

45 10 3

CERTIFICADO DE ADICION.  
=====

CAS 45 a.  
=====

15 1938



M E M O R I A      D E S C R I P T I V A

sobre:

"Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal  
nº 151.927, presentada en 22 de Febrero de 1941, por:  
"Mejoras en los procedimientos y dispositivos para la  
"sujeción de los cables tensados, especialmente en las  
"construcciones de hormigón".

=====

SOLICITANTE: EUGENE FREYSSINET, de nacionalidad francesa,  
residente en 28 Rue Saint James, NEUILLY-SUR-  
SEINE, Departamento del Sena, Francia.

=====

Es bien sabido que las características de las  
construcciones de hormigón armado se mejoran considerablemente  
sometiendo artificialmente los refuerzos a fuerzas preliminares  
de tensión suficientemente elevadas para que el hormigón se  
5. someta a esfuerzos de compresión permanentes (ver la Patente  
Española nº 115.252 del 18 de Octubre de 1929). La tensión  
puede aplicarse a los refuerzos, bien antes del fraguado del  
hormigón, o bien despues de su fraguado y endurecimiento, a  
condición de que, en el último caso, se dispongan medios  
10. adecuados para suprimir la adhesión del acero al hormigón,  
con objeto de permitir la dilatación o alargamiento de este

15 1938



- 2 -

acero enterrado en el hormigón fraguado y endurecido.

Tales refuerzos están frecuentemente constituidos por medio de cables de alambres de acero que tienen un elevado

15. límite elástico. En general, los dispositivos empleados para tensar y sujetar tienen prolongaciones exteriores al hormigón a comprimir, y no permiten que las fuerzas de compresión aumenten más allá de un cierto máximo que es muy inferior a la resistencia del hormigón a comprimir.

20. Este invento tiene por objeto un procedimiento y un dispositivo para tensar y sujetar cables; el dispositivo citado se incorpora al hormigón a comprimir, sin precisar ninguna prolongación exterior ni adición alguna al hormigón con objeto de ocultar los anclajes o sujeciones. Este dispositivo permite  
25. además aumentar las fuerzas preliminares hasta el punto límite del hormigón.

Este procedimiento es aplicable, en particular, a las construcciones de hormigón previamente sometidas a esfuerzos, en el caso en que la tensión se aplica a los refuerzos después  
30. del fraguado del hormigón, aunque puede utilizarse también en construcciones que no sean de hormigón o en las de este material cuando los refuerzos se tensan antes del fraguado del mismo.

En lo que sigue, en gracia a la sencillez, solo se ha considerado la aplicación del procedimiento al hormigón, debiendo  
35. entenderse que las demás aplicaciones están comprendidas también en el alcance de este invento.

De acuerdo con una aplicación práctica de este procedimiento, se utiliza un órgano de sujeción o anclaje que puede enterrarse o empotrarse en el hormigón a comprimir y que tiene  
40. un conducto en forma de embudo, cuya base menor está hacia el tiro de cable a tensar, en combinación con una serie de cuñas colocadas entre los alambres del cable, los cuales se comprimen contra las paredes del conducto citado, de modo que, después de

15 1938

15 1938



- 3 -

45. tensar los alambres por medio de un cric u otro órgano, de comprimir las cuñas entre los alambres y, finalmente, de soltar la tensión ejercida por el cric, se mantiene la tensión de los alambres por la encañadura, en el cono hembra, del cono macho formado por los alambres y las cuñas comprimidos unos contra otras.

50. El órgano de sujeción o anclaje comprende pues, esencialmente, una cavidad en forma de embudo, cuya superficie interior es capaz de soportar las fuerzas de expansión a ella comunicadas por la encañadura del cono macho, y medios para transmitir al hormigón a comprimir la componente de estas fuerzas que es paralela al cable.

55. Puede estar formado, por ejemplo, por un órgano de acero fundido, enterrado en el hormigón, que comprende en primer lugar, una cavidad en forma de embudo cuyo interior se trabaja a máquina para obtener la configuración deseada y, en segundo lugar; una o más superficies apoyadas en el hormigón, de área suficiente para someter este a fuerzas resistibles.

