

ANEJO Nº04. ESTUDIO DE TRÁFICO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. OBJETO	1
2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁMBITO DEL ESTUDIO	2
2.1. CARACTERIZACIÓN SOCIO-TERRITORIAL	2
2.2. CARACTERIZACIÓN ECONÓMICO-LABORAL	3
2.3. EVOLUCIÓN DEMOGRÁFICA	4
3. CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO	5
3.1. RECOPIACIÓN DE DATOS BÁSICOS DE TRÁFICO.....	5
3.2. TOMA DE DATOS COMPLEMENTARIA	8
4. PROGNOSIS DE TRÁFICO Y MOVILIDAD.....	9
4.1. HIPÓTESIS DE CRECIMIENTO	11
5. CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DEL TRONCO DE LA CARRETERA M-316	11
6. DETERMINACIÓN DE LA CATEGORÍA DE TRÁFICO	12
7. CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DEL ENLACE CON LA M-317.....	12

1. INTRODUCCIÓN. OBJETO

En este Anejo se estudia el tráfico y la movilidad en la carretera M-316 entre los municipios de Chinchón y Valdelaguna. El objetivo del mismo es: 1) caracterizar el tráfico y la movilidad que se producen en el tramo, 2) realizar una prognosis de la evolución del tráfico y movilidad en el mismo; 3) caracterizar la capacidad y el nivel de servicio presente y futuro; 4) determinar la categoría de tráfico para el dimensionamiento de los espesores del firme.

Para la redacción de este Anejo se ha establecido un índice basado en los contenidos que la Nota de Servicio 5/2014 "Prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudios de tráfico de los Estudios Informativos, Anteproyectos y Proyectos de carreteras" establece para los estudios informativos, anteproyectos y proyectos de la Subdirección General de Estudios y Proyectos del Ministerio de Fomento. Sin embargo, presenta algunas variaciones que permiten ajustar el estudio de tráfico a la tipología de carretera que se ha analizado.

Se han empleado para su elaboración los siguientes datos:

- Calificación y clasificación de suelos. Visor de Planeamiento Urbanístico de la Comunidad de Madrid. Dirección General de Urbanismo; Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio.
- Cifras oficiales de población resultantes de la revisión del padrón municipal a 1 de enero. Instituto Nacional de Estadística. Serie 1986-2016.
- Estadística del movimiento natural de la población de la Comunidad de Madrid. Principales resultados 1975-2016. Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.
- Saldo migratorio en la Comunidad de Madrid por municipios. Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid. Serie 1986-2016.
- Banco de datos municipal y Zonal (ALMUDENA) del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.
- Estadística de contratos registrados. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Serie 2005-2016.
- Revisión del Padrón Municipal a fecha 1 de enero de 2017 (publicado el 29 de diciembre de 2017). Instituto Nacional de Estadística.
- Informes semanales de intensidad de tráfico del periodo 2001-2017 facilitados por la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid.
- Informes de tráfico del periodo 2001-2017 de la Comunidad de Madrid. Dirección General de Carreteras e Infraestructuras.
- Datos de tráfico de las estaciones de aforo recogidos por la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid.

- Atlas de la movilidad residencia-trabajo en la Comunidad de Madrid. Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.

2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁMBITO DEL ESTUDIO

En este apartado se desarrolla una sucinta caracterización de los elementos presentes más importantes que pueden influir en la evolución del tráfico en el ámbito de estudio.

2.1. CARACTERIZACIÓN SOCIO-TERRITORIAL

La figura de planeamiento vigente en Chinchón son las Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal, cuya aprobación definitiva se realizó el 7 de mayo de 1985. La información del estado vigente de la planificación urbanística del municipio puede consultarse en el Visor de Planeamiento Urbanístico de la Comunidad de Madrid.

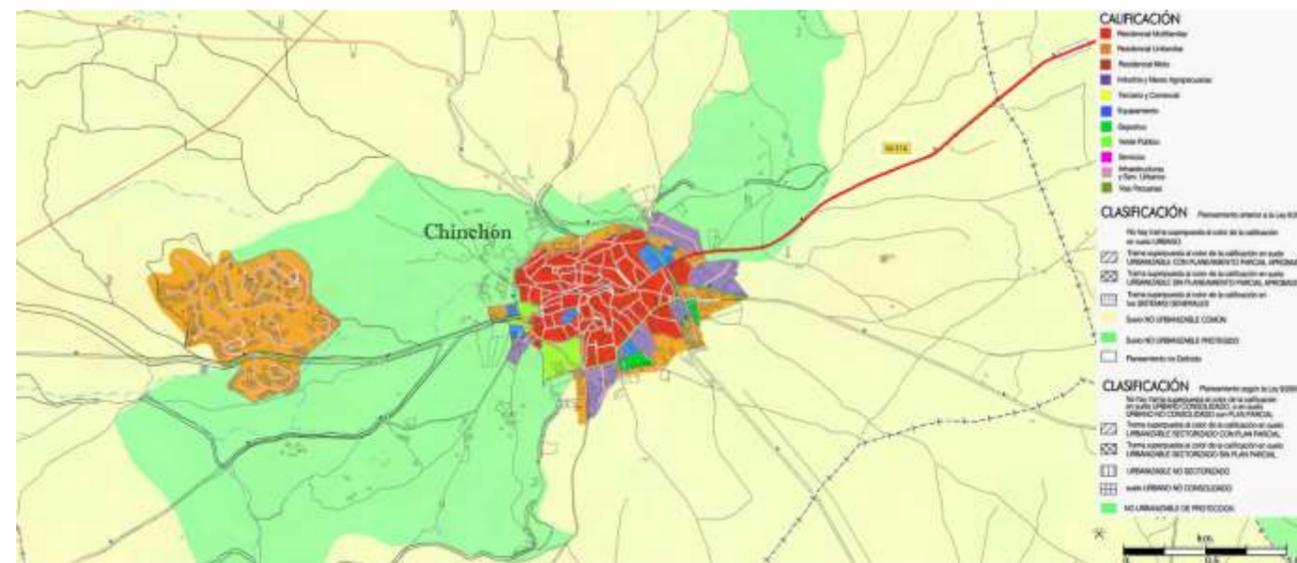


Figura 1. Calificación y clasificación de suelos en Chinchón. Fuente: Visor de Planeamiento Urbanístico de la Comunidad de Madrid. En rojo, la M-316.

La traza del tramo de la M-316 objeto de estudio discurre a su inicio dentro del término municipal de Chinchón por el interior del casco urbano en un área de suelo residencial y sale del mismo en dirección hacia Valdelaguna dejando en la margen derecha algunas parcelas de suelo industrial. Una vez fuera del casco urbano, atraviesa Suelo No Urbanizable Protegido. Infraestructuras a lo largo de aproximadamente 1 Km, en ambas márgenes. Posteriormente, atraviesa suelos con calificación de no urbanizable común, también en ambas márgenes, hasta el límite del término municipal.

Por su parte, la figura de planeamiento vigente en Valdelaguna son las Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal cuya aprobación definitiva se produjo el 17 de marzo de 1999. La información del estado actual de la planificación urbanística del municipio puede consultarse en el Visor de Planeamiento Urbanístico de la Comunidad de Madrid.

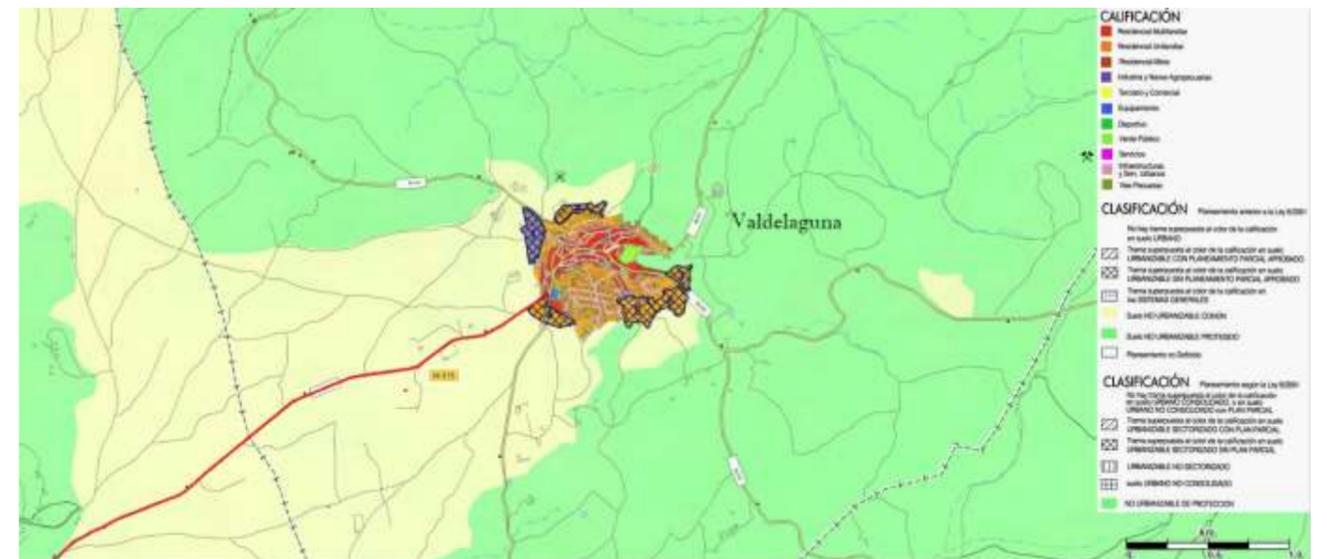


Figura 2. Calificación y clasificación de suelos en Valdelaguna. Fuente: Visor de Planeamiento Urbanístico de la Comunidad de Madrid. En rojo, la M-316.

