

los symposios internacionales sobre química del cemento

(Estudio Crítico Comparativo)

Dr. JOSE CALLEJA

GENERALIDADES

Acaba de celebrarse en Tokyo, en octubre pasado, el Quinto Simposio Internacional de Química del Cemento. Con tal motivo y con el de su asistencia al mismo, le surgió al autor la idea de glosar acerca de qué son y qué fines tienen estas reuniones internacionales, más o menos periódicas, sobre un tema que, si al profano le puede parecer reducido por específico, el especialista sabe hasta qué punto es dilatado y complejo.

La Química del Cemento no es la química de un compuesto definido, ni siquiera la de una familia de ellos; es la química de unos materiales que, aunque agrupados bajo la denominación genérica de cementos, o, si se prefiere, de conglomerantes hidráulicos, pueden constituir, y de hecho constituyen, grupos muy distintos entre sí en múltiples aspectos. Es más, los pertenecientes a cada grupo también son a veces lo suficientemente diferentes como para presentar características químicas discriminatorias en muchos órdenes.

Un cemento, "el cemento", no es una combinación, y por lo tanto una especie química, sino una mezcla de ellas, variable en lo cualitativo y en lo cuantitativo. Muchas de estas especies no son bien conocidas, o no están bien definidas, o no son estables en cualesquiera condiciones. Otras forman series más o menos continuas de mutuas disoluciones sólidas y otras, por fin, se descubren, o aíslan, o sintetizan a cada momento. Hay, además, cementos que son verdaderas mezclas artificiales de materiales distintos y heterogéneos (clínker con puzolanas, o con escorias, o con cenizas), en las que los distintos componentes ejercen mutuas interacciones, y, a veces, reaccionan individualmente y en cierta medida con el agua.

Por otra parte, el cemento presenta siempre dos facetas: la de su fabricación y la de su empleo. Los procesos de su obtención y los de su utilización son distintos, implicando sistemas anhidros en equilibrio los primeros, y sistemas en que interviene el agua los segundos, y cada grupo de ellos tiene "su" química especial.

La complejidad se ve aumentada por el hecho de que los procesos químicos de la obtención de los conglomerantes, así como los de la utilización de los cementos, se ven íntimamente relacionados con características físicas de las pastas, morteros y hormigones, las cuales son responsables del comportamiento tecnológico de tales materiales. Con lo cual, el problema químico de los cementos deja de ser sólo un asunto puramente doctrinal, para convertirse, además, en materia objeto de interés por parte de la ingeniería, de la arquitectura, de las obras públicas y, en general, de la tecnología de la construcción.

No es extraño, pues, que el tema de la química del cemento y del hormigón, con este mismo o parecidos títulos, haya llenado libros que por su volumen igualan y aun superan a los más detallados y extensos sobre Química General. Se hace referencia en este aspecto a los que con justos méritos pasan por clásicos en la materia (1) (2) (3), y además a otros muchos, no tan difundidos, pero de innegable valía.

Aparte del tema general de la Química del Cemento, considerado así con toda amplitud, también se han tratado y tratan en plan monográfico otros temas más específicos, bien sea en Symposios, Congresos o Coloquios, o bien por parte de organismos nacionales o internacionales (4) (5) (6) (7), o bien en ediciones que compendian el saber y los resultados de los trabajos de investigación de especialistas en dichos temas (8). Entre éstos pueden citarse el fraguado, la retracción, la expansión, la durabilidad, los tratamientos térmicos, los aditivos, etc.

Los Congresos y Coloquios sobre temas específicos y restringidos relacionados con la química del cemento en uno u otro aspecto son muy numerosos y con tendencia a serlo más.

2 PANORAMA HISTORICO

Los Symposios sobre Química del Cemento han tenido y tienen por objeto servir de marco a la presentación y efectuar la recogida, publicación y difusión de los trabajos más destacados que en el intervalo de tiempo comprendido entre uno y otro se van produciendo sobre el tema en todo el mundo. Al mismo tiempo, establecer y estrechar lazos personales entre los autores e investigadores de todos los países, dedicados al estudio en el campo de la ciencia y de la tecnología que cultivan.

