

REPARACION DEL CONCRETO MEDIANTE EL USO DE MORTERO O CONCRETO CON POLIMERO.

Dado que estas resinas epoxicas son tambien adhesivos excelentes, se utilizan muchas veces como elementos unicos de union en morteros o concretos, en sustitucion de la pasta de cemento Portland. Los materiales que resultan -mortero o concreto- son extremadamente resistentes, teniendo un modulo de elasticidad relativamente bajo, y una gran resistencia a los agentes quimicos. Por estas razones, los sistemas de curado inmediato pueden utilizarse para permitir que las areas reparadas sean puestas en servicio dos o tres horas despues de la colocacion del mortero o concreto.

La grafica # 4 muestra la resistencia desarrollada -en funcion del tiempo- por un mortero de resina epoxica. La figura # 5 muestra una relacion tipica de esfuerzo- deformacion.

El proporcionamiento de muestras de concreto o de mortero empleando solo resinas epoxicas como aglutinante, seguira los procedimientos comunes usados para el proporcionamiento de concretos o morteros de cemento Portland; la resina debe usarse en cantidad suficiente para llenar los vacios existentes entre las particulas del agregado usado, si los vacios en el concreto o mortero de resina epoxica exceden del 12% el mortero o concreto resultante sera poroso y tendra una baja resistencia a la accion de las heladas y permitira el paso de soluciones quimicas o soluciones salinas para descongelar.

Cuando usamos concreto o mortero de resinas epoxicas para reparar el concreto existente, la superficie a la cual se aplica este, debe ser preparada inicialmente con la misma resina usada como adhesivo. Si no se sigue este tratamiento inicial, el concreto subyacente puede absorber resina del mortero o del concreto dejando una linea con menor contenido de resina en la interfase con la consiguiente disminucion en la adherencia.

Las grietas en el concreto pueden ser selladas en forma efectiva mediante el uso de resinas epoxicas de baja densidad coladas a presion; la superficie reparada puede ser acabada con mortero o concreto convencional, modificada con polimero o con polimero solamente. La seleccion del sistema adecuado dara como resultado una reparacion economica y duradera.

Traducción: Eliézar Gracia Leal.
Revisión de traducción: Raymundo Rivera Villarreal.

PRESENTE Y FUTURO DE ADITIVOS PARA CONCRETO.

El concreto es uno de los materiales mas versatiles y a su vez el que mas se abusa de todos los que tenemos que usar en nuestros tiempos. El progreso que se ha hecho a traves de los años en la produccion y el uso del concreto ha sido enorme. En el mundo entero se producen y utilizan millones de toneladas de concreto cada año. Este material es el fundamento de la estructura de casi todas las ciudades modernas. Sin embargo, los defectos de los concretos han sido una gran preocupacion para los ingenieros y constructores. Los defectos mas comunes son la fisuracion, la segregacion y el deterioro por los agentes quimicos. En este articulo se discuten algunos de los problemas actuales y se hace un estudio de las tendencias futuras de los aditivos para concreto.

H. Dodson*

Los fabricantes de cemento y los productores de concreto reconocen estos problemas, pero las soluciones que se han encontrado hasta ahora no han sido satisfactorias. Como resultado, los defectos de los concretos han aumentado en cantidad y en costo. En algunos casos, el costo de reparacion puede ser tan alto como el costo del concreto original. Por lo tanto, es necesario encontrar soluciones que permitan producir un concreto de mayor calidad y con menor costo.

Se han revisado los diferentes mecanismos mediante los cuales operan los aditivos quimicos disponibles en el mercado, y se ha comprobado que dependen de la composicion quimica del cemento Portland que se esta hidratando. En la suposicion de que ningun cambio importante ocurrira en la composicion quimica del cemento, se presentan innovaciones en la tecnologia de los aditivos y se discute su impacto en las propiedades del concreto.

La Sociedad Americana de Ingenieros de Materiales (ASCE) y el Instituto Americano del Concreto (ACI) han publicado recientemente un libro sobre aditivos para concreto. Este libro es una excelente referencia para los ingenieros y constructores interesados en este tema.

El material distinto del agua, agregados y cemento hidratado que se encuentra en el concreto o mortero y que se añade a la mezcla antes de mezclarlo.

