

ULTIMAS NOTICIAS SOBRE

# hormigón pretensado



BOLETIN NUM. 53 DE LA ASOCIACION ESPAÑOLA DEL HORMIGON PRETENSADO  
DEL INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO

a

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS  
Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica

U L T I M A S   N O T I C I A S

Técnicas en Estructuras  
de  
Hormigón Pretensado

Boletín de circulación limitada

Nº 53

Noviembre - Diciembre 1959



- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

I N D I C E

	<u>Página</u>
457-9-10 Bases para unas Normas internacionales sobre hormigón pretensado.- A. Paduart .. .. .	1
Informe sobre la "IV ASAMBLEA GENERAL" de la Asociación Española del Hormigón Pretensado. R. Piñeiro .. .. .	18

-----

N O T A.- El Instituto, una de cuyas finalidades es divulgar los trabajos de investigación sobre la construcción y edificación, no se hace responsable del contenido de ningún artículo, y el hecho de que patrocine su difusión no implica, en modo alguno, conformidad con la tesis expuesta.

-----

Depósito Legal: M - 853 - 1958



457-9-10 BASES PARA UNAS NORMAS INTERNACIONALES SOBRE  
HORMIGON PRETENSADO

(Bases d'un règlement international concer-  
nant le béton précontraint)

Por: André Paduart.

COMUNICACION Nº 23 PRESENTADA A LA SESION I DEL TERCER CONGRESO DE  
LA FEDERACION INTERNACIONAL DEL PRETENSADO - BERLIN, 1958

- S i n o p s i s -

Partiendo del "Estudio comparativo de las normas vigentes en los diferentes países" presentado por el autor al 2º Congreso de la F.I.P. celebrado en Amsterdam, en 1955, se intenta formular unas bases generales que puedan tomarse como punto de partida para la redacción de unas Normas sobre hormigón pretensado, de aceptación internacional. Los temas que sucesivamente se tratan, son los siguientes: calidad del hormigón y del acero; tensiones admisibles, en compresión y en tracción, en el hormigón sometido a flexión, o a esfuerzo cortante; tracciones admisibles en las armaduras de pretensado; coeficientes de seguridad a la fisuración y a la rotura; pérdidas de esfuerzo de pretensado; pandeo; anclaje de las armaduras; y protección de los alambres.

El autor invita a los técnicos de los distintos países a que, a través de sus Grupos Nacionales afiliados a la F.I.P., formulen las observaciones y sugerencias que consideren oportunas, en relación con estas bases, con el fin de estudiar la posibilidad que existe de llegar a conseguir unas Normas de carácter internacional.

## I. INTRODUCCION

### 1.1 - Objeto.

Con ocasión del 2º Congreso de la F.I.P. celebrado en Amsterdam, en 1955, presentamos un estudio comparativo de las diversas Instrucciones, relativas al hormigón pretensado, vigentes en los diferentes países (ver "Boletín de Ultimas Noticias sobre Hormigón Pretensado" Nº 29, Noviembre-Diciembre de 1956).

El objeto de dicha comunicación era hacer resaltar - las diferencias existentes entre las distintas Instrucciones y poner a disposición de los diversos Grupos Nacionales, miembros de la F.I.P., una documentación que les permitiese establecer, o corregir, sus propias prescripciones.

En las conclusiones de dicho informe se abogaba por - la creación, en el seno de la F.I.P., de una Comisión que se encargase de redactar un proyecto de Normas Internacionales, en el que se recogiesen todos aquellos temas sobre los cuales se considerase posible llegar a un principio de acuerdo, y cuya unificación se considerase conveniente.

Esta sugerencia tuvo una acogida favorable por parte del Congreso de la F.I.P., y, como consecuencia, se nos encargó iniciásemos los oportunos trabajos con la colaboración de los Sres. Guyón, de Francia, y Páez de España. De acuerdo con esta decisión hemos celebrado diversos cambios de impresiones, del mayor interés, con dichos señores, a los cuales agradecemos, muy sinceramente, las observaciones y propuestas que nos han formulado.



Después de estas discusiones se llegó a la conclusión de que, desgraciadamente, por el momento resulta imposible intentar la redacción de unas Normas completas, capaces de recibir la unánime aprobación de todos los miembros de la F.I.P., estimándose imprescindible realizar, previamente, una labor preparatoria.

Esta labor habría de consistir en un comentario sobre las principales divergencias puestas en evidencia en la comunicación anteriormente citada y en una exposición de las causas que justifican los diferentes puntos de vista.

En el presente informe se ha intentado recoger los resultados de dicho trabajo de análisis y establecer unas bases generales que puedan servir como punto de partida para la redacción de una Norma sobre hormigón pretensado de aceptación internacional.

Sería de desear que, con ocasión del Congreso de Berlín, los distintos países expusieran las observaciones que dichas bases les sugieren, con el fin de poder ir acotando los temas sobre los cuales se prevea la posibilidad de llegar a un acuerdo general.

A continuación se revisan, sucesivamente, los diferentes temas que fueron tratados con ocasión del Congreso de Amsterdam, manteniéndose la misma numeración en los distintos capítulos.

#### 1.2 - Notación adoptada.

$M_q$	Momento flector máximo bajo carga permanente.
$M_s$	Momento flector máximo originado por las sobrecargas móviles.
$M_f$	Momento flector de fisuración.
$M_{ra}$	Momento flector de rotura (por rotura del acero).
$M_{rb}$	Momento flector de rotura (por rotura del hormigón).
$R'_{br}$	Tensión de rotura del hormigón, por compresión, en probeta cúbica.

$R_{ae}$	Límite elástico del acero.
$R_{ar}$	Tensión de rotura del acero.
$d$	Diámetro de una armadura (alambre o barra).
$\Omega$	Área de una sección transversal.

## II. PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LA CALIDAD DE LOS MATERIALES

### 2.1 - Calidad del hormigón.

Dosificación mínima de cemento.- Teniendo en cuenta las prescripciones de los países que exigen una dosificación mínima de cemento, parece que debería proponerse:

Para los elementos con armaduras pretensas: 400 kg/m<sup>3</sup>, como mínimo.

Para los elementos con armaduras postesas: 350 kg/m<sup>3</sup>, como mínimo.

Cabe sin embargo, preguntarse si no sería preferible - adoptar el criterio de los países que no fijan dosificación mínima para el cemento, y si es, realmente, necesario que esta dosificación mínima sea más elevada para el hormigón pretensado que para el hormigón armado. Una cantidad de cemento excesivamente elevada puede resultar perjudicial, y se ha podido comprobar que un hormigón que no contenga demasiado cemento, pero cuya puesta en obra se realice con el máximo cuidado, es preferible a un hormigón más rico, pero cuya ejecución haya sido descuidada (granulometría mal estudiada, exceso de agua de amasado, insuficiente consolidación).

Resistencia mínima del hormigón.- En relación con este tema parece que lo más racional sería no establecer, tampoco, ninguna prescripción.

Hay que tener en cuenta que no es el hormigón el único material que ha sido sometido al pretensado. También se ha aplicado, con pleno éxito, a otros materiales, como por ejemplo la cerámica y la piedra natural. No parece, por consiguiente, que exista



ningún motivo para que esta técnica no pueda ser utilizada, de un modo general, aun con hormigones de débil resistencia.

Unicamente sería necesario llamar la atención de los constructores, sobre el peligro que puede suponer la elevada fluencia que estos hormigones de baja calidad suelen presentar.

Sin embargo, en el caso en que no obstante lo anteriormente expuesto se desee establecer una limitación sobre la resistencia del hormigón, podrían proponerse, a la vista de las diversas prescripciones vigentes, los valores siguientes:

Resistencia mínima, en probeta cúbica, a los 28 días:

Para elementos con armaduras pretesas:  $400 \text{ kg/cm}^2$ .

Para elementos con armaduras postesas:  $320 \text{ kg/cm}^2$ .

Resistencia mínima, en probeta cúbica, en el momento de la transmisión al hormigón del esfuerzo de pretensado.

Para elementos con armaduras pretesas:  $250 \text{ kg/cm}^2$

Para elementos con armaduras postesas:

Pretensado parcial:  $150 \text{ kg/cm}^2$ .

Pretensado total :  $250 \text{ kg/cm}^2$ .

## 2.2 - Calidad de los aceros para pretensado.

Definición del límite elástico.- Sería muy conveniente llegar a la unificación de esta definición; por otra parte, no existe ninguna razón fundamental que pueda realmente impedirlo ya que según se sabe se trata de una cuestión puramente convencional.

