

10. Resumen y comentarios

JOSE CALLEJA CARRETE

Dr. en Ciencias Químicas
Coordinador y Ponente General de los IV Coloquios

Excmos. Sres.; Sres. y amigos:

Como coordinador y ponente general de estos IV Coloquios de Directores y Técnicos de Fábricas de Cemento, y después de los detallados informes acerca de las Ponencias y sus debates, presentados por los Secretarios de Sala, no me queda sino hacer lo que pudiera llamarse el resumen de los resúmenes.

Me expreso así por no utilizar, y aún diría que por evitar, la palabra *conclusiones*, demasiado rotunda, ya que de una interesante, amena y muy documentada exposición de opiniones y de puntos de vista como los que aquí se han sustentado, y después del contraste de las ideas a que dicha exposición ha dado lugar, creo que no se puede hacer sino señalar *orientaciones* y poner de manifiesto *tendencias*.

En cuanto a los problemas relativos a la tecnología de la fabricación de cemento, en muchos aspectos cabe decir que suelen presentarse aún en forma de dilema o de planteamiento con dualidad de soluciones. Así, por ejemplo: vía seca o vía húmeda; horno rotatorio u horno vertical; horno rotatorio corto con recuperación u horno rotatorio largo; recuperación por el sistema de parrilla o por el sistema de intercambiador; parrilla de paso simple (en su tiempo), y doble (en la actualidad) de gases; intercambiador con circulación de gases y crudo en paralelo o en contracorriente; horno rotatorio largo con cadenas o con cruces, como sistemas precalentadores, tanto en vía seca como en vía húmeda; secado de materias primas con gases del horno, o con instalación térmica aparte; molienda y secado conjuntos o por separado; molienda en circuito cerrado o en circuito abierto; circuito cerrado con arrastre neumático o con separación centrífuga; etcétera.

Como ven ustedes, han surgido rápidamente doce dilemas, sin contar con los que podrían salir al considerar con más detalle las posibilidades de secado.

Esto es así porque la postura disyuntiva o alternativa es de planteamiento claro. Sin embargo, no siempre es cómodo resolver con ella ni fácil decidir con acierto, máxime cuando la decisión depende de muchas variables cuyo peso específico individual es muy distinto de unos casos particulares a otros.

Es por esto mismo por lo que he rehuido la palabra *conclusiones*, sustituyéndola por *orientaciones* o por *tendencias*, ya que las conclusiones sólo pueden establecerse con carácter firme cuando

son independientes del criterio particular, y cuando las variables implicadas son las mismas y tienen análogo valor relativo en todos los casos, circunstancias que ciertamente no se dan en los tratados.

Por ello, si el dilema vía seca-vía húmeda, por ejemplo, se volviese a plantear dentro de cincuenta años, como se planteó hace diez y se ha planteado ahora, sería muy probable que las circunstanciales conclusiones de entonces fuesen las mismas que antaño y que hogaño, esto es: que en cada caso mandarían las características de las materias primas, el precio del combustible, el balance térmico, la disponibilidad de agua, etc., con lo cual seguiríamos repitiendo lo que ya es harto sabido de todos, y sin posibilidad de aportar nada realmente nuevo e interesante.

Habría que meditar sobre si el planteamiento disyuntivo es o no eficaz para la consecución de conclusiones verdaderas. Creemos que no, o que poco, y que, en consecuencia, el provecho de los temas y la posibilidad de establecer *conclusiones* eficaces dependen decisivamente del acierto en el enfoque y planteamiento de los mismos.

Pese a ello, y habida cuenta de la sustitución de «conclusiones» por «tendencias», y dentro de la citada problemática dualista relativa a máquinas y procesos de fabricación, no dudamos en calificar de certero el planteamiento hecho por el señor Torrénts acerca del dilema vía seca-vía húmeda, por la ponderada objetividad con que ha tratado la intervención de todas las variables influyentes, y por la sutileza con que ha «dejado hablar» a las cifras de distribución mundial de capacidades de producción y de instalaciones de vía seca y húmeda en los últimos años.

No le va en zaga en ponderación la objetiva presentación hecha por el señor García Montón acerca del desarrollo actual del horno rotatorio en general, ni en delicadeza el hecho de haber dado preferencia de trato a los hornos de vía seca, en los que está tan documentado como en los de vía húmeda, con ser mucho, sin dejar de esbozar la llamada marcha «semihúmeda», como solución intermedia de transición, así como el filtrado de la pasta, solución heroica, creemos que en general, y más con filtros-prensa de marcha necesariamente discontinua.

