “Los Almendros” al este de la ciudad de Madrid, hace del transporte público un elemento de gran importancia para asegurar y potenciar una accesibilidad sostenible el entorno, así como para ofrecer modos alternativos de acceso al vehículo privado.

En primer lugar, las infraestructuras de transporte público existente configurarán un elemento crítico en la reducción de la afección al sistema de transporte del nuevo desarrollo, en un entorno fuertemente caracterizado por el predominio del vehículo privado, con muchos puntos de congestión en las horas de demanda punta.

Los medios de transporte público presenten en el entorno de estudio son los siguientes:

- Autobuses urbanos
- Autobuses interurbanos
- Metro
- Cercanías

A continuación, se va a realizar un análisis de cada uno de los sistemas, prestando especial atención a la oferta disponible y cómo influye en la articulación del entorno.

C. AUTOBUSES URBANOS

La empresa encargada de dar el servicio de autobuses urbanos en Torrejón de Ardoz es Alsa S.L. En Torrejón de Ardoz ofrecen servicio un total de 6 líneas de autobús urbano

que conectan los distintos puntos neurálgicos del municipio, de las seis líneas citadas únicamente circula por las inmediaciones del desarrollo.

La línea en cuyo itinerario circula por las inmediaciones del entorno de estudio se recoge a continuación:

- **Línea 3:** Los Fresnos–Plaza de España–Las Monjas. Ésta línea realiza dos paradas en la Avenida de las Estaciones, avenida cercana al entorno de estudio. La frecuencia de paso en hora punta oscila entre 10 y 20 minutos.

3 Los Fresnos - Plaza de España - Las Monjas

TORREJÓN DE ARDOZ

HORARIOS DE SALIDA DE LA CALLE CASTILLO
(Colegio Miguel Hernández)

020714

Lunes a viernes laborables												(Vigente de 1 de septiembre a 18 de julio)			
6:	7:	8:	9:	10:	11:	12:	13:	14:	15:	16:	17:	18:	19:	20:	21:
55 ^a	30 ^a	10 ^a	00 ^c	10 ^a	10	00	40	30	20	10	00	40	30	20	10
40 ^a	20 ^a	30 ^a	20			50					50				

Lunes a viernes laborables												(Vigente de 19 de julio a 31 de agosto)			
6:	7:	8:	9:	10:	11:	12:	13:	14:	15:	16:	17:	18:	19:	20:	21:
55 ^a	40 ^a	20 ^a	00 ^c	20	10	00	40	30	20	10	00	40	30	20	10
		40 ^c				50					50				

Notas:
^a Sábados, domingos y festivos sin servicios.
^c Salen del Parque de Cataluña (calle de la Brújula).
^a Hasta la Terminal (plaza de España).

AL ALSA, Avda. de América, 9-A. (Intercambiador de Avenida de América). 28002 MADRID. www.alsa.es
Tel: 91 177 99 51

Imagen 13. Itinerario de las líneas de autobús urbano 3.



Imagen 14. Itinerario de la líneas de autobús urbano e interurbano en el entorno de estudio.

D. AUTOBUSES INTERURBANOS

Los autobuses interurbanos que circulan por el entorno de estudio son gestionados por la empresa Avanza Interurbanos S.LU. En este caso, por el entorno de estudio circulan un total de 8 líneas de autobuses interurbanos que conectan distintas ciudades y municipios del área metropolitana de Madrid con la ciudad de Madrid. Las siguientes líneas realizan al menos una parada en el entorno de estudio a lo largo de su recorrido:

- **Línea 220:** Torrejón de Ardoz–San Fernando de Henares. Esta línea realiza dos paradas en Avenida de las Estaciones con una frecuencia de paso media de 45 minutos. Mediante Calle Primavera o Calle del Verano se llega a las inmediaciones del entorno de estudio, pero la ausencia en la actualidad de un paso habilitado para peatones dificulta la conexión óptima.
- **Línea 224A:** Madrid (Av. América)–Torrejón de Ardoz (La Mancha Amarilla). Esta línea discurre por Avenida del Sol en sentido norte para atravesar la glorieta entre dicha avenida y la carretera M–206, ubicada al este del entorno de estudio, con una frecuencia de paso media en hora punta entre 20 minutos y 30 minutos, llegando a ser de 60 minutos fuera de dicho intervalo.
- **Línea 261:** Madrid (Av. de América)–Nuevo Baztán–Villar del Olmo. Esta línea discurre por Avenida del Sol en sentido norte para atravesar la glorieta entre dicha avenida y la carretera M–206, ubicada al este del entorno de estudio, con una frecuencia de paso media en hora punta entre 15 minutos y 35 minutos.

- Línea 340:** Torrejón de Ardoz–Mejorada del Campo. Esta línea discurre por Avenida del Sol en sentido norte para atravesar la glorieta entre dicha avenida y la carretera M–206, ubicada al este del entorno de estudio. Actualmente no tiene ninguna parada en las inmediaciones, pero sus conexiones con el entorno metropolitano de Torrejón de Ardoz, así como un itinerario que circula cercano al entorno, hace que esta línea sea incluida en el análisis de la accesibilidad. La frecuencia de paso media de esta línea en hora punta es de 60 minutos.



Imagen 15. Itinerario de las líneas de autobús interurbano 220 (izquierda) y 340 (derecha).

E. METRO

El servicio de Metro de la ciudad de Madrid, con 13 líneas, es considerado uno de los mejores del mundo por longitud, conectividad y servicio. En este caso por el entorno de estudio no encontramos una conexión de sistema de Metro en las inmediaciones, la estación de Metro más cercana es la de Jarama, que pertenece a la línea 7, ubicada en el municipio de San Fernando de Henares.

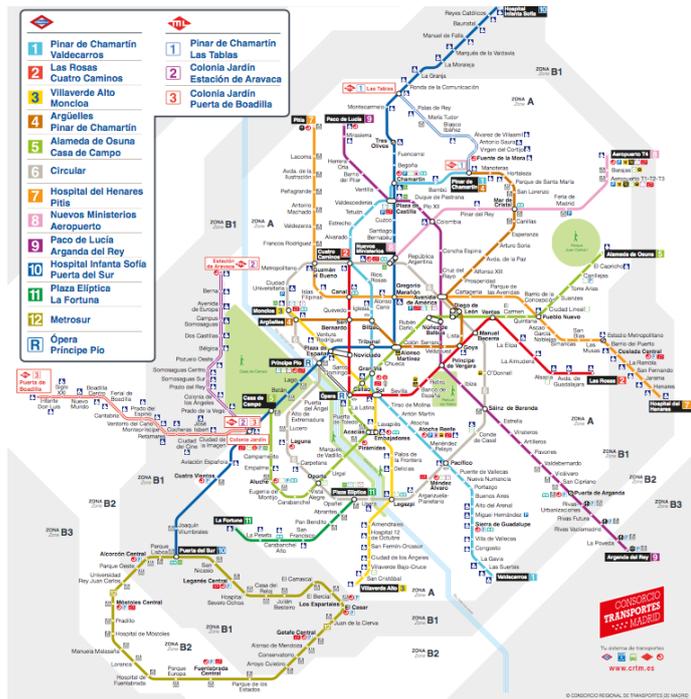


Imagen 16. Plano Metro de Madrid. Febrero 2018.

Fuente: Consorcio Regional de Transporte de Madrid (CRTM).

F. CERCANÍAS

El servicio de Cercanías de la Comunidad de Madrid se halla gestionado por Renfe y su principal función es articular y conectar la ciudad de Madrid con su entorno metropolitano. En el entorno de estudio encontramos la estación de Torrejón de Ardoz, por las que circulan las líneas C-2 y C-7.

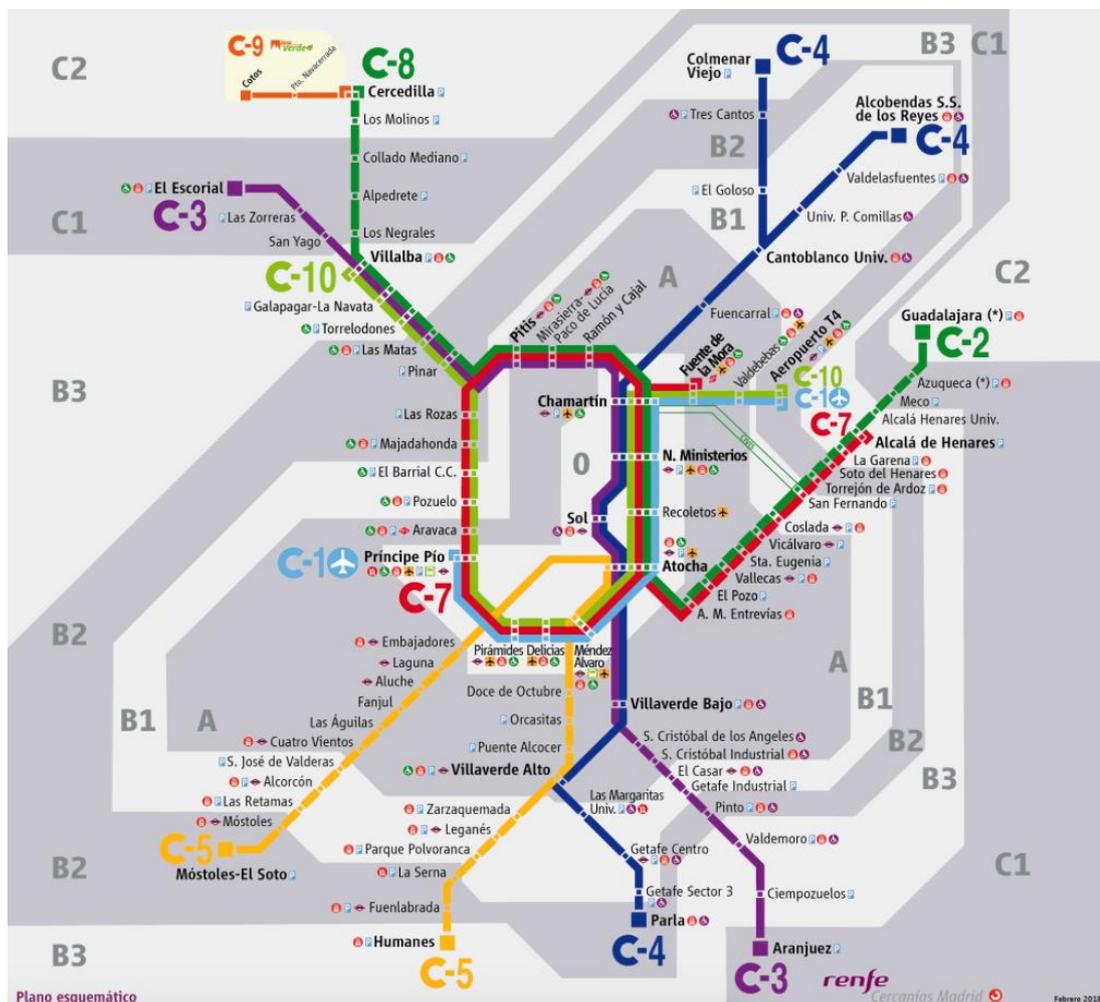


Imagen 17. Plano Cercanías Madrid. Febrero 2018.

Fuente: Consorcio Regional de Transporte de Madrid (CRTM).

El servicio de Cercanías tiene la ventaja frente a los servicios de transporte público rodados, de que la posesión de una plataforma reservada reduce el número de incidencias y elimina el problema de la congestión que pueden experimentar los servicios de autobús. Así mismo, el servicio de Cercanías de la Comunidad de Madrid tiene una puntualidad en sus servicios del 96,3 %¹.

¹ Últimas cifras facilitadas por Renfe.



Imagen 18. Líneas de Metro y Cercanías en el entorno de estudio.

G. INFRAESTRUCTURA GLOBAL DE TRANSPORTE PÚBLICO

Por último, todos los modos de transporte público descritos dan lugar a un entorno de estudio en el que se disponen de múltiples alternativas de conexión con su entorno inmediato. El modo que dispone de mejores conexiones y más representado es el autobús, siendo el único representante del ferrocarril el servicio de Cercanías con dos líneas.

En la tabla adjunta se recoge la dotación total de transporte público del entorno de estudio.

Tabla 4. Dotación total de infraestructuras del transporte en el entorno de estudio.

Origen	Modo	Línea
Madrid	Autobús	Línea 224A: Madrid (Av. América)–Torrejón de Ardoz (La Mancha Amarilla)
	Autobús	Línea 261: Madrid (Av. de América)–Nuevo Baztán–Villar del Olmo
	Cercanías	Línea C2: Guadalajara – Alcalá de Henares – Atocha – Chamartín
	Cercanías	Línea C7 : Alcalá de Henares – Atocha – Chamartín – P. Pío
Mejorada del Campo	Autobús	Línea 340: Torrejón de Ardoz–Mejorada del Campo
San Fernando de Henares	Autobús	Línea 220: Torrejón de Ardoz - San Fernando de Henares
Torrejón de Ardoz	Autobús	Línea 3: Los Fresnos–Plaza de España–Las Monjas

A modo de resumen, el entorno de la futura localización del Sector SUNPI-1 “Los Almendros” dispone de un total de 6 conexiones con Madrid y su entorno inmediato en los distintos modos. La ciudad de Madrid es la que dispone de un mayor número de conexiones, mediante cualquiera de los modos descritos se puede conectar con distintos puntos de la capital madrileña.

7. SITUACIÓN ACTUAL

El análisis de la situación actual permitirá identificar los principales puntos críticos de la red, es decir, en qué puntos del entorno de estudio se observan mayores tiempos de demora, volúmenes de tráfico y demás variables que serán la base para el encaje del desarrollo en el entorno de estudio con la mínima afección. Así mismo, también podrá evaluar la capacidad de absorción de la demanda generada de la infraestructura de transporte existente.

Este análisis de la situación actual se basará en los trabajos de campo realizados por el equipo técnico de Vectio, en el análisis de la infraestructura de transporte (tanto transporte público como vehículo rodado) y en el marco general en el que se sitúa el proyecto.

El diagnóstico estará compuesto principalmente de dos partes y bien diferenciadas. En primer lugar se llevará a cabo un análisis del tráfico, centrado en cómo se distribuye el tráfico dentro del entorno de estudio y en la capacidad de la red viaria existente. Por otro lado, se analizará la accesibilidad al emplazamiento del desarrollo industrial , diferenciando entre transporte público y vehículo privado.

H. ANÁLISIS DE TRÁFICO

I. RED DE DISTRIBUCIÓN DEL TRÁFICO

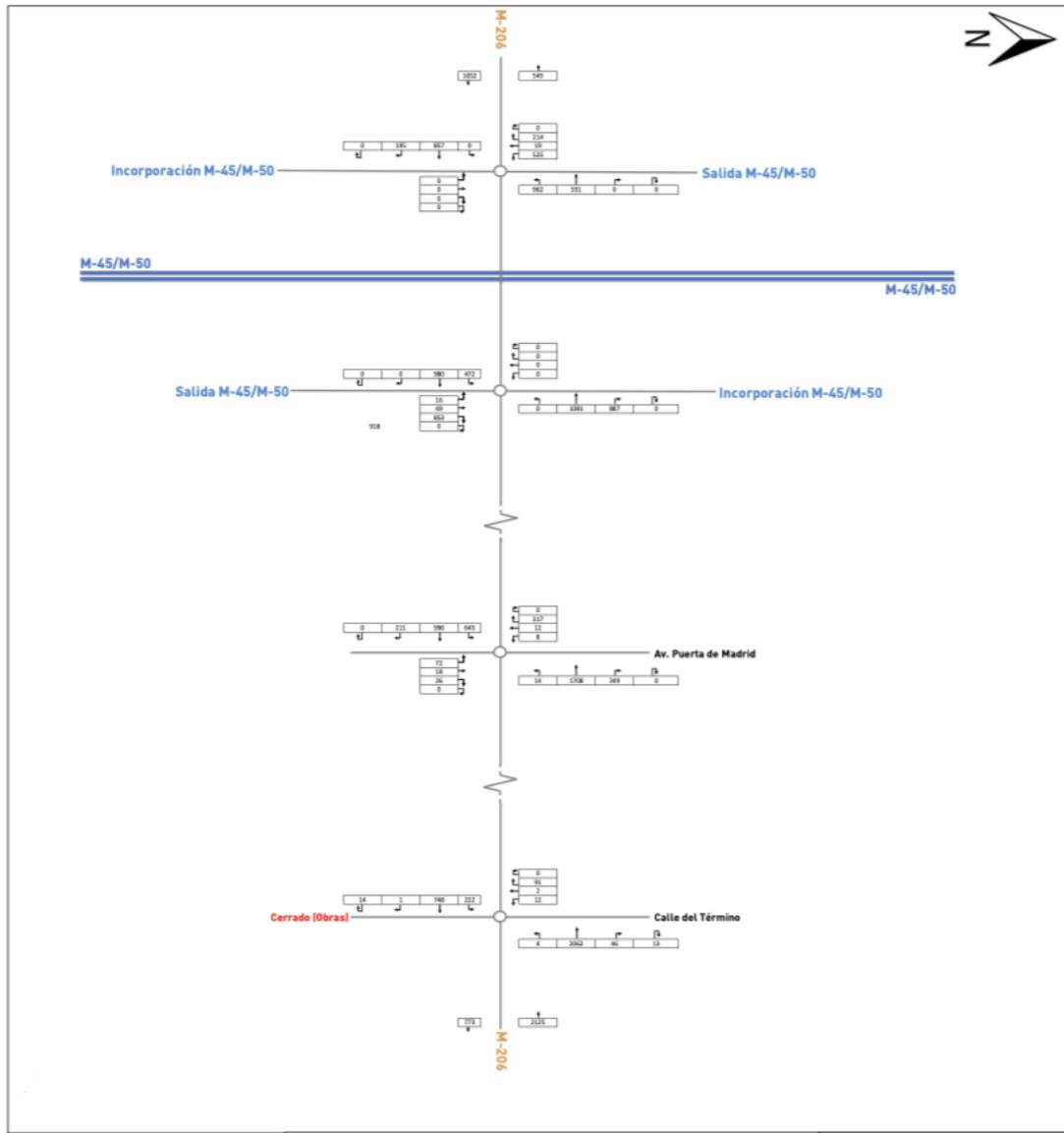
La implantación de un nuevo desarrollo industrial supone un incremento del tráfico, tanto ligero como pesado, en el entorno de estudio. Por ello, se necesita un análisis previo que evalúe la capacidad de la infraestructura para absorber este futuro incremento de la demanda. El análisis de la capacidad actual del entorno de estudio se llevará a cabo mediante el análisis de la red de distribución de tráfico.

Este análisis pondrá en conjunto los aforos troncales y direccionales realizados particularizados en la hora de demanda máxima. De esta manera, se identifican los viales y secciones más saturadas durante la hora punta, dos elementos a tener en cuenta a la hora de realizar el análisis de los itinerarios óptimos de acceso para minimizar la afección a la infraestructura.

A continuación, se encuentra la red de distribución del tráfico para la hora de demanda punta matutina y vespertina del entorno de estudio, cuya hora identificada ha sido de 07:00–08:00 y 17:00–18:00.

