



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS INDUSTRIALES

DTO. DE EXPRESIÓN GRÁFICA, DISEÑO Y PROYECTOS
ÁREA DE EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE UN ADOQUÍN

Alumno: Francisco Pinto Oliver
Directora: María Luz García Ceballos
Ponente: José Ramón de Andrés Díaz
Titulación: Ingeniero Industrial

Índice general

1	Instalación del adoquín	4
1.1	Capas componentes	4
1.2	Determinación de la sección tipo	5
1.2.1	Tipo de explanada	5
1.2.2	Categoría de tráfico	6
1.3	Secciones tipo	6
2	Objetivos y alcance	10
2.1	Introducción	10
A	Planos	13
	Bibliografía	14

Índice de figuras

1.1	Secciones tipo para base granular. Unidades en cm.	8
1.2	Secciones tipo para base de hormigon. Unidades en cm.	8

Índice de tablas

1.1	Índice CBR.	5
1.2	Categoría de tráfico.	6
1.3	Categoría de tráfico en viales y zonas de aparcamiento.	6
1.4	Intensidades de uso en zonas industriales.	7
1.5	Categoría de tráfico en zonas industriales.	7

Agradecimientos

A la directora de este proyecto,
por su inestimable ayuda.

A mi familia y amigos,
por esos buenos momentos.

A María y Daniel,
por tantos “Guten Abend, gute Nacht...” juntos.

Resumen

Memoria

Capítulo 1

Instalación del adoquín

1.1 Capas componentes

(Fuente: Manual Técnico para la correcta colocación de los Euroadoquines (MTCE 04))

- Explanada: Terreno natural adecuadamente compactado hasta alcanzar una capacidad portante mínima.
- Subbase: Conjunto de capas naturales, de material granular seleccionado, estabilizado y compactado, situadas directamente sobre la explanada.
- Base: Principal elemento portante de la estructura, situada sobre la subbase. Puede ser realizada con material granular, zahorra artificial, con un mayor grado de compactación que el alcanzado en la subbase (Base Flexible), o estar realizada con hormigón magro (Base Rígida).
- Lecho de árido: Base de apoyo de los adoquines, destinada a absorber sus diferencias de espesor debidas a la tolerancia de fabricación, de manera que estos una vez compactados formen una superficie homogénea.
- Adoquines: Elementos prefabricados de hormigón, cuya cara exterior, una vez colocados, forman la capa de rodadura de la superficie a pavimentar.

- Relleno final: Una vez encastrados en el lecho de árido, sus juntas precisan un relleno final para transferir a los elementos contiguos las cargas a las que sean sometidos por acción del tráfico.

1.2 Determinación de la sección tipo

Se consideran los siguientes casos:

1. Viales y zonas de aparcamiento¹.
2. Zonas industriales.

Para cada caso, viales o zonas industriales, la sección puede obtenerse de forma abreviada en función de dos variables:

- Tipo de explanadas.
- Categoría de tráfico.

1.2.1 Tipo de explanada

Se utiliza un sistema de clasificación de su capacidad portante mediante el índice CBR (California Bearing Ratio), indicando el tanto por ciento de la presión ejercida por un pistón sobre el suelo para alcanzar una determinada penetración baremado según un juego de muestras normalizados (ver tabla 1.1).

Calidad de la explanada	Índice CBR
E1	$5 \leq \text{CBR} = 10$
E2	$10 \leq \text{CBR} = 20$
E3	$20 \leq \text{CBR}$

Tabla 1.1: Índice CBR.

¹No suelen existir zonas peatonales puras (paso eventual de vehículos de mantenimiento, limpieza y servicios).

1.2.2 Categoría de tráfico

Tipo	Categoría de tráfico
Viales y zonas de aparcamiento	Co ...C4
Zonas industriales	A ...D

Tabla 1.2: Categoría de tráfico.

