PUBLICACION
DE LA
ASOCIACION ESPAÑOLA
DEL
HORMIGON PRETENSADO

no. 1



HORMIGON PRETENSADO

ULTIMAS NOTICIAS

INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

Patronato "Juan de la Cierva" de Investigacion Técnica

U L T I M A S N O T I C I A S

de

hormigón pretensado

Nº 1

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

I N D I C E

		Pág.
	EDITORIAL	1
457-1	ORIENTACIONES DIVERSAS EN LA TECNICA DEL HORMIGON PRETENSADO	4
457-2	EL ESTADO ACTUAL DE LA TENICA DEL HORMIGON PRETENSADO	11
457-3	INTRODUCCION AL HORMIGON PRETENSADO	15
450-1	HORMIGONES ARMADOS Y PRETENSADOS	21
839-1	FABRICACION DE "TUBERIAS DE HORMIGON PRETENSADO"	26

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

E D I T O R I A L

No constituye ninguna novedad de los tiempos actuales el empleo del hormigón en las construcciones. Está comprobado que este material fué utilizado ya en Asia y Egipto, que - con él levantaron acueductos los griegos y que los romanos lo emplearon en sus grandes obras públicas, extendiéndolo por todo su imperio. Sin embargo, únicamente cuando, a finales del pasado siglo, quedó demostrada la perfecta colaboración entre el hormigón y el hierro y se les asoció en forma de hormigón armado, se generalizó su uso, tanto en obras públicas, como en construcciones civiles e industriales. Las aplicaciones de este nuevo material, se multiplicaron vertiginosamente y esta clase de obras, por sus innumerables e indiscutibles ventajas, fueron cada vez más numerosas, lográndose grandiosas realizaciones entre las cuales se pueden recordar, como ejemplos más generalmente conocidos y admirados, los puentes del Esla, en España, de 209 m. de luz y de Sandö, en Suecia, de 260 m.

El principal inconveniente del hormigón consiste en su, tan escasa que puede prácticamente considerarse nula, resistencia a la tracción, motivo por el cual, en la mayoría de los proyectos de obras de este tipo, la totalidad de los esfuerzos de tal naturaleza, se asigna a la armadura de la sección, de donde

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

se deduce que, todo el hormigón situado en la zona de tracciones, es completamente inútil a estos efectos.

Por esta razón, desde principios del siglo actual, numerosos y eminentes técnicos e investigadores, dedicaron sus actividades a tratar de superar dicho defecto, haciendo eficaz todo el hormigón de la sección, naciendo así la nueva técnica del hormigón pretensado que, de un modo elemental, consiste en lograr que la sección entera trabaje a compresión, para lo cual se introduce un esfuerzo inicial de precompresión, proporcional a la magnitud de los de tracción previstos para las condiciones normales de trabajo.

Después de una serie de ensayos llevados a cabo por varios técnicos, con resultados infructuosos por falta de materiales adecuados, el ilustre ingeniero francés Freyssinet, consiguió, mediante el empleo de hormigones de buena calidad y armaduras constituidas por alambres de acero de alta resistencia, las primeras realizaciones prácticas y realmente eficaces. Desde entonces, las aplicaciones del hormigón pretensado, aumentan cada día, y gracias a los estudios y trabajos de notables investigadores, Freyssinet, Magnel, Hoyer, Doehring, Dischinger y otros, son constantes los perfeccionamientos de este nuevo sistema, por lo que puede preverse que, en un muy próximo futuro, teniendo en cuenta sus considerables ventajas, reemplazará, en la mayor parte de las obras, al hormigón armado corriente.

Ante esta indiscutible realidad es preciso prevenirse. Hasta ahora, en España, son muy contadas las construcciones de hormigón pretensado, y muy escasas las publicaciones relaciona-

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

das con tan importante tema. Las circunstancias actuales de escasez de materiales idóneos hacen económicamente prohibitiva la realización de obras pretensadas; pero estas dificultades temporales, indudablemente, no tardarán en ser superadas y, para entonces, es imprescindible contar con un número suficiente de técnicos convenientemente preparados y familiarizados con las peculiares características de esta teoría.

Por este motivo, el Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento, a propuesta de la Asociación Española del Hormigón Pretensado, sin perjuicio de seguir como hasta el presente insertando en su revista "Informes de la Construcción" temas de divulgación sobre este último material, ha considerado oportuno iniciar la publicación mensual de estas "Ultimas noticias" en cuyas páginas, los interesados podrán encontrar, al lado de una exposición clara de los sistemas fundamentales, y su aplicación al cálculo de estructuras, resúmenes y traducciones de los más recientes artículos aparecidos en todas las revistas extranjeras que, de una manera u otra, se relacionen con esta cuestión, con el fin de facilitar su consulta, al presentarlos reunidos, y poner al alcance de todos cuantas novedades, sobre el particular, vayan surgiendo.

Se intenta contribuir así a la indispensable formación de especialistas en esta materia, con conocimientos completamente al día en cuanto a métodos de fabricación y aplicaciones del hormigón pretensado, se refiere.

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

457-1 ORIENTACIONES DIVERSAS EN LA TECNICA DEL HORMIGON PRETENSADO. (Studi sul precompresso in Inghilterra)

Ing. Giorgio Neumann.

De: "L'INDUSTRIA ITALIANA DEL CEMENTO" - Año XIX - Nº 11 - Noviembre 1949.

S I N O P S I S

En el presente artículo se hace una breve reseña del desarrollo de la técnica del hormigón pretensado, a partir de los comienzos del siglo actual, y se examinan, con especial detalle, los trabajos realizados por el ingeniero inglés Abeles, creador de un nuevo sistema de pretensado fundamentalmente distinto del clásico de Freyssinet-Magnel.

El nuevo método de Abeles, según se explica, consiste en colocar, además de la armadura previamente tesa para producir la precompresión, otra capaz de continuar actuando cuando la acción del pretensado haya sido superada. De esta forma, se reduce al mínimo la parte precomprimida, que se utiliza a modo de armadura del resto de la sección, en la que se emplea cemento de la mejor calidad, pero en forma de hormigón armado.

Se destacan las principales ventajas de este procedimiento, sobre todo, desde el punto de vista económico y se indica su campo de aplicación que, en líneas generales, está constituido por aquéllas estructuras sometidas, esencialmente, a solicitaciones estáticas.

Aún cuando, desde hace algún tiempo, son muy numerosos los trabajos que se publican en relación con el hormigón pretensado, existen todavía muchos técnicos que no han logrado formarse un concepto claro del mismo, sin que les sea posible estudiarlo directamente, en sus aplicaciones prácticas, porque las obras de esta clase en Italia son, hasta el presente, muy

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

escasas.

El hormigón pretensado, para cualquiera que se haya preocupado por esta nueva técnica, aparece íntimamente unido al nombre de Freyssinet.

Freyssinet goza, desde hace más de veinte años, de la incondicional admiración de los técnicos, especialmente desde que realizó el grandioso puente de Plougastel, de más de 180 m. de luz en cada uno de sus tres tramos. El fué el primero en obtener hormigones de resistencias muy superiores a las, hasta entonces, consideradas como posibles.

La técnica del pretensado, no es nueva. Las tuberías de hormigón pretensado, fueron ya estudiadas, por el autor y el profesor v. Emperger, a fines del año 22. Vianini asegura haber hecho también experiencias sobre el particular, ocho años antes. Generalmente, se admite que fué a Koenen al primero que se le ocurrió la idea del pretensado, al tratar de evitar, por este procedimiento, la aparición de grietas en el hormigón (1907).

Sin embargo, Freyssinet, en una conferencia pronunciada en Orleans ("Aedilis" número especial, 1949), atribuyó esta primacía a Charles Rabut, 1903, y el ingeniero inglés Abeles, en su nuevo libro "Principios y práctica del hormigón pretensado" (Londres, 1949. Ed. Crosby Lockwood and Son, Ltd.) cita dos patentes, de 1886 y 1888 (del americano Jackson y del alemán Doehring) que se relacionan con el pretensado.

Mas todas estas tentativas adolecieron del mismo defecto: no daban resultados prácticos, es decir, de aplicación eficaz. Del mismo modo, los métodos mas recientes de Dischinger,

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Finsterwalder, y Hoyer, si bien geniales, tenían el inconveniente de presentar dudas sobre su eficacia con el tiempo.

