ENTENDIENDO EL CONCRETO

13

MITOS Y REALIDADES DEL RETARDO DE FRAGUA DEL CONCRETO PREMEZCLADO EN OBRA

En este artículo se aclaran una serie de conceptos y creencias, con frecuencia errados, que se manejan en las obras civiles cuando ocurre un retardo excesivo en el fraguado del concreto premezclado, ocasionando eventualmente problemas en los cronogramas de trabajo y perjuicios económicos para los constructores. Se establecen finalmente recomendaciones de cómo proceder en cada caso para garantizar la calidad de las estructuras de concreto y evitar problemas potenciales mayores.

1.0 CONSIDERACIONES PRELIMINARES

1.1 TIEMPOS DE FRAGUADO USUALES EN PREMEZCLADO VS TIEMPOS DE FRAGUADO EXCESIVOS

En el artículo No 2 de esta serie : "Concreto en Estado Fresco en la Obra : Las confusiones entre Tiempo de Vida Útil, Trabajabilidad, Tiempo de Fragua y Tiempo de Desencofrado" se explicó en detalle, que debido al ciclo de producción, transporte y descarga del concreto premezclado, todas las empresas de este rubro emplean aditivos plastificantes retardadores, de manera que el constructor disponga del tiempo suficiente para efectuar con eficiencia el proceso de colocación y compactación antes de que ocurra el fraguado inicial.

También se indicó, que para concreto premezclado cuando la temperatura ambiente está en el rango de 24ºC a 28ºC (verano) el fraguado inicial se produce en alrededor de 4 horas y el final a las 5 ½ horas. Cuando el rango de temperatura es del orden de 17ºC a 18ºC (invierno) el fraguado inicial se incrementa a 6 horas y el final a 8 horas.

Estos tiempos de fragua podemos establecerlos entonces como "usuales" en premezclado, son dependientes de la temperatura ambiente, y el constructor debe adaptarlos a la oportunidad del vaciado y desencofrado para que su proceso constructivo sea programable y continuo. Así pues, es corriente que en elementos verticales se realicen las labores de colocación de acero y encofrado desde las primeras horas de la mañana, se programe el vaciado entre la 1:00 p.m. y 3:00 p.m. y se inicie el desencofrado a partir de las 8:00 a.m. del día siguiente para reiniciar el proceso.

Una recomendación de tipo práctico del ACI indica que las estructuras no deben desencofrarse antes de haber transcurrido 8 horas desde el fraguado final.

Con la secuencia descrita previamente, y empleando concreto premezclado, al desencofrar a las 8:00 a.m. ya habrán transcurrido del orden de 10 horas desde el fraguado final en invierno y 12 horas en verano, con lo que se han satisfecho en exceso las 8 horas desde el fraguado final y el concreto ya tiene la rigidez y resistencia suficientes para poderse desencofrar sin problemas.

No obstante, cada vez que en invierno vaciamos más tarde de las 3:00 p.m., nos arriesgamos a que a las 8:00 a.m. aún no hayan transcurrido 8 horas desde el fraguado final, y haya que esperar de 1 hora a 3 horas o más para desencofrar, no porque el tiempo de fraguado sea excesivo y haya que reclamar al proveedor de premezclado, sinó porque el constructor no entiende estos conceptos a cabalidad y no ha adaptado su proceso constructivo al comportamiento usual del concreto en invierno y verano.

Pero cuando por razones ajenas al constructor el concreto premezclado desarrolla tiempos de fraguado inicial y final muy superiores a los usuales, estos se consideran excesivos pues alteran la secuencia de los procesos constructivos antes descritos, y pueden afectar el programa de obra introduciendo costos adicionales y atrasos.

En conclusión, dado que conocer los tiempos de fraguado inicial y final es fundamental para que el constructor pueda programar sus procesos constructivos, es imprescindible que disponga de esta información por parte de su proveedor de premezclado, ya que es un elemento de juicio básico para hacer el programa de obra y evaluar los casos de tiempos de fraguado excesivo y sus consecuencias.

