

VIGA DE HORMIGÓN Y SISTEMA QUE COMPRENDE DICHA VIGA

SECTOR TÉCNICO

La presente invención se refiere a una viga de hormigón, del tipo viga plana, y a un sistema que comprende a dicha viga. La viga según la invención aúna las ventajas de las vigas de acero y las vigas de hormigón, combinando de manera inventiva las ventajas estructurales de las primeras y el bajo coste y facilidad de fabricación de las segundas.

La viga de hormigón de la presente invención, en sus dos variantes, está diseñada para funcionar en continuidad sobre los apoyos (pilares). En la primera variante, la viga está diseñada para funcionar en continuidad solo después del endurecimiento del hormigón vertido *in situ*, mientras que funciona como simplemente apoyada durante el proceso de montaje. En la segunda variante, la viga está diseñada para funcionar en continuidad tanto durante el proceso de montaje como después del endurecimiento del hormigón vertido *in situ*.

ANTECEDENTES

Cada vez más estructuras se realizan con elementos prefabricados, como elementos constitutivos del forjado.

Las estructuras realizadas con elementos prefabricados suelen ser estructuras unidireccionales, es decir, los elementos de forjado prefabricados se apoyan por sus extremos en muros de carga o en pórticos formados por pilares y vigas.

Utilizar muros de carga prefabricados para los apoyos puede ser aceptable en algunos tipos de edificaciones, sobre todo si no requieren mucha flexibilidad en la disposición de los espacios. Pero utilizar pórticos (vigas y pilares) es una solución deseable en la mayoría de los casos, ya que permite una mayor flexibilidad. Sin embargo, actualmente no es tan fácil construir este tipo de estructuras con pórticos

prefabricados, dado el estado de la técnica de las vigas utilizadas en este tipo de estructuras. Esto se debe a que las soluciones actuales de vigas para estructuras con elementos de forjado prefabricados no son demasiado ventajosas en comparación con las estructuras hormigonadas *in situ*.

En estas estructuras, los elementos de forjado prefabricados están soportados por unas vigas, que a su vez descansan sobre unos pilares, como en la mayoría de estructuras. Los vanos quedan, por lo tanto, cubiertos por las luces de las vigas en una dirección, y según otra dirección por los elementos de forjado prefabricados, que pueden ser, por ejemplo, placas alveolares.

Las dos soluciones más populares para vigas en estructuras con elementos de forjado prefabricados son: las vigas prefabricadas de hormigón (armado o pretensado), y las vigas tubulares mixtas, compuestas por un cuerpo tubular exterior formado por chapas de acero laminadas en caliente y soldadas entre sí, rellenas de hormigón, normalmente vertido en obra.

Una de las principales razones que hacen que las vigas prefabricadas de hormigón sean menos ventajosas frente a las de hormigón vertido en obra es que las vigas prefabricadas suelen tener un descuelgue por debajo de la superficie inferior de forjado de al menos unos 15 a 20 cm (6 a 8 pulgadas), lo que aumenta considerablemente la profundidad final del forjado.

Este descuelgue se debe en parte al hecho de que estas vigas necesitan ménsulas laterales para soportar los elementos de forjado, y en parte al hecho de que estas vigas están simplemente apoyadas y deben tener cierta altura para minimizar las deformaciones.

Las vigas mixtas no tienen este problema y permiten superficies inferiores planas. Pero su principal inconveniente es su gran consumo de acero, que hace que estas vigas sean normalmente caras si se comparan con las de hormigón vertido en obra.

Las vigas para el apoyo de los elementos de forjado, como es sabido, pueden ser de acero o de hormigón. Las vigas de acero tienen excelentes características estructurales, funcionando bien tanto a tracción como a compresión. Además, permiten luces muy importantes. Un inconveniente mayor de las vigas de acero es su elevado precio.

Además, las vigas de acero son poco resistentes al fuego. Por lo tanto, normalmente hay que invertir dinero adicional en proteger las vigas de acero contra el fuego.

Sin embargo, el estado actual de la técnica en este tipo de vigas permite formar fácilmente vigas de luz continua sobre los apoyos (pilares), lo que mejora notablemente su rendimiento. Este hecho, junto con el hecho de que el acero es un material que no experimenta deformaciones a largo plazo, permite que estas vigas tengan luces de gran longitud.

Las vigas de hormigón no tienen tanta capacidad de resistencia a la tracción, pero su coste es mucho menor.

Además, las vigas de hormigón se comportan bastante bien en caso de incendio. Asimismo, las vigas de hormigón armado pueden estar pretensadas (precomprimidas), lo que permite a estos elementos estructurales superar algunas de sus desventajas (escasa resistencia a la tracción y deformaciones a largo plazo).

En las tres tablas siguientes se resumen algunas de las principales ventajas e inconvenientes de las vigas del estado de la técnica:

TECNOLOGÍA DE LAS VIGAS	Continuidad de la viga		El hormigón de la viga puede ser pretensado	El hormigón de la viga es prefabricado	DEFORMACIÓN GENERAL A LARGO PLAZO
	Durante el montaje	Después de endurecido el hormigón <i>in situ</i>			

Viga convencional prefabricada de hormigón	No	No	Sí	Sí	MODERADA
Patente ES2369678	No	No	Sí	Sí	MODERADA
Patente WO9012173	Sí	Sí	No	No	BAJA
Modelo de utilidad ES1282640U	Sí	Sí	Sí	Sí	BAJA

Tabla 1. Evaluación de las principales características de las vigas del estado de la técnica atendiendo al CONTROL DE LA DEFORMACIÓN

TECNOLOGÍA DE LAS VIGAS	RESISTENCIA DE LA VIGA A MOMENTOS NEGATIVOS	RESISTENCIA DE LA VIGA A LA TORSIÓN	ARMADURA DE LA VIGA QUE SECCIONA EL PILAR	RESISTENCIA DE LAS UNIONES	
				Viga a columna	Viga a viga
Viga convencional prefabricada de hormigón	NULA	BAJA	NULA	S*:MEDIA F*:NULA T*:NULA	S*:NULAF*: NULA T*:NULA
Patente ES2369678	NULA	BAJA	NULA	S*:MEDIA F*:NULA T*:NULA	S*:NULA F*:NULA T*:NULA
Patente WO9012173	LIMITADA	ALTA	LIMITADA	S*:ALTA F*:ALTA T*:ALTA	S*:BAJA F*:BAJA T*:BAJA
Modelo de utilidad ES1282640U	LIMITADA	BAJA	LIMITADA	S*:ALTA F*:ALTA T*:ALTA	S*:BAJA F*:NULA T*:NULA

