

La magia de vencer a la gravedad (o no).

Una de las tareas más caras durante la construcción de las primeras carreteras fue el transporte de tierras. De hecho, se puede observar que las carreteras del siglo XIX se ciñeron al terreno todo lo que pudieron y en los tramos montañosos se construyeron generalmente a media ladera (compensando los volúmenes de tierras de desmonte y de terraplén en la misma sección de la carretera siempre que era posible).

En el siglo XIX el transporte de tierras en las obras de carreteras se realizaba en carretillas conducidas por operarios (normalmente distintos de los que se dedicaban a excavar), en carretones o volquetes también manejados por operarios, en espuestas individuales, en recuas de mulas o en carros. En cualquier caso, la distancia de transporte estaba muy limitada. Según Espinosa (1855), esta distancia era de 100 m en el caso de carretillas, 150 m en el de volquetes y 500 m cuando se utilizaban carros. El transporte a mayores distancias era ruinoso.

El rendimiento habitual de un trabajador con carretilla, transportando tierras, oscilaba entre 1 y 2 m<sup>3</sup> por cada hora de trabajo.

La excavación se ejecutaba a mano, mediante cuadrillas de obreros que debían estar perfectamente organizados y distribuidos a lo largo de la traza.

**Datos relativos á la mano de obra en las excavaciones, referidos al trabajo de un buen operario en 10 horas.**

*Solo el trabajo de excavar.*

	<u>Met. cúb.</u>
Tierra comun vegetal segun los datos de varios autores, termino medio.. . . . .	14
Id. mas dura . . . . .	11
Arena ó grava . . . . .	12
Grava compacta. . . . .	7
Tierra margosa ó arcillosa.. . . .	5,9
Arcilla. . . . .	5,4
Marga. . . . .	5
Toba medianamente dura. . . . .	5
Id. mezclada con piedras.. . . .	2
Id. muy dura. . . . .	1,7 á 2,58
Roca á barreno. . . . .	1,7

Rendimientos en trabajos de excavación. Manual de Caminos, de Espinosa. 1855.

Una información publicada en el periódico *El Turia* de Teruel el 17 de febrero de 1856 permite hacernos una idea del trabajo que suponía la construcción de una carretera a mediados del siglo XIX y de los recursos humanos que eran necesarios. El informe se refiere a las obras ejecutadas en el trozo tercero de la carretera original de Zaragoza a Castellón (hoy es la carretera N-232) en las inmediaciones de Monroyo, y abarca el periodo entre el 18 de julio de 1855 y el 31 de enero de 1856:

*Obras de explanación:*

*6.145 m de explanación concluida.*

*2.612 m de media explanación.*

*3.485 metros cúbicos de desmonte en tierra.*

*9.155 metros cúbicos de excavación en tierra dura.*

*1.569 metros cúbicos de excavación en tierra y piedra.*

*10.824 metros cúbicos de excavación en roca.*

*41.277 metros cúbicos de terraplén.*

*Afirmado:*

*10.259 metros cúbicos de piedra.*

*3.037 metros cúbicos de grava.*

*6.131 m de machaqueo y arreglo del firme en caja.*

*6.131 m de extensión de recebo.*

*Personal ocupado en estas obras y otros medios:*

*11 brigadas.*

*10 sobrestantes alistadores.*

*70 capataces.*

*2 carpinteros.*

*2 herreros.*

*1.434 peones.*

*7 canteros.*

*6 carros.*

*9 acémilas.*

Sorprende la cantidad de peones movilizados y las pocas mulas utilizadas para la construcción. Tal como ya se ha indicado, en esta carretera se compensaron en la misma sección, siempre que se pudo, los volúmenes de desmonte y de terraplén, de manera que la distancia de transporte de tierras fuera mínima. Para la ejecución de las hermosas obras de

fábrica y de los muros que tiene la carretera trabajaron siete canteros, y probablemente buena parte de las 9 acémilas que se citan estuvieran a su servicio.



Burreros en la construcción de una carretera (Foto de Michael Wolgensinger; Andalucía, 1953).

¿Qué sucedía cuando había que desmontar en roca? Después de retirar la tierra vegetal, si la roca presentaba fisuras o grietas se utilizaron cuñas y mazas para su rotura. También se utilizaron cuñas de madera dura secadas al fuego, que después de introducidas en la grieta se mojaban, para conseguir que se hincharan y rompieran la roca. Otra alternativa era el uso del pico de cantero y piqueta y del barrón para apalancar y partir dicha roca.

