

COMENTARIOS al artículo: «El empleo de las cenizas volantes en la fabricación de hormigones», por Jesús Rodríguez Santiago, publicado en la R.O.P., julio 1988.

Por MANUEL MATEOS DE VICENTE

Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Doctor of Philosophy.
Del grupo de trabajo de la ASTM para la preparación de normas sobre cenizas volantes.

En los últimos años se ha comenzado a tener interés en la utilización de las cenizas volantes, de las que se producen en España actualmente unos **diez millones de toneladas** cada año. Se acumulan en vertederos, algunos de los cuales son montículos visibles a varios kilómetros de distancia.

El artículo de Jesús Rodríguez es uno de los varios que han aparecido últimamente en la Revista de Obras Públicas sobre el tema. Como todos los anteriores aporta información útil y necesaria para la utilización de tal material de desecho industrial; en este se comentan principalmente las especificaciones españolas.

La American Society for Testing and Materials (ASTM) es un organismo privado, que trata de establecer normas uniendo para ello la labor de los siguientes grupos:

Investigadores.

Profesores.

Productores.

Consumidores.

Personas o entes de interés general en el producto.

Personal de laboratorios de control y ensayos.

Empecé a colaborar con la ASTM en 1962. La preparación de una norma ASTM se hace basándose en mucha práctica apoyada por los trabajos de varios laboratorios de categoría análoga al del Instituto Torroja y diseminados por todo el país. Las centrales térmicas que se construyen en el mundo están basadas en la tecnología de dos o tres grupos mundiales de proyectistas, y el carbón procede de los orígenes más dispares. Buena parte del carbón que se quema en las centrales térmicas españolas procede de otros países. Por lo tanto los aspectos

básicos para establecer normas son más bien internacionales.

Los que trabajamos en la preparación de normas ASTM lo hacemos desinteresadamente. Los grupos de trabajo están formados por personas con una amplia gama de intereses. Hay reuniones semestrales, aparte de numerosas consultas por correo entre los miembros del grupo de trabajo. Los análisis de las propuestas se hacen continuamente a lo largo de todo el año para ir preparando los volúmenes anuales con tiempo suficiente. Las normas se actualizan y **se publican cada año.**

He participado en España en grupos de trabajo para la preparación de normas sobre cenizas y he de indicar que los métodos que seguíamos aquí eran muy distintos de los que seguimos en la ASTM.

Cuando en la ASTM hay un voto en contra de alguna norma, esta no se acepta hasta haber aclarado las objeciones. Esto da idea de la fiabilidad de estas especificaciones. Los votos en contra han obligado a veces a realizar una nueva serie de ensayos o análisis. Estos se hacen a nivel nacional, en laboratorios situados en varios Estados, para evitar errores subjetivos. Según parece en España sólo tenemos un laboratorio participando en la preparación de normas.

Mi recomendación, según lo que expongo anteriormente es que **se adopten las normas ASTM.** Es más económico traducir al español las normas ASTM que tratar de preparar otras, más o menos basadas en ellas y/o en los ensayos de tan solo un laboratorio. Me parece más útil que en España *dediquemos tales esfuerzos en averiguar nuevos usos* de las cenizas que en tratar de tener unas normas que

dudo puedan mejorar las ASTM. Hay hasta normas catalanas para las cenizas cuando tenemos las muy completas, muy estudiadas y muy analizadas ASTM, y sólo hay en Cataluña la pequeña central de Cercs (una sola de un total de 20 que hay en toda España).

Las normas ASTM relacionadas con cenizas volantes son las siguientes:

Norma C-311, sobre métodos de muestreo y ensayo para las cenizas volantes o para las puzolanas naturales.

Norma C-618, sobre cenizas volantes o puzolanas naturales, o calcinadas, para usarlas como aditivo mineral en el hormigón de cemento portland.

Norma C-25, sobre métodos de análisis químicos de caliza, cal viva o cal apagada (para analizar las cales a emplear con las cenizas para tener un aglomerante propiamente puzolánico).

Norma C-109, sobre métodos para hallar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico, usando probetas cúbicas de 50 mm. de lado.

Norma C-114, sobre análisis químicos del cemento hidráulico.

Norma C-150, sobre cemento portland.

Norma C-191, sobre tiempo de endurecimiento del cemento hidráulico usando la aguja de vicat.

Norma C-305, sobre la mezcla mecánica de pastas y morteros de cemento hidráulico para determinar la consistencia plástica.

Norma C-593, sobre cenizas volantes y otras puzolanas para usarlas con cal.

Norma C-821, sobre cal para usarla con puzolanas.

Norma D-422, sobre análisis granulométrico (para hallar la finura de las cenizas).

Norma D-560, sobre ensayos de heladicidad de probetas de suelo-cemento (aplicable a probetas de suelo-cemento-cenizas o suelo-cal-cenizas).

Como se ve tenemos normas ASTM para todos los casos de empleo de cenizas volantes y materiales complementarios.