Esta definicion cubre un amplio rango de materiales. Por ejemplo, el reportero del Comité ACI 312, titulado "Aditivos para Concreto", enlista algunas de las clasificaciones para aditivos de acuerdo con el tipo de materiales que contienen los aditivos o los efectos característicos de su uso. También se mencionan algunos de los aditivos importantes para los cuales se han usado aditivos. Gerente de Servicios Técnicos de Productos de Cemento y de Concreto. División de Productos de Construcción. W. R. Grace & Co.

PRESENTES Y FUTURO DE ADITIVOS PARA CONCRETO.

El concreto es uno de los materiales más versátiles y a su vez del que más se abusa de todos los que tenemos que usar en nuestros tiempos. Irónicamente, el progreso que se ha hecho a través de los años en la producción y el uso del concreto ha ido acompañado de un constante incremento en el abuso del material.

Los romanos construyeron muelles, acueductos y edificios que aún existen. Usaban materiales que de acuerdo a las normas actuales eran completamente inadecuados e inferiores. Sin embargo, dos de los secretos de su éxito para construir estructuras duraderas eran el material humano y el tiempo. Nosotros no tenemos ninguna de estas dos condiciones disponibles en la era moderna. Hemos estado luchando continuamente para obtener un producto que se pueda manejar y colocar con el mínimo trabajo. Al mismo tiempo, hemos estado tratando de disminuir el tiempo necesario para desarrollar suficiente resistencia para poner en servicio el concreto. Más específicamente, en los "buenos tiempos" se requerían de cuando menos 28 días en desarrollar la resistencia que ahora queremos en 3 días.

Tanto los fabricantes de cemento como los productores de concreto reconocen estos hechos, pero las demandas del consumidor en este competitivo mercado, los han forzado a enfrentarse con los requerimientos actuales, a menudo sacrificando la calidad. Como un ejemplo, los fabricantes de cemento han incrementado la finura de su producto desde 1,200 a 1,400 de área superficial Wagner hasta tan alto como 2,000 para un cemento Tipo I. Gran parte de la resistencia ganada que es producto de este aumento en la finura es, sin embargo, nulificada por la demanda adicional de agua por parte del consumidor, para hacer más fácil el colado. Todavía sabemos que la tendencia actual es de vaciar, más que colocar el concreto.

Por muchos años la industria química ha estado consciente de estos problemas y ha intentado ayudar tanto al fabricante de cemento como al productor de concreto a enfrentarse a las demandas del consumidor sin dejar de mantener un producto de calidad. Como resultado, los químicos han desarrollado una gran variedad de materiales, que cuando se añaden al concreto, afectan algunas propiedades como la durabilidad, la demanda de agua y el tiempo de fraguado. Estas sustancias químicas añadidas se llaman aditivos, y la industria química está haciendo un decidido esfuerzo, para mejorar la calidad y el desarrollo del concreto a través del uso de los aditivos. No existe ninguna razón para creer que este compromiso se vaya a abandonar en el futuro.

La Sociedad Americana de Ensayo de Materiales (ASTM) reconoce la importancia de los aditivos; así como el Instituto Americano del Concreto (ACI). En la Publicación ACI SP-19, titulada "Terminología del Cemento y del Concreto", un aditivo se define como sigue:

"Un material distinto del agua, agregados y cemento hidráulico, usado como ingrediente del concreto o mortero y que se añade a la revoltura inmediatamente antes o durante el mezclado."

Esta definición cubre un amplio rango de materiales. Por ejemplo, el reporte del Comité ACI 212, titulado "Aditivos para Concreto", enlista 15 diferentes clasificaciones para aditivos, de acuerdo con el tipo de materiales que constituyen los aditivos o los efectos característicos de su uso. También enlista 18 diferentes propósitos importantes para los cuales se han usado aditivos. Consideremos primero los aditivos del presente, antes de intentar asomarnos al futuro. Un mejor entendimiento de cómo y qué hacen los aditivos en y para el concreto, aumentará la apreciación de lo que guarda el futuro.

La mayoría de los aditivos de hoy, cumplen su propósito o "hacen su cometido" en el concreto por medio de uno o más de tres procesos.

- Dispersando el cemento.
- Alterando la relación de la reacción del cemento con el agua.
- Reaccionando con los productos de la reacción del cemento con el agua.

Para ilustrar mejor este punto, aquellos tipos de aditivos que, en opinión del autor, están teniendo un impacto dramático en el mercado del concreto de hoy, se enlistan en la Tabla I por función y comportamiento.