1.2 CAUSAS TÍPICAS DE TIEMPOS DE FRAGUADO EXCESIVOS Y RETARDOS EN OBRA

Sin menoscabo de otras causas menos frecuentes, según nuestra experiencia de más de 35 años en relación constante con la industria de premezclado, en las facetas de productor, contratista, supervisor y consultor especializado, existen 3 causas típicas de tiempos de fraguado excesivos y retardo :

1.2.1 SOBREDOSIFICACIÓN DE ADITIVO

Esta es quizás la causa más frecuente y ocurre inadvertidamente por : 1) mal funcionamiento de los dosadores de aditivo que son equipos muy sensibles a descalibrarse y que algunos proveedores no verifican con la frecuencia debida, 2) por concentración de sólidos en el aditivo en el tanque de almacenaje debido a sedimentación, tiempo excesivo de almacenaje y falta de agitación o mezclado para uniformizar la solución, lo que incrementa indirectamente la dosis y 3) errores humanos en dosaje al agregarse el aditivo manualmente, o digitarse mal la dosis en sistemas automatizados.

1.2.2 LOTES DE ADITIVOS DEFECTUOSOS O INCOMPATIBILIDAD ENTRE LOS ADITIVOS

El control de calidad de los lotes de aditivos por los productores de premezclado se limita normalmente a verificar densidad y porcentaje de sólidos, y dada la dinámica del empleo de los insumos en las plantas, rara vez se efectúan pruebas de desempeño de los lotes previamente a su uso, esperándose detectar los problemas en producción cuando el cliente reclame por retardos.

Otro de los problemas actuales con los aditivos, es que los productores de premezclado en nuestro medio, por reducir sus costos, exigen a los proveedores de aditivos los productos más baratos, que consecuentemente son los menos robustos y eficientes en controlar las propiedades del concreto fresco en cuanto a tiempos de fraguado y pérdida de trabajabilidad en el tiempo, por lo que pequeñas variaciones en las dosis ocasionan cambios radicales en el comportamiento, con consecuencias que alteran el desempeño usual, afectando a la obra y al constructor.

En algunos diseños de mezcla no sólo se usan plastificantes retardadores, sinó que para modificar otras propiedades se emplean simultáneamente superplastificantes, incorporadores de aire, modificadores de viscosidad, etc., y eventualmente la acción combinada de estos productos incrementa los tiempos de fraguado.

1.2.3 CONCRETO REPROCESADO

Quizás no todos los lectores conocen esto, pero todas las empresas de premezclado reprocesan concreto que ha sido devuelto a la planta, por tiempo excesivo en obra, slump fuera de tolerancia, saldos no usados, etc., cuando desechar el volumen involucrado representa un costo importante.

Esto lo permite la Norma ASTM C 94/C94M-17a "Standard Specification for Ready-Mixed Concrete", pero debe efectuarse bajo condiciones controladas en conformidad con la Norma ASTM C1798/C1798M-16e1 "Standard Specification for Returned Fresh Concrete for Use in a New Batch of Ready-Mixed Concrete", de tal manera que se garantice que el producto resultante satisfaga los requerimientos técnicos del cliente.

Un aspecto muy importante que establecen las normas aludidas es que esto debe ser aprobado previamente por el cliente en el acuerdo comercial, y debe indicarse en la Guía de Remisión que se trata de concreto reprocesado.

Lo usual localmente es que los proveedores de premezclado realicen esto de manera bastante empírica y sin informar al cliente, aplicando el criterio conservador de enviar el concreto reprocesado para atender un pedido pendiente de resistencia especificada inferior a la del concreto original retornado, y el cliente nunca se entera de si el concreto que ha recibido es producto del reproceso de un despacho devuelto de otra obra, pues esto no se registra en la guía de remisión.



El lector podría estar pensando que mientras le estén dando concreto con una resistencia superior a la que pidió, se está viendo favorecido con esta práctica, sin embargo debe recordar por un lado que poner en una estructura un concreto de resistencia muy superior a la especificada puede originar zonas con mayor rigidez que la que consideró el diseñador, ocasionando problemas potenciales de fallas frágiles y fisuración no controlada, y por otro lado son fuentes potenciales de retardos de fragua.