Del contacto consiguiente nacen las nuevas orientaciones y colaboraciones que tan eficaces son para el progreso de la Ciencia y de la Tecnología.

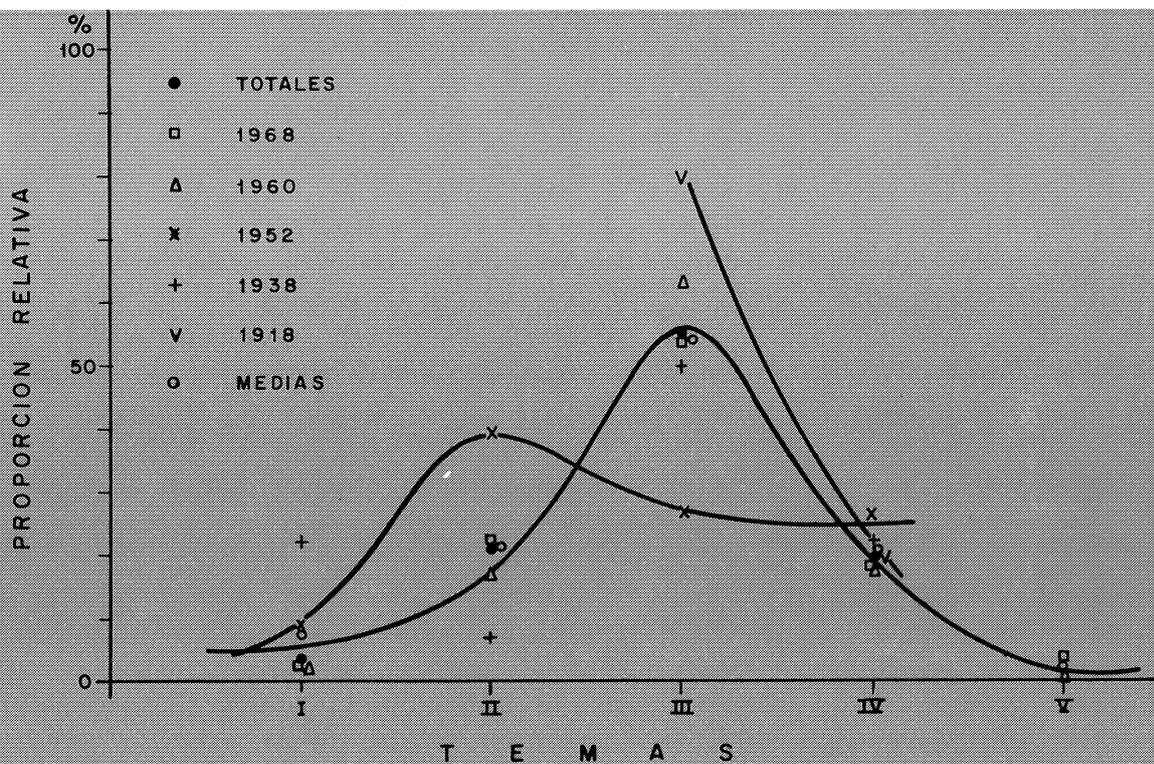


Fig. 1.

Los grandes Symposios sobre Química del Cemento han sido cinco hasta la fecha, y han tenido lugar en el orden cronológico siguiente:

- 1.º Simposio sobre el Fraguado de los Cementos y de los Yesos. Londres, 1918;
- 2.º Simposio sobre Química de los Cementos. Estocolmo, 1938;
- 3.º Simposio Internacional sobre Química del Cemento. Londres, 1952;
- 4.º Simposio Internacional sobre Química del Cemento. Washington, 1960;
- 5.º Simposio Internacional sobre Química del Cemento. Tokyo, 1968.

