
HORMIGON AUTOCOMPACTANTE: AVANCES EN LAS POSIBILIDADES DEL DISEÑO Y EL COLADO

El hormigón autocompactante (CAC) se desarrolló originalmente en la Universidad de Tokio, Japón (Profesor Okamura), en colaboración con avanzados constructores de concreto, durante los años ochenta.

El surgimiento de esta tecnología fue motivado por preocupaciones respecto a la homogeneidad y consolidación del concreto colado en obra dentro de estructuras intrincadas y muy reforzadas.

ventajas del CAC son las siguientes:

- El colado en elementos con muros delgados o elementos con acceso limitado se realiza fácilmente.
- El resultado final es un concreto de alto desempeño.
- La facilidad del colado puede dar como resultado el ahorro de costos al reducirse los requisitos de equipo y mano de obra.
- El ruido y la vibración se reducen durante el colado.

Propiedades del concreto autocompactante

Proporcionamiento de la mezcla

El CAC se produce con **componentes de concreto estándar** que pueden obtenerse fácilmente. Las proporciones de las mezclas **buscan crear un alto grado de fluidez**, manteniendo al mismo tiempo una **baja relación de agua/materiales cementantes, a/mc , (< 0.40)**.

Esto puede lograrse a través del uso de **aditivos reductores de agua de alto rango**, (RAAR), combinados con agentes estabilizadores para asegurar la homogeneidad de la mezcla.

Previamente, esta fluidez sólo podía lograrse con **altos contenidos de agua ($a/mc > 0.70$)**, lo cual daba como resultado un concreto de baja resistencia.

La dosificación de 0.5 a 2.0 por ciento en peso de cemento (460 a 1,700 mL/100 kg [7 a 26 fl.oz/cwt]) y los RAAR especialmente diseñados pueden lograr las propiedades de fluidez requeridas para obtener un CAC.

La granulometría apropiada de los agregados y la composición y combinación de los diferentes componentes cementantes son también elementos clave para lograr las propiedades del concreto requeridas.

Hormigón apisonado
(hasta 1930)

poros:
3-5 % aprox.



Hormigón para
elementos
exteriores
(1970-1999)

poros:
1,5 % aprox.
aditivos:
2,5 l/m³ aprox.



Hormigón
autocompac-
tante

poros < 1 %
aditivos:
6-10 l/m³ aprox



Glenium C303 SCC es un superplastificante de altas prestaciones para hormigón autocompactante. Está basado en un éter policarboxílico que provoca una repulsión electrostática entre las partículas del cemento y evita además su floculación (La **floculación** es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas **floculantes**, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado) incluso cuando la reacción de hidratación ya ha comenzado. La gran capacidad dispersante del aditivo permite obtener hormigones autonivelantes con relaciones agua/cemento en torno al 0,3. Estas bajas relaciones proporcionan un importante incremento de las resistencias mecánicas y una reducción de la porosidad, ya que todo el agua reacciona con el cemento y no queda agua libre para evaporarse. El resultado es una impermeabilidad y, por tanto, una durabilidad superior. El hormigón autocompactante HAC-Glenium es capaz de cubrir cualquier rincón de un molde o encofrado a través del armado, sin segregación del árido grueso ni bloqueos, sin ayuda de vibración u otro método de compactación. Su bajo porcentaje de aire ocluido produce menos poros superficiales y, en consecuencia, un mejor acabado. Además, los colores resultan más homogéneos y sin las eflorescencias derivadas del vibrado.

Se puede también **hormigonar desde la parte de abajo del encofrado**, por medio de encofrados especiales que permiten la conexión de una bomba de hormigonado por la cual entra el hormigón al elemento, subiendo desde abajo y evitando más si cabe la disgregación del hormigón en caso de elementos con mucha altura. De esta manera conseguimos un hormigonado continuo, sin paradas ni juntas de hormigonado, con la garantía de llenado completo del encofrado, sin huecos ni coqueas ni, por supuesto, ningún tipo de disgregación del hormigón.



Figura 3.- Encofrado preparado para colocar el hormigón autocompactante mediante bombeo y de abajo hacia arriba.



Identificación de las características de autocompactabilidad

Los hormigones autocompactantes se identifican mediante diferentes ensayos y, en función de los resultados obtenidos en los mismos, cabe la posibilidad de calificarlos de autocompactantes de categoría 1, 2 y 3. Actualmente la tendencia es a identificar que son autocompactantes, sin entrar en calificar en qué grado, superior o inferior, lo son, quedando

a criterio del prescriptor especificar los requisitos dentro del amplio margen en el que el resultado de cada ensayo merece tal consideración con carácter general.