Efectivamente, cuando retorna un concreto a la planta y se va a reprocesar, se debe recalcular cuidadosamente el diseño en insumos y/o aditivos para ser añadidos al mixer y generar un nuevo despacho, pero usualmente no se tiene el dato preciso del volumen remanente en el camión, por lo que es común que se sobredosifiquen los aditivos y se originen retardos excesivos en los tiempos de fraguado, debido a esta práctica artesanal.
Normalmente el porcentaje de concreto retornado y reprocesado oscila entre el 1% al 5% de la producción total, y depende de factores atribuibles tanto al productor como al constructor, sin embargo el sentido común indica que cuanto mayor producción tenga un productor de premezclado, habrán mayores probabilidades de que tenga concreto retornado y reprocesado.

Si usted alguna vez ha percibido que uno o varios de los despachos de un concreto de cierta resistencia sorpresivamente reportan resultados sumamente altos a edad temprana y a 28 días, es muy probable que le hayan enviado concreto reprocesado sin su conocimiento, y nunca hay que descartar a priori que esto haya ocurrido también cuando tenga la mala suerte de que le toque un retardo de fragua en obra.

2.0 MITOS Y REALIDADES DEL RETARDO DEL CONCRETO PREMEZCLADO EN OBRA

Nº 1) : El retardo de fragua origina problemas de pérdida de resistencia del concreto

Falso : Los aditivos retardadores actúan bloqueando temporalmente la acción del Aluminato Tricálcico y el Silicato Tricálcico del cemento, y al cesar su efecto el proceso de hidratación se inicia de manera normal con la ventaja de que se produce mayor dispersión e hidratación de las partículas de cemento y en consecuencia aumenta la resistencia a 28 días (Ref.: The Chemistry of Cement and Concrete by F.M. Lea Fourth Edition 2,003).

Hemos participado en numerosos casos donde esto se ha demostrado obteniendo núcleos de las estructuras observadas, comprobándose en la práctica el comportamiento antes mencionado.

Nº 2) : Cuando se produce retardo excesivo, el proveedor de premezclado es el que puede indicar cuando endurecerá el concreto.

Falso : Parafraseando el dicho popular, el proveedor de premezclado "es el último en enterarse" cuando hay un problema de retardo de fragua en obra, pues es el constructor quien lo detecta al momento de querer desencofrar, y cuando le reclama el cliente recién se entera del problema.

No existe un solo caso registrado en que un proveedor de premezclado local haya alertado a su cliente de un retardo probable en los tiempos de fraguado usuales, pues como se podrá apreciar en el punto relativo a las causas típicas de retardo, en todas ellas el productor de concreto ha perdido el control o no lo ha efectuado



eficientemente, y en consecuencia no tiene los elementos de juicio técnicos para predecir cuánto durará el retardo, por lo que no crea cuando le dicen con "seguridad" que espere un cierto número de horas y va a poder desencofrar sin problemas.

Nº 3) : Basta proteger el concreto para que no pierda temperatura y no esté expuesto a acciones mecánicas, y al acabar el efecto temporal del retardo no se afectará la calidad.

Verdadero : Si se trata de una estructura que no afecta la ruta crítica del programa de obra y/o mantenerla encofrada no le origina perjuicios económicos, basta proteger el elemento cubriéndolo con plástico u otro material aislante y evitar que el personal lo toque o aplique acciones mecánicas que alteren su integridad, con lo que al acabar el retardo el endurecimiento se dará de manera normal.

Nº 4) : Los retardos de fragua normalmente no duran más de 24 horas.

Falso : Esto es impredecible, y en nuestra experiencia práctica, hemos tenido retardos en obra de hasta 72 horas, debido al empleo de dosis excesivas de superplastificante en concretos autocompactantes, o en concretos reprocesados con dosis elevadas de aditivos plastificante o superplastificantes para incrementar el slump.

Nº 5) : Siempre que no pueda desencofrar el constructor porque el concreto no ha endurecido lo suficiente, se trata de retardo de fragua y es responsabilidad del proveedor de premezclado.

