

**Área didáctica del Centro de Conservación de Carreteras del Ministerio de Fomento en Teruel**  
*Carretera de Celadas s/n, Teruel*



**Construcción y conservación de  
carreteras**

## 1.- El proyecto

Antes de comenzar la construcción de una carretera, debe redactarse un **proyecto** por un ingeniero de caminos, canales y puertos, que dirige un equipo de muchos técnicos especializados (topógrafos, calculistas, ingenieros técnicos de obras públicas, geólogos, expertos en medio ambiente, expertos en seguridad, etc).

Los proyectos tienen varios documentos:

- **Memoria y Anejos**, donde se incluyen muchos datos y todos los cálculos.
- **Planos**, que describen la carretera y todas sus partes.
- **Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares**, que indica cómo hay que hacer las distintas unidades de obra (excavaciones, terraplenes, hormigones, señales, etc), la calidad que deben tener y cómo se pagarán al contratista que construya la carretera.
- **Estudio de Seguridad y Salud**, que describe las medidas de seguridad de los trabajadores, cuando construyan la carretera.
- **Presupuesto de las obras**.

**En el Archivo de este Centro de Conservación puedes ver proyectos de carretera completos.**

**Práctica:** Para proyectar una carretera es fundamental disponer de planos que recojan la forma del terreno. Las **curvas de nivel** unen puntos que tienen la misma **cota** (altitud), y gracias a ellas se puede representar en el plano cómo es el terreno. Compara la maqueta y el plano que se te entrega y podrás distinguir fácilmente las curvas de nivel.



El plano de la derecha tiene dibujadas las curvas de nivel. Representa el terreno de la maqueta de la izquierda. La carretera que proyectes, para ir de un pueblo al otro, debe evitar en lo posible atravesar las mayores dificultades montañosas. El río no habrá más remedio que salvarlo con un puente ¿Lo ves claro en el plano?.

## 2.- El movimiento de tierras

Para poder construir la carretera que se ha proyectado es necesario siempre mover mucho volumen de tierras, excavando en unos lugares y rellenando en otros. A veces es necesario efectuar voladuras, cuando hay que excavar en roca. Todas estas operaciones se denominan “**movimiento de tierras**”.

Para llevar a cabo el movimiento de tierras se utiliza **maquinaria pesada**. Existen muchas máquinas distintas. Éstas son algunas de las que puedes ver en la exposición:

		
<b>Pala cargadora</b>	<b>Retroexcavadora de cadenas</b>	<b>Carro de perforación</b>
		
<b>Volquete (“dúmpster”) articulado</b>	<b>Camión “bañera”. Es el más habitual para transporte de tierras y áridos</b>	<b>Cuba de agua: Imprescindible en la construcción de terraplenes.</b>
		
<b>Motoniveladora</b>	<b>Bulldozer</b>	<b>Rodillo compactador</b>

**Desde el jardín trasero de este Centro de Conservación puedes ver una motoniveladora, que está expuesta junto a la carretera.**

**Práctica:** Juega con las máquinas de la exposición, y observa cómo se manejan y para qué sirve cada una.

### 3.- Obras de paso o de desagüe, muros y túneles

No siempre la plataforma de la carretera va directamente sobre el terreno. A veces hay que salvar obstáculos que obligan a dejar paso bajo la carretera, como es el caso de ríos, barrancos, ramblas, otras carreteras o ferrocarriles, grandes valles, etc.

Para conseguirlo, hay que construir **obras de paso o de desagüe**. En la práctica se distinguen los siguientes tipos:

- **Caños**: Son tubos de sección circular, destinados a evacuar pequeños caudales de agua.
- **Tajeas**: Pequeñas obras que, sin ser caños, tienen una **luz** (anchura libre) de menos de 1 metro.
- **Alcantarillas**: Obras para paso o desagüe con luz entre 1 y 3 metros.
- **Pontones**: Obras para paso o de desagüe con luz entre 3 y 10 metros.
- **Puentes**: Obras para paso o desagüe de más de 10 metros de luz.



**Alcántara es una palabra de origen árabe, y significa puente. Alcantarilla sería lo mismo que "puentecillo". Puedes ver una alcantarilla en el jardín trasero de este Centro de Conservación.**

En otras ocasiones, hay que contener el terreno colindante a la carretera, o el propio terreno en el que se apoya. Para conseguirlo se construyen **muros**.

Cuando no es posible salvar una dificultad montañosa mediante excavaciones (porque sean muy grandes o porque tenga mucho valor ambiental el terreno afectado por la carretera) es preciso construir **túneles**.



