HORMIGÓN ELABORADO ♣

1. Introducción

El hormigón elaborado consiste esencialmente en la preparación de una mezcla de cemento, agregados y agua en una planta central y en el transporte de esa mezcla al lugar de obra para su colocación, densificación y curado por parte del usuario.

Puede ser considerado básicamente como servicio, pues comprende algunas de las operaciones para la obtención de un producto final, el hormigón endurecido. (Fig. 1)

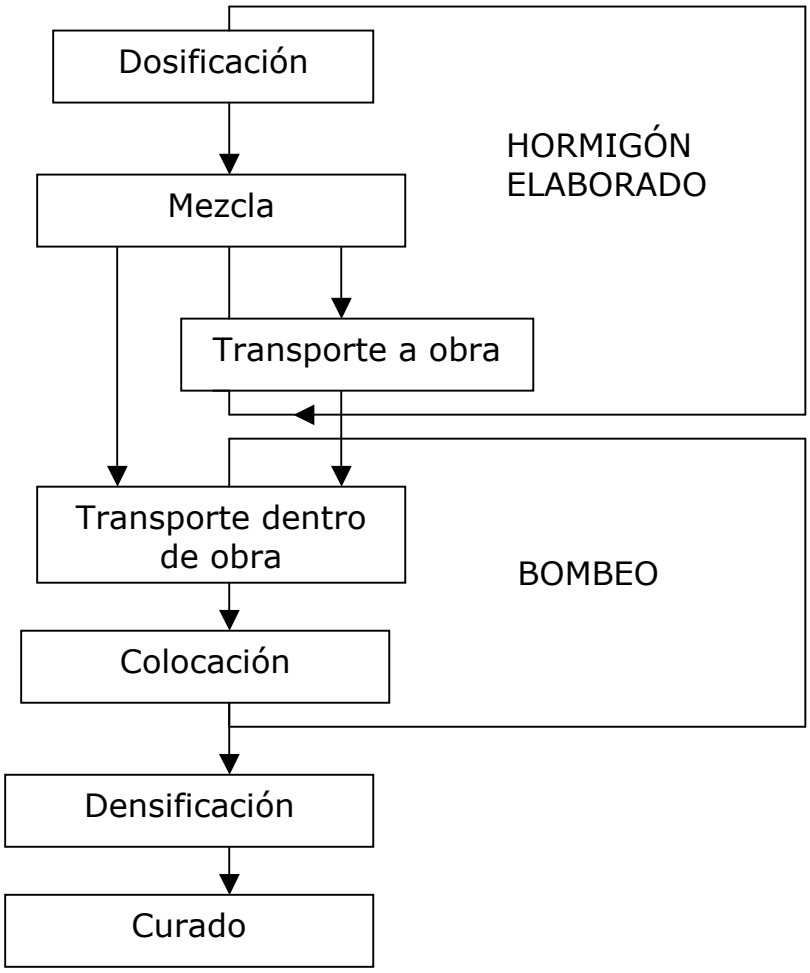

Fig. 1 – Producción de Hormigón

Las características del hormigón elaborado, propias de un servicio, consisten en el hecho de no poder ser almacenado y que la mezcla tiene que estar en un lugar determinado a un tiempo determinado.

♣ Conferencia pronunciada en el ICPA, por el Ing. Salvador E. Giammusso, Jefe de la División de Promoción Técnica de la Asociación Brasileña del Cemento

Las operaciones de dosificación y mezclado de los componentes del hormigón pu eden ser ejecutadas en la propia obra o fuera de ella, conforme a las conveniencias, siendo en este último caso necesario, también, el transporte de la mezcla a obra.

Las operaciones subsiguientes, también necesarias para la obtención del producto final, deben ser ejecutadas en la obra misma, con excepción del caso de piezas premoldeadas.

Las operaciones necesarias para la obtención de la mezcla fresca deben ser acompañadas de una serie de cuidados complementarios e imprescindibles para lograr el producto final. Son las operaciones de control de calidad de los materiales y el control de los equipos y de las operaciones de dosificación en obra, mezcla y transporte del hormigón.

La obtención de un hormigón endurecido con determinadas propiedades depende de las propiedades de la mezcla y de las del hormigón fresco, las que también dependen de las proporciones de la mezcla. Tanto las proporciones de la mezcla como sus propiedades, así como las propiedades del hormigón fresco y endurecido dependen de las propiedades de los materiales (Fig. 2).

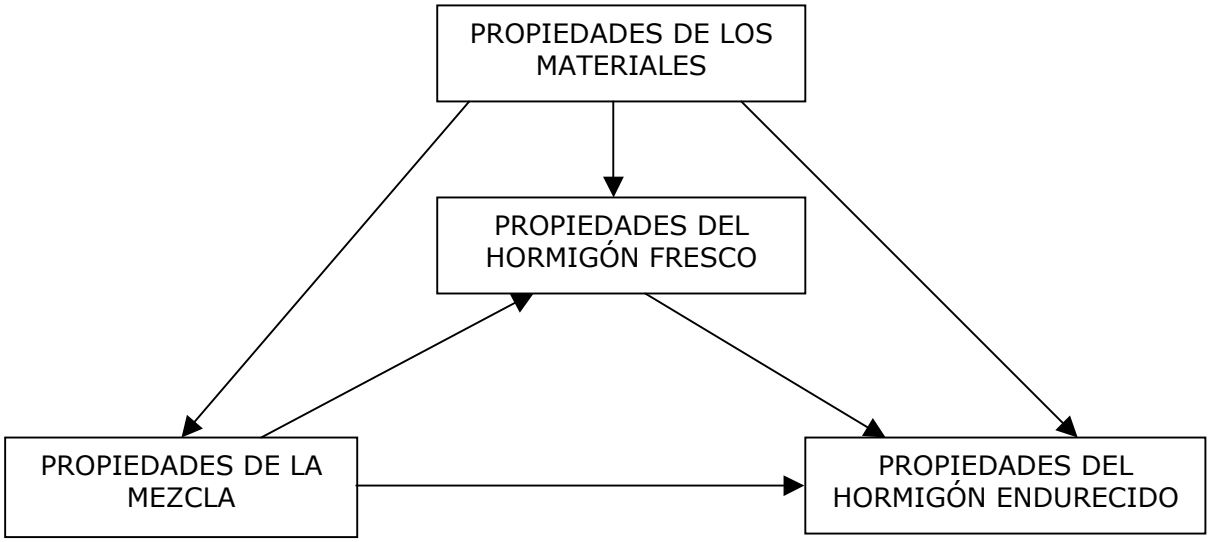

Figura 2

Además de estos factores, conviene mencionar que las propiedades del hormigón endurecido también dependen de las operaciones de transporte dentro de la obra, colocación, densificación y curado del hormigón, que son de responsabilidad del usuario.

El conocimiento de los materiales y fijación de sus proporciones, los controles de la mezcla fresca y endurecida son, por tanto, operaciones necesarias aunque no suficientes para la obtención de un buen producto final.