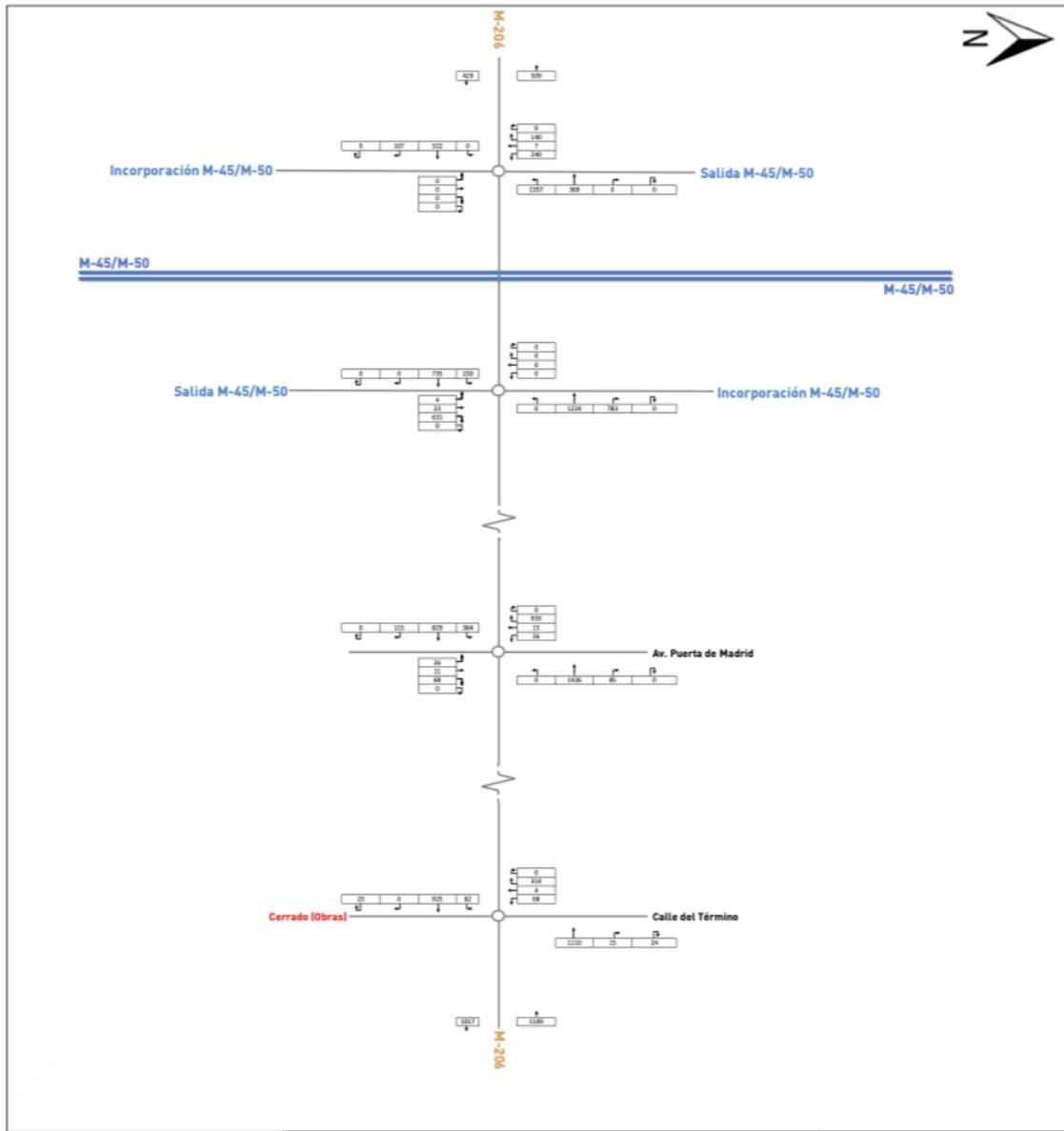
El entorno de estudio tiene dos puntos principales de acceso: la carretera de circunvalación M–50 y la carretera M–206. Estas dos carreteras forman dos ejes principales, norte–sur y este–oeste, que concentran y distribuyen los tráficos del entorno de estudio. Las intersecciones de la carretera M–206 con la M–50 (Este) y con la Avenida Puerta de Madrid concentran una mayor proporción de vehículos, debido principalmente a la presencia del Parque Empresarial San Fernando de Henares. La Avenida Puerta de Madrid tiene un comportamiento caracterizado por el entorno al que da acceso, presentando un mayor volumen de tráfico de acceso al Parque Empresarial por la mañana, mientras que durante la hora de demanda punta vespertina presenta un mayor volumen de salida.

Imagen 19. Red de distribución del tráfico en hora punta AM (07:00–08:00).



Documento original en pdf

Imagen 20. Red de distribución del tráfico en hora punta PM (17:00–18:00).



II. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE LAS INTERSECCIONES

INTRODUCCIÓN

En este punto del informe se estudia la capacidad actual de la infraestructura viaria del entorno objeto del presente informe. En primer lugar, el entorno de estudio esta caracterizado por la presencia de múltiples glorietas, dos de ellas de intersección a distinto nivel con la carretera de circunvalación M-50. Por ello, el análisis individual de cada una de las glorietas, así como el análisis conjunto de todas ellas, es importante a la hora de evaluar la capacidad del entorno de estudio.

Se debe tener en cuenta, que, a diferencia de los estudios de tráfico de vías interurbanas, la circulación a estudiar en áreas urbanizadas es discontinua; siendo comunes las paradas, ya sea por pasos de peatones, señales de prioridad, etc. Todo ello conlleva a que se deban estudiar las intersecciones en concreto y no toda la vía, ya que en éstas es dónde encontramos el “cuello de botella” de nuestra demanda.

La capacidad de una intersección queda condicionada por el acceso que más alto valor de congestión alcanza, y se podría definir como el máximo valor de vehículos que pueden circular a través de ella en una determinada hora, generalmente la hora punta, tomada como un tanto por cierto de la Intensidad Media Diaria (IMD). En el presente caso ese tipo de intersecciones son intersecciones y glorietas semaforizadas.

Teniendo en cuenta los ejes principales colectores y distribuidores del tráfico identificados anteriormente, se analizarán las intersecciones presente tanto en la carretera M-50, como en la M-206. Por lo tanto los puntos críticos de dicha avenida en los que se estudiará la capacidad son los siguientes:

- Glorieta sudoeste sobre la carretera M-45/M-50.
- Glorieta nordeste sobre la carretera M-45/M-50.
- Glorieta entre carretera M-206 y Avenida Puerta de Madrid.
- Glorieta entre carretera M-206 y Calle del Término.

El análisis de las actuales y futuras intersecciones del entorno será analizado bajo las pautas marcadas por el Manual de Capacidad Americano, que define un nivel de servicio en base al tiempo de demora medio de cada uno de sus movimientos (ver tablas adjuntas):

Tabla 5. Niveles Servicio Intersecciones Semaforizada

Nivel de Servicio ²	Tiempo de demora medio (seg/veh)
A	0-10
B	10-20
C	20-35
D	35-55
E	55-80
F	>80

A la hora del cálculo de la capacidad de una glorieta, más que el análisis de la capacidad global, conviene hablar de la capacidad de cada una de las entradas a la glorieta (que dependerá de los tráficos circulantes por la calzada anular y los de cada una de las entradas a la misma). Para ello se ha utilizado el modelo HCM recogido en el nuevo Manual de Capacidad de Carreteras 2016 (sexta edición), en el que se recogen niveles de servicio para los brazos de la glorieta.

El método de evaluación de glorietas del HCM, evalúa la capacidad de las glorietas, brazo por brazo teniendo en cuenta los patrones de flujo. Los flujos de interés en una glorieta son el flujo circulante y el flujo de entrada por el brazo (ver Imagen 21). Según el HCM la capacidad del brazo de entrada se reduce en función del flujo de conflicto circulante. La mayoría de factores clave, a tener en cuenta, aparte de los flujos, son los tiempos de reacción y aquellos inherentes al modelo de aceptación de hueco (gap acceptance model), estos son ofrecidos en forma de constantes, que a su vez vienen dadas de estudios empíricos realizados por los investigadores el TRB (Transport Research Board).

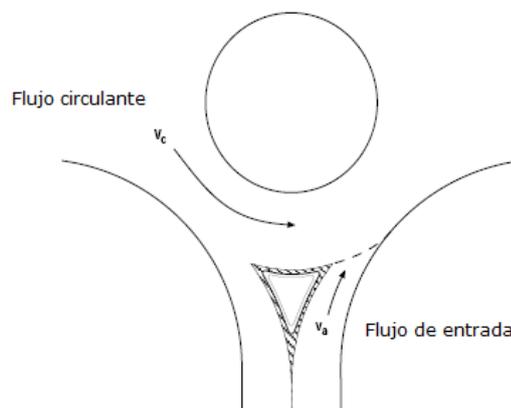


Imagen 21. Flujos de tráfico en una glorieta.

² El nivel de servicio F correspondería, a aquellos tramos en los que el volumen de demanda excediese la capacidad de la intersección.

La capacidad del cada brazo viene dada por las fórmulas:

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

donde:

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

Para determinar la demora media debemos emplear la fórmula:

$$D = \frac{C_{crit} \cdot t_c}{C_{crit} - V_c}$$

Una vez hemos obtenido el valor de la demora media de cada uno de los brazos de acceso a la glorieta, estamos en condiciones de establecer el nivel de servicio de estos viales, en función del baremo establecido por el HCM, el cual se recoge en la Tabla 6.

Tabla 6. Niveles Servicio Glorietas.	
Nivel de Servicio ³	Tiempo de demora medio (seg/veh)
A	0-10
B	10-15
C	15-25
D	25-35
E	35-50
F	>50

CAPACIDAD DE LAS INTERSECCIONES DEL ENTORNO DE ESTUDIO

En base a los criterios expuestos y teniendo en cuenta la red de distribución del tráfico en hora punta, el equipo técnico de Vectio estaba en disposición de llevar a cabo el cálculo de los niveles de servicio actuales de las intersecciones ubicadas en las carreteras M-50 y M-206.

Tabla 7. Nivel de servicio actual intersección entre M-206/M-50 Oeste.	
	Actual

³ El nivel de servicio F correspondería, a aquellos tramos en los que el volumen de demanda excediese la capacidad del tramo.

Brazo	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)
Norte	B	11,70
Sur	A	0,00
Este	A	0,60
Oeste	B	14,30

Tabla 8. Nivel de servicio actual intersección entre M-206/M-50 Este.

Actual		
Brazo	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)
Norte	A	0,00
Sur	F	60,90
Este	B	11,40
Oeste	A	0,90

Tabla 9. Nivel de servicio actual intersección entre M-206 con Av. Puerta de Madrid.

Actual		
Brazo	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)
Norte	A	8,90
Sur	A	4,60
Este	B	14,60
Oeste	A	0,30

Tabla 10. Nivel de servicio actual intersección entre M-206 con Calle Término.		
Brazo	Actual	
	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)
Norte	A	7,10
Sur	A	0,00
Este	A	1,68
Oeste	A	0,20

El principal cuello de botella del entorno de estudio lo representan los accesos/incorporaciones de la carretera M-50, presentando la incorporación de la misma a la M-206 en la glorieta oeste un nivel de servicio B y un nivel de servicio F en la glorieta este de intersección entre ambas carreteras. Por lo tanto, a lo largo de la hora de máxima demanda la M-50 supone el principal punto de origen de vehículos, en especial desde el sur, y el principal destino de los mismo es el Parque Empresarial de San Fernando de Henares. El destino preferencial entre los vehículos explica el comportamiento de la glorieta este sobre la M-50, dado que en dicha intersección el movimiento con mayores volúmenes de tráfico son oeste-este y este-oeste, el primero de los movimientos tiene preferencia frente a la incorporación desde la M-50 lo que corta la continuidad de dicho brazo, aumentando su tiempo de demora y dando lugar al citado nivel de servicio F.

El resto de intersecciones presentan un nivel de servicio bueno al situarse todas ellas en un nivel de servicio A o B.

Tabla 11. Resumen niveles de servicio actuales en intersecciones.		
Intersección	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)
M-206/M-50 Oeste	B	14,30
M-206/M-50 Este	F	60,90
M-206 con Av. Puerta de Madrid	B	14,60
M-206 con Calle Término	A	7,10

El análisis detallado de los niveles de servicio de cada una de las intersecciones se puede hallar en los P2018014.06A, P2018014.06B, P2018014.06C y P2018014.06D.

I. ACCESIBILIDAD

La accesibilidad será uno de los elementos clave del nuevo desarrollo industrial que, por las características de la actividad a desarrollar, necesitará de una buena accesibilidad, no solo para vehículos ligeros, sino también para camiones y empleados. Por ello, en primer lugar se analizará la accesibilidad mediante transporte público teniendo en cuenta los principales núcleos urbanos de las inmediaciones del desarrollo y sus conexiones, y posteriormente, se analizará la accesibilidad del vehículo privado teniendo por orígenes los mismos considerados anteriormente para el análisis realizado en el apartado 2.g.

Para el análisis del transporte público se han tenido en cuenta las infraestructuras del transporte existentes, inventariadas anteriormente. En el caso del vehículo privado, el análisis se ha realizado mediante cámara embarcada georreferenciado que permite la obtención del tiempo de recorrido de cada uno de los itinerarios (explicado en mayor detalle en el apartado 2.g.).

A modo de recordatorio, los núcleos poblacionales considerados para el análisis se recogen a continuación:

- Alcalá de Henares
- Centro de Carga Aérea–Aeropuerto de Madrid
- Centro de Mercancías de Coslada Integra el Puerto Seco de Madrid) (CMC)
- Coslada
- Madrid
- San Fernando de Henares
- Torrejón de Ardoz

TRANSPORTE PÚBLICO

El análisis de la accesibilidad de transporte público ha tenido en cuenta todas las posibles combinaciones de desplazamiento en los distintos modos disponibles desde cada uno de los orígenes considerados hasta el emplazamiento del nuevo desarrollo.

En la siguiente tabla se recogen los tiempos de recorrido de la combinación de medios de transporte público óptimas. En la definición de las combinaciones seleccionadas no se ha tenido en como única variable a considerar el tiempo, si no que se ha tenido en cuenta, además, el número de paradas o el número de transbordos como elementos adicionales disuasores de las combinaciones.

Tabla 12. Tiempos de accesibilidad en transporte público.

Origen	Modo	TP (min)	Peatón (min)	Total (min)
Alcalá de Henares	Cercanías + Autobús	22	13	35
Coslada	Metro + Autobús	16	14	30
Madrid	Cercanías + Autobús	43	14	57

San Fernando de Henares	Autobús	9	19	28
Torrejón de Ardoz	Autobús	7	10	17

En la actualidad, los desplazamientos en transporte público requieren de un trayecto a pie de un mínimo de 10 minutos debido a la inexistencia de paradas de algún modo en las inmediaciones del desarrollo. Este hecho eleva los tiempos de desplazamiento en transporte público, reduciendo así su tasa de uso a favor del vehículo privado. Así mismo, de la tabla adjunta se observa que los modos más utilizados son cercanías y autobús, éste último sobre todo empleado para realizar el último trayecto del viaje, por lo que la habilitación de una parada de autobús de la línea interurbana 220, en las inmediaciones del entorno de estudio, reduciría de manera notable la duración de los desplazamientos a pie.



Imagen 22. Dotación de Transporte público en el entorno de estudio.

VEHÍCULO PRIVADO

En primer lugar, la medición del tiempo de recorrido se realizó con cámara embarcada georreferenciada y los resultados se recogen en la Tabla 3.

Cinco de los siete itinerarios inventariados acceden al entorno de estudio mediante la carretera M-50 desde el norte, concentrándose todos ellos en la glorieta oeste entre las carreteras M-50 y M-206. Por ello, el funcionamiento de ambas glorietas sobre la M-50 determinará en gran medida la accesibilidad al entorno de estudio en vehículo privado. Todos los itinerarios presentan velocidades medias de circulación similares, oscilando entre 40 y 60 km/h. Estas velocidades son bajas si se tiene en cuenta que gran mayoría del recorrido realizado discurre por vías de alta capacidad, lo que indica congestión en distintos tramos del recorrido y, en especial, en el punto

común de la gran mayoría de los itinerarios que es el punto de acceso al entorno de estudio mediante el enlace entre la M-50 y la M-206. En cuanto a tiempos de recorrido se refiere, el itinerario que mayor tiempo de recorrido emplea es el de origen en Madrid, que así mismo también supone el origen más lejano .

Del análisis de los itinerarios tanto en el periodo matutino como en el vespertino, se observa que el enlace de pesas sobre la M-50 supone un punto crítico de la demanda del entorno de estudio. Durante la mañana el brazo que sufre una mayor congestión es el brazo sur de la glorieta este, que es la incorporación desde la M-50 a la carretera M-206; mientras que a lo largo de la tarde el brazo que presenta una mayor congestión es el brazo norte de la glorieta oeste, que es el movimiento de incorporación desde la M-50 a la M-206. Por lo tanto, entre ambos periodos el comportamiento del entorno se invierte, debido en gran parte a la regulación de preferencias de acceso en las intersecciones tipo glorieta. Durante la mañana, en la glorieta este, uno de los movimientos con mayor flujo de tráfico es el oeste-este que, al tener preferencia frente a los vehículos que se incorporan desde el brazo sur, reduce la capacidad de dicho brazo, derivando en congestión. Durante la tarde la congestión se traslada a uno de los brazos de la glorieta oeste, concretamente al brazo norte de incorporación desde la M-50, el motivo de dicha congestión es el mismo que el expuesto en el caso matutino, el movimiento de mayor volumen de dicha intersección es este-sur, por lo que este movimiento el tener preferencia sobre la incorporación del brazo sur, reduce la capacidad de este brazo.

Por último, cabe resaltar que la medición de los tiempos de recorrido recogidos en la Tabla 3 no se incluye el tiempo invertido en estacionar el vehículo, ni el tiempo destinado al desplazamiento hasta el desarrollo industrial , por lo que es de esperar un incremento en los tiempos totales de recorrido de cada uno de los itinerarios.

J. CONCLUSIONES

Del análisis de la accesibilidad al Sector SUNPI-1 “Los Almendros” en Torrejón de Ardoz se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Las principales vías vertebradoras/colectoras del entorno de estudio son la carretera de circunvalación M-50 y la carretera M-206, actuando como dos ejes que interconectan los distintos puntos de interés.
- La oferta de transporte público es limitada y no está dotada de buenas conexiones con el entorno de estudio. En la actualidad no hay ninguna parada de ningún modo de transporte público a menos de 10 minutos a pie del entorno de estudio.
- El núcleo urbano más cercano para analizar las conexiones de transporte público es Torrejón de Ardoz, que dispone de servicios de autobús urbano, autobús interurbano y cercanías. La línea 3 de autobús urbano y la línea 220 de autobús interurbano conectan con la estación de Cercanías del municipio con el entorno de estudio, pero como ya se dijo anteriormente no dispone de una parada en el inmediaciones del mismo. Este supone un incremento del tiempo de viaje por realizar una parte del mismo a pie, reduciendo así la competitividad del sistema de transporte público.
- Uno de los modos más empleados para acceder al sistema de transporte público es el cercanías. Este sistema tiene una gran ventaja competitiva al disponer de una infraestructura independiente, pero la necesidad de realizar un transbordo de modo de transporte hacia el autobús para poder acceder al entorno de estudio reduce la competitividad del sistema de transporte público.
- Por lo tanto, el servicio de autobús es el más empleado para conectar con el entorno de estudio debido a la necesidad de usar este modo para acceder. Este medio, al compartir infraestructura con el vehículo privado, puede experimentar incrementos en el tiempo de viaje debido a retenciones.
- Así mismo, el itinerario tanto de la línea 3 de autobús urbano como de la línea 220 de autobús interurbano discurre por las inmediaciones del entorno de estudio, por lo que habilitando una parada de autobús en este entorno reduciría el tiempo de desplazamiento a pie, lo que conllevaría un aumento de la atractividad y competitividad de estos modos.
- En lo que refiere al vehículo privado, las glorietas que soportan un mayor volumen de tráfico durante las horas de máxima demanda, tanto matutina como vespertina, son la intersección este entre las carreteras M-50 y M-206, y la intersección entre la carretera M-206 y la Avenida Puerta de Madrid, situándose en un volumen de vehículos en torno a 4.000 veh/hora. La primera intersección recibe un gran volumen de tráfico de la carretera M-50, mientras que la segunda sirve de acceso al Parque Empresarial de San Fernando de Henares.

- La alta demanda con origen en la M-50 en ambos periodos punta genera una serie de retenciones en las incorporaciones desde la misma a la carretera M-206. Durante la hora de máxima demanda matutina, se congestiona el brazo sur de la glorieta este sobre la M-50; mientras que durante la hora punta vespertina se congestiona el brazo norte de la glorieta oeste sobre la M-50. Estas retenciones se deben en su gran mayoría a un alto volumen de una serie de movimientos que tienen preferencia en dichas intersecciones, reduciendo así la capacidad de los brazos citados.
- La comparación entre los tiempos de desplazamiento del vehículo privado y del transporte público permite realizar una valoración objetiva de la accesibilidad al entorno. Los tiempos de desplazamiento en transporte público son mayores en todos los itinerarios, llegando a ser superiores en un 50 % en el caso de Madrid o Torrejón de Ardoz. Debido principalmente a los tiempos de viaje, el acceso al entorno de estudio se producirá principalmente en vehículo privado.