Los ensayos son los siguientes:

Ensayo de extensión de flujo, (Figura 5)

Ensayo del embudo en V, (Figura 6)

Ensayo de la caja en L, (Figura 7)

Ensayo del anillo japonés, (Figura 8)

Ensayo del índice visual de estabilidad



Figura 5.- Ensayo de extensión de flujo.



Figura 6.- Ensayo del embudo en V.



Figura 6b.- Croquis del ensayo del embudo en V.

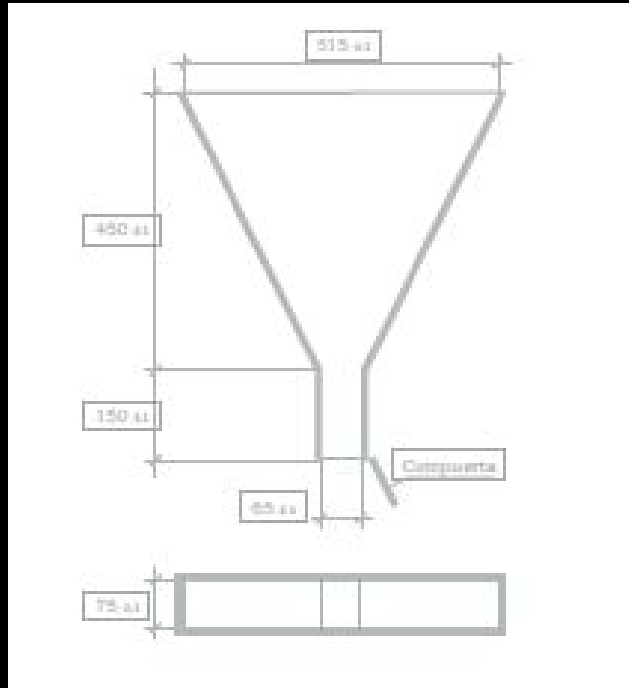


Figura 7b.- Croquis del ensayo de la caja en L.