Si la roca era compacta y dura debían utilizarse técnicas de voladura. Para perforar el barreno se utilizaron barras cilíndricas o cuadradas con la punta biselada. Cada barra era manejada generalmente por dos operarios, uno que la golpeaba y otro que la sostenía y giraba 90º después de cada golpe. Los detritus se sacaban con la “cucharilla”, una varilla de hierro con la parte ensanchada en su extremo.



Centro COEX de Teruel. Exposición anexa al museo de Carreteras de Teruel. A la izquierda, barras para barrenar la roca. A la derecha, cuñas.

Antes de la utilización de la dinamita (patentada en 1867 por Alfred Nobel) se utilizaba la pólvora. Así nos describe Espinosa la mecha: *“consiste comúnmente en un tubito de papel o cañón de pluma, caña o paja de centeno, relleno de pólvora, bien sea sola o formando una masilla con aguardiente o vinagre. Se prende con una pajuela [...] de la longitud conveniente para que no haya exposición a desgracias, dando tiempo a que se retire el operario”*.

En estos casos, el volumen de piedra obtenido de las voladuras podía ser grande, y si bien se podía aprovechar para la formación de la explanada o para el afirmado de la carretera, era habitual que dicho volumen excediera de las necesidades y tuviera que ser retirado, con el consiguiente coste.

Los casos más complejos se dieron cuando la carretera tenía que trazarse por valles estrechos, confinados por altos farallones de roca. La altura de los taludes, aun siendo verticales, podía ser enorme y el volumen de piedra resultante podía llegar a invadir el cauce.

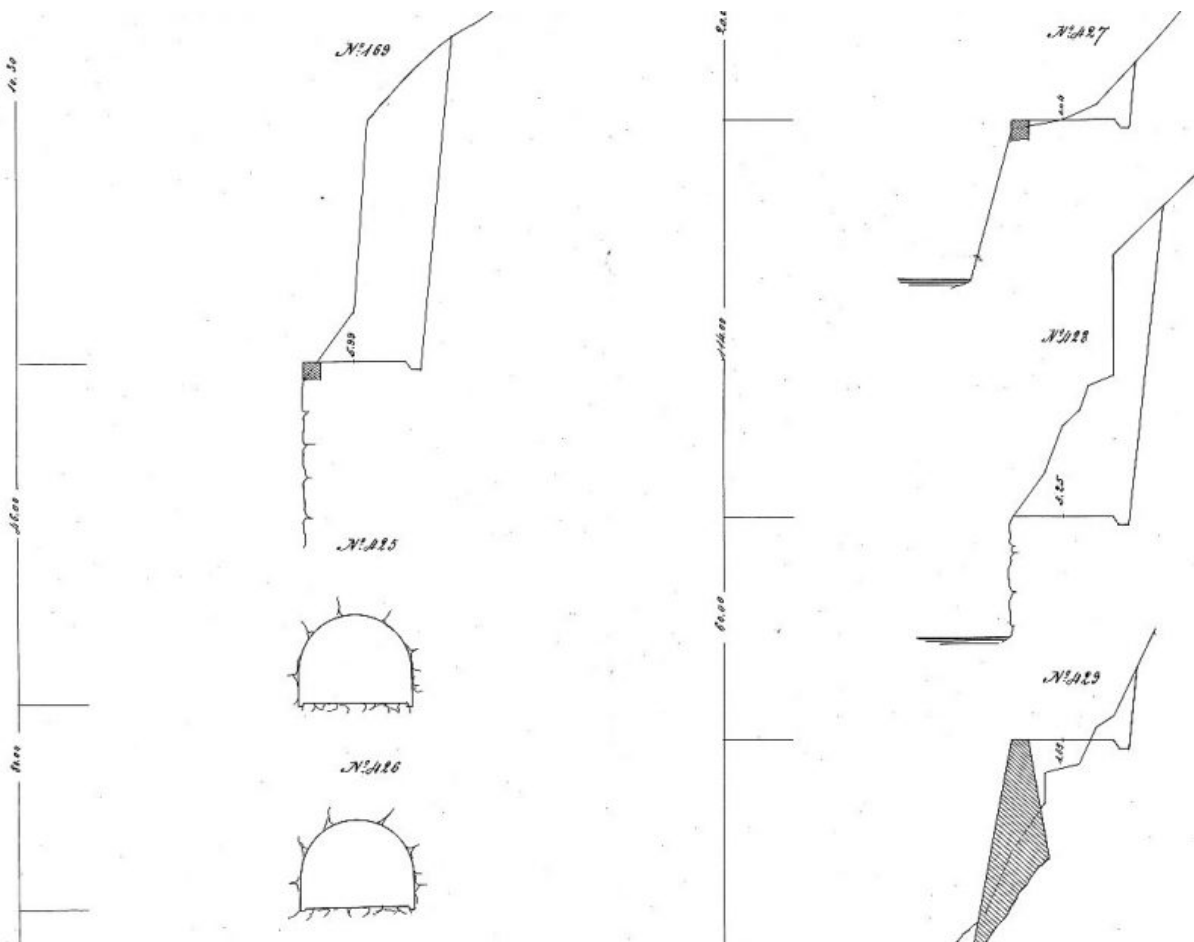
En algunos casos el trazado de la carretera fue sorteando el valle mediante pequeños túneles en las zonas salientes, sin perjuicio de tener que excavar en otras zonas. Se tienen