Falso : Cuando el constructor termina de vaciar a partir de las 5:00 p.m. o más tarde en invierno, nunca va a poder desencofrar a primera hora en la mañana pues con concreto de fraguado normal sin retardo excesivo, no habrán transcurrido 8 horas después del fraguado final antes de las 9:00 a.m. a 10:00 a.m. en el mejor de los casos, no teniendo ninguna responsabilidad en esto el proveedor de premezclado, sino el contratista que no ha tomado en cuenta el comportamiento normal del concreto en su proceso constructivo.

Nº 6) : El constructor tiene el derecho de que el proveedor de concreto premezclado le suministre estacionalmente los tiempos de fraguado inicial y final de los concretos que le esté suministrando para planificar adecuadamente su proceso constructivo.

Verdadero : La Norma ASTM C 94 en cualquiera de sus opciones de compra, le asigna el derecho al comprador de que bajo solicitud escrita, el proveedor de premezclado le suministre toda la información técnica de los insumos, fórmula de la mezcla, estadística de resultados de ensayo de compresión por cada diseño y cada planta, y cualquier dato técnico relativo al desempeño de cada diseño contratado, lo que incluye obviamente los tiempos de fraguado inicial y final bajo diferentes condiciones de humedad y temperatura estacionales.

Nº 7) : Siempre es necesario obtener núcleos con perforadora diamantina para "asegurarse" de que la resistencia del concreto no ha sido afectada por el retardo.

Falso : Si se cuenta con los testigos cilíndricos muestreados del concreto que manifiesta el retardo de fragua, basta proceder a aplicarles el curado estandarizado apenas se produzca el fraguado final, que considera un mínimo 95% de humedad relativa y



temperatura en el rango de 21ºC a 25ºC hasta la edad de ensayo, y al ensayarlos esta resistencia será totalmente representativa de la estructura, no habiendo razón técnica para exigir núcleos si se cuenta con estos especímenes, obviándose un proceso caro, lento y totalmente innecesario para estos casos.

Nº 8) : El único responsable de retardo excesivo en el concreto es el proveedor de premezclado.

Verdadero : En las opciones de compra previstas en la Norma ASTM C 94 en que el proveedor de premezclado se hace cargo del diseño de mezcla y los insumos, automáticamente es el único responsable de problemas de desempeño como el de retardo excesivo en los tiempos de fraguado, en los que el constructor o usuario no tiene ninguna injerencia.

Nº 9) : Es imposible determinar las causas de retardo excesivo en los tiempos de fraguado para un caso en particular.

Falso : Si el proveedor de premezclado tiene implementado un sistema de control de calidad para los insumos y el producto final, y aún más cuando cuenta con un Sistema de Aseguramiento de la Calidad para todos sus procesos, significa que dispone de las herramientas para que sobre la base de la trazabilidad, pueda reconstruir los procesos y detectar en qué etapa ocurrió la disconformidad y su causa probable. Lo que sucede en la práctica es que algunas empresas de premezclado para cuidar su imagen y minimizar la trascendencia de la disconformidad, no son transparentes con el cliente y no reportan la causa real del problema. culpando al aditivo, a un hecho fortuito, o a alguna contaminación impredecible, para no perder la confianza del constructor.

Nº 10) : Los problemas de retardo de fragua sólo ocurren en las empresas productoras de premezclado con control de calidad deficiente.

Falso : La producción de concreto premezclado es un proceso complejo con muchas variables y muy sensible a generar desviaciones o disconformidades, incluso con sistemas de aseguramiento de la calidad, ya que muchas de sus etapas dependen de criterios, acciones y decisiones a cargo de personas, luego la posibilidad de error siempre está implícita.

En el caso de los retardos de fragua se aplica el conocido refrán de "al mejor cazador se le escapa la paloma", ya que si revisamos las causas de estos fenómenos, se concluye que eventualmente le puede ocurrir a las mejores empresas, siendo el reto lograr que su frecuencia sea mínima, para no afectar la calidad general de sus productos y procesos, así como su imagen.

