

- 29 -

615-10 EL CEMENTO PARA LAS OBRAS MEXICANAS DE HORMIGÓN EN MASA

(Mexico's Requirements in Cement For Mass Concrete Projects).

Federico Barona.

De: "ROCK PRODUCTS", 136, Abril 1950.

La "Secretaría de Recursos Hidráulicos" es el equivalente mejicano del famoso "Bureau of Reclamation" de los Estados Unidos, y dedica sus actividades al proyecto, realización y construcción de presas, canales de riego y cualquier otra obra similar que entre dentro del gran Plan de explotación de recursos hidráulicos, del presidente M. Alemán.

El Sr. Barona, hace un estudio-resumen relativo a los cementos empleados en las presas y canales construídos en la nación mejicana desde el año 1926 hasta nuestros días. Para hacerse una idea del programa de obras hidráulicas emprendido por los mejicanos, baste decir que el presupuesto oficial prevé un gasto de 210.000.000 pesos por año. Esta cifra justifica la importancia de los estudios verificados con el fin de ahorrar cemento en las obras en masa realizadas con mezclas pobres. Sin embargo, para que estas masas de hormigón de baja dosificación cumplan las condiciones requeridas (buena durabilidad, resistencia química frente al agua y sales, constancia de volumen, baja retracción por secado, etc.) es necesario que el cemento empleado sea cuidadosamente seleccionado, de tal modo que se evite el exceso de cal y magnesia libres, yeso o aluminato tricálcico, estudiando también la reacción con los álcalis y el efecto destructor de los sulfatos sobre los aluminatos. También la finura del aglomerante es un factor importante a considerar. Cita el autor a este respecto, la última modificación mejicana sobre las especificaciones para obras de hormigón (Febrero de 1948) Norma DGN C1-1948), según la cual se modificaban los contenidos en SO_3 . La modificación, literalmente, dice así:

"Los valores mínimos para el contenido en álcalis ($Na_2O + 0,658 K_2O$), en aluminato tricálcico y para la finura (expresada en superficie -

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

específica Wagner), que poseen una considerable influencia sobre las propiedades del hormigón, son, 0,8 %, 8 % y 1.800 cm²/g. respectivamente. El contenido en trióxido de azufre de cualquier cemento no debe ser superior a 2,0 %, 2,5 %, 3,0 % y 3,5 %, respectivamente, cuando el cemento excede a ninguno, uno, dos o tres de los mínimos antes citados. Por otra parte, el límite inferior en SO₃ no debe ser más bajo que los límites correspondientes menos el 1,0 %."

La especificación anterior es algo confusa pero indica claramente que la cantidad de yeso que ha de añadirse al clinker es tanto mayor - cuanto más elevada sea la proporción de álcalis y AC₃, aumentando también al elevarse el grado de finura.

Aparte de lo antes citado, hay que tener en cuenta que los cementos utilizados en las obras mejicanas de irrigación deben ser sometidos al ensayo de extracción de SO₃ con agua, según el procedimiento de W. Lerch de la PCA.

Menciona luego el Sr. Barona el caso de la construcción de la presa Marte Gómez (1946) en la cual se empleó como árido un material abundante en las proximidades formado por arcilla-arena-grava. Este árido se mezcló con una baja proporción de cemento (130 kg/m³), lo cual proporcionó una masa de hormigón muy trabajable que, aunque no ofrecía gran resistencia, era adecuada para el empleo requerido. Huelga decir que la calidad de la pasta mejorará si se sustituye la arcilla (plastificante) por un eficaz agente de aireado, en proporción tal que se consiga un contenido en aire de 4% en el caso de mezclas pobres. Con ello aumentarán la plasticidad y la resistencia.

De las 18 fábricas de cemento que existen en Méjico, 11 de ellas añaden mineral de hierro a sus crudos con objeto de reducir el contenido en aluminato tricálcico, mientras que en 9 factorías se fabrica cemento exento de álcalis. La adición de mineral de hierro o escorias al crudo deberá hacerse en proporción tal que el clinker contenga menos de 6-8 % de AC₃. La adición de hierro mejora también la aptitud para la cocción.

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

Según el Sr. Barona, que da unas indicaciones relativas a la fabricación de cementos adecuados para la construcción de obras hidráulicas, cuando la relación sílice-álumina del crudo es inferior a 3,75, debe añadirse algún material silíceo tal como cuarzo o arena con objeto de elevar el contenido en silicatos. La suma $SC_2 + SC_3$ no deberá ser inferior a 72% y preferiblemente no menor de 74%. La cocción deberá hacerse a fondo, procurando que la cal libre caiga por debajo de 1,5 %. El control contenido en cal es importante de acuerdo con las dimensiones (sección) de las estructuras de hormigón a construir y de la riqueza en cemento de las mezclas. Para hormigones de gran sección y con una dosificación de 190 kg. de cemento por m^3 , se requiere un cemento de bajo calor de fraguado (con un contenido en SC_3 inferior a 30%).

El contenido en álcalis debe mantenerse bajo y en ningún caso superior a 0,6%, sobre todo cuando se emplean áridos que contienen minerales reactivos tales como ópalo, calcedonia y vidrios. Para corregir y atenuar la expansión debida a los álcalis, puede adicionarse una puzolana cuya actividad sea muy patente, bien intermezclada con el clinker o agregada en la hormigonera; en este último caso, el material puzolánico debe estar muy finamente pulverizado. Cuando se sospecha que pueda haber peligro de expansión por álcalis, debe mezclarse una arena que contenga cierta cantidad de finos.

La molturación del cemento debe hacerse suficientemente fina, (1.650-1.800 $cm^2/g.$). Para ello se recomienda emplear coadyuvantes de molturación y dispositivos de enfriamiento de los molinos por medio de riegos de agua.

En el caso de que se pretenda emplear en obras de la clase considerada, un cemento puzolánico, deben tenerse en cuenta las siguientes prescripciones:

a) Utilícese clinker de alto contenido en SC_3 (no inferior a 45-50%).

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

b) Emplear una puzolana de garantía. Hágase para ello un ensayo con pastas puzolana-cal hidratada, tal como se describe en el artículo de W. J. Arndt: Rock Products, 126, Febrero, 1950 (véase: Últimos Avances nº 13 pág. 51).

c) No debe añadirse más de 20 % de puzolana a 80% de clinker salvo en casos especiales y bien determinados (por ensayos previos).

d) Molturación muy fina. El cemento preparado no debe poseer una superficie específica inferior a 3.400 cm²/g. (ensayo con el aparato de Blaine).

El interesante trabajo de F. Barona haciendo una descripción su cinta de los proyectos de obras en marcha de la S.R.H. de Méjico, tales co mo las presas Morelos, Presidente Alemán, A. Obregon, abastecimiento de - aguas de la capital, túneles de Valsequillo y Lerma y diversas obras de rie go, indicando algunas particularidades de los cementos empleados.

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -