

MEMORIA Y SUS ANEJOS.

ANEJO Nº 9: FIRMES

INDICE:

1. INTRODUCCIÓN3

2. CÁLCULO DEL TRÁFICO PESADO3

3. EXPLANADA.....3

4. FIRME ADOPTADO4

5. TIPO DE BETÚN A EMPLEAR.....6

6. SECCIONES DE FIRME DE ACERAS, CARRIL BICI Y APARCAMIENTOS.7

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto el dimensionamiento y elección de la tipología del paquete de firme para cada vial proyectado, definiendo para cada uno de ellos los espesores de las distintas capas que los componen.

Para la realización del mismo, se ha partido de los datos de tráfico calculados en el Anejo N°7. Estudio de Tráfico. Además, se atenderá a lo establecido en la vigente Instrucción 6.1-IC Secciones de firme, aprobada el 28 de noviembre de 2003 (Orden FOM/3460/2003). De las estructuras de firme propuestas, se seleccionará aquella que mejor se adapte a los condicionantes económicos, de disponibilidad de materiales y de viabilidad de ejecución.

Siguiendo lo expuesto en dicha Norma, para determinar la sección de firme es necesario conocer con anterioridad tanto la categoría de tráfico pesado como la de la explanada, que se pasan a definir en los siguientes apartados.

Por último, se realiza un apartado en el que se definen las distintas secciones de firme tanto de las aceras como del carril bici y los aparcamientos.

2. CÁLCULO DEL TRÁFICO PESADO

El cálculo de la categoría de tráfico pesado se obtiene del Anejo N°7. Estudio de Tráfico y se recogen en la Tabla 2. Para la clasificación en las distintas categorías se ha utilizado la Instrucción 6.1-IC Secciones de firme, aprobada el 28 de noviembre de 2003 (Orden FOM/3460/2003), que se añade a continuación (Tabla 1):

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

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

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

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

Tabla 1. Tablas 1.A. y 1.B. de Categorías de Tráfico Pesado de la Instrucción 6.1-IC.

VIAL	IMD _p (veh/día/carril)	CATEGORÍA TRÁFICO PESADO 6.1 -IC
1	72,26	T32
2	51,90	T32
3	48,17	T41
4	26,48	T41
5	27,20	T41
6	27,17	T41
7	13,03	T42
8	12,87	T42
9	13,29	T42
10	13,79	T42
11	56,16	T32
12	8,15	T42
13	8,90	T42

Tabla 2. Categoría tráfico pesado en cada vial de la urbanización.

En cuanto a la glorieta de nueva construcción, se obtuvo en el Anejo n°7 un tráfico de pesados de **195 vehículos / día**, que corresponde a una categoría de tráfico pesado según la Instrucción 6.1 IC de **T31**.

3.EXPLANADA

Para el dimensionamiento de la explanada, se parte de lo indicado en las “Normas Urbanísticas. Tomo I, de la Revisión y Adaptación del Plan General Municipal de Cáceres” aprobado por Resolución del Consejero de Fomento de 15-02-2010. En su Artículo 5.1.2. Sistema viario, indica que se garantizará que la explanada conseguida sea al menos tipo E-2, según condiciones del PG-3 e Instrucción de Carreteras. Por lo tanto, la categoría de explanada que se adopta es del tipo **E2**, con un módulo de compresibilidad en segundo ciclo de carga > 120 MPa, según la Norma 6.1- IC.

Una vez elegida la categoría de explanada a utilizar, se pasa a su dimensionamiento. Para ello, hay que conocer los datos del terreno existente en la traza, que se extraen del Anejo Nº3. Geología y Geotecnia. Del mismo, se llega a la conclusión de que existen tres tipos de terrenos en la traza de los distintos viales:

- Una zona minoritaria de suelo tolerable, que coincide con el trazado del Vial 11.
- El resto de la zona está formada por suelo adecuado y seleccionado.