Por ello, debe reconocerse la supremacía de Freyssinet, que obtuvo un éxito completo al fabricar, por primera vez, tuberías de alta presión, absolutamente garantizadas contra la aparición de grietas.

Durante cierto tiempo, el método de Freyssinet fué considerado como el único y más perfecto y sólo algunos investigadores continuaron ocupándose de estos problemas, destacándose Colonneti, entre los italianos.

En los últimos años, sin embargo, aumentó enormemente el interés por esta técnica. Abeles, en su libro indicado, menciona sesenta publicaciones que, de un modo u otro, se relacionan con este tema; Thomas, en un reciente volúmen suyo, enumera cerca de doscientas publicaciones; y, asímismo, otros eminentes técnicos, han propuesto y aplicado nuevos métódos.- Abeles cita en total doce procedimientos de pre-tesado y nueve de post-tesado.

El más notable, aparte del de Freyssinet, es el del belga Magnel (sistema Magnel-Blaton). Magnel ha establecido una teoría de pretensado, que por ahora, es, seguramente, la más generalmente aceptada.

Abeles, formula una nueva teoría, más completa, pero que aún no es muy conocida.

La diferencia entre el método de cálculo de Freyssinet-Magnel y el de Abeles y Emperger, es la siguiente: Para Frey-

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

ssinet, Magnel, Hoyer y otros investigadores, es imprescindible que toda la armadura metálica esté pretesa. Sometida la pieza a solicitaciones exteriores crecientes, la compresión del hormigón vá disminuyendo, hasta reducirse a cero, y, posteriormente, se invierte el signo (lo que, a ser posible, debe ser evitado) y se manifiestan esfuerzos de tracción que, cuando sobrepasan un cierto valor, dan lugar a la aparición de grietas. Cuando se llega a tal estado, no se puede ya considerar la estructura como de hormigón pretensado, sino como de hormigón armado corriente, es decir, de resistencia bastante inferior, prácticamente, nula desde ese momento. Este proceso, aparece expuesto, con todo detalle, en las "Conclusiones" del último Congreso de la Asociación Internacional de Puentes y Estructuras celebrado en Lieja.

Abeles, que anteriormente fué uno de los principales colaboradores de Emperger, propone colocar, además de la armadura previamente tesa para producir la precompresión, otra capaz de continuar actuando en la segunda etapa, o sea cuando la acción del pretensado haya sido superada. Con este procedimiento, se obtiene, además, una notable economía de acero, como se demuestra con el siguiente ejemplo.

Supóngase que se trata de calcular una viga de sección rectangular, de 10 cm. de ancho, capaz de resistir un momento flector de 1.000 Kg. m. Sea A, la sección de armadura obtenida aplicando el método de Freyssinet y sean B y C, las secciones de armadura pretesa y total, respectivamente, deducidas siguien

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

do las normas de Abeles. Pues bien, hechos los cálculos oportunos, se encuentra que B = 0'56 A y C = 0'76 A. Estas reducciones son consecuencia de la disminución de la sección de hormigón pretensado de la viga que, en el ejemplo citado, pasa de 22 a 18 cm. de canto.

Para el mismo momento de 1.000 Kgs. m. y empleando hormigón de σ : 225 Kgs/cm^2, si se trata de hormigón armado corriente, se precisa una viga de 35 x 10 cm. de sección, con una armadura inferior ó de tracción F= 1,6 cm^2 y otra superior o de compresión F' = 0'5 F, como preventiva y que, al propio tiempo, facilita la colocación de los estribos. La mínima sección que se podría dar a la viga, en estas condiciones, sería de 32 x 10 cm. aumentando la armadura inferior F a 1,7 cm^2 y la superior F' a 0,86 cm^2.

Resumiendo todos estos resultados, se vé que, en hormigón armado corriente, la viga puede variar desde 35 x 10 cm. de sección y 2 cm^2 de armadura, a 32 x 10 cm. y unos 2,6 cm^2 de redondos. En hormigón pretensado, con arreglo al método de Freyssinet (totalmente pretensado), tendrá 22 x 10 cm. de sección y 1,38 cm^2 de armadura y siguiendo el procedimiento de Abeles, 18 por 10 cm. y 1,02 cm^2, respectivamente.

Pero no bastan estos datos para poder apreciar la verdadera economía que cada método representa, sino que es preciso tener en cuenta además, el mayor precio de los aceros especiales empleados en el pretensado.

Abeles reduce la parte precomprimida al mínimo indispensable y la utiliza como una especie de armadura para el resto de

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

la sección, en la que emplea cemento de la mejor calidad, pero en forma de hormigón armado.

La duda que surge inmediatamente, es la de si queda suficientemente garantizada, la perfecta adherencia entre la parte pretensada y el hormigón después agregado y, por consiguiente, su necesaria colaboración.

Sin embargo, Abeles asegura que, una serie de ensayos realizados bajo severo control, han confirmado su tesis de un modo absoluto.

Los razonamientos de los Sres. Abeles y Hajnal-Kónyi (uno de los más notables colaboradores de Kleinlogel en la época de preparación de su famoso libro "Rahmenformeln") deben haber convencido plenamente a los miembros del Comité encargado de redactar las conclusiones definitivas del Congreso de Lieja, toda vez que, en ellas se toman en consideración y se reconoce que una viga pretensada, con armadura doble, cuando las cargas sobrepasan el valor máximo para el cual ha sido calculada la armadura tesa, se comporta como una viga de hormigón armado corriente, sólo que con una mayor flexibilidad y recobra indefectiblemente el estado de precompresión, si las solicitaciones se reducen nuevamente a su valor normal.

Abeles, en su extenso libro, además de otros trabajos, describe detalladamente los estudios por él realizados sobre traviesas para los ferrocarriles ingleses, y los resultados de los mismos.

La falta de materiales idóneos, fué la razón fundamental del fracaso de las experiencias llevadas a cabo por numero-

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

sos investigadores de hormigón pretensado. Freyssinet fué el primero que obtuvo hormigones suficientemente resistentes y a este mismo ilustre ingeniero y a Hoyer, se debe la idea de emplear aceros de alta resistencia, en alambres de diámetro reducido, para las armaduras del pretensado a las que, de este modo, fué posible someter a las elevadas tensiones que es necesario introducir para garantizar su eficacia a lo largo del tiempo.

Estos materiales y su preparación y puesta en obra, son muy costosos y requieren una mano de obra expertísima. La propuesta de Abeles es, por ello, de extraordinaria importancia económica, puesto que reduce la sección precomprimida y por lo tanto más cara sustituyéndola, en gran parte, por hormigón armado corriente, moldeado "in situ" y, por consiguiente, de precio sensiblemente menor.

Se comprende que, tal sistema, no es apto para ser empleado en obras que deban garantizar una perfecta impermeabilidad, como son las tuberías, o que estén expuestas a continuar variaciones de carga, como los puentes ferroviarios o las traviesas. Su principal campo de aplicación lo constituyen las construcciones civiles, edificios industriales, puentes de carretera y, en general todos los tipos de estructuras sometidas, esencialmente, a solicitaciones estáticas.

R. P. A.

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

457-2 EL ESTADO ACTUAL DE LA TECNICA DEL HORMIGON PRETENSADO

Por Alfredo Páez Balaca, Ingeniero de Caminos.

Si bien los principios fundamentales del hormigón armado se establecieron a partir de unos ensayos experimentales, en cierto modo fortuitos, puede decirse que, el hormigón pretensado, ha surgido de la lógica aplicación racional de los conceptos generales y abstractos de la Resistencia de Materiales. Sus límites y campo de aplicación, se han deducido a través de las bases fundamentales de su **teoría** y la experimentación sólo ha intervenido "a posteriori" a título de elemento de comprobación y de control.

Tanto desde un punto de vista teórico, como desde un punto de vista práctico, aparece, como carácter esencial del hormigón pretensado, el hecho de existir unas determinadas tensiones de compresión, deliberadamente introducidas, y que, al satisfacer a un concreto sistema de desigualdades, obligan a participar a toda la sección de hormigón, en el mecanismo resistente de la pieza proyectada con arreglo a las citadas normas.

Sin embargo, este estado de tensión, artificialmente creado por el pretesado de la armadura, no solamente debe dejar sentir su acción en un periodo inicial, sino que su influencia debe mantenerse a lo largo del tiempo, representado, en el esquema funcional, por los sucesivos ciclos de sobrecargas.