Cuando la traza de la M-316 entra en el municipio de Valdelaguna, discurre por una zona de Suelo No Urbanizable Común, también en ambas márgenes hasta penetrar en el casco urbano de Valdelaguna, el cual atraviesa ya fuera del ámbito de estudio.

Poco antes de la llegada al casco urbano, la M-316 presenta un enlace con la M-317.

Durante los últimos años hay documentadas construcciones reseñables en Chinchón de promociones de vivienda en el casco urbano en el periodo previo a la crisis económica. Sin embargo, sus normas subsidiarias no acompañan la clasificación de suelos por lo cual, hasta este punto, no ha sido posible conocer si está prevista la ocupación de nuevos suelos. En el caso de Valdelaguna, el mercado inmobiliario no ha ocupado suelos nuevos en los últimos años y las promociones inmobiliarias documentadas están relacionadas con la rehabilitación de edificios en el interior del casco urbano. También hay prevista construcción de vivienda ocupando nuevos suelos pero de vivienda unifamiliar con densidades muy bajas, lo cual supondrá, en caso de desarrollarse, un pequeño incremento de la población que, además, puede resultar ser para población flotante debida a la segunda vivienda vacacional. En la actualidad no hay previstas grandes unidades de ejecución en ninguno de los dos municipios y, a la vista de la evolución demográfica que se presenta en el apartado 2.3. del presente Anejo (donde se observa un estancamiento de la población de Chinchón desde el año 2010 e, incluso, un moderado descenso desde 2015 y un escaso crecimiento demográfico en la última década, con un incremento de sólo 60 habitantes en Valdelaguna), no cabe esperar que los suelos urbanizables sectorizados se desarrollen en un corto periodo de tiempo.

2.2. CARACTERIZACIÓN ECONÓMICO-LABORAL

Una de las cuestiones básicas para caracterizar el número de viajes que se producen desde/hacia un lugar está relacionada con su ámbito económico-laboral. Este apartado aporta los datos para estimar cómo puede condicionar el número de viajes en el futuro.

En los últimos años el número de contratos registrados ha aumentado en todos los sectores en Chinchón, a excepción de la agricultura. Como se puede observar en la Tabla 1, el sector servicios es el más dinámico, por lo que se puede esperar un aumento futuro de la movilidad al tratarse del sector que genera más viajes. A menor escala, también se observa un importante repunte en el sector industrial, lo que también puede significar un aumento futuro de la movilidad. En el sector de la construcción se observan picos de contratación a lo largo de la serie histórica sin una tendencia constante.

Además del factor laboral, es importante destacar la importancia del sector turístico dentro de la actividad de Chinchón. Su reciente inclusión en la red de municipios “Los Pueblos Más Bonitos de España” ha impulsado el número de turistas anuales, superando las 180.000 visitas en 2017¹.

Tipo de contrato	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Contratos registrados	1.288	1.494	1.377	1.191	1.359	1.520	1.499	1.504	1.550	1.619	2.651	2.947	2.557
Contratos registrados en servicios	-	-	-	-	939	931	1.006	1.145	1.263	1.215	2.366	2.667	2.131
Contratos registrados en industria	-	-	-	-	53	33	37	20	25	44	57	91	180
Contratos registrados en construcción	-	-	-	-	211	415	278	227	142	222	131	65	129
Contratos registrados en agricultura	-	-	-	-	156	141	178	112	120	138	97	124	117

Tabla 1. Contratos registrados por sectores productivos en el municipio de Chinchón durante el periodo 2005-2017. Fuente: Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

En el municipio de Valdelaguna, aunque se trata de un núcleo de población inferior en tamaño y actividad económica respecto a Chinchón, el número de contratos ha crecido significativamente hasta el año 2015, año que registró el mayor número de contratos. Al igual que sucede en Chinchón, el sector con mayor número de contratos registrados es el sector servicios. Sin embargo, su evolución en los últimos años es decreciente mientras que en el resto de sectores el número de contratos es testimonial. Esto puede suponer, en lo que a movilidad se refiere, un pequeño descenso del número de viajes respecto al año 2015, aunque manteniendo el crecimiento experimentado desde el año 2005.

Tipo de contrato	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Contratos registrados	76	105	123	97	77	69	70	49	102	228	873	701	458
Contratos registrados en servicios	-	-	-	-	25	21	24	25	49	199	822	676	441
Contratos registrados en industria	-	-	-	-	4	3	3	3	4	5	4	2	2
Contratos registrados en construcción	-	-	-	-	26	21	34	7	28	19	25	20	10
Contratos registrados en agricultura	-	-	-	-	22	24	9	14	21	5	22	3	5

Tabla 2. Contratos registrados por sectores productivos en el municipio de Valdelaguna durante el periodo 2005-2017. Fuente: Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

Tanto en Chinchón como en Valdelaguna el paro alcanzó en 2013 su valor máximo dentro del periodo registrado. En los últimos años la cifra de paro presenta una tendencia descendente en ambos municipios, lo que supone un aumento de la actividad laboral que lleva consigo un aumento de la movilidad en la zona de estudio.

¹ Fuente: web municipal del Ayuntamiento de Chinchón. Artículo titulado “Chinchón aumenta su número de visitantes”. Fecha: 25/10/2017.

Cifras de paro	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Total paro registrado	-	187	200	237	434	497	506	590	630	556	523	482	434
Variación relativa del paro registrado	-	-	-	18,50	83,12	14,52	1,81	16,60	6,78	-11,75	-5,94	-7,84	-9,96
Evolución del porcentaje de paro registrado	-	-	0,16	0,62	3,61	1,12	0,09	1,53	0,69	-1,40	-0,59	-0,52	0,82

Tabla 3. Cifras de paro en el municipio de Chinchón durante el periodo 2005-2017. Fuente: Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

Cifras de paro	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Total paro registrado	-	34	30	40	67	97	79	101	110	87	66	74	68
Variación relativa del paro registrado	-	-	-	33,33	67,50	44,78	-18,56	27,85	8,91	-20,91	-24,14	12,12	-8,11
Evolución del porcentaje de paro registrado	-	-	-0,73	1,10	2,73	3,25	-1,95	2,72	0,93	-2,45	-2,29	0,91	0,96

Tabla 4. Cifras de paro en el municipio de Valdelaguna durante el periodo 2005-2017. Fuente: Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

2.3. EVOLUCIÓN DEMOGRÁFICA

Según las cifras oficiales de población resultantes de la revisión del padrón municipal a 1 de enero de 2017 del Instituto Nacional de Estadística, Chinchón y Valdelaguna tienen la población que se muestra en la Tabla 5. Dada la superficie de cada municipio, es posible calcular también su densidad.

Municipio	Población (hab)	Superficie (km ²)	Densidad (hab/km ²)
Chinchón	5.240	115,9	45,21
Valdelaguna	867	42,13	20,58

Tabla 5. Población, superficie y densidad de población de Chinchón y Valdelaguna a 1 de enero de 2017. Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

	Chinchón	Valdelaguna		Chinchón	Valdelaguna
1985	4.018	605	2002	4.346	591
1986	4.049	585	2003	4.576	647
1987	4.053	580	2004	4.738	673
1988	4.024	565	2005	4.868	734
1989	4.006	557	2006	4.943	741
1990	3.993	559	2007	5.071	778
1991	3.947	544	2008	5.191	807
1992	3.965	537	2009	5.308	872
1993	4.053	546	2010	5.344	887
1994	4.118	538	2011	5.389	879
1995	4.186	541	2012	5.404	863
1996	3.849	540	2013	5.428	871
1998	3.856	524	2014	5.447	855
1999	3.991	527	2015	5.436	837
2000	4.168	560	2016	5.294	841
2001	4.270	573	2017	5.240	867

Tabla 6. Evolución de la población de Chinchón y Valdelaguna en el periodo 1985-2017. Fuente: Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.