TABLA I

<u>Función del aditivo</u>	<u>Comportamiento del aditivo</u>
Reducción de agua	Dispersión del cemento
Cambio en el tiempo de fraguado	Alteración en razón de la hidratación del cemento
Inclusión de aire	Reacción con productos de la hidratación.
Acción puzolánica	Reacción con productos de la hidratación

Los primeros dos de estos cuatro tipos, se definen en un "comportamiento en el concreto" con base en la designación ASTM C-494. El tercero y cuarto tipos, se definen bajo las mismas bases, en la ASTM C-260 y C-311, respectivamente.

De todo el cemento usado en los Estados Unidos durante 1974, aproximadamente la tercera parte fue tratado con el primer tipo y como dos terceras partes fue tratado con el tercer tipo. No hay números disponibles suficientemente confiables que cubran el grado de uso de la segunda y cuarta clases de aditivos, pero es bien sabido que el uso de la ceniza, un miembro del cuarto grupo, está creciendo.

Con respecto al primer tipo, el efecto dispersante del aditivo, le permite a uno usar menos agua en el concreto sin disminución de la docilidad y plasticidad de la mezcla. Algunos de los resultados del uso excesivo de agua en el concreto se enlistan en la Tabla II.

TABLA II

1. Aumenta o causa la segregación de la mezcla.
2. Sangrado excesivo - formación de vetas arenosas.
 - tubificación.
 - formación de huecos entre el mortero y el agregado.
 - retrasos en el acabado.
 - aumento en la formación de escamas y de polvo.
3. Aumento de la permeabilidad.
4. Aumento en la contracción por secado.
5. Disminución en la resistencia.

Mientras que una cierta cantidad de agua es necesaria para permitir la hidratación del cemento portland y el colado apropiado del concreto, demasiada agua daría como resultado un producto inferior. Puede aumentar o realmente causar la segregación de los agregados en la mezcla, resultando una masa no-homogénea con variaciones en la resistencia. El agregado grueso se separa del mortero y, por lo tanto, carece de aglutinante para sostenerse. El sangrado excesivo es otro problema del exceso de agua. Esto causa la formación de zonas arenosas y la tubificación entre el concreto y la cimbra, ocasionando una pared de mala apariencia al descimbrar. El agua de sangrado también se atrapa bajo las grandes partículas de los agregados que forman huecos. Donde se forman estos huecos, la adherencia entre el mortero y el agregado se reduce grandemente y resulta una estructura más débil. Además de esto, estos huecos forman bolsas o tubificaciones a través de las cuales puede fluir el agua. Por lo tanto el concreto es más permeable y más susceptible a la destrucción por congelación y deshielo. Un sangrado mayor que el normal en piezas planas, también es indeseable. Arrastra finos a la superficie, aumentando en la superficie y retarda las operaciones de acabado. El exceso de finos en la superficie a menudo forma un plano de debilidad, que da como resultado la formación de escamas aún con tránsito ordinario y sin la ayuda de la acción del congelamiento y deshielo. Una mayor relación agua-cemento reduce la resistencia en la superficie haciéndola pobre a la abrasión y, consecuentemente, causando formación de polvo. También aumenta la contracción por secado, la cual se detecta observando el descamamiento de la superficie. La baja resistencia del concreto es probablemente la queja más común que se origina por el uso excesivo del agua. Esto, desde luego, encaja en la curva de la relación agua-cemento sin tomar en cuenta los demás factores.

El uso de un contenido mínimo de agua, sin olvidar la docilidad apropiada, puede avanzar un largo camino enfocado a corregir las deficiencias que pueden aparecer en el concreto. Esta es básicamente la razón de por qué los aditivos reductores de agua son tan populares en el mercado del concreto de calidad de hoy en día. Algunos de los aditivos reductores de agua permitirán hasta un 15 ó 20% de reducción en el contenido de agua, y esto se evaluará más adelante en esta presentación, cuando se consideren los aditivos del futuro.

El segundo tipo general de aditivo, aquéllos que alteran el tiempo de fraguado del concreto, han alcanzado un amplio uso debido a la creciente tendencia

de colar concreto a toda hora, en toda temporada y en todos los climas. Existen básicamente cuatro razones para querer retardar el fraguado del concreto (tabla III).

