

# INFORME TÉCNICO

## ESTUDIO DE TRÁFICO, TRAZADO Y FIRMES PARA LA AMPLIACIÓN DE UN ACCESO EN LA N-430C



La Ingeniera de Caminos Autora del Estudio



DOÑA ANA BARENCA BONET

Nº COL. 27.808

JUNIO 2022

## ÍNDICE

<b>1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO .....</b>	<b>4</b>
<b>2. LOCALIZACIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>3. ESTUDIO DE TRÁFICO .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>3.2. DATOS DE PARTIDA .....</b>	<b>7</b>
<b>3.2.1. ESTACIONES DE AFORO CERCANAS Y DATOS DE PARTIDA.....</b>	<b>7</b>
<b>3.3. CARACTERIZACIÓN DE LA RED VIARIA ACTUAL Y FUTURA .....</b>	<b>8</b>
<b>3.3.1. RED VIARIA ACTUAL .....</b>	<b>8</b>
<b>3.3.2. INTENSIDADES MEDIAS DIARIAS ACTUALES.....</b>	<b>9</b>
<b>3.3.3. INTENSIDADES MEDIAS DIARIAS FUTURAS .....</b>	<b>10</b>
<b>3.4. ANÁLISIS DE TRÁFICO EN EL ACCESO .....</b>	<b>15</b>
<b>3.5. CÁLCULO DE LA CATEGORÍA DE TRÁFICO.....</b>	<b>16</b>
<b>3.6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>17</b>
<b>4. TRAZADO GEOMÉTRICO .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1.1. NORMATIVA EMPLEADA .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1.2. DATOS DE PARTIDA .....</b>	<b>18</b>
<b>4.2. VISIBILIDADES .....</b>	<b>19</b>
<b>4.2.1. DISTANCIA DE PARADA.....</b>	<b>19</b>
<b>4.2.2. METODOLOGÍA Y CÁLCULO DE DISTANCIAS .....</b>	<b>20</b>
<b>4.2.3. VISIBILIDAD DE PARADA.....</b>	<b>22</b>
<b>4.2.4. VISIBILIDAD DE MANIOBRA .....</b>	<b>23</b>
<b>4.3. ENVOLVENTES Y RADIOS DE GIRO .....</b>	<b>24</b>
<b>4.3.1. RADIO DE GIRO TURISMO.....</b>	<b>25</b>
<b>4.3.2. COMPROBACIÓN PARA VEHÍCULOS DE MAYOR TAMAÑO. ....</b>	<b>26</b>
<b>4.4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>26</b>
<b>5. FIRMES.....</b>	<b>27</b>
<b>5.1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>27</b>
<b>5.2. DATOS DE PARTIDA .....</b>	<b>27</b>
<b>5.3. FORMACIÓN DE LA EXPLANADA.....</b>	<b>27</b>
<b>5.4. SELECCIÓN DEL PAQUETE DE FIRME .....</b>	<b>28</b>
<b>5.4.1. ELECCIÓN DEL LIGANTE.....</b>	<b>29</b>



<b>5.4.2.</b>	<b>SELECCIÓN DE LA MEZCLA BITUMINOSA.....</b>	<b>31</b>
<b>5.4.3.</b>	<b>RIEGO DE IMPRIMACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA BASE GRANULAR .....</b>	<b>32</b>
<b>5.5.</b>	<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO.....</b>	<b>34</b>

## 1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO

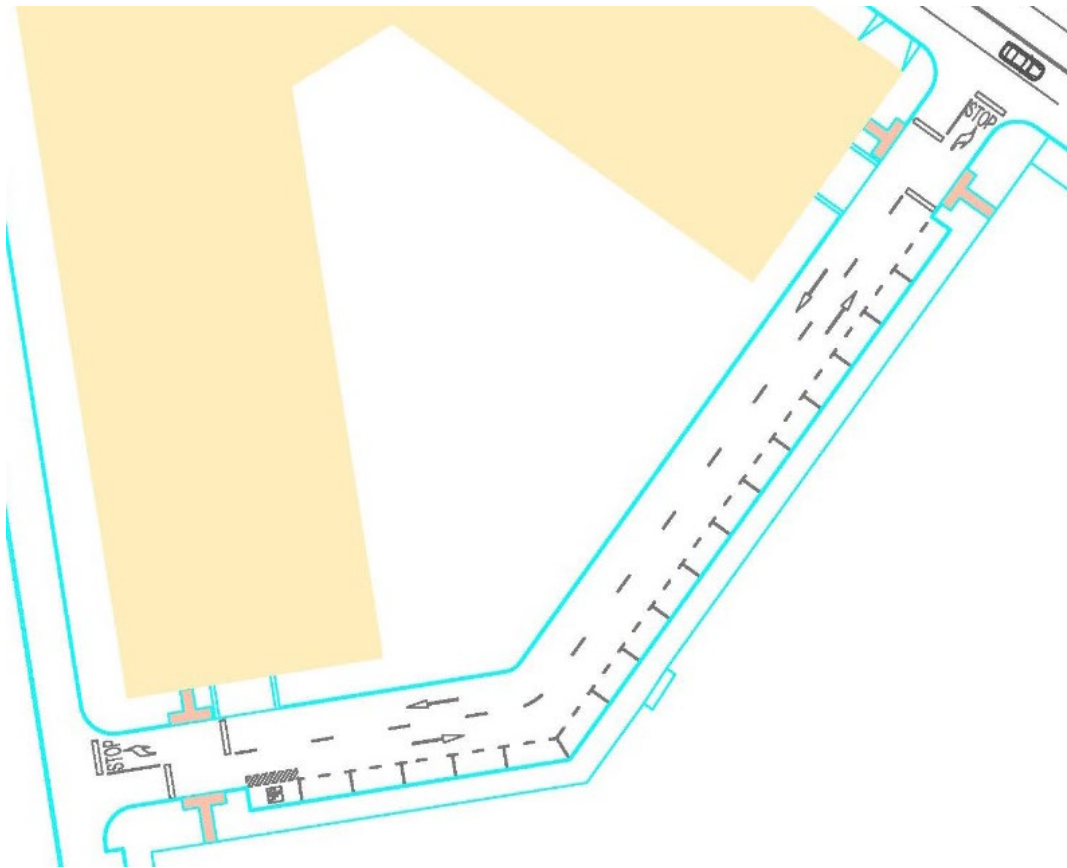
La empresa CONSTRUCCIONES CAHEC, S.L., propietaria de la parcela situada en Ciudad Real, con referencia catastral 9869403VJ1196N0001UK, delimitada por la Ronda de Toledo (Carretera N-430c), la calle Altagracia y la calle Santa Bárbara, pretende urbanizar la citada parcela (ver Figura 1: Zona de Actuación)



Figura 1: Zona de Actuación

En dicho desarrollo urbanístico, que conforma la unidad urbanizadora “UEC” dentro del PGOU de la ciudad, se pretende, entre otros usos, incluir 100 plazas de aparcamiento para las nuevas viviendas, así como una superficie comercial en la planta baja que podría disponer de aparcamiento para clientes con una capacidad para 50 turismos.

Entre las actuaciones propuestas, y para dar acceso a las plazas de parking indicadas en el párrafo anterior, se pretende ampliar la sección de la Calle Santa Bárbara, la cual tiene en la actualidad un único sentido de salida hacia la Ronda de Toledo y una banda de aparcamiento en línea en la margen derecha. Con la ampliación propuesta, la nueva calle dispondría de un carril por sentido, con una anchura de carril de 3,5 m y manteniendo la banda de aparcamiento, tal y como se muestra en la Figura 2: Modificación Propuesta Calle Santa Bárbara.



**Figura 2: Modificación Propuesta Calle Santa Bárbara**

Por tanto, al tratarse de una modificación de un acceso a una carretera de titularidad estatal (N-430c) es preceptivo el estudio de tráfico de dicho acceso, la determinación del trazado del mismo así como el diseño del firme para la ampliación de dicha calle.

Por todo lo anterior, la empresa CONSTRUCCIONES CAHEC, S.L. **ha encargado a la empresa PROIMANCHA INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.L. la redacción del presente informe.**



## 2. LOCALIZACIÓN

La localización del acceso, desde el punto de vista de la carretera nacional, se ubica en el P.K. 2+300 de la N-430c, a su paso por la localidad de Ciudad Real (Ver Figura 3: Localización del acceso)

Ese punto de la N-430c está formada por un tramo urbano, denominado Ronda de Toledo. Dispone de 2 carriles por sentido, con una anchura de carril de unos 2,8 m, sin arcenes y delimitada por bordillos y aceras.



Figura 3: Localización del acceso

Hacia el sur del nuevo acceso, en el mismo margen de la carretera, se localiza otra intersección de la N-430c con la Calle Hospital de la Misericordia. Hacia el norte, aparece otra intersección formada por un carril de incorporación procedente de la Calle Altagracia y, a pocos metros, la rotonda ubicada junto a la Puerta de Toledo, la cual conecta la N-430c, con la N-401 (Ciudad Real – Toledo) y las Calles Toledo y Altagracia.