Los sistemas intercambiadores en lecho granulado (parrillas) y en suspensión (ciclones) han sido tratados de una forma comparativa y muy ponderada por el señor Serratosa, profundo conocedor de ambos. Con gran cautela, bien fundada, ha confesado de forma abierta y simpática el compromiso en que se vería él, o quien tuviera que decidir, si no es que se trata de casos muy claros en los que la decisión es inmediata. Por ejemplo, con materias primas y crudos no aptos en absoluto para la granulación, en un caso, o con materiales excesivamente abundantes en álcalis, en otro, es fácil optar.

No podía faltarle un paladín al horno vertical automático moderno, misión que brillantemente ha cumplido el señor Carpi, al considerar, desde un punto de vista técnico y económico, las características, tanto analógicas como diferenciales de este horno, con las de otros sistemas de clinkerización. También en el caso de los hornos verticales automáticos la aptitud o ineptitud de los crudos para granular, cuando son claras, ayudan a la aceptación o al rechazo del sistema.

Todas estas ponencias han dado lugar a otros tantos interesantes y animados coloquios, para dejarnos entrever, unas y otros, las siguientes actuales tendencias, unas muy ligeras y otras más destacadas: hacia el regreso a la vía seca; hacia un cierto equilibrio (¿estable?, ¿inestable?) entre los distintos sistemas de recuperación en hornos cortos; hacia la revalorización del horno vertical.

Algo muy análogo a lo expuesto acerca de vías, hornos, sistemas y procesos de clinkerización, puede repetirse con respecto a circuitos, molinos y métodos de arrastre y separación, en molienda. Las documentadas ponencias del señor Virella, expuestas con el detalle y la precisión a que nos tiene acostumbrados, dejan marcadas las pautas y orientaciones en cuanto a procesos de secado y molienda y a procedimientos a seguir y máquinas a emplear, según las características de los materiales.

Despréndese de ellas y de los correspondientes debates, que parece existir una cierta correspondencia entre materiales y máquinas, en el sentido de la idoneidad de unos para otras y viceversa. Así, por ejemplo, la orientación en la molienda del carbón, como en la de los materiales ligeros y húmedos en general, se mantiene apuntando hacia los molinos ventilados (circuito cerrado con arrastre neumático), en tanto que en la molienda de crudos la tendencia se dirige hacia el circuito cerrado con separador centrífugo. La verdadera disyuntiva está en la molienda del cemento, en la que parecen dar resultados muy análogos, y buenos, desde luego, el circuito cerrado con separador centrífugo y el circuito abierto, al menos por lo que se refiere a cementos normales. Mas, como siempre, la solución final de esta disyuntiva no puede venir sino del campo experimental y del correcto análisis estadístico de los resultados, como ha apuntado el señor Virella, abundando en opiniones sustentadas por el señor Sarabia, y que personalmente no puedo menos de suscribir.

En cuanto a tendencias actuales en materia de maquinaria en general y hornos y molinos en particular, los representantes de las firmas productoras de maquinaria para la fabricación de cemento, bien en sus intervenciones directas, o bien en los coloquios suscitados por otras ponencias, han tenido la oportunidad de exponer y puntualizar acerca de las características de sus respectivas producciones, contribuyendo muy valiosamente a aclarar ideas y a aportar datos técnicos y económicos francamente orientativos.

Tomaron parte los señores Foerschler, Kirkegaard, Klein, Loesche, Matthias y Ruegg, de las firmas Klockner-Humboldt-Deutz, A. G.; F. L. Smidth y Cía., S. A.; Polysius, S. A.; Loesche, A. G.; Krupp Maschinen und Stahlbau, y Escher Wyss, S. A., respectivamente, tratando sobre sistemas intercambiadores de calor, grandes hornos, recuperadores de parrilla, hornos verticales y molienda.

Debates de sumo interés han sido planteados por las ponencias relativas a los Pliegos de Condiciones y a la Homologación y Control de la Calidad, en correspondencia con la precisión y acierto con que los respectivos temas han sido expuestos por los señores Benito y Balaguer. La idea que de estos debates se saca es la de que estas materias son siempre algo vivo y palpitante, de permanente interés, susceptible de constantes depuraciones y mejoras, y que de ahora en adelante ha de requerir aún más profunda y continuada atención y dedicación. Ya se apuntan algunas de estas modificaciones que tal vez en los próximos Coloquios se puedan exponer.