Tabla 13. Comparación accesibilidad vehículo privado y transporte público.		
Origen	Vehículo Privado (min)	Transporte Público (min)
Alcalá de Henares	22	35
Coslada	16	30
Madrid	24	57
San Fernando de Henares	10	28
Torrejón de Ardoz	5	17

En base a las conclusiones expuestas puede determinarse que la accesibilidad y dotación de infraestructuras de transporte del entorno de estudio es mejorable, principalmente desde el punto de vista del transporte público. El modo de desplazamiento más empleado para acceder al entorno de estudio será el vehículo privado.

8. DESARROLLO DEL FUTURO ÁREA

K. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de un nuevo complejo industrial se encuentra ubicado anexo a la carretera M-206 en el municipio madrileño de Torrejón de Ardoz. Este nuevo desarrollo que albergará el Sector SUNPI-1 “Los Almendros” se halla cercano a dos vías de alta capacidad, la carretera de circunvalación M-45/M-50 y la autovía A-2, teniendo un acceso a la primera de ellas a 1.500 metros.

La superficie total edificada será de 360.700 m² repartándose en los dos usos principales, logístico (324.934 m²) e industria escaparate (35.766 m²).

Además, el tráfico actual que accede/sale del Centro Logístico Ferroviario Torrejón Mercancías de ADIF, ubicado al noreste del entorno de estudio, será canalizado mediante la vía de servicio que se ejecutará para incrementar la accesibilidad del desarrollo. Por lo tanto, dicho volumen de tráfico deberá ser considerado de manera simultánea con los generado por el Sector SUNPI-1 “Los Almendros”, a fin de evaluar adecuadamente la afección.

En lo que refiere a la dotación de estacionamientos de las nuevas superficies, se definen tres tipologías de plazas: muelles de carga, estacionamientos para camiones y estacionamientos para turismos, siendo el más numeroso este último. La dotación de cada uno de ellos se recoge en la siguiente tabla:

Tabla 14. Distribución de estacionamientos.	
Total muelles	64
Total parking camiones	8
Total parking turismos	431

Total muelles	84
Total parking camiones	38
Total parking turismos	642

Total muelles	67
Total parking camiones	10
Total parking turismos	486

Total desarrollo muelles	215
Total desarrollo parking camiones	56
Total desarrollo parking turismos	1.559

L. METODOLOGÍA

A todo desarrollo urbanístico le corresponde una actividad que inherentemente conlleva una generación de movilidad. En este caso, al tratarse de una superficie destinada a albergar un área logística la movilidad generada estará compuesta principalmente por vehículos industriales pesados y dos tipologías de vehículos ligeros: vehículos industriales ligeros (furgonetas) y turismos. Para el cálculo de los estudios de tráfico y su posterior reparto modal, es necesario realizar una previsión de la movilidad futura del nuevo desarrollo, para ello utilizaremos el método de las cuatro etapas.

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

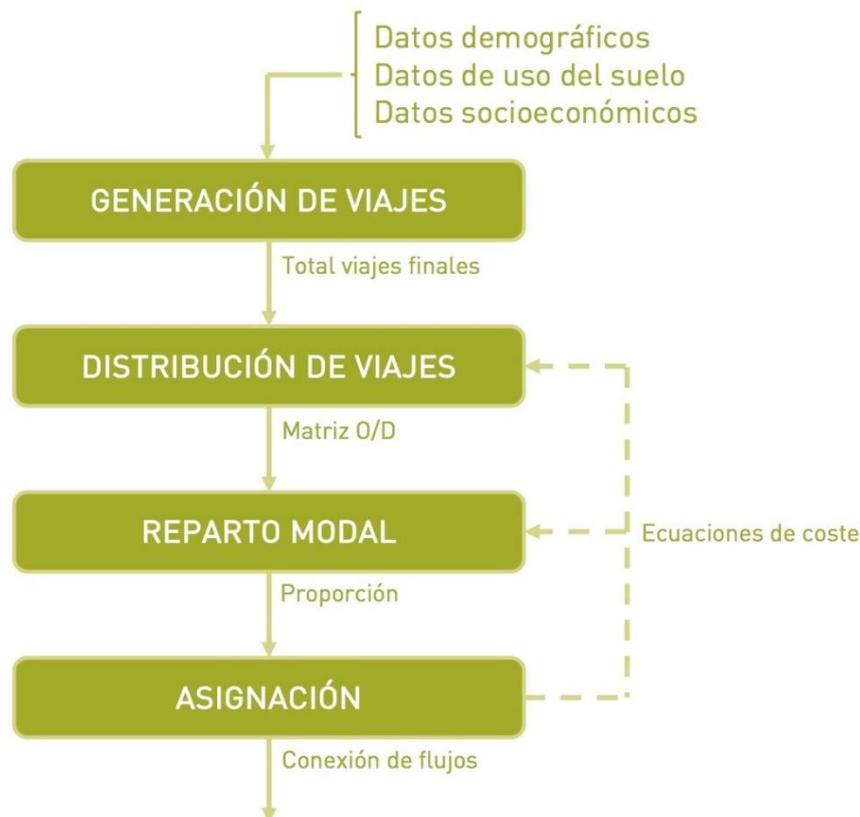


Gráfico 6. Esquema del método de las cuatro etapas.

- **Generación de viajes.** Para cada zona se estiman un número de viajes originados y atraídos en función del tipo de desarrollo.

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

M. GENERACIÓN DE VIAJES

I. INTRODUCCIÓN

Para analizar la movilidad generada (viajes generados y atraídos) la variable comúnmente más utilizada es la generación de tráfico por tipo de suelo, ésta variable asigna viajes totales por unidades de actividad. Éste coeficiente normalmente puede tener dos orígenes: legislación existente en el lugar de estudio o bien estudios empíricos.

En España, el Decreto 344/2006 de regulación de los estudios de evaluación de la movilidad generada, que desarrolla la Ley 9/2003 de Movilidad de la Generalitat Catalana, establece las siguientes ratios de generación para los usos relacionados con los usos del suelo que posee el sector objeto de modificación.

Tipo de suelo	Viajes generados/día
Uso Comercial	50 viajes/ 100m ² techo
Uso residencial	10 viajes/ 100m ² techo
Uso equipamientos	20 viajes/ 100m ² techo

En el caso particular de la Comunidad de Madrid, en el Ayuntamiento de Madrid también existen manuales de referencia como la Instrucción de la Vía Pública que, para centros industriales, en ausencia de otros datos, para calcular los vehículos que entran y salen en hora punta de la mañana a un área industrial aconseja utilizar ratios de generación empíricos.

Tipo de suelo	Tamaño	Viajes generados
Uso Comercial	10.000 a 20.000 m ²	50 viajes
Uso Comercial	20.000 a 50.000 m ²	35 viajes
Uso Comercial	> de 50.000 m ²	20 viajes

En nuestro caso, de tomar como referencia unos ratios estáticos, éstos serían los ratios de la Instrucción de la Vía Pública del Ayuntamiento de Madrid que para el uso comerciales, en ausencia de otros datos, las entradas y salidas de vehículos en hora punta del viernes por cada 1.000 m² de superficie comercial (venta + almacenes + oficinas), se estimarán de acuerdo al índice de 20 viajes por cada 1.000 m².

Para el presente estudio se emplearán coeficientes empíricos basados en un estudio elaborado por el propio personal técnico de Vectio Traffic Engineering en dos de las áreas logísticas más importantes de la Comunidad de Madrid: el Centro de Transportes de Coslada (Madrid) y el Puerto Seco de Madrid (Coslada). Los ratios de generación fueron medidos “in situ” por técnicos y equipos automáticos de Vectio Traffic Engineering, tanto en el año 2013 como en el año 2015.

GENERACIÓN DE VIAJES (ESCENARIO COMPARATIVO)

Como se ha comentado en el punto anterior, el Centro de Transportes de Coslada y el Puerto Seco de Madrid, son 2 de las principales áreas logísticas de la Comunidad de Madrid. En este punto del presente informe se resumen los resultados de movilidad de ambas áreas obtenidos por Vectio, a través de la realización de aforos automáticos de una semana de duración en los accesos y salidas del Centro de Transportes de Coslada (Madrid) y el Puerto Seco, así como la distribución interior de flujos, reflejando la intensidad media diaria (IMD) de vehículos que transitan por el Centro, así como aquellos vehículos que se dirigen al Puerto Seco. A continuación, se describen brevemente ambos centros:



Imagen 23. Localización del Centro de Transporte de Coslada y el Puerto Seco de Madrid.

Centro de Transportes de Coslada (CTC)

El CTC se localiza en la confluencia de la Nacional II y la M-40, con el Puerto Seco aledaño a sus instalaciones y próximo, tanto al Centro de Carga Aérea de Barajas como a la estación ferroviaria de clasificación de Vicálvaro. En el área confluyen una serie de características geográficas que dotan al área de una situación privilegiada.

El Centro dispone de más de un millón de metros cuadrados (1.093.000 m²), divididos en tres zonas:

- Área dedicada a naves de almacenamiento y distribución (500.000 m² de superficie), con parcelas de dimensiones de 1.500 a 60.000 m².
- Área de servicios para la acogida de vehículos y tripulaciones, con una superficie de 120.000 m² e infraestructuras para el suministro de carburantes, talleres de reparación y mantenimiento, aparcamiento, locales para la atención de tripulantes, zonas de descanso, etc. Los locales y oficinas, con 47.000 m² edificados, están destinados a actividades administrativas y de servicios a personas y empresas.
- Una Administración de Aduanas de la Agencia Tributaria para el despacho de mercancías internacionales.



Imagen 24. Localización del Centro de Transporte de Coslada y el Puerto Seco de Madrid.

Puerto Seco de Madrid

El Centro de Transporte de Coslada integra al Puerto Seco de Madrid, disponiendo de acceso rodado y una terminal de carga ferroviaria en la que confluyen, para su distribución, productos procedentes de los cuatro principales puertos españoles (Algeciras, Barcelona, Bilbao y Valencia). El Puerto Seco funciona además como una aduana marítima, que permite realizar todos los trámites necesarios para el transporte de las mercancías a la capital.

Este intercambiador de mercancías, cuyas funciones son la recepción y expedición de trenes, carga, descarga y almacenamiento de contenedores hacia y desde la terminal por carretera, además de otros servicios complementarios, permite la conexión directa de Madrid con las principales dependencias portuarias de contenedores españoles. Por su proximidad al Centro de Carga Aérea y su rápido acceso a las autovías de circunvalación de Madrid, la zona del CTC y del Puerto Seco conforma una localización estratégica para empresas de transporte combinado, cargas fraccionadas o paquetería de cobertura tanto nacional como internacional.

Metodología

Para la medición de tráfico en ambas zonas se procedió a la instalación de cuatro estaciones de aforo y una cámara de visión artificial en la intersección tipo glorieta que da acceso al Puerto Seco. Una vez obtenidos los datos en bruto de las estaciones de aforos se procedió a calibrar con coeficientes temporales para conocer la I.M.D., es decir, situar todos los datos en la media anual. A continuación se muestra una serie de imágenes de los trabajos de campo llevados a cabo.



Imagen 25. Detalle Cámara de visión artificial instalada en el acceso al Puerto Seco.



Imagen 26. Aforador tubo neumático doble, colocado Avda. Europa (Entrada CTC).

Valores totales de IMD Entrada y Salida Centro de Transportes

En la tabla adjunta se muestran las intensidades medias diarias (IMD) en la Entrada y Salida del Centro de Transportes de Coslada, por días de la semana, la I.M.D. de días laborables y la I.M.D. de una semana completa, una vez aplicados los factores de corrección, del año 2015:

Tabla 17. Resultados del aforo por días 2015 (calibrado).									
	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sab	Dom	5d (L-V)	7d (L-D)
Sentido A	4.503	4.513	4.525	4.577	4.543	563	268	4.532	3.356
Sentido B	4.484	4.587	4.712	4.571	4.769	647	322	4.624	3.442
TOTAL	8.987	9.100	9.238	9.148	9.312	1.210	591	9.157	6.798

En el Gráfico 7 se muestran los resultados del aforo por días de la semana y las medias, en él se observa que el día de mayor intensidad de vehículos es el jueves.

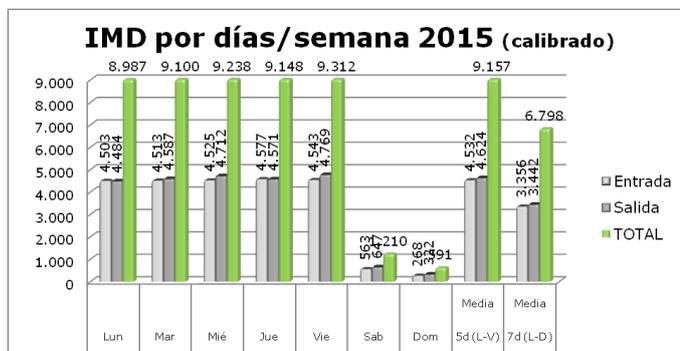


Gráfico 7. I.M.D. por días de semana y medias Centro de Transportes de Coslada4.

Con la I.M.D. y los coeficientes de corrección mensual se obtiene la I.M.D. de los diferentes meses del año, resultado que se expone en el Gráfico 8, en el que se puede observar que los meses de Abril y Julio corresponden con los de mayor intensidad de vehículos.

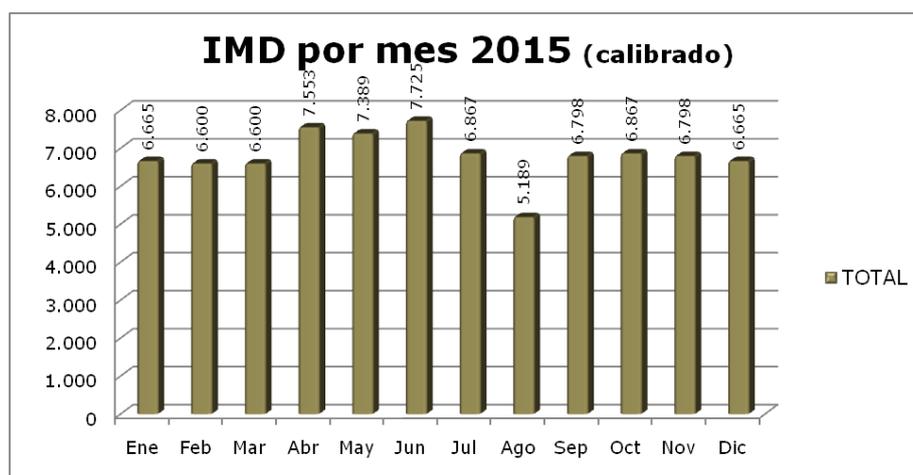


Gráfico 8. I.M.D. por meses del años

Tabla 18. Ratios Generación de Movilidad ⁶					
ÁREA INDUSTRIAL	IMD	Ligeros	Pesados	Sup Neta (m2)	Ratio
CENTRO DE TRANSPORTES DE COSLADA	4.532	74.37%	25.63%	328.979	0.0137

⁴ Datos propios de Vectio Traffic Engineering.

⁵ Datos propios de Vectio Traffic Engineering.

⁶ Datos propios de Vectio Traffic Engineering.

II. GENERACIÓN DE VIAJES SECTOR SUNPI-1 “LOS ALMENDROS”

De lo expuesto anteriormente, el estudio empírico llevado a cabo por el personal de Vectio obtuvo del análisis un coeficiente de generación de viajes de 1,37 viajes/100 m². En el presente estudio este ratio se amplificará a 2 viajes/100 m² de superficie neta para mantener los cálculos del lado de la seguridad.

Teniendo en cuenta que la superficie total edificada es de 192.319 m², aplicando el ratio empírico se obtienen 3.846 viajes diarios. De esta manera, el **nuevo desarrollo industrial generará/atraerá 3.846 viajes al día.**

Además, aplicando la distribución de la tipología del tráfico registrada en el Centro de Transportes de Coslada se puede obtener el volumen de vehículos ligeros y pesados diarios.

Tabla 19. Distribución del tráfico generado.		
	%	Viajes diarios
Viajes Ligeros	74,37%	2.860
Viajes Pesados	25,63%	986
Total diario	100,00%	3.846

La categoría de viajes ligeros incluye los vehículos industriales ligeros, los turismos y los empleados que se desplazan en transporte público, éstos dos últimos grupos serán principalmente empleados del desarrollo industrial; mientras que los vehículos pesados son representados únicamente por los vehículos industriales pesados.

Por último, los vehículos ligeros incluyen también los vehículos industriales ligeros, de reparto principalmente, por lo que ha de segregarse esa clasificación con la finalidad de obtener el volumen de cada una de las tipologías de ligeros. Para ello, ha de tenerse que un gran volumen del tráfico estará ligado a vehículos industriales ligeros o furgonetas cuya función principal es el reparto de mercancías en distintos puntos. La estimación de estos viajes se ha realizado asociando un ratio de generación del reparto de mercancías, principal función del nuevo desarrollo industrial, de 1 viaje/100 m² de superficie edificada.

De esta manera se obtienen un total de 1.923 viajes diarios de vehículos industriales que, teniendo en cuenta la distribución del tráfico de la Tabla 19, permite obtener el número de viajes realizados en transporte público o vehículo privado (empleados), viajes de vehículos industriales ligeros y viajes de vehículos industriales pesados. La distribución se recoge en la siguiente tabla:

Tabla 20. Distribución desagregada del tráfico generado.			
	Viajes empleados	Viajes industriales ligeros	Viajes industriales pesados
Nº Viajes Diarios	1923	937	986

En comparativa con lo definido en la Instrucción de la Vía Pública, asimilando el área logística desarrollada a una superficie comercial, se estimarían un total de 20 viajes por cada 1.000 m² de superficie comercial, lo que aplicado al desarrollo objeto de estudio se obtendrían aproximadamente 3.850 viajes al día, cifra que coincide con la movilidad generada estimada por el personal técnico de Vectio empíricamente. Por lo que la metodología desarrollada cumple lo expuesto en la Instrucción de la Vía Pública del Ayuntamiento de Madrid.

Por último, se ha de estimar la movilidad generada durante la hora de punta de demanda para lo que la Instrucción de la Vía Pública establece un factor de concentración de viajes de 0,4, es decir, el 40 % de los viajes diarios generados se concentran en dicha hora. Así mismo, tras consultar con la Dirección Técnica del proyecto, el modelo operativo de la instalación logística establece que en el transcurso de esta hora punta no accederán vehículos industriales pesados, si no que únicamente accederán vehículos industriales ligeros y turismos.

Tabla 21. Distribución desagregada del tráfico generado en hora punta.			
	Viajes empleados	Viajes industriales ligeros	Viajes industriales pesados
Nº Viajes en Hora Punta	769	375	–

III. GENERACIÓN DE VIAJES PARQUE EMPRESARIAL BARRAL

Además del desarrollo que es objeto de estudio del presente informe, al oeste del mismo se halla en construcción un nuevo complejo el cual también se tendrá en cuenta en la movilidad generada por el entorno.

Los datos facilitados a la Dirección del Proyecto contenían información relativa a la superficie edificada, por lo que se ha empleado la misma metodología expuesta anteriormente para estimar los viajes generados por este nuevo desarrollo.

La agregación de este tráfico al ya existente es importante para ver el impacto real del nuevo desarrollo en el entorno de estudio. De esta manera se podrán evaluar de manera conjunta la afección a la infraestructura de ambos desarrollos, dado que el Parque Empresarial Barral se halla en proceso de construcción actualmente.

Teniendo en cuenta que la superficie total edificada es de 81.964,92 m², aplicando el ratio empírico se obtienen 1.639 viajes diarios. De esta manera, el **Parque Empresarial Barral generará 1.639 viajes al día.**

Además, aplicando igualmente la distribución de la tipología del tráfico registrada en el Centro de Transportes de Coslada se puede obtener el volumen de vehículos ligeros y pesados diarios.