TABLA III

- 1.- Clima cálido.
- 2.- Ciertas condiciones de trabajo.
- 3.- Prolongados acarreos.
- 4.- Retrasos de la obra.

La primera, tercera y cuarta se explican por sí mismas. Un ejemplo de la segunda, es el colado de la superestructura de puentes donde se desea mantener el concreto en un estado plástico, hasta que todo el concreto se haya colado. Esto elimina la posibilidad de grietas que se forman en el concreto que ha alcanzado su fraguado inicial, antes de que ocurra la deflexión final de las trabes soportantes, como resultado de la aplicación de la carga muerta total.

Los aditivos acelerantes del fraguado se añaden al concreto para lograr básicamente uno de dos propósitos o ambos. (tabla IV).

TABLA IV

- 1.- Incremento de la razón de desarrollo de la resistencia a temprana edad.
- 2.- Acortar el tiempo de fraguado.

Los beneficios que se derivan del uso del aditivo acelerante pueden incluir: descimbrar a más temprana edad, reducir el tiempo de curado y de protección en clima frío, acabado a más temprana edad, poner en servicio la estructura a más temprana edad y parcial o total compensación por los efectos de bajas temperaturas con respecto a la velocidad de desarrollo de la resistencia.

El concreto de cemento Portland obtiene rigidez, o experimenta fraguado, como resultado de la reacción química entre el cemento y el agua. Los aditivos retardantes o acelerantes alteran la velocidad normal a la que esta reacción tiene lugar y a la que nos referimos como hidratación.

Creemos saber cómo los aditivos de hoy alteran la velocidad de hidratación del cemento Portland. Debo repetir la palabra, creemos, porque ese conocimiento ha sido lento en su desarrollo y hay mucho todavía por aprender. Los procesos de hidratación son complicados y el desarrollo de los aditivos que participan en este complejo sistema de reacciones ha sido casi igualmente lento.

Debe hacerse notar que cuando el tiempo de fraguado del cemento Portland se altera usando aditivos existentes, también ocurren otros cambios. Por ejemplo, los aditivos acelerantes que actualmente existen en el mercado producen alta resistencia a temprana edad pero rara vez hacen algo por la resistencia a los días. Por otro lado, los conocidos aditivos retardantes generalmente producen bajas resistencias a temprana edad, pero altas resistencias a los 28 días. Uno de

los futuros desarrollos que yo veo es un aditivo que produzca lo mejor de ambos, alta resistencia a temprana edad; así como alta resistencia a los 28 días.

Los agentes inclusores de aire fueron los primeros aditivos en ganar una amplia aceptación por parte de la industria del concreto y por el contrario de lo que muchos creen, el uso de inclusores de aire en el concreto no está limitado para los climas nórdicos. Algunos de efectos benéficos para el concreto que normalmente se experimentan con el uso adecuado de los aditivos inclusores de aire se enlistan en la tabla V.

TABLA V

Mejor durabilidad bajo congelamiento y deshielo.

Reducida permeabilidad - reducido ataque de álcalis y sulfatos.

Mejor docilidad.

Reducido sangrado - mejor resistencia a la abrasión.

Es cierto que la primera ventaja obtenida del inclusor de aire, fue aquella de reducir los efectos nocivos del congelamiento y deshielo en las superficies de concreto de las carreteras, pero los estudios subsecuentes han indicado que también mejora la durabilidad del concreto en contacto con suelos alcalinos. El inclusor de aire también se ha encontrado útil para plastificar mezclas ásperas, particularmente donde el concreto se tiene que colocar en zonas densamente reforzadas.

El aire incluido intencionalmente del tipo adecuado, es importante que sea elegido correctamente, para que actúe como lubricante del agregado en la mezcla. Las burbujas de aire desarrollan la misma función que si fueran pequeñas esferas de valeros. Estas permiten al agregado, particularmente al material fino, rodar entre ellos mismos con un mínimo de resistencia e interferencia. Estas burbujas, de cierto modo, suplementan la pasta formada por el cemento.

Los aditivos inclusores de aire que más se usan son de naturaleza aniónica y reaccionan con algún producto de la hidratación temprana del cemento, para formar una membrana insoluble alrededor de la burbuja de aire, estabilizándola y permitiéndole retener su tamaño muy pequeño. Diferentes aditivos inclusores de aire producen en el concreto burbujas de aire de diferentes tamaños y este factor tamaño se determina esencialmente por ciertas características físicas de la "membrana" protectora que envuelve a la burbuja. A medida que obtenemos más conocimientos en esta área, es de esperarse que en el futuro veremos aditivos inclusores de aire que funcionarán más eficientemente y efectivamente en todos los concretos; especialmente en aquéllos que contienen ceniza y otros materiales puzolánicos pulverizados.