El primero, organizado por la Faraday Society, tuvo carácter monográfico. Los demás, con carácter general, fueron sucesivamente organizados, el segundo, por la Royal Swedish Institution for Engineering Research y por la Swedish Cement Association; el tercero por el British Department of Scientific and Industrial Research y por la Cement and Concrete Association; el cuarto por el National Bureau of Standards de Washington y por la Portland Cement Association; el quinto por la Science and Technology Agency, por el Ministry of International Trade and Industry y por la Cement Association of Japan.

Es de advertir que en todos ellos han tomado parte muy importante en la financiación y en la organización las Asociaciones de Fabricantes de Cemento de los países en los que tuvieron lugar.

3 TEMAS TRATADOS

Salvo el Primer Simposio que tuvo carácter monográfico y se ocupó de un solo tema: El Fraguado, los restantes abarcaron un temario general y amplio. El Segundo Simposio no agrupó los temas de manera especial. Los siguientes los agruparon por sesiones de la forma siguiente:

SESIONES DE LOS SYMPOSIOS		
Tercero	Cuarto	Quinto
1. Parte General.	1. Parte General.	1. Parte General.
2. Constitución del Cemento Portland.	2. Química del Clinker.	2. Química del Clinker.
3. El Fraguado y el Endurecimiento del Cemento Portland.	3. Química de la Hidratación de los Compuestos del Cemento.	3. Hidratación del Cemento.
4. Cementos Especiales.	4. Química de la Hidratación del Cemento Portland.	4. Propiedades de la Pasta de Cemento y del Hormigón.
5. Aplicaciones de la Investigación.	5. Procesos destructivos en el Hormigón.	5. Adiciones y Cementos Especiales.
	6. Adiciones.	
	7. Cementos Especiales.	

En los tres primeros Symposios los trabajos fueron presentados in extenso por sus respectivos autores, mientras que en los dos últimos sólo se presentaron así los llamados Trabajos Principales, en tanto que los llamados Trabajos Suplementarios fueron presentados, de forma resumida, por sendos Informadores, y en grupos de acuerdo con las Sesiones encabezadas por los Trabajos Principales.

Todos los Symposios publicaron las correspondientes Actas o "Proceedings", en las que están recogidos todos los trabajos (Principales y Suplementarios), las Discusiones de los mismos y las Respuestas de los autores, así como las alocuciones generales y las conferencias, y las relaciones de países y miembros participantes (9) (10) (11) (12) (13).

De algunos de estos Symposios en los que hubo participación española se ha informado a su debido tiempo (14) y del último de ellos muy recientemente (15).

3.1. Estudio comparativo de la labor expuesta en los Symposios Internacionales de Química del Cemento

La falta de índices de temas amplios o de capítulos generales en los dos primeros Symposios, así como las diferencias entre el índice del tercero y los índices del cuarto y del quinto, dificultan la comparación cualitativa y cuantitativa de los respectivos temarios.

No obstante, la comparación puede hacerse a base de un temario o índice convencional, ajustado en buena lógica a las materias presentadas. El autor propone a tal objeto el expuesto en el Cuadro 1, el cual puede considerarse como la envolvente detallada de los índices de los tres últimos Symposios.

Es evidente el mayor desglose del punto III con relación al punto II, en parte porque es más fácil de desglosar aquél que éste, y de hecho porque los temas asignables al punto III se presentan en general ya desglosados en forma igual o parecida a la expuesta. Este desglose no se tiene en cuenta en el Cuadro 2, que muestra la distribución de los trabajos presentados a los cinco Symposios entre los grandes temas de los puntos I a V. El desglose se tiene en cuenta, en cambio, en las distribuciones de los Cuadros 3 y 4, y en forma distinta y progresiva en cada uno de ellos.