A la hora del dimensionamiento de la explanada, se considera que la traza del vial 11 está situada sobre suelo tolerable, mientras que el resto de viales están sobre suelo adecuado, quedando del lado de la seguridad al existir zonas con suelo seleccionado. Dicho material seleccionado, podrá ser utilizado como material de terraplenado para la formación de la explanada.

Identificados los distintos materiales que se tienen en la traza, se pasa a calcular los distintos espesores de material que formarán la explanada E2, entrando en la Figura 1 de la Norma 6.1- IC, de la que se obtienen los siguientes datos:

- En la zona con **suelo tolerable (vial 11)** se dimensiona una explanada E2 formada por un espesor de **75 cm** de **suelo seleccionado** sobre dicho suelo tolerable.
- En la zona con **suelo adecuado (resto de viales)**, la explanada E2 estará formada por un espesor de **55 cm** de **suelo seleccionado** sobre dicho suelo adecuado.

Señalar que las características de los suelos mencionados anteriormente cumplirán tanto con lo establecido en Norma 6.1- IC. así como con el Art. 330 de PG-3.

4.FIRME ADOPTADO

En función de la categoría de explanada y de tráfico pesado definidas en los apartados anteriores, se pasa a dimensionar las distintas secciones de firmes. Para ello, se utiliza la Figura 2.2. de la Norma 6.1- IC:

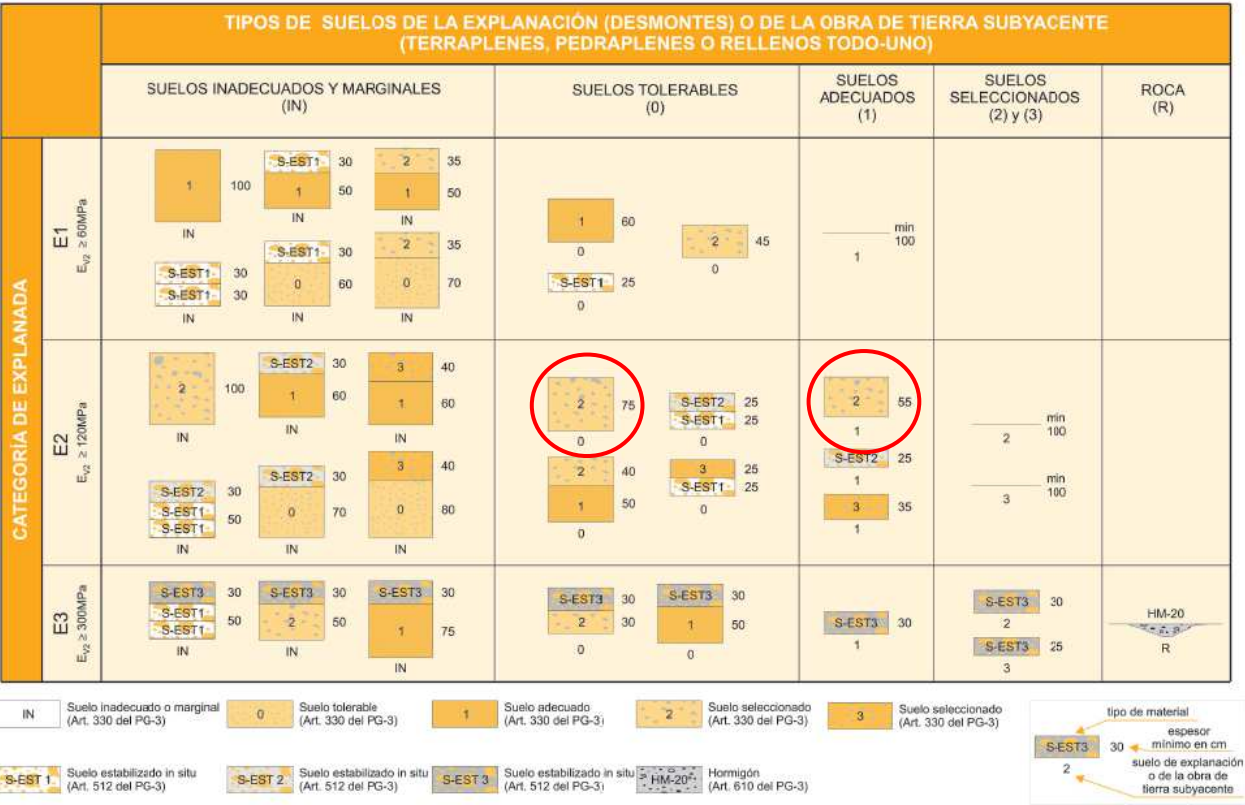


FIGURA 1. FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

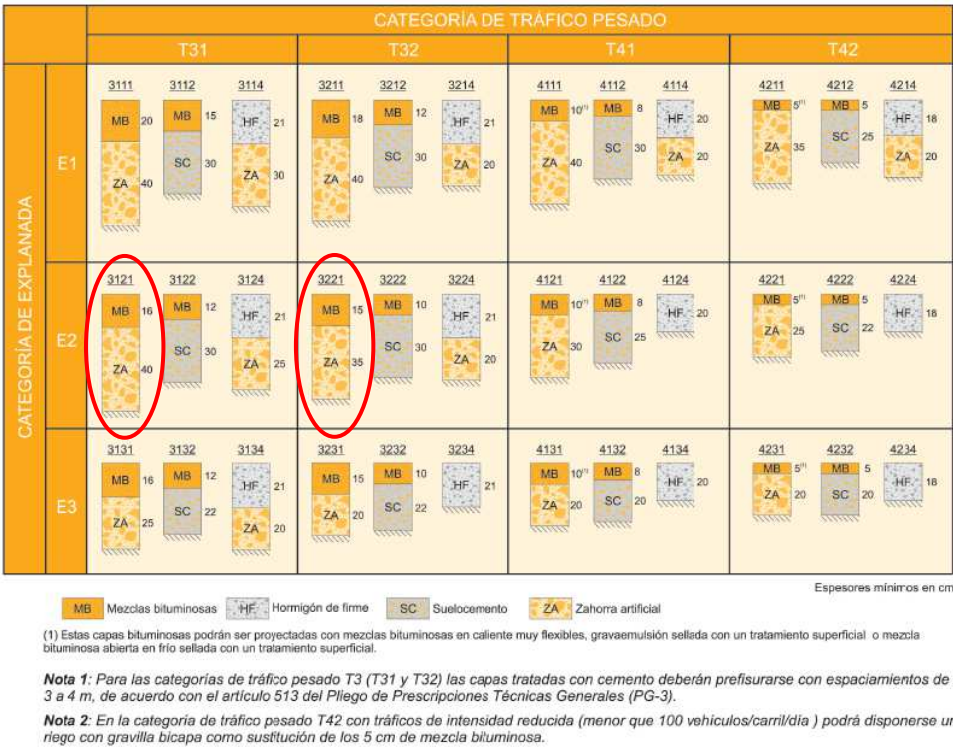


FIGURA 2.2. CATÁLOGO DE SECCIONES DE FIRME PARA LAS CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 (T31 y T32) y T4 (T41 y T42), EN FUNCIÓN DE LA CATEGORÍA DE EXPLANADA

Figura 1. Figura 1 y 2.2. de la Instrucción 6.1-IC. Formación de la explanada y Catálogo de secciones de firme.

Antes de ello, hay que tener en cuenta una serie de consideraciones previas:

- Las "Normas Urbanísticas. Tomo I, de la Revisión y Adaptación del Plan General Municipal de Cáceres", en su Artículo 5.1.2. Sistema viario señala que los carriles tendrán como mínimo, el siguiente paquete de firme o equivalente:
 - 11 cm de Mezcla bituminosa en caliente.
 - 35 cm de base granular. (Zahorra artificial).
 - Riegos de imprimación y adherencia.
- La sección existente del paquete de firme de la Ronda Norte está compuesta por los siguientes materiales:
 - 10 cm de Mezcla bituminosa en caliente.
 - 13 cm de Grava Emulsión.
 - 25 cm de Suelocemento.

que es equivalente a una sección de firme 3122.