Adoptando el criterio aceptado por la mayor parte de los países, se propone que el límite elástico quede definido por el valor de la tensión capaz de producir un alargamiento remanente igual al 0,2 %.



Tensión de rotura.- Lo mismo que se ha indicado para el hormigón, no parece lógico imponer, "a priori", una calidad mínima para el acero de pretensado.

Alargamiento mínimo en rotura.- Se estima que la longitud de la base para la medida de este alargamiento puede establecerse, con posibilidades de aceptación general, en  $11,3\sqrt{\Omega}$   
Esto conduciría, para la sección circular, a una longitud igual a 10 d.

De acuerdo con los valores propuestos en las diferentes Instrucciones para el alargamiento mínimo en rotura, se podría recomendar:

Para el acero trefilado ..... 5%.  
Para el acero laminado ..... 6%.

Por otra parte, el Sr. Guyón, propone que la medida de este alargamiento se realice fuera de la estricción. De esta forma, se evita tener que imponer una longitud base de medida y se consigue una representación más real de la ductilidad útil de los alambres de gran longitud. Debe tenerse en cuenta que, si se acepta esta propuesta, será necesario disminuir los valores del alargamiento mínimo impuesto. Se estima que, en este caso, una reducción del 50% sería lo razonable.

Ensayos de plegado.- En determinados casos especiales (estructuras sometidas a fuertes cargas repetidas, nuevas calidades de acero, etc) parece que resulta necesario exigir este tipo de ensayo. Si se trata de alambres, el ensayo se realizará:

Doblando el alambre ocho veces en sentido alternativo, a 90°, sobre mandril de diámetro igual a 6 d; o doblándolo una vez a 180°, sobre mandril de diámetro igual a 3 d.

Este ensayo deberá ser resistido por el alambre sin deteriorarse.

Ensayo de fatiga.- Este ensayo no parece que deba ser exigido, a no ser que se prevea que la variación de la tensión en el acero, bajo el efecto de las sobrecargas móviles, haya de exceder del 10% de su tensión inicial.

Tolerancias en los diámetros.- Teniendo en cuenta las prescripciones existentes sobre el particular en las Instrucciones de algunos países, podría proponerse lo siguiente:

El 2%, por exceso, sobre el diámetro (es decir, el 4% - sobre la sección).

El 1%, por defecto, sobre el diámetro (es decir, el 2% sobre la sección).

Estado de la superficie.- Se estima que ha de ser posible llegar a un acuerdo total, sobre las siguientes recomendaciones:

Las armaduras no deben presentar defectos apreciables a simple vista.

Los alambres que hayan de quedar embebidos en el hormigón deberán estar perfectamente desengrasados, limpios y desprovistos de toda película de óxido que pueda desprenderse.

Aceros laminados en caliente.- Se estima que no es necesario prohibir ningún procedimiento de fabricación de los alambres o barras, - siempre y cuando en el momento de su puesta en obra se tenga en cuenta las características particulares de los aceros utilizados. Por - consiguiente, los aceros laminados en caliente podrán utilizarse si se adoptan las precauciones especiales necesarias para evitar su corrrosión bajo tensión.



Soldadura de los aceros de pretensado.- Unicamente podrá autorizarse su soldadura, cuando se compruebe que no ha de producir alteración alguna en las propiedades mecánicas del acero. Deberá, por consiguiente, prohibirse en el caso de alambres o barras que hayan sido tratadas térmicamente.

### III - PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LAS TENSIONES ADMISIBLES

#### 3.1 - Compresión del hormigón sometido a flexión.

Como quiera que los límites impuestos sobre el particular por las Instrucciones actualmente vigentes en los diferentes países son muy semejantes unos a otros, no parece difícil establecer unos valores medios que puedan ser aceptados en una Norma de carácter internacional.

Como consecuencia, a continuación se indican los valores de las tensiones admisibles que se estima pueden ser propuestos para los cálculos realizados de acuerdo con los principios de la teoría elástica, clásica. Estas tensiones se definen en relación con la tensión de rotura del hormigón en probeta cúbica.

Los valores que se proponen son:

Tensión admisible de compresión, en el hormigón situado en el borde inferior de la sección, en el momento de la transmisión del esfuerzo de pretensado:  $0,42 R'_{br}$ .

Tensión admisible de compresión, en el hormigón situado en el borde inferior de la sección, bajo las cargas normales de trabajo:  $0,33 R'_{br}$ .

Tensión admisible de compresión, en el hormigón situado en el borde superior de la sección, bajo las cargas normales de trabajo:  $0,30 R'_{br}$ .

### 3.2 - Compresión local del hormigón en los anclajes.

La compresión local ejercida sobre el hormigón en los anclajes, podrá ser superior a los valores anteriormente citados. Sin embargo, en ningún caso excederá de:

$$K R'_{br} \sqrt[3]{(\Omega_b / \Omega_p)},$$

siendo:

K uno de los tres coeficientes anteriormente citados (3.1) (el que en cada caso corresponda);

$\Omega_p$  el área de la sección de contacto de la placa de anclaje con el hormigón;

$\Omega_b$  el área de la sección máxima de hormigón que puede dibujarse, alrededor de la placa de anclaje, respetando las dos condiciones siguientes:

- 1)  $\Omega_b$  y  $\Omega_p$  deben tener el mismo centro de gravedad;
- 2) ninguna de las dimensiones de  $\Omega_b$  será superior a cinco veces la dimensión correspondiente de la placa de anclaje.

### 3.3 - Tracción admisible en el hormigón, sin armaduras de refuerzo, sometido a flexión.

Se tropieza aquí, por primera vez, con la dificultad que representa la existencia de dos criterios particulares distintos para definir las tensiones admisibles: el primero, mantenido por la Instrucción francesa, prohíbe, en principio, la existencia



de tracciones en el hormigón, pero, en cambio, no establece limitación alguna para la tensión en la armadura de pretensado; el otro criterio, por el contrario, impone unos valores máximos a dicha tensión, pero admite tensiones de tracción en el hormigón.

En el fondo, la cuantía de armadura de pretensado necesaria es prácticamente la misma en ambos casos; únicamente difieren en cuanto a la forma de su puesta en obra. No parece que sea ésta la ocasión para decidir cuál de las dos técnicas es la más conveniente.

Por otra parte, y como quiera que cada país podrá siempre imponer, para determinados tipos especiales de estructuras, prescripciones más exigentes que las que aquí se proponen, parece razonable elegir los siguientes valores, teniendo en cuenta las limitaciones que más adelante, en el apartado 3.6, se señalan:

Tracción admisible en el hormigón en el momento de la transmisión del esfuerzo de pretensado .....  $0,028 R'_{bt}$

Tracción admisible en el hormigón en el momento de la entrada en servicio de la pieza y una vez experimentadas las diversas pérdidas de pretensados:

Bajo sollicitación normal ..... 0

Bajo sollicitaciones excepcionales ...  $0,028 R'_{bt}$

3.4 - Tracción admisible en el hormigón, sometido a flexión, cuando se disponen armaduras de refuerzo suficientes para absorber - todas las tracciones.

1º.- Caso en que las armaduras de refuerzo estén calculadas para la tensión admisible normal (por ejemplo,  $0,6 R_{ae}$ )

En el momento de la transmisión del esfuerzo de pretensado ..... 0,100 R' br

En el momento de la entrada en servicio de la pieza y una vez experimentadas las diversas pérdidas de pretensado:

Bajo sollicitación normal ..... 0,080 R' br

Bajo sollicitaciones excepcionales ..... 0,110 R' br

2º.- Caso en que las armaduras de refuerzo estén calculadas para la tensión admisible normal, aumentada en 1/3 (por ejemplo, 0,8 R<sub>ae</sub>):

En el momento de la transmisión del esfuerzo de pretensado ..... 0,070 R' br

En el momento de la entrada en servicio de la pieza y una vez experimentadas las diversas pérdidas de pretensado:

Bajo sollicitación normal ..... 0,030 R' br

Bajo sollicitaciones excepcionales ..... 0,050 R' br

3.5 - Tracción admisible en el hormigón, bajo la acción del esfuerzo cortante.

1º.- Bajo las cargas de servicio:

a) Cuando no existen armaduras para absorber el esfuerzo cortante ..... 0,010 R' br

b) Cuando existan cercos colocados a distancias que no excedan del 0,75 del canto útil y cuya sección, en cada plano, no sea inferior al 0,08 % de la sección transversal de la pieza ..... 0,015 R' br



- c) Cuando existan cercos, calculados para la tensión admisible normal, aumentada en  $1/3$  (por ejemplo,  $0,8 R_{ae}$ ) .....  $0,025 R'_{br}$
- d) Cuando existan cercos, calculados para la tensión admisible normal (por ejemplo,  $0,6 R_{ae}$ ) .  $0,040 R'_{br}$

2º.- Bajo la sollicitación correspondiente al momento flector de rotura:

- a) Cuando no existen armaduras para absorber el esfuerzo cortante .....  $0,060 R'_{br}$
- b) Cuando existen cercos ..... No se limita.