### 3. ESTUDIO DE TRÁFICO

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

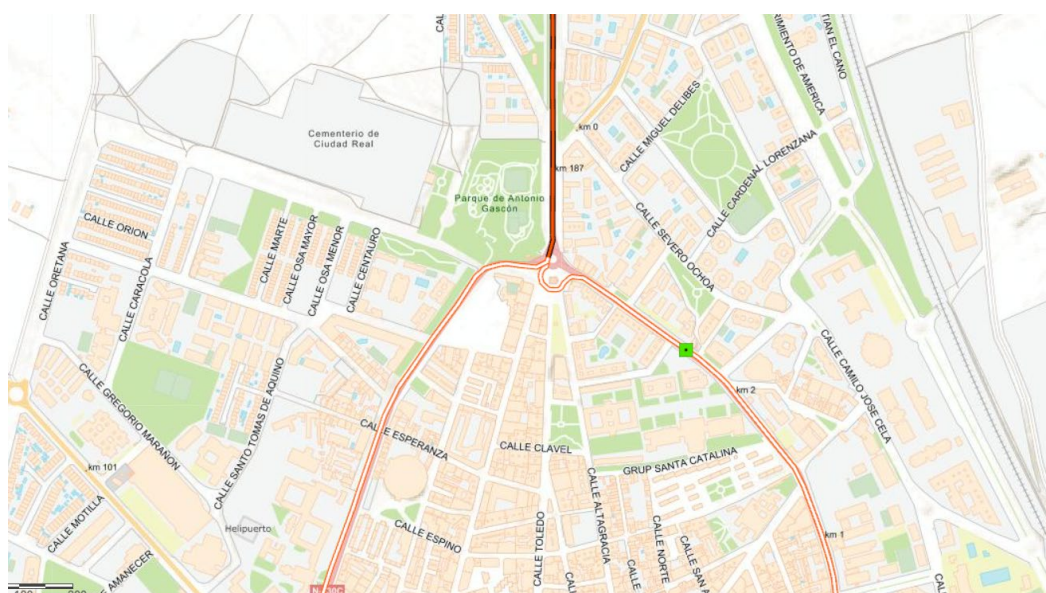
En el presente anejo se ha tratado de caracterizar el tráfico en la zona del cruce entre la calle Santa Bárbara y la Ronda de Toledo (Tramo urbano de la N-430c). Los pasos que se han seguido en este anejo se enumeran a continuación:

1. **Búsqueda de información.** Puesto que la carretera objeto del estudio es nacional, para el estudio de tráfico se han consultado los datos de tráfico ofrecidos por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, en particular, el **Mapa de Tráfico de la DGC. Año 2019.**
2. **Caracterización de la red viaria actual y futura.**
3. **Dimensionamiento del acceso:** Cálculo de la categoría del tráfico.

#### 3.2. DATOS DE PARTIDA

##### 3.2.1. ESTACIONES DE AFORO CERCANAS Y DATOS DE PARTIDA

El acceso objeto del presente proyecto se encuentran en zona urbana. La estación de aforo disponible se muestra en la *Figura 4: Estaciones de aforo de la Red Nacional. Carretera N-430. FUENTE: Mapa de Tráfico de la DGC. Año 2019.* Esta estación (CR-159-2), caracteriza el tramo de la N-430c, y por tanto, nos da una información válida para hacer el estudio de tráfico del presente proyecto debido a la ubicación de la misma.



**Figura 4: Estaciones de aforo de la Red Nacional. Carretera N-430. FUENTE: Mapa de Tráfico de la DGC. Año 2019.**

**Características estación: CR-159-2**

Provincia	Estación	Tipo de estación	Carretera	PK	Nº calzadas	FID	Configurac.
CIUDAD REAL	CR-159-2	SECUNDARIA	N-430C	1	2	2.068	2+2

Población	IMD total	IMD ligeros	IMD pesados	% VP	Días aforados	x	y
RONDA-CIUDAD REAL	17.270	16.527	743	4.302258	15	-436919.773	4720882.55

**Características tramos: N-430C**

FID	Provincia	Nombre	Tipo de carretera	PK inicio	PK fin	Longitud
2584	CIUDAD REAL	N-430C	Multicarril	0+715	2+800	1,38

Vh-km total	Vh-km ligeros	Vh-km pesados	IMD total	IMD ligeros	IMD pesados
8.698.897	8.324.648	374.249	17.270	16.527	743

**3.3. CARACTERIZACIÓN DE LA RED VIARIA ACTUAL Y FUTURA****3.3.1. RED VIARIA ACTUAL**

La red viaria actual que se verá afectada por el nuevo acceso a ejecutar está formada por la N-430c (Ronda de Toledo), en el tramo comprendido entre la Puerta de Toledo y la intersección con la Calle Santa Bárbara, la citada Calle Santa Bárbara y el tramo final de la calle Altagracia, entre la conexión con la Calle Santa Bárbara y la Puerta de Toledo.

El estudio que nos ocupa es el nuevo acceso que, desde la N-430C se prevé hacer hacia la calle Santa Bárbara, ampliando la anchura de ésta última, de manera que se



convierta en una calle de doble sentido, en lugar del único sentido de salida hacia la Ronda de Toledo que posee en

Por lo tanto, destacan las siguientes vías:

- **Carretera N-430c, en su tramo urbano denominado Ronda de Toledo.** Esta carretera pertenece a la Red de Carreteras del Estado, dependiente del Ministerio de Fomento. Se trata de un tramo urbano consolidado, que une la N-430 (Badajoz – Valencia) con la N-401 (Toledo – Ciudad Real).
- **Calle Altagracia:** Se trata de una de las arterias principales de salida del centro de la ciudad hacia la carretera de Toledo (N-401). Se trata de una calle con un único carril y un único sentido hacia el norte.
- **Calle Santa Bárbara:** Se trata de una calle secundaria, actualmente de un único sentido, que enlaza la calle Altagracia en su tramo final, con la Ronda de Toledo. En su configuración actual, esta calle soporta muy poco tráfico, apenas el correspondiente a los vecinos de la propia calle.

En el presente estudio nos focalizamos en el estudio de tráfico de la carretera N-430c y en la posible afección que la modificación en la Calle Santa Bárbara pueda ocasionar en la citada carretera.

### 3.3.2. INTENSIDADES MEDIAS DIARIAS ACTUALES

- **CARRETERA N-430c**

Tal y como se ha mencionado en el apartado 2.1., se tendrá en cuenta la intensidad media diaria dada por el Visor de la Dirección General de Carreteras. Así, estos datos serán utilizados como base del estudio. Según este visor en la N-430C se ha calculado una IMD (2019) de 17.270 veh/día, con un porcentaje de pesados del 4,30 %. Por tanto, se tiene la siguiente IMD de pesados por carril.

$$0,043 \cdot \frac{17.270}{2} = 371 \text{ veh pesados/carril/día}$$

- **CALLE SANTA BÁRBARA**

Por tratarse de una calle secundaria, no se disponen de datos de aforos de la misma. Teniendo en cuenta las características de la calle, se estima que la mayor parte del tráfico que pasa por la misma son vecinos de la zona en busca de aparcamiento.

Es importante indicar que no hay ningún acceso a cocheras en uso en dicha calle en la actualidad, y las plazas de aparcamiento en la vía pública ascienden a 8.

Por otro lado, teniendo en cuenta las dimensiones actuales de la calle, no es posible el paso de vehículos pesados por la misma.

Por todo esto, la IMD de esta vía se puede considerar negligible en comparación con la IMD de la Ronda de Toledo, en la que desemboca.