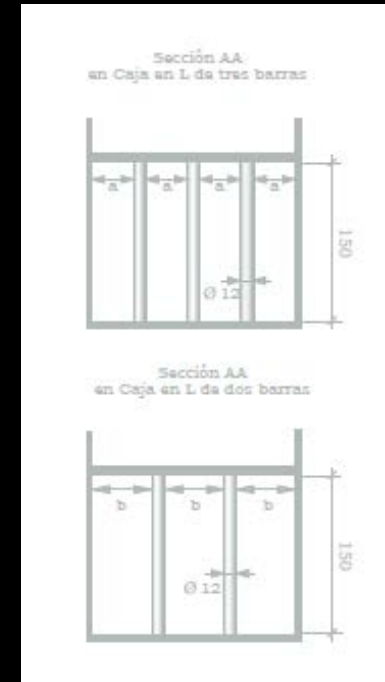
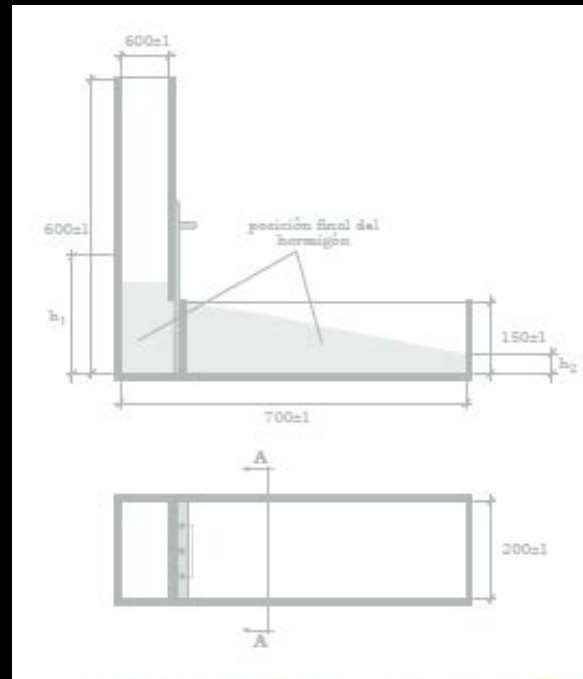
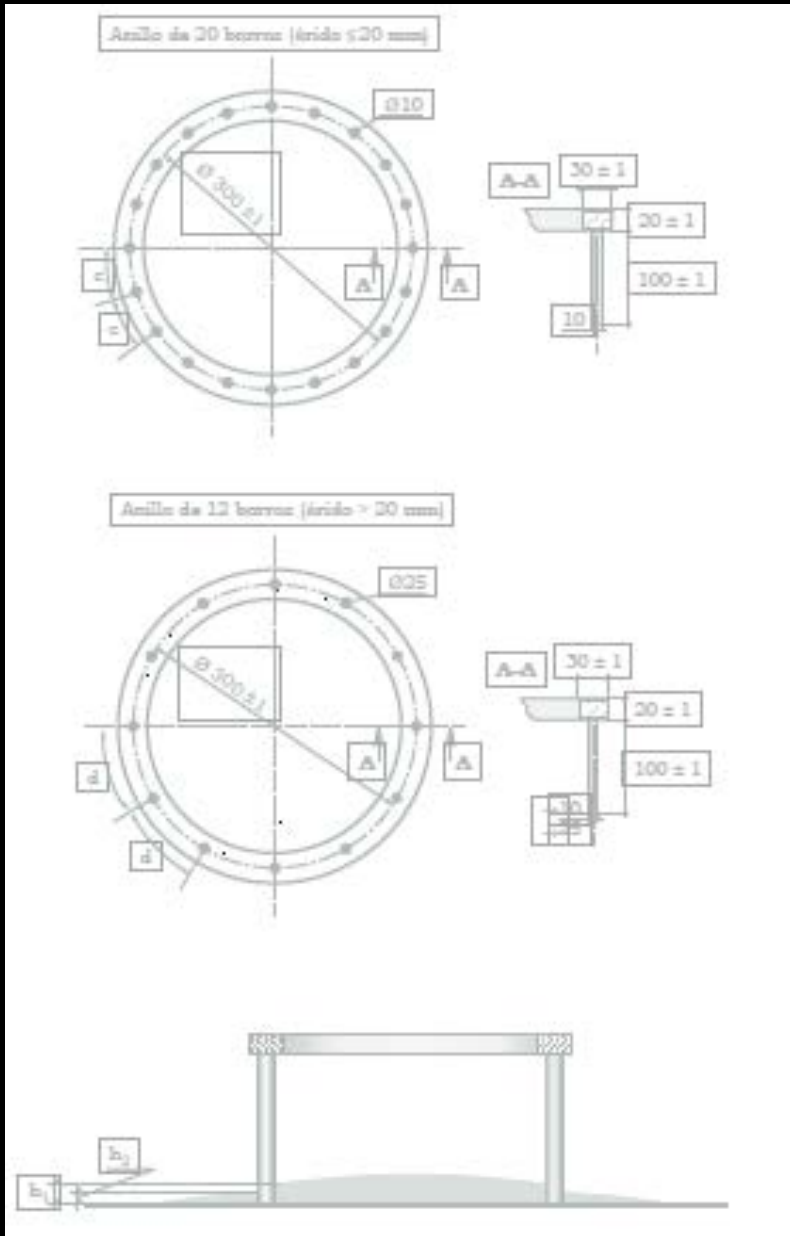


Figura 8.- Ensayo del anillo japonés.



Figura 8b .- Croquis del ensayo del anillo japonés.



Una buena descripción de estos ensayos, previsiblemente acorde con las futuras Normas UNE, y de la interpretación de los resultados de los mismos se encuentra en la referencia “Guía para la utilización del hormigón autocompactante” IECA (2005) incluida en la Bibliografía recogida en este artículo.

La identificación del hormigón autocompactante en la planta de producción, con los ensayos previos necesarios para ajustar la dosificación, exige del auxilio de todos los ensayos citados, ya que en cada uno se obtienen datos que complementan los resultados de los otros. No obstante para el control de la producción y del suministro del hormigón en

la obra es suficiente con la realización del ensayo de extensión de flujo, complementado, si la cuantía de acero en armaduras que contiene el elemento a hormigonar es relevante, con el ensayo del anillo japonés.

Figura 9.- Ensayo del índice visual de estabilidad (valor índice =0)



Figura 10.- Ensayo de índice visual de estabilidad (valor índice = 1'5).