3.6 - Tracción admisible en la armadura de pretensado.

Para el estudio de este punto, debe tenerse en cuenta el comentario incluido al tratar del apartado 3.3.

Se estima prudente imponer un límite superior a la tensión de la armadura de pretensado, con el fin de evitar los accidentes durante el tesado y no tener que sustituir un número excesivo de alambres rotos.

Debe recordarse, por otra parte, que cada país podrá siempre imponer prescripciones más exigentes que las que en este informe se proponen.

Tracciones admisibles durante el tesado.- Durante la operación del tesado y siempre que la rotura accidental de un alambre no pueda ocasionar perjuicio alguno:

$$0,90 R_{ar}$$

Inmediatamente después de la introducción del pretensado, el menor de los dos valores siguientes:

$$0,70 R_{ar} \quad \delta$$

$$0,95 R_{ae}$$

Tracción admisible durante la vida de servicio de la pieza. - El menor de los dos valores siguientes:

$$0,70 R_{ar} \quad \delta \quad 0,95 R_{ae}$$

con la condición de que las tensiones de tracción que se originen en el hormigón no excedan de los valores autorizados en el apartado 3.3, cuando la tensión en la armadura de pretensado se reduzca al menor de los dos valores siguientes:

$$0,55 R_{ar} \quad \delta \quad 0,75 R_{ae}$$

#### IV - COEFICIENTES DE SEGURIDAD

##### 4.1 - Seguridad a la fisuración.

Se estima que el coeficiente de seguridad a la fisuración debe ser diferente según que la aparición de una fisura, apreciable a simple vista, resulte o no perjudicial, dado el tipo de estructura de que se trate.

Caso en que la fisuración sea perjudicial:

$$M_f \geq 1,2 M_q + 1,4 M_s$$

Caso en que la fisuración no sea perjudicial:

$$M_f \geq M_q + 1,2 M_s$$

##### 4.2 - Seguridad a la rotura.

Además de las prescripciones incluidas en las Instrucciones de los diferentes países y que fueron recogidas en el informe presentado al Congreso de la F.I.P., en Amsterdam, se estima conveniente tener en cuenta las conclusiones técnicas recientemente aprobadas sobre el particular por el Conseil International du Bâtiment y el Comité Européen du Béton, como consecuencia de los estudios últimamente desarrollados.



De acuerdo con estas conclusiones, la resistencia característica, tanto del acero como del hormigón, que interviene en el cálculo del momento de rotura, viene definida por la media aritmética de la mitad más baja de todos los resultados obtenidos en los ensayos realizados sobre un mínimo de 20 probetas.

Para el acero dulce de las armaduras ordinarias de refuerzo, se tomará su límite elástico  $R_{ae}$ .

En el caso de estudios, cálculos y ejecución cuidada y cuando los daños previsibles en caso de accidente sean de magnitud media, se estima que pueden proponerse los coeficientes de seguridad indicados en las fórmulas que a continuación se incluyen, basadas en las resistencias características de los materiales utilizados:

Momento de rotura por fallo del acero:

$$M_{ra} \geq 1,45 M_q + 2,0 M_s.$$

Momento de rotura por fallo del hormigón en compresión:

$$M_{rb} \geq 1,90 M_q + 2,6 M_s.$$

Estos coeficientes podrán aumentarse hasta un 45%, o disminuirse hasta en un 15%, según las circunstancias particulares de ejecución, el tipo de sollicitación o la magnitud de los daños previsibles.

Debe aclararse que los 4 coeficientes anteriormente citados han sido obtenidos mediante la combinación de los siguientes valores de los respectivos coeficientes de seguridad parciales:

Acero .....	$c_a = 1,15$
Hormigón .....	$c_b = 1,50$
Cargas permanentes .....	$c_q = 1,25$
Cargas móviles o sobrecargas .	$c_s = 1,75$

## V - PERDIDAS EN EL ESFUERZO DE PRETENSADO

En la comunicación presentada por el autor al II Congreso de la F.I.P. celebrado en Amsterdam en 1955, se hacía un estudio comparativo de los valores indicados, en las Instrucciones de algunos países, para las pérdidas originadas en el esfuerzo de pretensado a causa de la retracción del hormigón, sus deformaciones instantáneas y diferidas y la relajación de los aceros.

No parece que sobre este particular se pueda llegar a ninguna conclusión definitiva. En efecto, hay que tener en cuenta que estas constantes dependen de la naturaleza de los materiales utilizados y, por consiguiente, pueden variar ampliamente de un país a otro. Por otra parte, no parece tampoco conveniente establecer valores convencionales para unos coeficientes que pueden ser obtenidos, directamente, mediante determinaciones experimentales.

## VI - PROBLEMAS DIVERSOS.

### 6.1 - Pandeo.

Las prescripciones que, sobre este particular, se incluyen en las Instrucciones de diferentes países, son todas ellas evidentes y consecuencia directa de la teoría de la estabilidad elástica de las estructuras.

Como, por otra parte, la concordancia entre las diversas Instrucciones, en este aspecto, es casi total, no parece necesario añadir comentario alguno.

En consecuencia, se propone la siguiente redacción:

La comprensión creada por los cables adheridos no produce pandeo.

Si la armadura no va adherida y solamente queda unida en ciertos puntos al hormigón, debe estudiarse el pandeo para una longitud igual a la separación entre esos puntos.



Para las compresiones ejercidas por esfuerzos exteriores (las originadas por las sobrecargas, o la acción de los gatos) es necesario comprobar la seguridad al pandeo.

El coeficiente de seguridad para este tipo de sollicitación deberá ser el mismo que se exija para las estructuras de hormigón armado.

### 6.2 - Flexibilidad de las vigas:

Resulta difícil poder fijar un valor límite general para las flechas admisibles en las vigas, ya que dicho valor depende, fundamentalmente, del uso a que vayan destinadas. Por otra parte, esta prescripción no es exclusiva de las Instrucciones relativas al hormigón pretensado y, por consiguiente, parece lógico que dicho límite se determine de acuerdo con lo dispuesto sobre el particular en las correspondientes Instrucciones nacionales relativas a las estructuras de hormigón armado, o a las estructuras metálicas.

### 6.3 - Anclajes de las armaduras.

Es necesario estudiar, independientemente, las dos técnicas de pretensado que normalmente se utilizan, cosa que, en general, no hacen las diferentes Instrucciones vigentes.

Armaduras pretesas.- En el caso de alambres lisos, limpios y desengrasados, se adoptará una tensión de adherencia admisible igual a  $0,02 R'_{br}$ .

En el caso de alambres corrugados, la resistencia al deslizamiento, calculada de acuerdo con la tensión de adherencia admisible, deberá ser, por lo menos, igual a 1,60 veces la resistencia a rotura de los alambres.

Armaduras postesas.- En general, los dispositivos de anclaje deben dimensionarse de tal modo que su resistencia sea, por lo menos, - igual a 1,60 veces la resistencia a rotura de la armadura.

Además, en el caso en que el anclaje se efectúe mediante cuñas, deberá comprobarse que las tensiones de adherencia que se originarían en el recubrimiento de las armaduras, en el supuesto de que las cuñas fuesen suprimidas, no exceden de  $15 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 6.4 - Protección de los alambres.

No parece que haya de ser difícil la aprobación general de los valores que, para los recubrimientos mínimos de mortero o de hormigón, a continuación se indican:

Recubrimiento protegido de la intemperie .....	20 mm
Recubrimiento expuesto a la intemperie, en atmósfera no agresiva .....	30 mm
Recubrimiento protegido contra la intemperie, en atmósfera agresiva (humos, aire del mar, etc) ...	30 mm
Recubrimiento expuesto a la intemperie, en atmósfera agresiva .....	40 mm

Una ligera capa de pintura, compacta y en buenas condiciones de conservación, parece que es capaz de proporcionar una suficiente protección contra la intemperie.