### 3.3.3. INTENSIDADES MEDIAS DIARIAS FUTURAS

- **CARRETERA N-430c**

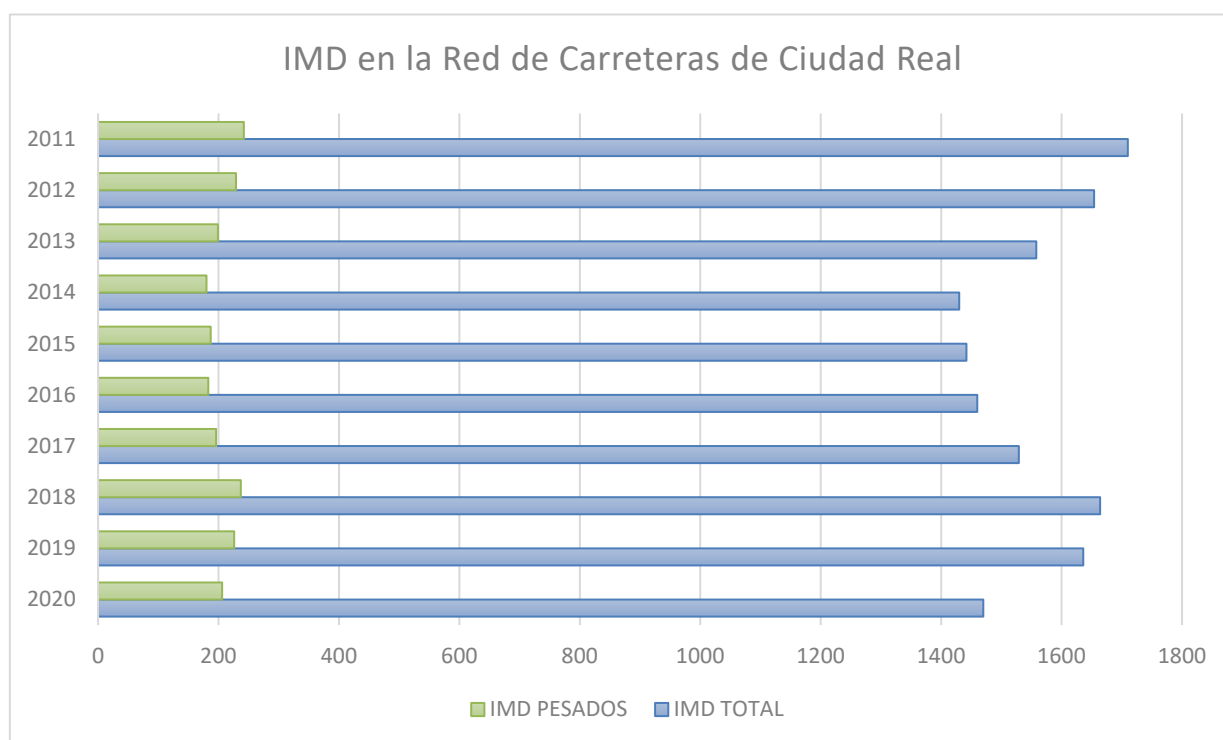
En la Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento, en el apartado 5 del Anexo 2, se especifican que los incrementos de tráfico, a efectos de definir la necesidad de carriles adicionales en rampa, terceros carriles por cuestiones de capacidad, la categoría del firme, así como cualquier otra cuestión de la geometría de la carretera, serán los siguientes:

Período	Incremento anual acumulativo
2010 – 2012	1,08 %
2013 – 2016	1,12 %
2017 en adelante	1,44 %

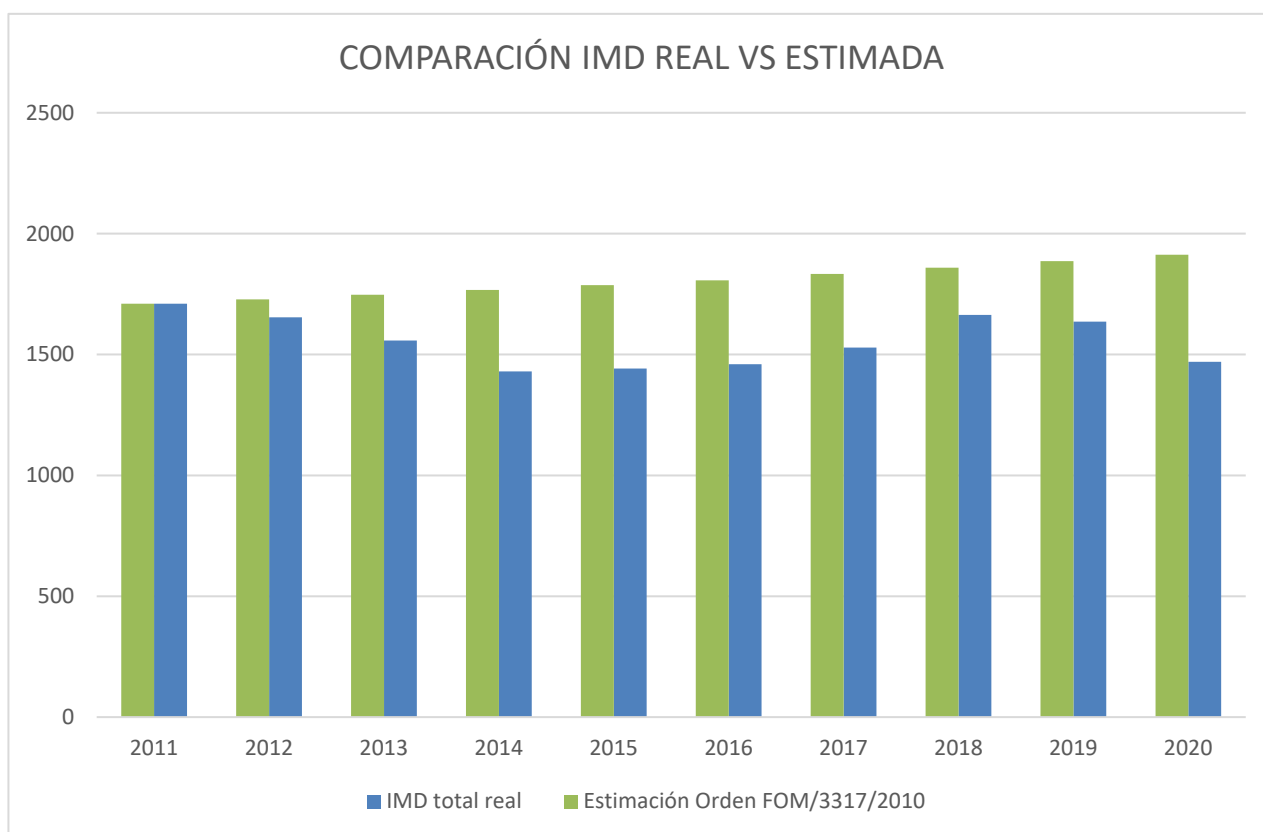
**Figura 5: Incremento anual acumulativo de tráfico**

Analizando el *Aforo de Tráfico de Castilla – La Mancha* del año 2020 donde observamos la evolución de la IMD en la provincia (Figura 6: Evolución de la IMD total y de pesados en la provincia de Ciudad Real), se puede comprobar que en los últimos años disponibles se ha producido un descenso en la intensidad del tráfico a nivel provincial.

Si comparamos la evolución real del tráfico con la que teóricamente se calcularía con los incrementos anuales que se indican en la Orden FOM/3317/2010, obtenemos la Figura 7: IMD real vs estimada, en la que se puede ver que las IMD calculadas siempre se encuentran por encima de las reales.



**Figura 7: Evolución de la IMD total y de pesados en la provincia de Ciudad Real**



**Figura 6: IMD real vs estimada**

Por lo tanto, el incremento anual acumulativo de tráfico establecido en la Orden FOM/3317/2010, supone un valor bastante conservador, que es el que en este caso se ha considerado para el estudio (1,44 % anual). Por todo esto, los datos obtenidos aquí suponen un límite máximo que previsiblemente no se alcanzarán en todo el período considerado.

A partir de la siguiente fórmula se estima que el tráfico para un año determinado “t” a partir del año cero (año de partida que en nuestro caso sería 2019, último año con datos):

$$IMD_t = IMD_0 \cdot (1 + \%)^t$$

Donde:

$IMD_t$  es la intensidad media diaria estimada para el año “t” [veh./día].

$IMD_0$  es la intensidad media diaria inicial, en el año “0” [veh./día].

Empleando la fórmula anterior es posible obtener las IMD totales y de pesados para el año presente (2022), el año de puesta en servicio (2024) y el año horizonte (2040), estos datos se recogen en la siguiente tabla:

	<b>Año base (2019)</b>	<b>Año actual (2022)</b>	<b>Año de puesta en servicio (2024)</b>	<b>Año horizonte (2040)</b>
<b>IMD ligeros (veh/día)</b>	<b>16.527</b>	<b>17251</b>	<b>17.752</b>	<b>22.315</b>
<b>IMD pesados (veh/día)</b>	<b>743</b>	<b>776</b>	<b>798</b>	<b>1.003</b>
<b>IMD total (veh/día)</b>	<b>17.270</b>	<b>18027</b>	<b>18.550</b>	<b>23.318</b>

#### • **CALLE SANTA BÁRBARA**

Según el Anteproyecto de Urbanización de la “UEC”, para el que se desarrolla el presente estudio, se propone la ampliación de la calle Santa Bárbara, dotándola de un carril adicional de entrada desde la Ronda de Toledo hacia la calle Altagracia. Además, en esta calle se localizarán los dos accesos a los garajes privados del nuevo desarrollo, con una capacidad total de 100 plazas de vehículos ligeros. Por otro lado, está prevista la posible implantación de un área comercial en los bajos de los edificios que también



incluirá un parking público para servicio de la zona comercial. Este parking tiene una capacidad prevista de 50 plazas de vehículos ligeros. Además, se ha de considerar la carga y descarga que genera la citada zona comercial, en este caso, de vehículos pesados.