Por lo tanto, entrando en la Figura 2.2. de la Norma 6.1- IC, se obtienen las siguientes secciones de firme en función de la categoría de tráfico pesado:

- Tráfico **T31**: Sección de firme **3121**, formada por **16 cm de Mezcla Bituminosa + 40 cm de Zahorra Artificial**.
- Tráfico **T32**: Sección de firme **3221**, formada por **15 cm de Mezcla Bituminosa + 35 cm de Zahorra Artificial**.
- Tráfico **T41**: Sección de firme **4121**, formada por 10 cm de Mezcla Bituminosa + 30 cm de Zahorra Artificial. Al no cumplir con los espesores mínimos señalados en las Normas Urbanísticas, se proyecta el mínimo establecido en ellas: **11 cm de Mezcla Bituminosa + 35 cm de Zahorra Artificial**.
- Tráfico **T42**: Se adopta la sección mínima establecida las Normas Urbanísticas: **11 cm de Mezcla Bituminosa + 35 cm de Zahorra Artificial**.

Resuelto el paquete de firme conforme a la siguiente disposición:

- Tráfico T31
 - **6 cm** de Mezcla Bituminosa en capa de rodadura tipo **AC 22 surf 50/70 S**.
 - Riego de adherencia **C60B3 ADH**. Dotación 0,5 kg/m².
 - **10 cm** de Mezcla Bituminosa en capa de base tipo **AC 22 base 50/70 G**.
 - Riego de imprimación **C60BF4 IMP**. Dotación 1,0 kg/m².
 - **40 cm** de Zahorra Artificial **ZA 0/20**.
- Tráfico T32
 - **6 cm** de Mezcla Bituminosa en capa de rodadura tipo **AC 22 surf 50/70 S**.
 - Riego de adherencia **C60B3 ADH**. Dotación 0,5 kg/m².
 - **9 cm** de Mezcla Bituminosa en capa de base tipo **AC 22 base 50/70 G**.
 - Riego de imprimación **C60BF4 IMP**. Dotación 1,0 kg/m².
 - **35 cm** de Zahorra Artificial **ZA 0/20**.
- Tráfico T41 y T42
 - **5 cm** de Mezcla Bituminosa en capa de rodadura tipo **AC 22 surf 50/70 S**.
 - Riego de adherencia **C60B3 ADH**. Dotación 0,5 kg/m².
 - **6 cm** de Mezcla Bituminosa en capa de base tipo **AC 22 base 50/70 G**.
 - Riego de imprimación **C60BF4 IMP**. Dotación 1,0 kg/m².
 - **35 cm** de Zahorra Artificial **ZA 0/20**.

Todas las secciones anteriores se definen con detalle en sus planos correspondientes.

A continuación se añade una tabla resumen (Tabla 3) con las distintas formaciones de explanadas y firme para cada vial proyectado:

VIAL	IMD _p	CLASIF. SUELO	ESPEJOR EXPLANADA	ESPEJOR SECCIÓN FIRME
1	T32	Adecuado	55 cm Suelo Seleccionado	15 cm de Mezcla Bituminosa + 35 cm de Zahorra Artificial
2	T32	Adecuado	55 cm Suelo Seleccionado	15 cm de Mezcla Bituminosa + 35 cm de Zahorra Artificial
3	T41	Adecuado	55 cm Suelo Seleccionado	11 cm de Mezcla Bituminosa + 35 cm de Zahorra Artificial
4	T41	Adecuado	55 cm Suelo Seleccionado	11 cm de Mezcla Bituminosa + 35 cm de Zahorra Artificial
5	T41	Adecuado	55 cm Suelo Seleccionado	11 cm de Mezcla Bituminosa + 35 cm de Zahorra Artificial
6	T41	Adecuado	55 cm Suelo Seleccionado	11 cm de Mezcla Bituminosa + 35 cm de Zahorra Artificial
7	T41	Adecuado	55 cm Suelo Seleccionado	11 cm de Mezcla Bituminosa + 35 cm de Zahorra Artificial
8	T41	Adecuado	55 cm Suelo Seleccionado	11 cm de Mezcla Bituminosa + 35 cm de Zahorra Artificial
9	T41	Adecuado	55 cm Suelo Seleccionado	11 cm de Mezcla Bituminosa + 35 cm de Zahorra Artificial
10	T41	Adecuado	55 cm Suelo Seleccionado	11 cm de Mezcla Bituminosa + 35 cm de Zahorra Artificial
11	T32	Tolerable	75 cm Suelo Seleccionado	15 cm de Mezcla Bituminosa + 35 cm de Zahorra Artificial
12	T42	Adecuado	55 cm Suelo Seleccionado	11 cm de Mezcla Bituminosa + 35 cm de Zahorra Artificial
13	T42	Adecuado	55 cm Suelo Seleccionado	11 cm de Mezcla Bituminosa + 35 cm de Zahorra Artificial
Glorieta	T31	Adecuado	55 cm Suelo Seleccionado	16 cm de Mezcla Bituminosa + 40 cm de Zahorra Artificial