INFORME SOBRE LA IV ASAMBLEA GENERAL DE LA ASOCIACION ESPAÑOLA DEL  
HORMIGON PRETENSADO

Por : R. Piñeiro

Ya en imprenta este Boletín, ha tenido lugar, en Barcelona, la celebración de la IV Asamblea General de la Asociación Española - del Hormigón Pretensado. Sin perjuicio de que más adelante <sup>■</sup> volvamos a tratar de este tema con toda la amplitud que por su importancia se merece, no queremos cerrar este número sin incluir aunque - sólo sea una breve y rápida reseña de lo discutido y acordado en dicha Asamblea, cuyo éxito no pudo ser más completo, tanto por el número y calidad de los asistentes como por lo constructivo de las discusiones mantenidas, la categoría de las comunicaciones y ponencias presentadas y el interés y trascendencia de las conclusiones aprobadas. Bien es verdad que el tema fundamental elegido para estas Reuniones, "la preparación de unas Normas sobre fabricación y colocación de viguetas de hormigón pretensado", era de candente actualidad y en su preparación - como nuestros lectores saben - venía trabajando intensamente, desde hace meses, y con un magnífico espíritu de colaboración, un escogido grupo de asociados: técnicos, fabricantes, y constructores, que, percatados desde un principio de la importancia del problema, no dudaron en dedicarle sus mejores - esfuerzos para conseguir resolverlo de la manera más rápida, completa y perfecta posible. Pueden estar, realmente satisfechos y orgullosos de su labor y de los resultados obtenidos.

Pero no adelantemos los acontecimientos y tratemos de mantener el debido orden en esta nuestra breve reseña, escrita un poco a "vuela pluma" porque el tiempo apremia, ya que no es posible retrasar más la salida de este Boletín.

(\*) Según se tiene previsto, el próximo número de este Boletín se dedicará, íntegramente, a recoger algunos de los interesantes trabajos presentados a dicha Asamblea.

Por primera vez en la historia de nuestra Asociación, y a petición de un numeroso grupo de asociados residentes en la región catalana, fué designada como sede para la celebración de esta Asamblea la ciudad de Barcelona. Una Comisión integrada por: Don Buenaventura Bassegoda, Arquitecto, Secretario de la Escuela Superior Técnica de Arquitectura de dicha capital, y miembro de la Comisión Permanente de la A.E.H.P.; Don Francisco Bassó, también Arquitecto y Catedrático de la citada Escuela; y Don José Antonio Martino, en representación de los fabricantes de viguetas de hormigón pretensado de aquella provincia, se encargó de todas las gestiones necesarias para la preparación y celebración de las Reuniones. Y a ellos corresponde el primer éxito, pues la organización fué perfecta en todo momento y hasta los más mínimos detalles habían sido previstos y resueltos de la manera más satisfactoria.

Las Sesiones se desarrollaron en los magníficos locales de la nueva Facultad de Derecho, sita en la Avenida del Generalísimo, Plaza de Pío XII, de dicha ciudad. Para los que no conocían este moderno edificio, constituyó una agradable sorpresa la belleza de su trazado y emplazamiento y lo confortable y acogedor de sus aulas que permitieron a todos seguir, perfectamente, las deliberaciones, con la mayor comodidad. La concurrencia, muy numerosa, fué otro gran éxito. Representantes técnicos y directores de las principales industrias dedicadas a la fabricación de elementos de hormigón pretensado, fabricantes de viguetas, constructores y numerosos especialistas interesados en la técnica del pretensado, han seguido atentamente el desarrollo de las diferentes Ponencias, interviniendo con gran frecuencia en las discusiones, por lo que la animación era, en todo momento, extraordinaria a pesar de lo prolongado de las sesiones.



Con arreglo al programa previsto la Sesión de Apertura se celebró a las 12 de la mañana del día 30 de Noviembre, en el Aula Magna de dicha Facultad.

Ocupaban la Presidencia, junto con la representación de las Autoridades locales, el Presidente de la Asociación Española del Hormigón Pretensado y del Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento, en el que aquélla está integrada, Excmo. e Ilmo. Señor Don Federico Turell; el Ilmo. Sr. Sola Morales, Decano del Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña y Baleares; el Ilmo. Señor Font y Riu, Decano de la Facultad de Derecho de Barcelona; el Señor Ceballos, en representación del claustro de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona; los Sres. Bassegoda y Fernández-Huidobro, vocales de la Comisión Permanente de la A.E.H.P.; el Sr. Páez, vocal Secretario de dicha Comisión; el Sr. Palomar, Consejero del I.T.C.C., y otras personalidades.

Abre la Sesión el Sr. Turell, quién, como Presidente de la A.E.H.P.; pronuncia unas palabras para agradecer a todos la colaboración prestada que ha hecho posible la celebración de esta IV Asamblea General, en Barcelona.

A continuación, el Sr. Bassegoda, como Presidente de la Comisión organizadora de esta Asamblea, comenta la oportunidad de la misma y la trascendencia de los temas que serán discutidos.

Finalmente el Sr. Páez hace un resumen de las actividades desarrolladas por la Asociación a partir de la celebración de su III Asamblea General en Marzo de 1958, destacando la importancia adquirida por nuestra Asociación en el campo internacional. Consecuencia de ello es la presencia, actualmente, de dos de nuestros Vocales en el Consejo Directivo de la Federación Internacional del Pretensado, situación privilegiada no superada por ningún otro país. Uno de estos Vocales, D. Eduardo Torroja, es el Presi-

dente de dicha Federación, el otro, el Sr. Páez, ocupa una de las Vicepresidencias. Ello se debe, según palabras del Sr. Torroja, "a la total ausencia de intereses comerciales en el seno de nuestra Asociación, cuyo único fin es el de fomentar, estudiar, divulgar y orientar, todo progreso técnico de esta moderna modalidad constructiva".

Comenta después el programa previsto para las presentes Reuniones y su justificación, y termina con un Informe sobre la tramitación dada a la petición formulada por diversos industriales, fabricantes de viguetas de hormigón pretensado, para que el Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento, mediante las oportunas inspecciones técnicas, garantice la calidad y buena ejecución de los productos por ellos elaborados.

Concluido el informe del Sr. Páez, se da por finalizada esta Sesión de Apertura.

El mismo día 30 de Noviembre, a las cinco de la tarde, se inician las Sesiones de trabajo dedicadas a la exposición de las diferentes Ponencias relativas a las propuestas de Normas para la fabricación en taller de viguetas de hormigón pretensado y para la colocación en obra de dichas viguetas. El programa de estas Sesiones fué el siguiente:

Día 30 de Noviembre.-

A las cinco de la tarde.- I Sesión de trabajo

Preside el Sr. Bassegoda, y actúan como Ponente General el Sr. Yus y como Secretario el Sr. Piñeiro. El Tema General para las 3 primeras Sesiones de trabajo era: "Propuesta de Normas para la fabricación en taller de viguetas de hormigón pretensado".



En esta Sesión se discutieron las siguientes Ponencias:

- a) Informe general: Sr. Yus
- b) Definiciones y clasificaciones: Sr. Lahuerta
- c) Cementos: Sr. Calleja
- d) Aceros: Sr. Yus

A las siete de la tarde.- II Sesión de trabajo

Por ausencia del Iltmo. Sr. Director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona, preside la Sesión el Sr. Páez, asistido por el Sr. Yus, como Ponente General, y el Sr. Piñeiro, como Secretario.

Se discutieron las siguientes Ponencias:

- a) Aridos, agua y adiciones: Sr. Piñeiro.
- b) Cerámica para vigas pretensadas: Sr. Fernández-Oliva.
- c) Moldes: Sr. Yus.
- d) Tesado e identificación de viguetas: Sr. Martino.

Día 1 de Diciembre.-

A las cinco de la tarde.- III Sesión de trabajo.

Bajo la presidencia del Iltmo. Sr. Ros Vila, Subdirector de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, de Barcelona, y actuando como Ponente General el Sr. Yus y como Secretario el Sr. Piñeiro, se discuten las siguientes Ponencias:

- a) Hormigonado y vibración: Sr. Martino.
- b) Curado: Sr. Navarro.
- c) Distribución de armaduras: Sr. Páez.
- d) Pruebas de viguetas tanto en fábrica como en obra:  
Sr. Lahuerta.

A las siete de la tarde.- IV Sesión de trabajo.

En esta Sesión, que fué presidida por el Sr. Bassó, en la que actuaron el Sr. Fernández-Huidobro como Ponente General y el Sr. Cassinello como Secretario, se trató el tema: "Propuesta de Normas para la colocación en obra de viguetas prefabricadas de hormigón pretensado", discutiéndose las siguientes Ponencias:

- a) Informe general: Sr. Fernández-Huidobro.
- b) Recepción en obra de viguetas: Sr. Martino.
- c) Condiciones de colocación, I : Sr. Ibáñez.
- d) Condiciones de colocación, II : Sr. Cassinello.
- e) Condiciones de colocación, III: Sr. Valdés.