La estimación de la IMD que generan los distintos tipos de aparcamientos es la siguiente:

#### - Garajes privados de la urbanización

Se estima que por cada plaza de garaje se generan 4 movimientos al día (2 entradas y 2 salidas). Si bien no todas las plazas tendrán tal volumen de entradas y salidas, se estima un coeficiente de 0,6 de uso de las plazas para acercarnos a un valor más realista. Con esto, la IMD inducida por los garajes privados sería:

$$IMD_{garages} = 100 \text{ plazas} \cdot 4 \text{ mov} \cdot 0,6 = 240 \text{ veh/día}$$

#### - Parking público de la zona comercial

Con respecto a la IMD que generaría el parking de la zona comercial, se establece una duración media por vehículo de 1,5 horas y 10 horas de apertura del parking. Esto supone, teniendo en cuenta que cada vehículo realiza 2 movimientos (entrada-salida), un total de:

$$\text{Movimientos por plaza} = \frac{10 \text{ horas}}{1,5 \text{ horas/veh}} \cdot 2 \text{ mov/veh} = 13 \text{ mov/plaza}$$

Si tenemos en cuenta que se dispondrá de 50 plazas y se estima una ocupación media a lo largo del día del 50%, la IMD que genera este parking podría estimarse de la siguiente manera:

$$IMD_{comercial} = 50 \text{ plazas} \cdot 13 \text{ mov} \cdot 0,5 = 325 \text{ veh/día}$$

#### - Carga y descarga de la zona comercial

La carga y descarga de la zona comercial es independiente de los tráficoes generados por los aparcamientos indicados en los puntos anteriores. Teniendo en

cuenta las características de estos establecimientos, se puede estimar que el número de vehículos pesados que suministran diariamente está en torno a 4- 5 vehículos.

Esto supone, teniendo en cuenta que cada vehículo supone 2 movimientos y que un vehículo pesado (en zona llana) equivale a 1,5 vehículos ligeros, la IMD generada por este tráfico sería:

$$IMD_{eq.pesados} = 5 \text{ veh} \cdot 2 \text{ mov} \cdot 1,5 = 15 \text{ veh/día}$$

#### - IMD total generada

Con todo lo anterior, la IMD total generada por el nuevo desarrollo se estima en:

$$IMD_{total} = 240 + 325 + 15 = 580 \text{ veh/día}$$

Siendo el **porcentaje de vehículos pesados del 2,6 %**.

Hay que indicar que al ser la nueva calle de doble sentido y tener prohibido el giro a la izquierda en la salida hacia la Ronda de Toledo, se puede considerar que el tráfico se distribuirá de manera homogénea entre los dos sentidos, siendo así la IMD de la conexión con la N-430c el 50% de la total calculada, es decir **290 veh/día**.

Dadas las características del desarrollo y de la calle de que se trata, la IMD calculada en el punto anterior no es susceptible de incrementarse en el tiempo, ya que se ha calculado sobre el número máximo de plazas de garaje y parking disponibles y por tanto, sobre el máximo tráfico que la nueva urbanización puede generar. Además, por la localización de la calle y la distribución del viario de alrededor, no se prevé que se generen tráficos inducidos significativos, adicionales a los indicados en el punto anterior.

#### - IMD pesados para dimensionamiento del firme

Se puede comprobar en los datos anteriores que el número y porcentaje de vehículos es bastante reducido en comparación del porcentaje de pesados que se observa en la N-430c (4,5%), siendo la IMD total de pesados 15 veh/día en año horizonte.

No obstante, existe un periodo en el que sí que es posible que discurran numerosos vehículos pesados por la nueva calle y es durante las obras de ejecución del desarrollo urbanístico, ya que la nueva calle será puesta en servicio previamente a la ejecución

del desarrollo urbanístico y durante los años en que duren las obras, el acceso a las mismas se realizará por esta vía. Este tráfico es independiente del calculado anteriormente, ya que se produce antes de que los distintos aparcamientos sean puestos en servicio.

Con esta hipótesis, se puede hacer una estimación del número de vehículos pesados que discurrirán por la nueva vía durante las obras (suponiendo que se ejecutan en un solo año). Así, atendiendo al peso medio de los edificios y la urbanización a ejecutar podemos hacer la siguiente estimación:

- Superficie total construida: 15.317,50 m<sup>2</sup>
- Peso medio de los edificios 1,75 Tn/m<sup>2</sup> (mayoramos a 2 por el peso de los materiales auxiliares de construcción y la parte proporcional de la urbanización interior)
- Transporte de los materiales en camiones de 10 tn
- Duración de los trabajos: 1 año (aprox 250 días laborables)

Con esto, el número medio de camiones al día que acceden a la obra es de:

$$\frac{(15.317,5 \text{ m}^2 \times 2 \text{ Tn/m}^2)}{10 \text{ tn/camion} \times 250 \text{ días}} = 12,25 \text{ camiones/día}$$

Teniendo en cuenta un coeficiente de mayoración de 1,5, la IMD de pesados durante la ejecución sería:

$$IMD_{eq. \text{ pesados obra}} = 12,25 \text{ veh} \cdot 1,5 = 19 \text{ veh/día}$$

### 3.4. ANÁLISIS DE TRÁFICO EN EL ACCESO

El presente apartado contempla un análisis del tráfico previsible en el ámbito de estudio donde se ubicará la urbanización, teniendo en cuenta tanto el tráfico actual existente, como el tráfico futuro generado y atraído por la actividad que ahí se desarrolle.

Para conocer estos comportamientos se utilizarán las intensidades de tráfico actuales y futuras en la N-430c que se han obtenido anteriormente y se comparan con el aumento en dicha intensidad que el nuevo desarrollo pueda generar.

Hay que indicar que las IMD deben evaluarse por sentidos, siendo la IMD del sentido afectado el 50% de la IMD total de la vía.

En el caso de la calle Santa Bárbara, se podría pensar que el flujo preferente sería dirección hacia y desde la Ronda de Toledo. Sin embargo, al estar prohibidos los giros a la izquierda en dicha intersección (tanto de entrada como de salida), se puede suponer que el tráfico podría repartirse de manera homogénea entre ambos sentidos, y, por tanto, se puede considerar, para cada sentido, el 50% de la IMD calculada.

En la siguiente tabla se recogen las IMD calculadas el sentido afectado de cada vía, para el año de puesta en servicio (2024) y para el año horizonte (2040):

	2024	2040
IMD (N430C, sentido PK decreciente) (Veh/día)	9275	11659
IMD (C/ Santa Bárbara, sentido N430C) (Veh/día)	290	290

Se puede comprobar que la afección del nuevo desarrollo es mínima respecto al volumen de tráfico existente y previsto en la N-430c.

### 3.5. CÁLCULO DE LA CATEGORÍA DE TRÁFICO

En el presente apartado se va a calcular la categoría de tráfico empleada como dato base para el dimensionamiento del paquete de firmes para la ampliación de la calle Santa Bárbara.

Según la *Instrucción de Carreteras 6.1-I.C. Secciones de Firmes*, en calzadas de dos carriles y con doble sentido de circulación, incide sobre cada carril la mitad de los vehículos pesados que circulan por la calzada.

Así, considerando el momento de mayor solicitud de la vía (durante la ejecución de las obras de la urbanización) y teniendo en cuenta la estimación de vehículos pesados realizada en el punto 3.3 para la calle Santa Bárbara, la IMD<sub>p</sub> considerada será:

$$IMD_p = 19/2 = 9,5 \text{ veh pes/día}$$

Consultando la Tabla 1.B de la *Instrucción de Carreteras 6.1-I.C. Secciones de Firme*, (Figura 8: Tablas para el cálculo de la categoría de tráfico en función de la IMD de pesados en carril de proyecto. FUENTE: Instrucción de Carreteras 6.1-I.C.



*Secciones de Firme.*), se obtiene una **categoría de tráfico T42** pues la IMDp es menor de 25 veh pes/día. Como cabía esperar, se trata de la categoría de tráfico pesado más baja de las incluidas en la Instrucción.

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	$\geq 4\,000$	$< 4\,000$ $\geq 2\,000$	$< 2\,000$ $\geq 800$	$< 800$ $\geq 200$

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	$< 200$ $\geq 100$	$< 100$ $\geq 50$	$< 50$ $\geq 25$	$< 25$

Figura 8: Tablas para el cálculo de la categoría de tráfico en función de la IMD de pesados en carril de proyecto. FUENTE: Instrucción de Carreteras 6.1-I.C. Secciones de Firme.

Dado que no se va a actuar sobre el firme de la N-430c no se considera necesario el cálculo de la categoría de tráfico de dicha vía.

### 3.6. CONCLUSIONES

A modo de resumen se exponen los resultados del estudio de tráfico, que servirán para evaluar la influencia del nuevo desarrollo en el tráfico de la N430c, definir el paquete de firmes para la ampliación de la calle Santa Bárbara y diseñar geométricamente la conexión de la nueva calle ampliada con el viario circundante.

La influencia del nuevo desarrollo es **mínima** en relación el tráfico existente en la N-430c.

Del estudio de tráfico de la nueva calle se desprende que la **categoría de tráfico** de la misma es **T42** a efectos del dimensionamiento del firme.

Y del análisis de vehículos se determina que será necesario diseñar el acceso a la calle Santa Bárbara para vehículos ligeros y comprobar la posibilidad de acceso de vehículos pesados durante las obras o para carga y descarga.

## 4. TRAZADO GEOMÉTRICO

### 4.1. INTRODUCCIÓN

Este anejo plantea la definición geométrica del acceso proyectado, evaluando además el cumplimiento de las limitaciones en función de las distancias mínimas entre accesos, visibilidad de parada y cruce.

Además, se valorarán las limitaciones al trazado de manera que los giros tanto de salida como de incorporación a la N-430c sean adecuados para los vehículos tipo que se espera circulen por la calle Santa Bárbara, una vez sea remodelada.