Desgraciadamente, los fenómenos de retracción, fluencia

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

y acortamiento elástico del hormigón, así como el propio relajamiento del acero, hacen que no sean aprovechables integramente las propiedades de los materiales encargados de realizar la estructura, y así, a falta de un dispositivo ideal, capaz de garantizar la constancia del régimen tensional inicialmente creado, es preciso recurrir al establecimiento de unas solicitaciones que, previamente introducidas con un cierto exceso, permitan confiar en que durante el periodo de servicio de la estructura, se mantendrán con un valor que, aún siendo lentamente decreciente, será superior al necesario.

Como fácilmente puede comprenderse, el interés que presenta este problema teórico es de la mayor importancia desde un punto de vista práctico. Por medio de una corrección, posterior al tesado de la armadura y al fraguado del hormigón, pueden anularse las pérdidas referentes al acortamiento elástico del hormigón y reducirse, en gran proporción las correspondientes a la retracción del mismo, pero en todo caso, los fenómenos de fluencia en el acero y plasticidad en el hormigón, subsistirán con toda su indeterminación, arrojando una sombra de incertidumbre sobre el futuro comportamiento de las distintas piezas que componen la estructura.

Siendo la solicitación límite de la pieza, una función esencialmente dependiente del estado de precompresiones, se deduce que, al ser este último a su vez función del tiempo, dicha solicitación límite, o dicho de otro modo, el margen de seguridad que posee una determinada estructura pretensada, decrece [illegible] latinamente. Si de un modo análogo a lo que se hace en las demás

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

estructuras, se fija o estipula un valor límite inferior para este márgen de seguridad, se obtiene, en lógica correspondencia, un periodo de utilización límite para la vida de la citada estructura.

En rigor, sólo en el caso en que fuera posible demostrar la existencia de un valor, asintótico al tiempo, de la función de precompresiones, podría considerarse como ilimitado el citado periodo de utilización, con todas las salvedades a que la evolución de las sobrecargas dá lugar.

Nada tiene de extraño, el hecho de que, por estas circunstancias, se dedique en los momentos actuales una especial atención al estudio de estos problemas. Hasta ahora, y a pesar de las numerosas contribuciones presentadas, no parece que haya sido posible el planteamiento riguroso y la resolución satisfactoria de este problema que exige, como punto de partida, el conocimiento matemático de las leyes de variación con el tiempo, no sólo de las deformaciones debidas a las compresiones, sino también de las debidas al esfuerzo cortante, tan importantes o más que las primeras, y de las cuales apenas se conoce su comportamiento en el transcurso de los años.

Por medio de una serie de ensayos experimentales, se ha podido trazar el principio de la función de deformaciones - tiempo sobre diversos tipos de hormigones y aceros, pero la deducción de los necesarios datos para el cálculo, supone una fuerte extrapolación de dudosa validez.

Tampoco cabe adoptar la cómoda postura de mostrarse indiferente ante tal problema y considerarlo como una preocupación

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

de índole exclusivamente teórica. El hecho de que en las estructuras no pretensadas se prescinda habitualmente de él, se debe a la circunstancia de que, tales efectos, son despreciables en la mayoría de los casos.

Por el contrario, en las estructuras pretensadas, estos fenómenos no elásticos, al estar vinculados a los esfuerzos principales, pasan a ocupar un primer plano debido a que sus efectos, pueden llegar a atentar formalmente, a la futura estabilidad del elemento considerado.

La técnica del hormigón pretensado, exige, no sólo la realización de sus obras con unos materiales de alta calidad, sino también, el exacto conocimiento de sus caracteristicas mecánicas. El mismo módulo de elasticidad, que en las estructuras corrientes se fija de un modo idéntico en casi todos los casos, conviene que sea determinado con arreglo a unas objetivas consideraciones, llegando algunos autores a prescindir de la hipótesis de Hooke y adoptar, como función de enlace entre las tensiones y deformaciones, una curva experimental, deducida a través de directos ensayos sobre los hormigones y aceros que se piensan emplear. Se trata, en resumen, de una técnica que, fundamentada en unos principios racionales, basa sus resultados en el perfecto conocimiento de los materiales utilizados.

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

457-3 INTRODUCCION AL HORMIGON PRETENSADO

(An Introduction to Prestressed Concrete)

(Resumen de la conferencia con este título pronunciada por H. Kaylor)

De: "CEMENT, LIME AND GRAVEL" Vol. 24 - Nº 5 - Noviembre 1949
Pág. 196.

S I N O P S I S

Expone el autor, en este trabajo, el fundamento del empleo del hormigón pretensado, muy indicado, especialmente, para aquéllos elementos estructurales que trabajan a flexión.

Se señalan las principales causas que originan la caída de tensión en la armadura de pretensado, deduciéndose la consecuencia de que es necesario utilizar, para dicha armadura, alambres de acero de alta resistencia a tracción, con el fin de poderlos someter a tensiones iniciales muy elevadas.

Se describen los dos métodos principales utilizados en la fabricación del hormigón pretensado: el pre-tesado y el post-tesado, enumerándose las características más destacadas de cada uno de ellos así como también las de los materiales que es preciso utilizar.

Finalmente, el autor hace un breve comentario de las ventajas y los inconvenientes, más importantes, que tiene el empleo de este tipo de hormigón.

Fundamento del hormigón pretensado.- Como es sabido, el hormigón es un material que trabaja bien a compresión, pero sólo es capaz de resistir pequeños esfuerzos de tracción, por lo cual, en general, en los proyectos de obras de hormigón armado corriente, se supone que, la totalidad de los esfuerzos de tal naturaleza, son absorbidos, exclusivamente, por los hierros de la armadura que, a tal efecto, se calcula de acuerdo con esta

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

hipótesis.

En las obras de hormigón pretensado y durante su construcción, se crean precompresiones en aquellas zonas de los elementos de hormigón en las que, en las condiciones normales de trabajo de la estructura, hayan de aparecer tracciones. De esta forma, si las precompresiones son lo suficientemente grandes, al empezar a trabajar la pieza, no se presentaran en el hormigón, esfuerzos de tracción, pues estos quedarán total o casi totalmente contrarrestados por los contrarios, previamente introducidos.

Este procedimiento se utiliza principalmente en la fabricación de piezas sometidas a flexión, tales como tramos de puentes, vigas, postes, viguetas de pisos, etc.

Una de las principales ventajas del pretensado consiste en que, con él, se obtienen elementos que no se agrietan al someterlos a su régimen normal de carga.

Aplicación práctica. Las primeras vigas en las que se hizo aplicación de los principios que se acaban de exponer, fueron fabricadas por Doehring, en Alemania, a fines del siglo pasado empleando, para el pretensado, los mismos hierros que se venían utilizando en el hormigón armado. Dada la mala calidad del metal, los resultados no fueron satisfactorios, y las vigas así fabricadas, al cabo de cierto tiempo, poseían menores resistencias que las corrientes.

Unicamente después de las investigaciones y experiencias realizadas por Freyssinet en Francia y Faber en Inglate-

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

rra, empezó a tener aplicación práctica la idea del hormigón pretensado, siendo Freyssinet el primero en darse cuenta de que, es imprescindible dar a la armadura una tensión inicial muy elevada, para que se mantenga la suficiente en el hormigón, después de las pérdidas que se originan por las causas siguientes:

1ª.- Al ser cargado el elemento, el hormigón sufre una retracción y los efectos del fenómeno conocido con el nombre de fluencia, que se hacen sensibles durante un largo periodo de tiempo. Como consecuencia, la tensión de la armadura disminuye y, por lo tanto, se reduce la compresión del hormigón.

2ª.- Acortamiento elástico del hormigón.- Bajo la acción del pretensado, el hormigón experimenta también, en el sentido de su longitud, un apreciable acortamiento elástico, efecto que se suma a los anteriormente expuestos, y aumenta la pérdida de tensión, Este acortamiento depende de numerosos factores entre los cuales se pueden citar: el procedimiento y duración del pretensado, la magnitud de las cargas que el elemento ya fabricado haya de soportar, etc.