3.1.1. Resultados

Aparte de la lógica disminución del porcentaje (aunque no del número absoluto) de los trabajos del punto 1 (Parte General) a través de los Symposios, el Cuadro 2, muestra que la tónica la dan los trabajos agrupados en los puntos II (Fases y Sistemas Anhidros) y III (Fases y Sistemas Hidratados). Siendo prácticamente crecientes en número absoluto, en los sucesivos Symposios, los trabajos del punto II presentan un porcentaje máximo en 1952 (correspondiente a un mínimo de los del punto III), mientras que los del punto III presentan un máximo absoluto excepcional en 1918, por ser el Fraguado el tema específico único del correspondiente Simposio, y su máximo destacado, comparable al del punto II, en 1960.

Por otra parte, también en el Cuadro 2 se aprecia que los máximos de los años 1938 y 1968 corresponden igualmente a trabajos agrupados en el punto III. Asimismo, que los trabajos del punto IV (Cementos y Hormigones Especiales) se han mantenido constantes en los Symposios sucesivos, si bien en los dos últimos manifiestan una cierta tendencia al descenso. En los dos últimos Symposios han comenzado a aparecer también trabajos agrupables en el punto V (Adiciones).

La distribución del total de los trabajos de todos los Symposios celebrados hasta el momento es gaussiana, con valores comparables en los puntos II y IV y un máximo correspondiente al punto III. El conjunto de estas apreciaciones lo muestran gráficamente las curvas esquemáticas de la figura 1.

Las distribuciones (según distintos agrupamientos) del Cuadro 3 muestran los siguientes hechos:

- a) La tónica del punto II la dan los trabajos agrupados en el apartado II-1 (Estructura del Clínter), frente a los del apartado II-2 (Fabricación de Cemento), ausentes éstos en 1938. La tendencia manifestada en los dos últimos Symposios es hacia una desproporción aún mayor entre los volúmenes de trabajos en ambos apartados.
- b) En cuanto a la distribución de trabajos en los apartados del punto III, agrupados por una parte los de los apartados III-1 (Hidratos) y III-2 (Hidratación), y por otra los de los apartados III-3 (Fraguado) y III-4 (Curado), la primera agrupación da en el total una proporción de trabajos del orden del doble que la segunda. Esta se halla desierta de trabajos en 1952.
- c) Tanto si el agrupamiento de los temas del apartado III-5 (Pasta Hidratada) se hace con los de los apartados III-1 y III-2, o con los de los apartados III-3 y III-4, o con los del III-6 (Durabilidad), como si quedan sin agrupar, la concurrencia de temas a los respectivos apartados del punto III se produce, por orden decreciente, así: Hidratos e Hidratación, Fraguado y Curado o Pasta Hidratada y Durabilidad, Pasta, y Durabilidad. Los temas sobre Durabilidad, presentes a partir de 1952, han duplicado su proporción en 1960 y han mantenido su nivel en 1968.
- d) El desglose de temas según los apartados del Cuadro 4 muestra, en el total de los trabajos, lo siguiente:
 - i) Un máximo correspondiente a los apartados II-1 y III-2, del orden de 15 %.
 - ii) Valores comprendidos entre 5 % y 10 % (del orden de la mitad del máximo anterior), correspondiente a los apartados II-2, III-1, III-3, III-5, III-6 y IV-2 (Cementos Siderúrgicos).
 - iii) Valores hasta de 5 % correspondientes al punto I y a los apartados III-4, IV-1 (Cementos Puzolánicos), IV-3 (Cementos Aluminosos), IV-4 (Cementos Expansivos), IV-5 (Cementos Específicos) y V.