El ensayo del índice visual de estabilidad, de difícil normalización, tiene un gran interés y, aunque no vaya a ser incluido en ninguna Norma UNE, su eficacia, cuando es utilizado por personal debidamente capacitado, es muy alta. Realmente consiste en establecer un juicio de valor sobre lo que se puede apreciar en el ensayo de extensión de flujo, calificando los aspectos relativos a exudación de lechada y bloqueo de árido grueso. Esta apreciación se puede realizar, y es recomendable hacerlo así, a la vez que el ensayo de extensión de flujo.













Archivo:14 centro de ciencias phaeno.































HORMIGON POSTENSADO

Definición

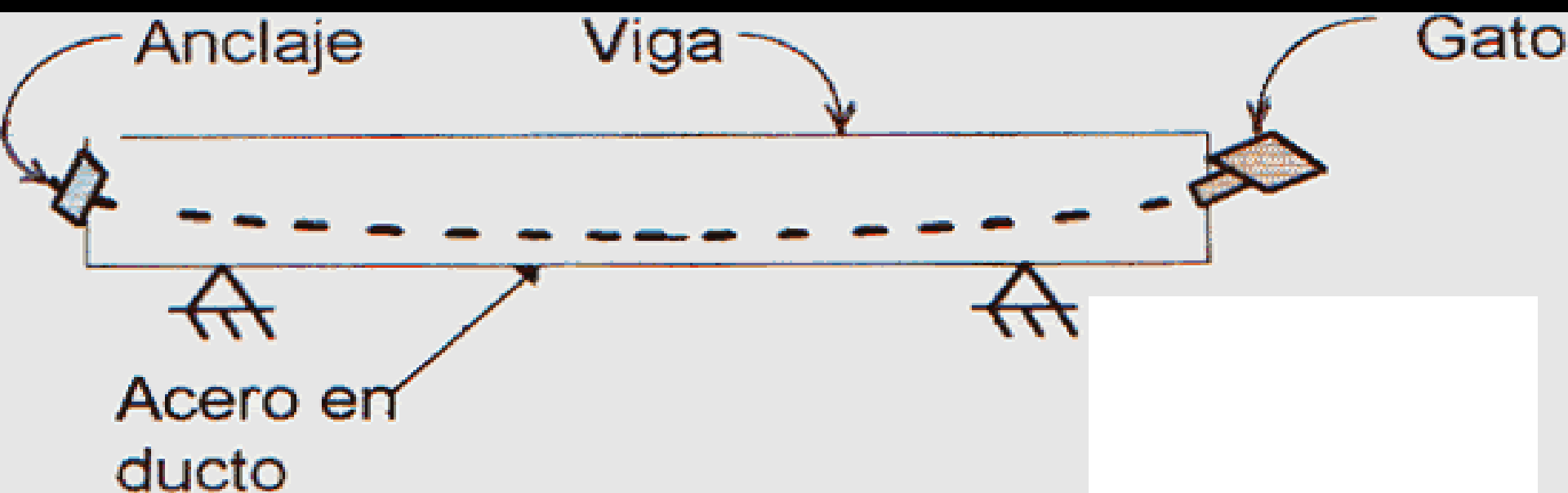
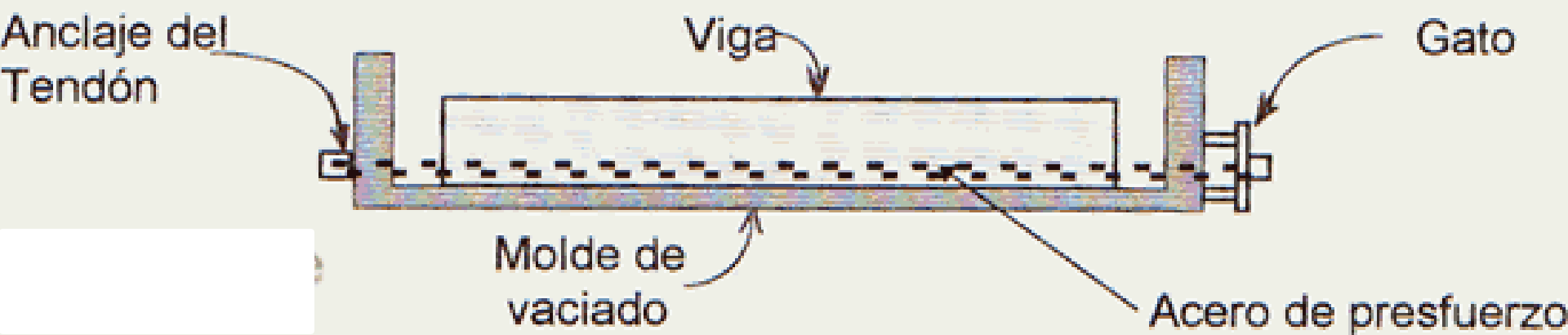
- El preesfuerzo o Postensado se define como un estado especial de esfuerzos y deformaciones que es inducido para mejorar el comportamiento estructural de un elemento.
- Por medio del preesfuerzo se aumenta la capacidad de carga y se disminuye la sección del elemento. **Se Inducen fuerzas opuestas a las que producen las cargas de trabajo mediante cable de acero de alta resistencia** al ser tensado contra sus anclas.
- La aplicación de estas fuerzas se realiza después del fraguado, utilizando cables de acero enductados para evitar su adherencia con el concreto.