Tabla 2. Evaluación de las principales características de las vigas del estado de la técnica atendiendo a la CAPACIDAD ESTRUCTURAL Y EL DETALLADO (S*: Corte; F*: Flexión; T*: Torsión)

TECNOLOGÍA	SUPERFICIE	Consideraciones económicas	COSTE
------------	------------	----------------------------	-------

DE LAS VIGAS	INFERIOR PLANA (o casi plana)	Consumo de acero	Suele ser necesario ignifugar los productos o sobredimensionar la viga	Necesita encofrados específicos	GENERAL
Viga convencional prefabricada de hormigón	NO (Descuelgue: 15 a 20 cm)	Bajo	No	Sí	BAJO
Patente ES2369678	SÍ (Descuelgue: 4 a 12 mm)	Moderado	Sí (solo las alas)	Sí	MODERADO
Patente WO9012173	SÍ (Descuelgue: 1 a 8 cm)	Muy alto	Sí	No	ALTO
Modelo de utilidad ES1282640U	SÍ (Descuelgue: 5 a 20 mm)	Moderado	Sí (solo las alas)	Sí	MODERADO

Tabla 3. Evaluación de las principales características de las vigas del estado de la técnica atendiendo al COSTE y a la capacidad de producción de SUPERFICIES INFERIORES PLANAS

Si se pudieran superar los inconvenientes de las tecnologías actuales, el número de estructuras construidas con elementos de forjado prefabricados podría ser mayor que en la actualidad, ya que las estructuras con forjados prefabricados serían más competitivas. La presente invención tiene por objeto solucionar estos inconvenientes y, en consecuencia, aumentar la competitividad de los forjados realizados con elementos prefabricados frente a los forjados completamente hormigonados en obra.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Para superar los inconvenientes del estado de la técnica, la presente invención propone una viga de hormigón en la que se definen una dirección longitudinal, una dirección transversal y una dirección vertical que es perpendicular a la dirección longitudinal y a la dirección transversal, comprendiendo la viga

armaduras longitudinales, de modo que la sección transversal de la viga, que está en el plano definido por las direcciones transversal y vertical, secciona las armaduras longitudinales y comprende armaduras transversales contenidas en el plano que cercan a las armaduras longitudinales, en la que los extremos según la dirección longitudinal comprenden un entrante de planta rectangular para el encaje y apoyo de cada extremo de la viga en un pilar, comprendiendo la sección en cada extremo de la viga según la dirección transversal una extensión inferior según la dirección transversal, de modo que estas extensiones definen en la viga unas aletas longitudinales para el apoyo de unos elementos prefabricados de forjado, estando provista la viga en cada extremo según la dirección transversal de un perfil de acero con sección en L que tiene una primera ala dispuesta sobre la extensión inferior correspondiente y una segunda ala unida a las armaduras transversales.

En algunas realizaciones, ambos extremos comprenden un entrante de planta rectangular para el encaje y apoyo en un pilar.

En otras realizaciones, el otro extremo comprende un saliente rectangular diseñado para encajar en el entrante de planta rectangular de una viga en el tramo siguiente, de modo que en el entrante de planta rectangular longitudinal hay salientes gruesos de hormigón en la dirección transversal dispuestos en la mitad inferior de la sección de la viga, y el extremo del saliente rectangular longitudinal tiene salientes gruesos de hormigón en la dirección transversal dispuestos en la mitad superior de la sección de la viga diseñados para el encaje y apoyo en los salientes de hormigón del entrante de planta rectangular de una viga en el tramo siguiente, comprendiendo el extremo de la viga provisto del entrante de planta rectangular un orificio rectangular, que puede unirse con el entrante de planta rectangular, estando el orificio dispuesto en la posición de la unión con el pilar para permitir el apoyo de la viga y el paso de la armadura vertical del pilar.

Por lo tanto, la invención consiste en fusionar dos conceptos: las ventajas de

la viga de hormigón, y las de los apoyos entre elementos de acero, de modo que se aprovechan las características ventajosas de ambos para obtener una viga dotada de unas ménsulas corridas mixtas que recorren sus bordes inferiores. Por ménsulas corridas mixtas no entendemos una ménsula corrida armada convencionalmente con barras corrugadas, sino la combinación de los perfiles laminados, en este caso de sección en L, que permiten transmitir los esfuerzos a la armadura del cuerpo principal de la viga, que sí está formada por barras corrugadas convencionales, de modo que el cuerpo principal de la viga de hormigón armado o pretensado luego transmite las cargas a un pilar a través de los extremos de la viga provistos de entrantes, que se apoyan sobre un anillo de acero del pilar, que también trabaja como sección mixta en las pequeñas ménsulas de las que dispone el pilar. Como es conocido, el hormigón armado o pretensado es un material que resiste bien al fuego y tiene un coste relativamente bajo, pero tiene el inconveniente de que implica dimensiones relativamente grandes en las uniones, debido al recubrimiento que requieren las armaduras. En cambio, el acero permite resistir elevadas fuerzas de tracción y cortantes, pero es un material que presenta dos inconvenientes: su elevado coste, y su mal comportamiento frente al fuego cuando queda expuesto. La viga objeto de la presente invención permite aprovechar las ventajas de cada uno de los dos materiales allá donde se necesita, lo cual permite reducir los costes y tener una estructura resistente al fuego, sin por ello aumentar el espesor del forjado.

Además, la invención se refiere al uso de una viga plana que se apoya principalmente en dos lados del pilar opuestos según la dirección transversal, en lugar de una viga peraltada que se apoya, por lo general, en el eje del pilar.

El uso de una viga plana, apoyada en el pilar como se describe, aporta cinco ventajas principales:

- 1) Como la viga es la mayoría de las veces más ancha que el pilar, en la unión pilar-viga, toda la armadura de la viga puede concentrarse a ambos lados

del pilar, dejando la parte central de la viga (en la zona de unión pilar-viga) sin armadura, de modo que no haya colisión entre la armadura vertical del pilar y la armadura de la viga. Esta disposición evitará que la armadura de la viga y/o la armadura del pilar se vean restringidas debido a las limitaciones geométricas causadas por las colisiones de las dos armaduras. Esto es particularmente importante, ya que permite que la viga tenga una mayor cantidad de armadura a momentos negativos, lo que significa un mayor grado de fijación de la viga en sus extremos, lo que se traduce en menores deformaciones y en un uso más eficiente de la viga.