No obstante, el hormigón elaborado es sometido a un control especial en la planta. Este control es permanente y permite determinar con gran precisión la desviación normal propia de la planta, lo que da una gran confianza respecto del hormigón obtenido. Normalmente no se obtienen esos elementos en obras de pequeño volumen, ya que las cantidades de hormigón involucradas son reducidas.

2. Partes Intervinientes

Dos partes intervienen en los servicios de hormigón de una obra:

a) El propietario, a quien interesan las propiedades del hormigón endurecido, para lo que establece determinadas especificaciones. En otras palabras, al propietario le interesa el producto final.
b) El proveedor, a quien interesa el servicio propiamente dicho, que comprende:
   - Trabajabilidad
   - Cantidades correctas
   - Programación de entregas
   - Costo total
   - Responsabilidades
   -

En resumen, puede decirse que al proveedor le interesan las propiedades del hormigón fresco.

En lo que respecta a responsabilidades, la planta no garantiza que las propiedades del hormigón cumplan las especificaciones, pero se interesa de lo que pudiera suceder de su posible incumplimiento.

3. Ventajas

El hormigón elaborado presenta una serie de ventajas que se mencionan a continuación:

3.1 Incorporación de tecnología avanzada

Toda la tecnología empleada en la planta para identificación, determinación y control de las propiedades de los materiales y del hormigón fresco y endurecido es incorporada a la producción de hormigones que pueden cumplir requisitos más rigurosos

3.2 Diversificación

El Conocimiento de los materiales referidos en el ítem anterior permite la obtención de una amplia gama de hormigones en lo que respecta a las diversas características.

3.3 Simplicidad

El empleo del hormigón elaborado dispensa de todas las operaciones de compra, almacenamiento y manipuleo de materiales.

3.4 Economía

Las operaciones de compra, almacenamiento y manipuleo de los materiales representan un costo adicional de los costos emergentes de pérdidas, roturas, imprecisiones de volumen. Estos costos no existen en el hormigón elaborado.

3.5 Rapidez

La eliminación de una serie de operaciones representa un aumento de rapidez en la ejecución de la obra.

3.6 Aprovechamiento de mano de obra

El hormigón elaborado exige menos mano de obra sin comprometer la rapidez

3.7 Bombeo

El bombeo acentúa todas las ventajas antes referidas y, en obras corrientes, sólo es posible con hormigón elaborado.

4. Especificaciones para Hormigón Elaborado

En este capítulo vamos a hacer algunas consideraciones sobre como especificar, esto es, como pedir el hormigón elaborado. Es muy frecuente que se produzcan incertidumbres debidas a formas incorrectas de especificar y de recibir el hormigón.

El hecho de especificar o pedir concierne a lo que se determina o se fija en el pedido del hormigón y el de recibir se refiere a verificar si el hormigón está de acuerdo con el pedido. Entiéndese que éste, o lo que el usuario desee y su aceptación por la planta, significa compromiso de cumplimiento. Un hormigón sólo podrá ser aceptado o rechazado ateniéndose a lo que fue pedido.

Las características que pueden o deben ser especificadas en un hormigón son las siguientes:

4.1 Resistencia mecánica

En general es la propiedad más frecuentemente especificada. Es una especie de referencia universal de la calidad del hormigón, siendo más común referirse a la resistencia a la compresión simple determinada según NB–3/74 [1], no obstante que a veces también se especifique la resistencia a tracción o a tracción por flexión. En estos dos casos se debe indicar que método de ensayo debe ser usado.

La norma NB-1/78 [1] determina que se especifique la resistencia característica del hormigón, que corresponde a la probabilidad de que el 5% de los valores de resistencia caigan por debajo de ella.

Si un hormigón es solicitado por la resistencia media, deberá mencionarse el valor de la desviación normal, a menos que la calidad de aquél quede indefinida.

4.2 Trabajabilidad

Generalmente la trabajabilidad se expresa por el asentamiento en centímetros determinado según NB-256/71 [1]. Cuando la trabajabilidad sea especificada pro otro método, deberá hacerse expresa mención de éste.

4.3 Tamaño máximo

Deberá indicarse cuál es el tamaño máximo del agregado grueso. La fijación de este parámetro deberá ser hecha en función de las dimensiones de la pieza a hormigonarse y de la separación de las barras de la armadura, conforme a las normas vigentes.

4.4 Contenido de Cemento

El hormigón puede ser especificado por el contenido de cemento por metro cúbico. Este contenido está, en general, limitado a un mínimo. Excepcionalmente puede también limitarse a un máximo. En este caso la planta responde por este parámetro y no por la resistencia.

4.5 Dosificación

El usuario u organización que especifica el hormigón puede solicitar a la planta una dosificación determinada. En este caso la planta sólo responde por la composición del hormigón.

4.6 Relación Agua – Cemento

---

[1] Norma brasileña de hormigón (N. del T.)

Cuando en el caso en que la relación agua – cemento está limitada por un valor máximo, no se recomienda la fijación de un valor definido.

4.7 Tipo de Cemento

En ciertos casos, de acuerdo con las condiciones de exposición del hormigón, se puede especificar un tipo determinado de cemento.

4.8 Aditivos

Cualquier aditivo puede ser usado en el hormigón elaborado, siempre que sean tenidas en cuenta las características propias de esos materiales.

En general debe llamarse la atención sobre el tiempo de actividad de los aditivos y de sus efectos.

En el caso, por ejemplo, de los incorporadores de aire, en que, por efecto de una agitación prolongada, el aire puede ser totalmente eliminado. Los superplastificantes actúan durante 40 min a 50 min. Otros aditivos se pueden alterar de forma que su efecto pasa a tener duración limitada. En cualquiera de estos casos es recomendable que el aditivo sea colocado en la mezcla poco antes de la descarga [2] para que su efecto dure el máximo tiempo posible después que el hormigón ha sido descargado. Los aceleradores solamente deben ser incorporados inmediatamente antes de la descarga [2] por razones obvias.

Otra recomendación de orden general es la que respecta al modo de incorporar el aditivo a la mezcla, de forma de asegurar una distribución uniforme en toda la masa del hormigón. Una distribución no uniforme significaría partes con exceso de aditivo y partes con defecto. Es recomendable que el aditivo sea previamente disuelto en agua de mezcla. Los aditivos más usados en el hormigón elaborado son los retardadores y los plastificantes.

Los primeros son usados cuando se necesita prolongar el tiempo correspondiente a las operaciones de transporte a obra y descarga. Los plastificantes son usados únicamente para mejorar la plasticidad del hormigón.

Esas propiedades de los aditivos pueden ser establecidas de diversas formas, de acuerdo con lo esquematizado en la figura 3.

---

[2] de la hormigonera (N. del T.)