60. Pero pueden obtenerse los mismos resultados, más económicamente, recurriendo a medios propios del hormigón armado. La cavidad en forma de embudo puede vaciarse en el mismo hormigón y la pared de esta cavidad hacerse capaz de resistir  
65. las fuerzas de expansión enterrando en el hormigón un primer refuerzo que puede consistir en un tubo truncado o en una bobina formada por espiras helicoidales de alambre de acero, con preferencia de límite elástico elevado, o en una combinación de ambos medios. La transmisión de los esfuerzos desde este  
70. primer refuerzo o bobina al hormigón, a comprimir, puede conseguirse por un segundo refuerzo transversal del hormigón en que está enterrado. Este segundo refuerzo consiste, bien en una bobina de alambre de acero arrollada helicoidalmente y situado a cierta distancia del primero, o en refuerzos rectangulares, perpendiculares  
75. al eje del cono.



Para conseguir una mejor realización de la abertura o cavidad truncada, es posible preparar con anterioridad placas o bloques de hormigón, cada uno con una cavidad y con la bobina o las bobinas de refuerzo. Estos bloques pueden contener más cavidades de anclaje.

80.

Este o estos órganos de anclaje se entierran en el hormigón de la construcción que, cerca de los órganos de anclaje, puede reforzarse adicionalmente por refuerzos rectangulares o someterse a fuerzas preliminares perpendicularmente al anclaje a obtener.

85.

El dibujo adjunto, solamente ilustrativo y que no incluye todos los casos, representa varios tipos de este invento.

La fig. 1 es una vista en corte axial de un bloque de anclaje de hormigón construido de acuerdo con este invento; esta figura representa también una vista en corte de una parte de un cric hidráulico utilizado para tensar el cable.

90.

Las figs; 2 a 4 son vistas en corte transversal por los ejes II-II, III-III y IV-IV de la fig. 1.

La fig. 5 representa una vista en planta del dispositivo utilizado para la fijación de los alambres en el cric.

95.

La fig. 6 representa una vista en corte de otra forma de construcción del bloque de anclaje.

La fig. 7 representa esquemáticamente, en corte longitudinal, el extremo de una viga de hormigón previamente sometida a esfuerzos, provista de bloques de anclaje contruidos de acuerdo con este invento.

100.

La fig. 8 representa una vista en corte de una viga de hormigón previamente sometida a esfuerzos, provista de estos bloques de anclaje.

En el ejemplo representado por el dibujo, se ha supuesto que la aplicación del dispositivo de anclaje al tensado

105.



de los refuerzos de una construcción de hormigón se verifica después del fraguado y endurecimiento de este material. Cada uno de los refuerzos, constituido por un cable, está dispuesto en una funda 1, que se coloca en posición en los moldes antes de verter el hormigón y que sirve para aislar dicho refuerzo del hormigón, a fin de permitir el alargamiento o dilatación de los refuerzos.

Esta funda puede consistir en un tubo de acero o de otro material, plancha delgada de acero cilindrada y enganchada doblando los bordes hacia atrás.

Puede incluso consistir solamente en una capa simple de una sustancia grasienta o plástica de bajo punto de fusión, básicamente compuesta por betún, pez o caucho que se aplica a los alambres. Esta cubierta o capa puede protegerse envolviendo con papel u otras fibras impregnadas con sustancias de la misma naturaleza.

Cada uno de los extremos de un refuerzo, o solo un extremo si el otro está fuertemente sujeto al hormigón por cualquier sistema de anclaje bien conocido, se introduce en la placa o bloque de anclaje, que va a describirse con referencia a las figs. 1 a 5.

Esta plancha o bloque comprende, en una masa 2 de hormigón de gran resistencia, una abertura o cavidad cuyo contorno es engendrado por una revolución completa de la línea recta a-b alrededor del eje x-x, que forma con la línea a-b un ángulo que tiene una tangente de  $1/5$ ; la línea recta citada se une a la generatriz del tubo 1 paralela al eje x-x por una curva b-c.