Categorías de tráfico en viales y zonas de aparcamiento

Si en un área limitada existen diversos usos, a efectos de unificación se debería emplear para toda la zona la carga de cálculo más exigente.

Uso previsto	Categoría de tráfico
Arterias principales con gran afluencia de tráfico, paradas de bus, estaciones de servicio, etc. (50 a 149 v.p.d.)	Co
Arterias principales (25 a 49 v.p.d.)	C1
Calles comerciales con gran actividad (16 a 24 v.p.d.)	C2
Calles comerciales con escasa actividad (15 v.p.d.)	C3
Áreas peatonales, calles residenciales	C4

Tabla 1.3: Categoría de tráfico en viales y zonas de aparcamiento.

Categorías de tráfico en zonas industriales

1.3 Secciones tipo

Las secciones tipo según la base y el uso previsto del área vistas en la sección 1.2 pueden resumirse en cinco tipos para cada tipo de base, granular (figura 1.1) u hormigón magro (figura 1.2).

Área		Uso	Intensidad de uso
Comercial	De operación		Alta
	Almacenamiento	Mercancía convencional	Media
		Mercancía pesada	Alta
	Manipulación		Alta
	Estacionamiento	Vehículos pesados y ligeros	Media
		Vehículos pesados exclusivamente	Alta
		Semirremolques	Alta
Militar	De operación		Alta
	Almacenamiento	Mercancía convencional	Media
		Mercancía pesada y semirremolques	Alta
Pesquera	Almacenamiento		Media
	Manipulación		Alta
	Clasificación y venta		Media
Industrial	De operación		Alta
	Almacenamiento	Mercancía convencional	Media
		Mercancía pesada	Alta

Tabla 1.4: Intensidades de uso en zonas industriales.

Intensidad de uso	Carga de cálculo		
	Alta	Media	Baja
Elevada	A	B	C
Media	A	B	D
Reducida	B	C	D

Tabla 1.5: Categoría de tráfico en zonas industriales.

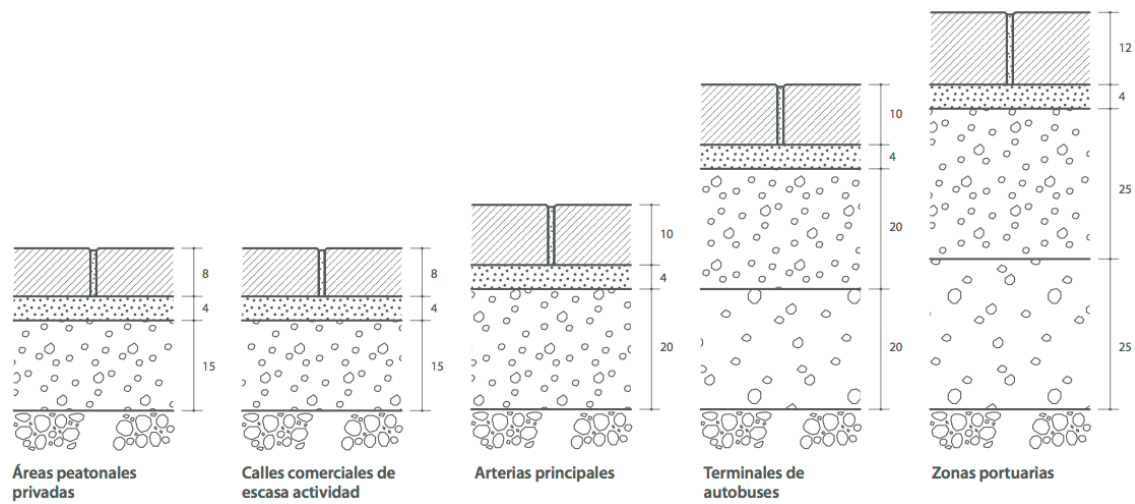


Figura 1.1: Secciones tipo para base granular. Unidades en cm.