El Postensado.

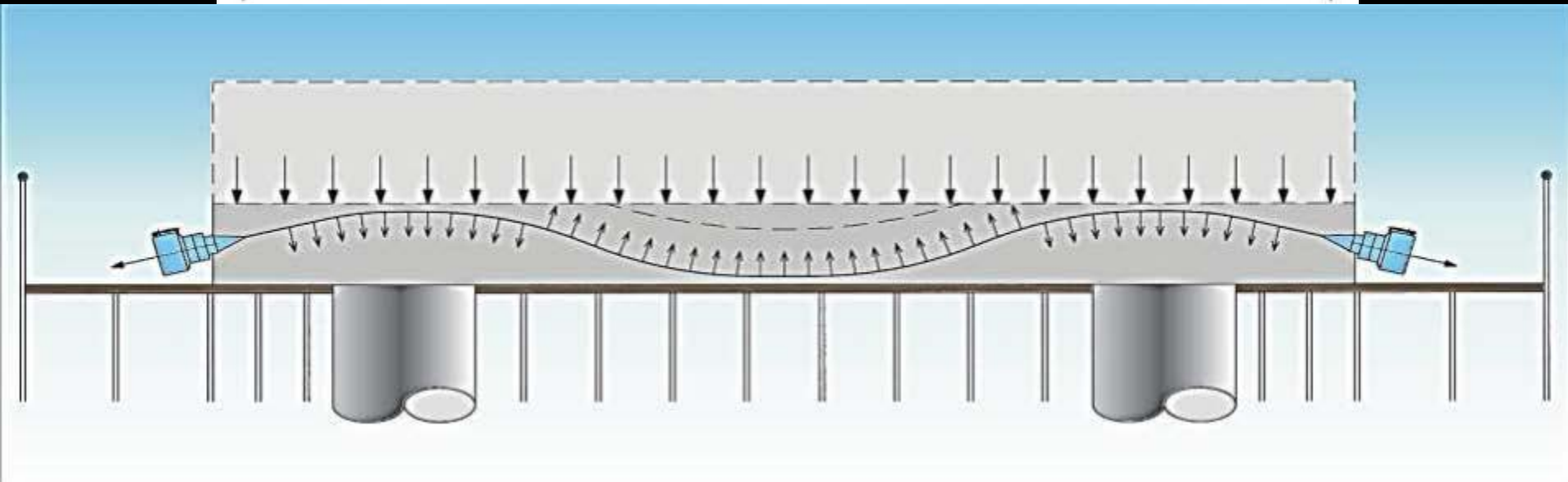
- Contrario al pretensado el Postensado es un método de presforzado en el cual el tendón que va dentro de unos conductos **es tensado después de que el concreto ha fraguado**. Así el presfuerzo es casi siempre **ejecutado externamente contra el concreto endurecido**, y los tendones se anclan contra el concreto inmediatamente después del presforzado. Este método puede aplicarse **tanto para elementos prefabricados como colados en sitio**.
- Generalmente se colocan en los moldes de la viga conductos huecos que contienen a los tendones no esforzados, y que siguen el perfil deseado, antes de vaciar el concreto.