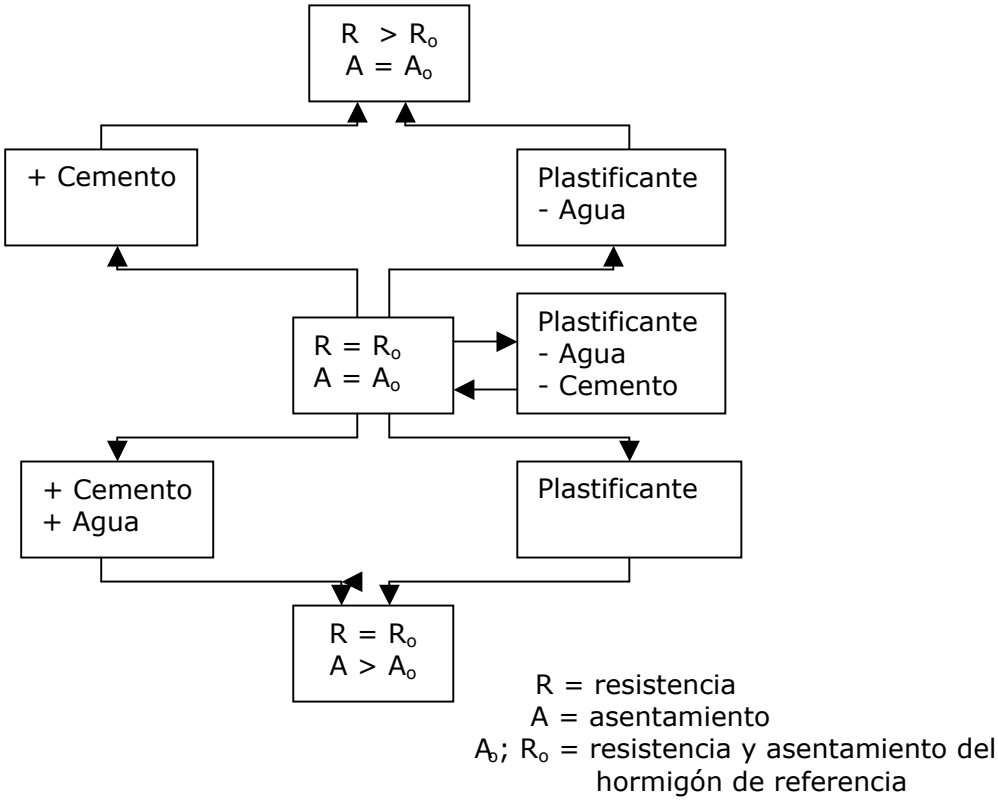

Figura 3

Así por ejemplo, un aumento de trabajabilidad, manteniéndose la resistencia del hormigón, puede ser obtenido con la adición de plastificantes en lugar de aumentarse el cemento y el agua. Dependiendo del costo del plastificado, de ello puede resultar una reducción del costo del hormigón; empero siempre resulta una retracción menos intensa, lo que en muchos casos es extremadamente importante.

En cualquier otro caso, el uso de plastificantes permite obtener la ventaja de la reducción del contenido de agua del hormigón.

4.9 Otras características

Son varias otras las características que pueden ser especificadas en determinados casos, no muy frecuentes, como por ejemplo:

- Tipo de agregado: liviano, pesado o con determinadas propiedades.
- Aire incorporado
- Permeabilidad
- Peso unitario del hormigón
- Retracción
- Fluencia
- Textura
- Color
- Otras

4.10 Programación de entrega

La programación de las entregas es una característica típica del servicio, que debe constar explícitamente en el pedido. Las entregas deberán ser programadas de acuerdo con las necesidades de obra.

4.11 Comentario

Algunas de aquellas propiedades [3] no son independientes, lo que hace que en las especificaciones, en ciertos casos, se establezcan límites y no valores fijos. Así por ejemplo, la relación agua – cemento, la resistencia y el contenido de cemento son interdependientes. En general la relación agua – cemento se especifica por un límite máximo, la resistencia por un límite mínimo y el contenido de cemento también por un límite mínimo. De las características enumeradas es imprescindible la fijación de:

a) tamaño máximo
b) trabajabilidad
c) una de estas alternativas: resistencia, relación agua – cemento, contenido de cemento o una combinación de esas características, considerada su interdependencia, como mencionamos antes.

La especificación de dosificación excluye todas las demás y también exime a la planta de cualquier responsabilidad en cuanto a las propiedades del hormigón fresco y endurecido. Las demás características pueden o no ser especificadas. Normalmente en el pedido de hormigón constan: la resistencia, el tamaño máximo del agregado y la trabajabilidad.

5. Recepción

La recepción del hormigón está condicionada al cumplimiento de las especificaciones contenidas en el pedido.

En el capítulo 4, cuando nos referimos a las especificaciones, se hicieron varias menciones a las responsabilidades de la planta.

No son raros los casos en que la falta de observancia de estos principios generales da origen a incertidumbres. Estas circunstancias son, en general, debidas a falta de conocimiento o experiencia por parte del usuario. Es recomendable, en el sentido de evitar esos problemas, que aquél, al solicitar un hormigón, esté previamente bien al tanto respecto de los criterios de recepción.

---

[3] **Mencionadas en los párrafos 4.1 a 4.9 (N. del T.)**

Es común, por ejemplo, el caso en que el usuario pida un hormigón con un contenido de cemento por metro cúbico y después reclame porque la resistencia acusó valores bajos.

En otros casos se pide el hormigón con cierto porcentaje, en peso, de arena en relación al agregado total y después surgen reclamos porque el hormigón tiene mucho o poco mortero.

En el primer ejemplo solo podría rechazarse el hormigón si el contenido de cemento fuera inferior al solicitado y, en el segundo, únicamente si el porcentaje de arena fuera diferente del especificado. En los dos casos, si los hormigones no se adecuan a las necesidades, sólo hay dos alternativas: o el usuario intenta corregir los hormigones alterando los parámetros en el pedido o – lo que parece más lógico – simplemente pide a la planta el hormigón con las propiedades requeridas, dejando que aquélla se responsabilice directamente por esas características

6. Operaciones

6.1 Dosificación

Las plantas, prácticamente en su totalidad, trabajan por pesadas intermitentes. En general pesan los agregados y el cemento correspondientes a la capacidad del camión mezclador.

El cemento, en general, es usado a granel y retirado directamente de los silos para ser pesado y colocado en las hormigoneras. En algunas instalaciones provisorias se usa cemento en bolsas.

El agua generalmente se dosifica en volumen, pero muchas plantas están adoptando el pesado, debido a la facilidad de transferencia de lecturas hacia una cabina de comando.

El agregado comúnmente es almacenado en silos situados sobre la balanza, aunque en algunas instalaciones provisorias se acostumbre alimentar la balanza directamente con palas cargadoras sobre rodados neumáticos de pequeña o mediana capacidad. Las figuras 4 a 7 ilustran algunas instalaciones típicas que corresponden a diversos casos. Con cuidados normales se consigue obtener precisiones del orden de 1% a 2% para cualquiera de los componentes.