Muro. Carretera N-420. Tortajada (Teruel)



Túnel de San Just. Carretera N-420. Escucha (Teruel)

En todas estas obras, la parte resistente y sustentante se llama **estructura**.

Los materiales que se usan en estas obras son muy variados: Madera, piedra (mampostería o sillería), ladrillos, metálicos, hormigón, etc.

El **hormigón** se forma mezclando **arena y piedras** de distintos tamaños (**árido**), con **cemento** y **agua**. Es uno de los materiales más utilizados, y puede ser:

- **En masa**, cuando no va acompañado de otros materiales.
- **Armado**: Cuando se refuerza con barras de acero, llamadas **armaduras**.
- **Pretensado**: Cuando se le introducen esfuerzos de compresión mediante cables o alambres de acero previamente tensados.



Viaducto antiguo de Teruel (ingeniero: Fernando Hué)  
El arco central es de hormigón armado.



Viaducto nuevo de Teruel (ingeniero: Jesús Irazo).  
Hormigón pretensado.

**Puedes ver armaduras, y una probeta de hormigón armado, en una de las vitrinas de la exposición.**

**Práctica:** Construye las cuatro maquetas de puentes que te ofrece la exposición, y distingue entre sus formas de resistir las cargas y sus procesos constructivos.

El **arco** es uno de los mayores inventos de la humanidad, y se ha utilizado desde la antigüedad en la construcción. Puede construirse mediante pequeñas piezas (dovelas), utilizando para el montaje una cimbra, que se retira posteriormente.

Para que sea estable, debe impedirse el desplazamiento lateral de las piezas inferiores.



Arcos de un puente. Albentosa (Teruel).

**Práctica:** Construye el arco ayudándote de la cimbra y luego retírala.

Asegúrate de que no se puedan desplazar las dovelas inferiores (pide a dos personas que las sujeten). El arco soportará tu peso.



**Puente de hormigón armado:** El hormigón resiste muy bien las fuerzas que lo aprietan (**compresiones**), pero no las que lo “estiran” (**tracciones**). Para conseguir que el puente resista tanto compresiones como tracciones, se introducen en el hormigón una serie de armaduras.



Armaduras de un pontón en construcción.

**Práctica:** Construye el puente, uniendo todas las piezas, e introduce las armaduras.

El puente aguantará tu peso gracias a estas armaduras.



**Puente pretensado:** En el pretensado, en el hormigón se introducen unos cables y se tensan para conseguir que la masa de hormigón esté siempre comprimida.

A veces, el puente se construye “cosiendo” dovelas sucesivamente a cada lado de una pila. Entoces se dice que el proceso es “**por voladizos sucesivos**”. Así se construyó el viaducto nuevo de Teruel.

Otras veces se construyen las dovelas en un sitio fijo, en uno de los extremos del puente, se “cosen” al resto, y se empuja el tablero para dejar libre el sitio para otra dovela. Se llaman puentes “**con tablero empujado**”. Así se han construido los viaductos de la autovía Mudéjar, a su paso por Teruel.



Voladizos sucesivos: Viaducto nuevo de Teruel en construcción.



Tablero empujado: Viaducto en autovía Mudéjar

**Práctica:** Construye los dos viaductos, y fíjate que debes tesar los cables tras poner cada dovela.

Distingue los dos procedimientos: Voladizos sucesivos y tablero empujado.

Fíjate que debes disponer cables arriba y abajo. Los de arriba van a ser muy útiles cuando el puente esté sin terminar. Los de abajo serán imprescindibles cuando el puente esté en servicio, con muchas cargas encima.



Puente construido por voladizos sucesivos



Puente con tablero empujado, durante el proceso de construcción

## 4.- El firme de la carretera

El **firme** de la carretera es un conjunto de capas de **materiales de calidad** que se construye sobre la explanada. El firme resiste la mayor parte de las cargas de los vehículos, y debe ser cómodo y duradero.

El firme más común en las carreteras de Teruel está formado por **zahorra artificial** (arena y piedras obtenidas machacando piedras de mayor tamaño) y varias capas de **mezcla bituminosa (o “aglomerado”) en caliente**, (mezcla de áridos y betún, fabricada en central y extendida en la carretera a alta temperatura).

Según sea el tráfico que vaya a pasar por la carretera, el espesor del firme será mayor o menor.



Central de fabricación de mezclas asfálticas en caliente



Extendido de aglomerado en una carretera

**Práctica:** Observa las capas de aglomerado de un firme. Fíjate cómo el betún rodea a los áridos, y el tamaño de éstos. Compara el espesor de aglomerado de la autovía Mudéjar con el de otras carreteras menos importantes.