Con esto terminan las Sesiones dedicadas a la exposición y discusión de las diferentes Ponencias que habían sido preparadas en relación con el tema de Normas sobre viguetas.

Resulta completamente imposible, dado el poco espacio disponible, intentar siquiera hacer un resumen de los trabajos presentados y las discusiones desarrolladas. Pero antes de continuar con el programa del resto de las Reuniones, parece imprescindible hacer, por lo menos, algunas indicaciones aclaratorias, para que el lector pueda formarse una ligera idea de lo tratado en estas cuatro primeras Sesiones de trabajo, con una base algo más amplia que la que le puede proporcionar el simple conocimiento de los títulos de las Ponencias presentadas.

En el Informe leído por el Ponente General, Sr. Yus, se explica el proceso seguido en la redacción de la Propuesta de Normas sobre fabricación de viguetas de hormigón pretensado, que se va a someter a la aprobación de la Asamblea, y su justificación y perentoria necesidad, con el fin de restablecer la confianza del consumi



dor en este tipo de piezas actualmente bastante desacreditadas debido a que, en muchas ocasiones, se han fabricado mal, o con materiales no adecuados, por ignorancia, o falta de la debida preparación técnica de los elementos directivos de las correspondientes industrias. Enumera los distintos temas que serán tratados y regulados en dichas Normas y propone, finalmente, que como artículo primero y fundamental de las mismas, sin el cual todos los demás carecerían de validez, se exija la presencia, al frente de cada fábrica, de un técnico especializado, con plena autoridad y personalmente responsable del cumplimiento, durante el proceso de fabricación seguido de las diferentes prescripciones incluidas en el resto del articulado de la Instrucción.

Por ausencia del Sr. Lahuerta, su Ponencia sobre "Definiciones y clasificaciones" fué leída por el Sr. Cassinello. Dada la gran diversidad de criterios seguidos por los distintos fabricantes en el momento de definir y clasificar sus viguetas con arreglo a las características de las mismas, existe actualmente en el mercado una gran desorientación, origen de frecuentes equivocaciones, que perjudican, tanto al consumidor como al productor. Para evitar este estado de cosas, en los artículos comprendidos en esta Ponencia se normalizan debidamente las diferentes definiciones y se prescribe la forma de determinar y señalar las características, tanto geométricas como resistentes, de las piezas fabricadas. Finalmente, se informa que con el fin de poder confeccionar un catálogo general, lo más completo posible, en el que se recojan los datos, debidamente ordenados y normalizados, de todas las viguetas actualmente existentes en el mercado nacional, se enviará a todos los fabricantes un impreso, cuyo modelo se presenta, para que, una vez oportunamente cumplimentado con los datos correspondientes a su producción, lo remitan al Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento, el cual se encargará

de la publicación de dicho catálogo.

El Sr. Calleja, al dar lectura a su Ponencia sobre "Cementos", explica que, estando próximo a publicarse el nuevo Pliego de Condiciones para Aglomerantes Hidráulicos, el articulado que se propone ha sido redactado de acuerdo con las prescripciones que en dicho Pliego se incluyen. En este articulado se regulan las características mínimas que deben reunir los diferentes tipos de cemento utilizados para la fabricación de viguetas de hormigón pretensado; las normas que deben seguirse para su almacenamiento y conservación, y la forma de realizar la toma de muestras y los ensayos de las distintas partidas de cemento utilizadas.

Finalmente, el Sr. Calleja presenta un estudio muy documentado y del mayor interés, en relación con las peculiares características de los cementos aluminosos y su comportamiento resistente. En él se justifica la necesidad de adoptar precauciones especiales en el caso de que se utilice este cemento en la fabricación de viguetas, precauciones cuya enumeración queda pendiente e tanto no se discuta el informe que en su día habrá de emitirse cuando se concluyan las investigaciones actualmente en curso sobre el particular.

En la Ponencia del Sr. Yus sobre "Aceros" se hace un estudio acerca de las características que deben exigirse a las armaduras de pretensado. Para su redacción se han tenido en cuenta los datos facilitados por las diferentes siderúrgicas nacionales, en relación con los materiales por ellas fabricados, con el fin de no incluir en el articulado ninguna prescripción que pueda resultar incompatible con la utilización de los aceros existentes e



el mercado nacional. Afortunadamente, la industria española se encuentra en condiciones de suministrar alambres y cables perfectamente adecuados para su empleo en la construcción de viguetas de hormigón pretensado, por lo que, lo único que hace falta, es incluir en las Normas una relación de las características apropiadas para este tipo de armaduras que sirva al consumidor de orientación en el momento de hacer el pedido y le permita saber elegir, entre las distintas calidades que se le ofrecen, aquella que más idónea le resulte para el uso a que la destina. Además, se incluyen también en el articulado algunas recomendaciones sobre la manera de asegurar la adherencia de las armaduras con el hormigón, cuando no se utilizan dispositivos especiales de anclaje, y sobre las medidas que deben adoptarse para evitar la corrosión de los alambres.

La Ponencia sobre "Aridos, agua y adiciones", es presentada por su autor el Sr. Piñeiro. En el articulado que en ella se incluye y con relación a los áridos, se definen los distintos tipos que pueden ser utilizados en la fabricación de viguetas y las condiciones que han de cumplir; se indican los ensayos que deben realizarse para comprobar estas condiciones; las precauciones que hay que adoptar para la conservación y almacenamiento de los áridos y la forma de dosificarlos y determinar su tamaño máximo. Respecto al agua se señalan las cualidades que deben exigirsele, según el tipo de aglomerante utilizado; la forma de efectuar los correspondientes análisis; cómo ha de hacerse la incorporación del agua a la mezcla de hormigón y las precauciones que es necesario tomar en determinados casos especiales. Finalmente, se regulan los tipos de adiciones que pueden emplearse, y en que condiciones; se indican las precauciones que deben adoptarse para su utilización y

se enumeran algunas ediciones cuyo empleo queda prohibido en los hormigones destinados a la fabricación de este tipo de viguetas, reseñándose las causas que justifican esta prohibición.

No habiéndolo sido posible al Sr. Fernández-Oliva - asistir a estas Reuniones, su Ponencia sobre "Cerámica para vigas pretensadas" es leída por el Secretario de la Sesión, Sr. Piñero. Después de su lectura, y por estimarse que las viguetas - de cerámica pretensada constituyen elementos que, por sus características especiales, no deben equipararse a las piezas de hormigón pretensado, se acuerda excluir de las presentes Normas las prescripciones propuestas en dicha Ponencia.

El Sr. Yus da lectura a su Ponencia sobre "Moldes", y en ella explica los diferentes tipos que actualmente se utilizan y las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos. Señala los principales defectos que suelen presentar las viguetas fabricadas en moldes inadecuados y la forma de evitarlos. Como consecuencia, propone una serie de limitaciones que son las que, a su juicio, deben imponerse a los moldes, en las Normas, con el fin de lograr que las viguetas con ellos fabricadas reúnan las adecuadas características. También se incluyen algunas prescripciones sobre los separadores.

En la Ponencia sobre "Tresado e identificación de viguetas", presentada y leída por el Sr. Martino, se indican las características principales que deben reunir los sistemas de tresado y destensado utilizados en la fabricación de viguetas, para evitar los inconvenientes y perjuicios que, con frecuencia, suele ocasionar el empleo de procedimientos poco estudiados. Asimismo, se señalan las diferentes marcas que deben llevar las viguetas para su ulterior identificación y la forma de efectuar estas



marcas. Finalmente, se hace constar que, para la clasificación de los distintos tipos, será necesario adaptarse a lo que en estas Normas se prescribe en los apartados correspondientes a "Definiciones y clasificaciones", con el fin de terminar con la desorientación que actualmente existe en el mercado, debido a la falta de normalización.

En la otra Ponencia presentada por el Sr. Martino, bajo el título de "Hormigonado y vibración", se recogen las prescripciones que regulan la fabricación del hormigón. En ellas se limita la riqueza máxima de cemento, se indica cómo deben dosificarse, amasarse y verterse los diferentes materiales que constituyen la mezcla, cómo ha de hacerse el llenado de los moldes, y la forma más conveniente de realizar el vibrado para conseguir hormigones de la mejor calidad.