Sabido es que nuestro PCCH-64 aplica el método de ensayo RILEM-CEMBUREAU. En estos organismos son temas candentes, como en la ISO, el establecimiento de métodos para determinar la durabilidad, la retracción y el calor de hidratación. En cuanto a este último, me atrevo a decir que nada hay que inventar, pues todo está perfectamente establecido y sancionado por la fisicoquímica clásica. Lo que sucede es que no se pueden determinar eficazmente calores de hidratación con la misma mentalidad con que se rompen probetas, ni se puede pretender que el método y sus resultados sean tan aceptables en el caso de cualquier conglomerante más o menos «de mezcla», como en el caso de un cemento portland «puro». No se debe olvidar que los calores de disolución, en los que se basa la determinación del calor de hidratación, están definidos para especies químicas puras.

En cuanto a los métodos para determinar la durabilidad y la retracción son bien patentes las dificultades.

Respecto de los Pliegos especiales, muchos parecen estar de acuerdo en la necesidad de algunos de ellos para casos muy definidos. Yo me permito recomendar prudencia en las exigencias y, sobre todo, que éstas tengan una plena y absoluta justificación, técnica y objetiva, que convenza sin reservas a todas las partes interesadas.

Hay dos aspectos en lo expuesto y discutido a propósito del tema de los Pliegos de Condiciones, en los que creemos apreciar un cierto confusionismo en las ideas. Por una parte, en lo referente al contenido máximo de SO_3 de los cementos y, por otra, en lo relativo a la inter-

pretación y validez de la composición «potencial» calculada de los *cementos portland*. Pese a lo escrito y publicado por nosotros en varias ocasiones acerca de lo uno y de lo otro, creemos útil volver en breve sobre ambos temas, actualizándolos en otro lugar y con la extensión y sosiego que merecen.

En relación con los métodos matemáticos para efectuar el control de la calidad, diré que es éste un campo en el que, después de la detallada exposición hecha por el señor Sarabia, justo es admitir que hay mucho por hacer y donde, por consiguiente, tan fácil y provechoso resultaría hacer algo práctico y operante.

Como inciso añadiré que para mí es sumamente aleccionadora y ejemplar la rutinaria soltura con que los técnicos y científicos de las últimas hornadas, franceses y belgas, por no citar otros, aplican en fábricas y laboratorios la estadística matemática a problemas de toma de muestras representativas (cuya importancia ha destacado el señor Balaguer), de determinación de números mínimos de ensayos, de selección de resultados y de interpretación de los mismos, con los consiguientes cálculos de errores, tolerancias, grados de precisión y fidelidad de métodos, niveles de confianza, coeficientes de correlación, y tantos parámetros más, tan significativos y útiles cuando se les sabe aprovechar debidamente.

Las ponencias relativas al apartado de los cementos actuales y sus aplicaciones han tratado con más o menos extensión, pero con esperada unanimidad, de los cementos resistentes a los sulfatos.

En la del señor Rezola, más específicamente centrada en los portland, se propone la creación de una categoría superior al P-450 (por otra parte ya existente en la realidad), idea que ya apuntó el señor Benito. Ni que decir tiene que esto sería de desear. Ha tocado el señor Rezola aspectos de los cementos para presas que creemos tienen el suficiente interés como para discutir en su momento, y por quien corresponda, su inclusión en alguno de los Pliegos Especiales antes mencionados.

En cuanto a los cementos resistentes a los sulfatos, dado que como tales pueden considerarse en mayor o menor grado conglomerantes de distintos tipos, clases y categorías, el señor Laffarga propone en su ponencia una clasificación y ordenación de los mismos, con las denominaciones de «Moderada Resistencia a Sulfatos» (MRS), «Alta Resistencia a Sulfatos» (ARS) y «Muy Alta Resistencia a Sulfatos» (MARS), así como destaca la necesidad de ensayos, a ser posible acelerados. De ensayos nos han hablado también los señores Arrieta y Uría, presentando el primero una colección de resultados comparativos, y dándonos a conocer el segundo un método original.