En cuanto al uso de cenizas volantes (que son una puzolana) en el hormigón tenemos la

experiencia de miles de años del uso de puzolanas naturales. Cuando empecé a trabajar sobre la utilización de las cenizas me llamó la atención que **su uso en hormigón era práctica generalizada en Estados Unidos (hace 30 años)**. En mis charlas con Walter N. Handy, quien comercializaba gran parte de los 10 millones de toneladas que producían entonces (1960) en Estados Unidos, me informó que las estaba mandando hasta a Arabia para la construcción de presas de hormigón. Actualmente producen 70 millones de toneladas al año. Como **apenas se utilizaban en la mejora de la estabilidad de las tierras**, concentré mis trabajos de investigación en este aspecto (Referencias 1 y 2).

Ya entonces se conocían las propiedades de las cenizas y otras puzolanas en el hormigón. Por ejemplo en la Referencia 3 se indicaban ya en 1959 los aspectos favorables y desfavorables del uso de las cenizas en el hormigón de cemento portland:

Aspectos favorables (1959 - Ref. 3)

1. Mejoran la trabajabilidad y manejo del hormigón.
2. Reducen el contenido de agua.
3. Eliminan el resudado.
4. Aumentan la densidad.
5. Disminuyen la permeabilidad.
6. Aumentan la resistencia a largo plazo.
7. Reducen el calor de hidratación.
8. Previenen el calor de hidratación.
9. Previenen contra las reacciones químicas (agua del mar, sulfatos, alcali-cemento).
10. Aumentan la resistencia a la heladicidad.
11. Parecía reducían el cambio de volumen.

Aspectos desfavorables (1959 - Ref. 3)

1. Disminuyen la resistencia a 7 y 28 días.
2. Aumentan los requisitos de curado temprano.
3. Aumentan la cantidad de agente aireador.
4. Manejo de las cenizas más difícil que el del cemento.

Ahora podemos preguntarnos **¿qué aportaciones de interés se han hecho en los últimos 30 años?**

Aquellos que quieran utilizar cenizas volantes en el hormigón deben estudiar el efecto de las puzolanas en general; hay literatura muy

abundante sobre el tema desde hace muchos años. En cuanto al uso específico de las cenizas hay tres libros de gran interés, que recomiendo, uno en francés, otro en español, y otro muy reciente en inglés (Referencias 4, 5 y 6).

Como resumen: **Debemos aceptar llanamente las muy completas normas ASTM y dedicar los esfuerzos en hallar algo en el uso de las cenizas.** Cuando me dediqué de lleno a la investigación sobre cenizas volantes *descubrí, entre otras cosas, el cemento más barato del mundo:* las cenizas que debido a su contenido en cal eran verdaderos cementos y que entonces se tiraban a vertedero (Referencias 7 a 10). Actualmente estoy viendo las posibilidades del uso de las cenizas en campos muy distintos de la construcción.

Los horizontes para investigar sobre cenizas siguen siendo muy amplios.

BIBLIOGRAFIA

1. «Recopilación de publicaciones en español de M. Mateos sobre la utilización de las cenizas volantes en construcción». EDITORIAL BELLISCO, Apartado 156.133, Madrid 28080.
2. «A selection of publications on soil mechanics by M. Mateos». EDITORIAL BELLISCO.
3. «Use of fly ash in concrete», by C. T. Wanzer, revista COMBUSTION, febrero 1959.
4. «Les cendres volantes», par A. Jarrige, EDITIONS EYROLLES, Paris, 1971.
5. «Las cenizas volantes y sus aplicaciones», varios autores, ASINEL, Madrid 1970.
6. «Fly ash in cement and concrete», by R. Helmuth, PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, Skokie, Illinois, USA, 1987.
7. «Cementitious properties of some fly ashes without lime additive», by Manuel Mateos and D. T. Davidson, PROCEEDINGS, Iowa Academy of Science, Vol. 69, 1962.
8. «Stabilization of two limestones with fly ash alone», by Manuel Mateos, PROCEEDINGS, Iowa Academy of Science, Vol. 70, 1963.
9. «Sand-fly ash bricks», by M. Mateos, MATERIALS RESEARCH AND STANDARDS, ASTM, Vol 4, Núm. 8, Agosto 1964.
10. «Stabilization of soils with fly ash alone», by Manuel Mateos, HIGHWAY RESEARCH RECORD, Núm. 92, National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, DC, 1964.

CEMENTOS PORTLAND, S.A.

PA-350 CANGREJO

P-450-A.R.I. DIAMANTE

P-550-A.R.I. BRILLANTE (Altísimas resistencias iniciales)

FABRICA EN OLAZAGUTIA (NAVARRA)

Capacidad de producción 1.000.000 toneladas anuales

Estella, 6 - Apartado, 107
PAMPLONA (Navarra)

Telfs.: 21 18 60 - 22 49 65
Télex: 37915 ceop e