Lo cual nos conduce al último concepto de la tabla I, acción puzolánica. La ceniza, que es un material puzolánico y generalmente se considera como un producto de desperdicio, problema de contaminación atmosférica, etc., está encontrando o encontrará, su camino hacia el concreto con un crecimiento y con unas cantidades sin precedente. Aunque contribuye muy poco a la resistencia temprana del concreto, reacciona con el tiempo, con uno de los productos hidratantes del cemento para formar un material cementante. Los materiales puzolánicos se usan principalmente para reducir la posibilidad de la reacción álcali-agregado y mejorar la calidad del concreto hecho con agregados marginales. Estos reaccionan lentamente y mejoran la resistencia del concreto a edades avanzadas. Un buen material también lubricará una mezcla por medio del efecto de esferas de valeros y a menudo se usa

como sustituto de la arena para mejorar la docilidad. Estos también se pueden usar como sustituto del cemento, donde la resistencia temprana no sea importante, pero se requiere un mínimo de aumento en la temperatura tal como en el concreto masivo.

Ahora que el estado de conocimientos actuales de los aditivos inclusores de aire han sido brevemente repasados, es justo enfocar a lo que el autor considera desarrollos futuros en esta área de la tecnología. Al tomar este vistazo al futuro, el autor ha hecho la suposición de que no habrá cambios básicos en la composición y química del cemento portland.

Durante lo tratado acerca de los agentes reductores de agua, se hizo hincapié en que el tema de contenido de agua se tocaría otra vez. Teóricamente, para que el cemento pueda hidratarse adecuadamente, todo lo que se necesita es una relación agua-cemento de 0.28. La mayoría del concreto comercial se mezcla con relaciones agua-cemento en el rango de 0.50 a 0.70, o dicho de otra manera, como el doble de agua de la que necesita para su hidratación. El agua adicional se requiere para hacer el concreto dócil y fácil de colar. Toda el agua en exceso de la requerida para la hidratación del cemento, y aquella que pueda ser retenida por fuerzas capilares en la masa endurecida, deben finalmente abandonar el concreto. La pérdida de esta agua dejará huecos en la masa. Como la mayoría de las propiedades del concreto fraguado están relacionadas directamente con la densidad de la pasta, por consiguiente están también relacionadas directamente con la relación agua-cemento. En el futuro, a medida que aprendamos más acerca de la dispersión del cemento en el agua, yo visualizo el desarrollo de aditivos reductores de agua más poderosos, lo suficiente para reducir el agua normalmente requerida de un 30 a un 40% y aun mantener la docilidad de la mezcla. Tal desarrollo por sí mismo, sin embargo, creará o aumentará otro problema -uno que se ha tornado recientemente serio en los últimos años- uno al que nos referimos frecuentemente como "pérdida de revenimiento".

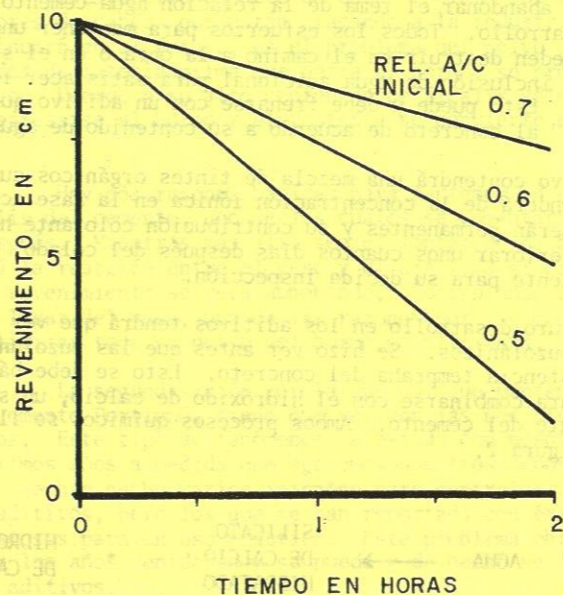


FIGURA No. 1

La figura 1 ilustra, en términos generales, el efecto que tienen las diversas relaciones agua-cemento en el concreto a través del tiempo a temperatura cubierta. La pérdida de revenimiento o disminución de la docilidad, se vuelve más pronunciada a medida que la relación agua cemento inicial del concreto se reduce.