#### 4.1.1. NORMATIVA EMPLEADA

- *Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero de 2016, por la que se aprueba la Norma 3.1- IC “Trazado” de la Instrucción de Carreteras (BOE del 4 de marzo de 2016).*
- *Plan General de Ordenación Urbana de Ciudad Real. Aprobado por CPU: 2/05/1997, BOP: 4/6/1997. DOCM: 16/05/1997*
- *Orden, de 16 de diciembre de 1997, del Ministerio de Fomento, por la que se aprueban los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios (BOE del 24 de enero de 1998). Modificada por Orden Ministerial de 13 de septiembre de 2001 del Ministro de Fomento (BOE del 26 de septiembre de 2001), por Orden FOM/392/2006, de 14 de febrero, (BOE 18 de febrero de 2006) y por Orden FOM/1740/2006, de 24 de mayo (BOE 6 de junio de 2006).*

#### 4.1.2. DATOS DE PARTIDA

Para el caso que nos ocupa es necesario, por un lado, establecer si la distancia mínima entre accesos a la N-430c está acorde a la normativa (3.1-IC), una vez sea ejecutada la ampliación del nuevo acceso. Para ello se estudiarán las distancias de parada, decisión y cruce que establece la norma.

Por otro lado, se establecerán las limitaciones al trazado en planta del propio acceso, indicando los radios de giro, las anchuras de carril necesarias y las limitaciones a posibles obstáculos visuales en la zona de la intersección.

Para realizar estos cálculos se han tenido en cuenta las siguientes condiciones de partida:

- Datos iniciales de la N-430c:
  - Nº de carriles por sentido: 2 (total 4 carriles)
  - Anchura de los carriles: 3 m
  - Existencia de arcenes: No, calzada limitada por aceras.
  - Pendiente longitudinal de la vía: Puede considerarse nula.
  - Velocidad máxima del carril derecho en ambos sentidos: 30 km/h
  - Velocidad máxima del carril izquierdo en ambos sentidos: 50 km/h
- Datos iniciales del nuevo acceso:
  - Nº de carriles por sentido: 1
  - Anchura de los carriles: 3,5 m (a verificar según el cálculo de este anejo)
  - Posibilidad de giro a la izquierda: No
  - Vehículo tipo: Turismo

## 4.2. VISIBILIDADES

### 4.2.1. DISTANCIA DE PARADA

Se ha realizado un estudio de visibilidad con objeto de **verificar que la visibilidad de parada en la intersección diseñada cumple la distancia mínima** establecida en la *Norma 3.1-I.C. Trazado*.

Todo vehículo que circula por la carretera principal (N-430C) debe poder pararse antes de llegar a la intersección si algún vehículo cruzase de forma imprudente y hubiese peligro de colisión. Por lo tanto, la visibilidad de parada de los vehículos que circulan por

la N-430c y se acercan a la intersección debe ser mayor a la distancia de parada medida desde el cruce.

Además, se asegurará que el vehículo que se incorpora a la vía principal desde la secundaria dispone de visibilidad suficiente desde la posición de parado sin invadir la vía principal.

Dado que los giros a la izquierda en la intersección (tanto de salida como de entrada a la vía secundaria) van a estar prohibidos, no es necesario realizar el estudio de distancias de cruce que establece la norma para el caso de giros a la izquierda.

Se comprueba además que la distancia entre accesos cumple con las limitaciones impuestas por la Norma 3.1-IC Trazado, para este tipo de vías urbanas.

#### 4.2.2. METODOLOGÍA Y CÁLCULO DE DISTANCIAS

En cualquier punto de la carretera el usuario tiene una visibilidad que depende, de la forma, dimensiones y disposición de los elementos de trazado.

Para que las distintas maniobras puedan efectuarse de forma segura, se precisa una visibilidad mínima que depende de la velocidad de los vehículos y del tipo de maniobra.

Para el cálculo de la visibilidad, el punto de vista del conductor se fija a una altura de un metro y diez centímetros (1,10 m) sobre la calzada y a una distancia de un metro y cincuenta centímetros (1,50 m) del borde izquierdo de cada carril, por el interior del mismo y en el sentido de la marcha. Se consideran siempre condiciones óptimas de iluminación.

- ***Distancia de parada***

Se define distancia de parada ( $D_p$ ) como la distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse ante un obstáculo inesperado en su trayectoria, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto que motiva la detención. Comprende la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado y tiene la siguiente expresión.



$$D_p = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f_l + i)}$$

Siendo:

- $D_p$ : Distancia de parada en metros.
- $t_p$ : Tiempo de percepción y reacción (2 s)
- $V$ : Velocidad al inicio de la maniobra de frenado (km/h)
- $f_l$ : Coeficiente de rozamiento longitudinal rueda-pavimento.
- $i$ : Inclinación de la rasante en tanto por uno.

Las limitaciones de velocidad del tramo de la carretera N-430c en el que se encuentra la intersección es de 50 km/h para el carril izquierdo de cada sentido y 30 km/h para el carril derecho. Por tanto, se considera la velocidad máxima permitida (**50 km/h**) para el cálculo de esta distancia.

La **inclinación** media de la rasante es prácticamente nula (**0%**) y el coeficiente de rozamiento, (Tabla 1: Coeficiente de Rozamiento. Fuente: Noma 3.1 -IC), para la velocidad de 50 km/h es **0,411**.

#### COEFICIENTE DE ROZAMIENTO LONGITUDINAL MOVILIZADO ( $f_l$ ) EN UNA MANIOBRA DE FRENADO.

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$f_l$	0,432	0,411	0,390	0,369	0,348	0,334	0,320	0,306	0,291	0,277	0,263

Tabla 1: Coeficiente de Rozamiento. Fuente: Noma 3.1 -IC

Con todos estos datos y según la Norma de Trazado se ha obtenido una **distancia de parada de 51,73 m**.

#### 4.2.3. VISIBILIDAD DE PARADA

Se define la visibilidad de parada dentro de un carril como la distancia que existe entre un vehículo y un obstáculo situado en su trayectoria, en el momento en que el conductor puede divisarlo sin que luego desaparezca de su campo visual. La distancia se medirá a lo largo del carril.

Según el punto 9.3.2.2 de la Norma 3.1-IC Trazado, *en tramos urbanos y periurbanos de carreteras convencionales las distancias mínimas entre una conexión y la conexión o el acceso más próximo, serán iguales o superiores a la correspondiente visibilidad de parada del tramo y como mínimo sesenta metros ( $\geq 60,00$  m) (no exigible en travesías).*

*En travesías de carreteras convencionales (con limitación de velocidad menor o igual que cincuenta kilómetros por hora ( $\leq 50$  km/h)) se admitirá que las conexiones (o los accesos con viario urbano) no se materialicen con carriles o cuñas de cambio de velocidad sino con envolventes de giro, que podrán ser sustituidas por otros tipos de entradas o salidas que engloben a aquellas.*

Por lo tanto, a pesar de que la norma exige a las travesías de cumplir la distancias mínimas entre accesos a las travesías, evaluamos en este apartado si el nuevo acceso cumpliría con estas distancias y por tanto, se trata de un acceso con condiciones normales de seguridad para este tipo de vías.

Así, en la *Figura 9: Distancias entre accesos* se comprueba que la distancia existente entre accesos es la siguiente:

- Desde la rotonda situada a la altura de la Puerta de Toledo: 127 m
- Desde el carril de incorporación desde la calle Altagracia: 93 m
- Desde el nuevo acceso hasta el siguiente en el mismo sentido de la marcha (calle Hospital de la Misericordia): 125 m



Figura 9: Distancias entre accesos

Por lo tanto, **se cumplen las distancias mínimas entre accesos**, al ser todas ellas mayores que la distancia de parada.

#### 4.2.4. VISIBILIDAD DE MANIOBRA

Se realiza en este punto un pequeño estudio de la visibilidad necesaria por parte de un vehículo que accede a la vía principal (N-403c) desde la vía secundaria (Calle Santa Bárbara) para realizar la parada obligatoria (STOP) y disponer de suficiente visibilidad de los vehículos que se aproximan para poder tomar la decisión de incorporarse a la vía con seguridad.

Así se establece que dispone de suficiente visibilidad si es capaz de divisar un vehículo al menos a la distancia de parada de éste, de manera que, en caso de que se incorpore a la vía, el vehículo que circula por ella tenga distancia suficiente de reacción.

Teniendo en cuenta la disposición del nuevo enlace (Figura 10: Visibilidad de incorporación), se puede comprobar que el límite de la nueva edificación queda por detrás de la posición del conductor de un vehículo parado en la línea de detención. Con este dato, se puede comprobar que el conductor que quiera incorporarse a la vía tiene no solo la

visibilidad mínima de parada del vehículo que circule por la Ronda (52 m), si no al menos, una visibilidad de 120 m, controlando de este modo el tráfico que discurre por todo el tramo desde la rotonda de la Puerta de Toledo.