Tabla 3. Formaciones de explanadas y firme para cada vial proyectado.

5. TIPO DE BETÓN A EMPLEAR.

El tipo de betón a emplear en la mezcla bituminosa está definido por el artículo 542 del PG-3 en la redacción dada en la Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre.

En ella se recoge las tablas 542.1.a y 542.1.b que indica los distintos tipos de ligante hidrocarbonado a emplear en capa de rodadura y de base, en función la categoría del tráfico pesado y la zona térmica estival.

TABLA 542.1.a - TIPO DE LIGANTE HIDROCARBONADO A EMPLEAR EN CAPA DE RODADURA Y SIGUIENTE (*) (Artículos 211 y 212 de este Pliego, y reglamentación específica vigente DGC)

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	50/70 70/100 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	
TEMPLADA	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65		50/70 70/100 BC50/70 PMB 45/80-60			

TABLA 542.1.b - TIPO DE LIGANTE HIDROCARBONADO A EMPLEAR EN CAPA DE BASE, BAJO OTRAS DOS (*) (Artículos 211 y 212 de este Pliego, y reglamentación específica vigente DGC)

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
	T00	T0	T1	T2 y T3
CÁLIDA	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70	50/70 BC50/70	50/70 BC50/70
MEDIA				50/70 70/100 BC50/70
TEMPLADA	50/70 70/100 BC50/70			70/100

Tabla 4. Tablas 542.1.a y 542.1.b que indica los distintos tipos de ligante hidrocarbonado a emplear en capa de rodadura y de base

El siguiente paso es conocer la zona térmica estival en la que se sitúa la obra proyectada, que como se aprecia en la Figura 2.2. de la Norma 6.1- IC. se encuentra en **Zona Cálida**.