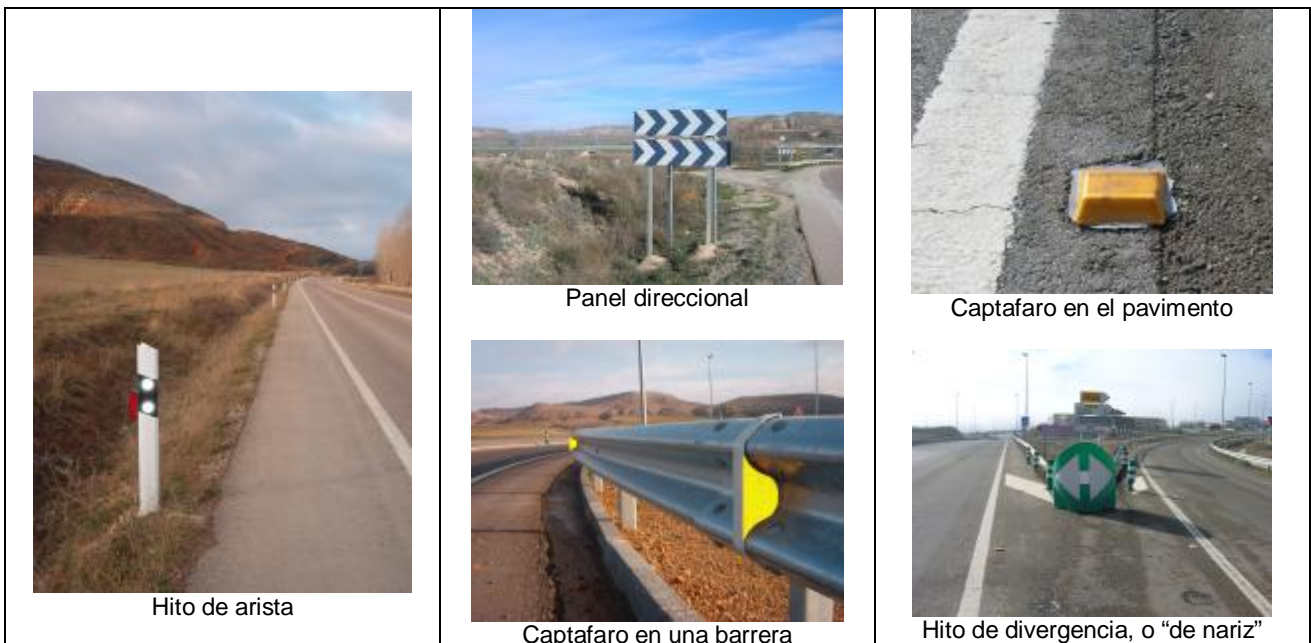
## 5.- La señalización y el balizamiento

La señalización sirve para ayudar a los conductores, ordenando o prohibiendo ciertas maniobras, orientándole, avisándole de peligros o recomendándole cómo actuar. Puede ser:



- **Vertical**, mediante señales de circulación.
- **Horizontal**, mediante marcas de pintura en la carretera (“**marcas viales**”).

El **balizamiento** está formado por elementos que sirven para que el conductor distinga fácilmente los bordes de la carretera o zonas que puedan tener peligro (curvas cerradas, etc). Los más conocidos son los **hitos de arista**, los **paneles direccionales**, los **hitos de divergencia** y los **captafaros**.



Todos estos elementos deben ser **reflectantes** (reflejar la luz), para poder ser vistos de noche. En el caso de las marcas viales se consigue introduciendo **esferitas de vidrio** en la pintura.

<p><b>Práctica:</b> Observa con el microscopio los reflectantes que se utilizan en las carreteras.</p>		
<p>Distingue una marca vial con esferitas de otra que no las tiene, y observa la diferencia cuando es de noche.</p>	<p>Elementos reflectantes. Al obtener la foto con “flash”, se adelantan los elementos reflectantes. Puedes ver las distintas capas de una señal de tráfico. Solo la última es reflectante.</p>	<p>Marca vial con esferitas introducidas en la pintura, gracias a las cuales puede ser vista de noche en una mayor longitud.</p>

## 6.- Los elementos de contención

Los **elementos de contención** se disponen en puntos peligrosos para evitar que si un vehículo se sale de la carretera sufra un accidente grave. Los más conocidos son:

- Las **barreras metálicas de doble onda** (o "**biondas**"), que se colocan en postes hincados en el terreno. Hoy día los postes son cerrados (tubulares) para evitar que los motoristas sufran cortes si se golpean contra ellos.
- Las **barreras de hormigón**, también llamadas "**New Jersey**".