- 2) El hecho de que la viga sea más ancha de lo habitual hace que su rendimiento sea significativamente mayor que el de las vigas peraltadas habituales. La gran anchura permite que la viga sea menos profunda, lo que da lugar a forjados muy eficientes pero planos (o casi planos). Una viga plana, con una gran sección de hormigón, como la descrita en la presente solicitud, tendrá un momento de inercia mayor que una viga peraltada equivalente con la misma profundidad en una estructura de superficie inferior plana construida con las vigas del estado de la técnica. En consecuencia, la viga plana experimentará menos deformaciones que la viga peraltada. Una viga plana, como la descrita en la presente solicitud, también dispondrá de más espacio para la disposición de armaduras (pretensadas o no), y tendrá una mayor resistencia a la flexión, al corte y a la torsión que una viga peraltada con la misma profundidad.
- 3) El hecho de que el apoyo de la viga sobre el pilar se realice en lados opuestos (del pilar) según la dirección transversal, y eventualmente sobre ménsulas colocadas en estos lados, hace que la unión viga-pilar sea particularmente resistente a las fuerzas de torsión. También tiene la ventaja de que la luz de los elementos de forjado prefabricados (paralela a la

dirección transversal) es más corta que si la viga estuviera peraltada. Al ser más cortos, los elementos del forjado quedan sometidos a menores momentos de flexión y a menores fuerzas cortantes, por lo que pueden reducirse los costes de estos elementos haciéndolos más estrechos y/o menos armados.

- 4) Por último, el hecho de que la viga sea plana le permite desarrollar un tipo de unión muy eficiente con la viga del vano siguiente. Este tipo de unión, cuyo comportamiento se explicará con más detalle a continuación, tiene la ventaja de que permite que las principales fuerzas cortantes que actúan sobre la viga se transmitan en la dirección transversal, mientras que las principales fuerzas de flexión de la viga se transmiten en la dirección longitudinal. Esto se debe a que las fuerzas cortantes no se transmiten a través de un apoyo a media madera en el plano vertical-longitudinal, sino a través de dos apoyos a media madera en el plano vertical-transversal. Las juntas a media madera son una solución típica para transmitir las fuerzas cortantes en vigas prefabricadas de hormigón, pero normalmente no son capaces de transmitir la flexión, ya que la mitad inferior de la unión no suele estar rellena de hormigón. En la solución actual, la viga plana permite transmitir las fuerzas de flexión y cortantes en planos diferentes, de modo que no interfieran entre sí.
- 5) Como la viga es bastante ancha, y las armaduras se concentran principalmente en los lados de la viga, la parte central de la viga puede eventualmente incluir perforaciones para el paso de instalaciones, en caso de que sea realmente necesario.

Según una realización, la segunda ala de la sección de acero en L está dispuesta en la superficie lateral vertical de la viga y las dos alas de la sección de acero en L se unen formando una esquina. En esta realización, la superficie

expuesta del acero de la sección en L quedará protegida por el hormigón vertido *in situ* al realizar el sistema de unión.

Según otra realización, la primera y la segunda ala del perfil en L se unen a través de un chaflán, en lugar de unirse directamente formando una esquina.

Según una realización, la segunda ala del perfil de acero en L se extiende hasta una superficie superior de la viga prefabricada de hormigón.

Esta realización permite aprovechar el perfil laminado en L también como encofrado de la propia viga, lo que permite ahorrar en elementos de encofrado y reducir los costes de fabricación.

Según una realización, la viga comprende armaduras longitudinales dispuestas en su sección superior y en al menos un tramo central de la viga que abarca al menos el 75 % de la longitud total de la viga.

Como es sabido, la fluencia del hormigón puede provocar flechas diferidas, que serán más importantes cuanto mayor sea la luz de la viga. Puesto que las vigas soportan el peso considerable de los elementos prefabricados, es preciso limitar la flecha, y con ello poder extender la luz de los vanos. Las armaduras longitudinales así dispuestas permiten reducir eficazmente y con bajo coste las deformaciones a largo plazo debidas a la fluencia de la viga.

Según una realización, la dimensión de la viga según la dirección transversal es al menos dos veces la dimensión según la dirección vertical.

La forma de plana de la viga permite acomodar horizontalmente los diferentes componentes de transmisión de esfuerzos como las aletas de apoyo laterales y las armaduras longitudinales, sin por ello aumentar la altura de forjado.

Según una realización, la viga comprende una banda de elastómero sobre cada una de las alas.

De este modo se aprovecha la interfaz de apoyo constituida por las aletas de apoyo como lugar preferente para la absorción de irregularidades en las superficies

en contacto, las diferentes deformaciones y también para la absorción de vibraciones.

Según una realización, la viga comprende dos chapas dobladas de metal inferiores en al menos uno de los extremos longitudinales, que sobresalen inferiormente y lateralmente la viga.

Como se verá más adelante al describir el sistema, se prevé que haya un espacio entre extremos de vigas consecutivas. Ese espacio se deberá rellenar con hormigón puesto en obra, de modo que será necesario disponer de un encofrado inferior para alojar este hormigón fresco. Con estas chapas dobladas, se conforma una solución de encofrado de bajo coste en conjunto con la propia viga prefabricada, lo cual permite reducir los costes de construcción y también el tiempo de ejecución.

Según una realización, las extensiones (alas laterales a lo largo de la viga) tienen una altura comprendida entre 3 y 10 cm.

La invención también se refiere a un sistema constructivo que comprende un pilar, un elemento de forjado prefabricado y una viga según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el pilar una placa de acero sobre la que descansa el extremo de la viga, descansando el elemento de forjado prefabricado en una de las aletas longitudinales de la viga, teniendo preferentemente la placa de acero forma de corona rectangular.

La placa de acero, preferentemente en forma de corona, se caracteriza por varias cosas:

Por un lado, es una corona situada completamente por fuera de las armaduras verticales del pilar, a las que se une con soldadura.

La unión con soldadura a las armadura verticales permite evitar que las cargas -intensas- que soportará la corona metálica se transmitan directamente sobre el hormigón inferior, y lo puedan dañar.

La corona de acero está toda ella rematada con una corona de elastómero.

