

# Variantes morfológicas de los puentes medievales españoles

## Morphological variants of Spanish Mediaeval bridges

**Leonardo Fernández Troyano.** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Carlos Fernández Casado S.L. [cfcsl@cfcsl.com](mailto:cfcsl@cfcsl.com)

**Resumen:** Los estilos arquitectónicos de la Edad Media se caracterizan por la utilización de la bóveda de piedra para cubrir los espacios, y este dominio de las bóvedas se refleja también en los puentes. En ellos hay un cambio significativo respecto de los romanos, aunque la técnica de unos y otros es la misma: la bóveda cilíndrica de dovelas yuxtapuestas, que permaneció prácticamente invariable desde los romanos hasta el siglo XVIII. Pero dentro de esta invariancia técnica, en los puentes medievales hay una gran diversidad de morfologías.

Aunque en los puentes de piedra es difícil y arriesgado basarse exclusivamente en una identificación morfológica, nos parece conveniente hacer un estudio morfológico de los puentes medievales españoles, sin quererle dar un carácter definitivo, porque hay morfologías que perduran con el tiempo, otras son regionales, y otras en cambio caracterizan una determinada época.

**Palabras Clave:** Puentes de piedra, Puentes medievales, Puentes históricos, Edad Media

**Abstract:** In Medieval architecture, style was characterised by the use of a stone vault to cover open areas and this use of vaults was also reflected in bridges. These bridges show a significant change from Roman bridges though the technique of a barrel vault formed by adjacent voussoirs was the same in both and this technique remained practically intact from Roman times up to the 18th century. However, in spite of this lack of technical variation, Medieval bridges reveal a large diversity in terms of form. While it is difficult and somewhat ambitious to base a study of stone bridges entirely on form and while this study should not be seen as a definitive guide, we do feel that a study of this nature should be carried out on Spanish Medieval bridges as there are forms and arrangements that last with time, other arrangements which are purely regional and others which reflect a specific period.

**Keywords:** Stone bridges, Medieval bridges, Historic bridges, Middle Ages

### 1. Introducción

Los estilos arquitectónicos de la Edad Media, el románico y el gótico, se caracterizan fundamentalmente por la utilización de la bóveda de piedra para cubrir los espacios públicos, tanto religiosos como civiles. El románico utiliza la bóveda de cañón y la bóveda por arista, y el gótico las bóvedas nervadas de crucería. Este dominio de las bóvedas en la época medieval se refleja claramente en los puentes de este período. No se puede decir que los romanos no conocieran la bóveda y la cúpula, y una muestra de lo que fueron capaces de hacer es la

### 1. Introduction

*The architectural styles of the Middle Ages, the Romanesque and the Gothic, are basically characterized for the use of the stone vault to cover public spaces, both religious and civil ones. The Romanesque style uses barrel vault and groin vault and the Gothic style uses rib vaults. Such domination of vaults in the mediaeval era is clearly reflected in bridges from this age. We do not mean to say that the Romans did not know of the vault and the dome, obviously they did, if they were able to build the dome of the Pantheon*



Fig. 1. Puente de la Concorde sobre el río Sena en París/Concorde. Bridge over the Seine River in Paris. J. R. Perronet. S. XVIII. A la derecha, Fig. 2. Puente de San Martín sobre el río Tajo en Toledo/San Martín. Bridge over the Tajo River in Toledo. Arzobispo P. Tenorio. S. XIV.

cúpula del Pantheon de Roma. Sin embargo, en la época romana no se generalizó su uso como se generalizaron las bóvedas en la Edad Media.

En los puentes de la época medieval, igual que en la arquitectura, hay un cambio respecto de los romanos, aunque la técnica empleada por unos y otros es la misma: la bóveda cilíndrica de dovelas yuxtapuestas. Pero esta técnica común no es exclusiva de los puentes romanos y los medievales, sino que se extiende a los puentes de piedra de todas las épocas, desde los romanos hasta el siglo XVIII. Los cambios que introdujo JEAN RODOLPHE PERRONET en los puentes de piedra a finales del siglo XVIII, dissociando pilas y arcos, y reduciendo el ancho de pilas a 1/10 de la luz del arco, se puede considerar un cambio en la técnica de los puentes de piedra, cambio que se mantuvo hasta su fin, a principios del siglo XX, exceptuando China, donde se han seguido construyendo puentes de piedra hasta finales de ese siglo, con arcos que han llegado a los 120 metros de luz.

En la arquitectura de piedra, en cambio, sí hubo técnicas diferentes a lo largo del mismo periodo. Entre las bóvedas románicas y las góticas hay un cambio cualitativo de técnica, o entre éstas y las cúpulas bizantinas y musulmanas. Esta invariabilidad de la técnica de los puentes de piedra ha dado lugar a errores de más de 1500 años en la datación de algunos puentes; se han llegado a considerar romanos puentes del siglo XVIII.

Pero este mayor dominio y generalización de las bóvedas en la Edad Media no quiere decir que en este periodo se superara la calidad de los puentes romanos, aunque sí se puede decir que, en general, los puentes medievales son más esbeltos que los romanos en lo que se refiere a esbeltez de los arcos y a la relación entre el ancho de las pilas y la luz de los arcos.

in Rome. However, the vault was not so generally used in the Roman era as in the Middle Ages.

In mediaeval bridges as well as in the whole architecture of the period there is a change with regard to the Roman age although the technique used in both periods is the same: barrel vault made with juxtaposed voussoirs. This common technique is not exclusive of the Roman and mediaeval bridges. It spreads to the stone bridges of all eras, from the Roman age to the XVIII century. The changes introduced by JEAN RODOLPHE PERRONET in stone bridges at the end of the XVIII century, dissociating piers and arches and reducing the width of the piers to the 1/10 of the arch span can be considered a change in the stone bridges technique. This change was maintained until the times stone bridges were last built at the beginnings of the 20<sup>th</sup> century, except in China where they continued to be built until the end of this century, with arches whose spans reached lengths of 120 m.

In stone architecture, on the other hand, there were different techniques that were used during the same period. There exists a qualitative change of technique between the Romanesque and Gothic vaults as well as between these and the Byzantine and Moslem ones. This invariability of stone bridges technique has brought about dating errors of as many as 1500 years, there were bridges from the XVIII century that were considered to be Roman.

However, this greater mastery and generalisation of the vaults in the Middle Ages does not mean that in this period the quality of Roman bridges is surpassed although when we refer to the slenderness of arches and the relation between the pier width and the arch span we say that in general, the mediaeval bridges have greater slenderness.



Fig. 3. Puente del Diablo en Martorell sobre el río Llobregat/Devil Bridge in Martorell over the Llobregat River. Prov. Barcelona S. XIII. A la derecha, Fig. 4. Puente la Reina sobre el río Arga/Puente la Reina over the Arga River. Prov. Navarra. S. XI.

La esbeltez de los arcos romanos oscila entre  $1/8$  y  $1/18$  y en los medievales entre  $1/15$  y  $1/30$ , llegando en algunos puentes góticos a un  $1/35$ , como en el de **San Martín** sobre el Tajo en Toledo, de 39 metros de luz, construido en el siglo XIV.

La relación entre el ancho de las pilas y la luz de los arcos varía en los romanos entre 1 y  $1/4,3$  y un valor normal es  $1/2$ . En los medievales se llega a valores de  $1/6,5$  en el **Puente del Diablo en Martorell**, del siglo XIII, y un valor normal es  $1/5$ . En el **Puente la Reina** sobre el río Arga, del siglo XI, uno de los primeros puentes románicos españoles, esta relación es de  $1/4,3$ , igual a la del **Puente Bibey**, la máxima de los puentes romanos.