Al no poderse trasladar el Sr. Navarro, a Barcelona, para explicar su Ponencia sobre "Curado", le fué encomendado el estudio de este tema, a última hora, al Sr. Calleja, el cual presentó un trabajo en el que se comentan y critican los diversos sistemas de curado que normalmente se utilizan, y se examinan, con gran detalle, los procedimientos de curado por tratamiento térmico estimados como más recomendables. Se analizan los distintos factores que intervienen en este proceso, y la influencia de cada uno de ellos en el resultado final y desde el punto de vista económico. Finalmente, se señala que, para conseguir la máxima eficacia, las características del tratamiento, que en cada caso conviene aplicar, deben determinarse experimentalmente, si bien, en principio, y a base de la experiencia acumulada, pueden indicarse unas cifras mínimas para cada uno de los citados factores, aceptables para un caso general.

El Sr. Páez, en su Ponencia sobre "Distribución de Armaduras" estudia tres temas fundamentales: Recubrimientos; Disimetría de las armaduras, y tipos de armaduras y efectos de su concentración. Explica, con todo detalle, los diversos problemas que, en relación con estos temas, se plantean al fabricante, las causas que los originan, su justificación con arreglo a las más modernas teorías y las soluciones óptimas que pueden dárseles. En apoyo de los criterios expuestos aporta una amplia serie de resultados experimentales obtenidos, en fechas muy recientes, en el curso de las investigaciones desarrolladas sobre el particular en diversos Centros tanto nacionales (concretamente, el Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento) como de otros países, especialmente Inglaterra y Rusia. Resultan especialmente dignas de mención las consideraciones contenidas en su estudio sobre la adherencia entre el hormigón y las armaduras de pretensado, y las que se refieren a las tensiones verticales de tracción que se originan en los nervios de las viguetas y a los estados de tensión creados en los extremos de las piezas. Por el extraordinario interés y novedad de los conceptos expuestos, la intervención del Sr. Páez fué acogida, al terminar, con un caluroso aplauso.

Como ya se ha indicado anteriormente, el Sr. Lahuerta no pudo trasladarse a Barcelona para presentar sus Ponencias. En consecuencia, su comunicación sobre "Pruebas de las viguetas tanto en fábrica como en obra" es leída por el Secretario de la Sesión, Sr. Piñeiro. En este trabajo se indican los ensayos a que deben someterse las piezas, tanto en fábrica, para conseguir uniformidad en la fabricación y comprobar que las viguetas obtenidas tienen las características que les corresponden, como en obra, para verificar la resistencia de las viguetas en las condiciones de servicio. Se



dan instrucciones sobre la forma en que deben realizarse estos ensayos, y sobre la interpretación de los resultados obtenidos. Finalmente, se señalan las medidas que deben adoptarse, en los diferentes casos, cuando las pruebas efectuadas no hayan dado resultado satisfactorio.

El Sr. Fernández-Huidobro, en su Informe General, leído al iniciarse la IV Sesión de trabajo, justifica la necesidad de redactar unas Normas en las cuales se regulen las disposiciones más convenientes, según los casos, para resolver los diferentes problemas que se plantean durante la colocación en obra de las viguetas prefabricadas de hormigón pretensado. La inadecuada colocación de estas piezas ha sido causa de numerosos fracasos, siempre desagradables, y que, en algunos casos, han llegado, por desgracia, a convertirse en desastres, con lamentables pérdidas de vidas humanas. Indica que, como es imposible recoger en unas Normas todos los diferentes casos particulares que en la práctica pueden presentarse, se ha tratado, únicamente de resolver los problemas que con más frecuencia se plantean en la construcción o los que, por sus características peculiares, mayores dudas pueden presentar. Termina dando a conocer el índice del articulado previsto para dichas Normas.

En la Ponencia sobre "Recepción en obra de las viguetas", leída por su autor el Sr. Martino, se indican las condiciones que deben reunir las viguetas en el momento de su entrega en obra, los defectos que resultan inaceptables, las tolerancias admisibles en cuanto a dimensiones, contra-flechas o curvatura horizontal y, finalmente, la forma de reclasificar las piezas, si procede, cuando los ensayos realizados en obra no hayan dado resultados satisfactorios.

La primera Ponencia sobre "Condiciones de colocación" es leída por su autor el Sr. Ibáñez. En ella se hace, primeramente, un estudio muy detallado de los diferentes tipos de apoyo que, en la -

práctica; pueden tener las viguetas, clasificándolos en nueve grupos. Se propone un modelo de impreso al que debe ajustarse el constructor al hacer su pedido de piezas, tomando como base de partida la clasificación antes mencionada. Por último, se dan normas constructivas sobre la forma lógica de resolver los apoyos y el enlace de éstos con las viguetas, en los distintos casos, y sobre la manera de realizar los apeos de las piezas durante la construcción del forjado.

A continuación el Sr. Cassinello, autor de la segunda Ponencia relativa a "Condiciones de colocación", se ocupa del problema de los "Entrevigados". Después de enumerar los diferentes tipos de materiales de relleno entre viguetas que normalmente se utilizan, y las peculiares características de cada uno de ellos, propone las prescripciones que, a su juicio, deben dictarse para regular la buena ejecución de los entrevigados, en los diferentes casos, y evitar la aparición de grietas, que si bien, en muchas ocasiones, no son peligrosas desde el punto de vista de la seguridad, resultan siempre inadmisibles desde el punto de vista de la buena ejecución y de la estética.

Correspondió al Sr. Valdés presentar la última de las Ponencias relativas a las propuestas de Normas sobre viguetas de hormigón pretensado. En su comunicación, la tercera de las dedicadas al estudio de las "Condiciones de colocación", se regulan las características que tienen que reunir las piezas destinadas a trabajar en voladizo, cómo deben construirse éstos y las precauciones que es necesario adoptar en los vanos inmediatos. Presenta, además, una contrapropuesta sobre la forma de definir los distintos tipos de apoyo a que se hizo referencia en la Ponencia del Sr. Ibáñez, y un nuevo modelo para el impreso que han de utilizar los consumidores al cursar sus pedidos a fábrica.



Esta esquemática enumeración que hemos hecho de los diversos problemas abordados en el curso de las cuatro primeras Sesiones de trabajo, dará una idea de la amplitud e importancia de la labor realizada. Al terminar la lectura de cada una de las Ponencias presentadas (de la mayor parte de las cuales habían sido repartidas copias escritas entre todos los assembleistas, para su mejor conocimiento), se abrió un amplio debate con el fin de que cada uno de los presentes pudiese formular las objeciones que considerase oportuno, y proponer las supresiones, modificaciones, o ampliaciones que a su juicio requería el texto leído. De las rectificaciones propuestas y aprobadas por la mayoría de la Asamblea, se tomaba la debida nota para su inclusión en las Normas definitivas.

Concluidos estos comentarios, continuaremos exponiendo el programa de las Reuniones. En la tarde del miércoles 2 de Diciembre, se celebraron otras dos Sesiones: una a las cinco y otra a las siete. En la primera actuaron: como Presidente el Sr. Fernández-Huidobro; como Ponente General el Sr. Yus; y como Secretario el Sr. Piñeiro. Esta Sesión se dedicó al estudio de las conclusiones correspondientes a la "Propuesta de Normas para la fabricación en taller de viguetas de hormigón pretensado".

El Presidente informa que, una vez concretados los temas que deben ser recogidos en las Normas, y llegado a un acuerdo general sobre las distintas prescripciones que habrán de constituir su articulado, queda aún por realizar su acoplamiento definitivo dándoles una redacción uniforme. Posteriormente, se enviará una copia a cada uno de los Asociados para que la estudien y propongan las modificaciones finales que estimen convenientes, después de lo cual se procederá a su publicación. Se discute a quien debe encomendarse este ulterior trabajo de redacción, y una vez es

cuchadas las opiniones de todos los presentes se acuerda, por unanimidad, proponer al Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento que sea él el que se encargue de esta labor definitiva de sin tesis, teniendo en cuenta que constituye para todos una garantía saber que, por tratarse de un Organismo puramente técnico, sin ningún interés comercial ni de otra índole, sus decisiones han de ser siempre justas y totalmente objetivas.

El Sr. Torroja, Director del Instituto, después de saludar a la Asamblea y presentar sus excusas por no haber podido asistir a las primeras Reuniones, manifiesta que el I.T.C.C. está siempre a disposición de la Asociación Española del Hormigón Pretensado, para todo aquello en que lo pueda ser útil, como ya ha demostrado. Agradece a los presentes la confianza que han depositado en el Centro por él dirigido y añade que, aun cuando no le es posible dar una contestación definitiva, oficial, a la petición que ha sido formulada, la recoge con todo cariño para su traslado al Consejo del Instituto que es el que, en definitiva, tiene que resolver y que, sin duda, habrá de aceptarla. Hace constar que como quiera que todo el trabajo de recopilación de datos, preparación y discusión de estas Normas ha sido prácticamente desarrollado por los técnicos y especialistas de la A.E.H.P., primero, en el seno de las Comisiones a tal efecto constituidas, y ahora, en el curso de la presente Asamblea, ostina que, cuando en su día se publiquen, deberán considerarse como "Normas de la Asociación Española del Hormigón Pretensado".