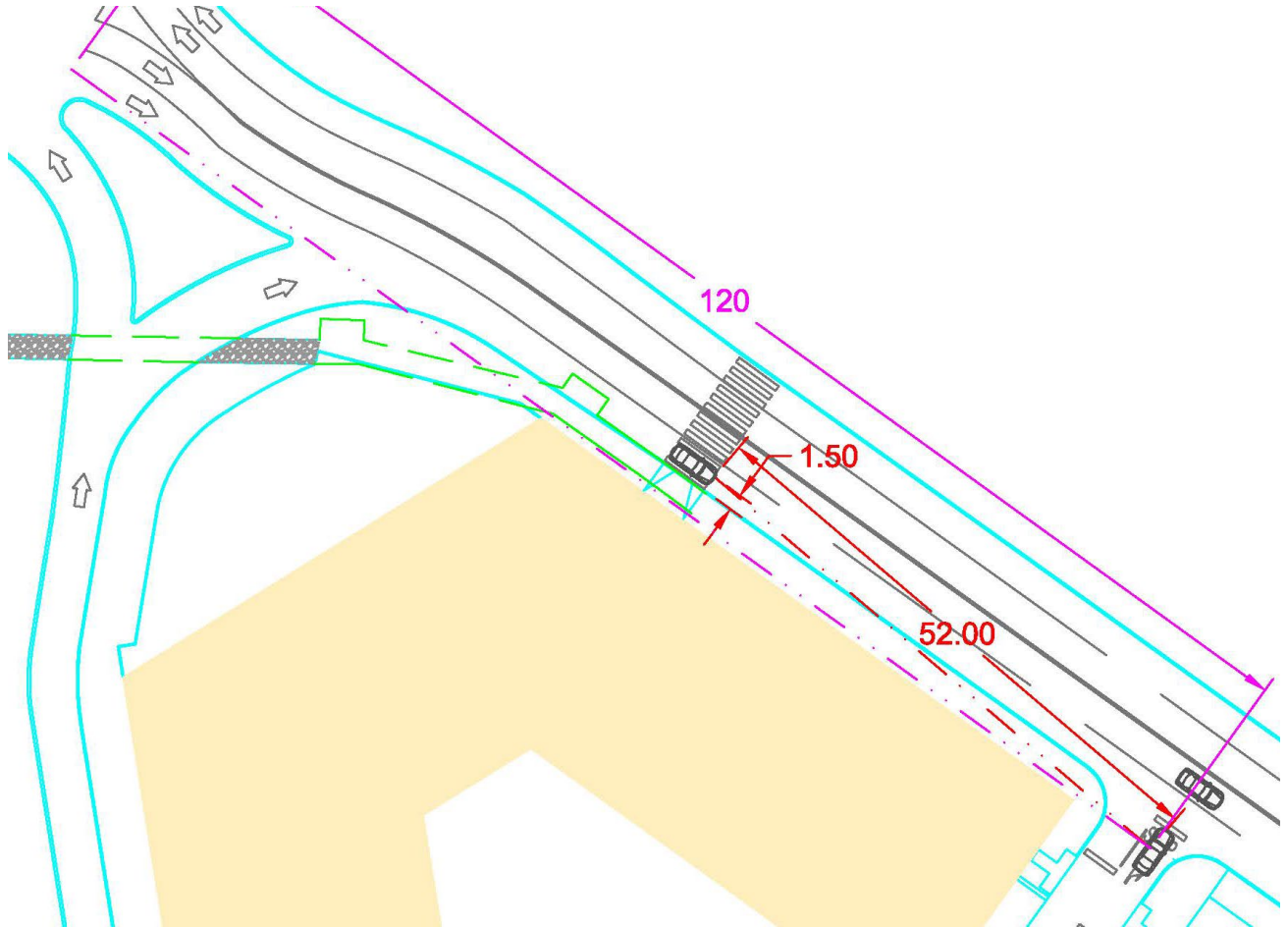


Figura 10: Visibilidad de incorporación

#### 4.3. ENVOLVENTES Y RADIOS DE GIRO

Para el diseño del nuevo acceso es necesario comprobar que los giros tanto de entrada como de salida al mismo se ejecutan con seguridad y comodidad.

Para esto, según la Norma 3.1-IC Trazado, es suficiente con que la envolvente de giro del vehículo patrón a considerar quede englobada en la solución adoptada, ya que no son necesarios carriles ni cuñas de cambio de velocidad al tratarse de un tramo urbano consolidado.

Así, se estudiarán dos momentos de uso del nuevo acceso para el diseño del mismo. Por un lado, diseñará el acceso para un vehículo patrón tipo turismo, que es el que se ha establecido para el uso a largo plazo del acceso.

Una vez establecido este diseño, se comprobará para el giro de camiones de mayor



tamaño que pudieran ser necesarios durante las obras de construcción de la nueva urbanización. En esta comprobación se asume que parte de los carriles colindantes puedan invadirse durante la maniobra, ya que, en caso necesario, esta maniobra sería ayudada por señalistas ubicados en ambas vías. Se comprueba, por tanto, que el hipotético camión puede girar sin dañar la infraestructura existente (acerados, bolardos, farolas, etc).

#### 4.3.1. RADIO DE GIRO TURISMO

Para el diseño final del acceso, se toma como referencia el radio de giro de un furgón de reparto. Según la Nota Técnica “Trayectorias de giro a baja velocidad”, del MOPU, agosto de 1988, los radios mínimos que se pueden considerar para turismos son 6 m (arista exterior).

Con esto, y teniendo en cuenta que la anchura de cada carril de la vía de acceso son 3,5 m, el radio mínimo en la arista interior de la curva, dejando un sobreecho de 0,5 m a cada lado serían 3,5 m. Si tomamos como referencia los radios mínimos de esquinas que admite la Instrucción de Vía Pública de Madrid, serían los que se indican en la siguiente tabla:

CUADRO 4.1 - 2.1.2 RADIOS MÍNIMOS DE GIRO EN BORDILLO INTERIOR DE INTERSECCIONES A NIVEL PARA LOS MOVIMIENTOS PERMITIDOS			
Tipos de vías			Radio mínimo en bordillo (m)
Vías Urbanas sin vía de servicio y Vía Distrital			10
Vías Locales Colectoras	Áreas residenciales:	un solo carril por sentido	10
		dos o más carriles por sentido	6
	Áreas industriales y comerciales		10
Vías Locales de Acceso	Áreas residenciales:	calzada con un solo carril	6
		calzada con dos o más carriles	4*
	Áreas industriales y comerciales		10

Tabla 2: Radios de Giro. Fuente IVP Madrid

Por lo tanto, se establece **un radio mínimo de giro en el bordillo interior de 4 m.**

#### 4.3.2. COMPROBACIÓN PARA VEHÍCULOS DE MAYOR TAMAÑO.

Para el caso de que sea necesario el acceso de vehículos de mayor tamaño, tales como furgones de reparto o camiones para la ejecución de las obras, el giro sigue siendo posible tal y como se muestra en el siguiente esquema:

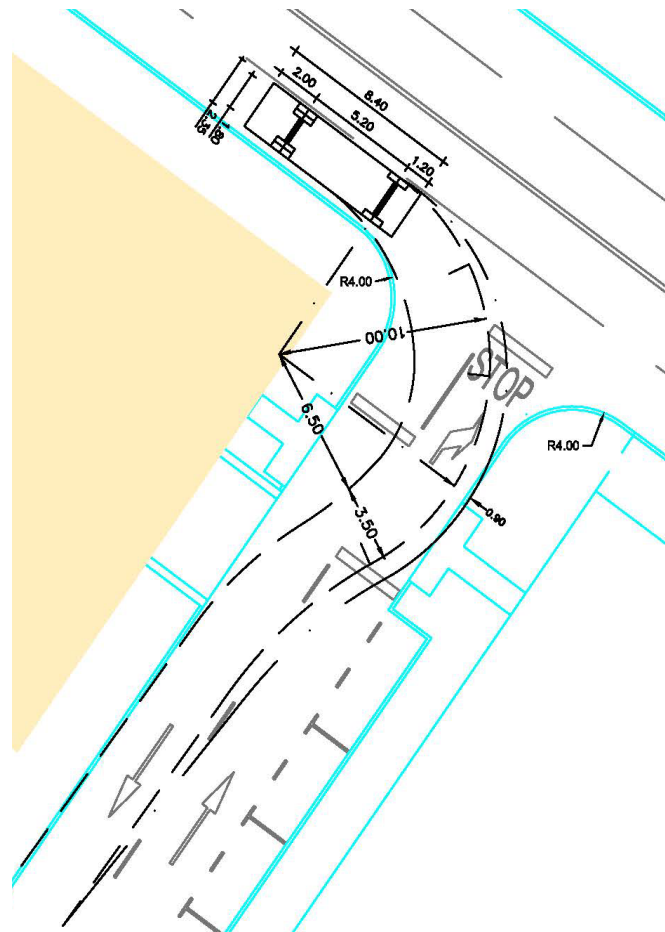


Figura 11: Esquema giro Camión

#### 4.4. CONCLUSIONES

Según lo calculado en este capítulo, el nuevo acceso cumple con las distancias mínimas exigidas entre accesos por la normativa para este tipo de vías. Además, con el diseño propuesto que prohíbe los giros a la izquierda, el acceso proyectado dispone de suficiente visibilidad para realizar las maniobras de entrada y salida con total seguridad.