La ejecución de los puentes medievales es en general menos perfecta que la de los romanos, y ello se manifiesta en la labra de los sillares y las dovelas, y en la geometría de los arcos, más defectuosa que la de los romanos; pero hay en cambio en este periodo una mayor intuición del comportamiento resistente del arco de medio punto, porque se sabía que el arco resistente no coincide con el desarrollo completo del medio punto; por ello en algunos arcos medievales, los arranques están hechos con sillares horizontales con borde curvo para dar forma al arco, más fáciles de hacer que las dovelas radiales. Este despiece horizontal se mantiene hasta una cierta altura, y mediante uno o varios sillares de forma trapezoidal, que constituyen el salmer del arco, se inician las dovelas radiales. Ejemplo de esta configuración es el arco del puente de **Alquézar** sobre el río Vero en la provincia de Huesca, el **Puente del Diablo en el desfiladero de Olvena** sobre el río Ésera, y también en el puente sobre el río **Rumblar** en la provincia de Jaén, un puente con un acusado lomo de asno, que luego se rectificó para dar paso a la carretera de Andalucía, en la que estuvo en servicio hasta los años 50 del si-

*The slenderness of Roman arches ranges between  $1/8$  and  $1/18$  whereas in the mediaeval ones it varies between  $1/15$  and  $1/30$ , with some Gothic bridges reaching a  $1/35$ , such as the **San Martín** Bridge over the Tajo in Toledo, 39 m long, built in the XIV century.*

*The relation between the pier width and the arches varies in Roman bridges between 1 and  $1/4.3$  while a normal value is  $1/2$ . In mediaeval bridges this relation reaches values of  $1/6.5$  in the **Devil Bridge in Martorell**, from the XIII century, while a normal value is  $1/5$ . In the **Puente la Reina** over the Arga Rive, from the XI century, one of the first Spanish Romanesque bridges, this relation is  $1/4.3$  the same as in the **Puente Bibey**. This is the maximum value of this relation in the Roman bridges.*

*The execution of mediaeval bridges is generally performed with less perfection than is the case of Roman bridges which shows in the carving of the ashlar and voussoirs and in the geometry of the arches, which is faultier than in the Roman bridges. On the other hand, in this period there used to be a greater intuition of the resistant performance of the round arch, because it was well known that the resistant arch does not coincide with the complete development of the round arch. This is why in some mediaeval bridges the arch feet are made with horizontal ashlar with a curved border in order to give shape to the arch, easier to make than the radial voussoirs. This horizontal division is maintained up to a certain height. Then, by means of one or more trapezoidal ashlar which make the arch springer, the radial voussoirs are initiated. Some examples of this configuration are the arch of the **Alquézar** Bridge over the Vero River in the province of Huesca, the **Devil Bridge in the Olvena Defile** over the Ésera River as well as the bridge over the **Rumblar** River in the Province of Jaén, a bridge with a pronounced humpback which was later straightened in order to allow*





Fig. 5. Puente de Alquezar sobre el río Vero/Alquezar. Bridge over the Vero River. Prov.Huesca. A la derecha, Fig. 6. Puente del Diablo en el desfiladero de Ólvena sobre el río Esera/Devil Bridge in the Ólvena Defile over the Esera River. Prov. Huesca .

glo XX. En estos puentes, los sillares horizontales avanzan hasta un ángulo aproximado de 30°, donde se inician las dovelas radiales, y por ello la estructura arco se limita a un ángulo aproximado de 120°, que es el que funciona como tal.

También tienen el mismo despiece los puentes catalanes de la cuenca del Llobregat, del siglo XIV. El puente de **Monistrol** con una luz máxima de 37 metros, el puente de **Castellbell y el Vilar** con una luz máxima de 30 metros, ambos sobre el río Llobregat, y el **Puente del Diablo** en Cardona sobre el río Cardoner, afluente del anterior. En los tres, los arcos se inician con sillares horizontales hasta un ángulo aproximado de 30°, donde se inician las dovelas radiales. Los arcos de mayor luz tienen una segunda rosca superpuesta, que generalmente se limita a la zona central del arco.

Si bien, como hemos dicho, la bóveda cilíndrica de los puentes de piedra ha permanecido prácticamente invariable, en los puentes medievales podemos distinguir dos tipos de bóvedas, en función del despiece de las dovelas del arco:

- a) Las bóvedas uniformes, en las que las dovelas son análogas en todo el ancho de la bóveda, y todas ellas tienen el mismo canto. Las juntas se van alternando en las diferentes hiladas para trabar la fábrica en todo el ancho de la bóveda. De este tipo son los puentes románicos y gran parte de los puentes góticos.
- b) Las bóvedas que tienen en los paramentos del puente dovelas grandes y bien labradas, con una sola pieza en el canto del arco; en cambio el interior de la bóveda entre paramentos está hecho con sillarejo más o menos labrado, y el canto total del arco se consigue mediante la superposición de varias piezas de dovela.

Arriba, Fig. 7. Puente del río Rumbiar. a) El arco principal. b) Detalle de las dovelas/ Rumbiar. River Bridge. Prov. Jaén. Abajo, Fig. 8. Puente de Monistrol sobre el río Llobregat. a) El arco principal. b) Detalle de las dovelas/Monistrol. Bridge over the Llobregat River. Prov. Barcelona. S. XIV.

*the passing of the Andalucía motorway, on which it was in service until the fifties of the XX century. In these bridges, the horizontal ashlar advance until reaching an angle of approximately 30°, where radial voussoirs are initiated. This is why the arch structure is limited to an angle of 120° approximately, which is the one that works as such.*

*The Catalan bridges of the Llobregat River Basin from the XIV century have the same division. The **Monistrol** Bridge with a maximum 37 m long span, the **Castellbell y el Vilar** Bridge, with a 30 m long maximum span, both over*





Fig. 9. Puente de Castellbell y el Vilar sobre el río Llobregat/  
Cástellbell y el Vilar. Bridge over the Llobregat River. Prov. Barcelona. S. XIV.

Con frecuencia en estas bóvedas heterogéneas se producen grietas longitudinales entre el núcleo de sillarejo y las dovelas de los paramentos. Nosotros nos encontramos con este problema en el puente de **Castellbell y el Vilar** sobre el río Llobregat, un puente del siglo XIV de cuatro arcos, con una luz en el arco mayor de 30 metros; en los arcos grandes, estas grietas longitudinales tenían una apertura considerable, de varios centímetros. En principio pensamos que la grieta podría ser debida al empuje del relleno sobre los tímpanos, pero el relleno era de "cal y canto" y no producía empujes. La razón de estas grietas, que hemos visto en otros puentes de este tipo, es la diferencia de comportamiento resistente entre el núcleo y los arcos formados por las dovelas de borde, que son mucho más rígidos que el núcleo.

En algunas bóvedas que son uniformes en su intradós y que a partir de una visión exterior se incluirían en el tipo de bóvedas uniformes, las dovelas del interior de la bóve-

the Llobregat River, and the **Devil Bridge in Cardona** over the Cardoner River, a tributary of the Llobregat. In all three of these bridges, the arches begin with horizontal ashlar until reaching an angle of approximately 30°, where the radial voussoirs are initiated. The arches with larger spans have a second superimposed chord that is generally limited to the central area of the arch.

Although, as we have said, in stone bridges the barrel vault has remained practically unchanged, in mediaeval bridges we can distinguish two types of barrel vaults, depending on the division of the voussoirs of the arch:

a) The uniform vaults in which the voussoirs are the same along the whole width of the vault and they all have the same depth. The joints alternate in the different chords thus uniting the stonework. Such are the Roman and a great number of Gothic bridges.

b) The vaults that have in their bridge walls large and well-carved voussoirs with a single piece in the arch depth. On the other hand, the interior of the vault between the walls is made of rough ashlar, more or less carved, and the total arch depth is achieved by the superimposition of various voussoir pieces.

In these heterogeneous vaults there are often cracks between the ashlar core and the wall voussoirs. We found this problem in the **Castellbell y el Vilar** Bridge above mentioned over the Llobregat, a XIV century bridge with four arches, of a 30 m-long span in the largest arch. In the large arches these longitudinal cracks had a considerable opening of various centimetres. In the beginning we thought that the crack may be due to the thrust of the filling on the spandrel but this filling was solidly built and did not produce any thrusts. The reason for these cracks, which we had seen in other bridges of this kind, is the difference between the resistant behaviour of

Fig. 10. Puente del Diablo en Cardona sobre el río Cardona/**Devil Bridge in Cardona** over the Cardona River. Prov. Barcelona. S. XIV. A la derecha, Fig. 11. Puente de Piedra en Zaragoza sobre el río Ebro/**Stone Bridge in Zaragoza** over the Ebro River. S. XII - S. XIV.





da no están hechas de una sola pieza en todo el canto como las de los paramentos, sino que están formadas por piezas superpuestas. Esto lo hemos visto en la restauración de los arcos del **Puente de Piedra de Zaragoza**, un puente medieval que se empezó a construir en el siglo XII y se terminó en el XV, y que posteriormente ha sufrido varias intervenciones por hundimiento total o parcial de algunos de sus arcos. El intradós de las bóvedas de los arcos está hecho con dovelas todas iguales como si las dovelas fueran uniformes, pero al sustituir algunas de las del interior, se vio que estas dovelas estaban hechas de piezas superpuestas.

También hay diferencias importantes entre los puentes romanos y los medievales en el conocimiento del efecto de los tajamares y los espolones en la corriente del río. Tanto en los puentes romanos como en los medievales hay grandes variaciones de unos puentes a otros, pero a pesar de estas variaciones, se puede decir que los romanos ignoraban el problema de los espolones, y por ello los puentes romanos únicamente tienen tajamares, y en algunos casos un pequeño ensanche de la pila aguas abajo. La falta de espolones agrava el problema de la socavación, que siempre es más acusada aguas abajo que aguas arriba.