El Presidente de la Sesión agradece, en nombre de la Asamblea, la colaboración ofrecida por el Instituto, con la cual -dice- no hay duda que se conseguirá coronar con todo éxito la labor emprendida.



Se pide también que se haga constar el reconocimiento de la Asociación a todos los miembros de las Comisiones que se encargaron de redactar las propuestas para estas Normas y cuya labor se considera digna de todo elogio.

Merecen destacarse, además, entre otros, los siguientes acuerdos:

Se llama la atención sobre la necesidad de que en las Normas aparezcan claramente diferenciadas aquellas prescripciones que se consideren esenciales para garantizar una buena fabricación y las que por ir encaminadas únicamente a la consecución de una superior perfección deben estimarse como simples recomendaciones de potestativo cumplimiento.

Se pide que, lo mismo que se está haciendo con las viguetas y forjados de hormigón pretensado, se intente normalizar e inspeccionar otros tipos de forjados existentes actualmente en el mercado y que, por fabricarse muchas veces sin ningún control ni garantía técnica, compiten ilegalmente con los pretensados. Se estima que sería muy útil solicitar de los arquitectos y constructores que, en cualquier caso de duda, sometan el forjado a ensayo y juicio del Instituto u otro Organismo análogo. Sobre este particular, el Sr. Torroja aclara que, en el Instituto, existen unas Secciones de ensayo a donde pueden siempre acudir todos los arquitectos, constructores y usuarios que lo deseen, y que, por otra parte, en la actualidad se están montando unos equipos móviles con el utillaje necesario para poder trasladarse a cualquier obra y realizar allí mismo los ensayos que se consideren oportunos.

Finalmente, se acuerda que el Comité de redacción que con sus técnicos forme el Instituto sea el que se encargue de concretar los diferentes puntos del articulado de las Normas, sobre los cuales no se haya conseguido llegar, hasta ahora, a un acuerdo total.

Para ello, en caso necesario, solicitará los asesoramientos que estime oportunos.

No obstante, se considera conveniente dejar ya aprobada, en esta Reunión, la redacción definitiva que haya de darse al artículo relativo a la dirección técnica de las fábricas. Después de una amplia discusión, en la que intervienen la mayor parte de los asambleístas para exponer sus diversas opiniones sobre el particular, se acuerda aceptar la siguiente redacción, susceptible de ulterior perfeccionamiento: "Al frente de cada fábrica de viguetas de hormigón pretensado deberá existir, con plena autoridad, un Técnico especializado con título expedido por cualquiera de las Escuelas Técnicas Especiales de grado Superior o Medio, que se hará personalmente responsable del más exacto cumplimiento, durante todo el proceso de fabricación, de las Normas establecidas".

La segunda de las Sesiones celebradas en este día 2 de diciembre, fué presidida por el Ilmo. Sr. Sola Morales, Decano del Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña y Baleares, y en ella actuaron como Ponente General el Sr. Fernández-Huidobro y como Secretario el Sr. Cassinello.

De acuerdo con el tema previsto para esta Sesión "Conclusiones sobre la propuesta de Normas para la colocación en obra de viguetas prefabricadas de hormigón pretensado" se fué pasando revista, sucesivamente, a los pocos puntos de dichas Normas sobre los cuales no se había conseguido acuerdo unánime en la Sesión del día anterior. Así, se estudiaron y discutieron: la contraflecha y desviación horizontal admisibles; la entrega mínima de las viguetas, en sus apoyos, y algunos detalles constructivos de dichos apoyos; en qué circunstancias ha de exigirse el apeo de las piezas, durante la fabricación de forjado; qué defectos deben considerarse como inadmisibles, y el valor de los coeficientes de seguridad, correspondientes a los distintos estados de carga, que deben exigirse en la Instrucción.



Entre los acuerdos adoptados, creemos que, por su interés, merece destacarse el que se refiere a los coeficientes de seguridad. Este tema, por su importancia, ha sido objeto de amplios y profundos estudios por parte de los más eminentes científicos e investigadores de todos los países del mundo, entre ellos España, y motivo central de discusión en numerosas Reuniones y Congresos internacionales. Finalmente, se han aceptado las teorías formuladas por los técnicos de nuestra Patria, y, en la actualidad, sus propuestas han quedado incorporadas a las Instrucciones promulgadas por diferentes Organismos; entre ellos, el Comité Europeo del Hormigón. No parece lógico ni justo, por lo tanto, que en el momento de redactar estas Normas nos olvidemos de tan señalado triunfo, motivo de orgullo para la técnica Nacional y que tanto honra a nuestros prestigiosos especialistas. En consecuencia, se decide que, en todo lo relativo a los coeficientes de seguridad, estas Normas deberán ajustarse a lo prescrito en la propuesta española internacionalmente aceptada.

Las Sesiones del último día, jueves, 3 de diciembre, estaban destinadas a la presentación de diversas comunicaciones particulares, relacionadas con la técnica del hormigón pretensado, en general. Se celebraron, como siempre, dos Reuniones consecutivas: una a las cinco y otra a las siete de la tarde. En la primera (VII Sesión de trabajo), por ausencia del Sr. Ugalde, presidió el Sr. Fernandez-Huidobro, y actuaron como Vicepresidente el Sr. Bassó y como Secretario el Sr. Cassinello.

Abierta la Sesión el Sr. Barredo dió lectura a su trabajo "Realizaciones en estructuras con armaduras postesas", ilustrado con numerosas diapositivas, en el que se recogen diversos aspectos de varias construcciones, últimamente terminadas, en las cuales se ha hecho aplicación del sistema Barredo de pretensado. Entre ellas podemos citar: el reactor atómico, de la Moncloa, para la Junta de Energía Nuclear; el puente de Almarail, en la provincia de Soria; un depósito circular, en ladrillo, pretensado circunferencialmente; el puente de los Héroes del Alcazar, en Madrid; el depósito de Fedala, en Marruecos, con cuba en forma de hiperboloides; un puente sobre el río Guadarrama, en la carretera de Villalba al Valle de los Caídos; algunas cubiertas construidas a base de grandes vigas formadas por dovelas independientes que se solidarizan, posteriormente, mediante un pretensado, etc. Finalmente, hizo un estudio económico, en el que se demuestra que el sistema de pretensado con armaduras postesas resulta ventajoso para piezas de hasta 8 ó 10 metros de luz, como mínimo, pero que para luces menores no es aconsejable.

A continuación, el Sr. Agudo dió a conocer las características fundamentales de un nuevo sistema de pretensado que, aun que todavía se encuentra en fase experimental, resulta interesante por su sencillez y economía. Sirve para el anclaje de un número - cualquiera de alambres, permite el retesado y por su simplicidad, y no requerir ni materiales ni maquinaria especial de ninguna clase, se espera pueda contribuir a un más amplio desarrollo de esta técnica del hormigón pretensado, desarrollo que, en la actualidad, se encuentra limitado por la necesidad de tener que recurrir al empleo de patentes cuya aplicación resulta demasiado costosa. El ele



mento característico de este nuevo procedimiento es una lámina de acero maleable, en forma de corona circular, cónica, abierta por una de sus generatrices, que se intercala entre los alambres y el taco de anclaje y que, al introducir la cuña, aprisiona contra ella los hilos, cualquiera que sea su número, impidiéndoles que deslicen.

Presenta también un modelo de gato, que puede ser utilizado para el tesado simultáneo de varios alambres, resultando así adecuado para este tipo de anclaje.

Como última contribución a esta Sesión, el Sr. Romero presentó un trabajo, muy documentado, sobre la construcción de una cabria flotante de hormigón pretensado. En dicho trabajo se indican los principales problemas con que se tropezó al proyectar esta estructura, el método e hipótesis utilizados para el cálculo de sus elementos fundamentales, y los detalles más característicos de cómo se realizó su construcción y lanzamiento. Al final de su interesante conferencia, el Sr. Romero proyectó varias diapositivas en las cuales se recogen diversas fases de las obras.

La octava -última Sesión de trabajo- fué presidida por el Sr. Bassegoda. El Vicepresidente fué el Sr. Torroja y de Secretario actuó el Sr. Piñeiro.

Se inicia con la lectura por el Sr. Carril de un interesante trabajo, en el cual se da a conocer un método original para el cálculo de tuberías de hormigón pretensado. Una vez deducidas las fórmulas fundamentales, se obtienen unos ábacos que permiten determinar con rapidez y comodidad, tanto los espesores de las tuberías como sus armaduras.