La función principal del elastómero es garantizar un apoyo uniforme, sin concentraciones de tensiones potencialmente causadas por irregularidades en el hormigón.

La corona de acero, en una de sus dos direcciones, la dirección transversal, puede ser más ancha, para soportar una proporción significativa de las cargas que le transmite la viga al pilar y para poder soldar la anilla o gancho para formar el sistema resistente a torsiones.

Como las dimensiones de la corona de acero en la dirección transversal son mayores que el pilar, se puede formar una pequeña ménsula a los lados del pilar, como se verá más adelante. Esta ménsula se puede hacer muy pequeña, precisamente por el mismo principio que las aletas de la viga se pueden hacer estrechas: porque son una sección mixta.

En caso de vigas con cargas muy grandes, podría ser necesario hacer la anilla de acero más grande, por ejemplo, ensanchándose en la dirección longitudinal, formando ménsulas en las cuatro caras del pilar, lo que sería equivalente a un pequeño capitel mixto.

Según una realización del sistema, la placa de acero tiene en planta dimensiones mayores que el pilar, y el pilar comprende ménsulas de transición entre el pilar y la placa, teniendo las ménsulas una altura comprendida entre 5 y 10 cm.

La combinación de ménsulas mixtas, placa de acero y la viga de la invención, permite reducir al máximo la ocupación de espacio bajo la superficie inferior de forjado.

Según una realización del sistema, la placa de acero comprende unos ganchos que emergen de esta verticalmente y dispuestos opuestos según la dirección transversal, de modo que permiten retener verticalmente armaduras longitudinales superiores del sistema y evitar así la posible rotación o torsión de la viga durante el proceso de montaje, ya que un elemento de forjado prefabricado

puede apoyarse únicamente en una de las alas laterales de la viga.

Se trata de un elemento provisional, que quedará en la instalación, que da seguridad durante el montaje, siendo posible montar de una vez todos los elementos de forjado prefabricados situados a un solo lado de la viga, sin necesidad de colocar los elementos de forjado de manera coordinada a lado y lado de la viga, buscando equilibrar el peso sobre la viga durante el montaje.

Además de permitir a la viga resistir estos esfuerzos de torsión durante el montaje, permite que las vigas resistan cargas de forma desequilibrada a largo plazo, como en el caso de las vigas de borde -que reciben carga solo por un lado- o de las vigas que soportan elementos de forjado de luces muy desiguales a un lado y otro de la viga.

Según una realización del sistema, los entrantes de planta rectangular en los extremos tienen una profundidad según la dirección longitudinal inferior a la mitad de la dimensión de la placa según la dirección longitudinal, de modo que se puede verter hormigón entre vigas sucesivas y/o se dispone de un espacio para unos ganchos dispuestos en la parte media de la placa, que forman parte del sistema resistente a torsiones.

Gracias a esta característica, se puede formar un nudo rígido resistente a momentos entre las dos vigas consecutivas y el pilar, gracias al sistema formado por las armaduras longitudinales de negativos que pasan de una viga a la otra, a las armaduras verticales del pilar y el hormigón vertido *in situ*.

Comentario: el hormigón puesto *in situ* sobre el encofrado entre los extremos de las vigas es especialmente importante para resistir los momentos flectores negativos de las vigas, trabajando en combinación con las armaduras longitudinales que van por encima de la viga.

Finalmente, según una realización del sistema, la placa está unida a armaduras verticales del pilar, y comprende preferentemente unas bandas de

elastómero en las superficies de apoyo destinadas a las vigas.

La siguiente tabla resume las características de la presente solicitud, siguiendo el mismo esquema que para las vigas del estado de la técnica:

TECNOLOGÍA DE LAS VIGAS	Continuidad de la viga		El hormigón de la viga puede ser pretensado	El hormigón de la viga es prefabricado	DEFORMACIÓN GENERAL A LARGO PLAZO
	Durante el montaje	Después de endurecido el hormigón <i>in situ</i>			
Solicitud (Variante de la Fig. 1)	No	Sí	Sí	Sí	<u>BAJA</u>
Solicitud (Variante de la Fig. 2)	Sí				<u>MUY BAJA</u>

Tabla 1. Evaluación de las principales características de las vigas del estado de la técnica atendiendo al CONTROL DE LA DEFORMACIÓN

TECNOLOGÍA DE LAS VIGAS	RESISTENCIA DE LA VIGA A MOMENTOS NEGATIVOS	RESISTENCIA DE LA VIGA A LA TORSIÓN	ARMADURA DE LA VIGA QUE SECCIONA EL PILAR	RESISTENCIA DE LAS UNIONES	
				Viga a columna	Viga a viga
Solicitud (Variante de la Fig. 1)	ALTA	ALTA	ALTA	<u>S*:ALTA</u> <u>F*:ALTA</u> <u>T*:ALTA</u>	S*:NULA <u>F*:ALTA</u> <u>T*:ALTA</u>
Solicitud (Variante de la Fig. 2)	<u>MUY ALTA</u>		<u>MUY ALTA</u>	<u>S*:ALTA</u> <u>F*:ALTA</u> <u>T*:ALTA</u>	<u>S*:ALTA</u> <u>F*:ALTA</u> <u>T*:MEDIA</u>

Tabla 2. Evaluación de las principales características de las vigas del estado de la técnica atendiendo a la CAPACIDAD ESTRUCTURAL Y EL DETALLADO (S*: Corte; F*: Flexión; T*: Torsión)

TECNOLOGÍA DE LAS VIGAS	SUPERFICIE INFERIOR PLANA (o casi plana)	Consideraciones económicas			COSTE GENERAL
		Consumo de acero	Suele ser necesario ignifugar los productos o sobredimensionar la viga	Necesita encofrados específicos	
Solicitud (Variante de la Fig. 1)	SÍ (Descuelgue: 3 a 10 mm)	Bajo	No	No	<u>BAJO</u>
Solicitud (Variante de la Fig. 2)					

Tabla 3. Evaluación de las principales características de las vigas del estado de la técnica atendiendo al COSTE y a la capacidad de producción de SUPERFICIES INFERIORES PLANAS

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con unos ejemplos de realización práctica del sistema, se acompaña como parte integrante de la descripción, un juego de figuras en el que, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1 muestra una vista en perspectiva del sistema de apoyo según la invención, apreciándose la viga, un elemento de forjado prefabricado y un pilar.