Con frecuencia, en los puentes medievales, aunque no siempre, los tajamares son simétricos. Ejemplo de ello son los del puente de Puente la Reina, o los de los puentes góticos con tajamares de planta triangular que se elevan hasta la plataforma del camino.

## 2. Morfología de los puentes medievales

En los puentes de piedra es difícil y arriesgado basar la datación de un puente en una identificación morfológica, porque ello puede dar lugar a muchos errores; como hemos dicho, se han llegado a considerar romanos puentes construidos en el siglo XVIII.

Los diversos tipos de puentes medievales que vamos a exponer no siempre responden a una evolución cronológica, sino que algunos tipos perviven a lo largo de varios siglos. Ejemplo de ello son los puentes con arquillos de aligeramiento en los tímpanos, que vamos a estudiar en primer lugar.

### 2.1. Puentes con arquillos de aligeramiento

En los puentes con arquillos de aligeramiento podemos distinguir dos tipos diferentes: Los puentes de varios arcos, y los puentes con un solo arco, o con un arco principal, y dos o más mucho menores.

El arquillo de aligeramiento es un elemento aprendido de los romanos, aunque en su última época, la ma-

*the core and the arches made of edge voussoirs, much stiffer than the core.*

*In some vaults with a uniform intrados and which, if we consider their exterior side, could be included in the group of uniform vaults, the voussoirs of the inner side of the vault are not made of a single piece in the whole depth like the voussoirs in the walls. They are made with superimposed elements. We saw this in the restoration of the arches of the **Stone Bridge in Zaragoza**, a mediaeval bridge whose construction began in the XII century and finished in the XV. Afterwards, the bridge underwent various interventions due to total or partial collapse of some of the arches. The intrados of the arches vaults was made of equal voussoirs as if they were all uniform, but when some of those on the inside were replaced, we discovered that these voussoirs were made of superimposed elements.*

*There are also significant differences between the Roman and mediaeval bridges as regards the knowledge of the cutwater and rear cutwater effect in the River flow. Both in Roman and in mediaeval bridges there are great variations from one bridge to another, but in spite of these variations we can say that the Romans did not know of the real cutwaters problem which is why Roman bridges only have cutwaters and in some cases a small broadening of the pier in the downstream direction. The absence of real cutwaters aggravates the problem of the undermining which is always more serious in the downstream than in the upstream direction.*

*Often, though not always, in mediaeval bridges the cutwaters are symmetrical. One example for this is the **Puente la Reina** Bridge or the Gothic bridges with triangular cutwaters which rise up to the road platform.*

## 2. The morphology of mediaeval bridges

*In stone bridges it is difficult and risky to base the dating of a bridge on a morphological identification because this could give rise to many errors; as we have said before, there were bridges built in the XVIII century that were considered to date from the Roman period.*

*The different types of mediaeval bridges we are going to describe do not always respond to a chronological evolution. There are some types that survived over various centuries. An example of this are the bridges with relieving arches in the spandrels that we are going to deal with first.*

### 2.1. Bridges with relieving arches

*In bridges with relieving arches we can distinguish two different types: the bridges with several arches and the bridges with a single arch or those with one main arch and two or more much smaller ones.*



Fig. 12. Puente de la Magdalena sobre el río Arga en Pamplona/Magdalena. Bridge over the Arga River in Pamplona. S. XIII-S.XIV. A la derecha, Fig. 13. Puente de Andujar sobre el río Guadalquivir. Probablemente romano/Andujar. Bridge over the Guadalquivir River. Probably Roman. Prov. Jaén.

yoría de los puentes romanos no los tenían. En los puentes medievales, los arquillos de aligeramiento se utilizaron en todas las épocas; en España el mejor ejemplo de ello son los puentes navarros sobre el río Arga: el de **Puente la Reina** construido en el siglo XI como hemos dicho, y el de la **Magdalena** construido dos o tres siglos después, pues los datos que conocemos sitúan su construcción en el siglo XIII o en el XIV; los dos tienen arquillos de aligeramiento similares.

Los arquillos de aligeramiento, llamados también aliviaderos, se debieron probablemente a varias razones:

1. Aumentar el desagüe del puente en caso de avenidas. Esta razón es puramente teórica, porque los estudios hidráulicos hechos sobre el caudal que puede pasar por estos arquillos, demuestra que es mínimo.
2. Disminuir el empuje del agua sobre los tímpanos en las grandes avenidas.
3. Disminuir el área de los tímpanos, y con ello reducir el empuje del relleno sobre ellos. Al mismo tiempo se crea una traba entre los dos paramentos.
4. Introducir un elemento en la composición del puente, que aligere la gran superficie que forma el conjunto pila-tímpano.

Pensamos que esta última razón, que como hemos dicho es de composición y no funcional, es la que ha llevado en la mayoría de los casos a hacer arquillos de aligeramiento en los puentes. Pero no siempre ha sido así, porque en algún caso, los arquillos de aligeramiento se han añadido a posteriori. En el puente de **Andujar** sobre el río Guadalquivir, un puente probablemente de origen romano, con una relación entre el ancho de las pilas y la

*The relieving arch is an element learnt from the Romans although in its latest age the Roman bridges did not have them. In mediaeval bridges, the relieving arches were used at all ages; in Spain the best examples for them are to be found in Navarra over the Arga River: the **Puente la Reina** Bridge built in the XI century as we have said before, and the **Magdalena** Bridge built two or four centuries later (the data we have access to date its construction back to the XIII or XIV century. These two bridges have similar relieving arches.*

*The relieving arches, also called spillways were probably due to various reasons:*

1. *They were meant to increase the drainage of the River in case of flooding. This reason is purely theoretical since the hydraulic studies prove that the flow that can pass through these relieving arches is minimum.*
2. *Diminish the thrust of the water on the spandrels during flooding.*
3. *Reduce the area of the spandrels and therefore decrease the thrust of the filling on them. At the same time an obstacle is created between the two walls.*
4. *Introduce an element in the composition of the bridge that would lighten the large surface that makes up the pier-spandrel whole.*

*We think that this last reason that, as we have said, has to do with the composition rather than the function, is what led to the use of relieving arches in bridges. But it has not always been the case because in some cases the relieving arches were added later. In the **Andujar** Bridge over the Guadalquivir, a bridge of probably Roman origins, with a pier width-arch span ratio amounting to 1, meaning that the piers have the same width as the arches, the relieving arches were*



Fig. 14. Puente Vilumara sobre el río Llobregat/Vilumara. Bridge over Llobregat River. Prov.Barcelona. A la derecha, Fig.15. Pont Vell de Manresa sobre el río Cardoner/Pont Vell de Manresa over the Cardoner River. Prov. Barcelona.

luz de los arcos de 1, es decir, las pilas tienen el mismo ancho que los arcos, los arquillos de aligeramiento se añadieron a posteriori, probablemente durante la Edad Media, porque los arcos principales tienen pocas marcas de cantero, probablemente debido a una restauración simultánea a los arquillos y en cambio los arquillos de aligeramiento tienen muchas. En los paramentos de los tímpanos se puede ver la línea divisoria entre la zona inferior, original del puente, y la zona superior que se rehizo después de construir los arquillos de aligeramiento. No sabemos por qué se añadieron estos arquillos, pero no parece que pueda deberse a un problema de composición.

#### 2.1.1. Puentes de varios arcos

Entre los puentes con arquillos de aligeramiento de varios arcos cabe destacar los dos navarros sobre el río Arga ya citados, el de **Puente la Reina** del siglo XI, un puente con seis arcos, el mayor de 25 metros de luz y grandes arquillos de aligeramiento sobre las pilas; y el de la **Magdalena** en Pamplona con cuatro arcos ligeramente apuntados, y arquillos de aligeramiento análogos a los del puente anterior. Ambos puentes se encuentran en el Camino de Santiago.