Tabla 22. Distribución del tráfico generado en el desarrollo anexo.		
	%	Viajes diarios
Viajes Ligeros	74,37%	1.219
Viajes Pesados	25,63%	420
Total diario	100,00%	1.639

A continuación, llevando a cabo el mismo proceso que el realizado en el apartado anterior para desagregar el volumen de tráfico en tres categorías, se obtienen un total de 820 viajes diarios de vehículos industriales que, teniendo en cuenta la distribución del tráfico de la Tabla 22, permite obtener el número de viajes ligeros realizados en transporte público y vehículos ligeros. La distribución se recoge en la siguiente tabla:

Tabla 23. Distribución desagregada del tráfico generado.			
	Viajes empleados	Viajes industriales ligeros	Viajes industriales pesados
Nº Viajes Diarios	820	399	420

Por último, en la siguiente tabla se recoge la movilidad estimada generada por el Parque Empresarial Barral en el transcurso de la hora de demanda punta de cálculo:

Tabla 24. Distribución desagregada del tráfico generado en hora punta por el desarrollo anexo.			
	Viajes empleados	Viajes industriales ligeros	Viajes industriales pesados
Nº Viajes en Hora Punta	328	160	–

N. DISTRIBUCIÓN DE VIAJES

Para determinar la distribución de viajes, en función de su origen, se ha optado por un modelo de distribución de flujos (Gravity Model), que tienen en cuenta el número de habitantes y distancia de las poblaciones del propio municipio, municipios anexos y zonas lejanas que el nuevo edificio

puede atraer y generar. La ecuación, que se ha calculado en base a diversos estudios de la consultora Vectio, es la siguiente:

$$f(x) = 62,45 \cdot e^{-0,11 \cdot x}$$

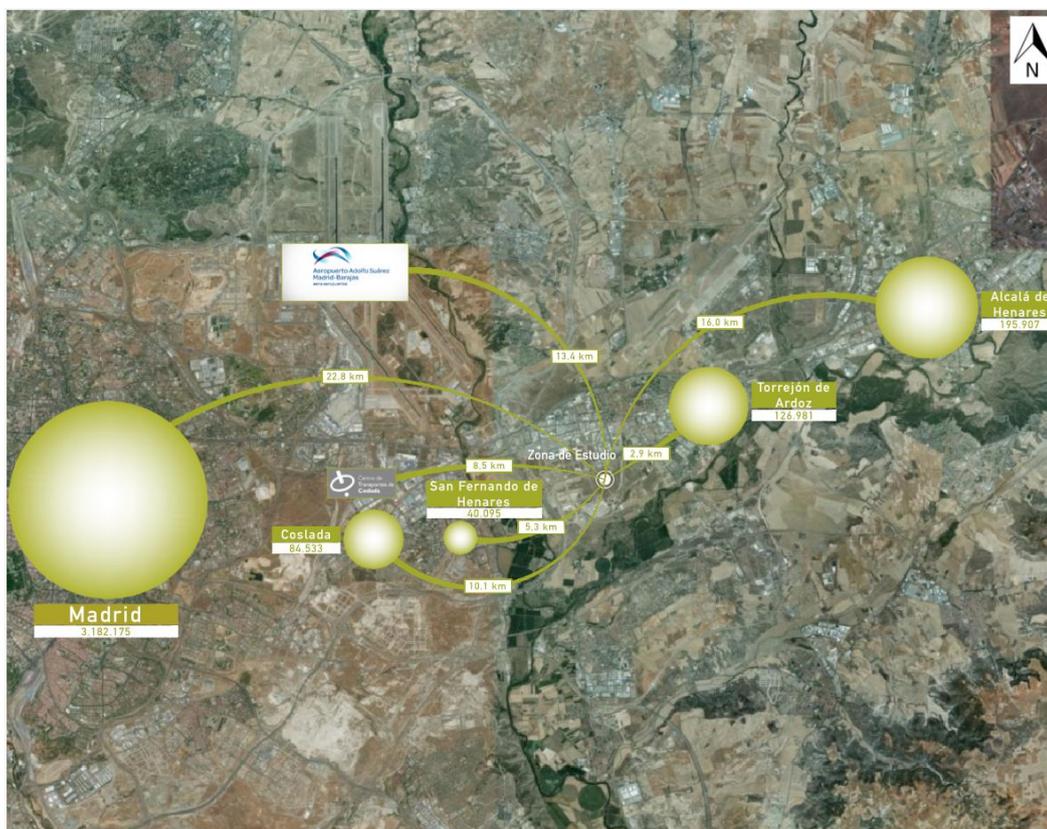


Imagen 27. Centro de generación/atracción de viajes.

I. DISTRIBUCIÓN DE VIAJES SECTOR SUNPI-1 “LOS ALMENDROS”

La distribución de los viajes generados por el Sector SUNPI-1 “Los Almendros” se lleva a cabo teniendo en cuenta la influencia que tiene un desarrollo de estas características en el entorno inmediato. De esta manera, el entorno guarda una estrecha interrelación con las poblaciones del entorno. Los resultados del modelo, servirán para asignar los nuevos tráficos generados y atraídos por el desarrollo industrial y la afección que provocarán estos a los tráficos y viales actuales.

Tabla 25. Distribución de viajes generados por el Sector SUNPI-1 “Los Almendros”.

Municipio	Distancia (km)	Población	Viajes	Viajes HP	%
Madrid	22,8	3.182.981	1146	458	59,56%
Torrejón de Ardoz	2,9	128.013	411	164	21,38%
San Fernando de Henares	5,3	39.681	98	39	5,09%
Coslada	10,1	83.011	121	48	6,28%

Alcalá de Henares	16	194.310	148	59	7,68%
Total			1923	769	100,00%

II. DISTRIBUCIÓN DE VIAJES PARQUE EMPRESARIAL BARRAL

La distribución de viajes para el Parque Empresarial Barral se ha realizado el mismo modelo que en el caso del Sector SUNPI-1 “Los Almendros”. Los resultados del este modelo, se agregarán a la red de tráfico considerada para el desarrollo del Sector SUNPI-1 “Los Almendros”.

Tabla 26. Distribución de viajes generados por el Parque Empresarial Barral.

Municipio	Distancia (km)	Población	Viajes	Viajes HP	%
Madrid	22,8	3.182.981	488	195	59,56%
Torrejón de Ardoz	2,9	128.013	175	70	21,38%
San Fernando de Henares	5,3	39.681	42	17	5,09%
Coslada	10,1	83.011	51	21	6,28%
Alcalá de Henares	16	194.310	63	25	7,68%
Total			820	328	100,00%

O. REPARTO MODAL

El futuro desarrollo industrial tendrá un uso principalmente logístico por lo que atraerá y generará un gran volumen de tráfico, especialmente vehículos industriales ligeros y pesados, además de vehículos ligeros que estarán asociados a los desplazamientos de los empleados al puesto de trabajo. Tal y como se ha visto en los apartados anteriores, este último colectivo es el que mayor volumen de viajes supone sobre el total diario generado por el desarrollo, por lo que es el que mayor impacto generará sobre las actuales condiciones de circulación, fundamentalmente en las horas de demanda máxima que coinciden con el horario de entrada y salida laboral.

Los empleados del Sector SUNPI-1 “Los Almendros” tendrán dos modos de acceso: vehículo privado y transporte público. Para la valoración de cómo se producirá el reparto modal entre ambos modos se tendrán en cuenta, en primer lugar, la valoración de los tiempos de recorrido de los itinerarios tanto del transporte público como del vehículo privado, y los resultados de la Encuesta Sintética de Movilidad elaborada por el Consorcio de Transporte de Madrid.

El Consorcio Regional de Transportes de Madrid realizó en el año 2.014 llevó a cabo una Encuesta Sintética de Movilidad (ESM14) con la finalidad de conocer las características generales de la movilidad de las personas residentes en la Comunidad de Madrid. El tamaño aproximado de la muestra fue aproximadamente de 4.899 encuestas realizados en todo el territorio de la Comunidad de Madrid. De toda la información recogida en el informe de la ESM14 es de especial interés para el presente informe la relativa al reparto modal de los ciudadanos de la Comunidad de Madrid. El

informe de la ESM14 desagrega el reparto modal de los viajes de los ciudadanos por coronas, analizando el reparto modal entre cada una de las coronas. De esta manera se tiene el gráfico expuesto en la Imagen 28 que analiza la evolución de la participación del transporte público en los viajes internos por coronas, o la Tabla 27 que recoge el reparto modal de los viajes realizados entre cada una de las coronas. Esta última información es de gran utilidad para el presente proyecto para poder definir el reparto modal de los viajes obtenidos en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, una vez que se han obtenido el número de viajes realizados diariamente desde cada uno de los principales núcleos poblacionales considerados.

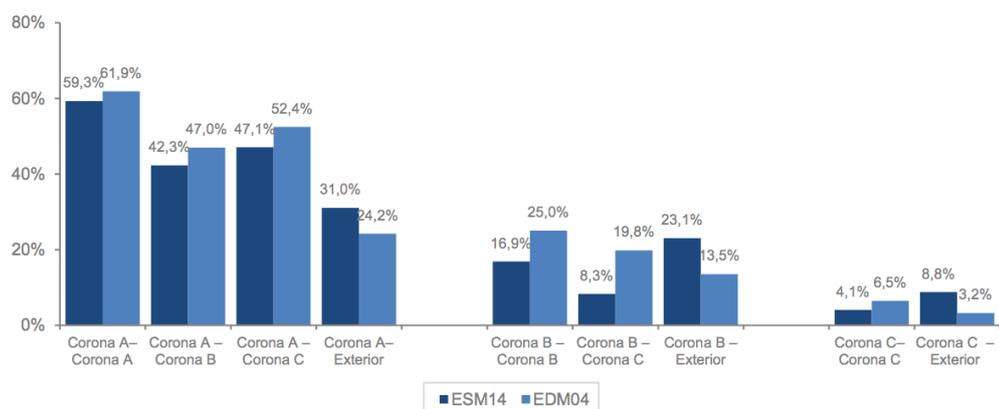


Imagen 28. Comparación entre la participación del transporte público en los viajes internos por Coronas 2.004–2.014 (ESM14).

Tabla 27. Reparto modal por coronas en la Comunidad de Madrid.

Movilidad mecanizada	Público	Privado
Corona A Madrid - Corona A Madrid	59,27%	40,73%
Corona A Madrid - Corona B Metropolitana	42,28%	57,72%
Corona A Madrid - Corona C Regional	47,07%	52,93%
Corona A Madrid - Exterior (fuera CM)	31,03%	68,97%
Total	52,83%	47,17%
Corona B Metropolitana - Corona B Metropolitana	16,88%	83,12%
Corona B Metropolitana - Corona C Regional	8,31%	91,69%
Corona B Metropolitana - Exterior (fuera CM)	23,05%	76,95%
Total	16,28%	83,72%
Corona C Regional - Corona C Regional	4,08%	95,92%
Corona C Regional - Exterior (fuera CM)	8,78%	91,22%
Total	4,40%	95,60%
Exterior - Exterior	13,62%	86,38%

Fuente: Encuesta Sintética de Movilidad en la Comunidad de Madrid. Consorcio Regional de Transportes (CRTM). Año 2.014.

Estos datos permiten separar los viajes generados en vehículo privado y transporte público, teniendo en cuenta los viajes generados por núcleo de atracción (Tabla 25 y Tabla 26) y el reparto modal de la movilidad por coronas (Tabla 27). Así mismo, para el cálculo de los viajes finales generados en vehículo privado se ha de aplicar un índice medio de ocupación medio del vehículo privado.

El índice medio de ocupación del vehículo privado puede ser obtenido de múltiples fuentes, al igual que el ratio de generación puede obtenerse de la legislación existente o de estudios empíricos. En el caso del presente informe, por hallarse en la Comunidad de Madrid, se disponen de dos fuentes que facilitan éste índice: la Instrucción de la Vía Pública (legislación vigente) y la Encuesta Sintética de la Movilidad (fuente empírica). La Instrucción de la Vía Pública establece que, en ausencia de otros datos, el índice medio de ocupación del vehículo privado se tomará igual a 1,35 personas por vehículo; mientras que la Encuesta Sintética de Movilidad obtuvo de manera empírica

un índice medio de ocupación para la Corona A de 1,56 personas por vehículo, para la Corona B de 1,58 personas por vehículo y un índice medio de 1,57 personas por vehículo. Para el presente estudio y con vistas a mantener el cálculo del lado de la seguridad, se ha empleado el más restrictivo de los índices de ocupación que, para el nuevo desarrollo, será el que más vehículos privados genere en el desarrollo industrial, es decir, el establecido por la Instrucción de la Vía Pública del Ayuntamiento de Madrid.

I. REPARTO MODAL DE VIAJES SECTOR SUNPI-1 “LOS ALMENDROS”

A continuación, se va a presentar el reparto modal de los viajes generados por el Sector SUNPI-1 “Los Almendros”. En la siguiente tabla se recoge la distribución de los viajes totales diarios y en la hora punta de cálculo por núcleo de atracción y por modo de transporte. Se recuerda que los únicos viajes considerados para el reparto modal son los realizados por empleados.

Tabla 28. Distribución modal de los viajes por núcleo de atracción del Sector SUNPI-1 “Los Almendros”.					
Municipio	Viajes	Viajes Transporte Público	Vehículo Privado	Viajes Transporte Público HP	Vehículo Privado HP
Alcalá de Henares	148	25	91	10	36
Coslada	121	20	74	8	30
Madrid	1146	484	490	194	196
San Fernando de Henares	98	17	60	7	24
Torrejón de Ardoz	411	69	253	28	101
Centro de Mercancías de Coslada (CMC)	-	-	-	-	-
Centro de Carga Aérea - Aeropuerto de Madrid	-	-	-	-	-
Total	1923	616	969	246	387

Esta demanda generada por el desarrollo ha de desagregarse en cada una de las parcelas que componen en Sector SUNPI-1 “Los Almendros”, con la finalidad de analizar con mayor grado de detalle como se distribuye el tráfico en el interior del mismo. En la siguiente tabla se recogen los vehículos que acceden durante la hora punta a cada una de las tres zonas en las que se divide el nuevo desarrollo:

Tabla 29. Distribución de los vehículos privados durante la hora punta por parcela.

Vehículos Privados HP	
IL-1	141
IL-3/8	141
II-7	105

Por último, una vez definida de manera precisa la demanda generada por la nueva implantación queda realizar la comprobación interna de los estacionamientos para la demanda punta. La oferta de estacionamientos se expuso anteriormente en la Tabla 14.

Tabla 30. Grado de ocupación de los estacionamientos en las distintas parcelas.

	Plazas existentes	Vehículos en HP	Grado de ocupación	Plazas existentes	Vehículos en HP	Grado de ocupación	Plazas existentes	Vehículos en HP	Grado de ocupación
Total muelles	64	-		67	-		84	-	
Total parking camiones	8	-	32,71%	10	-	29,01%	38	-	16,35%
Total parking turismos	431	141		486	141		642	105	
Total	503	141		563	141		764	105	

En la tabla adjunta se compara el flujo vehicular en la hora de máxima demanda con la oferta disponible de estacionamientos, especialmente la oferta de estacionamientos para turismos. Las demandas máximas estimadas para cada uno de los sectores en ningún momento llegan a superar la demanda experimentada, por lo que se dispone de margen de ocupación del aparcamiento tanto para empleados como para visitantes. El sector que alcanza un mayor grado de ocupación de las plazas es el sector IL-3/8 con un 55,73 %, los otros dos sectores no superan el 50 % de ocupación durante la hora punta. En el caso de los vehículos industriales ligeros, no se disponen de plazas destinadas especialmente a este colectivo, pero se ha de suponer que durante la hora de máxima demanda, la ocupación de camiones en el área será mínima, por lo que se dispondría tanto de los muelles de carga como de los estaciones para camiones. Además, la actividad de los vehículos industriales ligeros se caracteriza por tener una alta rotación, por lo que la ocupación total durante la hora punta no será de 375 vehículos emplazados en el desarrollo, si no inferior.

Por lo tanto, se puede concluir que la dotación de estacionamientos diseñada en la actualidad dispone de capacidad suficiente para operar en condiciones óptimas durante la hora de demanda punta.

II. REPARTO MODAL DE VIAJES PARQUE EMPRESARIAL BARRAL

La siguiente tabla recoge distribución diaria y en hora punta del tráfico generado por el Parque Empresarial Barral por modo y origen. La metodología empleada es la misma que la seguida para el cálculo de la generación del Sector SUNPI-1 “Los Almendros”.

Tabla 31. Distribución modal de los viajes por núcleo de atracción del Parque Empresarial Barral.					
Municipio	Viajes	Viajes Transporte Público	Vehículo Privado	Viajes Transporte Público HP	Vehículo Privado HP
Alcalá de Henares	63	11	39	4	16
Coslada	51	9	32	3	13
Madrid	488	206	209	83	83
San Fernando de Henares	42	7	26	3	10
Torrejón de Ardoz	175	30	108	12	43
Centro de Mercancías de Coslada (CMC)	-	-	-	-	-
Centro de Carga Aérea - Aeropuerto de Madrid	-	-	-	-	-
Total	820	262	413	105	165

P. ASIGNACIÓN

La última fase del método de las cuatro fases es la asignación que consiste en la valoración de los viajes entre zonas y su distribución en la red de infraestructuras existente. Por lo tanto, habrá que distribuir los viajes calculados en las fases anteriores a los modos de transporte público disponibles y a la red de carreteras existentes en el caso del vehículo privado.

De esta manera, se tendrá una imagen de cómo quedará el entorno tras la implantación del desarrollo industrial y cuál será su afección a la red de infraestructuras existentes. El análisis de la asignación de los viajes se realizará únicamente para el vehículo privado y los vehículos industriales ligeros, dado que son los que mayor impacto generarán sobre el entorno durante la hora punta de cálculo. Las rutas de transporte público ya quedaron definidas en el apartado de análisis de la accesibilidad al entorno de estudio, por lo que únicamente habría que asignar los flujos obtenidos de la aplicación de la metodología expuesta a la combinación de modos en función del origen.

I. VEHÍCULO PRIVADO

La asignación de los vehículos privados generados por la implantación del nuevo desarrollo industrial se realizará en base a los itinerarios óptimos inventariados por el equipo técnico de Vectio, cuyos tiempos de recorrido quedaron recogidos en la Tabla 3.

Con el apoyo de modelo gravitacional desarrollado y los itinerarios realizados, estos viajes pueden asignarse a la red existente de acuerdo al esquema representado en la Imagen 19, teniendo así el incremento en la demanda durante la hora punta derivado de la implantación del nuevo desarrollo.

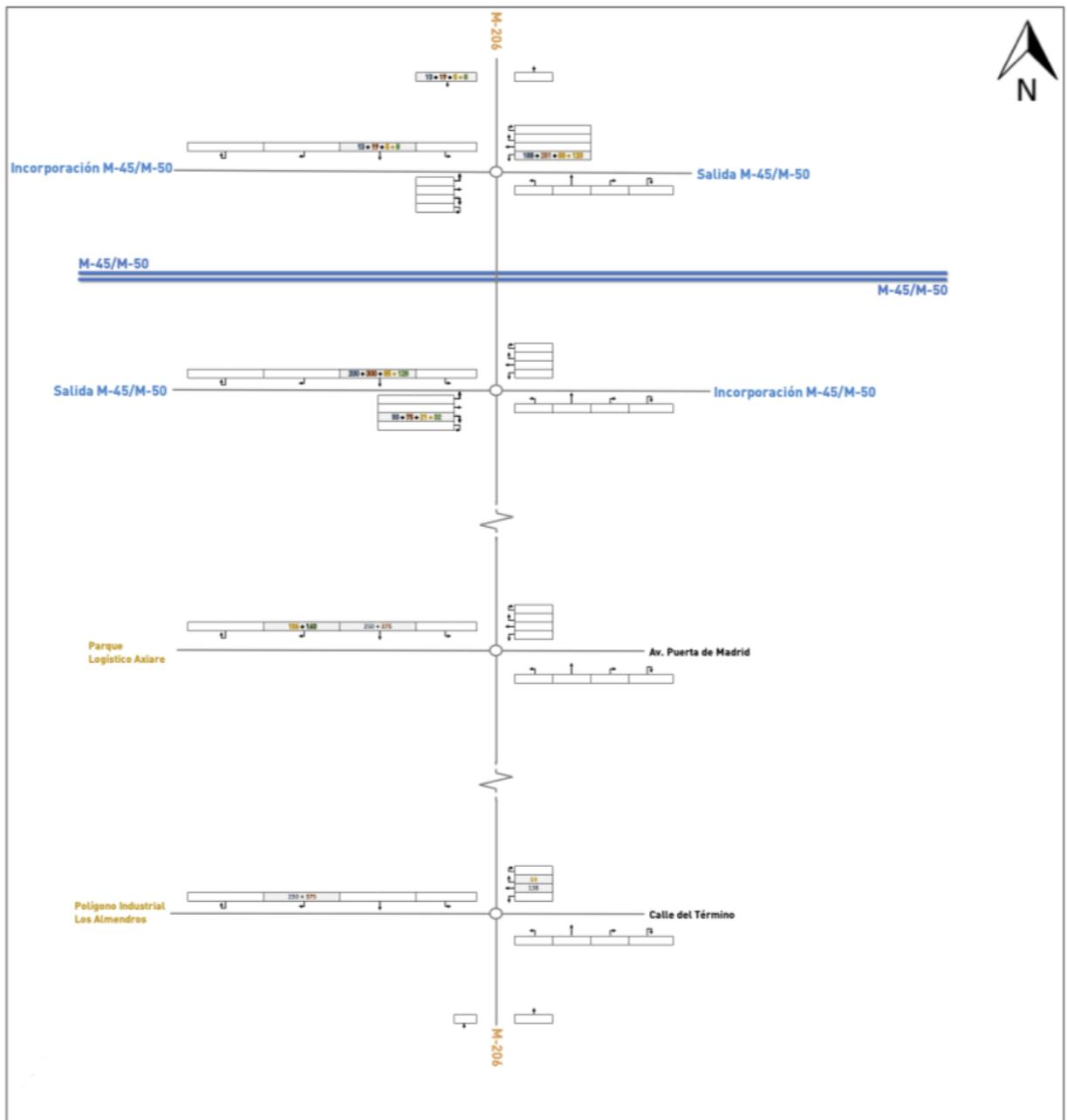
A la red representada anteriormente se asignarán tanto los flujos de tráfico generados por el Sector SUNPI-1 “Los Almendros”, como los generados por el Parque Empresarial Barral.