Proceso

- Cuando se hace el presforzado por Postensado, generalmente se colocan en los moldes de las vigas ductos huecos que contienen a los tendones no esforzados, y que siguen el perfil deseado, antes de vaciar el concreto. Los tendones pueden ser alambres paralelos atados en haces, cables torcidos enrollados helicoidalmente alrededor de un centro, en una o varias capas, o varillas de acero. El ducto se amarra con alambres al refuerzo auxiliar de la viga (estribos sin reforzar) para prevenir su desplazamiento accidental, y luego se vacía el concreto. Cuando éste ha adquirido suficiente resistencia, se usa la viga de concreto misma para proporcionar la reacción para el gato de esforzado.



CONCRETO POSTENSADO



Ventajas

- Eficiencia en la utilización del concreto.
- Reducción de secciones hasta un 30%.
- Reducción de acero de refuerzo a cantidades mínimas.
- Aligeramiento de la estructura.
- Menor peso de estructura.
- Menos peso de cimientos.
- Disminuye los efectos de sismo.

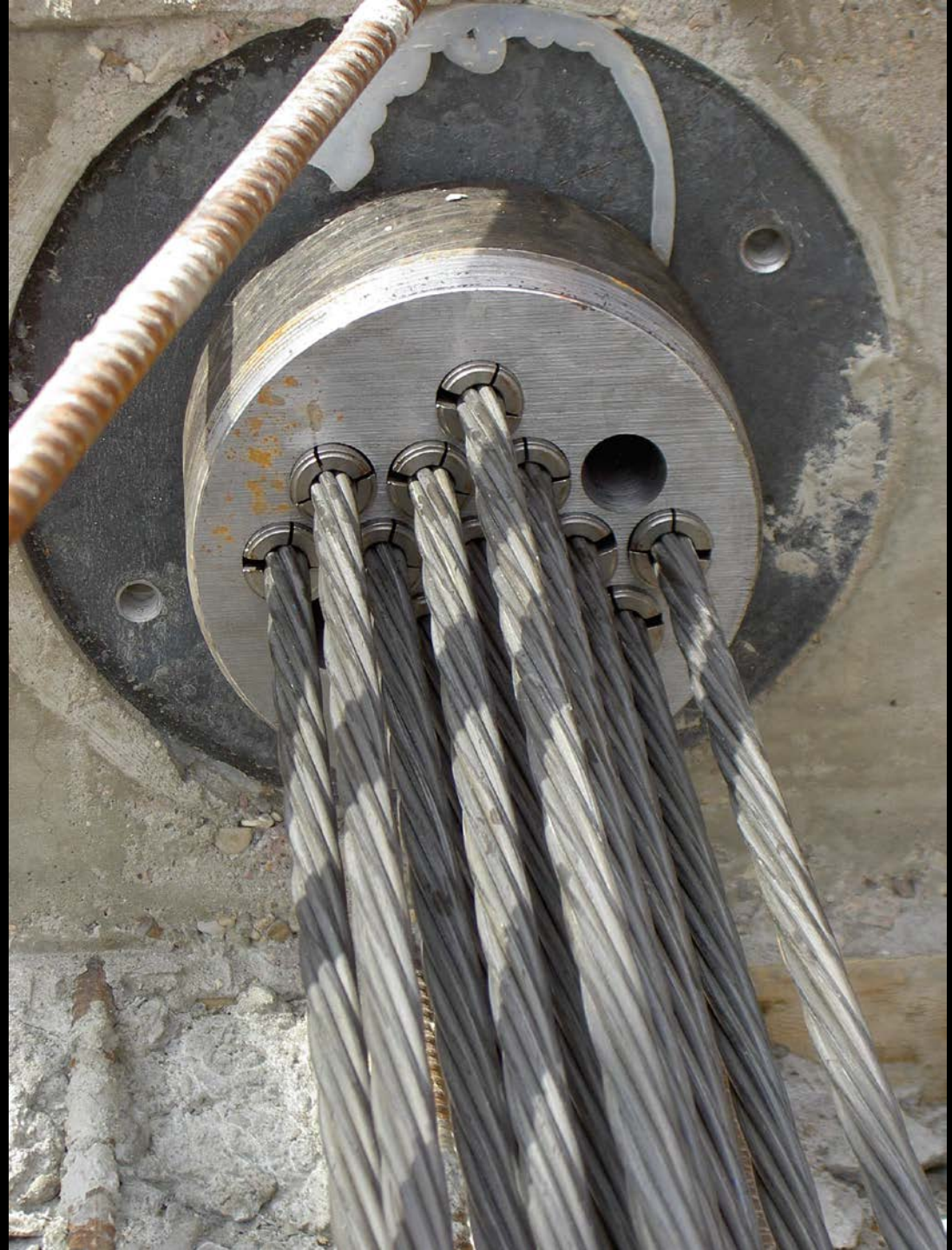
Anclajes



de izq. a der.:

1. Anclaje AS 2. Anclaje AE 3. Anclaje AF 4. Anclaje PA 5. Anclaje PC

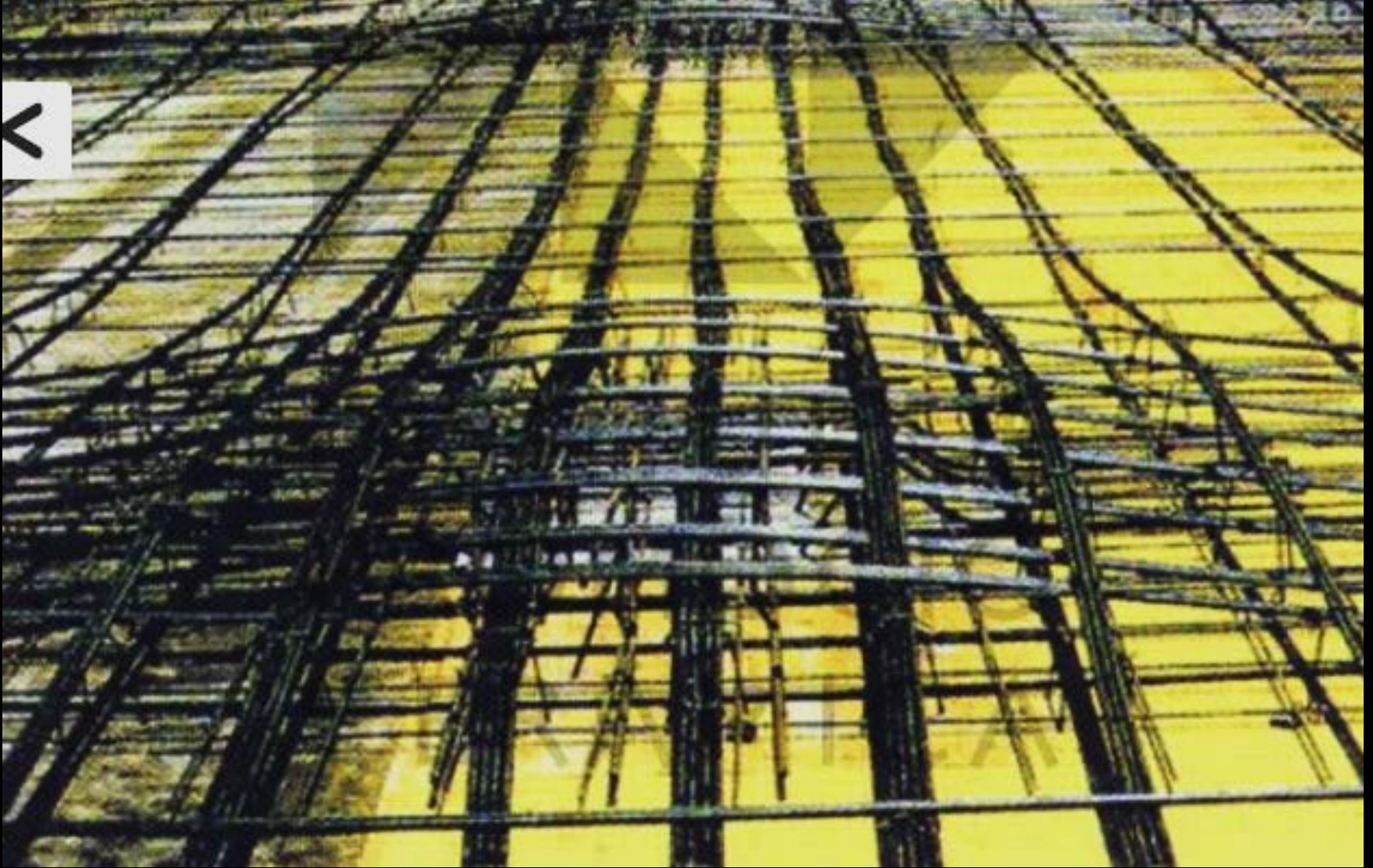




-
- La tensión se evalúa midiendo tanto la presión del gato como la elongación del acero. los tendones se tensan normalmente todos a la vez ó bien utilizando el gato monotorón.
 - Normalmente se rellenan de mortero los ductos de los tendones después de que éstos han sido esforzados.
 - Se forza el mortero al interior del ducto en uno de los extremos, a alta presión, y se continua el bombeo hasta que la pasta aparece en el otro extremo del tubo. Cuando se endurece, la pasta une al tendón con la pared interior del ducto.