En Cataluña hay varios puentes medievales con arquillos de aligeramiento. En el puente de **Vilumara** sobre el río Llobregat, tres pilas laterales tienen arquillos de aligeramiento sobre ellas, y tajamares aguas arriba con sombreretes escalonados; ambos elementos son clásicos de un puente medieval. La zona central sobre el río se hizo en una reconstrucción posterior. El **Pont Vell de Manresa** sobre el río Cardoner tiene dos arquillos muy pequeños sobre las pilas contiguas al arco central; en las demás pilas los tímpanos son ciegos. El puente actual es una reconstrucción hecha en los años

*added later, probably during the Middle Ages, because the main arches do not have banker marks, as Roman bridges cannot have them, while on the other hand the relieving arches do have them. On the spandrel walls we can see the division line between the bottom area belonging to the original bridge and the upper area that was redone after the relieving arches were built. We do not know why these arches were added but it may not be due to a composition problem.*

#### 2.1.1. Bridges with several arches

*Among bridges with relieving arches that have several arches we should point out two bridges in Navarra over the Arga River we had already mentioned: the **Puente la Reina** Bridge from the XI century with six arches of which the largest has a 25 m-long span with great relieving arches over the piers, and the **Magdalena** Bridge in Pamplona with four slightly pointed arches and relieving arches identical as those in the previous bridge. Both bridges are situated on the Road to Santiago.*

*In Catalonia there are various mediaeval bridges with relieving arches. In the **Vilumara** Bridge over the Llobregat, three lateral piers have relieving arches on top and cutwater in the upstream direction. Both these elements are classical in a mediaeval bridge. The central area over the river was built in a later reconstruction. The **Pont Vell de Manresa** over the Cardoner River has two very small relieving arches only over the piers adjacent to the central arch. In the rest of the piers the spandrels are solid. The present day bridge is a reconstruction done in the 70s of the XX century because the original one was destroyed in the Spanish Civil War.*





Fig. 16. Puente de Besalú sobre el río Fluviá/Besalú. Bridge over the Fluviá River. Prov. Gerona. S. XII. A la derecha, Fig. 17. Puente de Frias sobre el río Ebro/Frias. Bridge over the Ebro River. Prov. Burgos. S. XIII.

70 del siglo XX, porque fue derribado durante la Guerra Civil Española.

El puente de **Besalú** sobre el río Fluviá es un conjunto de diferentes partes construidas o reconstruidas en diferentes épocas. La parte más antigua, la más próxima a la ciudad, es probablemente del siglo XII y consta de tres arcos con arquillos de aligeramiento en las pilas intermedias. Dos de estos arcos no son originales; se reconstruyeron en 1962, porque, igual que el **Pont Vell de Manresa** fue derribado en la Guerra Civil.

Otro puente medieval con arquillos de aligeramiento es el **Puente Nuevo de Zamora** sobre el río Duero, construido probablemente en el siglo XII. El nombre de nuevo se debe a la existencia de un puente anterior romano del que todavía quedan restos. El puente medieval llegó a tener veintidós arcos apuntados, y conserva los arquillos de aligeramiento sobre las pilas, aunque en una desafortunada intervención a principios del siglo XX se cambió la forma de los aligeramientos, introduciendo un arco invertido inferior que desfigura la imagen original. En esta intervención se suprimieron las torres que tenía el puente en los dos extremos, para facilitar el tráfico sobre él. La misma suerte corrieron la mayoría de la torres de los puentes medievales españoles, que se derribaron desde el siglo XVIII hasta principios del XX, para facilitar el tráfico en ellos, porque eran mayoría los puentes que originalmente tenían torres en sus extremos o sobre alguna de sus pilas, y hoy en día son excepción.

Entre los puentes que conservan sus torres podemos destacar el puente de **Frias** sobre el río Ebro, del siglo XIII, y los dos puentes de Toledo sobre el Tajo: el de **Alcántara**, de origen romano, pero la mayor parte de su fábrica actual es medieval, y el de **San Martín**, del siglo XIV, al que ya nos hemos referido, con un arco principal de 39 metros de luz,

The **Besalú Bridge** over the Fluviá is a set of different parts built or rebuilt at different times. The oldest part, the one closest to the town, probably dates back to the XII century and has three arches with relieving arches in the intermediate piers. Two of these arches are not original; they were rebuilt in 1962 because, like the **Pont Vell de Manresa**, this bridge was destroyed during the Spanish Civil War.

Another mediaeval bridge with relieving arches is the **Puente Nuevo de Zamora** over the Duero, probably built in the XII century. The name (nuevo:new) is due to the existence of an earlier Roman bridge whose remains still exist. This bridge had as many as twenty-two pointed arches and still keeps the relieving arches over the piers although an inappropriate intervention at the beginnings of the XX century changed the shape of the relieving arches introducing an inverted lower arch that disfigures the original view. The towers the bridge had on either end were removed in this intervention in order to make the traffic flow easier. Most of the towers in Spanish mediaeval bridges shared this same luck, they were demolished from the XVIII to the beginnings of the XX century for traffic purposes. While most of the bridges originally used to have towers at the ends or over some pier, those which still keep them nowadays are an exception.

Among the bridges that keep the towers we can point out the **Frias Bridge** over the Ebro, from the XIII century and the two Toledo bridges over the Tajo: the **Alcántara Bridge** of Roman origins although most of its today's stonework is mediaeval and the **San Martín Bridge** from the XIV century we have mentioned before with a main arch 39 m long with towers on either end. The **Besalú Bridge** mentioned above also



Fig. 18. Puente de Alcántara en Toledo sobre el río Tajo/Alcántara. Bridge in Toledo over the Tajo River. A la derecha, Fig. 19. Puente de Cangas de Onís sobre el río Sella/Cangas de Onís. Bridge over the Sella River. Prov. Asturias.

que tiene torres en sus dos extremos. También tiene torres el puente de **Besalú** antes citado, pero, las torres actuales se hicieron en la reconstrucción de 1962 ya citada, a la vez que los arcos, reproduciendo las torres originales que se habían derribado para facilitar el tráfico en el puente.

#### 2.1.2. Puentes de un arco principal

El puente con un arco principal de gran luz para salvar el río y arquillos de aligeramiento de gran tamaño a los lados del arco, es una solución clásica de la Edad Media que se repite en muchas ocasiones, y no solo en España. Un ejemplo francés es el **Pont du Diable en Olargues** con un arco principal de 32 metros de luz, construido en el siglo XII.

Generalmente, en estos puentes, la flecha que requiere un arco de luz grande obliga a levantar la clave sobre las orillas y esto lleva a un perfil en lomo de asno más o menos acusado. Si bien el lomo de asno de los puentes medievales es el resultado de esta elevación de la clave de los arcos mayores, también es cierto que este perfil se enfatiza en muchos puentes como elemento de composición.

No solo aparece el lomo de asno en los puentes con un arco principal, sino también en los puentes de varios arcos con luces decrecientes del centro a los extremos. Los mejores ejemplos de esta composición en los puentes medievales españoles son los siguientes: el puente de **Capella** sobre el río Isabena, con varios arcos, y el puente de **Besians** sobre el río Ésera con un arco principal, ambos en el Pirineo aragonés.

Otro puente con una composición en lomo de asno muy marcada es el de **Luco** sobre el río Jiloca en la provincia de Teruel, un puente que, como muchos otros, se ha atribuido siempre a los romanos; pero esto no es cierto

has towers on either end but the present-day towers were built in the 1962 reconstruction together with the arches, reproducing the original towers that had been demolished for traffic purposes.

#### 2.1.2. Bridges with a single main arch

The bridges with one main long-span arch to span the River and large relieving arches on either side of the arch is a classical mediaeval solution that was repeated many times and not only in Spain. A French example is the **Devil Bridge in Olargues** with a main arch 32 m long built in the XII century.

Generally speaking, in these bridges the rise required by a long-span arch makes it necessary to lift the keystone on the riverbanks which has as a result a more or less prominent humpback shape. Although the humpback of the mediaeval bridges is the result of this keystone elevation of the major arches, it is also true that this shape is emphasised in many bridges as an element of composition.

The humpback does not only appear in bridges with a single main span but also in bridges with several arches with the spans decreasing from the centre toward the ends. The best examples of this composition among the Spanish mediaeval bridges are the following: the **Capella** Bridge over the Isabena River, with several arches, and the **Besians** River over the Ésera River with one main arch, both in the Pyrenees of Aragón.

Another bridge with a very pronounced humpback composition is the **Luco** Bridge over the Jiloca River in the province of Teruel. This bridge like many others has always been attributed to the Romans. This is not correct, though, since banker marks were found on the



Fig. 20. Pont Nou de Camprodon sobre el río Ter/Pont Nou de Camprodon over the Ter River. Prov. Gerona. S. XIV. A la derecha, Fig.21. Puente de San Juan de las Abadesas sobre el río Ter/San Juan de las Abadesas. Bridge over the Ter River. Prov. Gerona. S. XII. (original)/(origin).

porque se han encontrado marcas de cantero en las dovelas de los arcos. Su morfología también hace pensar más en un puente medieval que en uno romano, aunque la perfección de su dovelado y sillería, es más propia de un puente romano.

Entre los puentes españoles con un arco principal flanqueado por arquillos de aligeramiento, podemos tomar como prototipo el de **Cangas de Onís** sobre el río Sella, con un arco principal ligeramente apuntado de 22 metros de luz, y dos arcos laterales más pequeños. No tenemos datos del origen de este puente, que siempre ha dado lugar a polémica; Carlos Fernández Casado en su libro de puentes romanos lo considera romano. El ligero apuntamiento del arco lo atribuye este autor a la dificultad que suponía construir arcos de directriz circular de gran luz, porque con frecuencia perdían forma, y por ello se les daba un apuntamiento inicial para evitar este problema.