En cuanto a radios mínimos de bordillos interiores, se propone que sea de 4 m, de manera que se permita el giro de turismos y también sea posible el de camiones en caso necesario.

## 5. FIRMES

### 5.1. INTRODUCCIÓN

Se describe en este apartado la sección tipo a utilizar para la ampliación de la Calle Santa Bárbara de Ciudad Real, de acuerdo con el nuevo uso a que será destinada con la ejecución del desarrollo urbanístico que nos ocupa.

En la elaboración del anejo se tendrá en cuenta principalmente la siguiente normativa:

- Orden Ministerial 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.
- Orden Ministerial FOM/3459/2003 del 28 de noviembre. Instrucción de Carreteras 6.3-I.C. Rehabilitación de Firmes.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes. PG-3.
- Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego De Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.

### 5.2. DATOS DE PARTIDA

Como se calculó en el capítulo 1. Estudio de tráfico, la categoría de tráfico para la ampliación de la calle Santa Bárbara es T42. Estos parámetros se obtienen de la IMDp (Intensidad media diaria de vehículos pesados) en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio.

### 5.3. FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

Para definir la estructura del firme es necesario establecer de qué categoría de explanada se dispone en el emplazamiento de la obra. Las categorías se determinan según el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (Ev2), obtenido de

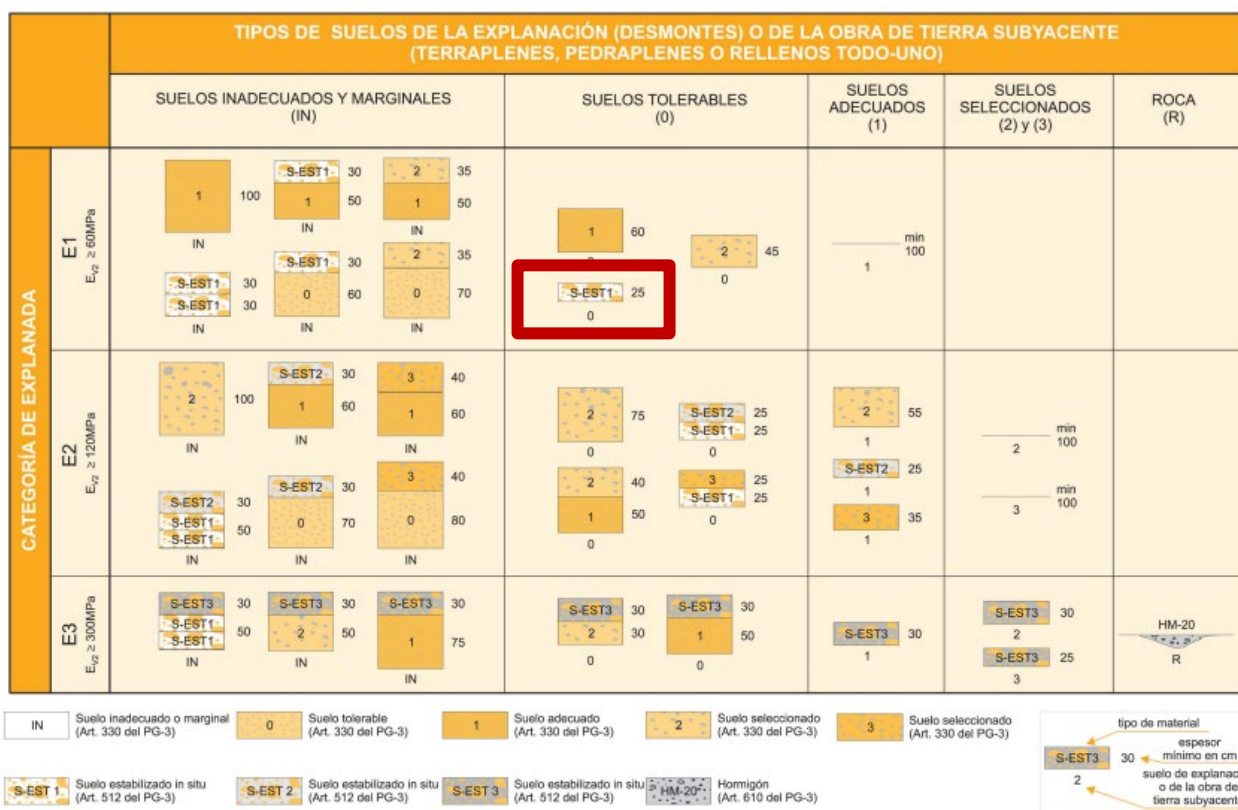
acuerdo con la NLT-357 «Ensayo de carga con placa», cuyos valores se recogen en la siguiente tabla de la Norma 6.1-I.C

CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
$E_{v2}$ (MPa)	$\geq 60$	$\geq 120$	$\geq 300$

**Tabla 3: Módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga. Fuente: Norma 6.1-I.C. Secciones de Firme**

Dado que, en el momento de redacción de este estudio, no es posible el acceso a la zona de obras y por tanto, no es posible realizar ensayos en el terreno existente, se ha supuesto para la elección del paquete de firmes, la explanada de menor capacidad de carga E1.

En caso de que el terreno subyacente no alcance el valor mínimo de  $E_{v2}$  (60 Mpa), es posible realizar una mejora del terreno subyacente para alcanzar la capacidad necesaria. Para esto, la Norma 6.1-IC define una serie de posibles mejoras para la formación de la explanada, las cuales están recogidas en la siguiente figura:



**Figura 12: Formación de la explanada. Fuente: Norma 6.1-IC. Secciones de Firme**

Como se ha descrito anteriormente, para la nueva vía se considera una explanada E1 y una categoría de tráfico T42. En la siguiente figura se muestran las posibles secciones de firme que corresponden a esta pareja de datos de entrada:

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
		T31	T32	T41	T42
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	3111 MB 20 ZA 40 3112 MB 15 SC 30 3114 HF 21 ZA 30	3211 MB 18 ZA 40 3212 MB 12 SC 30 3214 HF 21 ZA 20	4111 MB 10 <sup>(1)</sup> ZA 40 4112 MB 8 SC 30 4114 HF 20 ZA 20	<b>4211 MB 5<sup>(1)</sup> ZA 35</b> 4212 MB 5 SC 25 4214 HF 18 ZA 20
	E2	3121 MB 16 ZA 40 3122 MB 12 SC 30 3124 HF 21 ZA 25	3221 MB 15 ZA 35 3222 MB 10 SC 30 3224 HF 21 ZA 20	4121 MB 10 <sup>(1)</sup> ZA 30 4122 MB 8 SC 25 4124 HF 20 ZA 20	4221 MB 5 <sup>(1)</sup> ZA 25 4222 MB 5 SC 22 4224 HF 18 ZA 18
	E3	3131 MB 16 ZA 25 3132 MB 12 SC 22 3134 HF 21 ZA 20	3231 MB 15 ZA 20 3232 MB 10 SC 22 3234 HF 21 ZA 20	4131 MB 10 <sup>(1)</sup> ZA 20 4132 MB 8 SC 20 4134 HF 20 ZA 20	4231 MB 5 <sup>(1)</sup> ZA 20 4232 MB 5 SC 20 4234 HF 18 ZA 18

Esposes mínimos en cm

MB Mezclas bituminosas    HF Hormigón de firme    SC Suelocemento    ZA Zahorra artificial

(1) Estas capas bituminosas podrán ser proyectadas con mezclas bituminosas en caliente muy flexibles, gravaemulsión sellada con un tratamiento superficial o mezcla bituminosa abierta en frío sellada con un tratamiento superficial.