3ª.- Fluencia plástica del acero.- Cuando los alambres de la armadura han sido tesados a una carga superior a la media de su resistencia límite a tracción, se produce la fluencia plástica del acero que origina una nueva caída de tensión. Esta, sin embargo, tiene poca importancia, generalmente, pues puede ser eliminada con facilidad, empleando alambres muy resisten-

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

tes para que puedan ser sometidos a tensiones unos 8 Kgs/mm^2 superiores a las previstas en el cálculo.

Esfuerzo cortante.- Además de las tensiones normales producidas por los momentos flectores que actúan en las secciones verticales de las vigas, aparecen también otras tensiones de tracción originadas por el esfuerzo cortante. En el hormigón pretensado, la precompresión introducida es de efecto muy favorable, pues se opone y contrarresta las tracciones diagonales creadas por las tensiones cortantes, de tal manera que, normalmente, no es necesario colocar armadura adicional alguna, para absorber dicho esfuerzo.

Procedimientos y materiales.- Para la creación de las precompresiones se puede seguir dos métodos distintos, que son los siguientes:

a).- El de pre-tesado, que consiste en tesar los cables antes del endurecimiento del hormigón, manteniéndose posteriormente los efectos del pretensado, por la adherencia entre ambas clases de material.

b).- El de tesado ulterior o post-tesado, en el que se utilizan alambres de acero no adheridos al hormigón, que se tesan después del endurecimiento de este último material, fijándolos, mediante anclajes permanentes, en los extremos de las piezas.

En el primer procedimiento, se pueden emplear moldes de gran longitud (a veces, sobrepasan los 150 m.) y la armadura se estira con el auxilio de gatos que se apoyan en sendos estribos colocados en cada extremo de la hilera de moldes.

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

esta manera, se fabrican vigas de puentes, postes, traviesas, etc.

En el segundo, los elementos de hormigón pueden ser moldeados en una sola pieza, o en varias, que se enlazan después para formar un todo único.

Los alambres de la armadura pueden colocarse embutidos en el hormigón o exteriores a él.

Para el pre-tesado, es imprescindible utilizar hormigones con una resistencia a la rotura no inferior a los 280-350 Kgs/cm^2, recién fraguados. Con ellos queda asegurada una perfecta adherencia, que evitará el deslizamiento de la armadura, una vez desprendida de los anclajes extremos. Las probetas, a los 28 días, tendrán una resistencia de 560 Kgs/cm^2. Tales hormigones deben estar constituidos por mezclas cuidadosamente dosificadas, en la proporción 1: 1'5: 3, en volúmen, vibrados, y con una relación agua-cemento, en peso, que no excederá de 0,45. Generalmente, se suelen emplear cementos rápidos.

Para las armaduras, se requieren alambres de acero con una resistencia límite a tracción que oscile entre los 160 y los 235 Kgs/mm^2.

En la fabricación de viguetas de pisos de pequeñas dimensiones, emprendida en el Laboratorio de Ensayos del Ministerio de Trabajo, se usan alambres (cuerdas de piano), de 2,5 mm. de diámetro, con una carga de rotura de 220-235 Kgs/mm^2, y una carga útil (después de un alargamiento de 0,2 %) de 190-200 Kgs/mm^2.

Ventajas prácticas del hormigón pretensado.- Con el hormigón pre

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

tensado se pueden realizar obras que eran inabordables con el hormigón armado corriente.

Al requerir menores secciones, se reducen las tensiones producidas por el peso propio de la estructura y, como consecuencia, se pueden alcanzar mayores luces. Las vigas de hormigón pretensado, son más elásticas y más resistentes al esfuerzo cortante, que las de hormigón armado.

La cantidad, en peso, de acero que es preciso utilizar cuando se aplica la técnica del hormigón pretensado, es sólo $\frac{1}{5}$ ó $\frac{1}{10}$ de la necesaria en el hormigón corriente, lo que supone una gran economía. Esto justifica el que, no obstante ser más caro el acero de los alambres que el hierro de los redondos, y a pesar del elevado coste de las instalaciones y equipos de pretensado, en Francia, Bélgica y Suecia, esta técnica haya podido conseguir numerosos contratos, en competencia con los hormigones ordinarios.

Como principales inconvenientes del pretensado se pueden citar el requerir: una mayor y más experta vigilancia, alambres de acero de gran resistencia y hormigones extraordinariamente buenos.

Es de esperar que, sin embargo, el empleo del hormigón pretensado se extenderá rápidamente en Inglaterra, teniendo en cuenta que, en la actualidad, se obtienen ya aceros de excelente calidad, aptos para estas aplicaciones y que la necesaria vigilancia y buena clase de los hormigones, puede ser conseguida con facilidad por los fabricantes británicos.

R. P. A.

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

450-1 HORMIGONES ARMADOS Y PRETENSADOS

(Bétons precontraits et bétons armés)

F. Panchaud.

De: "Societá degli Ingenieri e degli Architetti in Torino"
Marzo-Abril 1948.

Los materiales básicos que constituyen el hormigón armado y el pretensado son los mismos, pero, este hecho no justifica que se les pueda confundir, pues, tanto su funcionamiento estático como el régimen de deformaciones instantáneas, efecto de la fluencia en su comportamiento y capacidad para resistir los esfuerzos alternos, son completamente diferentes.

Es un concepto completamente falso afirmar, que, el hormigón pretensado es un hormigón armado en el que las armaduras se tesan para comprimirlo, pues el verdadero fin estático de la armadura, es completamente distinto del que cumple en el hormigón armado.

La armadura, en este último, sustituye al hormigón en aquellos puntos donde trabaja a tracción, mientras que en el hormigón pretensado no tiene más que un sólo fin, crear una precompresión suficiente para que el hormigón nunca trabaje a tracción, sea cualquiera el régimen de cargas a que se le someta.

En una pieza de hormigón armado sometida a flexión, el momento flector que se produce se descompone en un esfuerzo de compresión ejercido esencialmente sobre el hormigón, y otro de tracción que es absorbido por la armadura.

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Mörsh dijo, que el hormigón armado es una asociación de hierro y hormigón, de tal forma combinados, que su acción contrarresta a los esfuerzos exteriores. Para que esta colaboración sea efectiva, es indispensable que entre el hormigón y el hierro exista una gran adherencia.

En el hormigón pretensado, por el contrario, al encontrarse toda la masa de hormigón comprimida, ejerce por sí sola, la resistencia a los esfuerzos exteriores, y el fin de la armadura es crear ese esfuerzo de precompresión.

En el hormigón armado , a medida que aumenta el esfuerzo de tracción, el hormigón y el acero se alargan. Si esta tracción es demasiado elevada, el hormigón cesa de alargarse y se agrieta; en este momento es cuando la armadura de acero absorbe todo el esfuerzo de tracción.

Si se utilizan aceros de alta resistencia los efectos de agrietamiento son mayores.

Para evitar esto podrían seguirse tres procedimientos:

Reducir la deformabilidad de las armaduras sin necesidad de disminuir la tensión admisible. Esto depende de la calidad del metal, y su solución inmediata es difícil.

Aumentar la deformabilidad plástica, del hormigón sometido a tracción, sin que se produzcan grietas. Tal posibilidad no debe excluirse si se tiene en cuenta las cualidades particulares del hormigón reciente y su deformación lenta bajo el efecto de cargas permanentes.

El tercer medio de utilizar aceros de alta resistencia con el hormigón, consiste en disminuir deliberadamente la cola-

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

boración que existe entre ambos materiales, la cual les impide dar todo el rendimiento de que son capaces.

En lugar de equilibrar pasivamente los esfuerzos de tracción con la armadura de alta resistencia, se utiliza esta, para comprimir las partes de hormigón susceptibles de trabajar a tracción.

Este es en realidad el principio del hormigón pretensado.

Al encontrarse la sección, comprimida para todos los casos de carga, podrá resistir siempre y trabajar elásticamente, incluso cuando actúen cargas útiles exteriores importantes.

Utilizados los aceros para comprimir al hormigón, dará lugar a otro que tendrá una resistencia a la tracción suplementaria, igual a la compresión aplicada.

El hormigón absorbe, por sí sólo, casi todos los esfuerzos de tracción originados por las cargas exteriores, en virtud de las nuevas cualidades que le dá el pretensado.

El principio del hormigón pretensado se conocía ya al comenzar este siglo, pero las tentativas para aplicarlo fracasaron por el efecto de la fluencia. El efecto de la fluencia es la aparición de las deformaciones lentas, no elásticas, y por consiguiente no reversibles, del hormigón comprimido.