Seguidamente el Sr. Yus presentó un método utilizado para la construcción de viviendas, a base de elementos prefabricados de hormigón pretensado, mediante el cual se construyeron recientemente varios bloques en Puerta Bonita (Madrid). Indicó las principales características del procedimiento, los diversos tipos de piezas prefabricadas utilizados, y su construcción y montaje en obra. Esta conferencia, que fué ilustrada con varias diapositivas y la proyección de una película en color, rodada durante la ejecución de las obras, fué acogida con un gran interés por la originalidad del método constructivo que en ella se describe, y, que seguramente, es la primera vez que se utiliza en España.

Interviene, finalmente, el Sr. Fernández-Casado para dar a conocer algunas aplicaciones recientes del hormigón pretensado a la construcción de estructuras de varias clases. Presenta una serie de diapositivas de las diferentes obras y sobre ellas va comentando los principales detalles de su proyecto y ejecución extendiéndose especialmente en la exposición de las dificultades surgidas durante su construcción y de cómo se fueron venciendo, - lo que resulta muy instructivo. De entre los ejemplos citados merecen destacarse: la cubierta de una gran nave para bodega; unas vigas de excepcionales dimensiones con destino a la factoría de la Siderúrgica de Avilés; y varios puentes construidos, unos en España y otros en Cuba.

A continuación, el Sr. Martino pronuncia unas palabras para agradecer, al Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento, en nombre de los fabricantes y de los usuarios de viguetas de hormigón pretensado, la colaboración prestada en la elaboración de las Normas discutidas. Gracias a ella -dice- podremos salir -



de la difícil situación actual y mirar el futuro con optimismo. Ruega al Sr. Torroja disponga lo necesario para que, el trabajo de redacción que queda pendiente, se realice con la mayor urgencia posible, con el fin de no retrasar más la publicación de estas Normas - que, al ser prescritas como obligatorias, harán renacer la confianza del mercado en este tipo de viguetas. Solicita también que les informe acerca de la petición, en diversas ocasiones formulada por los fabricantes, para que el Instituto les conceda, cuando corresponda, lo que se ha venido denominando "Punto azul", como garantía de la calidad de su producción.

El Sr. Torroja inicia su intervención expresando a todos su agradecimiento por los elogiosos comentarios que se han hecho a la labor desarrollada por el Instituto, y la confianza que en él se ha depositado. Como Presidente de la Federación Internacional del Pretensado, agradece también su colaboración a los organizadores de esta Asamblea, en Barcelona, y principalmente al Sr. Bassegoda, felicitándoles por el éxito obtenido. Dice que el tema de las viguetas elegido como base de estas Reuniones es, realmente muy interesante y complejo y de la máxima actualidad. El hormigón pretensado pasa ahora, especialmente en España, por unos momentos de crisis. El clima de euforia que esta industria ha disfrutado durante los últimos años, a consecuencia del exceso de demanda, ha dado lugar a la aparición de numerosas nuevas instalaciones, no siempre bien orientadas. En algunos casos, por falta de la adecuada dirección, o debido al empleo de materiales o técnicas no apropiadas, la calidad de las viguetas fabricadas ha sido bastante deficiente, produciéndose el consiguiente descrédito.

Para acabar con esta situación se hace necesario forzar ahora la solución opuesta, imponiendo una serie de medidas encaminadas a garantizar una buena fabricación. Por ello resulta tan oportuna e interesante la labor realizada para la preparación de las Normas. Hay que tener en cuenta que, en el futuro, la competencia ha de ser muy dura, y que, por lo tanto, las viguetas habrán de ser de muy buena calidad. Todos sabemos que el hormigón pretensado ofrece grandes ventajas, pero que tiene también sus inconvenientes. Elimina prácticamente las fisuras y reduce el esfuerzo cortante, y así, para muchas aplicaciones, resulta más conveniente que el hormigón armado. Pero éste también sabe defenderse y recurre al empleo de las barras corrugadas que, al repartir las fisuras, permiten elevar las tensiones admisibles; utiliza armaduras de límite elástico más elevado cada día (actualmente, se llega a los  $70 \text{ kg/mm}^2$ ), etc. Para vencer en la lucha entablada, el pretensado tendrá que cuidar su calidad. Sólo así podrá conseguir la victoria, mantenerla, e incluso aumentarla.

Refiriéndose después al Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento, dice que se trata de un Organismo, que, a lo largo de sus 25 años de vida (en estos días se celebran las bodas de plata de su fundación), ha cambiado algunas veces de orientación, pero siempre manteniendo sus actividades dentro del más puro campo de la técnica. Uno de sus objetivos ha sido, y es, el poner al alcance de todos los públicos los conocimientos, avances científicos, nuevas aplicaciones, etc., que considera pueden redundar en un beneficio para la industria y el consumidor nacional. Con este fin publica una amplia serie de Manuales, Revistas y Monografías en los que se estudian y comentan, tanto desde el punto de vista teórico como del práctico, los diversos problemas relacionados con la ciencia de la Construcción, en cada una de sus diferentes Ramas.



Otra de sus actividades consiste en ensayar e informar sobre las garantías y condiciones resistentes que presentan los diversos tipos de piezas, e incluso estructuras completas, que se le someten a examen. Muchos constructores, propietarios y fabricantes solicitan del Instituto -y cada vez con mayor frecuencia- que por medio de sus elementos técnicos se realice el oportuno control de obra, o de fabricación, según los casos, asesorándoles adecuadamente, como garantía de la calidad de su producción. Este asesoramiento se ha prestado ya, en varias ocasiones, y ante el constante aumento de peticiones se ha hecho necesario pensar en su organización en serie, montando un cierto número de laboratorios móviles, capaces de trasladarse a pie de obra (o a la fábrica correspondiente), para dar a sus trabajos una mayor agilidad y eficacia, con el consiguiente beneficio, tanto desde el punto de vista de la rapidez como desde el punto de vista económico. El funcionamiento de estos servicios, en su nueva etapa, se iniciará en fecha inmediata.

Como consecuencia el Instituto está dispuesto, de acuerdo con la petición que se le ha formulado, a dar su opinión sobre la calidad de las viguetas de hormigón pretensado que se le presenten a informe, y este informe será lo que constituya el denominado "Punto Azul". Es decir, que el "Punto Azul" será un certificado, o sello, expedido por el Instituto, que acredite que se ha controlado y ensayado una producción y que ésta ofrece las necesarias garantías de calidad. Quizás, hasta sea posible establecer diversas categorías de "Punto Azul" para modular un poco esta calidad. Naturalmente que existen otros Centros y Organismos que podrán conceder también un certificado análogo, y que el hecho de -

que una pieza no lleve el sello del Instituto no significa, forzosamente, que carece de las suficientes garantías. Puede ser, sencillamente, que no ha sido sometida a su estudio y examen. En definitiva no viene destacar que el "Punto Azul" no será nunca obligatorio y - que únicamente con este sentido de libertad se establec

Las condiciones económicas de su concesión, de acuerdo con los Estatutos del Instituto, han de ser fijadas por su Consejo, cuyas orientaciones sigue la Dirección. Sobre este aspecto, por consiguiente, no es posible, de momento, adelantar información alguna.

El Sr. Torroja continúa diciendo que agradece a todos - los .Asambleistas sus valiosas aportaciones que han sido la base fundamental del gran éxito alcanzado. Anuncia que el Instituto formará con sus técnicos una pequeña Comisión, a la cual le será encomendado el trabajo de redacción final de las Normas sobre viguetas, que han sido preparadas con la brillante colaboración, tanto técnica como práctica, de un escogido grupo de especialistas en el tema.

Termina expresando la satisfacción que le producen estos contactos personales, tan útiles en todo momento pero que, por desgracia, no siempre se encuentra ocasión de realizar y, finalmente, dirigiéndose a los que con su esfuerzo y sus trabajos han hecho posible llevar a feliz término el desarrollo de estas magníficas - jornadas, les recuerda, para su aliento y satisfacción, que el agrdecimiento a cualquier sacrificio o labor realizada a veces se retrasa, pero siempre, aunque tarde, llega.

La intervención del Sr. Torroja fué acogida con una calurosa y prolongada ovación.



A continuación, el Sr. Bassegoda después de pronunciar unas breves y sentidas palabras de reconocimiento para el Sr. Torija y todos los que, en general, han contribuido al éxito de estas Reuniones, declara clausurada la IV Asamblea General de la Asociación Española del Hormigón Pretensado.

Barcelona - Diciembre - 1959