Taludes inversos, en voladizo.

muchos y espectaculares ejemplos en España, como el trazado del congosto del Ventamillo, en la carretera de Barbastro a la frontera francesa (en cuyo replanteo de 1897 se abundaba en la necesidad de ajustar la traza para evitar que el volumen excavado ocupara totalmente el río Ésera en algunos casos).



Congosto del Ventamillo (Huesca). El arte de excavar lo mínimo y de encajar la carretera en semejante valle (río Ésera). Foto de 1929. Unidad de Carreteras de Huesca. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agencia Urbana.



Complejidad de los perfiles en los taludes rocosos del congosto del Ventamillo, en la carretera de tercer orden de Barbastro a la frontera francesa. Año 1897. Nótese el problema que provocaba el exceso de excavación en algunos casos y la solución mediante pequeños túneles en algunos casos.

La solución habitual en estos casos, aparte de los pequeños túneles que solucionaban los pasos más estrechos y los salientes, era la de apoyar la carretera en muros de sostenimiento, de manera que no se invadiera apenas el cauce.

A finales del siglo XIX fue construido el tramo de la carretera de Alcañiz a Morella comprendido entre Castellote y el puente de Santolea. Posteriormente, en la década de 1930, buena parte de ese tramo de carretera quedó bajo las aguas del pantano de Santolea. A finales de 2018, al desembalsar el pantano, ha salido a la luz, además del puente histórico de Castellote, un tramo de esta carretera que mantiene un excelente muro de sostenimiento y un túnel de pequeña longitud y trazado curvo. Era el trazado típico en tramos encajonados entre la roca y el río, en este caso el Guadalope.



Excelente muro de contención y pequeño túnel en curva. Carretera original de Alcañiz a Morella (finales del siglo XIX). Aparecieron al desembalsar el pantano de Santolea, a finales de 2018. Río Guadalope.

Cuando resultaba imposible encajar la carretera sin efectuar voluminosos desmontes, debido a la falta de espacio, surgieron los taludes inversos o en voladizo. Su objetivo era ahorrar excavación y el transporte del material residual. Espinosa ya los citaba en 1855: *“En las rocas no estratificadas, a no ser que presenten alguna excepción particular, pueden hacerse sus paredes verticales, y aun a veces se hacen en talud inverso o voladizas, sin embargo que para verificar esto cuando quiera economizarse desmonte, es necesario asegurarse bien de la calidad de la roca, y estudiar si será de fácil descomposición en lo sucesivo, pues en este caso no debe adoptarse dicho medio”*.

En la provincia de Teruel hay varios casos de taludes en voladizo que impresionan al viajero.

Destacaré dos, el de la carretera de Caudé a El Pobo (actual carretera autonómica A-1512), entre Albarracín y Torres de Albarracín, cuya obra original data de 1882, y el de la carretera de Teruel a Tarancón (actual carretera N-330, que por cierto tiene las mismas características que cuando se construyó en los años finales del siglo XIX), entre las localidades de Villel y Libros.