El acceso al entorno de estudio desde los orígenes considerados se producirá principalmente desde dos puntos principales: glorieta oeste sobre la M-50 y glorieta entre la carretera M-206 y Calle del Término. Los vehículos procedentes de Madrid, Coslada y San Fernando de Henares accederán mediante la primera de las intersecciones citadas; mientras que, los vehículos procedentes de Alcalá de Henares y Torrejón de Ardoz accederán mediante la intersección entre la carretera M-206 y Calle del Término.

En lo que refiere a los vehículos industriales ligeros, los dos puntos principales de interacción considerados son el Centro de Mercancías de Coslada y el Centro de Carga Aérea del Aeropuerto de Madrid. De esta manera, los vehículos industriales ligeros accederían mediante el brazo norte de la glorieta sobre la M-50.

Esta distribución del tráfico generado por los desarrollos concentrará un mayor volumen de tráfico en el brazo norte de la glorieta oeste sobre la carretera M-50 siguiendo el eje oeste-este por la M-206 para acceder al entorno de estudio.

Imagen 29. Red de distribución del tráfico generado por el desarrollo.



9. AFECCIÓN A LA INFRAESTRUCTURA

Q. INTRODUCCIÓN

El tráfico generado fruto de la implantación del Sector SUNPI-1 “Los Almendros” y el Parque Empresarial Barral provocará un cambio en las condiciones actuales de circulación del entorno de estudio al suponer un incremento de la demanda. Tal y como se analizó en el apartado anterior, el tráfico generado por ambos desarrollos accederá al entorno de estudio en su gran mayoría mediante el eje este-oeste definido por la carretera M-206, en el que encontramos cuatro glorietas. Para evaluar el impacto generado por el incremento de la demanda introducido en el ámbito de actuación analizaremos el cambio en los niveles de servicio de cada una de ellas durante la hora de máxima demanda, por ello analizaremos la variación registrada en el tiempo de demora. Así mismo, también se analizará la variación de la capacidad del viario existente para absorber la demanda generada y de las intersecciones presentes.

Como se vio en la fase de asignación de la aplicación del modelo de cuatro etapas, los principales nodos de generación de tráfico estarán ubicados en la M-50, por lo tanto el enlace con la misma será el punto de mayor demanda del entorno de estudio. De este enlace, en el análisis realizado anteriormente se concluyó que el brazo sur de la glorieta este sobre la M-50 era el que registraba unos mayores tiempos de demora, teniendo un nivel de servicio F. Ante el incremento de demanda introducido en el entorno por el desarrollo industrial los tiempos de demora se mantendrán en los mismos niveles que en la situación actual.

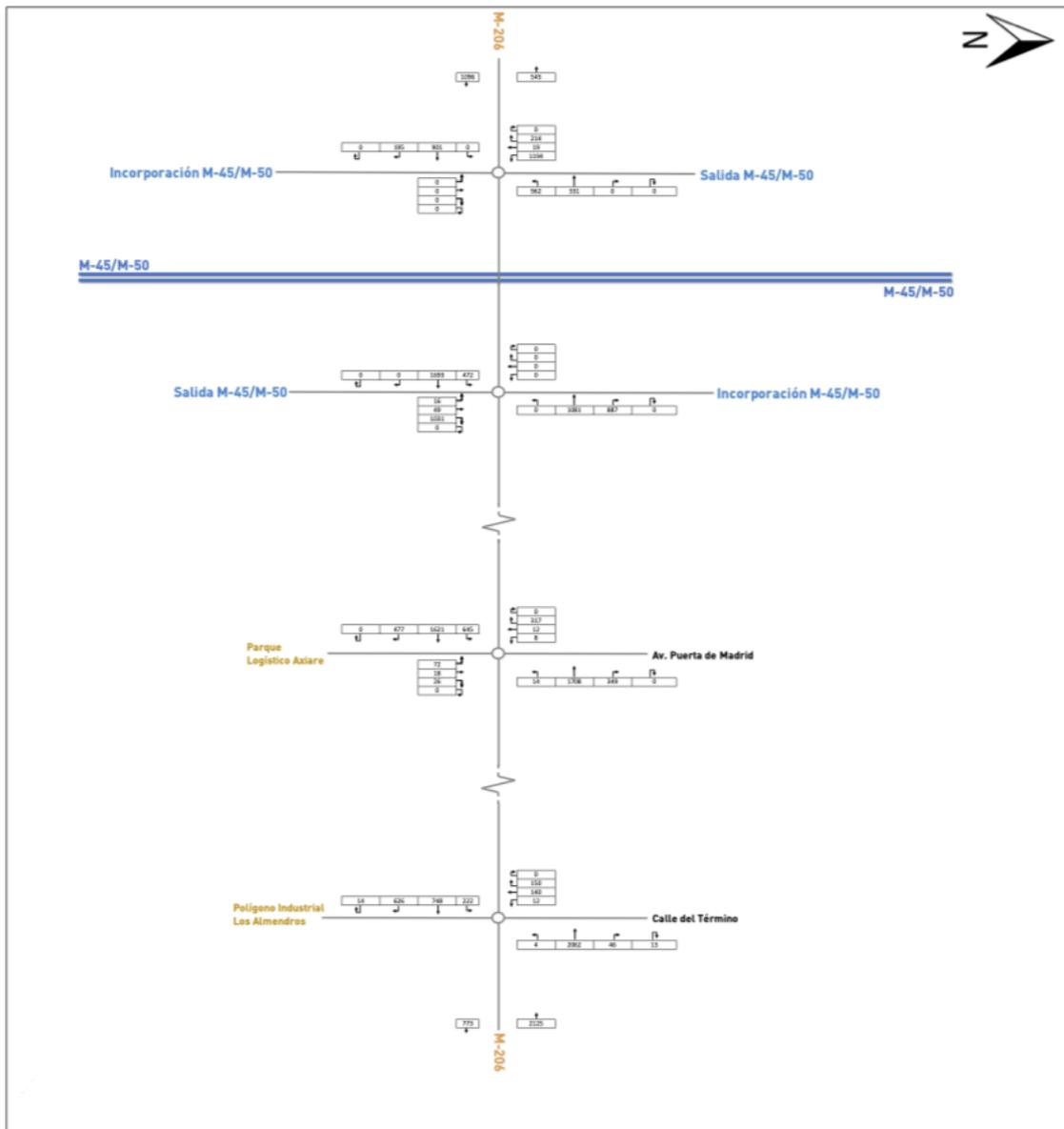
Ha de tenerse en cuenta que el tráfico generado por los desarrollos en la hora de máxima demanda estará compuesto en su gran mayoría por vehículos ligeros y vehículos industriales ligeros (vehículos de reparto), mientras que la concentración de los vehículos industriales pesados se producirá en las horas de demanda valle del entorno de estudio. Ambas situaciones se analizarán por separado, viendo el impacto generado no solo en el entorno inmediato, si no también en el interior del Sector SUNPI-1 “Los Almendros”, donde el principal objetivo será asegurar la accesibilidad a cada una de las naves.

En lo que refiere al análisis del tráfico pesado, dado que la demanda de este tráfico se producirá en las horas de demanda valle del resto del entorno, se tendrán en cuenta las secciones por las que circularán, centrándose en los radios de giro necesario para que los mismos se produzcan en condiciones de seguridad.

Así mismo, ha de tenerse en cuenta que la vía de servicio que se ejecutará como uno de los posibles accesos al Sector SUNPI-1 “Los Almendros” también recogerá el tráfico de acceso al Centro Logístico Ferroviario Torrejón Mercancías. Por lo tanto, tendrá que analizarse la posible afección de este tráfico al funcionamiento normal del desarrollo industrial, lo cual se realizará en el apartado 10.

En la siguiente imagen queda recogido el estado de la red de tráfico del entorno de estudio una vez incluido el tráfico generado por el desarrollo.

Imagen 30. Red de distribución del tráfico en el entorno de estudio considerando el desarrollo.



R. AFECCIÓN DEL TRÁFICO GENERADO

La implantación del Sector SUNPI-1 “Los Almendros” atraerá en el entorno de estudio una demanda adicional de 387 vehículos ligeros y 375 vehículos industriales ligeros a lo largo de la hora de máxima demanda. Además, a este incremento de demanda ha de agregarse el impacto derivado del Parque Empresarial Barral cuya generación en hora punta se ha estimado el 165 vehículos ligeros y 160 vehículos industriales ligeros. De manera global, ambos desarrollos representan un incremento conjunto sobre el tráfico ya existente de 552 vehículos ligeros y 535 vehículos industriales ligeros.

La Intensidad Media Diaria (IMD) del eje este-oeste conformado por la carretera M-206 es de 41.459 veh/día, siendo la Intensidad de Hora Punta (IHP) de día laborable de 3.760 veh/hora. Teniendo en cuenta estos datos, el incremento de la demanda derivado de la implantación del nuevo entorno es de 1.087 veh/hora durante la hora de máxima demanda, por lo que analizando las vías de acceso al entorno de estudio un alto porcentaje del volumen generado accederá mediante el enlace entre la M-50 y la M-206, alcanzando el eje de la carretera M-206 un volumen en hora punta superior a los 4.500 veh/ hora. Por lo tanto, el incremento del volumen de tráfico en dicho eje será aproximadamente del 19,68 %.

Este incremento del tráfico será evaluado mediante la variación de los niveles de servicio en cada una de las intersecciones objeto del presente estudio. Ha de recordarse que todas las glorietas presentaban niveles de servicio óptimos (A o B), a excepción de la glorieta este del enlace sobre la M-50 con la M-206.

En las siguientes tablas se recoge la evolución de los niveles de servicio una vez introducido el volumen de tráfico generado por el desarrollo industrial en el entorno de estudio. El incremento de la demanda derivado de la implantación de ambos desarrollos en el entorno de estudio tiene una mayor afección en las glorietas que sirven de enlace con la M-50, siendo al glorieta oeste la que presenta un mayor cambio en su nivel de servicio, pasando de un nivel de servicio B a F, debido a que gran parte del tráfico generado utiliza esta glorieta como principal vía de acceso. Como se justificó anteriormente, esta variación en los niveles de servicio se debe principalmente al aumento en el volumen de ciertos movimientos, que derivan en retenciones en los brazos restantes, incrementando el tiempo de demora.

Tabla 32. Resumen niveles de servicio actuales y futuros en intersecciones.

Intersección	Actual		Desarrollo	
	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)
M-206/M-50 Oeste	B	14,30	F	58,1
M-206/M-50 Este	F	60,90	F	66,8
M-206 con Av. Puerta de Madrid	B	14,60	B	12,8

M-206 con Calle Término

A

7,10

A

7,1

Tabla 33. Nivel de servicio actual y futuro intersección oeste entre M-50 y M-206.

Brazo	Actual		Desarrollo	
	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)
Norte	A	0,00	A	0,00
Sur	F	60,90	F	66,8
Este	B	11,40	B	10,4
Oeste	A	0,90	A	0,6

Tabla 34. Nivel de servicio actual y futuro intersección entre M-206 y Av. Puerta de Madrid.

Brazo	Actual		Desarrollo	
	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)
Norte	A	8,90	A	9,2
Sur	A	4,60	A	5,6
Este	B	14,60	B	12,8
Oeste	A	0,30	A	0,7

Tabla 35. Nivel de servicio actual y futuro intersección entre M-206 y Calle Término.

Brazo	Actual		Desarrollo	
	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)
Norte	A	7,10	A	7,1
Sur	A	0,00	A	3,1
Este	A	1,68	A	5,5
Oeste	A	0,20	A	0,6

El incremento de la demanda derivado de la implantación de ambos desarrollos en el entorno de estudio tiene una mayor afección en las glorietas que sirven de enlace con la M-50, siendo al glorieta oeste la que presenta un mayor cambio en su nivel de servicio, pasando de un nivel de servicio B a F, debido a que gran parte del tráfico generado utiliza esta glorieta como principal vía de acceso. Como se justificó anteriormente, esta variación en los niveles de servicio se debe principalmente al aumento en el volumen de ciertos movimientos, que derivan en retenciones en los brazos restantes, incrementando el tiempo de demora.

Tabla 36. Resumen niveles de servicio actuales y futuros en intersecciones.

Intersección	Actual		Desarrollo	
	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)
M-206/M-50 Oeste	B	14,30	F	58,1
M-206/M-50 Este	F	60,90	F	66,8
M-206 con Av. Puerta de Madrid	B	14,60	B	12,8
M-206 con Calle Término	A	7,10	A	7,1

Tal y como se observa en la tabla adjunta, la glorieta entre la carretera M-206 y Calle Término, que sirve de acceso al desarrollo, no varía su nivel de servicio, manteniéndose en un nivel de servicio A con un tiempo de demora de 7,1 segundos. Este hecho pone de manifiesto la holgada capacidad de la que dispone dicha intersección ya que, debido a la baja demanda que accede al entorno mediante esta glorieta, su funcionalidad no se ve alterada por la implementación del Sector SUNPI-I “Los Almendros”. Así mismo, la capacidad de la intersección es suficiente para dar servicio a la demanda estimada del desarrollo, asegurando así mismo unas condiciones óptimas de fluidez

10. ANÁLISIS DEL DISEÑO

S. INTRODUCCIÓN

Para garantizar la accesibilidad de tráfico pesado al área logística, se han empleado herramientas de simulación de giros, que permiten analizar el área ocupada por los vehículos en cada una de las maniobras. Se han comprobado los giros en los puntos de entrada y salida del tráfico pesado.

El primer paso consistió en la modelización de los camiones empleados en el software Autoturn. Este software ayuda a evaluar maniobras de vehículos en cualquier tipo de vías, intersecciones, glorietas, zonas de carga, zonas de estacionamiento, etc. Este software para simulación de giros de

vehículos es usado, y validado, por miles de ingenieros y arquitectos en más de 80 países alrededor del mundo.

El simulador de giros incorpora lineamientos técnicos tales como radio mínimo de giro, curvas de transición, peralte y fricción lateral, tomados de estándares mundialmente reconocidos tales como la AASHTO, dándole así la seguridad requerida en el caso del tráfico pesado.

En la imagen adjunta quedan recogidas las dimensiones del vehículo empleado en la simulación de la accesibilidad a cada uno de los sectores. Tal y como se puede comprobar, el vehículo empleado en la simulación es el camión de 16 metros de longitud.

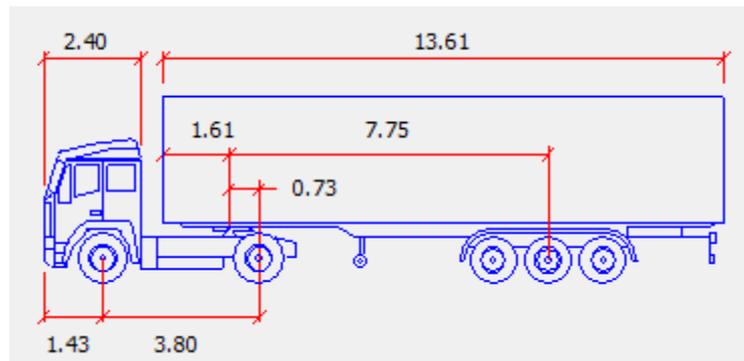


Imagen 31. Dimensiones del vehículo empleado en la simulación.

El nuevo desarrollo industrial queda dividido en cuatro grandes sectores, cada uno de los cuales dispone de accesos/salidas segregadas de vehículos ligeros y pesados. Este hecho mejora la fluidez de cada uno de ellos al evitar la interacción entre las distintas tipologías de vehículos.

Por último, tal y como se ha expuesto anteriormente el diseño de accesos y cerramientos es un aspecto fundamental cuando se busca minimizar la interferencia entre los vehículos que participan del proceso de entrega y recogida desde y hacia el almacén, con los vehículos particulares de los empleados. Para planificar de la mejor manera los accesos y cerramientos se debe tener en cuenta que:

- Accesos de automóviles y vehículos de mercancías segregados. (ver Imagen 32).

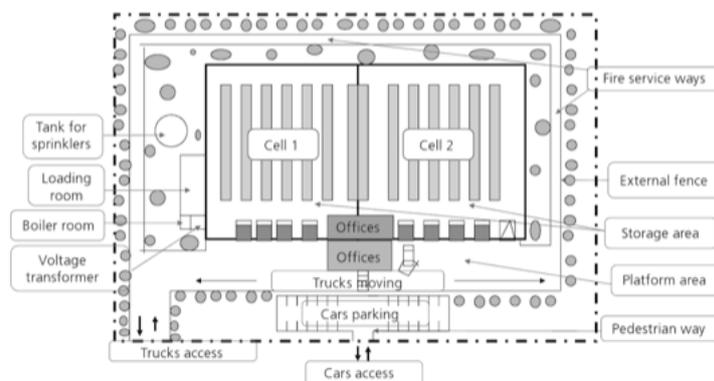


Imagen 32. Ejemplo de ordenación de centro logístico con separación de flujos de tráfico pesado y vehículos ligeros.

- Los accesos en forma de "Y" son los que ofrecen mayores ventajas; los vehículos que entran en el almacén pueden abandonar rápidamente la carretera sin bloquear el tráfico; y los que salen pueden incorporarse al tráfico con mayor facilidad.

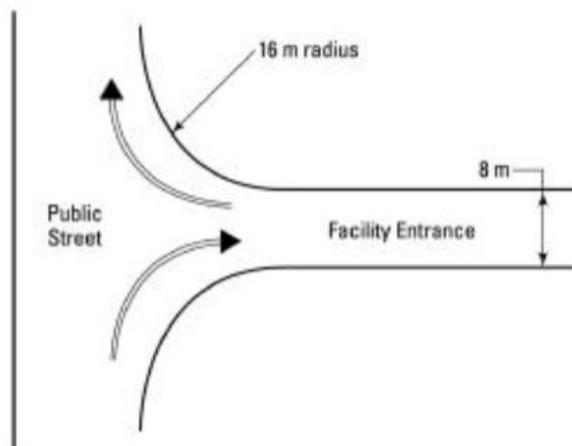


Imagen 33. Detalle de acceso en "Y".

- La carretera de acceso directo al almacén deberá ser, preferentemente, de doble calzada.
- El tráfico dentro de la parcela debe ordenarse en el sentido contrario a las agujas del reloj, de esta manera la visibilidad del conductor (sentado al lado izquierdo) es mejor cuando maniobra y retrocede hacia los muelles.

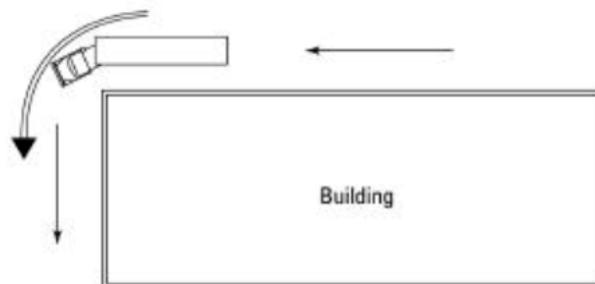


Imagen 34. Detalle del sentido de movimiento planteado.

- Las puertas de acceso tienen que ser independientes para peatones y para vehículos.
- Se debe disponer de dos accesos diferenciados para vehículos ligeros con doble carril de entrada y doble carril de salida de cara a evitar las retenciones durante los picos de demanda que se dan en los cambios de turno de trabajo.

T. ACCESOS Y SALIDAS

Tal y como se reflejó anteriormente, en el diseño interior de cada uno de los sectores que componen el Sector SUNPI-1 "Los Almendros" se han mantenido segregados los accesos de vehículos ligeros y pesados. De esta manera, se mejora la fluidez del tráfico en cada uno de ellos al evitar la interacción entre ambas tipologías de vehículos.

En el presente apartado se analizarán las dimensiones establecidas para cada una de las tipologías de acceso, teniendo en cuenta que el vehículo pesados por sus características necesitará de un espacio más amplio para la realización de la maniobra de acceso o salida. En el análisis de estas

maniobras habrá que tener en cuenta los distintos elementos viarios que puedan suponer un obstáculo para el vehículo, especialmente para los pesados.

La afección de las maniobras a los elementos viarios dispuestos en el diseño preliminar queda recogida en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

U. MODIFICACIÓN DE ELEMENTOS VIARIOS

La Dirección Técnica del proyecto requirió de la asistencia de Vectio en la resolución de una serie de elementos viarios. Por ello, en el presente apartado se afrontan las líneas transmitidas desde la Dirección Técnica y, así mismo, se rediseñan una serie de elementos que el equipo técnico de Vectio ha considerados necesario analizar.

Ha de recordarse que en el apartado anterior se resaltó la importancia de mejorar tanto la fluidez, como la accesibilidad de los vehículos industriales pesados, dado que suponen el vehículo que mayor espacio va a necesitar en sus maniobras. Además, al asegurarse el correcto funcionamiento del entorno para el vehículo industrial, se asegura igualmente el óptimo funcionamiento del desarrollo para el resto de tipologías de vehículos.

I. INTERSECCIÓN CALLE A CON VÍA PECUARIA

En primer lugar, se transmitió desde la dirección técnica del proyecto plantear una propuesta para la intersección entre la Calle A y la Vía Pecuaria. Esta intersección estará situada en el centro del desarrollo, por lo que será de gran importancia a la hora de dirigir y distribuir los tráfico en el interior del mismo.

Estas características son las que favorecen la implementación de una glorieta como solución. Una glorieta permite la realización de todos los movimientos posibles, mejorando la vertebración y articulación del entorno. Así mismo, en el diseño de la solución adoptada se tuvieron en cuenta los principales flujos estimados, de manera que se han facilitado los mismos para reducir los tiempos de demora al mínimo en el interior del desarrollo.

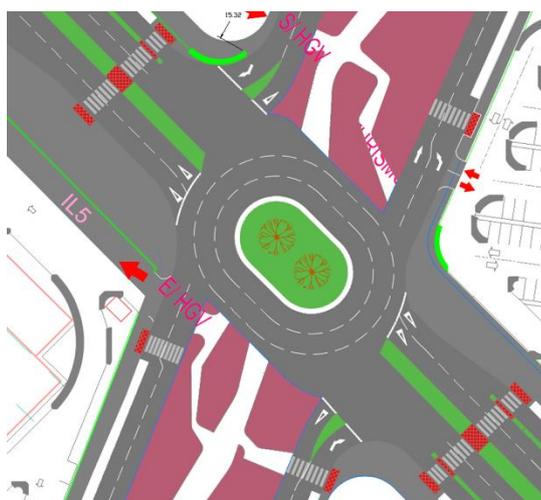


Imagen 35. Descripción solución glorieta adoptada para la intersección entre Calle A y Vía Pecuaria.

Como se puede comprobar en la imagen adjunta en los brazos norte y sur se establecen carriles exclusivos de incorporación al eje este-oeste. En el caso del brazo norte, se debe a que las salidas de vehículos presentes en la fachada este del sector IL-1 tendrán como principal destino la incorporación en sentido oeste, de esta manera, mediante el carril de incorporación directa se facilita esta maniobra y se mejora la fluidez del entorno. En el caso del brazo sur, se debe a la presencia de la salida de la bolsa de estacionamiento de vehículos pesados, que creará flujos en el sentido este, por lo que mediante este carril se mejora igualmente la fluidez del tráfico.

Además, en la incorporación a la glorieta de los brazos este y oeste se reduce el número de carriles a dos, facilitando así la incorporación de los vehículos a la misma debido, entre otros factores, al disponerse de una mejor visibilidad.

Por último, se disponen dos carriles anulares debido a que mediante esta configuración se consiguen mejoras en la fluidez del tráfico y, en especial, sobre la seguridad vial al circular por la misma.

En los planos P2018014.09A y P2018014.09B se recogen de manera detallada las medidas definidas para la glorieta.

II. ENTRONQUE GLORIETA ENTRE M-206 Y CALLE DEL TÉRMINO CON VÍA DE SERVICIO OESTE

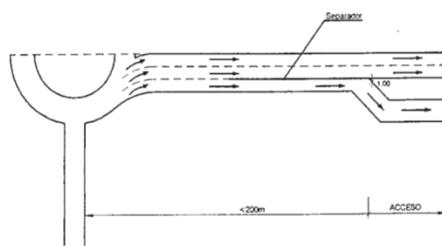
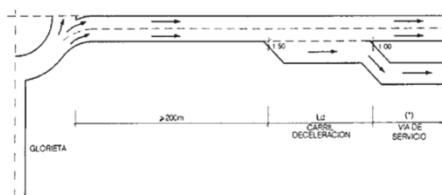
El entronque de la glorieta entre la carretera M-206 y la Calle del Término con la vía de servicio que da acceso a la fachada oeste del sector IL-1 presenta una serie de dificultades desde el punto de vista normativo que habrán de analizarse.

EL Reglamento de la Ley de Carreteras de la Comunidad de Madrid en la Orden de 3 de abril de 2.002, define en su artículo 27 la distancia de seguridad a definir entre salidas y entradas de ramales de enlace y salidas de accesos.

Artículo 27. Distancias de seguridad entre salidas y entradas de ramales de enlace y salidas de accesos

Cuando el acceso se sitúe próximo a una glorieta de carreteras con calzadas separadas tipo CS-90/100:

a) La distancia de seguridad entre la salida de la glorieta y el principio del carril de deceleración consecutivo, no será inferior a 200 metros. Si la distancia fuese menor, se conectará el acceso mediante un carril adicional separado a la propia glorieta, como se describe en la figura 8 del Anexo I a esta Orden.



(*) = SIN CONEXIONES DE ACCESOS EN 60m

Imagen 36. Figura 8 de la Orden de 3 de abril de 2.002 del Reglamento de la Ley de Carreteras de la Comunidad de Madrid. Acceso a carreteras con calzadas separadas del tipo CS-90/100. Distancia específica de seguridad entre salida de glorieta t salida específica.

En el presente caso, la distancia de 200 metros mínima exigible por la citada normativa reduce o anula la funcionalidad de la vía de servicio ya que impediría el acceso a las bolsas de estacionamientos de las naves B y C; mientras que el caso alternativo que plantea el reglamento de conectar directamente la vía de servicio mediante un carril adicional puede generar turbulencias o situaciones de inseguridad en dicho entronque, ya que en las inmediaciones del mismo el conductor llevará a cabo la toma de decisiones, donde reducirá su velocidad y, en muchos casos, se producirán cambios de carril peligrosos.

Por ello, desde la Dirección Técnica del proyecto se decidió llevar a cabo la simulación de ambas alternativas a fin de determinar la funcionalidad de cada una de ellas. Tras el análisis con herramienta de microsimulación y la consulta con la Dirección Técnica de Proyecto, se optó por la ejecución de un tercer carril en el brazo este de la glorieta.

De esta manera, el acceso a la vía de servicio se ubica a 200 metros de la salida de la glorieta mediante un tercer carril dedicado que sale del brazo este de la glorieta, cumpliendo en este sentido con lo decretado por la Ley de Carreteras de la Comunidad de Madrid. La conexión con la vía de servicio tiene una longitud 80 metros, definiéndose una línea continua de 90 metros reforzando así la seguridad. La vía de servicio estará compuesta por dos carriles, el primero de ellos con origen en la vía de vía de la Calle A y el segundo de ellos es el que permite el acceso desde la carretera M-206.

Este tercer carril del brazo este de la glorieta conectaría directamente con la vía de servicio, que antes de esta conexión dispondría de un carril, el cual proviene de la Calle A. Así, la vía de servicio tendría dos carriles de circulación tras la conexión con el tronco de la M-206. Con esta configuración, por un lado, se permite el acceso a las bolsas de aparcamiento de vehículos ligeros y a la playa de dársenas

de la nave A de manera segregada, repartiendo el tráfico y evitando la concentración de volúmenes anteriormente analizada, mientras que de manera simultánea se permite el acceso a las naves B y C mediante la nueva conexión con la vía de servicio, reduciendo el volumen de tráfico concentrado en la Calle A. Esta vía de servicio tendrá dos funciones básicas: permitir el acceso a las bolsas de aparcamiento de vehículos ligeros dispuestas en la fachada frontal y facilitar el acceso de los vehículos pesados a las naves B y C mediante la salida desde la carretera M-206.

La vía de servicio ejecutada también recogerá el volumen de tráfico del Centro Logístico Ferroviario Torrejón Mercancías de ADIF.

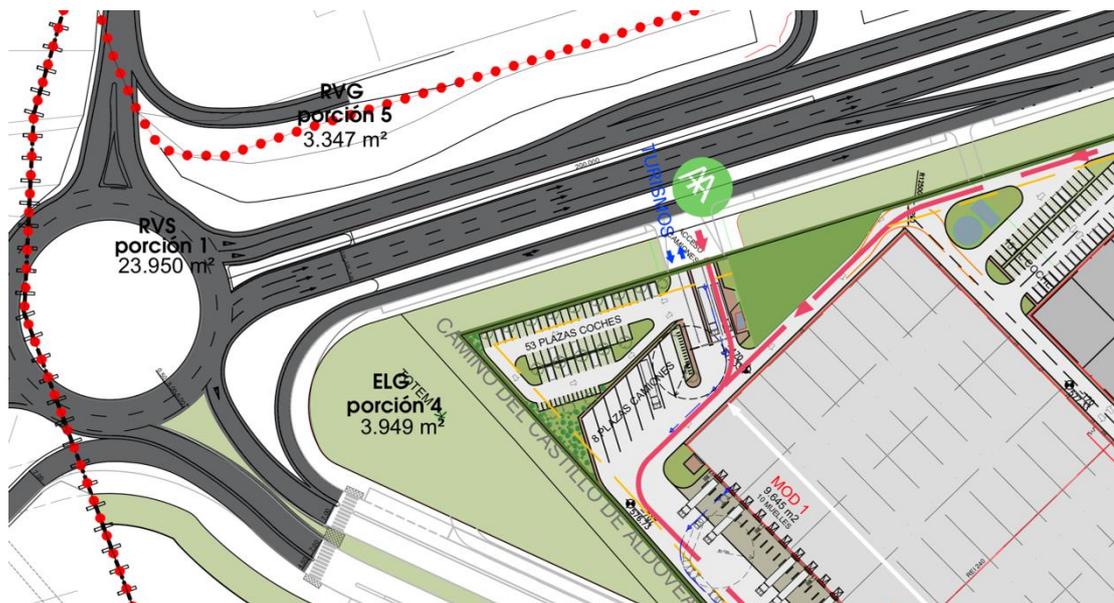


Imagen 37. Esquema de solución adoptada para el entronque de la vía de servicio con la carretera M-206.

El tráfico del Centro Logístico de Mercancías de ADIF está caracterizado por un alto porcentaje de pesados, estableciéndose en torno al 70% del tráfico. El volumen diario de tráfico generado/atraído por ADIF es de 269 veh/día, siendo de ellos 193 vehículos pesados. En base a los datos presentados, se hace necesario el análisis de la influencia del tráfico atraído por el centro logístico de ADIF sobre la operatividad de nuestro desarrollo. Para dicho análisis, se incluyó el volumen de tráfico de dicho centro en el modelo digital de simulación.

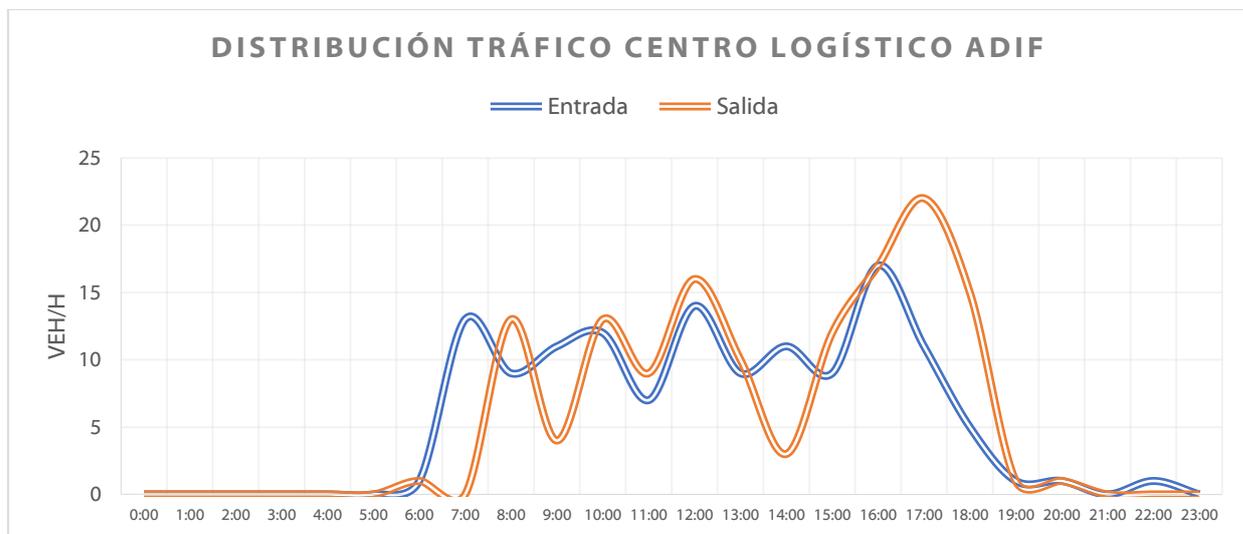


Gráfico 9. Distribución horaria del tráfico del Centro Logístico Ferroviario Torrejón Mercancías de ADIF.

El escenario a analizar es especialmente importante cuando los volúmenes de vehículos pesados atraídos por el Sector SUNPI-1 “Los Almendros” y por el Centro Logístico de ADIF son altos. El mayor volumen conjunto de ambos centros se da entre las 16:00 y las 17:00, por lo que fue este el escenario analizado.

El análisis con microsimulación no reveló incidencia alguna en el entronque de la vía de servicio, ni en la propia vía de servicio, entre ambos volúmenes de tráfico pesado. Ha de tenerse en cuenta que el volumen máxima de entrada del Centro Logístico de ADIF es de 16 veh/h, es decir, aproximadamente un camión cada 4 minutos. Este bajo ratio de generación de vehículos es lo que facilita la convivencia entre ambos tipos de tráfico.

Además, en dicho modelo también se tuvo en cuenta el tráfico atraído/generado por el complejo de CLH. Los datos de empleados facilitados por la Dirección Técnica fueron incluidos en el modelo, no produciéndose incidencia alguna.

Adjunto a la presente entrega se incluyen vídeos de los escenarios de simulación elaborados en los que se pueden valorar las condiciones de circulación en el entorno de estudio.

A modo de resumen, el nuevo carril desde la carretera M-206 permite que los vehículos pesados cuyo destino sean las naves B y C tomen esta salida, evitando la circulación de los mismos por el interior del desarrollo, reduciendo así el volumen de pesados que acceden al entorno mediante la salida sur de la glorieta. Además, la influencia de los vehículos atraídos por el Centro Logístico de ADIF es mínima, siendo perfectamente compatibles ambos tráficos en la vía de servicio.

En el plano P2018014.09C queda recogido con detalle la solución adoptada.

III. VÍAS DE SERVICIO EN CALLE A

Las vías de servicio tendrán la principal finalidad de recoger y distribuir los flujos de tráficos de salida y acceso de cada uno de los sectores. Además, gran volumen de este tráfico serán vehículos industriales pesados que, tal y como se expuso anteriormente, necesitan de superficies amplias para realizar sus

maniobras. Por lo que las vías de servicio deberán estar dimensionadas para acoger de manera óptima los vehículos pesados.

En el diseño inicial las dimensiones definidas para las vías de servicio era de 3 metros, lo que en las inmediaciones de algunos accesos/salidas, tal y como se reflejó en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, podía suponer una dificultad no solo para la realización de las maniobras de incorporación y salida, si no también para la correcta circulación por las mismas.

Ante este hecho, el equipo técnico de Vectio decidió ampliar dichas vías de servicio a 4 metros, reduciéndose así la distancia de la mediana central. De igual manera, se ampliaron ligeramente los carriles centrales de la Calle A para mejorar la comodidad en la circulación por el entorno, especialmente de los vehículos pesados.

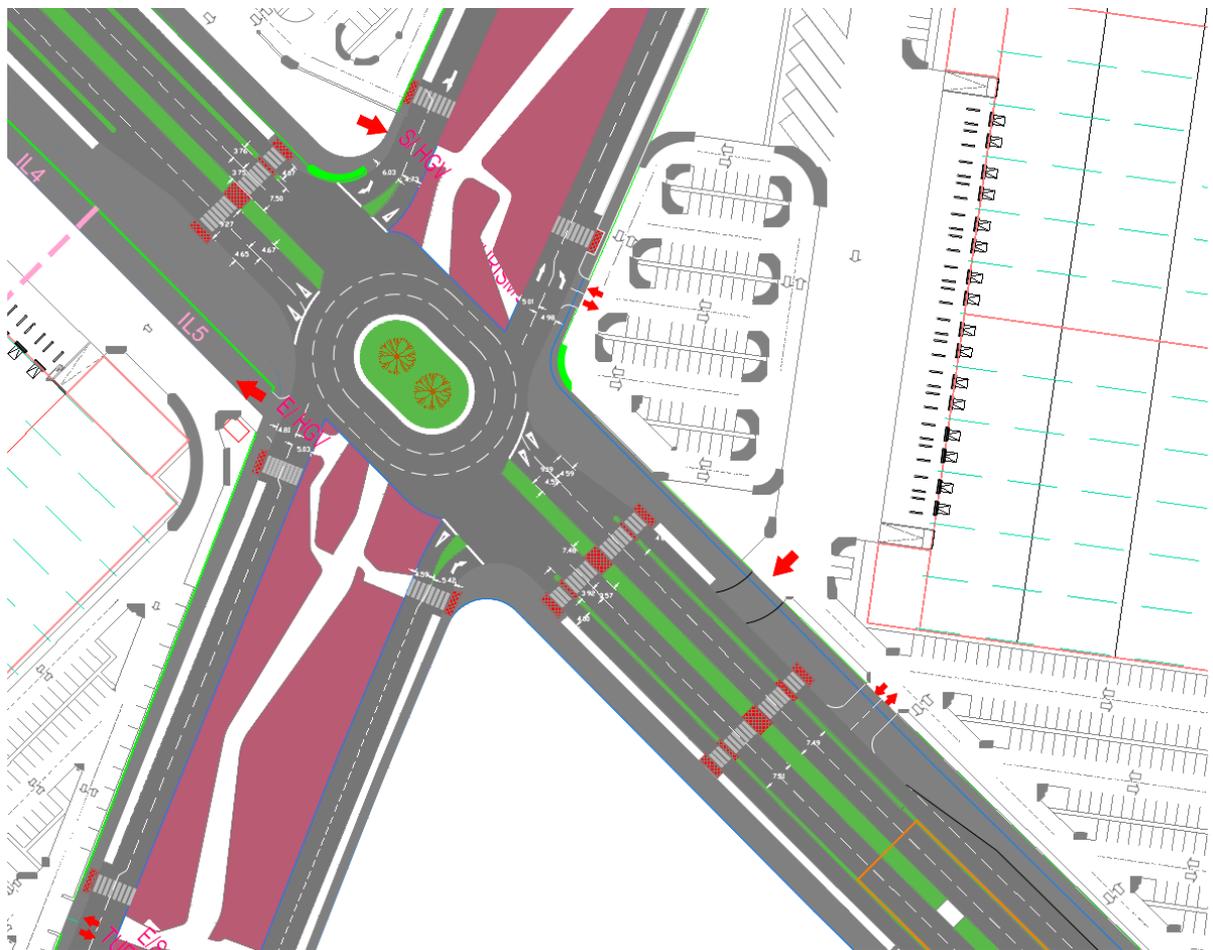


Imagen 38. Esquema de las dimensiones de la vía de servicio y carriles centrales de la Calle A.