La figura 2 muestra una vista en perspectiva del sistema de apoyo según la invención, apreciándose la viga, un elemento de forjado prefabricado y un pilar; en la que una viga que pasa por encima del pilar tiene un entrante de planta rectangular para soportar una viga que tiene un saliente rectangular complementario para su encaje en el entrante de planta rectangular.

La figura 3 es un esquema de fuerzas que permite apreciar el funcionamiento de los ganchos de retención de las armaduras longitudinales superiores.

La figura 4 es un detalle en plano del encaje de dos vigas según la invención al nivel del pilar.

Las figuras 5 y 6 son detalles de la zona de apoyo del elemento de forjado prefabricado en el ala longitudinal de la viga según la invención, según dos realizaciones que se diferencian por la altura del ala vertical del perfil en L insertado y por su posición con respecto a la cara lateral vertical del cuerpo principal de la viga.

La figura 7 muestra una viga según la invención en planta.

La figura 8 es una sección de la viga, en una realización con ala vertical del perfil que cubre prácticamente toda la altura de la viga.

La figura 9 muestra una sección según un plano transversal a la viga, del sistema de unión según la invención.

La figura 10 muestra un subconjunto pilares viga.

La figura 11 es una vista en perspectiva de la unión en la que se aprecian las armaduras del pilar.

La figura 12a es un esquema de montantes y tirantes de la ménsula mixta de la viga representada en la figura 5.

La figura 12b es un esquema de montantes y tirantes de la ménsula mixta de la viga representada en la figura 6.

La figura 13a muestra el detalle de la soldadura de la segunda ala del perfil en forma de L con la armadura transversal de la viga. Además, se aprecia una armadura adicional soldada a la segunda ala del perfil en L, que puede utilizarse en casos en los que el alma sea relativamente alta.

La figura 13b muestra un posible mecanismo de deformación de la ménsula mixta, basado en la rotación del perfil en forma de "L". Tras este mecanismo de deformación, las armaduras ancladas en el hormigón impedirían la rotación del perfil en L y la flexión de la ménsula.

La figura 13c muestra un posible mecanismo de deflexión de la ménsula mixta, en el que la ménsula funciona como un pequeño voladizo sometido a deflexión.

La figura 14 muestra un alzado lateral de la deflexión de la viga plana, mostrando la cara superior comprimida, la cara inferior tensada y la posición de la fibra neutra.

La figura 15 muestra una imagen del pandeo lateral de la segunda ala del perfil en forma de L producido en una viga sometida a prueba en la que la segunda ala del perfil en forma de L no estaba soldada a la armadura transversal de la viga.

Las figuras 16a y 16b muestran las diferentes zonas de la viga plana. En los dos extremos, las ménsulas mixtas armadas con el perfil en forma de L. En el centro, una zona donde la armadura puede ser moderada o baja, para evitar problemas en la intersección con la armadura del pilar y permitir posibles orificios de instalaciones. En los dos lados del cuerpo principal de la viga plana, las dos partes más armadas de la viga.

La figura 17a muestra una sección longitudinal y una sección transversal parcial de la viga, que representa una solución en la que la superficie superior del hormigón prefabricado es relativamente baja, ya que la viga está diseñada para permitir la disposición de armaduras pasivas resistentes a momentos negativos de gran diámetro. Se trata de una solución adecuada para transferir momentos negativos intensos de una viga a la viga contigua en dirección longitudinal.

La figura 17b muestra una sección longitudinal y una sección transversal parcial de la viga, que representa una solución en la que se han embebido vainas de postensado en vigas prefabricadas, y el hormigón prefabricado tiene su superficie superior más alta que en la figura 21a. Se trata de una solución adecuada para transferir momentos negativos intensos de una viga a la viga contigua en dirección longitudinal.

La figura 17c muestra una sección longitudinal y una sección transversal parcial de la viga, representando una solución en la que la armadura pasiva de negativos se ha embebido en una de las dos vigas mientras que la otra no tiene armadura de momentos negativos. En este caso, la superficie superior de hormigón prefabricado es más alta que en la figura 17a. Esta solución es adecuada para los casos en los que la unión de las dos vigas no está destinada a transmitir momentos negativos.

La figura 18a muestra una representación en 3D de una unión a media madera entre dos vigas prefabricadas, convencional en el estado de la técnica.

La figura 18b es una representación en 2D de la unión de las vigas mostradas en la figura 18a después de haber vertido el hormigón en obra. Puede observarse cómo la parte inferior de la unión no está rellena de hormigón.

La figura 18c es un esquema de montantes y tirantes de la unión mostrada en la figura 18a.

La figura 19a es un plano de la unión de vigas de la presente solicitud que muestra la posición de las tres secciones.

La figura 19b es la sección longitudinal A-A representada en la figura 19a, correspondiente a una unión en los laterales del cuerpo principal de la viga, con un detalle similar al de la figura 17c.

La figura 19c es la sección longitudinal B-B representada en la figura 19a, correspondiente a una unión en la parte central de la viga; con un detalle similar al de la figura 17a.

La figura 19d es la sección transversal C-C representada en la figura 19a, correspondiente al apoyo, a través de una doble media vuelta, del saliente rectangular de la viga izquierda de la figura 19a, sobre el entrante de planta rectangular de la viga derecha de la figura 19a.

La figura 20a muestra el alzado de una estructura formada por pilares y vigas

prefabricados durante el proceso de montaje. Corresponde a la realización en la que las vigas tienen un entrante de planta rectangular en un extremo y en el otro extremo un saliente rectangular para su encaje en el entrante de planta rectangular complementario de otra viga.

La figura 20b muestra el diagrama de momentos en las vigas del pórtico representado en la figura 20a. En esta realización, los segmentos de vigas que pasan por encima del pilar tienen momentos negativos, lo que demuestra que la continuidad se consigue también durante el proceso de montaje.

La figura 21a muestra el alzado de una estructura formada por pilares y vigas prefabricados durante el proceso de montaje. Corresponde a la realización en la que ambos extremos de las vigas tienen entrantes de planta rectangulares para su encaje en los pilares.

La figura 21b muestra el diagrama de momentos en las vigas del pórtico representado en la figura 21a.