El primero de ellos figura descrito en la Memoria de Obras Públicas de 1881. Vale la pena revivir con su lectura los problemas que tuvo el ingeniero durante la construcción de ese tramo:

*“El trazado marcha por el fondo del valle, si es que así puede llamarse la enorme y estrecha depresión que presentan las elevadas rocas de uno y otro lado del mismo. Se ciñe aquél a todas las inflexiones y ondulaciones que el río presenta, y conteniendo éste unas veces por medio de muros y escolleras, y abriendo otras fuertes desmontes, se consigue ganar el ancho que exige el proyecto hasta pasado el puente de Rudilla, en que el valle abre y ensancha algún tanto y consiente y permite apoyar el trazado, a excepción del corto trayecto denominado Estrecho del Perducto, en que vuelven a aparecer las mismas dificultades antes enumeradas.*

*Además del túnel [de Albarracín] se han construido en este tramo obras de alguna importancia y consideración: entre ellas merecen citarse los grandes desmontes en roca que ha habido necesidad de abrir en algunos de los puntos más angostos del valle, con objeto de proporcionar la anchura suficiente para el establecimiento de la carretera y para el paso de las aguas del río.*

*Algunas de ellas han alcanzado la altura de 25 metros en casi todo el ancho de la vía y en una longitud de no escasa importancia, **y desmonte ha habido en que la altura era tan considerable que, ante el inmenso cubo de desmonte que iba a ocasionar, y ante la dificultad no ya de aprovechar y emplear tanta roca, sino de encontrar sitio cómodo donde apilarla y colocarla, se ha preferido dar a aquél forma de trompa, evitando de esta suerte los inconvenientes señalados.***

*Aún con esta circunstancia, el cubo total del desmonte en roca se puede calcular en 30 o 40 metros cúbicos, lo cual es ya de alguna importancia, si se atiende al corto trayecto en que ha tenido lugar semejante movimiento.*

*Una de las dificultades mayores con que se ha tropezado en la ejecución de estas obras es la relativa a la falta de espacio para depositar los materiales y para la habilitación de todo camino. En la parte comprendida en los kilómetros 2º y 3º el desfiladero es tan estrecho,*



Taludes inversos, en voladizo.

*que apenas se deja la anchura suficiente para el paso del río y, desde el momento en que se emprendía un desmote, el estrecho sendero que antiguamente faldeaba el río quedaba completamente embozado por los productos de aquél, e interceptada por consiguiente toda comunicación a uno y otro lado del mismo”.*



Taludes inversos, en voladizo.

Talud en voladizo en la carretera de Caudé a El Pobo. Tramo ente Albarracín y Torres de Albarracín. Fotografía de la década de 1950. Archivo López Segura. Instituto de Estudios Turolenses.



Talud en voladizo en la antigua carretera de Caudé a El Pobo (actual A-1512). Tramo ente Albarracín y Torres de Albarracín.

Taludes inversos, en voladizo.



Talud en voladizo en la carretera de Teruel a Tarancón. Tramo ente Villel y Libros. Fotografía de la década de 1950. Archivo López Segura. Instituto de Estudios Turolenses. Obsérvese la existencia de una edificación (una antigua venta) al amparo del macizo rocoso.



Actual carretera N-330 entre las localidades de Vilel y Libros (Teruel), junto al río Turia. Curva y talud inverso emocionantes, en especial cuando aparece un camión de frente. Siglo XXI.

Todos estos taludes suelen ser estables. De hecho, llevan más de un siglo manteniendo sus airosos voladizos. Lo peor de todo es que requieren inspecciones y mantenimiento con mayor periodicidad que el resto de los taludes. Por otra parte, la estabilidad no está reñida con la existencia de desprendimientos de rocas, en muchas ocasiones provenientes del macizo rocoso superior al desmante. Poco a poco, todos estos entornos se han ido protegiendo mediante mallas o sistemas dinámicos.

## El Gobierno de Aragón coloca mallas contra los desprendimientos en la carretera de Albarracín que ha sufrido varios incidentes

El más grave se produjo en mayo cuando varias piedras golpearon a una ambulancia

Los desprendimientos en zonas rocosas de gran altura son el principal problema de estos taludes.