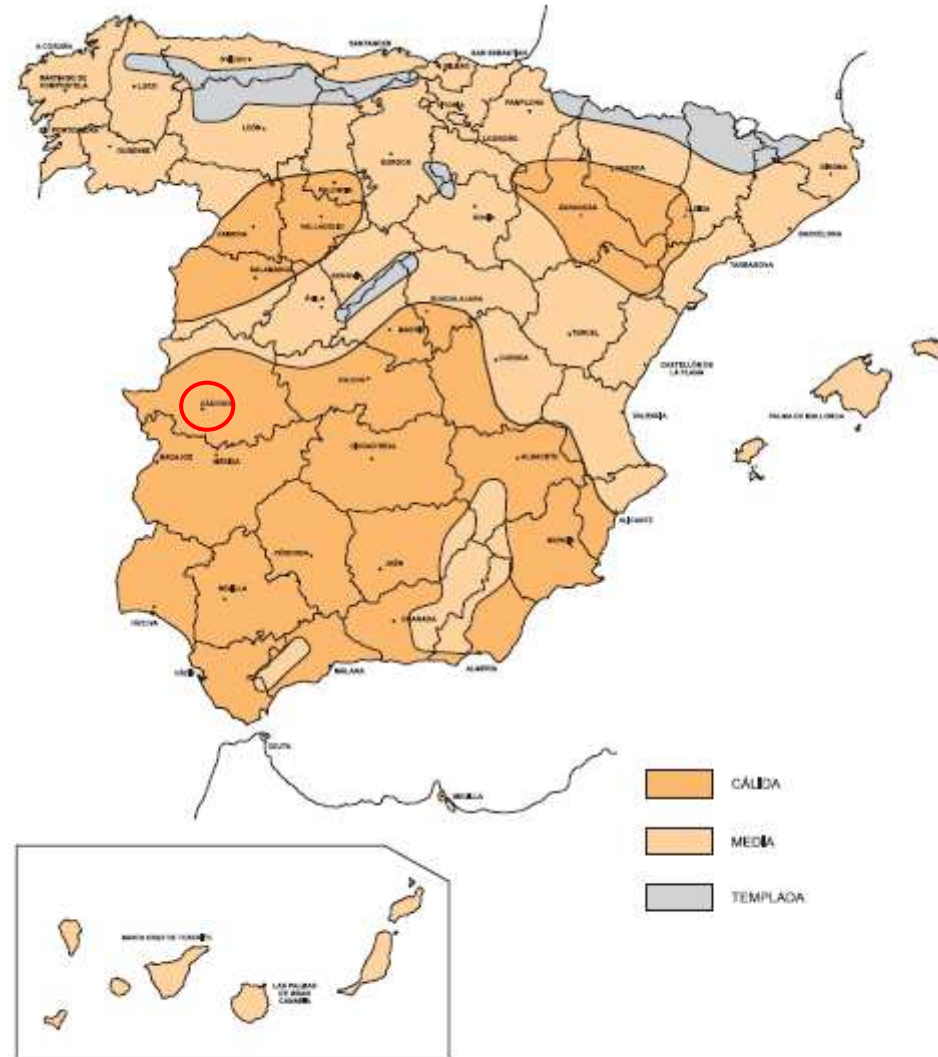


FIGURA 3. ZONAS TÉRMICAS ESTIVALES

Figura 2. Figura 3 de la Instrucción 6.1-IC. Zonas térmicas estivales.

En el caso de las obras proyectadas, el betún a emplear será del tipo **BC 50/70**, ya que se está en una zona térmica estival cálida. Se empleará el mismo tipo de betún tanto para la base de rodadura (S) como para la capa de base (G), por facilidad constructiva.

6. SECCIONES DE FIRME DE ACERAS, CARRIL BICI Y APARCAMIENTOS.

En este apartado, se pasan a definir las secciones de firme tanto en la zona de aceras como de carril bici y aparcamientos. Para ello, se parte de las disposiciones mínimas que indican las "Normas Urbanísticas. Tomo I, de la Revisión y Adaptación del Plan General Municipal de Cáceres", en su Artículo 5.1.2. Sistema viario:

- Estacionamientos:
 - 15 cm de Hormigón en masa de 25 kp/cm² con terminación de fratasado.
 - 30 cm de base granular. (Zahorra artificial).
- Aceras:
 - Ejecución de una base compactada de zahorra de espesor no inferior a quince (15) centímetros.
 - Ejecución de una solera de hormigón no inferior a quince (15) centímetros.
 - Pavimentación con baldosas hidráulicas, piedra natural, adoquín, hormigón tratado.

Por lo tanto, las secciones a disponer serán:

- Aceras
 - Pavimentación con **Baldosa Hidráulica**.
 - **15 cm** de Hormigón en Masa **HM-20**.
 - **15 cm** de Zahorra Artificial **ZA 0/20**.
- Carril Bici
 - **15 cm** de Hormigón en Masa **HM-20** con acabado **impreso**.
 - **15 cm** de Zahorra Artificial **ZA 0/20**.
- Aparcamientos
 - **15 cm** de Hormigón en Masa **HM-25** con terminación de **fratasado**.
 - **30 cm** de Zahorra Artificial **ZA 0/20**.

Dichas secciones se definen con detalle en sus planos correspondientes.