3.1.2. *Discusión de los resultados*

Los datos expuestos en los Cuadros 2, 3 y 4 ponen de relieve los siguientes hechos:

- a) Los Symposios de 1918 y 1952 son distintos de los demás, el primero de ellos por su carácter monográfico sobre el fraguado, y el segundo por el predominio de temas sobre Fases y Sistemas Anhidros, y más concretamente sobre Constituyentes y Estructura del Clínter, así como por haberse iniciado en él los temas sobre Durabilidad.
- b) En el resto de los Symposios ha habido un claro predominio de los temas correspondientes a Fases y Sistemas Anhidros, y en particular a Estructura del Clínter, así como a Fases y Sistemas Hidratados.
- c) En cuanto a Fases y Sistemas Anhidros, se observa escasez de temas y tendencia a la disminución progresiva de los mismos, en lo que respecta a Fabricación del Clínter y de Cemento, en favor de los temas sobre Constitución y Estructura del Clínter. En cuanto a Fases y Sistemas Hidratados, predomina grandemente en todos los casos el conjunto de temas agrupable bajo el epígrafe de Hidratación, sobre los de Fraguado y Curado y sobre los de Durabilidad.
- d) Los temas sobre Cementos Especiales tienden a disminuir, mientras que los relativos a Adiciones tienden a aumentar.

3.1.3. Interpretación de los resultados

La interpretación, tanto del aspecto cualitativo como cuantitativo de los anteriores resultados, puede hacerse sobre la base de conceptos en cierto modo contrapuestos, tales como:

- a) carácter doctrinal, teórico, básico o fundamental y carácter pragmático, práctico, tecnológico o de aplicación, de los trabajos presentados;
- b) interés que ofrecen desde el punto de vista de la utilización o de la fabricación del cemento;
- c) inclinación hacia la vertiente de los derivados del cemento (morteros y hormigones).

En cuanto al primer dilema, la tendencia de los sucesivos Simposios parece apuntar cada vez más a cuestiones de carácter más doctrinal o teórico y menos pragmático o tecnológico, particularmente por lo que a determinados temas se refiere. En otros, esta tendencia se ve parcialmente frenada o compensada, al menos en algún aspecto o apartado particular del punto o tema en cuestión (sobre todo en lo que respecta a Durabilidad, dentro de los Sistemas Hidratados).

De las dos vertientes que puede presentar el estudio de la química del cemento, la fabricación y la utilización, sea sobre temas básicos, o sea sobre temas tecnológicos, la tendencia se manifiesta preferentemente hacia los temas de utilización (Fases Hidratadas) y, dentro de ellos, en mayor medida, hacia los de carácter básico (Hidratación), si bien con propensión a una cierta compensación por parte de los temas de carácter aplicado (Durabilidad).

Finalmente, por lo que respecta a la vertiente hacia los productos tecnológicos del cemento, el mencionado apartado relativo a Durabilidad, además de tener un carácter de aplicación, dirige ésta hacia los derivados del cemento, puesto que las obras y estructuras se hacen con hormigones y morteros, y no con pasta pura de cemento. En este sentido, el punto relativo a Cementos y Hormigones Especiales presenta análogas características, en lo que se refiere a utilización de los mismos.

Una primera consecuencia del análisis precedente es la existencia de un predominio de temas doctrinales o teóricos, de ciencia básica e investigación fundamental, enfocados preferentemente hacia el estudio de la utilización del cemento. Los temas más pragmáticos, de carácter práctico, con apoyo en la ciencia y en la investigación aplicadas, están también orientados hacia el estudio de la utilización de los conglomerantes, y en gran parte hacia el de los derivados del cemento.

Una segunda consecuencia es la correspondiente gran escasez, que tiende a ser aún mayor, de temas dedicados a la Fabricación, y dentro de ella a la Tecnología.

En cuanto a las causas de tal situación, algunas muy probables pueden ser las siguientes:

- i) El extraordinario desarrollo alcanzado en los últimos años por equipos, métodos y técnicas de estudio e investigación que, siendo de naturaleza física, ayudan de forma insuperable, por una parte, al análisis, y, por otra, a resolver el complejo problema fisicoquímico de la hidratación (utilización), particularmente en el aspecto cinético (básico o teórico). Estas técnicas son la microscopía óptica y electrónica, la termogravimetría y el análisis térmico diferencial, la difracción de rayos X, la espectroscopía infrarroja, la exploración con microsonda electrónica, los métodos ultrasónicos y los de resonancia magnética nuclear o protónica, entre las más destacadas.