El principal ingrediente del cemento Portland, el silicato tricálcico o C₃S, no experimenta ninguna reacción apreciable con el agua hasta después de varias horas de mezclarse con el agua. Sin embargo, uno de los constituyentes menores, el aluminato tricálcico o fase C₃A si empieza a combinarse inmediatamente después de mezclarse con el agua y puede eliminar de la mezcla hasta un 9% del agua disponible en un período de 30 a 60 minutos. Si el aluminato ferrito tetra-cálcico o fase C₄AF no está debidamente quemado durante el proceso del clinkerización, puede actuar como el C₃A y tomar otro 5 ó 8% de agua durante éste mismo período.

Por lo tanto, el desarrollo de agentes reductores de agua más poderosos tendrá que ser acompañado de un segundo desarrollo -el de un aditivo que retarde la hidratación de las fases C₃A y C₄AF- de tal manera que la mezcla permanezca dócil, con el tiempo, a bajas relaciones agua-cemento.

Otro futuro avance hacia la obtención de una relación agua-cemento menor que la normal, será mediante el uso de la mezcla del agua con otro líquido. El otro líquido, en este caso se considerará como el aditivo. La mezcla de líquidos contendrá justamente el agua necesaria para hidratar el cemento. El segundo líquido no participará ni interferirá con los procesos ordinarios de hidratación y estará presente únicamente para proporcionar docilidad a la mezcla. El segundo líquido, o el aditivo, poseerá, por sí mismo, ciertas propiedades, tales como baja presión de vapor, alta viscosidad, y alta tensión superficial, para que pueda permanecer en los poros capilares del concreto, a lo largo de la vida del concreto, y que no escape de la masa, como sucede con el exceso de agua.

Antes de abandonar el tema de la relación agua-cemento, conviene mencionar un futuro desarrollo. Todos los esfuerzos para mantener una relación agua-cemento baja se pueden destruir en el camino a la obra o en el sitio mismo de la obra, mediante la inclusión de agua adicional para satisfacer los caprichos de un terminador flojo. Esto puede y debe frenarse con un aditivo que literalmente "dará colores claves" al concreto de acuerdo a su contenido de agua.

El aditivo contendrá una mezcla de tintes orgánicos cuyo color final en el concreto dependerá de la concentración iónica en la fase acuosa del concreto. Los tintes no serán permanentes y su contribución colorante hacia el concreto se empezará a deteriorar unos cuantos días después del colado, pero se tendrá el tiempo suficiente para su debida inspección.

Otro futuro desarrollo en los aditivos tendrá que ver con la ceniza y otros materiales puzolánicos. Se hizo ver antes que las puzolanas contribuyen muy poco a la resistencia temprana del concreto. Esto se debe básicamente al tiempo que requieren para combinarse con el hidróxido de calcio, un sub-producto de la reacción hidratante del cemento. Ambos procesos químicos se ilustran en forma sencilla en la figura 2.

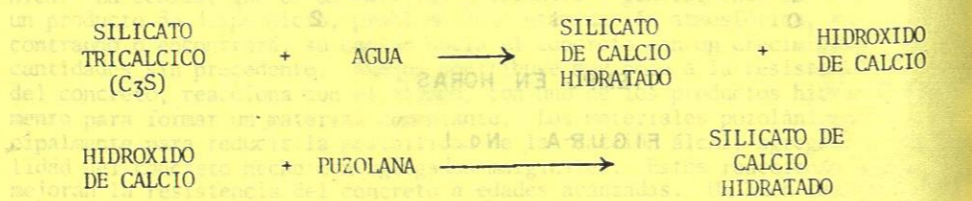


Figura 2

Es la segunda reacción de la figura 2 la que es lenta y por lo tanto, es hasta edades avanzadas que se obtiene la resistencia proporcionada por los productos cementantes, formados por la puzolana. En el futuro, se encontrarán maneras para (1) tratar previamente la puzolana con aditivos que la hagan más activa y (2) tratar el concreto con un aditivo que catalice su reacción con el hidróxido de calcio. Cualquier desarrollo dará como resultado un producto cementante de la reacción, contribuyendo significativamente a la resistencia del concreto, a todas las edades.