La fluencia se desarrolla intensamente al iniciarse la aplicación de la carga y disminuye con el tiempo siguiendo una ley exponencial.

Es mucho mayor si, en el momento de aplicarse las cargas, el hormigón es reciente.

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Es, aproximadamente, proporcional a la fuerza permanente de pretensado.

Como consecuencia del efecto de fluencia, se origina una caida de tensión en el acero, que dá lugar a una disminución del esfuerzo de pretensado. Es imprescindible, por tanto, aplicar una fuerza de pretensado inicial bastante fuerte para que, incluso después de la fluencia, la residual sea todavía suficientemente grande.

Si el esfuerzo de compresión es pequeño, su efecto puede incluso llegar a desaparecer.

No es aconsejable colocar la armadura a tensiones medias, creyendo tener así una cierta seguridad, es preciso darles las tensiones iniciales más elevadas, compatibles con su resistencia y límite de plasticidad.

El hormigón pretensado requiere: un hormigón cuya fluencia y deformación plástica sean lo más pequeños posibles, y armaduras cuya deformación elástica sea muy grande en comparación con la fluencia y retracción del hormigón.

Al pretensar las vigas, longitudinalmente, se compensan en gran parte, las tracciones oblicuas que produce el esfuerzo cortante, pudiéndose reducir al mínimo los estribos.

Para el hormigón pretensado se recomiendan hormigones de excelente calidad y gran compacidad, con una retracción y fluencia, tan pequeñas como sea posible. Por su parte, los aceros, deben ser de alta resistencia y elevado límite de elasticidad.

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

En el artículo original se describen los métodos de pretensado más empleados, entre los cuales los más importantes son el de adherencia y el de conos de anclaje.

En el de adherencia la armadura se tesa antes del endurecimiento del hormigón y presenta el inconveniente de que, en los extremos de la viga la tensión de pretensado es menor que la total. El buen funcionamiento de este sistema depende esencialmente de las condiciones de adherencia. Conviene, particularmente, cuando se trata de elementos de sección reducida.

El método de conos de anclaje es aplicable a todo tipo de estructuras pero requiere el empleo de aparatos especiales, relativamente costosos, por lo que se recomienda preferentemente para las grandes obras sometidas a esfuerzos importantes.

Finalmente, como ejemplos de aplicación del hormigón pretensado, se describen las características de algunas obras (vigas, postes, puentes de ferrocarril, etc.) realizados con arreglo a los principios de esta nueva técnica a la que cabe augurar un porvenir lleno de promesas.

C. S. C.

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

839-1 FABRICACION DE "TUBERIAS DE HORMIGON PRETENSADO".

(Prestressed Concrete Pipe)

(Editorial)

De: "CONSTRUCTION METHODS AND EQUIPMENT" - Vol. 31 - Número 12

Diciembre 1949.

S I N O P S I S

Se describe en este artículo un nuevo procedimiento para la fabricación de tuberías a presión, de hormigón pretensado.

El moldeo de las paredes de las tuberías, se realiza en moldes de acero que se suspenden sobre unos rodillos horizontales giratorios, colocados en su interior, de tal manera que, al girar ambas piezas, el hormigón queda comprimido entre ellos.

Para el pretensado, se dá vueltas a la tubería sobre eje central y el alambre de la armadura, mediante un dispositivo especial, se arrolla a su alrededor, en dos direcciones contrarias, originando, simultáneamente, un pretensado longitudinal y otro radial.

Esto procedimiento, se utilizó por primera vez en la traida de aguas de la ciudad de Granite, del Estado de Illinois.

Más de trescientos elementos de tubería a presión, de hormigón pretensado, de 1,40 m. de diámetro y 4,90 m. de largo, cada uno, han sido fabricados en Chicago y transportados después al lugar en que habían de ser utilizados, situado a unos 500 Km. de distancia.

Las paredes interiores de estos elementos, eran de hormigón, moldeado centrifugamente con el auxilio de un rodillo giratorio especial, y la armadura de pretensado, estaba constitui-

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

da por alambre de alta resistencia, arrollado en forma de tela metálica.

Tanto el procedimiento de moldeo empleado, como el de pretensado, suponían una novedad.

Para el primero, se utilizó un molde de acero, suspendido sobre un rodillo horizontal giratorio, colocado en su interior, de tal manera que, al girar ambas piezas, el hormigón quedaba comprimido entre ellas.

Mediante este método, y empleando mezclas de solamente unos 38 litros de agua por cada tres sacos de cemento, se lograban pastas suficientemente fluidas y compactas para la fabricación de las paredes de las tuberías, resultando un hormigón de 2,6 de densidad y con una resistencia mínima a compresión de 560 Kgs/cm^2.

Para el pretensado, una vez ya endurecido el hormigón, se hacía girar la tubería sobre su eje central y el alambre de acero de la armadura, se iba enrollando a su alrededor, en forma de espirales, en dos direcciones contrarias, obteniéndose así una especie de tela metálica capaz de originar un pretensado - longitudinal y otro radial, al mismo tiempo.

Esta tubería fué empleada en una traida de aguas de nuevo trazado, de 1.585 m. de longitud, para la ciudad de Granite, en el estado de Illinois, proyectada por los Ingenieros Jefes - del Canal del río Mississipi, en las Montañas Rocosas.

En las fotografías que acompañan a este artículo, puede seguirse, paso a paso, el nuevo procedimiento de fabricación que queda descrito.

R. P. A.

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

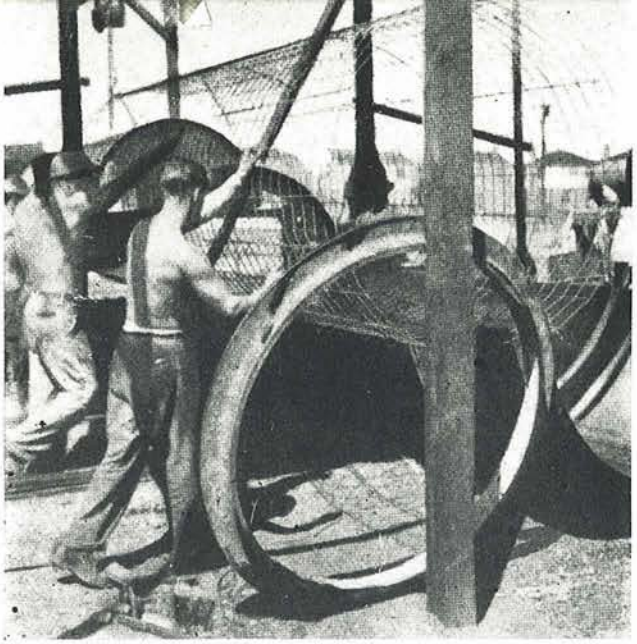


FOTO N.º 1.—Colocación en el molde de una jaula de alambre pre-atirantado, destinado a reforzar las paredes de hormigón de una tubería de 4'90 m. de largo y 1'40 m. de diámetro, calculada para una presión de 7'6 Kgs./cm.^{2} La malla de la jaula es de 10×20 cm. y está constituída por alambre del núm. 7 y núm. 4.

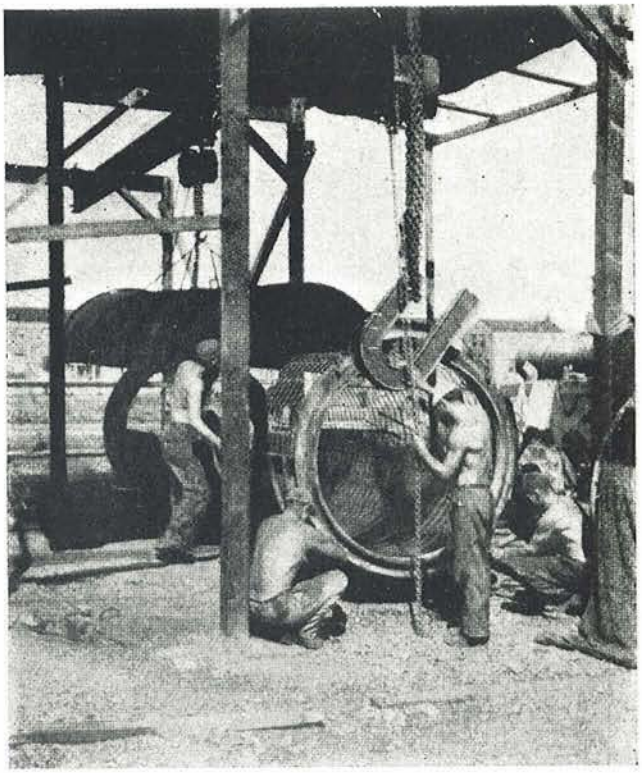


FOTO N.º 2.—Rodeando esta armadura, se coloca el molde, constituído por unos aros de hierro fundido en los extremos y una superficie cilíndrica dividida en dos mitades que se hacen solidarias, "in-situ" mediante pasadores convenientemente dispuestos. La cubierta del molde es de acero, de 6 mm. de espesor, y lleva unos refuerzos circulares de 13×38 mm. Su peso aproximado es de 2 Tm.