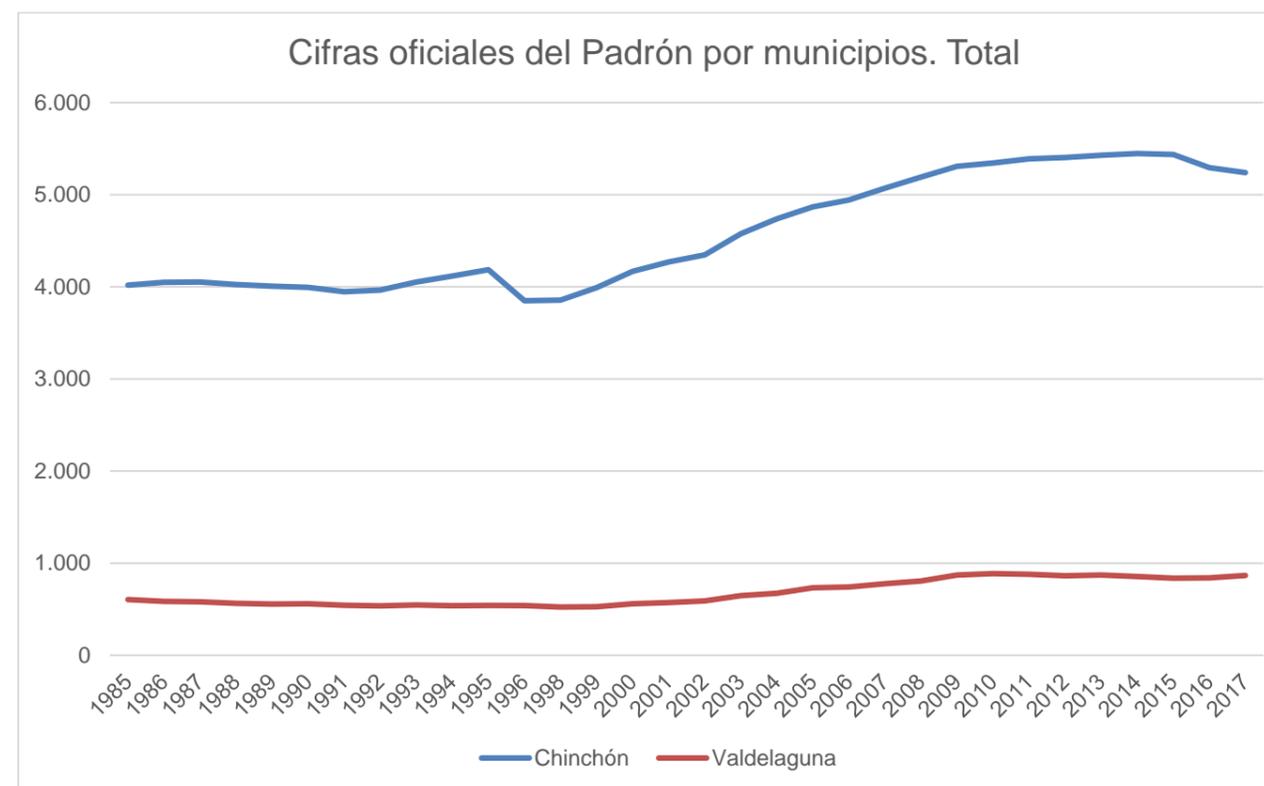


Figura 3. Evolución de la población de Chinchón y Valdelaguna en el periodo 1985-2017. Fuente: Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.

Se ha realizado un cálculo de los crecimientos absolutos y relativos de los municipios con el objetivo de fijar el factor de crecimiento del tráfico en la M-316 y la posibilidad de que se desarrollen los suelos urbanizables sectorizados de cada municipio, concluyéndose (como ya se ha adelantado) que no cabe esperar que los suelos urbanizables sectorizados se desarrollen en un corto periodo de tiempo.

Municipio	1985-1990		1991-1996		1997-2001		2002-2006		2007-2011		2012-2016	
	Abs.	Rel.										
Chinchón	-25	-0,6%	-144	-3,6%	421	10,9%	673	15,8%	446	9%	-149	-2,8%
Valdelaguna	-46	-7,6%	-19	-3,4%	33	6,1%	168	29,3%	138	18,6%	-12	-1,4%

Tabla 7. Crecimientos relativos y absolutos de población en Chinchón y Valdelaguna en el periodo 1985-2017. Fuente: Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.

En los periodos de mayor crecimiento de la serie analizada (años 1997 a 2013) los crecimientos fueron consecuencia, no del movimiento natural (crecimiento vegetativo de la población), sino del saldo migratorio. Tal como muestran los datos en la Tabla 8, a partir del año 2012 se produce un estancamiento en el crecimiento poblacional en ambos municipios, en contraste con el saldo positivo de años anteriores.

Municipio	1988-1991		1992-1996		1997-2001		2002-2006		2007-2011		2012-2016	
	Nat.	Mig.										
Chinchón	-	-11	-57	101	-114	180	-117	808	30	311	-77	133
Valdelaguna	-	-2	-1	2	-1	74	11	167	36	55	-5	6

Tabla 8. Movimiento natural de población y saldo migratorio en Chinchón y Valdelaguna en el periodo 1988-2016. Fuente: Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.

Esta contención en el saldo poblacional (ligada en parte a la actividad económica) ha supuesto también una contención de la movilidad en el entorno. En este escenario, muy vinculado a los datos económico-laborales aportados en el apartado 2.2. del presente Anejo, cabe esperar que las mejoras económicas esperables en los próximos años se traduzcan en un incremento de movilidad por motivo de trabajo y, por tanto, de tráfico entre ambos municipios.

3. CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO

En este apartado se presenta la caracterización realizada de la situación actual del tráfico. Esta caracterización se ha realizado con datos básicos de tráfico recogidos por estaciones de aforo de la Comunidad de Madrid, así como con datos complementarios recogidos en gabinete por el equipo redactor.

El objetivo de esta caracterización es doble. Por un lado, permite estimar junto a los datos socio-territoriales, económico-laborales y demográficos el número de viajes que se espera que se realicen en el año horizonte y, con él, el nivel de servicio de la carretera en ese año. Por otro lado, permite obtener la categoría de tráfico en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio.

3.1. RECOPIACIÓN DE DATOS BÁSICOS DE TRÁFICO

En el tramo estudiado se encuentra la estación de aforo número 337 de la Comunidad de Madrid. Está situada en el p.k. 4+180 (ver plano de situación en la Figura 4) y es de tipo cobertura. Esto último supone que se trata de una estación que registra datos una semana al año. En el caso de la estación que nos ocupa, se suelen tomar datos en el mes de enero, lo cual permite estudiar su evolución pero no es representativo de los periodos de mayor tráfico, que están ligados a la actividad turística. Por este motivo, se realizarán aforos de contraste durante los últimos días de marzo y los primeros de abril.

La hora punta en los datos de aforo no sigue un patrón fijo, si bien se aprecia una pequeña punta de mañana y otra de tarde entre semana y un mayor tráfico los fines de semana. Por este motivo, se han realizado diferentes aforos en campo en tandas de 15 minutos. En estos aforos se distinguen ligeros y pesados y sentido de circulación.

Además, la posición de la estación, ubicada entre Valdelaguna y la nueva variante de la M-317 (ver figura 4) no permite estimar los movimientos en el enlace con la M-317. Por este motivo, se han estudiado los datos de más estaciones.

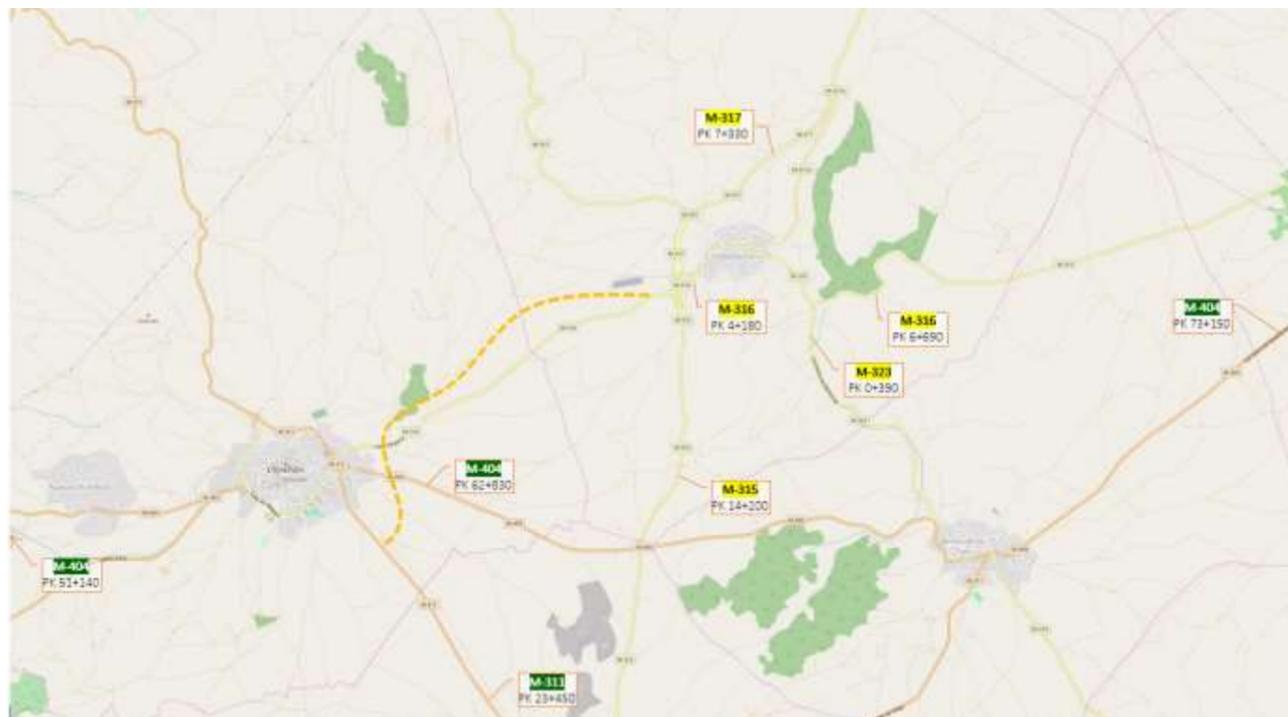


Figura 4. Mapa de situación de la carretera M-316 y de las estaciones de aforo existentes en el entorno

Debido a la circunstancia anteriormente descrita, es importante considerar también el resto de estaciones de cobertura ubicadas en las carreteras del entorno de Valdelaguna. De esta forma, considerando los datos del aforo de la M-316 (PK 4+180) y descontando los valores del resto de carreteras que parten del núcleo urbano, es posible obtener el valor de IMD en la M-316 entre su enlace con la M-317 y el núcleo de Chinchón, abarcando la mayor parte del tramo analizado.