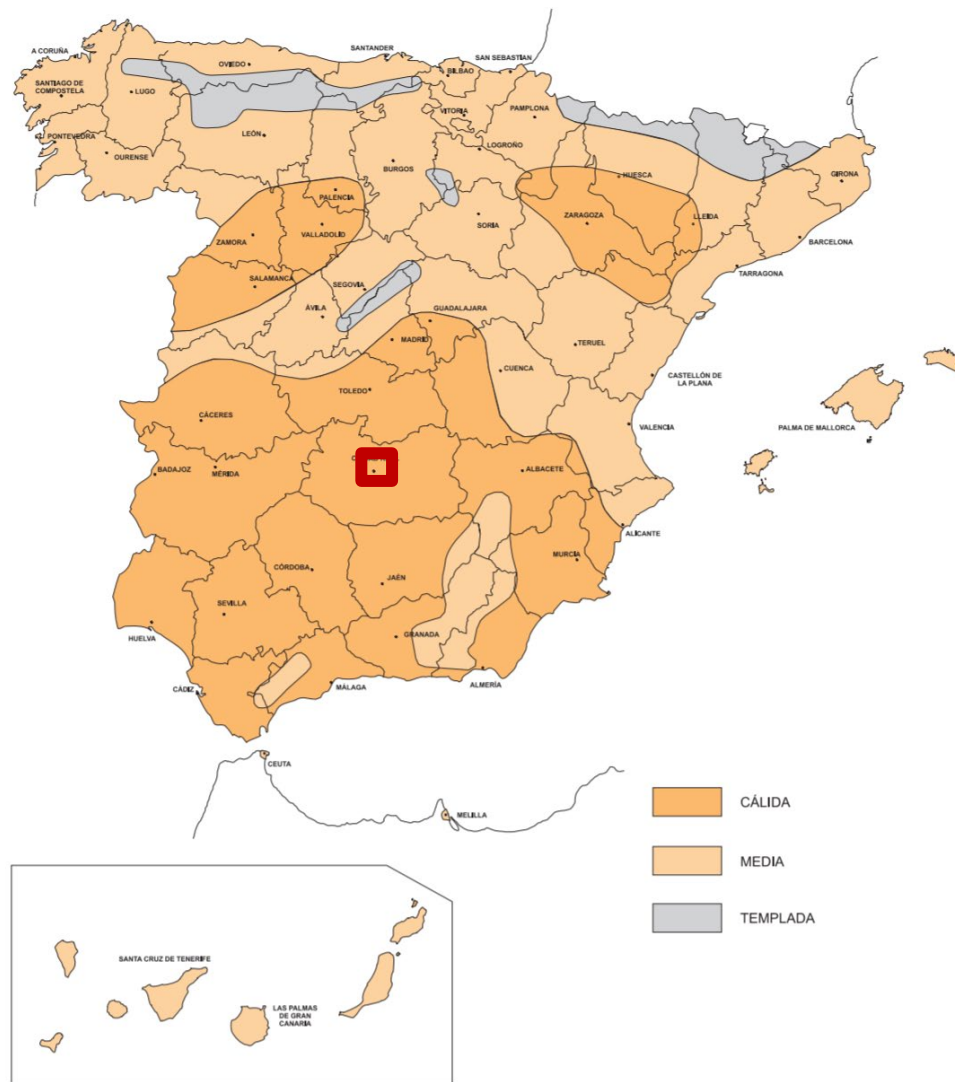
**Figura 13: Secciones de firme. Fuente: Norma 6.1-IC**

De entre las posibles opciones, se optará siempre por un firme de Mezcla Bituminosa, por continuidad con los firmes de las calles aledañas. De entre las dos opciones de paquete de firmes con MB, se opta por la **4211**, es decir, **5 cm de Mezcla Bituminosa sobre 35 cm de Zahorra Artificial**, ya que este material se consigue de manera fácil en canteras de la zona y más para una obra de pequeña envergadura como la que nos ocupa.

#### 5.4.1. ELECCIÓN DEL LIGANTE

De acuerdo con la Norma 6.1-I.C. Secciones de Firme la elección del ligante bituminoso y la relación entre su dosificación en masa y la del polvo mineral dependerá de la zona térmica estival. La zona de proyecto está dentro de la zona térmica cálida según el mapa de la *Figura 14: Mapa de las zonas térmicas estivales*. Fuente: Norma 6.1-I.C.





**Figura 14: Mapa de las zonas térmicas estivales. Fuente: Norma 6.1-I.C**

Conocida la zona térmica y la categoría de tráfico de pesados es posible determinar el ligante a emplear según el artículo 542 del PG-3, empleando la tabla siguiente (Tabla 542.1ª del PG-3).



ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T00	T0	T1	T2 y T31	T32 y ARCENES	T4
Cálida	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-65		35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70	
Media	35/50 BC35/50 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65		35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 70/100 BC50/70	50/70 70/100 BC50/70
Templada	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65		50/70 70/100 BC50/70 PMB 45/80-60			

(\*) Se podrán emplear también betunes modificados con caucho que sean equivalentes a los betunes modificados de esta tabla, siempre que cumplan las especificaciones del artículo 212 de este Pliego. En ese caso, a la denominación del betún se añadirá una letra C mayúscula, para indicar que el agente modificador es polvo de caucho procedente de la trituración de neumáticos fuera de uso.

Se podrán emplear también betunes multigrados, que sean equivalentes en el intervalo de penetración, siempre que cumplan las especificaciones del artículo 211 de este Pliego.

**Tabla 4: Tipo de ligante hidrocarbonado en capa de rodadura y siguiente. Fuente: Art 542 PG-3**

Por lo tanto se opta por un Betún Asfáltico convencional 50/70, según Art 211 del PG3.

Dado que el espesor necesario de mezcla bituminosa es de 5 cm, y con el fin de dotar de continuidad estructural al firme, se considera una única capa de Mezcla Bituminosa (capa de rodadura) y por tanto no es necesario definir las características de capas base ni intermedia.

#### 5.4.2. SELECCIÓN DE LA MEZCLA BITUMINOSA

Una vez conocido el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear, se define la mezcla bituminosa requerida.

Según la siguiente figura que aparece en la Norma 6.1-IC, para un espesor de 5 cm de Mezcla Bituminosa y un tráfico T42

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura	PA	4		
	M	3	2-3	
	F			
	D y S		6-5	5
Intermedia	D y S	5-10(**)		
Base	S y G	7-15		
	MAM	7-13		

(\*) Ver definiciones en tabla 5 o artículos 542 y 543 del PG-3.

(\*\*) Salvo en arcones, para los que se seguirá lo indicado en el apartado 7.

**Tabla 5: Espesor de capas de mezcla bituminosa en caliente. Fuente: Norma 6.1.IC**

Hay que indicar que en la Norma 6.1-IC aún se hace referencia a la antigua denominación de Mezclas Densas y Semidensas del PG-3. Según versión vigente del PG-3, art 542 la mezcla bituminosa a emplear será:

### **AC 16 surf 50/70 D**

Dicha mezcla bituminosa deberá cumplir en todos sus componentes lo indicado en el art 542 del PG-3, teniendo en cuenta que al tratarse de una categoría de tráfico T42, los requerimientos de calidad en algunos de sus parámetros son menores que para categorías de tráfico mayores.

#### **5.4.3. RIEGO DE IMPRIMACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA BASE GRANULAR**

Se define como riego de imprimación la aplicación de una emulsión bituminosa sobre una capa granular, previa a la colocación sobre ésta de una capa bituminosa. Según el art 530 del PG-3, se utilizarán para este cometido emulsiones catiónicas definidas, según el art 214 del PG-3 como:

### **C50BF4 IMP**

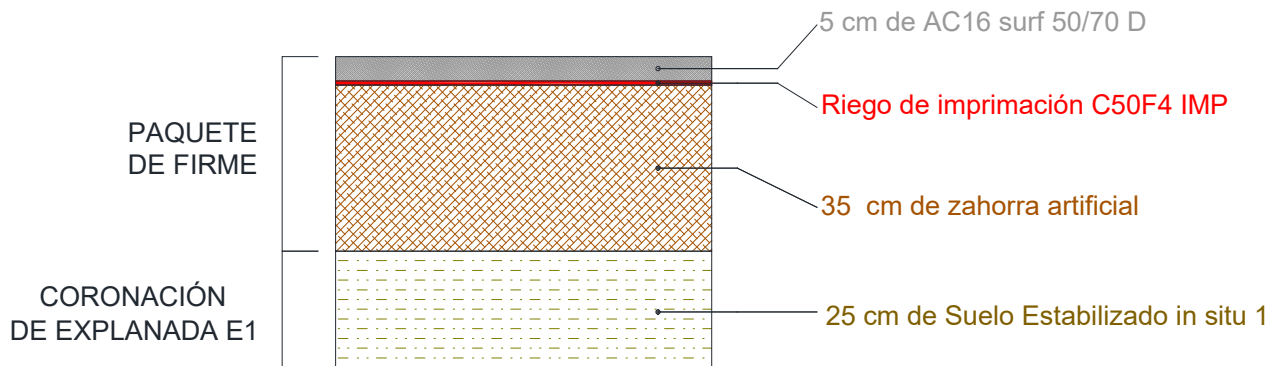
Es decir, emulsión bituminosa catiónica, con un 50% de contenido en betún asfáltico, contenido en fluidificante mayor al 3%, clase de comportamiento a rotura 4 (norma UNE-EN 13075-1) para su aplicación como riego de imprimación.

La capa granular inferior estará formada por una capa de 35 cm de Zahorra Artificial tipo **ZA-0/20**, según el art 510 del PG-3. En este caso, teniendo en cuenta la categoría de tráfico, podría utilizarse zahorra proveniente de materiales granulares reciclados, siempre que cumplan todos los parámetros indicados en el art 510 ya mencionado.

## 5.5. CONCLUSIÓN

Como conclusión, teniendo en cuenta la categoría de tráfico, el terreno existente y las condiciones climáticas en las que se ubica la Calle Santa Bárbara de Ciudad Real, el paquete de firmes propuesto para la misma es el siguiente:

DETALLE 1: Paquete de firmes sobre suelo tolerable.



En caso de que el terreno existente posea la capacidad requerida para considerarse como explanada E1, no será necesaria la capa de estabilización in situ indicada en el esquema superior.

## 6. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

Según lo expuesto en los puntos anteriores, el presente estudio incluye todos los puntos relativos a la posible afección a la N-430c del nuevo acceso que se pretende construir en el P.K. 2+300 de la citada carretera, en la ubicación de la Calle Santa Bárbara.

En Ciudad Real, a 2 de junio de 2022

DOÑA ANA BARENCA BONET

Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos, autora del presente estudio