Las *losas postensadas* (losas de hormigón con vainas donde se alojan cables de acero de muy alto límite elástico (1800 MPa), que son tensados tras el endurecimiento del hormigón) tendrán una difusión progresiva cuando se requiera cubrir grandes vanos sin vigas acusadas y evitar considerablemente el problema de las flechas,

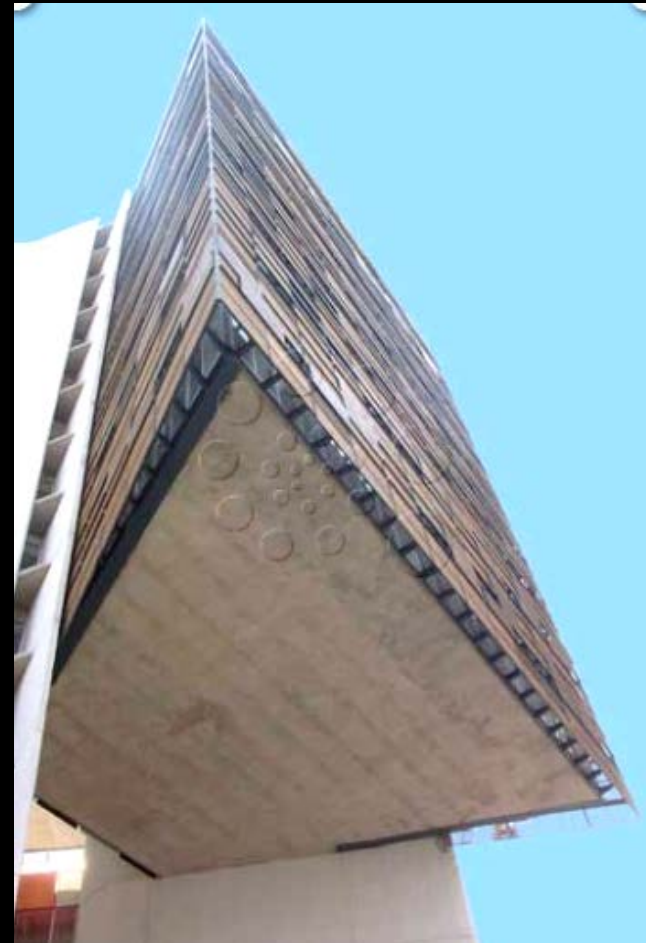




Descripción: Edificio postensado con luces libres de hasta 25m y canto máximo de sólo 40cm simplemente apoyados en celosías metálicas de toda la planta (ver foto). Esta estructura ha ganado muchos premios internacionales y su diseño estructural fue seleccionado como finalista por la institución americana de American Concrete Institute. (año 2008)



La torre CUBE es un edificio singular de 70m de altura construido en **Guadalajara, México**. El área total construida es de 17000m² para uso de oficinas. El promotor privado desde el principio buscó un edificio singular pero manteniendo su coste en valores admisibles. El desafío era construir en una **zona de alta intensidad sísmica** un edificio con muchas irregularidades en planta y en altura. Los grandes volados de hasta 10m, junto con plantas libres de hasta 22m, fueron resueltos con innovadoras vigas en celosía metálicas y el uso masivo de forjados postensados apoyando todo el edificio en sólo tres macro-columnas. Esta solución proporcionó plantas diáfanas y **relaciones muy altas de luz/canto (L/55)** para elementos simplemente apoyados. La cuantía media de acero activo fue de solo 3,3kg/m² (3 cables por metro) y para el acero corrugado fue de 10kg/m².



Por otra parte el sistema de cargas es definido lo cual permitió obtener una estructura segura y económica. La carga se transfiere de los forjados postensados a las vigas en celosía laterales las cuales se apoyan en las tres macro-columnas que corresponden a los tres núcleos de servicios del edificio.



10 05 2005 17:09





