Un tercer desarrollo del futuro será un aditivo diseñado para reemplazar o ser un sustituto del yeso en el cemento Portland. El yeso o mezclas de yeso y anhídrita, que ambos son formas naturales del sulfato de calcio, se trituran conjuntamente con el clinker del cemento Portland para controlar la relación en la cual el C₃A y el C₄AF, componentes del cemento, reaccionan con el agua. Ambas formas del sulfato de calcio se combinan con estas fases para formar un compuesto llamado sulfoaluminato de calcio, que incorpora químicamente grandes cantidades de agua de frontera. Esta gran toma de agua es parte de la "pérdida de revenimiento", problema que se discutió con anterioridad. La formación del sulfoaluminato causa que se expanda la pasta. Más tarde en la vida de la pasta, el sulfoaluminato original se convierte a otra forma y esto produce contracción. Además, los sulfoaluminatos, debido a su morfología cristalina, contribuyen muy poco a la resistencia del concreto.

El desarrollo de un aditivo que actúe de tal forma que elimine la necesidad de usar yeso, producirá concreto con:

- mayor estabilidad dimensional.
- menor pérdida de revenimiento.
- mayor resistencia.
- menor costo (probablemente debido a la creciente escasez de buen yeso).

Existe otro aspecto de este problema que merece comentarios. Uno de los dolores de cabeza que están atacando a la industria del cemento hoy en día, que continuará en el futuro, es el problema del polvo de los hornos. Por cada 100 toneladas de materia prima que entra al horno, se producen de 10 a 15 toneladas de polvo. Debido a su alto contenido de álcalis sólo una porción de este polvo puede regresarse al horno y el restante se convierte en un contaminador del ambiente.

Hay dos razones básicas para mantener en un bajo nivel, el contenido de álcalis del cemento, uno de los cuales se comentará aquí, el segundo se mencionará después. Mientras más alto sea el contenido de álcalis en el cemento, más rápida será la reacción entre el yeso y el C₃A (y/o el C₄AF) y el problema de la pérdida de revenimiento se verá aumentado. Controlando la reacción del C₃A con un aditivo en lugar del yeso, una de las razones por las que el fabricante de cemento puede utilizar todo su polvo del horno, se eliminará.

La segunda razón por la que hay que mantener bajo el nivel de álcalis en el cemento Portland, tiene que ver con las posibles nocivas reacciones álcali-agregados. Este tipo de fenómenos ha estado con nosotros por años y empeorará en los próximos años a medida que agotemos nuestros depósitos naturales de buenos agregados. Se han hecho varios intentos para controlar o eliminar la reacción a través de aditivos, pero los que se han reportado con éxito han sido demasiado exóticos y costosos para un uso práctico. Este problema obtendrá una consideración especial en los años venideros y se puede y de hecho se le dará solución por medio del uso de aditivos.

Como una gran parte de nuestros futuros agregados serán hechos por el hombre usando materiales de desperdicio, la probabilidad de interacciones perjudiciales entre esos agregados y el cemento hidratante se incrementará. Aquí hay

otra área donde los aditivos se diseñarán para trabajar ventajosamente en favor del productor de concreto.

Al principio de esta presentación se hizo ver que el concreto es el material para construcción del que más se abusa de todos los que tenemos que usar en estos días. El grado de abuso ha sido en alguna forma aliviado con el uso de los aditivos de hoy en día. Mientras que podría extenderse nuestra imaginación, no está más allá del dominio de lo posible para esperar que estos abusos se eliminarán por completo con los futuros avances tecnológicos en materia prima, métodos de mezclado, colado y acabado del concreto y en aditivos químicos.

El desarrollo de un aditivo que actúe de tal forma que elimine la necesidad de usar yeso, produce un concreto con mayor estabilidad dimensional. Este tipo de aditivo es producido en un horno de pólvora, debido a su alto contenido de álcalis, solo una porción de este puede regresar al horno y el restante se convierte en un contaminador del mismo.

Este otro aspecto de este problema que merece comentarios. Uno de los dolores de cabeza que está atacando a la industria del concreto hoy en día es el contenido en el hormón de los problemas del polvo de los hornos. Por cada tonelada de materia prima que entra al horno, se produce de 10 a 12 toneladas de polvo, debido a su alto contenido de álcalis solo una porción de este puede regresar al horno y el restante se convierte en un contaminador del mismo.