Las figuras 22a a 22f muestran varias realizaciones de la invención, en las que se combinan los siguientes extremos:

- i) extremo con un saliente rectangular para el encaje y apoyo de una viga sobre otra viga;
- ii) extremo con un entrante de planta rectangular complementario a un saliente, estando dispuesto este entrante en una viga *con continuidad en el vano siguiente*, e incluyendo este extremo con entrante siempre una abertura pasante dispuesta en la posición de la unión con el pilar
- iii) extremo con un entrante de planta rectangular para el encaje y apoyo del *extremo de la viga* en un pilar.

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES PREFERIDAS DE LA INVENCION

En la descripción de las posibles realizaciones preferidas de la invención se precisa dar numerosos detalles para favorecer una mejor comprensión de la

invención. Aun así, resultará aparente para el experto en la materia que la invención puede ser implementada sin estos detalles específicos. Por otra parte, las características bien conocidas no se han descrito en detalle para evitar complicar innecesariamente la descripción.

La figura 1 muestra una viga 1 de hormigón en la que se definen una dirección longitudinal L, una dirección transversal T y una dirección vertical V que es perpendicular a la dirección longitudinal L y a la dirección transversal T, de modo que la sección transversal Svt de la viga 1, que está en el plano TV definido por las direcciones transversal T y vertical V, secciona armaduras longitudinales AL y comprende armaduras transversales ATV contenidas en el plano TV que cercan a las armaduras longitudinales AL.

Según la invención, la viga comprende, en un extremo según la dirección longitudinal L, un entrante 11 de planta rectangular para el encaje y apoyo de un extremo de la viga 1 en un pilar 2 y la sección en cada extremo de la viga según la dirección transversal T, una extensión 12 inferior según la dirección transversal T, de modo que estas extensiones definen en la viga 1 unas aletas longitudinales 13 para el apoyo de unos elementos prefabricados de forjado 3, estando provista la viga 1 en cada extremo según la dirección transversal T de un perfil de acero 14 con sección en L que tiene una primera ala 141 dispuesta sobre la extensión 12 inferior correspondiente y una segunda ala 142 unida a las armaduras transversales ATV.

La figura 2 muestra otra realización de la viga 1, en la que el otro extremo de la viga a lo largo de la dirección longitudinal comprende un saliente 41 rectangular.

Este saliente 41 está diseñado para encajar en el entrante 42 de planta rectangular de una viga con continuidad en el vano siguiente. Con este fin, el entrante 42 rectangular longitudinal tiene unos salientes 44 de hormigón gruesos o una superficie vertical escalonada en la dirección transversal T dispuestos en la mitad inferior de la sección de la viga y, de forma complementaria, el extremo con

el saliente 41 rectangular longitudinal tiene unos salientes 43 de hormigón gruesos en la dirección transversal T dispuestos en la mitad superior de la sección de la viga y diseñados para encajar y apoyarse en los salientes de hormigón 44 del entrante 42 de planta rectangular de la viga con continuidad en el siguiente vano. En la realización mostrada, el extremo de la viga provisto del entrante 42 de planta rectangular comprende una abertura pasante 45 rectangular situada en la posición de la unión con el pilar 2 para permitir el apoyo de la viga 1 y el paso de la armadura vertical 25 del pilar 2.

Sin embargo, en otras realizaciones, en lugar de una abertura pasante, el entrante 42 podría extenderse hasta alcanzar el pilar, de modo que el entrante serviría tanto para soportar la viga sobre el pilar como para proporcionar el entrante para la conexión con la viga contigua.

En esta realización, durante el montaje de la estructura, para evitar que la viga rote alrededor de su eje longitudinal debido a fuerzas de torsión causadas por cargas desequilibradas en las extensiones 12 inferiores de la viga, se disponen en obra placas de acero 46 conectadas a la armadura vertical 25 del pilar 2, por ejemplo, mediante tuercas atornilladas a la armadura vertical 25. El sistema formado por las placas de acero 46, la armadura vertical 25 del pilar 2 y la viga 1, forman un sistema resistente a torsiones.

En la realización mostrada en las figuras 5 y 9, la segunda ala 142 está dispuesta en la superficie vertical (lateral) de la viga. En esta realización, la segunda ala 142 y la primera ala 141 se unen formando una esquina. Luego el hormigón 33 vertido *in situ* acabará de rellenar el espacio dejado entre el elemento de forjado 3 y la viga, cubriendo y protegiendo el perfil de acero.

La forma de esquina de la unión de las alas 141 y 142 es conveniente en términos de realización de la forma en L, ya que el perfil puede producirse con facilidad doblando directamente una placa de acero plana y delgada.

Otra opción, mostrada en la figura 6, es que la segunda ala 142 no se una directamente con la primera ala 141 formando una esquina, sino a través de un chaflán 143. La producción de esta realización alternativa del perfil en forma de L también puede obtenerse doblando una placa de acero plana y delgada, pero puede necesitar un control más preciso de los ángulos doblados.

Esta realización permite ampliar la sección transversal de hormigón prefabricado en la unión de la ménsula mixta y el núcleo principal de la viga. Esta sección transversal ampliada aumenta la resistencia al corte y a la flexión de la ménsula mixta. Esto puede ser apropiado para vigas que soportan elementos de forjado con grandes luces y/o cargas intensas.

En la realización mostrada en las figuras 5, 8 y 9, la segunda ala 142 se extiende hasta una superficie superior de la viga 1.

Esta realización permite aprovechar el perfil en L también en el procedimiento de encofrado de la propia viga, lo que permite ahorrar en elementos de encofrado y reducir los costes de fabricación.

La viga comprende armaduras longitudinales 1S dispuestas en su sección superior y en al menos un tramo central de la viga que abarca al menos un 75 % de la longitud total de la viga.

En todas las realizaciones, la dimensión de la viga según la dirección transversal T es al menos dos veces la dimensión según la dirección vertical V.

La forma de plana de la viga permite acomodar horizontalmente los diferentes componentes de transmisión de esfuerzos como las aletas de apoyo laterales y las armaduras longitudinales, sin por ello aumentar la altura de forjado.

Tal como se muestra en las figuras 5 o 6, la viga comprende una banda de elastómero 15 sobre cada una de las extensiones 12 inferiores que forman las alas 13.

La superficie superior TS de la viga es plana, como se muestra en las figuras

17a, 17b, 17c. Sin embargo, esta superficie superior puede estar situada justo debajo del nivel de la armadura longitudinal resistente a momentos negativos, como en la figura 17a, o puede estar situada justo encima de la armadura resistente a momentos negativos cubriéndola completamente, como en las figuras 17b y 17c.