Esa precisión es muy satisfactoria, pues en general las normas establecen límites de 3% para esas determinaciones. La mayor limitación para las instalaciones más simples, es la capacidad de producción. El principal cuidado es la verificación frecuente del estado de los equipos, pues el desgaste o la acumulación de polvo y residuos pueden comprometer la sensibilidad de las balanzas y, consiguientemente, su precisión.

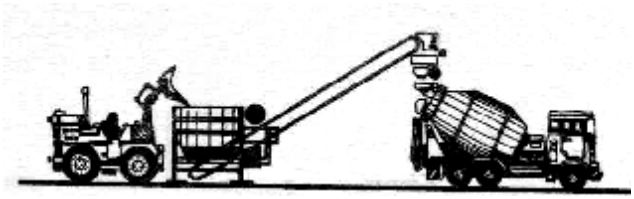

Fig. 4 – alimentación del dosificador de agregados con cargador frontal – Cemento dosificado en bolsas

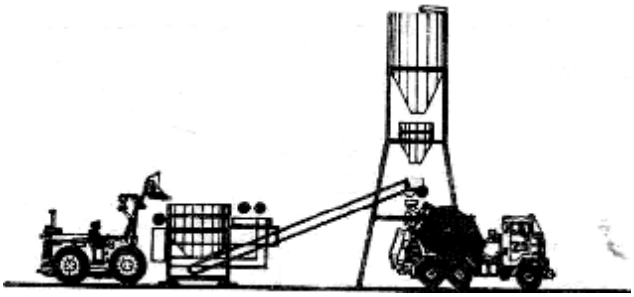

Fig. 5 – alimentación del dosificador de agregados con cargador frontal – Pesado de cemento a granel

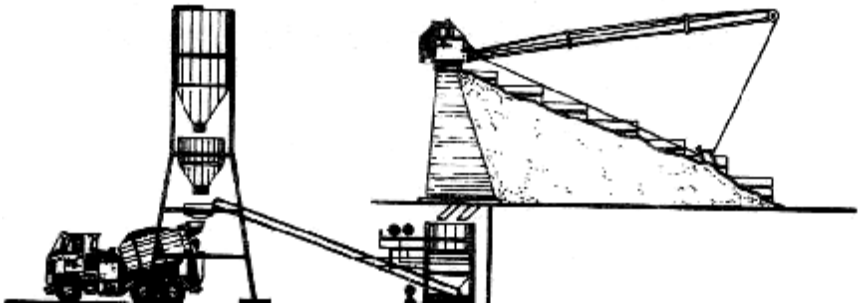

Fig. 6 – Alimentación del dosificador [4] desde la pila mediante pala de arrastre. – Pesado de cemento a granel

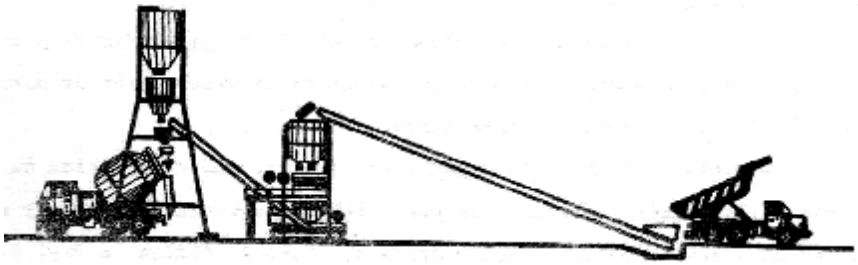

Fig. 7 – Alimentación del dosificador de agregados por silos abastecido mediante cinta transportadora – Pesado de cemento a granel

6.2 Mezcla

Algunas plantas están dotadas de mezcladoras fijas, pero en la mayoría se efectúa la mezcla en el propio camión mezclador. Se estima que actualmente cerca del 70% de todo el hormigón elaborado es preparado en camiones mezcladores.

---

[4] De agregados (N. del T.)

Para obtener una mezcla satisfactoria con camiones mezcladores son necesarios algunos recaudos:

a) Diseño adecuado de las paletas interiores. Un sistema que someta al hormigón a caídas comprometerá la eficiencia del mezclado, ya que en aquéllas existe una tendencia a la segregación, principalmente en hormigones de alta fluidez.
b) Estado de las paletas internas. El desgaste de estos elementos y las incrustaciones de hormigón reducen sustancialmente la eficacia del mezclado, razón por la cual se recomienda inspeccionar periódicamente el equipo.
c) El orden del ingreso de los materiales. Este es un factor que tiene también influencia en la eficiencia del mezclado. No existe una regla general, dado que el orden más conveniente depende de la hormigonera, de los materiales y de las características del hormigón.

En general de recomienda [5] la colocación de un poco de agua y de agregado grueso, que limpian el interior de la hormigonera, raspando los restos de mortero de pastones anteriores. Algunos tipos de balanzas tienen un diseño tal que los agregados pueden ser descargados casi simultáneamente con el cemento y el agua. Esas plantas poseen un diseño estudiado de tal forma que los agregados, al ser descargados, experimentan una suerte de mezclado previo, cayendo simultáneamente en el tambor del camión mezclador. Es recomendable que en cada caso se determine experimentalmente cual es el mejor procedimiento para la obtención de una mezcla homogénea.

Esos recaudos, de un modo general, también se aplican a las hormigoneras fijas – generalmente del tipo de mezcla forzada. Aunque esos equipos tienen una eficiencia muy grande y son más fáciles de controlar que los camiones mezcladores.

6.3 Transporte a obra

El transporte a obra es necesario cuando las operaciones de dosificación y mezcla se efectúan fuera del ámbito de la obra. Es el caso general del hormigón elaborado. Cuando la central dispone de mezcladora fija, el transporte del hormigón puede ser realizado por medio de camiones volcadores o del tipo adecuado para este servicio, algunos dotados de agitadores. Los camiones sin agitadores pueden ser usados en los casos de hormigones de consistencias más secas.

---

[5] **Antes de iniciar el mezclado (N. del T.)**

Sin embargo, se utilizan en general para el transporte los camiones mezcladores, que también pueden ser utilizados como agitadores en el caso de que la planta disponga de mezcladora fija.

Los camiones mezcladores son generalmente usados como tales, pudiendo ser efectuada la mezcla antes o después del transporte.

El transporte con dispositivos de agitación tiene la ventaja de permitir tiempos de viaje mayores.

La Fig. 8 da una idea de los diversos procedimientos de transporte y mezclado del hormigón.