Por otra parte, es importante destacar que no existe enlace entre la M-315 en dirección norte y la M-317, cruzándose ambas vías mediante un paso elevado.

Al analizar los datos de la Tabla 9 se puede apreciar un ciclo de aumento de tráfico en el periodo 2001-2008 sobre la carretera M-316. Aunque es cierto que no es un aumento sostenido sino que hay fluctuaciones, en varios años se superan holgadamente una IMD de 1.000 vehículos. A partir de 2012 se produce un estancamiento del crecimiento hasta el año 2016, recuperando los niveles del año 2011.

En el resto de las carreteras analizadas se puede apreciar que las más cargadas de tráfico son la M-311, la M-315, la M-317 y la M-404. En todas ellas se puede apreciar una tendencia similar, con unos tráficos aproximadamente un tercio inferiores a los que se daban en el periodo pre-crisis, pero con aumentos sostenidos en los últimos años. En este sentido, cabe esperar que, a medida que mejore el ciclo económico, se produzca un incremento del tráfico en la zona.

Del análisis de la distribución horaria del tráfico se deduce que el volumen en hora punta en sentido se da de 18:00h a 19:00h y en menor medida 8:00h a 9:00h (dependiendo del año y el día de la semana) entre semana y de 12:00h a 14:00h los fines de semana. En ninguno de los casos se supera una intensidad horaria superior a 130 vehículos, correspondiendo en ese día al 11,4% de la IMD. Este valor es claramente superior a los datos que se han producido en el histórico de datos; sin embargo, dado que cabe la posibilidad de que la nueva configuración de la red de carreteras suponga una inducción de demanda en el periodo de hora punta, se tomará este valor como referencia del porcentaje de la intensidad horaria que se produce en hora punta.

El porcentaje de vehículos pesados es alto tratándose de una carretera local, lo que podría condicionar en el futuro el nivel de servicio de la misma. De este modo, si la IMD aumentara, sería recomendable ampliar su sección para permitir adelantamientos de los mismos en condiciones de seguridad. Para la determinación que se muestran más adelante de la categoría de tráfico, se adopta como valor del porcentaje de vehículos pesados el 11,49%, valor que corresponde a la media de los datos disponibles en la estación de aforo del P.K. 4+180 en el periodo 2001-2016.

En los datos registrados en las estaciones de aforo correspondientes no se distinguen los datos de cada sentido sino que se dan en el conjunto de la calzada. Por este motivo, la distribución de sentidos se establece al 50%.

Tampoco se registra la V85; sin embargo, la baja intensidad de circulación anima a pensar que pueda superarse en algunos casos la velocidad máxima permitida. De ser así, supondría un problema de seguridad vial que se agravaría con total seguridad en un escenario de aumento de tráfico.

Ubicación	Variable	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010*	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
M-316 PK 4+180	IMD	369	608	649	695	1160	745	751	1109	783	783	1035	893	845	946	945	1019	1011
	% pesados	13,82%	14,64%	14,64%	9,35%	15,86%	14,63%	12,11%	12,98%	11,11%	11,14%				12,26%	12,06%	10,50%	9,99%
	V ₈₅																	
M-316 PK 6+690	IMD	226	266	149	149	132	130	144	167	167	176	172	144	130	137	137	141	150
	% pesados	13,72%	14,66%	14,77%	14,77%	15,91%	14,62%	11,81%	13,17%	13,17%	10,74%				11,68%	11,68%	9,93%	10,00%
	V ₈₅																	
M-317 PK 7+330	IMD	556	761	1327	1317	1649	1941	2085	2062	2032	1729	2037	1864	1731	1790	1797	2151	2064
	% pesados	14,02%	14,59%	14,62%	9,41%	15,83%	14,58%	12,09%	12,80%	12,99%	10,74%				12,29%	12,19%	10,51%	10,03%
	V ₈₅																	
M-323 PK 0+390	IMD	225	225	257	257	348	257	340	297	297	297	373	334	303	324	322	318	317
	% pesados	13,78%	13,78%	14,79%	14,79%	15,80%	14,79%	12,06%	13,13%	13,13%	13,01%				12,04%	11,80%	10,38%	9,78%
	V ₈₅																	
M-315 PK 14+200	IMD								1410	1836	1344	1256	1075	1078	1083	1091	1295	1714
	% pesados								12,98%	12,36%	9,92%				11,45%	11,18%	11,51%	5,25%
	V ₈₅																	
M-404 PK 51+140	IMD	2974	2758	3006	2951	3056	3056	3302	2958	2697	2622	2640	2401	2417	2376	2481	2578	2647
	% pesados	14,25%	15,70%	14,10%	17,01%	17,60%	17,60%	20,26%	17,04%	13,76%	11,91%	12,86%	10,28%	13,17%	10,23%	10,12%	10,28%	10,35%
	V ₈₅									98	96	99	101	103	103	102	102	102
M-404 PK 62+830	IMD	2846	2748	3413	2818	2751	1856	1389	1310	1155	1149	1104	920	868	818	824	943	1040
	% pesados	---	15,68%	14,12%	17,00%	17,59%	8,67%	14,97%	12,98%	12,38%	9,92%				11,37%	10,92%	11,56%	10,48%
	V ₈₅																	
M-404 PK 73+150	IMD	2230	1551	1551	2582	2747	3179	3137	3105	2881	2846	2920	2920	2452	2460	2561	2654	2773
	% pesados	13,99%	14,64%	14,64%	9,41%	15,84%	14,60%	12,11%	13,66%	11,52%	11,14%	10,10%	10,93%	11,81%	10,93%	10,50%	10,06%	10,21%
	V ₈₅												108	111	110	110	110	111
M-311 PK 23+450	IMD	2905	2973	3242	3491	3632	3578	3658	3492	3311	3229	3183	2727	2565	2663	2734	2703	2771
	% pesados	10,18%	10,23%	12,89%	12,58%	10,30%	8,69%	14,98%	13,37%	12,59%	10,14%	10,14%	9,68%	11,63%	11,38%	10,28%	10,69%	8,48%
	V ₈₅									94	91	95	99	98	100	99	100	99

Tabla 9. Datos básicos de aforo de las estaciones situadas en la carretera M-316 y su entorno en el periodo 2001-2017.

3.2. TOMA DE DATOS COMPLEMENTARIA

Con el fin de complementar los datos de aforos dados para el tronco de la carretera M-316 por la Comunidad de Madrid, con fecha de 5 de abril y 31 de mayo de 2018. Los resultados de estos aforos se presentan a continuación:

TRONCO M-316		05/04/2018	
HORA		9:15 - 9:30	
VALDELAGUNA - CHINCHÓN	VEHÍCULOS LIGEROS	10	
	VEHÍCULOS PESADOS	0	
CHINCHÓN - VALDELAGUNA	VEHÍCULOS LIGEROS	5	
	VEHÍCULOS PESADOS	1 BUS	

ENLACE M-317		05/04/2018			
HORA		8:20 - 8:35	8:40 - 8:55	14:00 - 14:20	
VALDELAGUNA - M-315	VEHÍCULOS LIGEROS	0	0	0	
	VEHÍCULOS PESADOS	0	0	0	
CHINCHÓN - M-315	VEHÍCULOS LIGEROS	1	0	0	
	VEHÍCULOS PESADOS	0	0	0	
M-315 - VALDELAGUNA	VEHÍCULOS LIGEROS	0	0	0	
	VEHÍCULOS PESADOS	0	0	0	
M-315 - CHINCHÓN	VEHÍCULOS LIGEROS	0	4	0	
	VEHÍCULOS PESADOS	0	0	1	
VALDELAGUNA - M-317 (hacia A-3)	VEHÍCULOS LIGEROS	2 (1 minibús)	3	1	
	VEHÍCULOS PESADOS	0	0	0	
CHINCHÓN - M-317 (hacia A-3)	VEHÍCULOS LIGEROS	5	8	7	
	VEHÍCULOS PESADOS	0	0	0	
M-317 - VALDELAGUNA (desde A-3)	VEHÍCULOS LIGEROS	1 (minibús)	2	3	
	VEHÍCULOS PESADOS	0	0	0	
M-317 - CHINCHÓN (desde A-3)	VEHÍCULOS LIGEROS	4 (1furgo)	7	8	
	VEHÍCULOS PESADOS	0	0	0	
M-317 - VALDELAGUNA (desde Colmenar)	VEHÍCULOS LIGEROS	0	2	5	
	VEHÍCULOS PESADOS	2 (1 retro)	0	0	