Barrera de seguridad de doble onda ("**bionda**"), con captafaros. Variante Norte de Teruel.



Barrera de seguridad de hormigón (tipo "**New Jersey**"). Carretera N-223. Polígono La Fuenfresca (Teruel)

**Práctica:** Monta una barrera de seguridad de doble onda, y observa sus elementos de anclaje.



## 7.- La rodadura

Para que la carretera sea segura, la parte superior (llamada **rodadura**) debe tener la rugosidad suficiente para que los vehículos no deslicen, incluso cuando la carretera esté mojada.

Para conseguirlo se utilizan áridos especiales, a veces transportados desde más de 200 km de distancia.

Cuando se ha pulimentado bastante la rodadura, por el paso de muchos vehículos, hay que repararla cuanto antes. Lo habitual es extender una capa fina de **lechada bituminosa**, que se fabrica con arena muy resistente al pulimento.

**Práctica:** Toca las superficies de rodadura que hay en la exposición y observa cómo unas ofrecen más resistencia al deslizamiento que otras.



## 8.- Vialidad

Las carreteras deben estar siempre en condiciones para que los vehículos puedan circular por ellas. Para conseguirlo están los **trabajos de vialidad**, que llevan a cabo una serie de trabajadores durante todos los días del año.

**En este Centro de Conservación hay personas que trabajan todos los días para que las carreteras estatales de Teruel estén lo mejor posible.**

**Junto a la zona de la exposición está la sala de Comunicaciones, en la que hay operarios durante las 24 horas de cada día.**



Sala de Comunicaciones. Centro de Conservación de Carreteras de Teruel. Ministerio de Fomento.

Uno de los momentos más difíciles se da cuando **nieva**. Entonces tienen que actuar las **máquinas quitanieves**, que pueden ser:

- **De empuje**, acoplando **cuñas** u **hojas** en la parte delantera de los camiones, para apartar la nieve a las orillas de la carretera.
- **Dinámicas**, que son máquinas que lanzan la nieve fuera de la carretera, y actúan cuando hay espesores importantes.

Además, para evitar la formación de **hielo**, se extiende **sal** en la calzada (**cloruro sódico** en general, o **cloruro cálcico** en casos de muy bajas temperaturas).



Quitanieves con cuña de empuje y salero



Quitanieves dinámica, trabajando en la carretera N-420, cerca de Mezquita de Jarque (Teruel)

***Puedes ver máquinas quitanieves en la nave grande del Centro de Conservación, y un camión con cuña de empuje y salero en la glorieta exterior por la que se accede al Centro.***

***Práctica:*** Distingue los tipos de sal que se extienden en la carretera para evitar la formación de hielo.

Distingue los distintos tipos de quitanieves.



Quitanieves con doble hoja y salero

***La sal se acopia en almacenes especiales o en silos.***

***La ventaja de los silos es que permiten cargar fácilmente la sal en los camiones.***

***Puedes ver un almacén de sal y un silo en este Centro de Conservación.***



Silo de sal. Centro de Conservación de Carreteras de Teruel. Ministerio de Fomento.

## 9.- Uso y defensa de la carretera

Es muy importante conocer el número de vehículos que pasan por las carreteras, así como su tipo (si son coches o camiones, por ejemplo) y su velocidad. Para esto se instalan **equipos de aforos**.

**Práctica:** Analiza cómo son las instalaciones de aforos que se dejan embebidas en el firme de la carretera, y la máquina utilizada para almacenar los datos.

Prueba a pasar por la carretera el vehículo metálico, y observa cómo la máquina cuenta su paso y registra su velocidad.