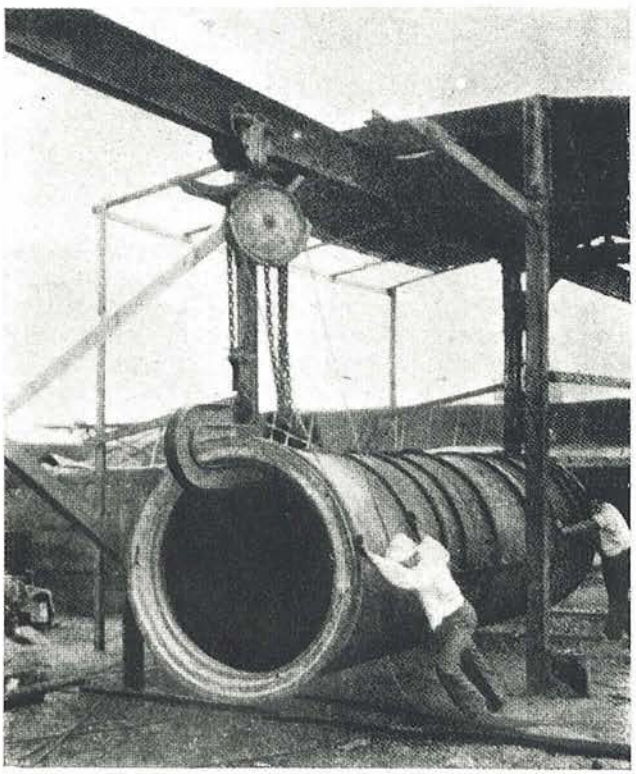


FOTO N.º 3.—Terminado el montaje del molde, se traslada desde el cobertizo en el que se ha ejecutado, a otro donde se realiza el vertido del hormigón. Para ello se cuelga, por medio de unos tornillos-prensa que lo sujetan por los extremos, de unas trócolas que se deslizan por unos carriles constituídos por perfiles en U, que van colocados sobre durmientes de madera.

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

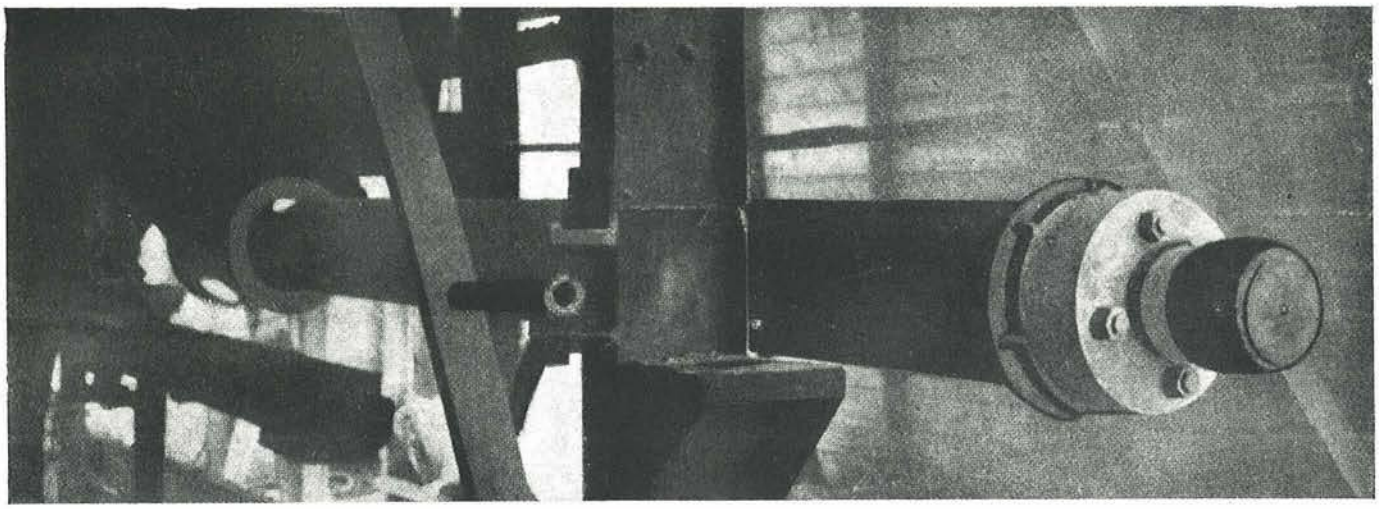


FOTO N.° 4.- La máquina de moldear lleva un árbol central giratorio que cumple tres misiones distintas, que son: 1.ª Soportar el molde durante el vertido. 2.ª Hacer girar el molde a 60 r. p. m., por rozamiento con el borde interior de los aros extremos. 3.ª Comprimir el hormigón de las paredes de la tubería.

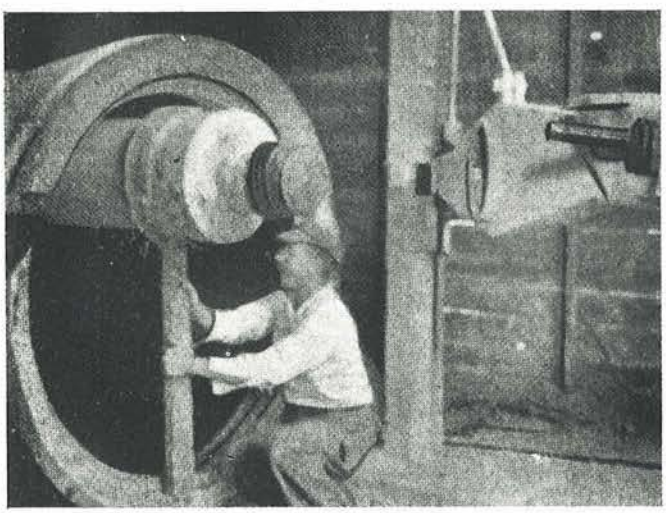


FOTO N.° 5.—Introducido el árbol en el interior del molde, se sujetan los extremos del rodillo, mediante unas piezas exteriores que pueden girar alrededor de unos ejes verticales. Sobre dichas piezas van a apoyarse las cabezas del eje del árbol que, durante el vertido del hormigón, da vueltas arrastrando en su movimiento el molde. La tubería de 1'40 m. de diámetro, que se describe en este artículo, es la mayor de las fabricadas por este nuevo procedimiento.

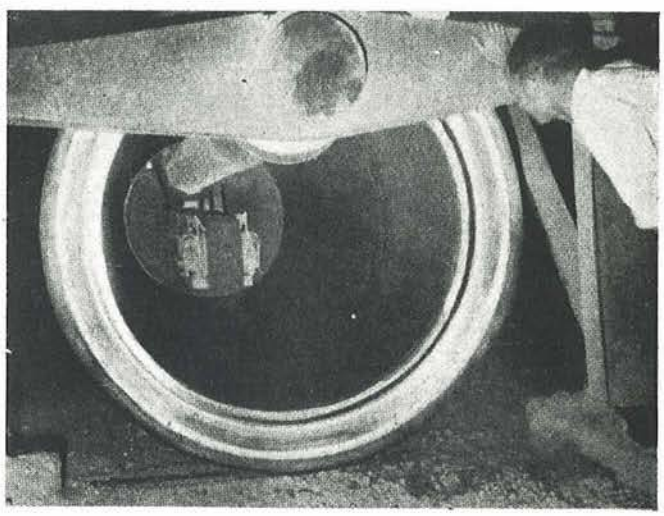


FOTO N.° 6.—El árbol hace girar al molde y al mismo tiempo va comprimiendo el hormigón que ha de formar las paredes de la tubería. Un transportador de correa de 20 cm. de ancho y 8 m. de largo, vierte la pasta, por unos orificios convenientemente dispuestos, a todo lo largo de ellas y hacia la parte descendente del molde giratorio, el cual queda sostenido únicamente por el rodillo central.