M-317 - CHINCHÓN (desde Colmenar)	VEHÍCULOS LIGEROS	0	0	0
	VEHÍCULOS PESADOS	0	0	0
VALDELAGUNA - M-317 (a Colmenar)	VEHÍCULOS LIGEROS	4	4	3
	VEHÍCULOS PESADOS	0	0	1
CHINCHÓN - M-317 (a Colmenar)	VEHÍCULOS LIGEROS	0	0	0
	VEHÍCULOS PESADOS	0	0	0
CHINCHÓN - VALDELAGUNA (antes de estructura)	VEHÍCULOS LIGEROS	10	14	17
	VEHÍCULOS PESADOS	1	2 (tractor)	0
VALDELAGUNA - CHINCHÓN (después de estructura)	VEHÍCULOS LIGEROS	7	11	3
	VEHÍCULOS PESADOS	0	1 (bus)	1(bus)
CHINCHÓN - VALDELAGUNA (después de estructura)	VEHÍCULOS LIGEROS	4	6	10
	VEHÍCULOS PESADOS	1	2 (tractor)	0
VALDELAGUNA - CHINCHÓN (antes de estructura)	VEHÍCULOS LIGEROS	11	11	6
	VEHÍCULOS PESADOS	0	1 (bus)	2(bus)

TRONCO M-404		23/05/2018		
HORA		8:30 - 8:45	8:45 - 9:00	9:00 - 9:10
CHINCHÓN-BELMONTE DE TAJO	VEHÍCULOS LIGEROS	9	13	7
	VEHÍCULOS PESADOS	0	1	0
BELMONTE DE TAJO - CHINCHÓN	VEHÍCULOS LIGEROS	7	10	4
	VEHÍCULOS PESADOS	2 (1 bus)	0	1

TRONCO M-311		23/05/2018	
HORA		8:50 - 9:05	
CHINCHÓN-COLMENAR DE OREJA	VEHÍCULOS LIGEROS	13	
	VEHÍCULOS PESADOS	4 (2 bus)	
COLMENAR DE OREJA - CHINCHÓN	VEHÍCULOS LIGEROS	25	
	VEHÍCULOS PESADOS	6 (4 bus)	

TRONCO M-311		31/05/2018	
HORA		8:-26 - 8:41	13:45 - 14:00
CHINCHÓN-COLMENAR DE OREJA	VEHÍCULOS LIGEROS	15 (2 furgonetas)	26 (3 furgonetas)
	VEHÍCULOS PESADOS	4 (1 bus y 1 retro)	5 (3 bus)
COLMENAR DE OREJA - CHINCHÓN	VEHÍCULOS LIGEROS	26 (3 furgonetas)	28 (2 furgonetas)
	VEHÍCULOS PESADOS	2	2 (1 bus)

Tabla 10. Resumen de los aforos durante los trabajos de campo

Los datos obtenidos en estos trabajos de campo están en los mismos órdenes de magnitud, confirmando el escaso tráfico de estas carreteras, si bien los datos de las estaciones automáticas tienen en cuenta también los datos de fin de semana que son superiores a los datos entre semana. Esto cobra especial sentido al tener en cuenta que estos aforos se han realizado en meses con buen tiempo que es en los que las carreteras de esta zona registran más tráfico. Al ser datos menores a los recogidos en las estaciones de aforo (que suelen estar recogidos en los meses de enero y febrero para las estaciones de estudio), se confirma que la mayor intensidad de tráfico se produce los fines de semana.

En cuanto al tráfico de vehículos pesados, se observó tráfico de tractores tanto por la mañana como por la tarde accediendo a/desde las fincas aledañas. En este sentido, cabe destacar que se han contabilizado 43 accesos directos en el tramo. Algunos son dentro de Chinchón pero muchos corresponden precisamente a los accesos a fincas particulares o directamente a tierras de labor.

En el periodo aforado, sobre todo por la tarde, llamaba la atención el número de ciclistas (como actividad deportiva, no de movilidad, a la vista de la indumentaria), tanto individuales como en grupos de hasta 8 ciclistas.

El autobús 430 recorre el tramo con una frecuencia de aproximadamente un autobús por sentido y hora, circulando a una velocidad alta.

Respecto al aeródromo Valdelaguna, cabe citar que se ha recabado información a través de la dirección de la instalación, obteniéndose que:

- Diariamente suele acudir al aeródromo entre 8-12 vehículos. De estos, hay muchos que salen y entran 4 veces diarias, ya que acuden a almorzar fuera del aeródromo.
- En estos meses, dos veces a la semana acuden 3 autobuses de 54 plazas. Las previsiones de la dirección del aeródromo son que este tráfico sea mayor en un futuro próximo, pues esperan cerrar unos cursos con una universidad de Madrid con la que se encuentran en negociaciones.

4. PROGNOSIS DE TRÁFICO Y MOVILIDAD

La evolución de la demanda a lo largo del periodo de análisis depende esencialmente del comportamiento de los costes generalizados del transporte en la zona y de los factores socioeconómicos y demográficos que la determinan. Los modelos más frecuentemente utilizados para la previsión de tráfico son: los modelos tendenciales, los modelos econométricos basados en series históricas y los modelos basados en la generación de viajes.

Dado que no está previsto un desarrollo elevado en los próximos años de los municipios afectados por la mejora y que esta carretera sólo tiene una función de conexión entre los mismos, se puede partir de los datos presentados en los apartados 2 y 3 del presente Anejo y realizar una prognosis de tráfico futura en base a las tendencias observadas en la variación del tráfico y a las variaciones de las principales variables económico-laborales y demográficas. De este modo, se emplea en este estudio un modelo tendencial en el cual se trabaja con un factor de crecimiento acumulativo anual.

A los cálculos anteriores, que se realizan, en base a unas hipótesis de crecimiento para el tramo que nos ocupa, tanto para la puesta en servicio, como para medio plazo (a los 10 años de la puesta en servicio), hay que añadirle una segunda componente de inducción de demanda, la cual se calcula mediante un modelo de gravedad que analiza cómo variarán en el futuro los costes generalizados en los pares de orígenes y destinos entre los pueblos del entorno. Aquellas combinaciones en las que la distancia de viaje se vea reducida, tenderán a realizarse preferentemente por la nueva M-316. Asimismo, la variación de la población de los municipios de origen y destino supone a su vez una variación en el número de viajes. Así, para cada carretera se realiza una asignación con un factor de crecimiento que responde a la expresión $\alpha_{inducida} = \frac{\Delta Población_i^{municipio\ origen} \cdot \Delta Población_i^{municipio\ destino}}{[\Delta(tiempo\ de\ viaje)]^2}$. Este valor incrementará o disminuirá la intensidad en cada carretera. Aquellos viajes que antes no atravesaban la actual M-316 pero sí se asignan al nuevo trazado de la carretera son los viajes que se consideran inducidos por la nueva configuración de la red de carreteras.

Para evaluar la asignación de los usuarios a cada una de las carreteras se aplica el método de "todo o nada" mediante la aplicación del algoritmo de Moore al siguiente grafo que representa de forma esquemática la red de carreteras del entorno de Chinchón y Valdelaguna:

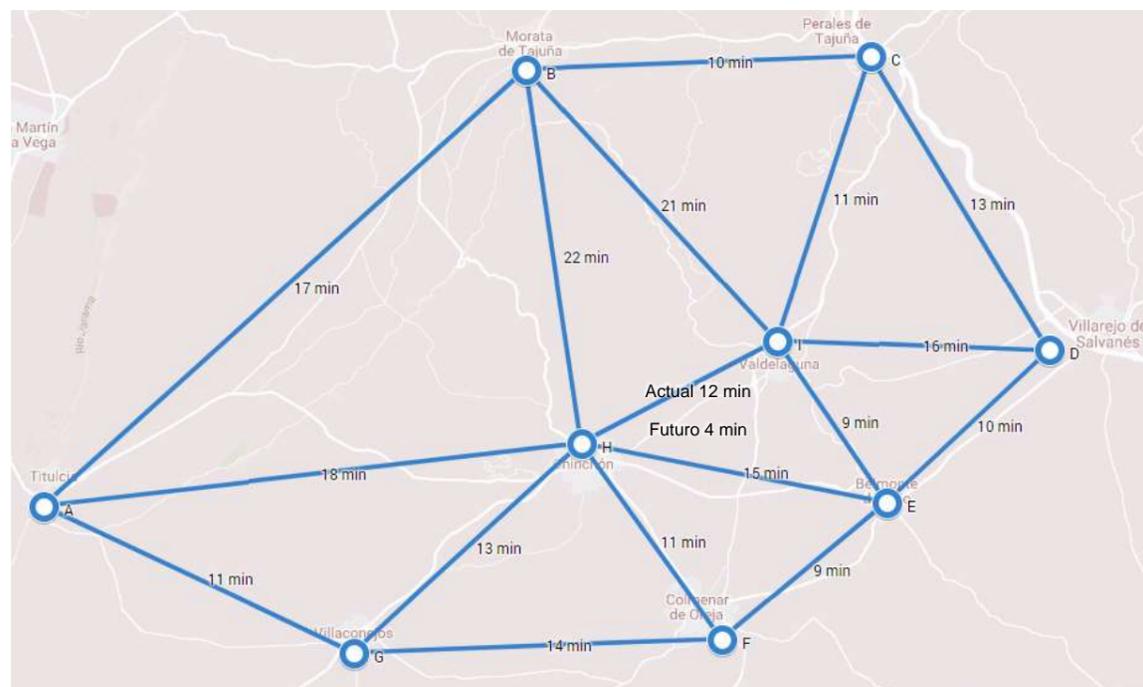


Figura 5 – Grafo de representación de tiempos de viaje entre los municipios del entorno de Chinchón y Valdelaguna. Elaboración propia mediante Google Drive.

Origen	Destino	Municipios		Tiempo (min)
A	B	Titulcia	Morata de Tajuña	17
A	H	Titulcia	Chinchón	18
A	H	Titulcia	Villaconejos	11
B	H	Morata de Tajuña	Chinchón	22
B	I	Morata de Tajuña	Valdelaguna	21
B	C	Morata de Tajuña	Perales de Tajuña	10
C	I	Perales de Tajuña	Valdelaguna	11
C	D	Perales de Tajuña	Villarejo de Salvanés	13
H	G	Chinchón	Villaconejos	13
H	F	Chinchón	Colmenar de Oreja	11
H	E	Chinchón	Belmonte de Tajo	15
H	I	Chinchón	Valdelaguna	12 (actual) 4 (futuro)
I	D	Valdelaguna	Villarejo de Salvanés	16
I	E	Valdelaguna	Belmonte de Tajo	9
I	F	Valdelaguna	Colmenar de Oreja	10
F	G	Colmenar de Oreja	Villaconejos	14
F	E	Colmenar de Oreja	Belmonte de Tajo	9
E	D	Belmonte de Tajo	Villarejo de Salvanés	10

Tabla 11 – Tiempos de viaje correspondientes a cada par O/D del grafo anterior.

Así, se asigna todo el flujo OD (t_{ij}) a la ruta de mínimo coste (en este caso, el coste generalizado se calcula exclusivamente como el tiempo empleado en recorrer cada itinerario) que une ese par. Para ello hay que realizar dos hipótesis: 1) los usuarios tienen un conocimiento perfecto de la red; 2) todos los usuarios tienen igual percepción de los atributos de la red (es decir, se toma como un proceso de elección determinística). De este modo, el problema se reduce al cálculo del camino de mínimo tiempo.

El procedimiento de cálculo es el siguiente:

- Inicialización del proceso de cálculo de los costes asociados
- Marcar vértices pendientes de estudio
- Elegir un vértice pendiente i
- Estudiar los arcos (i, j) que tiene este vértice como nodo inicial
- Si $C_i + C_{ij} < C_j \rightarrow$ hacer $C_j = C_i + C_{ij}$, marcar j y definir al vértice i como precedente del j
- Quitar la marca del vértice i

Al aplicar este método, la única ruta susceptible de cambio es entre Belmonte de Tajo y Chinchón, que podría realizarse como ruta directa o en la combinación Belmonte de Tajo-Valdelaguna-Chinchón. A pesar de que el método “todo o nada” asignaría toda la demanda a esta segunda opción, es improbable que esto suceda, al tener que atravesarse un municipio. Por este motivo, a la inducción que sigue la expresión del coeficiente $\alpha_{inducida}$ se le aplica un porcentaje de reparto proporcional al tiempo de cada alternativa.

A esta inducción de demanda se le añaden también las diferentes rutas que pueden implicar un aumento de la demanda en la relación de cada uno de los municipios con Madrid. En este sentido, los habitantes de Chinchón tendrán un tiempo de viaje algo inferior entrando en Madrid por la A-3 desde Perales de Tajuña, si bien esta nueva alternativa tendrá que vencer la costumbre actual de entrar en la A-3 desde la M-311/M-832. Esto supondría que en el grafo se recorra la combinación H-I-C-Madrid en lugar de H-B-Madrid. Además, hay que tener en cuenta, que la población que vive hacia el norte y el suroeste de Chinchón continuará saliendo preferentemente por la M-311 aunque ahorrasen algo de tiempo porque el itinerario se percibe territorialmente como “retroceder” para coger la M-316. De este modo, se supone que en esta combinación se captan un tercio de los viajes actuales con origen Chinchón y destino en Madrid. Es decir, 187 vehículos/día teniendo en cuenta los datos de aforo de la Comunidad de Madrid para el año 2016. A este valor se le afecta por los crecimientos de tráfico esperados por la M-316.

Asimismo, cabe la posibilidad de que, en menor medida, se capten viajes desde Colmenar de Oreja pero no por una cuestión de tiempos sino de calidad de la infraestructura. Esto supondría que en el grafo se recorra la combinación F-H-I-C- Madrid en lugar de F-I-C-Madrid. Al suponer un cambio importante en los

hábitos de uso de las infraestructuras, se toma para esta inclusión un 10% del tráfico que actualmente circula desde Colmenar de Oreja y continúa hacia Madrid², lo que supone un total de 56 vehículos/día teniendo en cuenta los datos de aforo de la Comunidad de Madrid para el año 2016. A este valor se le afecta por los crecimientos de tráfico esperados por la M-316.

Se parte para el inicio de la prognosis de los datos del año 2017. Según datos de la estación situada en el p.k. 4+180 de la M-316, de una IMD de 1.011 vehículos/día, de los cuales el 9,99% fueron vehículos pesados, es decir, 101 vehículos pesados/día.

4.1. HIPÓTESIS DE CRECIMIENTO

Se han realizado a partir de estos datos dos estimaciones: una situación inmediata correspondiente al año de puesta en servicio (año 2022) y otras dos para las situaciones a medio y largo plazo correspondientes a los años horizonte (décimo aniversario de la puesta en servicio, año 2032 y vigésimo aniversario, 2042).

De acuerdo con el estudio del histórico de datos de tráfico se hace una doble hipótesis de crecimiento de acuerdo con los años de estas dos estimaciones.

En este cálculo se tienen en cuenta por un lado el crecimiento tendencial y, por otro, el tráfico inducido debido a cambios de contorno en el ámbito de estudio. Se considera como tráfico inducido al ocasionado por viajes que no existen en la demanda potencial del año base y que son originados por la actuación en la carretera en estudio, en general por un aumento de la frecuencia de los viajes, facilitados por la mejora de la accesibilidad y/o conectividad que proporciona la actuación a realizar. También se considera, como se cita en el apartado anterior, el tráfico inducido el tráfico producido por el cambio en los usos del suelo, que estén condicionados a la realización de la actuación objeto del estudio.

Además, se ha considerado un periodo de transición (ramp up) de 3 años (2022 a 2024). A la vista de la evolución del tráfico en el histórico de la carretera y al comportamiento previsible durante este periodo en actuaciones similares puestas en servicio se considera un crecimiento acumulado anual (por encima del comportamiento tendencial) del 1,44% durante los dos primeros años. A partir del tercer año, se considera que el crecimiento es debido exclusivamente al comportamiento tendencial de acuerdo con las pautas

observadas en el entorno en el periodo 2001-2017 (1,52%) y a la variación de las variables económico-laborales y demográficas (que vienen explicadas por un factor de crecimiento que es el cociente entre el valor de la variable en un año y el valor que ésta tenía en el año 20016), según la expresión:

$$IMD_i = IMD_{i-1} \cdot \alpha_{induc, año i} \cdot \beta \cdot \frac{Población_i^{Chinchón}}{Población_{i-1}^{Chinchón}} \cdot \frac{Población_i^{Valdelaguna}}{Población_{i-1}^{Valdelaguna}} \cdot \frac{Empleo_i^{Chinchón}}{Empleo_{i-1}^{Chinchón}} \cdot \frac{Empleo_i^{Valdelaguna}}{Empleo_{i-1}^{Valdelaguna}}$$

Siendo $\alpha_{induc, año i}$ el factor que incluye el tráfico inducido en cada año y β el factor que explica la tendencia del tráfico de acuerdo con sus valores históricos. El resto de términos representan las variables que pueden hacer variar la IMD por encima de su valor tendencial por motivos demográficos o de actividad.