- ii) La atracción que estas técnicas ejercen sobre los investigadores, por la comodidad y rapidez en la obtención de resultados, y por el porcentaje elevado de los positivos que de antemano puede garantizarse, inclina a una mayoría de esos investigadores hacia campos de estudio en que tales técnicas son de más fácil aplicación, quizás con abandono de otros campos más áridos o menos brillantes, pero en ningún caso de menor interés, en los que dichas técnicas no encajan o lo hacen con mayor dificultad. Entre estos campos se halla evidentemente, la Tecnología de la Fabricación del Clínker.

4 CONCLUSIONES

De lo que precede se deduce, como conclusión más destacada, la tendencia manifiesta en favor de temas tanto básicos como de aplicación en el campo de la utilización del cemento. Es debido al importante y creciente desarrollo experimentado por los equipos y técnicas de estudio, los cuales permiten, en el terreno de lo básico, conocer más pronto y más a fondo la naturaleza de los hidratos, los mecanismos y la cinética de la hidratación y la estructura de la pasta hidratada, y en el terreno de las aplicaciones profundizar en los procesos de destrucción, retracción y fisuración, así como en las características de los conglomerantes más idóneos y de las medidas más adecuadas para evitarlos.

Una segunda conclusión de este estudio es la tendencia preferente hacia el estudio de temas casi exclusivamente básicos en el campo de la estructura del clínker, con detrimento de la atención debida a la tecnología de la fabricación del cemento.

Dada la importancia que esta última tiene, y el interés que por ella ha sentido y siente un importante sector de delegados asistentes a los Simposios, se ha planteado hace tiempo, y se ha vuelto a plantear con carácter más urgente al final del reciente Quinto Simposio, el problema de organizar, al margen de los de Química del Cemento, otros complementarios de ellos, en los que se traten preferentemente temas de fabricación. A tal respecto, a raíz del Symposium de Washington en 1960, un grupo de personalidades, encabezado por el Dr. E. SPOHN, Presidente de la Portland Zementwerke Heidelberg, A.G., el ya fallecido Dr. E. PLASSMANN, Director-Gerente de la Dyckerhoff Zementwerke, ambos de Alemania Federal, y Mr. C. F. CLAUSEN, Director de la Portland Cement Association, de los Estados Unidos, llegaron a la conclusión de que sería deseable la creación de Simposios internacionales independientes, dedicados a aspectos teóricos y prácticos sobre fabricación de cemento.

En reciente entrevista del autor con Mr. CLAUSEN en New Delhi, donde ejerce en la actualidad el cargo de Asesor Técnico en la creación del Instituto de Investigación sobre Cemento de la India, y en carta posterior del mismo (16), se pide opinión sobre el asunto al autor de este trabajo. Dada la conclusión acabada de exponer, es obvio que la creación de tales Simposios independientes es del todo procedente y, en consecuencia, la respuesta del autor debe ser afirmativa.

A mayor abundamiento, en España se celebran, desde 1954, los llamados Coloquios de Directores y Técnicos de Fábricas de Cemento (17), que son exactamente, a escala nacional, lo que a escala internacional se pretende que sean los Simposios de referencia. Es decir, la respuesta oficial del Instituto, al que el autor representa, y la de la Agrupación de Fabricantes de Cemento, representante prácticamente de la totalidad de la industria cementera española y más directamente implicada en tales Simposios, deben ser igualmente afirmativas, y en tal sentido se ha pronunciado, el autor, previas consultas.

No obstante, si alguna empresa, fábrica o representante personal de ellas tuviera interés en hacer al respecto algún comentario o sugerencia, podría hacerlo directamente al doctor E. SPOHN, Vorstandmitglied, Portland-Zementwerke Heidelberg, A.G., Berlinerstrasse 6, Heidelberg, República Federal de Alemania, o a la Verein Deutscher Zementwerke, Tannenstrasse 2, 4000 Düsseldorf-Nord, República Federal de Alemania. En la seguridad de que si el número de opiniones en favor es suficiente, es de esperar que la Agrupación de Fabricantes de Cemento de Alemania subvencione la organización y celebración dentro de unos tres años, del primer Simposio sobre Aspectos Teóricos y Prácticos de la Fabricación de Cemento.