Con todas las reservas que hemos planteado sobre la datación morfológica de los puentes, creemos que el puente de Cangas de Onís es un caso muy característico del tipo de puentes medievales que estamos estudiando.

Son muchos los puentes de este tipo que podemos citar en España, la mayoría de ellos en Cataluña.

Fuera de Cataluña podemos citar el Puente del Diablo en el desfiladero de Olvena sobre el río Ésera aguas abajo del pantano de Graus. Es un magnífico arco ligeramente apuntado, estribado en dos rocas de las orillas del río.

Los tres puentes catalanes de este tipo que citamos a continuación, están entre ellos a una distancia, de menos de 20 kilómetros:

El **Pont Nou de Camprodon**, probablemente del siglo XIV, tiene un arco principal de medio punto de 22 metros de luz que salva el río Ter, y dos arcos menores a los lados. Sobre las dos pilas centrales tiene unos arquillos

*arch voussoirs. Its morphology also makes us think of a mediaeval bridge rather than a Roman one although the perfection of its voussoirs and ashlar is more characteristic of a Roman bridge.*

*Among the Spanish bridges with a main arch flanked by relieving arches we can consider as a prototype the **Cangas de Onís** Bridge over the Sella River, with a 22 m-long slightly pointed main arch, and two smaller lateral arches. We do not have any data on the bridge's origins, which has always given rise to polemics. Carlos Fernández Casado considers it Roman in his book on Roman bridges. This author attributes its slightly pointed arch to the difficulty of building long-span arches of a circular directrix, since they often tend to lose their shape, which is why the arches were made initially pointed to avoid this problem.*

*Bearing in mind all the reservations we brought up about the morphological dating of bridges of the we consider the Cangas de Onís Bridge to be a case quite characteristic of the type of mediaeval bridges we are studying here.*

*There are many bridges of this kind we can mention in Spain, most of them in Catalonia.*

*Outside Catalonia we can mention the Devil Bridge in the Olvena Defile over the Ésera River in the downstream direction from the Graus Reservoir. This is a magnificent slightly pointed arch, resting on two rocks on the riverbanks.*

*The three Catalan bridges of this type that follow are less than 20 km apart from each other.*

*The **Pont Nou de Camprodon**, probably from the XIV century, has a round main arch 22 m long spanning the Ter River, and two smaller arches on either side. Over the two central piers there are large*





Fig. 22. Puente de Campdevanol sobre el río Freser/Campdevanol. Bridge over the Freser River. Prov.Gerona. A la derecha, Fig. 23. Puente de Briñas en Haro sobre el río Ebro/Briñas. Bridge in Haro over the Ebro River. Prov. La Rioja.

grandes de aligeramiento, y sobre la pila del lado de la ciudad conserva además una torre construida en el siglo XVI.

El puente de **San Juan de las Abadesas** sobre el río Ter tiene un arco principal apuntado de 29,5 metros de luz, dos arcos laterales pequeños y dos arquillos de aligeramiento sobre las pilas. El puente actual es una reconstrucción hecha en la posguerra del que fue volado a principios de 1939, durante la Guerra Civil Española. El puente original era del siglo XII, que a su vez era reconstrucción de un puente anterior.

El tercer puente catalán de este tipo que citamos, es el de **Campdevanol** sobre el río Freser, con un gran arco principal de medio punto.

## 2.2. El arco ojival

Son muchos los puentes góticos que tienen arcos ojivales, pero no se puede decir que los arcos ojivales son exclusivos de los puentes góticos, porque se empezaron a utilizar anteriormente; tampoco se puede decir que todos los puentes góticos tienen arcos ojivales, porque en esa época coexisten con ellos los arcos de medio punto. Muchos de los grandes arcos de los puentes góticos son de medio punto.

Hay muchos puentes medievales que tienen arcos de los dos tipos, apuntados y de medio punto y de ellos hay muchos ejemplos: El puente de **Frias** sobre el río Ebro, del siglo XIII, tiene dos arcos centrales apuntados, a los lados de la torre, y el resto son de medio punto. El puente de **Briñas** en Haro sobre el río Ebro tiene tres arcos de medio punto y cuatro apuntados. El puente de **Hospital de Órbigo** sobre el río Órbigo, construido en el siglo XIII, tiene arcos de medio punto, ojivales y escarzanos. En Galicia hay innumerables puentes con arcos ojivales y de medio pun-

*relieving arches and over the pier, on the town side, there still remains a tower built in the XVI century.*

*The **San Juan de las Abadesas** Bridge over the Ter has a pointed main arch 29.5 m long, two small lateral arches and two relieving arches over the piers. The present-day bridge is a reconstruction from the post-war period of the bridge blown up at the beginning of 1939 during the Spanish Civil War. The original bridge dated back to the XII century and was in its turn a reconstruction of an even earlier bridge.*

*The third Catalan bridge of this type we choose to mention is the Campdevanol one over the Freser River, with a great round main arch.*

## 2.2. The ogive arch

*There are many Gothic bridges with ogive arches but it cannot be stated that the ogive arches are exclusive of the Gothic bridges because they were first used earlier. Neither can we say that all Gothic bridges have ogive arches because in this period they co-existed with the round ones. Many large arches in Gothic bridges are round.*

*There are many mediaeval bridges that have arches of the two types, both pointed and rounded, and there are many examples for this: the Frias Bridge over the Ebro river from the XIII century has the two central arches, on either side of the tower, pointed, while the rest are rounded. The Briñas Bridge in Haro over the Ebro has three round arches and four pointed ones. The Hospital de Órbigo Bridge over the Órbigo River, built in the XIII century, has round, ogive and segmented arches. In Galicia there are innumerable bridges with ogive and rounded arches. Among them we can mention the Ramallosa Bridge over the Miñor*



Fig. 24. Puente de Hospital de Órbigo sobre el río Órbigo/Hospital de Órbigo bridge over the Órbigo, River. Prov. León. S. XIII. A la derecha, Fig. 25. Puente de la Ramallosa cerca de Bayona sobre el río Miñor/Ramallosa. Bridge near Bayona over the Miñor River. Prov. Pontevedra. S. XIII.

to. Entre ellos podemos citar el puente de la **Ramallosa** sobre el río Miñor, cerca de Bayona, probablemente del siglo XIII, el puente de la **Cigarrosa** sobre el río Sil entre la Rua y Petin, y el puente **Maceira** sobre el río Tambre, probablemente del siglo XIV, con un arco central apuntado y los demás de medio punto.

En estos puentes con dos tipos de arcos debemos incluir **La Ponte Vella de Ourense** sobre el río Miño, que tiene siete arcos, cuatro de ellos de medio punto y tres ojivales, uno de ellos, el central de 43,5 metros de luz, es el mayor de los puentes medievales españoles. Es un puente de origen romano que ha sufrido varias reconstrucciones. El puente medieval, que no está claro si tiene las mismas luces del romano, se construyó en el siglo XIII, pero en el siglo XV se hundió el arco principal y desde entonces el arco se reconstruyó y se hundió en varias ocasiones, hasta que en el siglo XVII se terminó el arco que todavía se conserva actualmente.

*River near Bayona, probably the from the XIII century, the Cigarrosa Bridge over the Sil River between la Rua and Petin, and the Maceira Bridge over the Tambre River, probably from the XIV century with a pointed central arch while the rest are rounded.*

*Among these bridges with two types of arches we must also include La Ponte Vella de Ourense over the Miño River, that has seven arches, four of which are rounded while the remaining three are ogive. The central arch, 43.5 m long, is the largest of all Spanish mediaeval bridges. This is a bridge from the Roman times that has undergone various reconstructions. The mediaeval bridge, whose spans are not quite so clearly identical to those of the Roman bridge, was built in the XIII century, but in the XV century the main arch collapsed and from then on the arch was rebuilt and collapsed several times until the one still standing today was built in the XVII century.*

Fig. 26. Puente de la Cigarrosa entre la Rua y Petin sobre el río Sil/Cigarrosa. Bridge between la Rua and Petin over the Sil River. Prov. Ourense. A la derecha, Fig. 27. Ponte Vella de Ourense sobre el río Miño/Ponte Vella de Ourense over the Miño River.





Fig. 28. Puente de Tordesillas sobre el río Duero/Tordesillas. Bridge over the Duero River. Prov. Valladolid. S. XIII. A la derecha, Fig. 29. Puente de Garray sobre el río Duero/Garray. Bridge over the Duero River. Prov. Soria.

En algunos de estos puentes, los arcos de uno y otro tipo se pueden deber a reconstrucciones de épocas diferentes, pero en otros está claro que se han construido a la vez partiendo de un proyecto único.

Hemos visto la interpretación de Carlos Fernández Casado del origen de los arcos apuntados en los puentes con arcos grandes, y ello puede ser cierto en muchos casos donde el apuntamiento es muy leve. En otros casos, en cambio, hay una intención clara de dar forma ojival al arco.