Acerca de ensayos acelerados quisiera decir que el problema es tan difícil de resolver como deseable sería su solución. Hablo por experiencia próxima, ya que no propia, y me refiero al largo trabajo que en el Departamento de Química de este Instituto está llevando a cabo durante años el señor García de Paredes, con resultados ciertamente interesantes y prometedores que se suelen aprovechar mucho y citar poco. Algo parecido a lo que sucede con el cemento PAS, cuya fabricación ha sido puesta a punto por vez primera por el señor Soria en la planta piloto de este Centro. Y si no se ha logrado aún establecer un método acelerado idóneo, estamos en ello a la altura de organismos internacionales como el CEMBUREAU, la RILEM y la ISO, con la desventaja para ellos de ser más y de haber empezado antes. Estos organismos reconocen públicamente la dificultad, del mismo orden que la que existe para establecer métodos adecuados para la medida de la retracción, o del calor de hidratación (ésta es más dudosa, como antes indicaba), por ejemplo, y adviértase que en las respectivas comisiones de trabajo intervienen como presidentes y vocales las máximas autoridades en estos temas. La necesidad de un ensayo es unánimemente reconocida y el problema, de encontrarlo, queda en pie. Piénsese si la solución no habrá de venir por la vía del enjuiciamiento estadístico-matemático de los métodos en sí, a través de sus resultados, más que por el enjuiciamiento de los materiales ensayados, dando muchas veces gratuitamente por buenos los métodos. En todo caso, es obvio que, puesto que un método de ensayo acelerado, por el hecho de serlo se aparta de la realidad, al menos debe ser tal que sus resultados caigan siempre del lado de la seguridad, como sucede, por ejemplo, con el ensayo del autoclave respecto de la expansión de los cementos.

La sesión dedicada a Cuestiones Varias ha servido para completar, con temas no incluidos en el programa, aspectos de indudable interés.

Y así, el señor Arteaga ha esbozado la importancia futura que puede tener el desarrollo agrícola español en la promoción del empleo del cemento, anunciando y analizando en tal aspecto las previsiones hechas y precaviendo otras que pueden surgir.

Tema tan importante y de tan brillante porvenir como el de la automatización ha sido desarrollado por M. Coutelan.

El arranque de materiales de cantera, los explosivos, y la trituración de dichos materiales, previa a su entrada en el circuito de fabricación, han sido destacados en todo su interés por el señor Gascuñana.

Los refractarios, en el aspecto de su empleo de los futuros hornos de gran diámetro y en el de la producción nacional española, han sido considerados por el señor Lemmens y el señor Dalmau, respectivamente.

Y con esto ha quedado cerrado el temario técnico de estos IV Coloquios.

La preparación de cuanto queda expuesto y la cordial convivencia en las apretadas jornadas que han precedido, me han inducido a hacer dos meditaciones que someto a la consideración de los demás. Una de ellas, sobre la apertura a posibles nuevos planteamientos de los temarios en futuros Coloquios, tratando de cuidar al máximo el nivel de las intervenciones de todo tipo, la precisión del lenguaje, la concreción de ideas y la brevedad («si bueno y breve, doblemente bueno»). Para conseguir esto, tal vez ayudase una revisión y una información *previas* de los temas y de las intervenciones a que dan lugar. Otra consideración, a la vista del plantel de caras nuevas y figuras jóvenes que en los últimos años se han incorporado a la industria española del cemento, es la relativa a la conveniencia, necesidad u obligación, que de todo habrá, de que los que ya vamos siendo maduros en estas lides, les ayudemos al máximo en la tarea emprendida, ahorrándoles esfuerzos que nosotros no pudimos regatear, y tratando de abrir su espíritu a las corrientes del día, tanto en la Ciencia como en la Técnica del cemento.

Excelentísimos señores y Señores:

Después de esta rápida y panorámica exposición de orientaciones y tendencias que creo todos estaremos conformes en aceptar, al menos en principio, me voy a permitir, desdiciéndome, establecer dos conclusiones firmísimas, aunque de otro orden: una, la del indudable interés y provecho que tienen siempre, como se confirma ahora una vez más, los Coloquios de Directores y Técnicos de Fábricas de Cemento, tanto en lo profesional como en lo humano; otra, la de que la investigación de este Instituto y el Instituto en pleno, se sienten compenetrados con los problemas técnicos de las fábricas y están tradicionalmente dispuestos en todo momento a colaborar en la resolución de los mismos, en la medida de sus posibilidades, pero siempre con el mayor interés y entusiasmo.

En nombre de los compañeros que acaban de precederme, y muy en especial en el mío propio, pido perdón por las deficiencias, doy a todos las gracias por la oportunidad que nos han dado de escuchar y aprender, y hago votos porque estas ocasiones se prodiguen con la frecuencia que estamos seguros merecen.