Alrededor de la pared del conducto así formado, se empotra en el hormigón 2 un refuerzo de acero 3, que puede estar constituido por espiras helicoidales de alambre de acero de elevado límite elástico para que la bobina así formada pueda

15 10 8

- 6 -



resistir los esfuerzos a que la pared de la cavidad se halla  
140. sometida en el trabajo. En el ejemplo descrito, la plancha  
o bloque tiene la forma de un sólido de revolución compuesto  
de una cabeza 2a y de una prolongación 2b que tiene la forma  
de un cono truncado que se une al extremo de la funda 1 por una  
unión la de tejido o papel impregnado con una sustancia plástica,  
145. tal como cinta. Alrededor de la cabeza 2a, el hormigón se  
refuerza por una segunda bobina 4 que puede ser de acero dulce.

El hormigón 5 de la construcción o de la pieza a  
construir se vierte alrededor del tubo 1 y alrededor del bloque  
teniendo cuidado de disponer medios para dejar un orificio 6  
150. a través del cual será posible alcanzar el extremo del cable  
(que pasa a través del cabezal 2) desde el exterior de la  
construcción. Los alambres 7 que forman este cable se abren  
y comprimen contra la pared interior a-b del cono truncado, y  
entre estos alambres se colocan cuñas de acero 8. Los lados de  
155. estas cuñas tienen ranuras cilíndricas 8a que corresponden a  
la forma de los alambres, para que estas cuñas, colocadas entre  
los alambres, sean mantenidas por estos y formen junto con ellos  
una especie de cono macho que se apoya contra la pared interior  
a-b del cono hembra.

160. Para la operación de tensado, en el caso que se  
considera, se utiliza un eric hidráulico, cuyo pistón 9 puede  
apoyarse contra la cabeza 2. Este pistón tiene ranuras 10 en  
número igual al de los alambres del cable y que se emplean  
para el paso de los alambres, mientras que el cilindro 11  
165. comprende dispositivos para la fijación de estos alambres. Estos  
dispositivos consisten en ranuras trapezoidales 12 dispuestas en  
un reborde 13 del cilindro 11 y en cuñas 14 que se introducen  
en estas ranuras entre dos alambres del cable; El número de  
ranuras, por consiguiente, es igual a la mitad del número de  
170. alambres, condición que requiere, en esta forma de construcción,



el empleo de cables que tengan un número par de alambres.

En el interior del pistón 9 puede desplazarse un segundo pistón 15 y apoyarse en el extremo de las cuñas 8 por medio de una pequeña placa 16 provista de ranuras para el paso de los alambres. El pistón 9 está provisto de un hueco 17 cuyo diámetro corresponde al de la pequeña placa.

Dispuestos los elementos como se representa en la fig. 1 y admitida presión en el cilindro 11, este cilindro se separa del pistón 9 y tensa los alambres 7. Las cuñas siguen el movimiento de los alambres al principio hasta topar con la placa 16; luego dejan entre ellas espacio suficiente para permitir que los alambres impulsados por el cilindro 11, se deslicen libremente.

En la zona b-c del cabezal de anclaje, los alambres se oprimen contra el hormigón de este cabezal y para limitar su fricción, esta zona está revestida por una cubierta 18 de hojalata por ejemplo.

Cuando la fuerza de tensión, que puede determinarse por la presión en el cilindro 11, alcanza el valor deseado, se mantiene la presión en el cilindro y el pistón 15 se coloca bajo presión. Este pistón lleva a cabo la compresión de las cuñas situadas, entre los alambres, por expansión del cono macho y por compresión del mismo contra la pared interior del cono hembra.