El detalle geométrico de las vías de servicio en distintos puntos del entorno de estudio quedan recogidos en los planos P2018014.09D, P2018014.09E, P2018014.09F, P2018014.09G, P2018014.09H, P2018014.09I y P2018014.09J.

IV. TERCIANAS Y MEDIANAS

Como se comentó en el apartado anterior, las tercianas en las inmediaciones de los accesos/salidas suponían un obstáculo para la realización de las maniobras de los vehículos pesados. Por ello, se decidió prescindir de las mismas en los puntos en los que suponían un obstáculo, manteniéndolas en los puntos en los que su presencia era útil como elemento separador de los distintos flujos de tráfico.

Así mismo, el diseño inicial de la Calle A contemplaba una mediana central de 7 metros. Dadas las características geométricas de los viales de la Calle A, se ampliaron los mismos reduciendo el ancho de la sección de la mediana a un total de 4 metros.

En lo que refiere al ancho de las tercianas, se mantuvo constante y de 1 metro.

Por lo tanto, a modo de resumen, se llevaron a cabo las siguientes actuaciones relativas a tercianas y medianas:

- Las tercianas se han eliminado en aquellos puntos en los que suponían un obstáculo para la realización de las maniobras de acceso/salida de los distintos sectores. En aquellos puntos en los que no suponían un impedimento se han mantenido, conservando su ancho y viéndose únicamente modificada su posición, al ser desplazada por el ensanchamiento de los distintos carriles.
- La mediana central se ha visto reducida de 7 metros a 4 metros. La reducción del ancho de la mediana se debe al ensanchamiento tanto de las vías de servicio, como de los carriles de centrales a fin de conseguir un tráfico más fluido y seguro.

El detalle geométrico de la disposición de las medianas y tercianas, tanto originales como propuestas por Vectio, quedan recogidas en los planos P2018014.09K y P2018014.09L.

V. SEÑALIZACIÓN

Por último, las propuestas de actuación expuestas sobre el interior del desarrollo industrial hacen necesarias una definición de la señalización requerida en el entorno.

La señalización facilitará la fase de decisión de la ruta del usuario al acceder al entorno, mejorando así la fluidez y la seguridad de la circulación en el desarrollo.

De esta manera, se definirá en el presente apartado la señalización requerida a definir en el interior del desarrollo industrial, de manera específica, la necesaria en el interior del sector IL-1.

El detalle de la señalización requerida queda recogida en los planos P2018014.010A, P2018014.010B, P2018014.010C y P2018014.010D.

11. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

El análisis realizado de cada una de las intersecciones en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se extrae que el impacto generado por la implantación del Sector SUNPI-1 “Los Almendros” en el entorno inmediato de estudio no es de importancia. Los tiempos de demora presentan incrementos relevantes en el enlace de pesas sobre la M-50 en los brazos de incorporación hacia la M-206, en especial la incorporación que se produce desde el sentido norte

de la misma cuyo nivel de servicio pasa de B a F. Por lo tanto, las propuestas de actuación recogidas en el presente apartado irán dirigidas a la minimización del impacto sobre las condiciones del tráfico sobre el entorno.

Tal y como se comentó anteriormente, un alto porcentaje del volumen de tráfico generado por ambos desarrollos accede al entorno de estudio principalmente mediante las incorporaciones desde la M-50. Este punto será el de mayor demanda del entorno, dado que las condiciones de circulación en las otras dos intersecciones analizadas en el presente estudio no han visto modificadas sustancialmente sus condiciones de circulación.

A continuación se plantea una actuación dirigida principalmente a mejorar la capacidad de las intersecciones más congestionadas con la finalidad de reducir los tiempos de demora en el citado enlace de pesas.

W. SALIDA DIRECTA (BY-PASS) DESDE INCORPORACIÓN CARRETERA M-50 HACIA M-206 EN LA GLORIETA ESTE

Los altos tiempos de demora recogidos en los brazos oeste y sur, de las intersecciones oeste y este sobre la M-50 respectivamente, se deben principalmente al alto volumen de ciertos movimientos. En el caso de la glorieta oeste, el incremento del volumen de tráfico que sale de la salida norte en sentido este (movimiento de incorporación a la M-206 en dirección al futuro desarrollo) provoca una reducción de la capacidad de la glorieta, debido a que la mayor presencia de vehículos en el interior de la misma impiden la incorporación de los vehículos con origen en el brazo oeste. En el caso de la glorieta este, el tiempo de demora sufre un ligero incremento con respecto a la situación inicial, pero el motivo de los altos tiempos de demora (nivel de servicio F) es el mismo que el explicado en el caso anterior, solo que en este caso el movimiento más realizado en dicha intersección es el sur-este.

La glorieta oeste vería reducido el impacto generado mediante la construcción de una estructura que permitiese la realización del movimiento norte-este de manera directa, pero debido al alto coste económico esta actuación queda descartada dado que los tiempos de demora no se consideran lo suficientemente altos como para justificar la actuación.

En el caso de la glorieta este, la distribución de los movimientos permite que mediante la construcción de una salida directa (By-pass) desde el brazo sur al brazo este mejore considerablemente la capacidad de esta glorieta. Esta salida directa reduce la interacción entre los flujos en el interior de la intersección, facilitando la incorporación de los vehículos en el brazo este mediante la disposición de un tramo de aceleración. De esta manera, los vehículos procedentes del oeste (flujo vehicular más voluminoso) siguen teniendo prioridad frente a los vehículos que acceden desde el sur, pero se dispone de una longitud de almacenamiento de vehículos adicional y se facilita la incorporación de los vehículos con el tramo de aceleración.

Tabla 37. Niveles de servicio actuales, futuros y con la propuesta en la intersección M-206/M-50 Oeste.

	Actual	Desarrollo	Propuesta
--	--------	------------	-----------

Brazo	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)
Norte	B	11,70	D	30,1	D	30,1
Sur	A	0,00	A	0,0	A	0,0
Este	A	0,60	A	0,7	A	0,6
Oeste	B	14,30	F	58,1	F	50,1

Tabla 38. Niveles de servicio actuales, futuros y con la propuesta en la intersección M-206/M-50 Este.

Brazo	Actual		Desarrollo		Propuesta	
	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)
Norte	A	0,0	A	0,0	A	0,0
Sur	F	60,9	F	66,8	B	12,6
Este	B	11,4	B	10,4	A	3,7
Oeste	A	0,9	A	1,1	A	1,2

Tabla 39. Niveles de servicio actuales, futuros y con la propuesta en la intersección M-206/Av. Puerta de Madrid.

Brazo	Actual		Desarrollo		Propuesta	
	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)
Norte	A	8,9	A	9,2	A	7,2
Sur	A	4,6	A	5,6	A	9,3
Este	B	14,6	B	12,8	B	14,6
Oeste	A	0,3	A	0,7	A	2,6

Tabla 40. Niveles de servicio actuales, futuros y con la propuesta en la intersección M-206/Calle del Término.

Brazo	Actual		Desarrollo		Propuesta	
	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)
Norte	A	7,1	A	7,1	A	7,1
Sur	A	0,0	A	3,1	A	4,7
Este	A	1,68	A	5,5	A	6,9
Oeste	A	0,2	A	0,6	A	1,1

Tal y como refleja la siguiente tabla, la ejecución de dicho By-Pass mejora el nivel de servicio de la glorieta este de intersección entre las carreteras M-206 y M-50, pasando el mismo de un nivel F a un nivel B con un tiempo de demora de 12,6 segundos.

Tabla 41. Niveles de servicio actuales, futuros y con la propuesta en cada una de las intersecciones.

Intersección	Actual		Desarrollo		Propuesta	
	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)	Nivel de Servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)
M-206/M-50 Oeste	B	14,30	F	58,1	F	50,1
M-206/M-50 Este	F	60,90	F	66,8	B	12,6
M-206 con Av. Puerta de Madrid	B	14,60	B	12,8	B	14,6
M-206 con Calle Término	A	7,10	A	7,1	A	8,2

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO Nº 1. ESTACIÓN DE AFORO PERMANENTE E-343-0

 MINISTERIO DE FOMENTO <small>SECRETARÍA DE ESTADO DE PLANEACIÓN E INFRAESTRUCTURAS SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS</small>	ESTACIONES. DATOS DEFINITIVOS TRAFICO				AÑO: 2016
	Estación: E-343-0	Via: A-2	PK: 17,43	tipo: Autovía	
	Provincia: MADRID	Los datos son de la estación y vías de servicio			

Calzada 1+2	IMD Definitivo	Num Días	Nº Días Validos	Nº Días Validos 84	Afin	Calzada 1	Afin	Calzada 2
Motos:	1.020	57	25	25		680		340
Ligeros:	96.732	57	25	25	E-343-0	64.523	E-343-0	32.209
Pesados:	7.009	57	25	25	E-343-0	4.339	E-343-0	2.670
Total:	103.741	57	25	25		68.862		34.879

Ligeros	Mes	L	M	X	J	V	S	D	T
ENERO		109056	107833	108131	111958	124428	89258	97205	106407
FEBRERO		96900	97924	98517	98629	104555	88013	78082	94288
MARZO		96170	90553	98963	99867	105797	91939	83094	94824
ABRIL		95603	96280	99412	95817	102574	87908	80761	93681
MAYO		98558	105356	104060	106177	105134	91056	80685	98330
JUNIO		100660	100885	104332	106264	111318	93882	86697	100182
JULIO		94678	97234	102619	101055	110530	83100	73591	94315
AGOSTO		79459	84120	85077	84219	90479	66724	67461	79335
SEPTIEMBRE		96140	99265	103690	102741	111848	90855	78449	97186
OCTUBRE		94041	93260	102152	114581	113784	95211	85690	99427
NOVIEMBRE		101921	101225	108250	107890	111236	90137	85568	100491
DICIEMBRE		105832	102618	111901	106411	104106	94383	93467	102267
TOTAL		97364	97672	101896	102967	107969	88674	83389	96732

Pesados	Mes	L	M	X	J	V	S	D	T
ENERO		7926	8152	8111	8256	7955	3250	4852	6568
FEBRERO		8336	8842	8717	8807	8289	3508	2079	6985
MARZO		8370	8810	8487	8866	8732	3537	2178	6949
ABRIL		9054	8543	9162	8503	8991	3150	2135	7006
MAYO		9011	8719	9413	9470	8411	3204	2216	7149
JUNIO		8512	9063	8938	9037	8643	3590	2271	7270
JULIO		8457	9001	9063	9152	8652	3452	2102	6891
AGOSTO		7646	8060	7538	8029	7731	2832	2985	6380
SEPTIEMBRE		8658	9153	9010	9099	8859	3491	2304	7338
OCTUBRE		8819	9185	9342	9521	8734	3830	4302	7314
NOVIEMBRE		7937	8974	9012	9073	8771	3702	3365	7188
DICIEMBRE		8488	8538	8939	8478	8701	3432	4899	7071
TOTAL		8451	8744	8789	8866	8555	3416	3143	7009

Total	Mes	L	M	X	J	V	S	D	T
ENERO		116979	115982	116239	120211	132379	92505	102054	114425
FEBRERO		105233	106763	107231	107433	112841	91518	80159	102137
MARZO		104537	99360	107447	108730	114526	95473	85269	102738
ABRIL		104654	104820	108571	104317	111562	91055	82894	101665
MAYO		107566	114072	113470	115644	113542	94257	82899	106486
JUNIO		109169	109945	113267	115298	119958	97469	88965	108300
JULIO		103132	106232	111679	110204	119179	86549	75691	102353
AGOSTO		87102	92177	92612	92245	98207	69554	70444	86508
SEPTIEMBRE		104795	108415	112697	111837	120704	94343	80751	105351
OCTUBRE		102857	102442	111491	124099	122515	99038	89989	108056
NOVIEMBRE		109855	110196	117259	116960	120004	93836	88930	108736
DICIEMBRE		114317	111153	120837	114886	112804	97812	98363	110628
TOTAL		105813	106413	110681	111830	116521	92087	86528	103741

* => Dato Estimado; Dato original eliminado

** => Dato Estimado;

*** => Dato Estimado en Pesados;

**** => Dato Estimado en una calzada;

ANEXO N° 2.- AFOROS

AFORO AUTOMÁTICO CARRETERA M-206

Duración de los Aforos:

00:00 martes, 20 de Marzo de 2018 =>23:59 lunes, 26 de Marzo de 2018

Identificador:

Vectio RD-01 y RD-02 (Radar)

Tipo de Datos:

Sensores de Ejes - En Pares (Clase, Velocidad, Recuento)

Clases Incluidas:

1, 2, 3, 4, 5

Esquema:

Clasificación Vehicular (FHWA)

Intervalo de Velocidades:

10 - 200 km/h.

Sentido de Circulación:

1: A-B = Carretera M-206 , sentido este

1: B-A = Carretera M-206, sentido oeste

Separación:

Todos - (Intervalo Vehicular)

Unidades:

Métrico (metro, kilómetro, m/s, km/h, kg, Tonelada Métrica (kg))

Localización del aforador:

Carretera M-206 (San Fernando de Henares)

Localización geográfica:

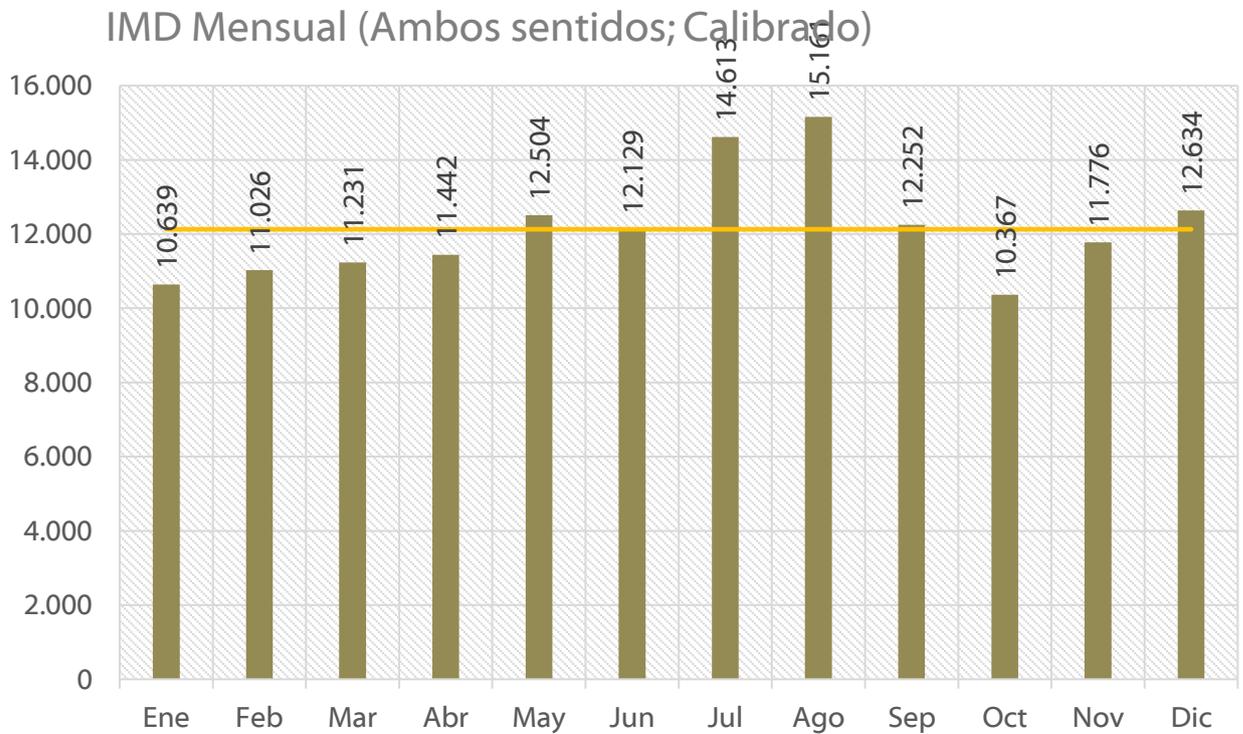
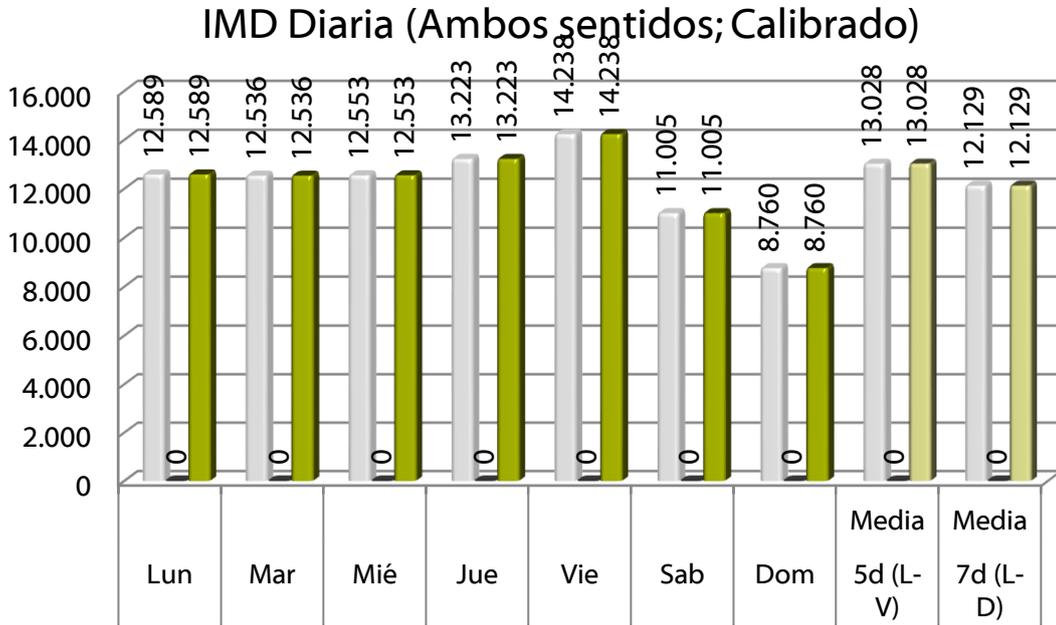
40°26'27.9"N 3°29'30.3"O

Imagen:

1.1.1. VEHÍCULOS TOTALES

	lu.	ma.	mi.	ju.	vi.	sá.	do.	5d (L-V)	7d (L-D)
	26.03.18	27.03.18	21.03.18	22.03.18	23.03.18	24.03.18	25.03.18	Media	Media
00:00	339	284	297	351	413	709	925	337	474
01:00	202	258	235	269	312	802	1021	255	443
02:00	192	208	246	257	301	568	836	241	373
03:00	258	319	278	319	332	493	686	301	384
04:00	239	240	287	309	336	409	352	282	310
05:00	618	667	670	635	617	247	190	641	521
06:00	2187	2256	2117	2234	2075	568	301	2.174	1.677
07:00	3457	3447	3476	3561	3466	824	341	3.481	2.653
08:00	3813	3779	3893	3719	3595	1022	566	3.760	2.912
09:00	3427	3391	3227	3316	2994	1957	1069	3.271	2.769
10:00	2184	2495	2500	2332	2345	2115	1364	2.371	2.191
11:00	2225	2169	2423	2324	2347	2231	1906	2.298	2.232
12:00	2205	2339	2475	2374	2530	2599	2351	2.385	2.410
13:00	2283	2260	2751	2358	2691	2291	2551	2.469	2.455
14:00	2683	2627	2781	2731	3248	2026	2030	2.814	2.589
15:00	2866	2803	2832	2786	3376	1366	1346	2.933	2.482
16:00	2680	2733	2668	2733	3078	1358	1690	2.778	2.420
17:00	2850	3084	2992	2951	3031	1477	1652	2.982	2.577
18:00	2767	2984	2880	2837	2597	1621	1636	2.813	2.475
19:00	2792	2780	2737	2756	2526	1588	1889	2.718	2.438
20:00	1777	1868	1871	1932	1834	1483	1445	1.856	1.744
21:00	1130	1314	1274	1240	1445	1252	923	1.281	1.225
22:00	941	956	958	968	1245	1095	754	1.014	988
23:00	619	692	591	662	970	967	516	707	717
12h, 7-19	33.440	34.111	34.898	34.022	35.298	20.887	18.502	34.354	30.165
16h, 6-22	41.326	42.329	42.897	42.184	43.178	25.778	23.060	42.383	37.250
18h, 6-24	42.886	43.977	44.446	43.814	45.393	27.840	24.330	44.103	38.955
24h, 0-24	44.734	45.953	46.459	45.954	47.704	31.068	28.340	46.161	41.459
AM	09:00	09:00	00:00	09:00	09:00	11:00	11:00	09:00	09:00
Valor Punta	3.813	3.779	3.893	3.719	3.595	2.231	1.906	3.760	2.912
PM	19:00	15:00	16:00	18:00	18:00	12:00	12:00	18:00	12:00
Valor Punta	2.866	3.084	2.992	2.951	3.376	2.599	2.551	2.982	2.589