Hay dos razones básicas para mantener un bajo nivel de álcalis en el contenido de álcalis del cemento, una de las cuales se concentra aquí. El segundo es menor el contenido de álcalis en el cemento, más se reduce el contenido de álcalis en el concreto. Continúa la reacción del C₃A y el problema de la expansión de volumen se verá aumentado. Continúa la reacción del C₃A con un aditivo en lugar de yeso, una de las razones por las que el fabricante de cemento puede utilizar todo su polvo del horno, se eliminan.

La segunda razón por la que hay que mantener bajo el nivel de álcalis en el cemento portland, tiene que ver con las posibles nocivas reacciones que se producen. Este tipo de fenómenos ha estado con nosotros por años y esperamos que en los próximos años a medida que agotamos nuestros depósitos naturales de buenos materiales, se han hecho varios intentos para controlar o eliminar la reacción a través de aditivos, pero los que se han reportado con éxito han sido demasiado exóticos y costosos para un uso práctico. Este problema obtendrá una considerable solución en los años venideros y de hecho se le dará solución por medio del uso de aditivos.

Como una gran parte de nuestros futuros agregados serán hechos por el hombre usando materiales de desperdicio, la posibilidad de interacción entre estos agregados y el cemento portland, se verá aumentada.

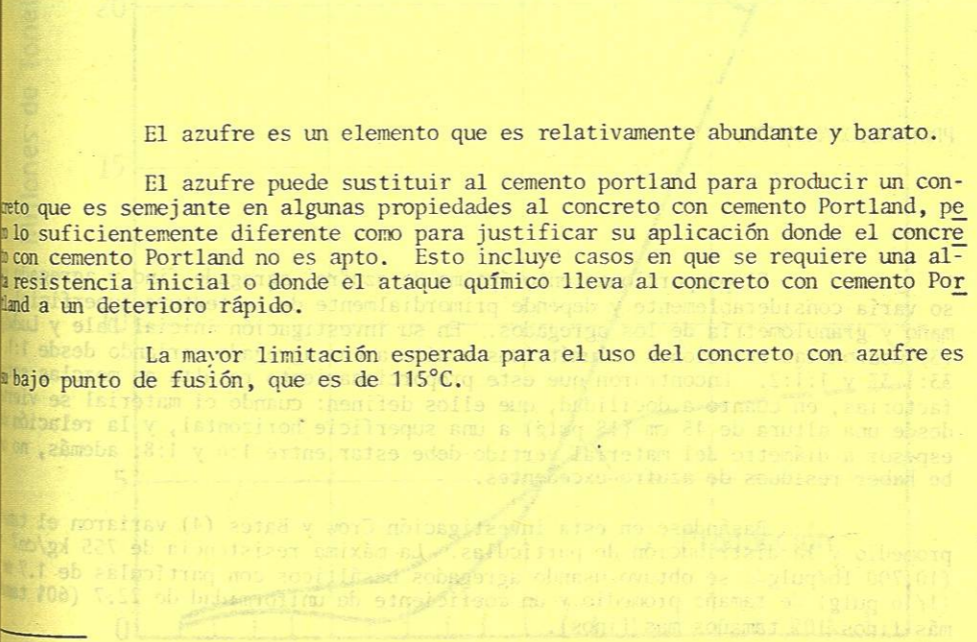
Traducción: Ing. Carlos Macías Campirán.

Figura 1

CONCRETO CON AZUFRE.

PRODUCCION Y ALMACENAMIENTO

El azufre es un elemento que es relativamente abundante y barato. El azufre puede sustituir al cemento portland para producir un concreto que es semejante en algunas propiedades al concreto con cemento Portland, pero lo suficientemente diferente como para justificar su aplicación donde el concreto con cemento Portland no es apto. Esto incluye casos en que se requiere una alta resistencia inicial o donde el ataque químico lleva al concreto con cemento Portland a un deterioro rápido. La mayor limitación esperada para el uso del concreto con azufre es el bajo punto de fusión, que es de 115°C.



Profesor Asociado en la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad de Calgary en Alberta, Canadá. Miembro activo del comité A 23.1 de la Asociación Canadiense de Estándars. Director del Capítulo Albertense del Instituto Americano del Concreto. Miembro del Grupo de Investigación de la Universidad de Calgary.