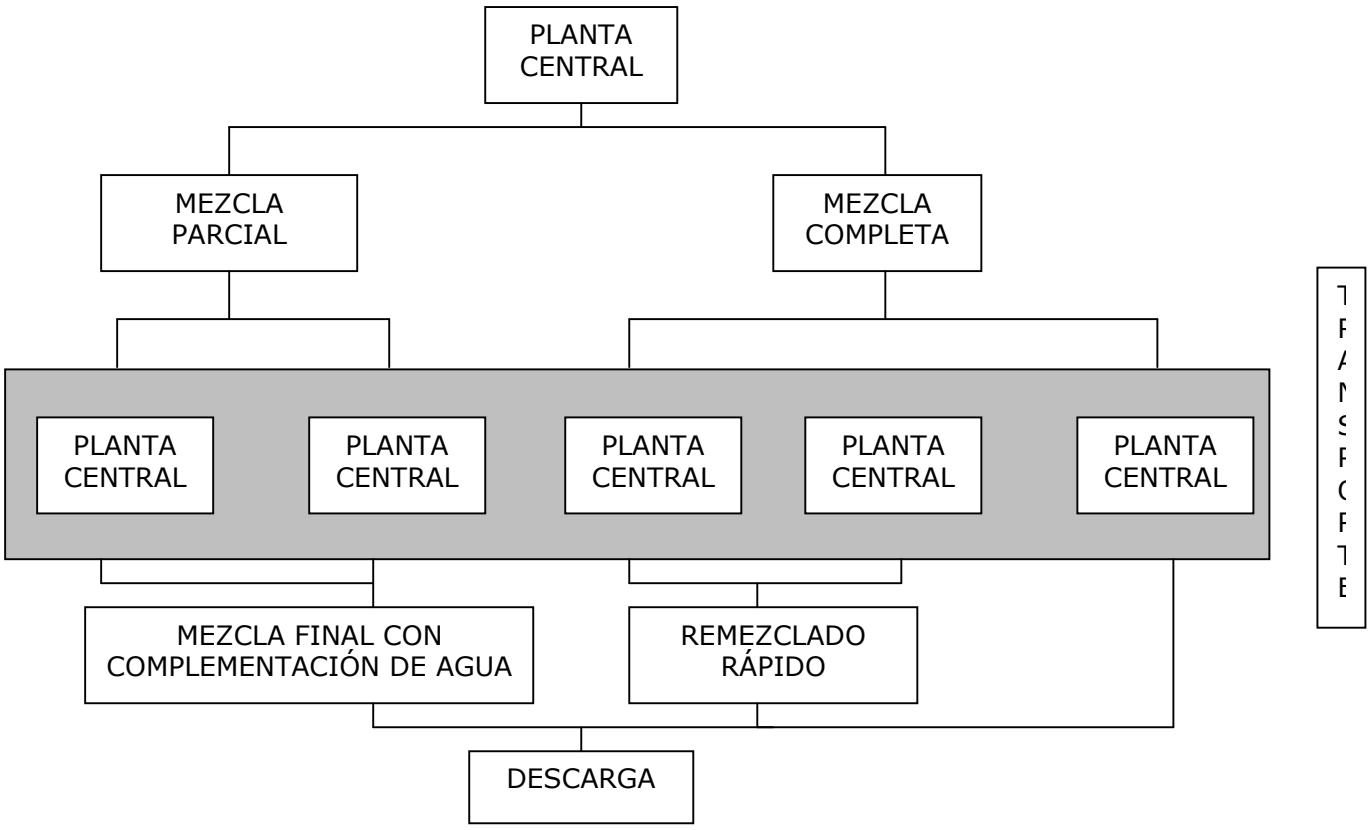

Figura 8

El transporte es la operación que demanda más tiempo, que más encarece la mezcla y que exige ciertas precauciones para que no se produzca detrimento en las propiedades del hormigón. La eficiencia del sistema de transporte de una planta está asociada a la imagen del nivel de los servicios prestados, a tal punto que se puede decir que las empresas de elaboración de hormigón son esencialmente empresas de transporte.

Durante el transporte ocurre, en general, una disminución de trabajabilidad del hormigón, debida a una reducción del agua de la mezcla

y a un aumento de los requerimientos de ese componente, como lo indica la Fig. 9

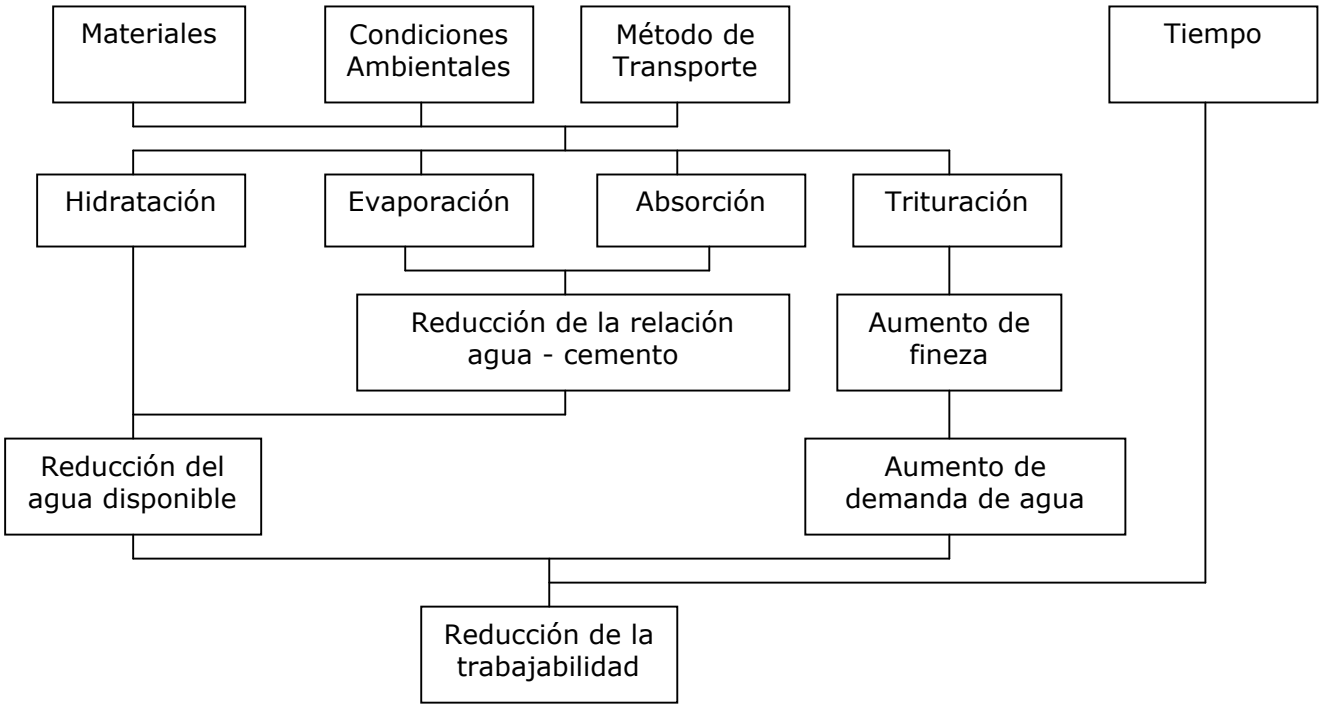

Figura 9

Solamente cuando la causa de ese fenómeno fuera debida a evaporación o absorción, la adición de agua, compensando la que se perdió, puede hacerse sin perjuicio de las cualidades del hormigón. No obstante persiste la dificultad de determinar exactamente la cantidad de agua a reponer. Esa dificultad aumenta en el caso de ocurrencia simultánea de hidratación y trituración de los agregados.