Entonces puede soltarse la presión en los dos crics, retirarse los alambres de las ranuras 12 del cric y separar éste; el anclaje se ha terminado. El cable tensado, no sometido ya a ninguna fuerza externa encaña en el cono hembra el cono macho formado por los alambres y las cuñas. En realidad, los alambres podrían resbalar entre las cuñas únicamente si el ángulo de fricción entre cuñas y alambres descendiera por debajo



- 8 -

- de un valor  $\beta$  tal que  $\text{tang. } \beta = \frac{\pi \text{ tang } \alpha}{n}$ , en cuya fórmula  $\alpha$  es el valor de  $1/2$  del ángulo en el vértice del cono y  $n$  el número de alambres. Pero este ángulo  $\beta$  se elige mucho menor que el ángulo de fricción que hace el resbaleamiento imposible, independientemente de la condición de las superficies de los alambres y de las cuñas, e incluso si estas superficies estuvieran abundantemente engrasadas. Las presiones entre las cuñas y los alambres son, además, de magnitud tal que la grasa, si alguna hubiera, desaparecería por completo.
- 205.
210. Para que el anclaje pueda resistir, es por tanto suficiente que la pared del cono hembra resista la tensión del cable y pueda transmitirla al hormigón. En este punto es donde aparece el objeto de la bobina 3 de acero duro. Debe soportar las fuerzas que con el eje del cono forman un ángulo
215. que es la suma del ángulo en el vértice del cono y del ángulo de fricción del acero sobre el hormigón.
- Bajo la acción del cable tensado, se produce, finalmente, un equilibrio entre las deformaciones de las bobinas 3 y 4, del hormigón 2 y la del hormigón inferior 5, equilibrio
220. que permite una deformación relativamente grande de la bobina 3, una deformación relativamente mucho menor de la bobina 4 y una fuerza triple de compresión acompañada por una deformación plástica del hormigón 2, con la obtención de líneas isostáticas tales como UV, XY.
225. En la parte de hormigón en que la cabeza se apoya sobre el hormigón 5 de la construcción, éste hormigón puede ventajosamente reforzarse por refuerzos rectangulares.
- Debe observarse que nada impide que el cric se coloque en posición para actuar por segunda vez; los alambres pueden
230. tensarse de nuevo por medio del cric, aflojarse las cuñas, y aumentar la tensión inicial (o incluso reducirse, si se



dispone un medio para impedir que las cuñas se aprieten unas a otras). Así pues las operaciones de tensado pueden llevarse a cabo de modo progresivo, pueden rectificarse en caso de error, etc.

235. Una vez completado el tensado, puede cerrarse el orificio 6 con hormigón y los extremos salientes de los alambres enterrarse en hormigón que llena un pequeño hueco dispuesto para ello en la masa sometida a fuerzas preliminares, procedimiento que ofrece la ventaja de una seguridad adicional por oponerse al deslizamiento de los alambres contra los órganos de encañadura.

240. La fig. 6 representa un bloque 2a de anclaje, de acero fundido, provisto de un cono hembra 2b; la superficie 2c, 2d de este bloque se apoya en el hormigón y transmite los esfuerzos desarrollados por el cable tensado. Este bloque de anclaje se utiliza del mismo modo que el descrito para la plancha de hormigón.

245. La fig. 7 representa el extremo de un viga provista de refuerzos d, dispuestos en fundas, que se tensan y sujetan como acaba de describirse. Los cabezales de anclaje o sujeción e se colocan en los extremos de los refuerzos, en los alojamientos dispuestos al efecto, antes de verter el hormigón.

250. El bloque puede tener también una sección transversal cuadrada o rectangular y comprender dispositivos de anclaje para varios cables. En este caso, las bobinas 4 pueden reemplazarse por refuerzos rectangulares perpendiculares al cable.

255. En el caso en que los cables se entierren o empotren en una substancia plástica de bajo punto de fusión, ésta substancia puede ablandarse en el momento del tensado por medio por ejemplo, de una corriente eléctrica enviada a través de los refuerzos.

260. Puede verse, en el procedimiento descrito, que el cric o prensa que tensa los alambres emplea, como apoyo, el hormigón que constituye el anclaje, <sup>final</sup> de modo que la tensión



- 10 -

temporal (durante la operación de tensar) y la tensión final se dirigen ambas a lo largo del mismo eje y actúan sobre la  
 265. misma substancia, condiciones que permiten comprimir toda la superficie del hormigón hasta una fuerza máxima compatible con su resistencia.