La tercera conclusión del estudio comparativo de los Simposios es el incremento de trabajos totales que se aprecia de Simposio a Simposio, y que se debe en buena parte a las mismas razones aducidas al exponer la conclusión primera, así como el creciente número de temas relativos a materiales derivados del cemento, principalmente hormigón.

Una última observación por parte del autor es la relativa a la ausencia total, en todos los Simposios, de trabajos en los que se trate y discuta el tema de las prescripciones y limitaciones de carácter químico en las normas generales de ámbito nacional e internacional para los distintos tipos de cementos, así como en las normas particulares de ámbito restringido, para el empleo de los cementos con determinados fines específicos. La fijación de criterios racionales (y de valores límite en su caso) a base de resultados consistentes, obtenidos por una extensa y sistemática experimentación, sería del mayor interés y llenaría una laguna en el, por otra parte, ampliamente servido campo de la utilización del cemento.

* * *

La celebración del próximo Sexto Simposio Internacional de Química del Cemento está prevista para 1976 en Moscú.

REFERENCIAS

- (1) LEA, F. M.: "The Chemistry of Cement and Concrete". London, 1956.
- (2) BOGUE, R. H.: "The Chemistry of Portland Cement". New York, 1955.
- (3) KÜHL, H.: "Zement-Chemie". Berlín, 1956.
- (4) Colloque International RILEM-CEMBUREAU sur le Retrait des Bétons Hydrauliques (I.E.T.c.c.). Madrid, 1968.
- (5) CEMBUREAU: The European Cement Association (Association Européenne du Ciment). 2, rue Saint-Charles, Paris 15.
- (6) RILEM: Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais et de Recherches sur les Matériaux et les Constructions. 12, rue Brancion, Paris 15.
- (7) Iso: Organisation Internationale de Normalisation.
- (8) TAYLOR, H. F. W.: "The Chemistry of Cements". Academic Press, London and New York, 1964.
- (9) Proceedings of the First (International) Symposium on the Chemistry of Cement. "A General Discussion on the Setting of Cements and Plasters". Transactions of the Faraday Society XIV, 1918-1919.
- (10) Proceedings of the (Second International) Symposium on the Chemistry of Cement. Ingeniörs-Vetenskapsakademien, Stockholm, 1938.
- (11) Proceedings of the Third International Symposium on the Chemistry of Cements, Cement and Concrete Association, London, 1952.
- (12) Proceedings of the Fourth International Symposium on the Chemistry of Cement. National Bureau of Standards, Washington, 1960.

- (13) Proceedings of the Fifth International Symposium on the Chemistry of Cement. En prensa, Tokyo, 1968.
- (14) CALLEJA, J.: El Tercer Simposio Internacional de Química del Cemento. *Materiales de Construcción* (I.E.T.c.c.), núm. 37, 1953.
- (15) CALLEJA, J.: El Quinto Simposio Internacional de Química del Cemento. *Cemento y Hormigón*, en prensa, 1968.
- (16) CLAUSEN, C. F.: Comunicación privada.
- (17) Primeros Coloquios de Directores y Técnicos de Fábricas de Cemento (I.E.T.c.c.), Madrid, 1954.
- (18) CALLEJA, J.: Segundos Coloquios de Directores y Técnicos de Fábricas de Cemento. Actividades. *Informes de la Construcción* (I.E.T.c.c.), núm. 89 y *Materiales de Construcción* (I.E.T.c.c.), núm. 80, 1957.
- (19) CALLEJA, J.: Terceros Coloquios de Directores y Técnicos de Fábricas de Cemento: Informe y Resumen del Ponente General en la Sesión Plenaria. *Materiales de Construcción* (I.E.T.c.c.), núm. 100, 1960.
- (20) CALLEJA, J.: Cuartos Coloquios de Directores y Técnicos de Fábricas de Cemento. Resumen y Comentarios del Coordinador y Ponente General. *Materiales de Construcción* (I.E.T.c.c.), núms. 118 y 119, 1965.