En cualquier caso esos problemas sólo ocurren o se agravan con la prolongación del tiempo de transporte y descarga. Las Figs. 10 y 11 muestran dos ejemplos de variación de la resistencia y del asentamiento con el tiempo. En el primer caso hubo un sensible aumento de resistencia seguido de una caída brusca y en el segundo se produjo inicialmente una pequeña disminución de la resistencia, también seguida de una caída brusca. En ambos casos el asentamiento decreció progresivamente.

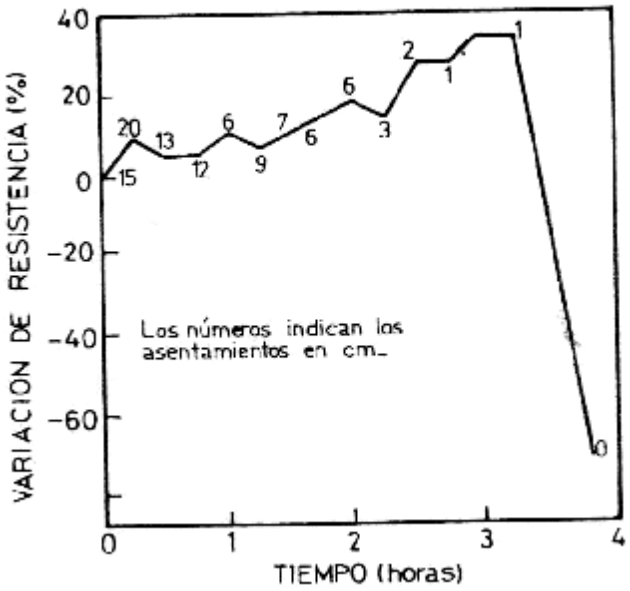

Figura 10 – Resistencia y asentamiento en función del tiempo

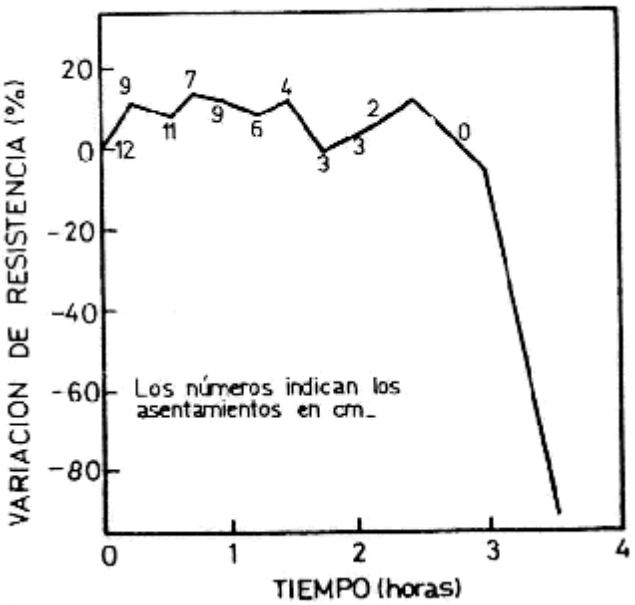

Figura 11 - Resistencia y asentamiento en función del tiempo

Un mezclado prolongado no es una causa directa de pérdida de resistencia. Este inconveniente es consecuencia del aumento de agua con el cual se procura corregir el asentamiento. Las Figs. 12 y 13 ilustran el efecto de la adición de agua sobre la resistencia para que el valor del asentamiento se mantenga constante.

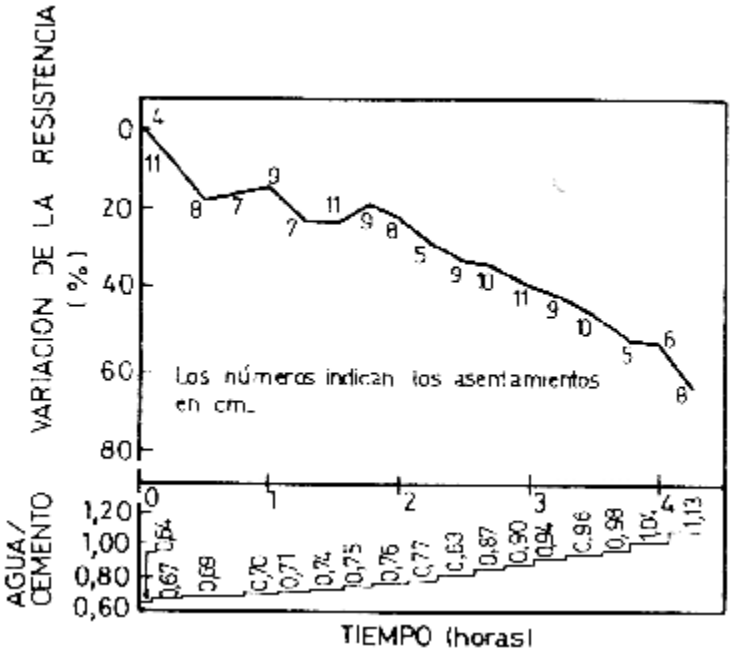

Figura 12 – Variación de la resistencia con el tiempo

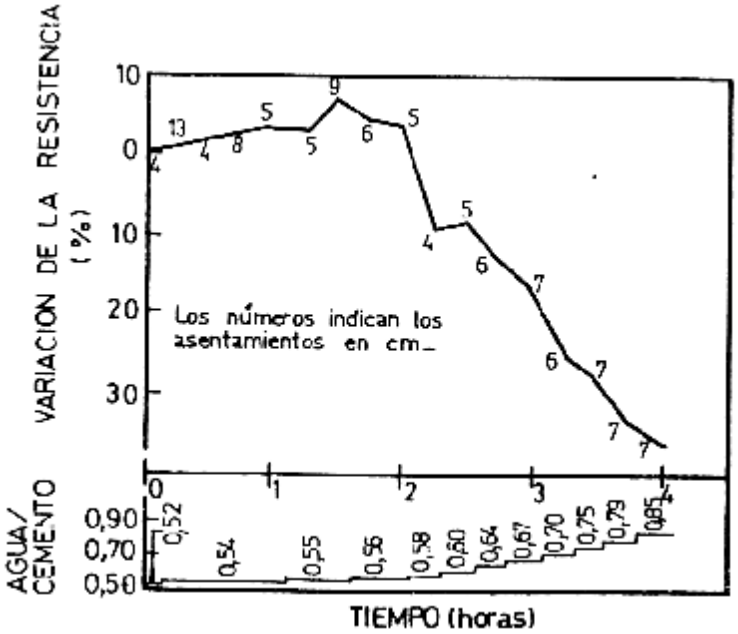

Figura 13 – Variación de la resistencia con el tiempo

Puede haber, indirectamente, una desmejora de la resistencia emergente de dificultades de densificación del hormigón, si la trabajabilidad fuera baja.