Este invento no se limita al caso en que el tensado se realiza después del endurecimiento del hormigón.

270. El hormigón en que están enterrados los refuerzos tensados, solamente puede verterse después del tensado de estos refuerzos, a condición de que se disponga de apoyos para los bloques de anclaje mientras se procede al tensado; estos apoyos pueden escogerse en los moldes o en una parte del hormigón de  
 275. la construcción en que no estén enterrados los refuerzos, hormigón que se vierte previamente y que se ha endurecido ya antes del tensado.

Por ejemplo, en el caso de una viga que tenga una sección transversal en I, como se representa en la fig. 8, es  
 280. posible, después de colocar en posición los refuerzos d y los bloques de anclaje, verter primero el hormigón representado por el rayado, en el que los refuerzos están enterrados o empotrados en los extremos de la viga solamente. Una vez endurecido este hormigón, pueden tensarse aquellos refuerzos cuyos bloques  
 285. de anclaje e utilicen dicho hormigón como apoyo. Después de terminar las operaciones de tensado y anclaje, (ver las líneas de traxos de la fig. 8) puede verterse el resto del hormigón alrededor de los refuerzos tensados d.

El dispositivo para tensar y sujetar construido de  
 290. acuerdo con este invento ofrece además un medio práctico para obtener, por refuerzos tensados, la reunión en una sola estructura de distintos órganos de hormigón dispuestos testa por testa por ejemplo. El tensado de los refuerzos que estarán colocados



por ejemplo en los orificios dispuestos en estos órganos  
 295. o piezas, se traducirá en la compresión de una contra otra.

Es evidente que las formas de ejecución que acaban  
 de describirse constituyen ejemplos solamente que pueden modificar-  
 se sin afectar el alcance de este invento. Este invento es  
 aplicable no solo al caso en que los elementos del cable a  
 300. tensar están constituidos por alambres sencillos, sino también  
 al caso en que estos elementos consisten en cordones o en  
 grupos de alambres. En las reivindicaciones siguientes, la  
 denominación "alambre" debe entenderse que significa no solo  
 un alambre sencillo en el verdadero sentido de la palabra, sino  
 305. también un grupo de alambres o un cordón.

N O T A.

Descrita suficientemente la naturaleza del inveto  
 así como la manera de llevarlo a cabo en la práctica, se hace  
 constar que las disposiciones anteriormente indicadas son sua-  
 310. ceptibles de ligeras modificaciones de detalle, sin que por  
 ello se altere el principio fundamental del invento, siendo  
 lo que constituye la esencia del mismo y por lo que se solicita  
 Certificado de Adición por: "Mejoras introducidas en el objeto  
 de la patente principal nº 151.927, presentada en 22 de Febrero  
 315. de 1941, sobre: "Mejoras en los procedimientos y dispositivos para  
 la sujeción de los cables tensados, especialmente en las construc-  
 ciones de hormigón"; caracterizándose dichas mejoras por lo  
 siguiente:

1º.- Procedimiento para sujetar el extremo de un  
 320. grupo de alambres de acero que constituyen un refuerzo de una  
 construcción y especialmente de una construcción de hormigón, que  
 comprende: La disposición de una cavidad en forma de embudo  
 en la construcción, en el sitio en que dicho extremo está coloca-  
 do; el reparto del grupo de alambres en la cavidad; el tensado



15 0-8

325. de estos alambres por una fuerza externa y luego la compresión del extremo de los alambres tensados, en dicha cavidad, por medio de cuñas colocadas y forzadas en los espacios comprendidos entre los alambres situados en dicha cavidad, por una fuerza adecuada para producir entre las cuñas y los alambres una fricción

330. capaz de resistir la tensión de los alambres, después de lo cual se suprime dicha fuerza externa.

2º.- Procedimiento, según lo especificado en la reivindicación 1ª, en el que la fuerza ejercida sobre las cuñas está preparada para producir una expansión elástica de la pared

335. de la cavidad, pared que con preferencia está reforzada por acero empotrado o enterrado en la construcción alrededor de dicha cavidad.