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

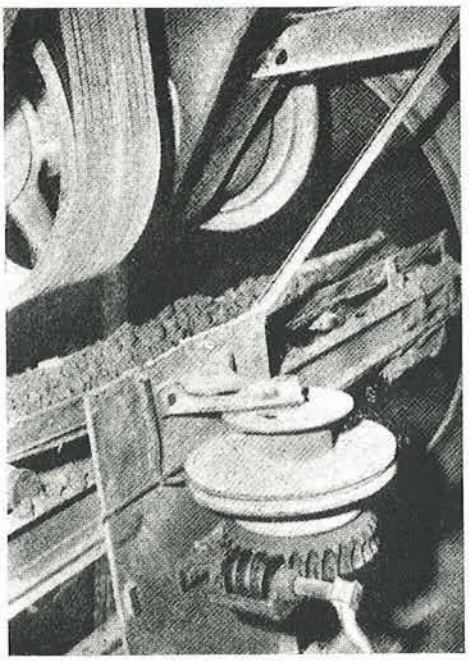


FOTO N.° 7.—El transportador entra en voladizo en el hueco central del molde, y movido por un torno de mano, coloca el hormigón exactamente en el sitio que se quiera. Obsérvese la consistencia del hormigón sobre la correa transportadora y la correa múltiple en V que hace girar el árbol, accionada por un motor eléctrico de 30 H. P.

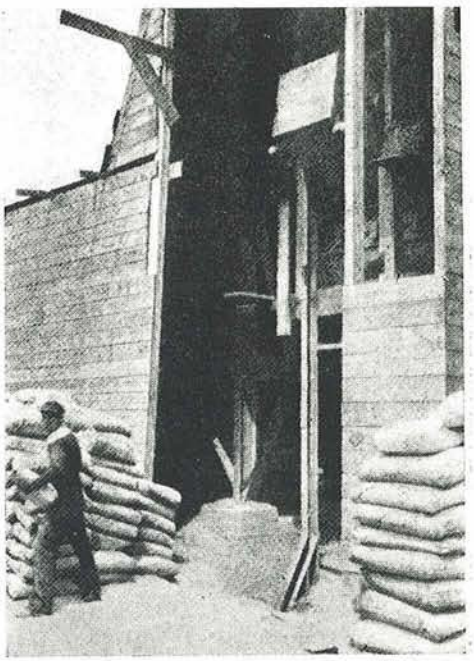


FOTO N.° 8.—De cada vez se vierten 270 Kgs. de grava de 19 mm., 90 Kgs. de grava de 6 mm., 90 Kgs. de arena gruesa, 10 Kgs. de arena fina, 3 sacos de cemento y 38 litros de agua. La resistencia mínima de esta mezcla es de 560 Kgs/cm.^{2}, y en los ensayos, con probetas cilíndricas, a los 28 días dan una resistencia superior a los 750 Kgs./cm^2.

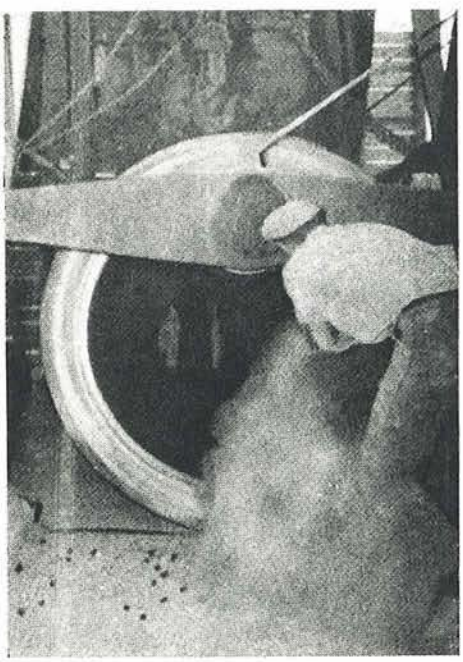
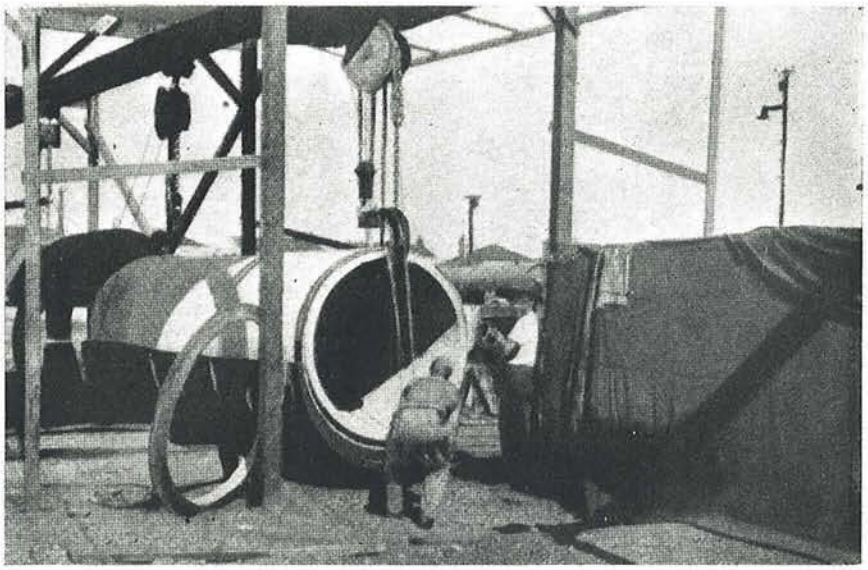


FOTO N.° 9.—Al terminar el hormigonado, que dura una media hora, se echa una mezcla seca de arena y cemento, para dar a la superfície interior de la tubería un acabado perfecto. Posteriormente, se saca el rodillo del interior del molde y se somete el hormigón a una cura de vapor durante la noche.

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

FOTO N.° 10.—Una vez desarmado y quitado el molde, se inspecciona la tubería, meticulosamente, por dentro y por fuera. Los aros metálicos que formaban la cabeza del molde y que quedan encajados en los extremos de la tubería, son sustituídos por guarniciones de goma, destinadas a constituir las juntas. Después se traslada la pieza al recinto de lona que se ve a la derecha de la fotografía, para la ulterior cura de vapor que acelera el endurecimiento del hormigón.



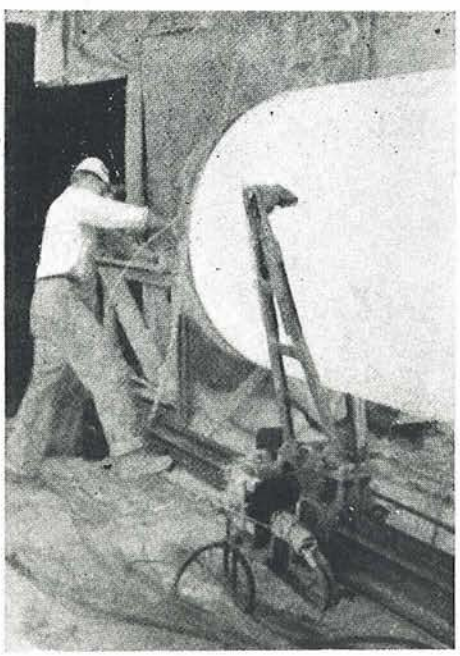


FOTO N.° 11.—Una vez endurecido el hormigón, se acopla a la tubería un torno devanadera que se desliza por un carril, colocado paralelamente al sentido longitudinal de la tubería, y provee a ésta en la segunda etapa del proceso de fabricación, del alambre que constituye su armadura de pretensado.