De este modo, se obtienen unos tráficos de 1.298 vehículos (1.149 vehículos ligeros y 149 vehículos pesados) para el año de puesta en servicio, 2.310 vehículos (2.044 vehículos ligeros y 266 vehículos pesados) para el primer año horizonte y de 2.786 vehículos (2.465 vehículos ligeros y 321 vehículos pesados) para el segundo año horizonte, de acuerdo con lo calculado en la Tabla 12.

² ² Dado que el crecimiento orgánico de la trama urbana del municipio se ha orientado en su relación con la denominada "carretera de Madrid" (M-311, también a través de la M-404), se supone muy difícil captar tráficos del norte y el suroeste. En este sentido, se toma la consideración de que el número de viajes a Madrid desde Chinchón tiene unos orígenes homogéneamente distribuidos y es posible captar los del tercio sureste a noreste del municipio. Así, de los viajes con origen en Chinchón y destino en Madrid, se supone para el presente estudio de tráfico que un tercio de estos viajes pasarán a producirse a través de la M-316.

² A la vista de que la nueva alternativa para ir a Madrid desde Colmenar de Oreja no supone un ahorro de tiempo, el modelo "todo o nada" haría que el número de usuarios que deciden cambiar su itinerario sea nulo. Sin embargo, teniendo en cuenta las mejores condiciones de la nueva carretera frente a la existente, es necesario asumir que algunos usuarios serán "acceptantes" de la nueva alternativa. Este porcentaje es un dato basado en la experiencia en proyectos similares en los cuales la variable de disminución del tiempo de viaje no es suficiente para explicar el comportamiento de todos los usuarios dado que algunos (pocos) usuarios sí valoran otros aspectos de las infraestructuras.

Año	Población (hab)						Empleo (contratos registrados totales)				Tráfico M-316 tendencial	Tráfico M-404 tendencial	Inducido desde M-404	Tráfico tendencial corregido ramp-up, demografía y actividad	Tráfico total
	Chinchón		Valdelaguna		Belmonte de Tajo		Chinchón		Valdelaguna						
	Población (hab)	Variación	Población (hab)	Variación	Población (hab)	Variación	Empleos	Variación	Empleos	Variación					
2001	4270		573		1158						369	2846			369
2002	4346	1.78	591	3.14	1159	0.09					608	2748			608
2003	4576	5.29	647	9.48	1144	-1.29					649	3413			649
2004	4738	3.54	673	4.02	1176	2.80	1288		76		695	2818			695
2005	4868	2.74	734	9.06	1196	1.70	1494	15.99	105	38.16	1160	2751			1160
2006	4943	1.54	741	0.95	1266	5.85	1377	-7.83	123	17.14	745	1856			745
2007	5071	2.59	778	4.99	1326	4.74	1191	-13.51	97	-21.14	751	1389			751
2008	5191	2.37	807	3.73	1381	4.15	1359	14.11	77	-20.62	1109	1310			1109
2009	5308	2.25	872	8.05	1451	5.07	1520	11.85	69	-10.39	783	1155			783
2010	5344	0.68	887	1.72	1488	2.55	1499	-1.38	70	1.45	783	1149			783
2011	5389	0.84	879	-0.90	1519	2.08	1504	0.33	49	-30.00	1035	1104			1035
2012	5404	0.28	863	-1.82	1580	4.02	1550	3.06	102	108.16	893	920			893
2013	5428	0.44	871	0.93	1591	0.70	1619	4.45	228	123.53	845	868			845
2014	5447	0.35	855	-1.84	1591	0.00	2651	63.74	873	282.89	946	818			946
2015	5436	-0.20	837	-2.11	1625	2.14	2947	11.17	701	-19.70	945	824			945
2016	5294	-2.61	841	0.48	1605	-1.23	2557	-13.23	458	-34.66	1262	943			1019
2017	5240	-1.02	867	3.09	1628	1.43	2624	2.63	480	4.80	1037	1040			1011
2018	5683	8.45	945	9.04	1733	6.43	2692	2.57	500	4.17	1064	1137		1345	1345
2019	5750	1.19	963	1.91	1769	2.10	2759	2.50	521	4.27	1091	1245		1203	1203
2020	5818	1.17	981	1.87	1806	2.06	2826	2.44	542	4.03	1118	1349		1228	1228
2021	5885	1.16	999	1.84	1842	2.02	2894	2.38	564	3.91	1145	1452		1255	1255
2022	5953	1.15	1017	1.80	1878	1.98	2961	2.33	585	3.76	1172	1556		1298	1298
2023	6020	1.13	1035	1.77	1915	1.94	3028	2.27	606	3.62	1199	1598	878	1343	2220
2024	6088	1.12	1053	1.74	1951	1.90	3096	2.22	627	3.46	1226	1639	873	1387	2260
2025	6155	1.11	1071	1.71	1988	1.87	3163	2.18	648	3.36	1253	1715	887	1415	2302
2026	6222	1.10	1089	1.68	2024	1.83	3230	2.13	669	3.25	1280	1791	899	1443	2342
2027	6290	1.08	1107	1.65	2060	1.80	3298	2.08	690	3.15	1307	1867	910	1471	2381
2028	6357	1.07	1125	1.63	2097	1.77	3365	2.04	711	3.05	1334	1943	920	1499	2419
2029	6425	1.06	1143	1.60	2133	1.74	3432	2.00	732	2.96	1361	2019	930	1527	2457
2030	6492	1.05	1162	1.57	2170	1.71	3500	1.96	735	0.38	1388	2095	938	1519	2457
2031	6560	1.04	1180	1.55	2206	1.68	3567	1.92	739	0.54	1415	2126	927	1549	2476
2032	6627	1.03	1198	1.53	2243	1.65	3634	1.89	742	0.43	1262	2195	931	1379	2310
2033	6694	1.02	1216	1.50	2279	1.62	3702	1.85	746	0.46	1442	2265	936	1576	2511
2034	6762	1.01	1234	1.48	2315	1.60	3769	1.82	749	0.46	1469	2334	939	1604	2543
2035	6829	1.00	1252	1.46	2352	1.57	3836	1.79	752	0.45	1497	2404	943	1633	2575
2036	6897	0.99	1270	1.44	2388	1.55	3904	1.76	756	0.45	1524	2473	945	1661	2606
2037	6964	0.98	1288	1.42	2425	1.52	3971	1.72	759	0.45	1551	2543	948	1690	2637
2038	7032	0.97	1306	1.40	2461	1.50	4038	1.70	763	0.45	1578	2612	950	1718	2668
2039	7099	0.96	1324	1.38	2497	1.48	4106	1.67	766	0.44	1605	2682	951	1746	2698
2040	7167	0.95	1342	1.36	2534	1.46	4173	1.64	769	0.44	1632	2751	953	1775	2728
2041	7234	0.94	1360	1.34	2570	1.44	4240	1.61	773	0.44	1659	2821	954	1803	2757
2042	7301	0.93	1378	1.32	2607	1.42	4308	1.59	776	0.44	1686	2890	954	1832	2786

Tabla 12. Prognosis de la IMD hasta el año 2042

5. CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DEL TRONCO DE LA CARRETERA M-316

En el presente apartado se procede, partiendo de los datos expuestos, a analizar la capacidad y el nivel de servicio de la nueva carretera M-316 para el año horizonte. En los estudios de tráfico de los estudios informativos, la Nota de Servicio 5/2014 “Prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudios de tráfico de los Estudios Informativos. Anteproyectos y Proyectos de carreteras” recomienda la utilización de las tablas de intensidades de servicio generalizadas (“Generalized Service Volume Tables”), que permiten calcular la máxima intensidad de tráfico que puede soportar un elemento de la vía para un determinado Nivel de Servicio.

La utilización de estas tablas permite una rápida estimación de los niveles de servicio, el pre-dimensionamiento de los elementos de la carretera para atender la demanda a largo plazo y su utilización en los modelos de demanda de tráfico.

Características de la vía	Volumen de tráfico
Velocidad libre en tronco 100 km/h (con tramos a 70km/h u 80km/h según la alternativa seleccionada)	Vehículos/hora. para la hora de proyecto 11.4% de la IMD
Velocidad libre en ramales y vías de servicio 40 km/h	Factor de hora punta FHP=1
Sección de carretera convencional	1 carril por sentido de circulación
Anchura de carriles 3.5 m. 4 m (en ramales)	Prohibición de adelantamiento en un 20% del tramo
Arcenes 2,5 m	Porcentaje de vehículos pesados 11,49%
Terreno llano en la mayor parte del recorrido	

Tabla 13. Características de la vía y volumen de tráfico para el cálculo del nivel de servicio

Para la consulta de estas tablas (la tabla para la tipología de carretera que se plantea se presenta en la Figura 6), es necesario fijar algunas hipótesis acerca de las características de la vía y del volumen de tráfico, tomándose las mismas para todas las alternativas dado que, a nivel de tráfico, los diferentes trazados resultan equivalentes:

Del catálogo de tablas, se selecciona la que corresponde a las características de la vía que se recogen en la Figura 6. En ella, *K* representa el porcentaje de vehículos que circulan durante la hora punta (en este caso, un 11,4%, que se asimila a un 11% para poder consultar los valores tabulados) y *D* es el porcentaje de vehículos en el sentido más cargado (en este caso, el 50%, es decir, 0.50). Por último, hay que tener en cuenta el porcentaje de vehículos pesados, que se asimila al 11,49% (se trabaja en la tabla con el valor más próximo, es decir, un 10%). El resultado obtenido es que el nivel de servicio de la carretera, una vez realizada la obra, sería A, dado que no se alcanzan los 5.000 vehículos diarios que marcan la frontera del nivel de servicio B. Es decir, el diseño es holgado respecto a las condiciones de intensidad del tráfico.