Las normas de hormigón elaborado limitan en general el tiempo de mezclado en alrededor de unos 90 minutos, porque para valores un poco superiores, el asentamiento comienza a acusar disminuciones que exigen correcciones.

En los casos de transporte sin agitación, ese límite se reduce a valores de alrededor de 30 min. En cualquier caso, no obstante, es recomendable la verificación práctica de los tiempos admisibles reales.

El American Concrete Institute, en sus prácticas recomendadas, establece que en los casos de corrección del asentamiento por adición de agua el valor máximo de corrección no debe ser superior a 2,5 cm y que el asentamiento, después de la corrección, nunca sea superior al especificado. Las Figs. 14 a 17 muestran la influencia de diversos factores en la pérdida de trabajabilidad.

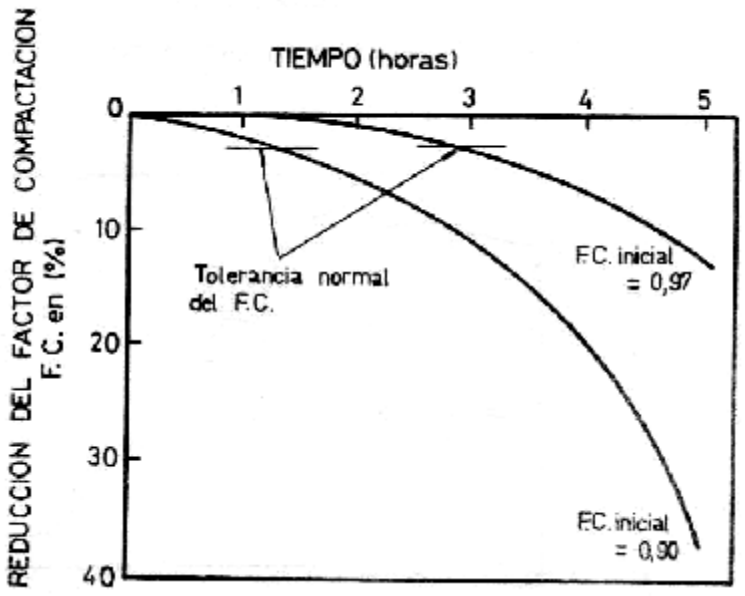

Figura 14 – Pérdida de trabajabilidad en función de la trabajabilidad inicial

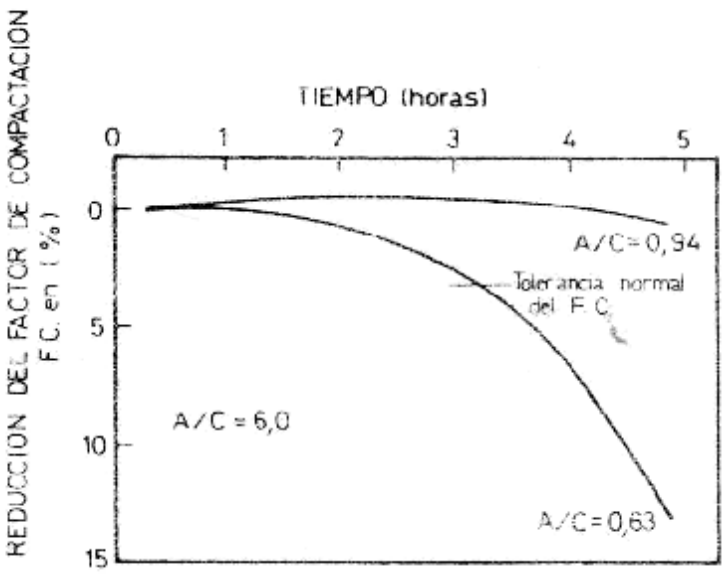

Figura 15 – Pérdida de la trabajabilidad en función de la relación agua – cemento

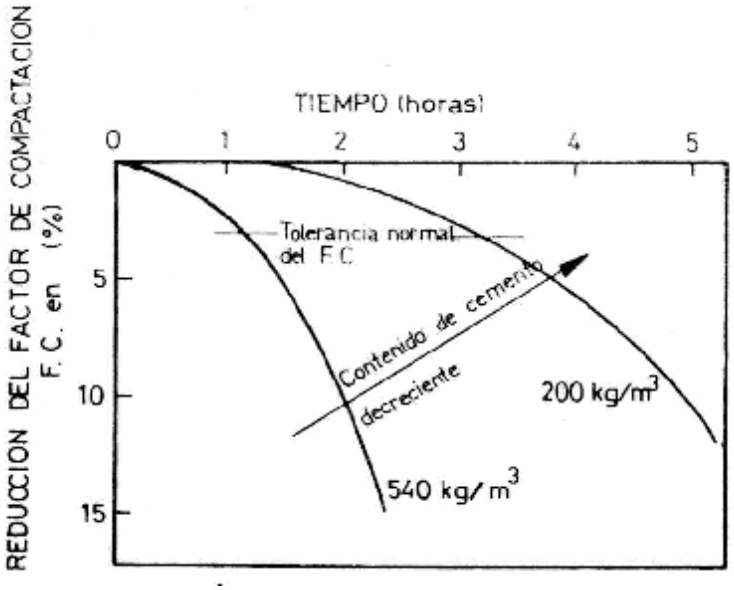

Figura 16 – Pérdida de la trabajabilidad en función del contenido de cemento

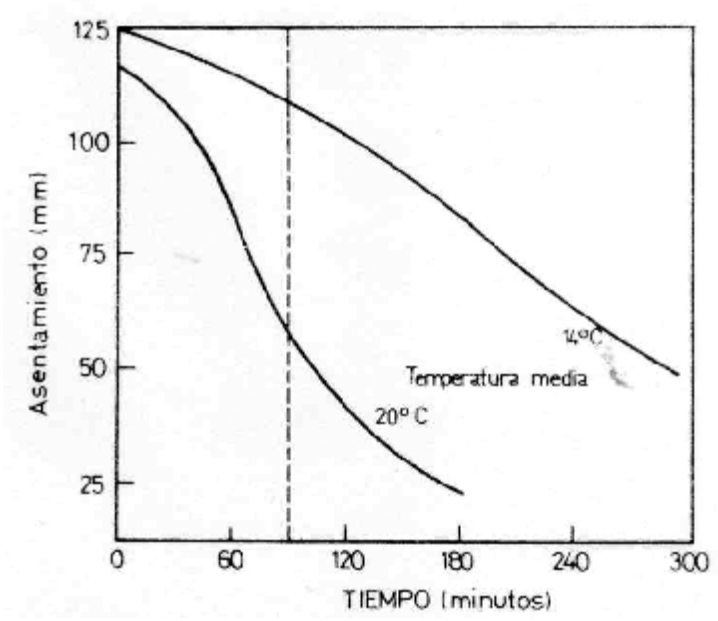

Figura 17 – Influencia de la temperatura en la pérdida de la trabajabilidad

Con el objeto de dar una idea de los valores de asentamiento correspondientes a los del factor de compactación representados en las Figs. 14, 15, y 16, se da en la Fig. 18, una correspondencia aproximada entre esas dos variables.