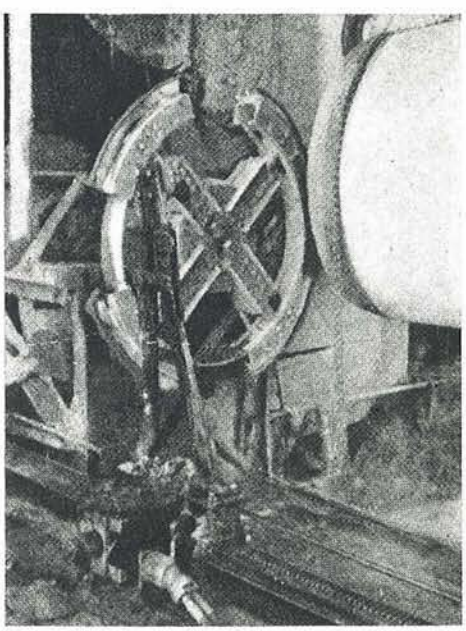
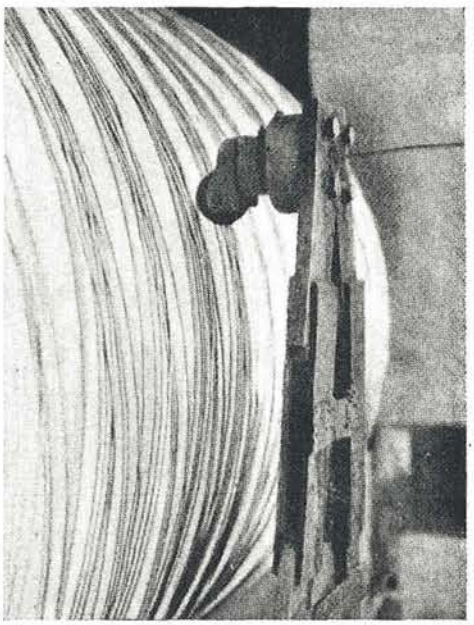


FOTO N.° 12.—El torno-devanadera de alambre tiene un volante accionado por un motor eléctrico de 25 H. P. Mediante un dispositivo especial puede hacerse que el diámetro de este volante aumente o disminuya a voluntad, de tal modo que siempre es posible ajustarlo exactamente a la superficie interior de la tubería, a la cual hace girar a razón de 20 r. p. m. Esta lleva en sus extremos unos pasadores a los que se sujetan los cabos de los alambres de la armadura de pretensado.

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

FOTO N.° 13.—Al ir dando vueltas la tubería, se va enrollando con la tensión conveniente, hasta alcanzar los 9.850 Kgs./cm^2, el alambre de la armadura, que pasa por una polea colocada en la parte alta de un caballete, que se desliza sobre el carril de la fig. 11, de un extremo al otro de la tubería, al mismo tiempo que esta gira.



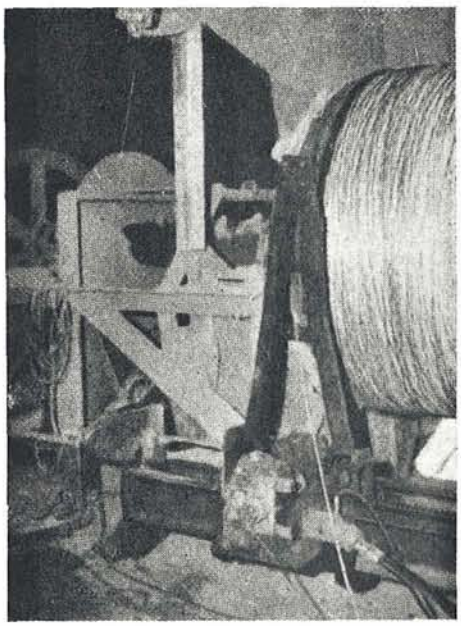


FOTO N.° 14.—De esta manera se forma con el alambre un entramado parecido al de las telas metálicas. La velocidad de desplazamiento del caballete es graduable, con el fin de que el paso de las espiras sea en todo momento el preciso para que las dos componentes, longitudinal y radial, en que queda dividido el esfuerzo total de pretensado producido, tengan la magnitud requerida.

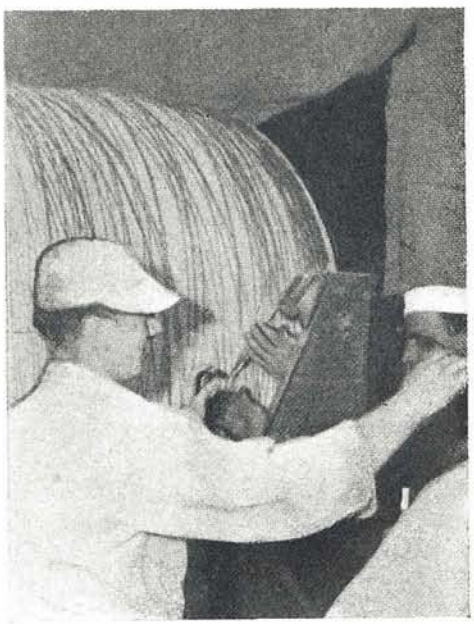


FOTO N.° 15.—El alambre de la armadura es de acero, estirado en frío y con alto porcentaje de carbono, con una carga límite de 12.300 Kgs./cm.^{2} y 14.000 Kgs./cm.^{2} de carga de rotura. La presente fotografía, está tomada en el momento en que se inicia el arrollamiento de una nueva capa de alambre, que queda convenientemente trabada con la anterior.

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

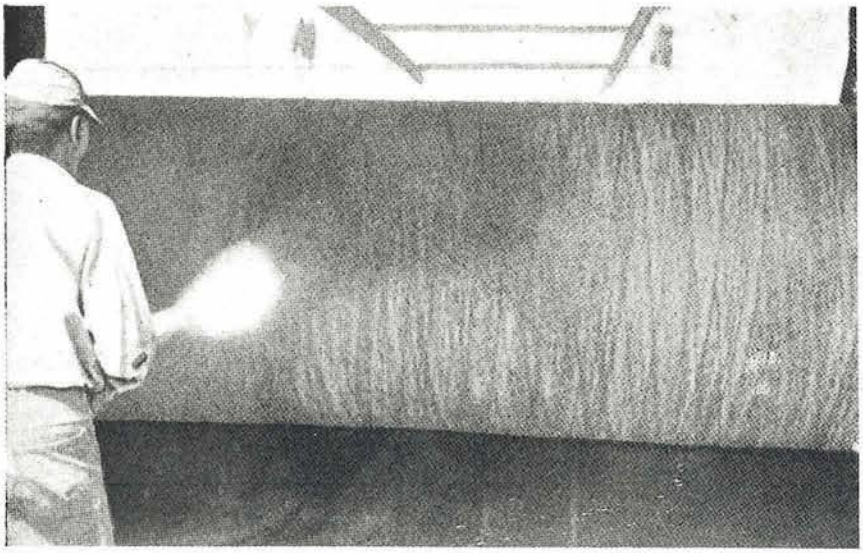


FOTO N.° 16. — Terminada la formación de la armadura, se somete la tubería a un giro lento, a razón de 2 r. p. m. y con gunita se forma una capa de mortero de cemento de unos 2 cm. de espesor, que recubre totalmente las espiras de alambre, protegiéndolas y dando a las mismas una mayor trabazón.



FOTO N.° 17.—Después de echada la gunita, la tubería, que pesa solamente unos 7.200 Kgs., se somete a una nueva cura de vapor, colgándola dentro de unos recintos de lona móviles, dos de los cuales se aprecian en la fotografía. El pretensado disminuye el peso propio de la pieza, toda vez que requiere el empleo de menores cantidades de armadura y hormigón. Finalmente, los elementos fabricados por este procedimiento resultan más económicos que los análogos de hormigón armado corriente y libres del peligro de aparición de grietas.



FOTO N.° 18.—Acabada la fabricación, se recubre la tubería interiormente con una ligera mano de asfalto, quedando lista para su transporte a obra. En la fotografía se recoge el momento en que una de estas piezas es cargada en los coches-remolques que se utilizaron para trasladarlas desde Chicago a la ciudad de Granite, situada a unos 500 Km. de distancia, donde habrían de ser empleadas en la traída de aguas de la ciudad. Para esta obra, precisamente, se empleó por primera vez este nuevo procedimiento de pretensado. La longitud total de la conducción de aguas era de 1.585 m. y en ella se invirtieron 302 elementos de 4'90 m. de longitud cada uno y 1'40 m. de diámetro y otros 34 más de medidas especiales.

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026

Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026



Documento descargado de www.e-ache.com el 24/11/2026