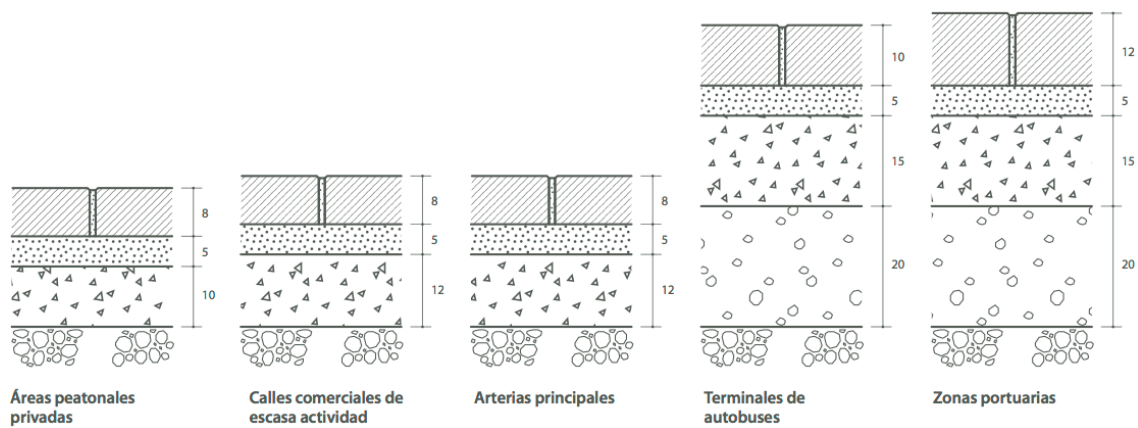


Figura 1.2: Secciones tipo para base de hormigon. Unidades en cm.

Pliego de condiciones

Capítulo 2

Objetivos y alcance

2.1 Introducción

Prueba normal de \LaTeX y el modelo[MLGAR13] estándar \TeX para paquetes gráfi-
cos. $\alpha = 1 - x^2$. $\sqrt{2} = \frac{1}{x}$.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus

luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Apéndice A

Planos

En este apéndice se incluyen los planos de la planta de fabricación de materiales prefabricados y los modelos de fabricación del adoquín y su molde.

Bibliografía

- [PFULL97] Fullana, P. y Puig, R., *Análisis de Ciclo de Vida*, Editorial Rubens, Barcelona (España), 1997.
- [MLGAR13] García Ceballos, M. L., *Tesis Doctoral. Análisis de Ciclo de Vida de Puntos de Luz de Alumbrado Exterior*, Universidad de Málaga, Málaga (España), 2013, pp.56.
- [MGOED10] Goedkoop, M. et al., *SimaPro 7 Tutorial*, Pré Consultants, Amersfoort (Holanda), 2010, disponible en <http://http://www.pre-sustainability.com/manuals>.
- [NJUNG11] Jungbluth, N. et al., *Environmetal Impacts of Swiss Consumption and Production*. Federal Office for the Environment, Ginebra (Suiza), 2011.
- [JSJUN05] Sjunnesson, J., *Life Cycle Assessment of Concrete Master Thesis*, Environmental and Energy Systems Studies, Lund University, Lund (Suecia), 2005.
- [ISO14040] International Organization for Standardization, *UNE-EN-ISO 14040:2006, Gestión Ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia*, AENOR, Madrid (España), 2006.
- [ISO14440] International Organization for Standardization, *UNE-EN-ISO 14440:2006, Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y Directrices*, AENOR, Madrid (España), 2006.

- [ISO150041] International Organization for Standardization, *UNE-EN-ISO 150041EX:1998, Análisis de ciclo de vida simplificado*, AENOR, Madrid (España), 2006.
- [MTCEo4] Asociación Española para la Investigación y Desarrollo del Adoquín de Hormigón, *Manual Técnico para la correcta colocación de los Euroadoquines*, MTCE-04, Madrid (España), 2004.