3º.- Procedimiento, según lo especificado en la reivindicación 1ª, que comprende; la disposición en su sitio de un

340. órgano de acero hueco en forma de embudo, alrededor del extremo del grupo de alambres; el órgano hueco citado tiene su abertura mayor hacia el exterior de la construcción; el verter hormigón por lo menos alrededor de dicho órgano hueco; la separación de los alambres contra la superficie interior de la pared de dicho órgano;

345. la colocación en su sitio de cuñas en dicho órgano entre los alambres; el tensado de los alambres, después del endurecimiento del hormigón, ejerciendo un esfuerzo de tensión en los extremos de los mismos que sobresalen del hormigón, empleando este como apoyo y luego, mientras se mantiene esta fuerza de tensión la

350. compresión del conjunto de dichas cuñas, hacia la abertura menor de dicho órgano hueco, por una fuerza adecuada para producir una expansión elástica de dicho órgano, después de lo cual se suprime dicha fuerza exterior de tensión.

4º.- Procedimiento según lo especificado en cualquiera

355. de las reivindicaciones anteriores, en el que el tensado de los



alambres y la introducción de las cuñas se obtienen por una prensa o cric hidráulico único provisto de dos pistones concéntricos de diámetros diferentes; el pistón mayor de los dos se apoya en el hormigón alrededor de la cavidad y el pistón menor, móvil  
360. en el mayor, que forma su cilindro, se apoya en las cuñas, mientras que los extremos libres de los alambres se sujetan al cilindro del pistón mayor.

5º.- En un procedimiento según lo especificado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, un dispositivo  
365. para sujetar un grupo de alambres tensados que constituye un refuerzo de una construcción, dispositivo que comprende, en combinación; Una parte en que se dispone una cavidad en forma de embudo cuya superficie interior rodea el extremo de los alambres; dicha cavidad tiene su abertura mayor hacia el  
370. exterior de la construcción, y cuñas encuñadas en dicha cavidad entre los alambres y dispuestas para agarrar a éstos.

6º.- En un procedimiento según lo especificado en cualquiera de las reivindicaciones 1ª, a 4ª, un dispositivo de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que las cuñas, en  
375. sus caras están provistas de ranuras por medio de las cuales dichas cuñas se guían a lo largo de los alambres.

7º.- En un procedimiento según lo especificado en cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 4ª, un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 5ª en el que en el material de la  
380. construcción se entierre o empotra un refuerzo de acero que rodea a la cavidad y con preferencia, tiene un elevado límite elástico y las cuñas citadas están preparadas además para tensar elásticamente dicho refuerzo enterrado.

8º.- En un procedimiento, según lo especificado en cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 4ª, un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 5ª, en el que el refuerzo citado está formado por un alambre de acero duro arrollado helicoidal-

15 1938



- 14 -

mente.

390. 9ª.- En un procedimiento, según lo especificado en cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 4ª, un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 5ª, en el que el refuerzo citado consiste en un órgano hueco de acero duro provisto de superficies para apoyarse en la construcción y que son perpendiculares al eje del grupo de alambres.

395. 10ª.- En un procedimiento, según lo especificado en cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 4ª, un dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5ª a 8ª, en el que la cavidad en forma de embudo se dispone en una pieza construida de hormigón preparada separadamente y que incluye  
400. un primer refuerzo de acero alrededor de la cavidad y muy próximo a la misma, y un segundo refuerzo de acero cerca de la periferia de dicha pieza, la cual comprende otras superficies de apoyo dispuestas para transmitir los esfuerzos de compresión a la construcción, bajo la influencia de la tensión en los  
405. alambres.

"Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal"; tal y como queda substancialmente descrito en la presente memoria e ilustrado en los dibujos que se acompañan.

410. Este memoria consta de catorce hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 25 de Febrero de 1941.

EUGENE FREYSSINET,

Per Poder de J. GÓMEZ ACEBQ

*J. L.*

Madrid, 25 Febrero 1941.  
 por Pedro de J. GOMEZ ACEBO