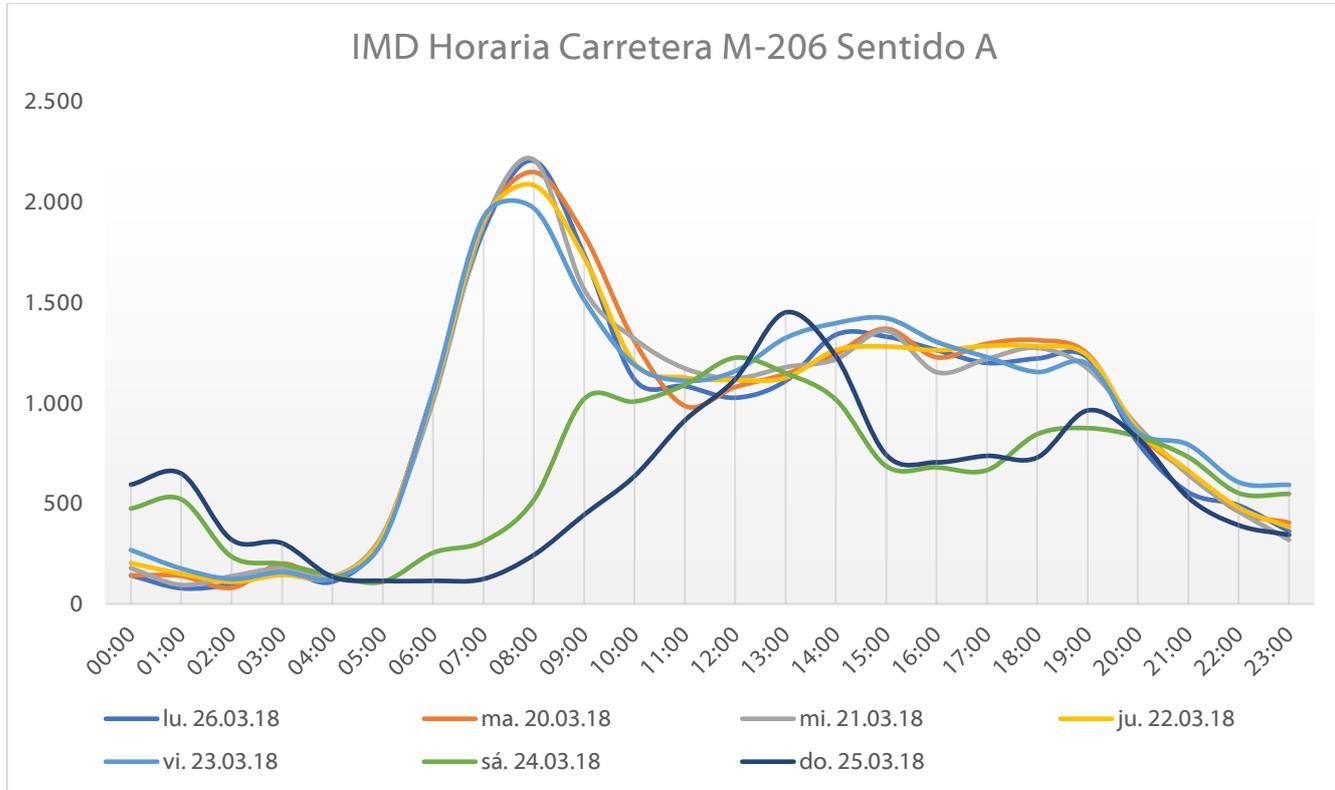
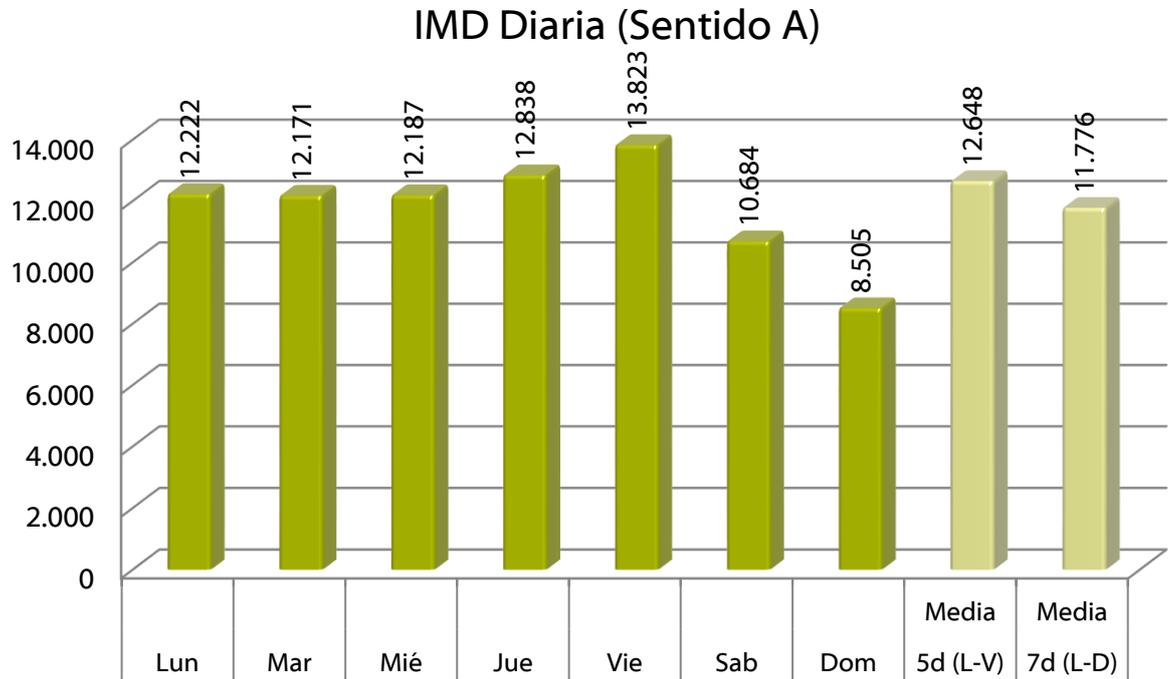
Gráficos vehículos totales



1.1.2. VEHÍCULOS SENTIDO A

	lu.	ma.	mi.	ju.	vi.	sá.	do.	5d (L-V)	7d (L-D)
	26.03.18	20.03.18	21.03.18	22.03.18	23.03.18	24.03.18	25.03.18	Media	Media
00:00	142	142	178	203	268	474	593	187	286
01:00	78	139	94	150	176	520	648	127	258
02:00	98	80	138	109	124	235	319	110	158
03:00	168	200	176	144	158	199	302	169	192
04:00	110	126	134	131	127	141	135	126	129
05:00	328	342	345	334	311	110	115	332	269
06:00	1.053	1.052	1.006	1.042	1.056	254	115	1.042	797
07:00	1.853	1.890	1.883	1.903	1.922	310	124	1.890	1.412
08:00	2.203	2.147	2.209	2.082	1.968	516	243	2.122	1.624
09:00	1.738	1.835	1.564	1.723	1.512	1.019	443	1.674	1.405
10:00	1.116	1.306	1.318	1.198	1.188	1.006	635	1.225	1.110
11:00	1.083	985	1.171	1.125	1.110	1.089	912	1.095	1.068
12:00	1.025	1.078	1.122	1.113	1.157	1.224	1.117	1.099	1.119
13:00	1.108	1.143	1.177	1.124	1.322	1.148	1.449	1.175	1.210
14:00	1.338	1.244	1.216	1.262	1.396	1.016	1.232	1.291	1.243
15:00	1.329	1.368	1.359	1.280	1.420	685	741	1.351	1.169
16:00	1.262	1.226	1.152	1.261	1.303	679	704	1.241	1.084
17:00	1.198	1.294	1.218	1.283	1.227	665	736	1.244	1.089
18:00	1.220	1.311	1.273	1.281	1.153	844	728	1.248	1.116
19:00	1.224	1.243	1.170	1.235	1.194	874	962	1.213	1.129
20:00	801	855	883	865	854	831	823	852	845
21:00	555	653	642	662	792	730	528	661	652
22:00	490	459	461	479	605	551	391	499	491
23:00	361	404	318	382	592	547	343	411	421
12h, 7-19	16.473	16.827	16.662	16.635	16.678	10.201	9.064	16.655	14.649
16h, 6-22	20.106	20.630	20.363	20.439	20.574	12.890	11.492	20.422	18.071
18h, 6-24	20.957	21.493	21.142	21.300	21.771	13.988	12.226	21.333	18.982
24h, 0-24	21.881	22.522	22.207	22.371	22.935	15.667	14.338	22.383	20.274
AM	08:00	08:00	08:00	08:00	08:00	11:00	11:00	08:00	08:00
Valor Punta	2.203	2.147	2.209	2.082	1.968	1.089	912	2.122	1.624
PM	14:00	15:00	15:00	17:00	15:00	12:00	13:00	15:00	14:00
Valor Punta	1.338	1.368	1.359	1.283	1.420	1.224	1.449	1.351	1.243

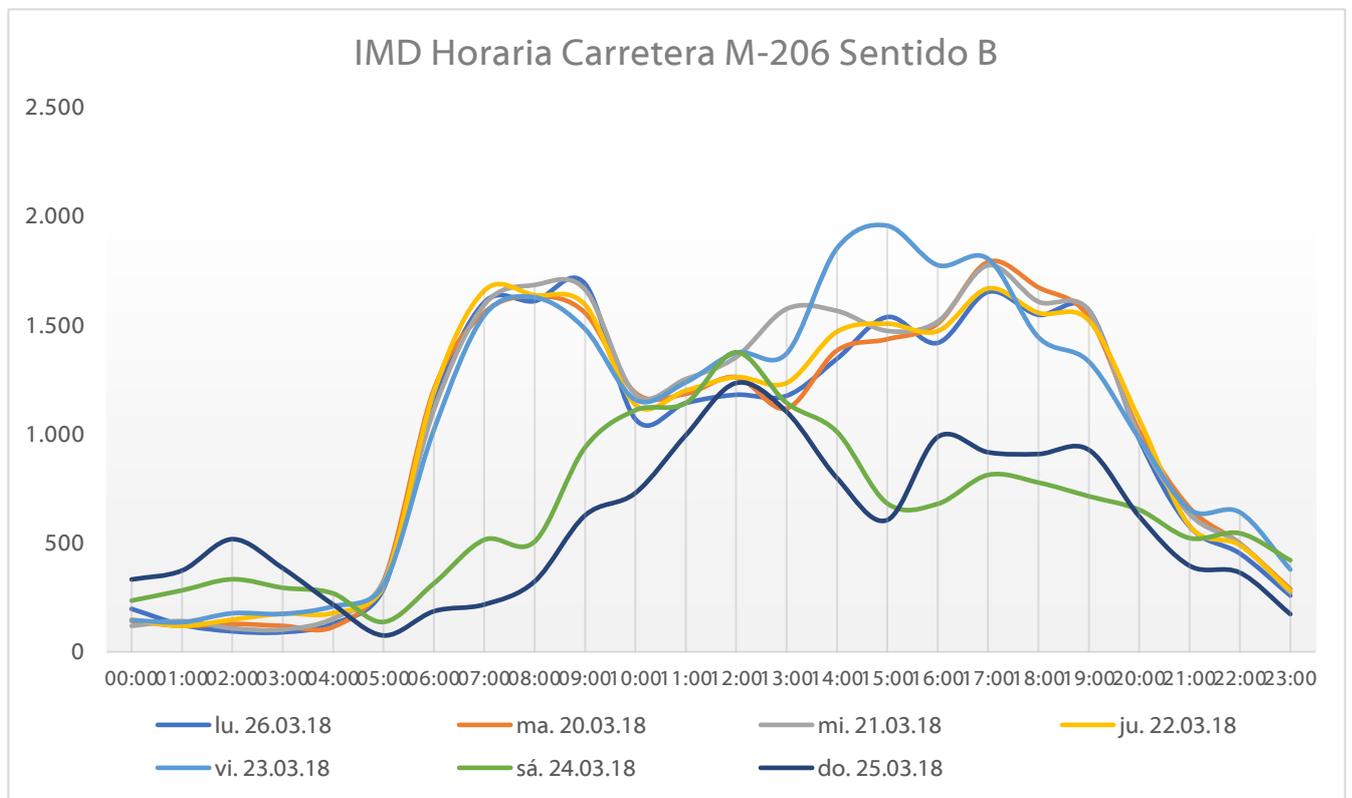
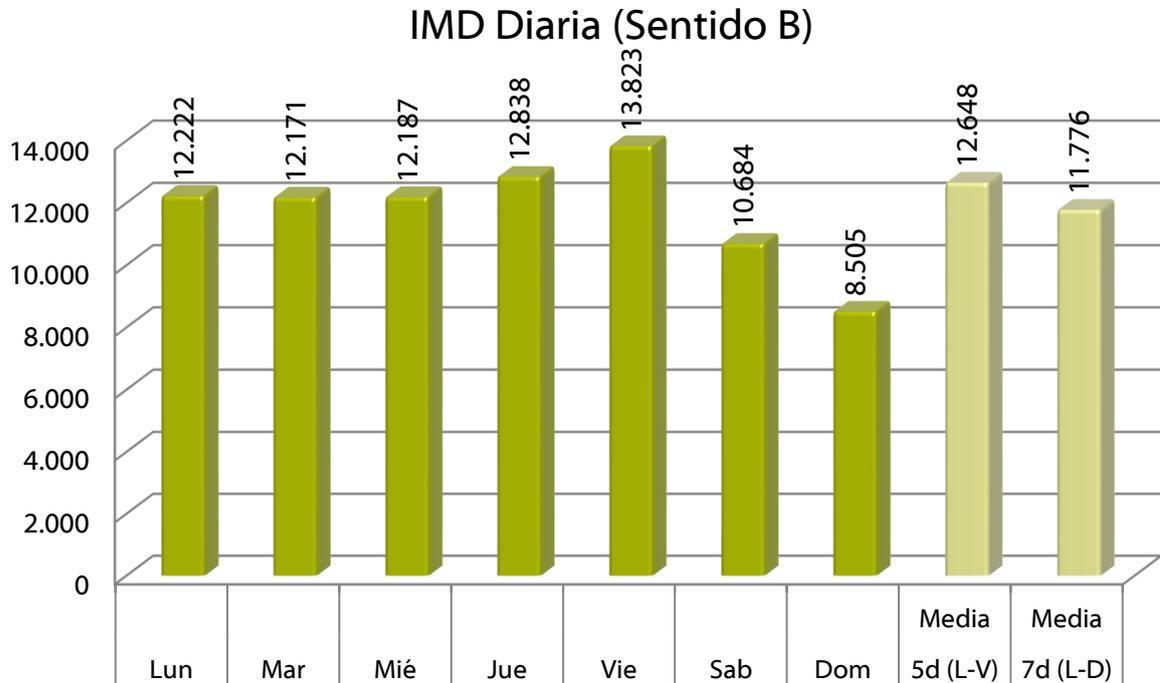
1.1.1.1. Gráficos vehículos sentido A



1.1.3. VEHÍCULOS SENTIDO B

	lu.	ma.	mi.	ju.	vi.	sá.	do.	5d (L-V)	7d (L-D)
	26.03.18	20.03.18	21.03.18	22.03.18	23.03.18	24.03.18	25.03.18	Media	Media
00:00	197	142	119	148	145	235	332	150	188
01:00	124	119	141	119	136	282	373	128	185
02:00	94	128	108	148	177	333	517	131	215
03:00	90	119	102	175	174	294	384	132	191
04:00	129	114	153	178	209	268	217	157	181
05:00	290	325	325	301	306	137	75	309	251
06:00	1.134	1.204	1.111	1.192	1.019	314	186	1.132	880
07:00	1.604	1.557	1.593	1.658	1.544	514	217	1.591	1.241
08:00	1.610	1.632	1.684	1.637	1.627	506	323	1.638	1.288
09:00	1.689	1.556	1.663	1.593	1.482	938	626	1.597	1.364
10:00	1.068	1.189	1.182	1.134	1.157	1.109	729	1.146	1.081
11:00	1.142	1.184	1.252	1.199	1.237	1.142	994	1.203	1.164
12:00	1.180	1.261	1.353	1.261	1.373	1.375	1.234	1.286	1.291
13:00	1.175	1.117	1.574	1.234	1.369	1.143	1.102	1.294	1.245
14:00	1.345	1.383	1.565	1.469	1.852	1.010	798	1.523	1.346
15:00	1.537	1.435	1.473	1.506	1.956	681	605	1.581	1.313
16:00	1.418	1.507	1.516	1.472	1.775	679	986	1.538	1.336
17:00	1.652	1.790	1.774	1.668	1.804	812	916	1.738	1.488
18:00	1.547	1.673	1.607	1.556	1.444	777	908	1.565	1.359
19:00	1.568	1.537	1.567	1.521	1.332	714	927	1.505	1.309
20:00	976	1.013	988	1.067	980	652	622	1.005	900
21:00	575	661	632	578	653	522	395	620	574
22:00	451	497	497	489	640	544	363	515	497
23:00	258	288	273	280	378	420	173	295	296
12h, 7-19	16.967	17.284	18.236	17.387	18.620	10.686	9.438	17.699	15.517
16h, 6-22	21.220	21.699	22.534	21.745	22.604	12.888	11.568	21.960	19.180
18h, 6-24	21.929	22.484	23.304	22.514	23.622	13.852	12.104	22.771	19.973
24h, 0-24	22.853	23.431	24.252	23.583	24.769	15.401	14.002	23.778	21.184
AM	09:00	08:00	08:00	07:00	08:00	11:00	11:00	08:00	09:00
Valor Punta	1.689	1.632	1.684	1.658	1.627	1.142	994	1.638	1.364
PM	17:00	17:00	17:00	17:00	15:00	12:00	12:00	17:00	17:00
Valor Punta	1.652	1.790	1.774	1.668	1.956	1.375	1.234	1.738	1.488

1.1.1.2. Gráficos vehículos Sentido B



1.1.4. AFORO DIRECCIONAL ACCESO/SALIDA CENTRO LOGÍSTICO FERROVIARIO TORREJÓN MERCANCÍAS

Flujo de tráfico de acceso/salida.						
	Entrada			Salida		
	Ligeros	Pesados	Total	Ligeros	Pesados	Total
0:00	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0
6:00	1	0	1	0	1	1
7:00	7	6	13	0	0	0
8:00	3	6	9	1	12	13
9:00	5	6	11	3	1	4
10:00	5	7	12	3	10	13
11:00	1	6	7	2	7	9
12:00	4	10	14	4	12	16
13:00	2	7	9	3	7	10
14:00	4	7	11	3	0	3
15:00	0	9	9	2	10	12
16:00	1	16	17	1	16	17
17:00	1	10	11	9	13	22
18:00	1	4	5	7	8	15
19:00	0	1	1	0	1	1
20:00	1	0	1	1	0	1
21:00	0	0	0	0	0	0
22:00	1	0	1	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0
Total	37	95	132	39	98	137

PLANOS