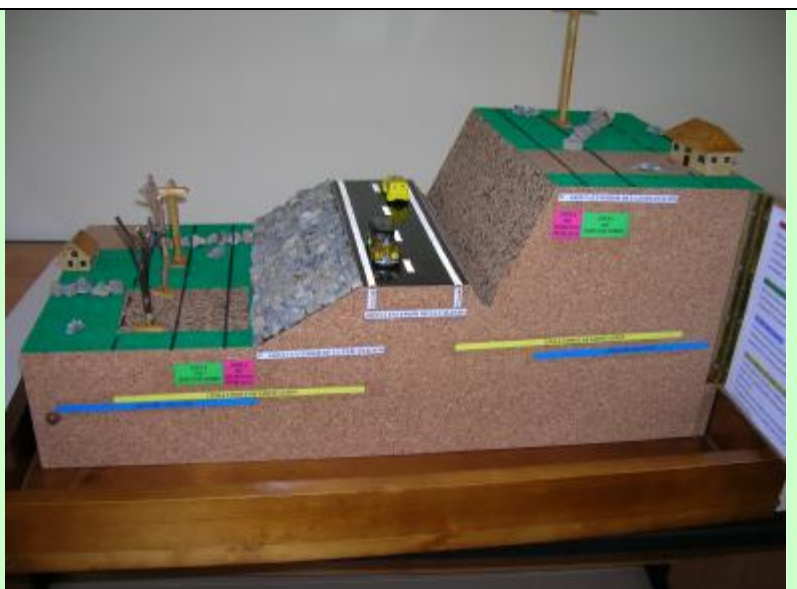
Maqueta de instalación de aforos

La **Ley de Carreteras** dedica buena parte de su contenido a regular las obras y actuaciones que pueden llevar a cabo los dueños de los terrenos próximos, y las condiciones en las que deben ser utilizadas las carreteras.

La Ley establece tres zonas de protección, denominadas de **dominio público**, de **servidumbre** y de **afección**. Para cada zona establece las cosas que no pueden hacerse. Además, la Ley establece una **línea límite de edificación**, por delante de la cual no se puede construir ningún edificio.

**Práctica:** Analiza en la maqueta las zonas de protección que establece la Ley de Carreteras y las actuaciones que se pueden llevar a cabo en cada una de ellas.

Distingue los casos en los que hay desmonte respecto a los que hay terraplén.



Maqueta con las zonas de protección de la carretera

## 10.- Obras de conservación de carreteras

Las carreteras deben conservarse de forma que siempre estén en el mejor estado posible. Para ello es necesario realizar obras, que se llaman de **conservación**.

*Estás en un Centro de Conservación de Carreteras. Muchas de las tareas a las que se dedica el personal que trabaja aquí son de conservación de las carreteras estatales de Teruel.*

Algunos de los trabajos de conservación tienen que ejecutarse en medio de la carretera (por ejemplo, para reparar el firme). En estos casos, hay que hacer la reparación sin impedir que las personas puedan circular por la carretera. Para conseguirlo, y evitar que haya accidentes, hay que disponer una serie de **señales y de balizamiento** durante las obras.

**Práctica:** Intenta señalar y balizar las obras de reparación de un bache en la calzada de una carretera, utilizando las señales que están junto a la maqueta.



Maqueta para señalar y balizar obras

Una de las obras de conservación más habituales es la de reponer la capa superior del firme, cuando se ha deteriorado por el paso del tráfico y de los años. Para conseguirlo, debe eliminarse la capa dañada y reponerse con una nueva. Es lo que se llama **fresado y reposición** de la capa.

Hoy día existen máquinas que permiten volver a poner en la carretera, una vez mejorado, el mismo material que se ha fresado. Estas técnicas se denominan de **reciclado**, y son muy respetuosas con el medio ambiente, pues no necesitan materiales obtenidos en otros lugares.

**Práctica:** Juega con las máquinas de un fresado y reposición.

Observa las máquinas que se utilizan en el extendido del aglomerado. Son las mismas que se utilizan en la construcción del firme.



Maqueta de un fresado y reposición de la capa superior de un firme



Fresadora



Extendidora de aglomerado



Compactador de llantas



Compactador de neumáticos

## Adivina...

- ¿Qué se añade a la pintura de las marcas viales para que refleje la luz?.
- ¿Qué indican las señales triangulares?.
- ¿Por qué a las barreras de seguridad metálicas se les llama biondas?.
- ¿Con qué se fabrica el hormigón?.
- ¿Qué se suele echar en la carretera para que no se forme hielo?.
- ¿Con qué se fabrica el aglomerado?.
- ¿Para qué se utiliza una motoniveladora?.

Desde el Centro de Conservación de Carreteras de Teruel, del Ministerio de Fomento, se controlan y conservan las carreteras estatales del denominado Sector TE-1 (autovía Mudéjar y carreteras N-234, N-330 y N-420).

El Servicio de Comunicaciones se dedica a obtener la información necesaria, para poder actuar con rapidez donde se necesita. Varios equipos ejecutan las tareas urgentes de vialidad que son precisas, a cualquier hora del día y de la noche.

Otros equipos se dedican a vigilar la carretera y a conservarla en las mejores condiciones posibles.

Gracias a su trabajo, esperamos que cuando viajes por las carreteras tengas un viaje cómodo y seguro.



*Editado por el Centro de Conservación de Carreteras de Teruel, del Ministerio de Fomento.  
Contenidos del Área Didáctica: Carlos Casas Nagore y Modesto Pascual Garcés.  
Colaboración: Domingo Saura Monfort y Domingo Saura Gómez.*

*Teruel, noviembre de 2006.*