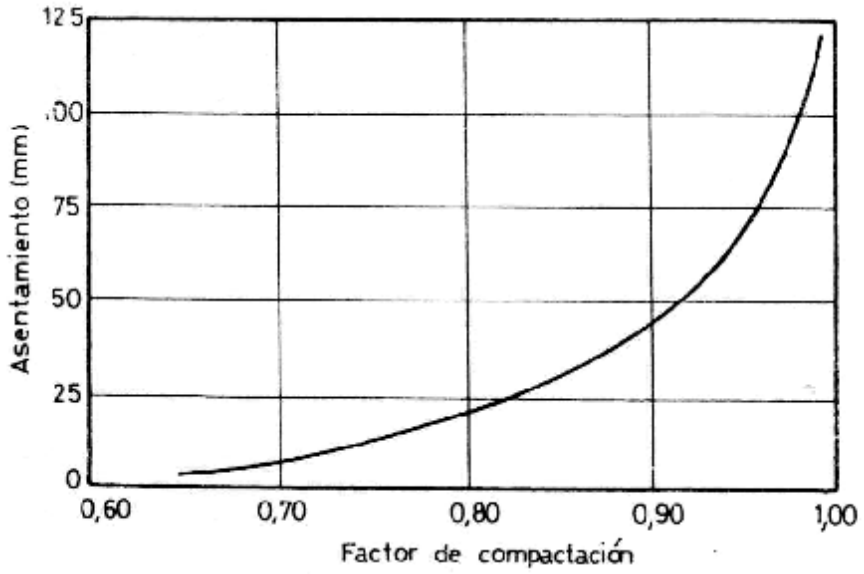

Figura 18

Con el sistema de mezclado parcial (Ver fig. 8), en el cual el complemento de agua y el mezclado final se efectúan inmediatamente antes de la descarga, se consigue evitar muchos de aquellos inconvenientes, principalmente cuando se trabaja con temperaturas elevadas y próximo a

los límites superiores del tiempo de mezclado. Esta práctica es recomendable cuando los tiempos requeridos para el transporte y la descarga son muy grandes.

El transporte a velocidad de agitación (rotación lenta) reduce el posible efecto de trituración de los agregados y el hecho de que la mezcla contenga poco agua, reduce las pérdidas por evaporación.

En estos casos, con una cuadrilla bien entrenada y con un sistema de registro de la máxima cantidad de agua que puede ser agregada para completar la mezcla, se consigue un control eficiente del hormigón y, en el momento de la descarga, se consiguen trabajabilidades dentro de las especificadas.

7. Controles

Comprenden controles de los materiales, de los equipos y de los procedimientos.

El control de los materiales consiste en determinar sus propiedades, su adaptación a las especificaciones técnicas y su clasificación y almacenamiento de acuerdo con su tipo y características, teniendo en cuenta una fácil identificación en el momento de utilización. El control de los equipos radica en la verificación periódica, o siempre que haya duda, del estado de funcionamiento de los equipos de dosificación y mezclado.

En los primeros, en el sentido de que determinen cantidades dentro de los límites de tolerancia especificados, y en los últimos, verificando la eficiencia y homogeneidad de la mezcla.

La constatación de deficiencias debe determinar cual es la acción correctiva a ser ejecutada inmediatamente. En general, un buen mantenimiento preventivo evita cualquier problema.

Los procedimientos son controlados mediante la verificación cuidadosa de las normas de trabajo, que en general es hecha a través de formularios acompañados de un sistema de inspección continua.

El entrenamiento y rotación de operadores de hormigoneras, laboratoristas, inspectores y personal de transporte asegura, en general, el cumplimiento de aquellas prescripciones.

El control de la resistencia, en cierta forma, engloba todos los demás controles realizados en una planta de hormigón. Esto es fácil de comprender considerando que cualquier alteración en las propiedades de los materiales o cualquier error en los procedimientos pueden ser detectados por los resultados de resistencia de probetas.

Para ello es recomendable cierta frecuencia de ensayos cuyos resultados deben ser analizados conjuntamente con los anteriores.

De esta suerte se pueden detectar:

a) Alteraciones del valor medio, que indican tendencias de variaciones de las propiedades de los materiales.
b) Alteraciones de la desviación normal, que indican anomalías en el procedimiento. Un aumento de la desviación significa un procedimiento menos cuidadoso o, en algunos casos, que el equipo de dosificación o de mezcla, o ambos, están en estado precario.

A veces también las variaciones de los materiales pueden influir en la desviación normal de los resultados.

En cualquier caso será posible identificar la causa de la anomalía y adoptar las medidas correctivas. Un método de control usado en Inglaterra y recomendado por la BEMCA es el de las desviaciones acumuladas. Este método tiene la ventaja de acusar pequeñas desviaciones, en relación a un valor adoptado como referencia, tanto para la media como para la desviación normal.

El uso de métodos acelerados de ensayo de hormigones permite, en plazos bastante cortos – del orden de 24 h – obtener buenas estimaciones de la resistencia a 28 d y, cuando fuera el caso, hace posible tomar providencias inmediatas.

8. Comentario Final

La mayor ventaja del hormigón elaborado no es el servicio prestado, considerando la planta como una extensión del ámbito de la obra, y sí la real calidad del producto final – el hormigón endurecido - resultante de la plena aplicación de tecnología, incluso en la ejecución de pequeñas cantidades.

No obstante, las características del hormigón endurecido dependen también de las operaciones finales – transporte dentro de la obra, colocación, densificación y curado. La preparación del hormigón en planta central prácticamente elimina las posibilidades de malos resultados que pueden derivar de las operaciones relativas a dicha preparación.

El control cuidadoso de los materiales, equipos y operaciones ejecutado por la empresa de hormigón, complementado por el control del hormigón fresco y endurecido a través del muestreo, indicará, con seguridad, las providencias correctivas que deben ser tomadas y, en ciertos casos, que piezas o partes de una estructura deben ser reconstruidas.

La responsabilidad en la conducción de ese trabajo es la mejor promoción de este servicio.

Un problema no debe provocar el alejamiento de la empresa de hormigón, sino que, por el contrario, en esa ocasión sus técnicos deben ser convocados para estudiar el asunto juntamente con los técnicos de obra. Para eso las plantas centrales deben disponer de laboratorios bien equipados y personal técnico de esmerada preparación de tal forma que los controles sean ejecutados y registrados de la mejor forma posible.

El principio básico a ser observado es que la planta de hormigón – la hormigonera – suministre un servicio técnico especializado y no apenas una dosificación, mezcla y transporte de cemento, agregados y agua.