Intensidad Media Diaria (IMD) de una carretera convencional C-100 (x 1.000 vehículos/día)

FACTORES	PORCENTAJE DE TRAMOS DE PROHIBICIÓN DE ADELANTAMIENTO																
	20 %				40 %				60 %				80 %				
	NIVELES DE SERVICIO				NIVELES DE SERVICIO				NIVELES DE SERVICIO				NIVELES DE SERVICIO				
K	D	B	C	D	E	B	C	D	E	B	C	D	E	B	C	D	E
TERRENO LLANO																	
0,08	0,50	6	9	15	32	4	8	14	32	4	7	13	32	3	7	13	32
	0,55	6	9	15	35	5	9	14	35	3	8	13	35	3	7	13	35
	0,60	5	9	14	32	4	8	13	32	3	7	12	32	3	7	12	32
	0,65	5	9	14	29	4	8	12	29	3	7	12	29	3	7	12	29
0,10	0,50	5	8	14	29	4	7	12	29	3	7	12	29	3	6	12	29
	0,55	5	7	12	28	4	7	11	28	3	6	11	28	3	6	11	28
	0,60	4	7	11	26	3	6	10	26	2	6	10	26	2	5	10	26
	0,65	4	7	11	24	3	6	10	24	2	5	10	24	2	5	10	24
0,12	0,50	4	7	11	24	3	6	10	24	3	5	10	24	2	5	10	24
	0,55	4	6	10	23	3	6	10	23	2	5	9	23	2	5	9	23
	0,60	4	6	9	21	3	5	9	21	2	5	8	21	2	5	8	21
	0,65	4	6	9	20	3	5	8	20	2	5	8	20	2	4	8	20
0,14	0,50	4	6	10	21	3	5	9	21	2	5	8	21	2	5	8	21
	0,55	3	5	9	20	3	5	8	20	2	4	8	20	2	4	8	20
	0,60	3	5	8	18	2	4	7	18	2	4	7	18	2	4	7	18
	0,65	3	5	8	17	2	4	7	17	2	4	7	17	2	4	7	17
TERRENO ONDULADO																	
0,08	0,50	4	7	15	32	3	7	13	32	2	6	12	32	2	6	12	32
	0,55	4	7	15	35	3	7	14	35	2	6	12	35	2	6	12	35
	0,60	4	7	14	32	3	7	12	32	2	6	12	32	2	6	11	32
	0,65	4	7	14	29	3	7	12	29	2	6	11	29	2	6	11	29
0,10	0,50	4	6	14	29	3	6	12	29	2	5	11	29	2	5	11	29
	0,55	4	5	12	28	3	6	11	28	2	5	10	28	2	5	10	28
	0,60	3	5	11	26	3	5	10	26	2	5	9	26	1	5	9	26
	0,65	3	5	11	24	3	5	10	24	2	5	9	24	1	4	9	24
0,12	0,50	3	5	11	24	2	5	10	24	2	4	9	24	2	4	9	24
	0,55	3	4	10	23	2	5	9	23	2	4	8	23	1	4	8	23
	0,60	3	4	9	21	2	4	8	21	1	4	8	21	1	4	7	21
	0,65	3	4	9	20	2	4	8	20	1	4	7	20	1	4	7	20
0,14	0,50	3	4	10	21	2	4	8	21	2	4	8	21	1	4	8	21
	0,55	3	4	8	20	2	4	8	20	1	4	7	20	1	3	7	20
	0,60	2	4	8	18	2	4	7	18	1	3	7	18	1	3	6	18
	0,65	2	4	8	17	2	4	7	17	1	3	6	17	1	3	6	17

Figura 6 - Generalized Service Volume Table para el caso de una autovía limitada a 80km/h en miles de vehículos/h

En las fases de anteproyecto y proyecto se recomienda modelizar la alternativa seleccionada de este estudio informativo para evaluar la capacidad y el nivel de servicio tanto del tronco como del resto de elementos: ramales de enlaces, glorietas, áreas de servicio, tramos de trenzado, etc.

6. DETERMINACIÓN DE LA CATEGORÍA DE TRÁFICO

Según se establece en la Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC - Secciones de firme de la Instrucción de Carreteras, en su apartado 4 de categoría de tráfico, se considera un periodo de servicio de 20 años donde la estructura del firme será función de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio.

Teniendo en cuenta que la futura vía será una carretera convencional se considera que inciden sobre cada carril la mitad de los vehículos pesados que circulan por la misma. Se definen las siguientes categorías de tráfico pesado en función de la IMDp en el carril de proyecto y en el año de puesta en servicio:

Categorías de tráfico pesado	IMDp
T00	$IMDp \geq 4000$
T0	$4000 > IMDp \geq 2000$
T1	$2000 > IMDp \geq 800$
T2	$800 > IMDp \geq 200$
T31	$200 > IMDp \geq 100$
T32	$100 > IMDp \geq 50$
T41	$50 > IMDp \geq 25$
T42	$IMDp < 25$

Tabla 14. Categorías de tráfico en función de la IMDp

Con los valores de IMD para el año de prognosis 2022, el porcentaje de vehículos pesados (11,49%) obtenido anteriormente y suponiendo el reparto por sentidos se aproxime en el futuro al 50%, determinamos la IMDp en el 2022 de 160 vehículos pesados en la calzada, lo que supone 80 vehículos pesados por carril.

A la vista de los resultados obtenidos la categoría de tráfico resultante en función de los valores de IMD de pesados, la categoría de tráfico que debería asignarse es una T32, por lo que será ésta la recomendada para el cálculo del paquete de firmes.

7. CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DEL ENLACE CON LA M-317

En los enlaces normalmente se producen cruces entre distintas trayectorias, pero en algunos puntos se producen convergencias y divergencias en las que los vehículos ven influida su velocidad por la de otros con un pequeño ángulo entre trayectorias, a una velocidad relativamente elevada y sin necesidad de detenerse (al menos, mientras el nivel de servicio sea moderado). Tales situaciones se producen en las entradas y salidas de los ramales al tronco de las carreteras. Sin embargo, al tratarse de una solución que produce tramos de conflicto, el procedimiento para determinar el nivel de servicio de una sección de entrada o salida es el siguiente:

1. Determinar tráfico que no usa el ramal que se sitúa en la zona de conflicto.
2. Calcular la intensidad total en la zona de conflicto.
3. Calcular la densidad en la zona de conflicto. Las expresiones a utilizar son:
 - a. $D = 3.402 + 0.00456 \cdot I_r + 0.0048 \cdot I_D - 0.01278 \cdot L$ para las entradas.
 - b. $D = 2.642 + 0.00530 \cdot I_D - 0.0183 \cdot L$ para las salidas

donde:

D es la densidad en la zona de conflicto en vehículos/km/carril

I_r es la intensidad en el ramal en vehículos/h

I_D es la intensidad del tronco antes del ramal en vehículos/h

L es la longitud del espacio de aceleración (entradas) o deceleración (salidas) en m. Se suponen 200m

4. Determinar el nivel de servicio de acuerdo con la tabla:

Nivel de servicio	Densidad (vehículos/km/carril)
A	≤ 6
B	$> 6 - 12$
C	$> 12 - 17$
D	$> 17 - 22$
E	> 22

Las combinaciones más cargadas son Chinchón – M-317 (caso 1) y M-317 – Chinchón (caso 2). Por este motivo, se calcula el nivel de servicio de las mismas para el año 2042 como caso pésimo.

Caso 1. Chinchón - M-317. Salida.

$$D = 2.642 + 0.00530 \cdot \left(\frac{2528}{2}\right) - 0.0183 \cdot 200 = 5.68 < 6 \rightarrow NS A \text{ (próximo a B)}$$

Caso 2. M-317 – Chinchón. Entrada

$$D = 3.402 + 0.00456 \cdot \left(\frac{8 \cdot 4 \cdot 24}{1}\right) + 0.0048 \cdot \left(\frac{2528}{2}\right) - 0.01278 \cdot 200 = 10.41 \rightarrow NS B$$

Considerando que para las dos combinaciones más cargadas los resultados en el caso pésimo muestran un nivel de servicio A (próximo a B) y B, respectivamente, es posible afirmar que, para el resto de combinaciones el nivel de servicio más desfavorable en el año horizonte permanecerá dentro del rango correspondiente al nivel A para todos los casos.