Las figuras 17a, 17b y 17c, muestran a la izquierda una sección transversal longitudinal de una unión de dos vigas 1, y a la derecha una sección transversal a través de una viga 1 cerca de la unión de dos vigas.

La realización de la figura 17a es ventajosa porque permite unir dos vigas 1 disponiendo en obra una armadura pasiva, como armadura longitudinal resistente a momentos negativos. Sin embargo, tiene la desventaja de que el momento de inercia de la viga es menor durante el proceso de montaje, por lo que las deformaciones pueden ser ligeramente mayores. También tiene la desventaja de que durante la construcción la unión no es resistente a los momentos negativos, lo que también da lugar a mayores deformaciones. Este es el tipo de unión descrito en la figura 1 para la conexión de vigas: solo es capaz de resistir momentos negativos tras el endurecimiento del hormigón vertido *in situ* (33).

La realización de la figura 17c es ventajosa porque una de las vigas (situada a la izquierda en la sección longitudinal) incluye una armadura de negativos. Esto tiene dos ventajas: por un lado, la superficie superior TS de la viga está encima de la armadura de negativos, lo que confiere un mayor momento de inercia a la viga durante el proceso de montaje y, por otro lado, la viga es resistente a los momentos negativos durante el proceso de montaje. Ambas características hacen que la viga sea mucho menos deformable durante el proceso de montaje. Esto, en definitiva, mejora mucho el rendimiento de la viga, ya que una gran parte de las cargas que la viga 1 prefabricada tendrá que soportar normalmente son cargas que actúan durante el proceso de montaje. Esta realización corresponde a la que se muestra en 3D en la figura 2.

Esta realización permite el acomodo de armaduras centrales sin tener que aumentar la altura de la viga.

Tal como se muestra, por ejemplo, en las figuras 1 y 2, la viga 1 incluye dos chapas dobladas 16 de metal inferiores en al menos uno de los extremos longitudinales, que sobresalen inferiormente y lateralmente la viga 1. Estas chapas se pueden suministrar unidas a la viga, o bien se pueden instalar en el momento del montaje.

La invención también se refiere, tal como se muestra en la figura 1, a un sistema S constructivo que comprende un pilar 2, un elemento de forjado prefabricado 3 y una viga 1 según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el pilar 2 una placa de acero 21 sobre la que descansa el extremo de la viga 1, descansando el elemento de forjado prefabricado 3 en una de las aletas longitudinales 13 de la viga 1, teniendo preferentemente la placa de acero 21 forma de corona rectangular.

La placa 21 comprende unos ganchos 23 que emergen de esta verticalmente y dispuestos opuestos según la dirección transversal T, de modo que permiten retener verticalmente armaduras longitudinales 1S superiores del sistema S y evitar la rotación o torsión de la viga 1 durante el apoyo temporal, durante el proceso de montaje, de un elemento de forjado prefabricado 3 en el lado opuesto a aquel en el que está dispuesto el gancho 23.

Los entrantes 11 de planta rectangular tienen una profundidad según la dirección longitudinal L inferior a la mitad de la dimensión de la placa según la dirección longitudinal L, de modo que se puede verter hormigón entre vigas sucesivas y/o se dispone de un espacio para unos ganchos 23 dispuestos en la parte media de la placa 21.

La placa 21, tal como se muestra en la figura 11, está unida a armaduras verticales del pilar 2, y comprende preferentemente unas bandas de elastómero en

las superficies de apoyo destinadas a las vigas 1.

Las figuras 12a y 12b muestran posibles esquemas de riostras (= compresión) y tirantes (= tensión) correspondientes a las realizaciones mostradas en las figuras 5 y 6, respectivamente, donde se describen dos variantes de geometría de la extensión 12 inferior y del perfil de acero con sección en L 14. La combinación de 12 y 14 termina formando una ménsula mixta. Para que esta ménsula funcione correctamente, es imprescindible que 12 y 14 estén correctamente unidos. Esto se consigue gracias a la soldadura de las alas de 14, es decir, 141 y 142, a las armaduras transversales ATV y a las armaduras transversales en el ala (= ménsula mixta) de la viga ATVF. También es clave para un buen funcionamiento que las armaduras transversales en el ala ATVF no sean totalmente horizontales, sino que tengan al menos una cierta inclinación. Esta inclinación es necesaria para compensar la fuerza vertical P, que es la carga transmitida por los elementos prefabricados de forjado 3 a la viga 1. Sin esta inclinación de la armadura ATVF, el hormigón de la extensión inferior estaría sometido a grandes fuerzas de corte y tracción, y podría experimentar fallos por fragilidad.

La figura 13a muestra dos variantes de las armaduras transversales que conectan el hormigón de la viga (1) prefabricada con la segunda ala 142 del perfil de acero en L 14. El dibujo de la izquierda muestra la soldadura de la armadura transversal convencional ATV a la segunda ala 142. El dibujo de la derecha muestra la soldadura de la armadura transversal ATV con una armadura transversal ATV2 totalmente embebida en el núcleo de hormigón de la viga 1. Esta armadura ATV2 es ventajosa para la soldadura de la armadura transversal ATV. Esta armadura ATV2 es ventajosa, ya que garantiza una adecuada unión de la segunda ala 142 con el hormigón de la viga prefabricada. Esto es importante, ya que la armadura transversal ATV a menudo saldrá de la superficie superior TS de la viga 1

prefabricada, lo que hace que esta armadura transversal ATV sea menos eficaz en términos de conexión de la segunda ala 142 con el núcleo de la viga 1.

La figura 13b muestra cómo en el caso de que la carga P tienda a provocar la rotación del perfil de acero 14 alrededor de un eje longitudinal, la armadura transversal ATV, y más particularmente la armadura transversal embebida ATV2 en el núcleo de la viga, impedirá esta rotación transfiriendo una fuerza de tracción TF al núcleo de la viga prefabricada.

En función de la propia esbeltez de la extensión 12 inferior, el comportamiento de la ménsula mixta tenderá a ser el de un elemento muy rígido o el de un elemento flexible. Para extensiones 12 inferiores de baja esbeltez, el comportamiento será rígido, y puede analizarse siguiendo esquemas similares al representado en las figuras 12a y 12b. Si la esbeltez es mayor, la ménsula mixta se comportará como una pequeña viga en voladizo, tal y como se representa en la figura 13c, produciendo esfuerzos de compresión CS en la parte inferior de la extensión 12 inferior y tensiones en las armaduras transversales ATV y ATVF.