3.0 RECOMENDACIONES EN RELACIÓN A RETARDOS DE FRAGUA DEL CONCRETO PREMEZCLADOEN OBRA

A Se debe capacitar al personal de obra responsable del desencofrado de las estructuras, para que dentro de sus protocolos verifique el endurecimiento del concreto antes de proceder a aflojar paneles, puntales y retirarlos, pues cuando ha habido retardo de fragua estas acciones pueden ocasionar deformaciones y/o fisuras que comprometan el desempeño estructural.

B Si han transcurrido 24 horas desde el vaciado, y el concreto aún no tiene fraguado final, siendo que la demora en desencofrar compromete la ruta crítica, es recomendable en elementos verticales (placas, columnas) proceder a desarmar el encofrado, desechar el concreto cuando aún es fácil hacer esto, y reclamar su reposición al proveedor de premezclado retomando el control del proceso, ya que el esperar que endurezca



siendo impredecible el tiempo de espera, probablemente va a traer mayores perjuicios en el cronograma y en los aspectos económicos.

C Si el elemento comprometido con el retardo es una vereda o una losa sobre terreno que no afecta la ruta crítica del proyecto, hay que protegerla con plástico, mantas de yute, bolsas de cemento, etc. para que no pierda humedad y temperatura, cuidando además que no circulen sobre ella peatones o vehículos mientras no se verifique la rigidez total. Una vez endurecido el elemento su calidad y desarrollo de resistencia no se verá afectada.

D Si el elemento comprometido con el retardo es una losa encofrada o una viga y usualmente se decide esperar que endurezca por las complicaciones en desechar el concreto y volverlo a vaciar, hay que protegerla con plástico, mantas de yute, bolsas de cemento, etc. para que no pierda humedad y temperatura, cuidando además que no circulen sobre ella, ni se depositen cargas mientras no se verifique la rigidez total. Una vez endurecido el elemento su calidad y desarrollo de resistencia no se verá afectada.

E Si se dispone de testigos estándar del concreto con retardo, es muy importante también protegerlos hasta que endurezcan y proceder con las condiciones de transporte, curado y ensayo estandarizadas para evidenciar que la resistencia no ha sido afectada.

F Si durante el desarrollo de su proyecto ocurre más de un caso de retardo de fragua, es señal de un problema de calidad sistemático que no puede controlar su proveedor de premezclado, por lo que es recomendable tener siempre la opción de reemplazarlo por otro que le ofrezca más confianza en el control del comportamiento del concreto y la continuidad de su obra.

G Siempre solicite por escrito a su proveedor de premezclado que en su expediente técnico incluya los tiempos de fraguado inicial y final de los concretos contratados, así como las tasas de pérdida de trabajabilidad en pulgadas de slump/hora, tanto para verano como para invierno, ya que con esta información podrá programar mejor sus procesos de vaciado y desencofrado y tendrá los argumentos para hacer el reclamo técnico objetivo al proveedor cuando detecte disconformidades.

H Es recomendable documentar los vaciados de concreto registrando los tiempos de salida del mixer de planta, tiempo de llegada a obra, tiempo de espera antes de vaciar, tiempo de descarga, ubicación del concreto en la estructura vaciada y las propiedades en estado fresco (slump, temperatura, porcentaje de aire, etc.) para disponer de toda la información en caso de retardo u otra disconformidad, donde sea necesario establecer la trazabilidad para identificar el origen del problema y tomar acciones oportunas.

I Esté alerta a variaciones en el comportamiento del concreto, y en particular a retardos de fragua cuando hay cambio de estación de verano a invierno, o viceversa, pues los proveedores de premezclado usan aditivos diferentes en cada caso, y en los periodos de tránsito en que el clima aún es variable no es inusual que ocurran imprevistos en pérdida de slump y/o retardos que afecten el proceso constructivo en obra.

J Siempre recuerde que en el control del concreto, la mejor estrategia es la prevención, y tener los conocimientos técnicos por lo menos iguales, o superiores a los de su proveedor, de otra manera estará en gran desventaja si ocurre que su interlocutor no maneja estos temas con la transparencia y seriedad profesional debida, y le cuenta sólo lo que usted quiere escuchar, o le inventa una excusa sin sustento.