El arco apuntado no tiene ninguna justificación en los puentes desde el punto de vista resistente, porque las cargas permanentes que actúan sobre un arco de puente están repartidas a lo largo de él y producen carga máxima en los arranques y mínima en clave, lo que justifica el arco carpanel, que es la forma opuesta al arco apuntado. Las cargas variables sobre el arco pueden estar parcialmente repartidas sobre él, por lo que no determina ningún tipo de directrix. No hay por tanto ningún motivo que justifique una discontinuidad angular en clave como tiene el arco apuntado, que solo puede ser debida a una carga concentrada.

Por ello, en los puentes con un arco principal apuntado, se busca generalmente situar sobre la clave de éste, el vértice del lomo de asno de la rasante para que acompañe al apuntamiento del arco. En algunos casos se sitúa en clave una pequeña capilla, que tanto desde el punto de vista resistente como desde el punto de vista formal, equilibra el conjunto, justificando el apuntamiento del arco.

El prototipo de los puentes ojivales españoles es el **Puente del Diablo en Martorell** sobre el río Llobregat, un arco de 37 metros de luz construido en el siglo XIII, con un acusado lomo de asno y una capilla en el vértice para crear el equilibrio a que antes nos hemos referido. El puen-

*In some of these bridges, the arches of one or the other type may be due to reconstructions in different periods of time, but in other bridges it is clear that they were built at the same time as a result of one and the same project.*

*We have seen the interpretation of Carlos Fernández Casado about the origin of the slightly pointed arches in bridges with large arches, and this may be the criterion to use in many cases in which the arches are just slightly pointed. In other cases, though, there is a clear intention to give an ogive shape to the arch.*

*The pointed arch has no justification in bridges from the resistant point of view, because permanent loads acting on the arch are distributed all along its surface and produce the maximum load in the feet and the minimum load in the keystone which justifies the basket arch, the opposite shape of the pointed arch. The variable loads on the arch can be partially distributed which does not determine any type of directrix. Therefore, there is no reason why there should be an angular discontinuity in the keystone like that of the pointed arch, such discontinuity may only be due to a concentrated load.*

*For this reason, in bridges with a pointed main arch, humpback vertex of the keystone gradient keystone is usually situated on top, to accompany the arch's pointed shape. In some cases a small chapel is situated in the keystone that both from the resistant and from the formal point of view provides the whole with balance thus justifying the pointed arch.*

*The prototype of the Spanish ogive bridges is the **Devil Bridge in Martorell** over the Llobregat River, a 37 m long arch built in the XIII with a pronounced humpback and a chapel in the vertex in order to*





Fig. 30. Puente de Vinuesa sobre el río Duero/Vinuesa. Bridge over the Duero River. Prov. Soria. A la derecha, Fig. 31. Puente de Ledesma sobre el río Tormes/Ledesma. Bridge over the Tormes River. Prov. Zamora. S. XV.

te actual es una reconstrucción de los años 60 del siglo XX del puente medieval, que fue volado durante la Guerra Civil Española. A su vez, el puente medieval era reconstrucción de un puente romano anterior, del que queda un arco triunfal en uno de los extremos del puente.

Igual que en los puentes con arquillos de aligeramiento, podemos distinguir dos tipos de puentes con arcos ojivales, los de varios arcos de luces similares, y los de un arco principal.

#### 2.2.1. Puentes de varios arcos

En España hay muchos puentes con arcos ojivales de varios arcos, muchos de ellos con arcos acusadamente apuntados.

Como prototipo podemos citar el puente de **Tordesillas** sobre el río Duero que ha servido de paso a la carretera de Galicia hasta fechas muy recientes.

En la provincia de Soria se encuentra el puente de **Garray**, con arcos claramente apuntados; y el de **Vinuesa**, actualmente sumergido en el pantano de la Cuerda del Pozo, aunque éste puente se debe incluir entre los que tienen los dos tipos de arcos, porque los dos arcos de un extremo, que vienen obligados por una rasante más próxima al suelo, se han hecho de medio punto.

Otro puente de arcos claramente apuntados es el de **Ricobayo** sobre el río Esla, del siglo XIII, que sufrió una drástica elevación de rasante mediante unos desmesurados arquillos de aligeramiento. Actualmente este puente está sumergido en el embalse de Ricobayo.

Un puente grande entre los de arcos apuntados es el de **Ledesma** sobre el río Tormes, construido en el siglo XV con una luz máxima de 18 metros. En este puente los arcos apuntados están más justificados que en otros casos por la considerable altura de la rasante sobre el río. Origi-

provide balance as explained above. The present-day bridge is a reconstruction of the mediaeval bridge, demolished during the Spanish Civil War, carried out in the 60s of the XX century. In its turn, the mediaeval bridge was a reconstruction of an earlier Roman bridge of which a triumphal arch remains at one end of the bridge.

Like in bridges with relieving arches, two types of bridges can be distinguished among bridges with ogive arches: those with several arches of similar spans and those with a single main arch.

#### 2.2.1. Bridges with several arches

In Spain there are many ogive arches bridges with several arches. Many of them have arches whose pointed shape is quite marked.

As a prototype we can mention the **Tordesillas** Bridge over the Duero river that was used on the road to Galicia until recently.

In the province of Soria there is the **Garray** Bridge with clearly pointed arches and the **Vinuesa** Bridge, currently submerged in the Cuerda del Pozo Reservoir, although this bridge should be included among those having both types of arches because the two arches on one end, obliged by a gradient closer to the ground, were made round.

Another bridge with clearly pointed arches is the **Ricobayo** one crossing the Esla River from the XIII century that underwent a drastic gradient elevation by means of disproportionate relieving arches. Currently this bridge is submerged in the Ricobayo Reservoir.

A large bridge among those with pointed arches is the **Ledesma** one over the Tormes River built in the XV century with a maximum 18-m long span. In this bridge



Fig. 32. Puente de Medina en Arévalo sobre el río Arevallillo/Medina. Bridge in Arevalo over the Arevallillo River. Prov. Ávila, S. XIV. A la derecha, Fig. 33. Puente de Todolella sobre el río Cantavieja/Todolella. Bridge over the Cantavieja River. Prov. Castellón.

nalmente tenía tres arcos apuntados y dos extremos más pequeños de medio punto; en la Guerra de la Independencia volaron uno de los arcos principales, que fue reconstruido con un arco peraltado.

También tienen arcos claramente apuntados los puentes mudéjares de Arévalo sobre el río Arevallillo, del siglo XIV: el de **Medina** tiene tres arcos principales, de 12 y 11 metros de luz; el segundo puente de **Arévalo** tiene un solo arco apuntado de luz análoga.

Por último citamos el puente de **Apricano** sobre el río Bayas en Alava, un pequeño puente de los siglos XIV o XV, con cuatro arcos muy apuntados.

#### 2.2.2. Puentes con un arco principal

Son innumerables los puentes medievales que podemos incluir en este tipo, y por ello vamos a limitarnos a los de mayor luz, o a los que tienen arcos apuntados más acusados.

Entre los de mayor luz con arcos apuntados, hemos citado ya el **Puente del Diablo en Martorell** de 37 metros de luz, el de **San Juan de las Abadesas** de 29,5 metros, y el de **Cangas de Onís** de 22 metros.

El mayor de los arcos medievales españoles es el puente de **San Martín** sobre el río Tajo en Toledo, de 39 metros de luz; pero la composición del puente con rasante prácticamente horizontal y el ligerísimo apuntamiento del arco, nos lleva a incluirlo en los grandes arcos góticos del siglo XIV.

Otro arco apuntado de luz grande es el de **Todolella** sobre el río Cantavieja en la provincia de Castellón, con una luz de 24,7 metros y un ligero lomo de asno, que posteriormente ha sido rectificadado para dejar la carretera con rasante horizontal.