La figura 14 muestra cómo bajo momentos deflectores positivos, la parte superior de la viga está bajo compresión, y la parte inferior bajo tensión. NF representa la fibra neutra. Cabe señalar que, en esta situación, la segunda ala 142 quedará sometida a fuertes compresiones.

Estas compresiones tenderán a causar pandeo lateral en la segunda ala 142. Este fenómeno puede observarse en la figura 15, que muestra el resultado de un ensayo de laboratorio en el que se sometió a prueba una viga 1 que no estaba provista adecuadamente de una soldadura que conectase la segunda ala 142 con el núcleo de la viga 1 prefabricada de hormigón.

Las figuras 16a y 16b muestran dos disposiciones típicas de la armadura en una viga 1.

En la figura 16a, las armaduras longitudinales 2S inferiores están distribuidas

uniformemente a lo ancho de la viga. En la figura 16b las armaduras longitudinales 2S inferiores se concentran en los dos laterales de la viga 1, dejando en el centro una parte con una escasa cantidad de armadura.

Esta segunda realización es particularmente conveniente cuando se desean realizar aberturas pasantes a través de la viga, por ejemplo, para el paso de instalaciones. La parte central de la viga puede seccionarse de este modo, gracias a que la viga se apoya en los laterales de los pilares, lo que permite que todas las armaduras resistentes a la carga, incluidas las 2S, se concentren en los laterales de la viga.

Las figuras 17a, 17b y 17c muestran diferentes realizaciones de la relación de la armadura superior 1S de la viga 1, y la superficie superior TS de la viga.

En la figura 17a, la armadura superior 1S, que es la armadura resistente a los momentos negativos de la viga, se dispone sobre la superficie superior de la viga TS. En este caso, la armadura 1S, solo funcionará después del endurecimiento del recubrimiento. Esto corresponde a la realización de la figura 1.

La figura 17c corresponde a la realización de la figura 2, donde la armadura superior está embebida 1SE, y por lo tanto puede resistir los momentos también durante el proceso de montaje.

En la figura 17b se muestra una realización en la que un revestimiento SH para la armadura postensada 1SPT está embebido en la viga 1 prefabricada, de modo que la armadura postensada 1SPT y un acoplamiento C se colocan en obra antes de verter el hormigón *in situ* 33.

Las figuras 18a, 18b, 18c muestran una ménsula convencional del estado de la técnica, en la que la formación de la ménsula impide el llenado completo de la unión con hormigón, ya que la parte inferior no está rellena, lo que da lugar a una capacidad nula (o muy baja) de la unión para resistir momentos negativos.

La figura 19a muestra una vista en planta de la unión de dos vigas, en la que

la viga derecha soporta a la viga izquierda, que incluye un saliente 41. Las secciones AA', BB', CC' de la figura 19a son secciones transversales que se muestran en las figuras 19b, 19c, 19d, respectivamente.

La figura 19b muestra la sección transversal A-A' que responde a una realización como la representada en la figura 17c.

La figura 19c muestra la sección transversal B-B' que responde a una realización como la representada en la figura 17a.

La figura 19d corresponde a la sección transversal C-C'. Muestra una realización, coherente con las figuras anteriores, en la que la parte central del dibujo corresponde al saliente 41 de la viga izquierda que se apoya en la viga derecha. Puede observarse que, en esta realización, dicho saliente 41 central de la viga tiene una superficie superior TS de la viga ligeramente baja. Esto permite disponer una cierta cantidad de armaduras longitudinales 1S superiores para la viga. Esto permite que la unión de las vigas pueda resistir momentos negativos debidos a las cargas que se producen después del endurecimiento del hormigón vertido *in situ* 33, provocando dichas cargas un potencial desplazamiento del punto de momento 0 del diagrama de momentos.

Por su parte, la armadura superior embebida 1SE puede resistir tanto momentos negativos causados durante el proceso de montaje como momentos negativos causados tras el endurecimiento del hormigón vertido *in situ* 33. Sin embargo, esta armadura superior embebida 1SE solo puede resistir momentos negativos siempre que los momentos negativos se produzcan únicamente en la viga colocada en el lado derecho de la figura 19a. En el caso de los momentos que puedan producirse eventualmente en la viga colocada en el lado izquierdo, estos pueden resistirse por la combinación de la armadura embebida colocada en la parte superior 1SE de la viga izquierda (si existe), la armadura colocada en obra en la parte superior 1S del saliente 41 central y la armadura embebida 1SE en la viga

colocada en el lado derecho de la figura 19a.

Las figuras 20a, 20b muestran el comportamiento de las vigas según la realización de la figura 2 durante el proceso de montaje, y las figuras 21a, 21b muestran el comportamiento de las vigas según la realización de la figura 1 durante el proceso de montaje.

En la figura 21b se muestra el diagrama de momentos de un pórtico con pilares 2 y vigas 1 después de la realización de la figura 1 durante el proceso de montaje. En esta realización, como los extremos de las vigas no son capaces de resistir momentos negativos, todo el diagrama de momentos corresponde a momentos positivos $M+$.

En la figura 20b se muestra el diagrama de fuerzas de una estructura similar en términos de luces y cargas a la estructura de las figuras 21a y 21b. Cabe señalar que en la figura 20b, los momentos positivos $M+$ están muy disminuidos gracias a que estas vigas 1 son capaces de resistir momentos negativos $M-$ durante el proceso de montaje.

Las figuras 22a a 22e muestran varias combinaciones de extremos de vigas: a) extremo con un saliente 41 rectangular longitudinal; b) extremo con un entrante 42 de planta rectangular longitudinal y una abertura pasante 45; c) extremo con un entrante 11.

La figura 22f muestra una variante de los extremos de las vigas, donde el entrante 42 longitudinal está conectado a la abertura pasante 45.

A la vista de esta descripción y figuras, el experto en la materia podrá entender que la invención ha sido descrita según algunas realizaciones preferentes de la misma, pero que múltiples variaciones pueden ser introducidas en dichas realizaciones preferentes, sin salir del objeto de la invención tal y como ha sido reivindicada.

En este texto, el término “comprende” y sus derivaciones (como

“comprendiendo”, etc.) no deben entenderse en un sentido excluyente. Es decir, estos términos no deben interpretarse como excluyentes de la posibilidad de que lo que se describe y define pueda incluir más elementos, etapas, etc.