*the pointed arches are more justified than in other cases due to the considerable height of the gradient elevation over the river. Originally, it used to have three pointed arches and two end ones that were smaller and round. In the Independence War one of the main arches was blown up and it was later rebuilt with a stilted arch.*

*The following Mudejar bridges also have clearly pointed arches: the Arévalo Bridge over the Arevallillo river, from the XIV century, the Medina Bridge with three main arches 12 and 11 m long; and the second Arévalo Bridge with a single pointed arch of the same span length.*

*Finally, there is the Apricano Bridge over the Bayas River in Alava, a small bridge from the XIV or XV century with four quite pointed arches.*

#### 2.2.2. Bridges with a single main arch

*There are innumerable mediaeval bridges, which can be included within this category. Therefore, we will just deal with the large-span ones or those whose arches are most markedly pointed.*

*Among those with the largest span with pointed arches we have already mentioned the Devil Bridge in Martorell, 37 m long, the San Juan de las Abadesas one, 29.5 m long, and the Cangas de Onís one, 22 m long.*

*One of the largest Spanish mediaeval arches is that of the San Martín Bridge over the Tajo in Toledo, 39 m long; whose composition with an almost horizontal gradient and a slightly pointed arch makes us include it among the great Gothic arches of the XIV century.*

*Another large-span pointed arch is the Todolella over the Cantavieja River in the province of Castellón, with a 24.7 m long span and a slight humpback that was later rectified to leave the road with a horizontal gradient.*





Fig. 34. Puente de San Albin en Béjar sobre el río Cuerpo de Hombre/*San Albin. Bridge in Béjar over the Cuerpo de Hombre River. Prov. Salamanca.* A la derecha, Fig. 35. Puente de Navia de Suarna sobre el río Navia/*Navia de Suarna. Bridge over the Navia River. Prov. Lugo.*

El puente de **San Albin** en Bejar sobre el río Cuerpo de Hombre, tiene un solo arco muy apuntado de 21,50 metros de luz, y rasante horizontal, que seguramente se debe a una rectificación posterior.

El puente de **Navia de Suarna** sobre el río Navia, en la provincia de Lugo, se puede considerar el ejemplo perfecto de este tipo de puentes. Tiene un solo arco de 21 metros de luz, muy apuntado, que se eleva 13 metros sobre el lecho del río, lo que da lugar a un perfil en lomo de asno muy acusado, con pendientes que llegan al 16%.

También en Galicia se encuentra el puente **Navea** sobre el río del mismo nombre, con un solo arco apuntado de 18 metros de luz y una rasante casi horizontal.

En la Rioja existen muchos puentes con arcos apuntados. Como ejemplo se puede citar el puente de **Viguera** sobre el río Iregua con un arco principal apuntado de 19,7 metros de luz, y un acusado lomo de asno.

The **San Albin** Bridge in Béjar over the *Cuerpo de Hombre* River has a single quite pointed arch, 21.50 m long and a horizontal gradient that is probably due to a later rectification.

The **Navia de Suarna** over the *Navia* River in the province of Lugo may be considered a perfect example of this type of bridges. It has a single arch of a 21 m-long span, quite pointed, that rises 13 m above the riverbed which gives rise to a quite pronounced humpback shape with slopes reaching up 16%.

Also in Galicia there is the **Navea** Bridge over the river of the same name, with a single pointed arch, 18 m long and an almost horizontal gradient.

In La Rioja there are many bridges with pointed arches. As an example we can mention the **Viguera** Bridge over the *Iregua* River with a main pointed span 19.7-m long and a prominent humpback. The today's main arch is a reconstruction from the 16th century.

Fig. 36. Puente de Viguera sobre el río Iregua/*Viguera. Bridge over the Iregua River. Prov. La Rioja.* A la derecha, Fig. 37. Puente de la Hiedra sobre el río Najerilla/*Puente de la Hiedra over the Najerilla River. Prov. La Rioja.*

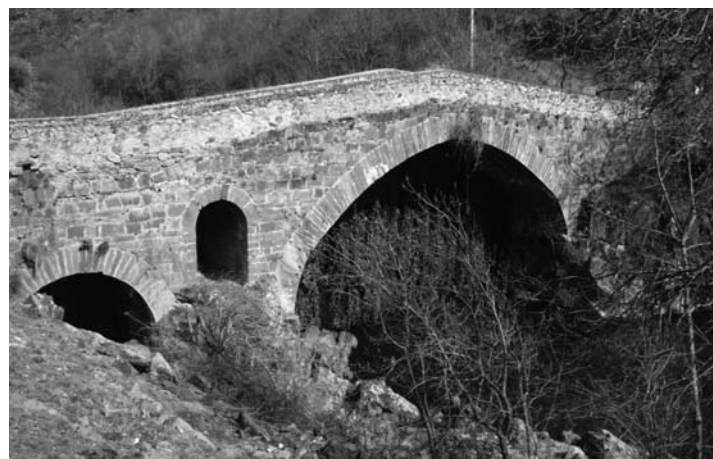






Fig. 38. Puente de Úbeda la Vieja sobre el río Guadalquivir/Úbeda la Vieja Bridge over the Guadalquivir River. Prov. Jaén. A la derecha, Fig. 39. Puente de Pedret sobre el río Llobregat/Pedret. Bridge over the Llobregat River. Prov. Barcelona.

Este arco principal actual es una reconstrucción del siglo XVI. Arco bastante apuntado tiene el **Puente de la Hiedra** sobre el río Najerilla, del siglo XIV, con un arquillo de aligeramiento sobre la única pila; el arco principal tiene una luz de 12,6 metros; más claramente apuntado es el arco del puente de **Mansilla** sobre el mismo río de 13,7 metros de luz, construido en el mismo siglo, y actualmente sumergido en el pantano de Mansilla, ambos también en la Rioja.

Por último como ejemplos de arcos acusadamente apuntados podemos citar el puente de **Úbeda la Vieja** sobre el río Guadalquivir en Jaén, con rasante probablemente rectificadas; el puente del **Pedret** en Cataluña sobre el río Llobregat; y el puente de San Fiz en Galicia sobre el río Barbantiño con un arco apuntado de 9 metros de luz que tiene un dovelado de una perfección poco común en los puentes medievales.

Los puentes apuntados prácticamente se dejaron de hacer al iniciarse la Edad Moderna. Sin embargo, como hemos visto, la reconstrucción del arco del puente de Orense en el siglo XVII se hizo con un arco apuntado, y el puente de Almaraz sobre el río Tajo, construido en el siglo XVI, tiene dos arcos, el mayor de 38 metros, de medio punto, y el menor de 33 metros, apuntado. No sabemos la razón. El mayor fue volado en la Guerra de la Independencia y reconstruido en 1845; podría pensarse que originalmente los dos arcos eran apuntados, pero grabados del siglo XVIII muestran el puente original que tenía un arco apuntado y otro de medio punto.

### 2.3. Puente góticos con tajamares triangulares

Un puente gótico clásico en toda Europa, es el puente con tajamares triangulares que llegan hasta el borde superior de los pretilos, creando balconcillos a lo largo de

The **Puente de la Hiedra** over the Najerilla River has a rather pointed arch. It dates back to the XIV century, has one relieving arch over the single pier and its main span is 12.6 m long. The arch of the **Mansilla** Bridge is more clearly pointed, its span is 13.7 m long, it was also built in the XIV century and is currently submerged in the Mansilla Reservoir. They are both to be found in La Rioja.

Finally, as examples of arches with a markedly pointed shape we can name the **Úbeda la Vieja** Bridge over the Guadalquivir River in Jaén, with a gradient that was probably rectified, and the **Pedret** Bridge in Catalonia over the Llobregat River, and the **San Fiz** Bridge in Galicia over the Barbantiño River with a pointed arch of a 9 m-long span. The perfection of the voussoirs of this bridge is unusual in mediaeval bridges.

The pointed bridges practically ceased to be built at the beginning of the Modern Era. However, as we have seen, the reconstruction of the arch of the Orense bridge in the XVII century was carried out using a pointed arch, while the Almaraz Bridge over the Tajo River, built in the XVI century has two arches, the greater one is a round, 38 m long arch and the smaller one is 33 m long and pointed. We do not know the reason for this. The greater arch was blown up during the Independence War and reconstructed in 1845; it could mean that both arches were originally pointed, nevertheless, the engravings from the 18th century show the original bridge that had one pointed and one round arch.

### 2.3. Gothic bridges with triangular cutwaters

A Gothic bridge classical in entire Europe is the bridge with triangular cutwaters that reach the upper



Fig. 40. Puente de Capella sobre el río Isábena/Capella. Bridge over the Isábena River. Prov. Huesca. A la derecha, Fig. 41. Puente de Besians sobre el río Ésera/Besians. Bridge over the Ésera River. Prov. Huesca.

la plataforma del puente. Generalmente son simétricos, es decir, los espolones son iguales a los tajamares. Muchos de ellos tienen además un acusado lomo de asno.

En Francia, probablemente es más frecuente este tipo de puentes que en España. Como ejemplos de puentes franceses podemos citar el puente de **Espalión** sobre el río Lot, y el puente de **Entraigues** sobre la Truyere, ambos con arcos apuntados. Un puente clásico español con tajamares triangulares hasta coronación, es el puente de **Frias** sobre el río Ebro, al que también nos hemos referido anteriormente.

En España podemos considerar como prototipo de este tipo de puentes el puente de **Capella** sobre el río Isábena ya citado, con tajamares triangulares hasta coronación, y arcos de medio punto de luces decrecientes del centro a los extremos, lo que da lugar a un lomo de asno muy acusado.

Los mismos tajamares tiene el puente de **Besians** sobre el río Ésera, y también un lomo de asno muy acusado, pero con un solo arco principal muy apuntado.

El puente de la **Ramalloso** en Galicia, citado también anteriormente, es un puente muy estrecho con amplios balconillos debidos a los tajamares que llegan a coronación. Es un puente de muchos arcos con luces pequeñas y con rasante cuasi horizontal.

Este tipo de tajamares, al contrario de lo que ocurrió con otros tipos de puentes medievales, no se extinguieron al final de la Edad Media, porque esta solución se siguió utilizando en muchos puentes hasta finales del siglo XVIII.

#### **2.4. Los grandes arcos de la baja Edad Media**

Una de las características más destacadas de los puentes europeos del siglo XIV son las grandes luces de algunos de sus arcos.

edge of the walls, forming little balconies all along the bridge platform. They are usually symmetrical, meaning that the real cutwaters are the same as the cutwaters. Many of them also have a prominent humpback.

This type of bridges is probably more frequent in France than in Spain. As examples of French bridges we can name the **Espalión** Bridge over the Lot River and the **Entraigues** Bridge over the Truyere River. They both have pointed arches. Another classical Spanish bridge with triangular cutwaters up to the crown is the **Frias** bridge over the Ebro River also mentioned above.

In Spain we can consider a prototype of this type of bridges the already mentioned **Capella** Bridge over the Isábena River with triangular cutwaters up to the crown and round arches with spans decreasing from the centre towards the ends, which gives rise to a very pronounced humpback

The **Besians** Bridge over the Ésera River has the same cutwaters as well as a very pronounced humpback though it only has one quite pointed main arch.

The **Ramalloso** Bridge in Galicia, mentioned before, is a very narrow bridge with wide balconies due to the cutwaters that reach the crown. This is a multiple arch bridge with small spans and a quasi horizontal gradient.

This type of cutwaters, unlike what happened with other types of mediaeval bridges, did not become extinguished at the end of the Middle Ages because this solution continued to be used in many bridges until the XVIII century.

#### **2.4. The great arches of the Late Middle Ages**

One of the most prominent characteristics of the European bridges of the XIV century are the great spans of some of their arches.







Fig. 42. Pont Grand de Tournon sobre el río Doux/Pont Grand de Tournon over the Doux River. Francia. A la derecha, Fig. 43. Puente del Arzobispo sobre el río Tajo/Puente del Arzobispo over the Tajo River. Prov. Cáceres. Arzobispo P. Tenorio. S. XIV.

El mayor fue el de **Trezzo** sobre el río Adda en Italia, con un arco de 72 metros de luz, que derribaron en el siglo XV y no se volvió a reconstruir. Otro de los grandes puentes italianos fue el de **Scaliger** sobre el río Adige en Verona, con un arco rebajado de 48,7 metros de luz. En Francia también se hicieron en esta época puentes de grandes luces. El mayor fue el de **Velle-Brioude**, de 54 metros de luz, hoy desaparecido; otros grandes arcos son los de el **Pont Grand de Tournon** sobre el río Doux, de 49 metros de luz, y el **Pont du Diable en Ceret** sobre el río Tech de 45,5 metros de luz.

En España no se llegaron a las luces de los puentes franceses e italianos, pero también se hicieron grandes arcos. Destacamos los de la cuenca del Llobregat, construidos en el siglo XIV, a los que ya nos hemos referido al estudiar el despiece de las dovelas de los arcos: El puente de **Monistrol** tiene un arco principal de 37 metros de luz y rasante horizontal, y es el mayor de todos ellos; el puente de **Castellbell y el Vilar** tiene un arco principal de 30 metros de luz, con un ligero lomo de asno asimétrico, y el **Puente del Diablo en Cardona** sobre el río Cardoner, afluente del Llobregat, del que solo quedan dos arcos exentos, porque han perdido los tímpanos; debió tener rasante horizontal según los grabados que se conservan de él. La luz del arco mayor es del orden de 30 metros. Son tres puentes de factura similar, con arcos de medio punto, y una geometría muy perfecta. En Huesca el puente de **Fanlo** de 26 metros de luz, probablemente del siglo XIV, reconstruido después de la Guerra Civil.

Otros puentes del siglo XIV con arcos de luces grandes, son los dos que construyó el obispo **Pedro Tenorio** sobre el Tajo: el puente de **San Martín** en Toledo al que ya nos hemos referido, con un arco principal ligeramente apuntado de 39 metros de luz y rasante claramente

The greatest one was that of the **Trezzo** Bridge over the Adda River in Italy, with a 72 m long span demolished in the XV century that was never rebuilt. Another great Italian bridge was the one of **Scaliger** over the Adige River in Verona, with a low rise/span ratio arch 48.7 m long. At the same time large-span bridges were also built in France. The largest was the **Velle-Brioude** Bridge, 54 m long, that does not exist any more. Other great arches are those of the **Pont Grand de Tournon** over the Doux, 49 m long and the **Pont du Diable in Ceret** over the River Tech, of a 45.5 m long span.

Although the span lengths of Italian and French bridges were not reached in Spain, large bridges were also built. We will point out those of the Llobregat Basin, built in the XIV century to which we referred while studying the division of the arch voussoirs: The **Monistrol** Bridge has a 37 m long main span and a horizontal gradient. This is the largest one among these bridges. The **Castellbell y el Vilar** Bridge has a 30-m long main span with a slight asymmetrical humpback, and the **Puente del Diablo en Cardona** over the Cardoner River, tributary of the Llobregat, of which only two exempt arches remain because the spandrels were lost. It must have had a horizontal gradient according to the engravings of the bridge that have been preserved. The span of the main arch is about 30 m long. All three of these bridges have similar shapes with round arches and quite a perfect geometry.

Other bridges from the XIV century with long-span arches are the two built by the bishop **Pedro Tenorio** over the Tajo: the **San Martín** Bridge in Toledo we have already mentioned with a slightly pointed main arch 39 m long and a clearly horizontal gradient. The

horizontal. El **Puente del Arzobispo** es un puente largo, con arcos de medio punto o ligeramente rebajados y un suave lomo de asno para alcanzar la clave del arco mayor, situado sobre el río, de 27 metros de luz.

### 3. Conclusión

Con este estudio hemos intentado dar una visión general de los puentes medievales españoles. Pensamos que en este momento en España se ha avanzado mucho en el estudio y catalogación por regiones de los puentes históricos, y hay también estudios generales de los puentes romanos, pero creemos que falta por hacer un estudio sistemático general de los puentes medievales. ♦

**Puente del Arzobispo** Bridge is a long-span bridge with round arches or a somewhat low rise/span ratio and a slight humpback to reach the keystone of the major arch, situated over the river, 27 m long.

### 3. Conclusion

With this study our intention was to offer a general overview of the Spanish mediaeval bridges. We think that in Spain at present, we have come very far in the study and catalogation of historical bridges and there are also general studies of the Roman bridges. We do believe, though, that a systematic general study of mediaeval bridges still remains to be done. ♦

#### Referencias:

-Fernández Troyano, Leonardo. *Tierra sobre el Agua*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 2ª Edición. 2004.  
-Arenas, Juan José. *Caminos en el Aire. Los puentes*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 2002.  
-Cuadrado, José María. *de la Fuente, Vicente. España. Sus momentos y sus Artes. Su Naturaleza e Historia*. Castilla la Nueva. Barcelona 1886.  
-Novoa Rodríguez, Manuel. *Los puentes medievales en Cataluña*. Revista O.P. Primavera 1991.

-Armendariz Martija, Javier. *Memoria de la intervención arqueológica en el puente de Puente la Reina*. Trabajos de arqueología. Navarra. 2002-2003  
-Chías Navarro, Pilar. *Abad Balboa, Tomás. Puentes de España*. Fomento de Construcciones y Contratas S.A. Madrid 1994.  
-Fernández Ordóñez, José A., *Abad Balboa, Tomás, Chías Navarro, Pilar. Catálogo de puentes anteriores a 1936*. León. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid 1988.  
-*Guía de los Puentes de España*. Revista del Ministerio de Obras Públicas. Julio-Agosto 1987.  
-Prade, Marcel. *Les ponts. Monuments Historiques*. Editions Errance. Poitiers 1986.

-Madoz, Pascual. *Diccionario Geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de Ultramar*. Madrid 1848-1850.  
-Fernández Casado, Carlos. *Historia del Puente en España. Puentes Romanos*. Instituto Eduardo Torroja.  
-Alvarado Blanco, Segundo. *Durán Fuente, Manuel. Nardiz Ortiz, Carlos. Puentes Históricos de Galicia*. Galicia 1989.  
-Arrúe Ugarte, Begoña. *Moya Valgañón, José Gabriel. Catálogo de puentes anteriores a 1800. La Rioja*. Logroño 1998.  
-Sanchis Deusa, Carme. *Els ponts Valencians Antics*. Generalitat Valenciana 1993.