C U A D R O 1
*Indice convencional de temas de los Symposios
Internacionales de Química del Cemento*

- I. INTRODUCCION Y PARTE GENERAL.
- II. FASES Y SISTEMAS ANHIDROS (FABRICACION).
 - II-1 Constituyentes y estructura del clinker.
 - II-2 Fabricación del clinker y del cemento.
- III. FASES Y SISTEMAS HIDRATADOS (UTILIZACION).
 - III-1 Hidratos de los constituyentes del clinker y del cemento.
 - III-2 Hidratación de los constituyentes del clinker y del cemento.
 - III-2.1 Mecanismo de la hidratación.
 - III-2.2 Cinética de la hidratación.
 - III-2.3 Termoquímica de la hidratación.
 - III-2.4 Cambios de volumen en la hidratación.
 - III-3 Fraguado y Endurecimiento.
 - III-3.1 Procesos y mecanismos.
 - III-3.2 Técnicas y métodos de estudio.
 - III-3.3 Modificadores del fraguado y del endurecimiento.
 - III-4 Curado y Tratamientos térmicos.
 - III-4.1 A Presión normal.
 - III-4.2 A Presión elevada.
 - III-5 La Pasta hidratada.
 - III-5.1 Estructura.
 - III-5.2 Propiedades.
 - III-6 Procesos destructivos de la pasta hidratada (Durabilidad).
 - III-6.1 Frente al hielo.
 - III-6.2 Frente a aguas.
 - III-6.3 Frente a ácidos.
 - III-6.4 Frente a sales.
 - III-6.5 Frente a sustancias orgánicas.
 - III-6.6 Frente a gases.
 - III-6.7 Frente a otros agentes.
- IV. CEMENTOS Y HORMIGONES ESPECIALES.
 - IV-1 Puzolánicos.
 - IV-2 Siderúrgicos.
 - IV-3 Aluminosos.
 - IV-4 Expansivos.
 - IV-5 De Propiedades y usos específicos.
- V. ADICIONES PARA EL CEMENTO Y PARA EL HORMIGON.

C U A D R O 2

Distribución de trabajos por temas en los sucesivos Symposios Internacionales de Química del Cemento

Symposios Años Trabajos	T E M A S				
	I	II	III	IV	V
Londres 1918 10 Trabajos			8 80 %	2 20 %	
Estocolmo 1938 14 Trabajos	3 21,4 %	1 7,1 %	7 50,0 %	3 21,4 %	
Londres 1952 23 Trabajos	2 8,7 %	9 39,1 %	6 26,1 %	6 26,1 %	
Washington 1960 68 Trabajos	2 2,9 %	11 16,2 %	43 63,2 %	11 16,2 %	1 1,5 %
Tokyo 1968 146 Trabajos	2 1,4 %	33 22,6 %	79 54,1 %	27 18,5 %	5 3,4 %
TOTAL 261 Trabajos	9 3,4 %	54 20,7 %	143 54,8 %	49 18,8 %	6 2,3 %

C U A D R O 3

Distribución de trabajos por temas en los sucesivos Simposios Internacionales de Química del Cemento

Simposios Años Trabajos	T E M A S								
	II-1	II-2	III-1 + III-2 + III-5	III-1 + III-2	III-3 + III-4 + III-5	III-3 + III-4	III-5 + III-6	III-5	III-6
Londres 1918 10 Trabajos			2 20,0 %	1 10,0 %	7 70,0 %	6 60,0 %	1 10,0 %	1 10,0 %	
Estocolmo 1938 14 Trabajos	1 7,1		5 35,6 %	4 28,5 %	3 21,3 %	2 14,2 %	1 7,1 %	1 7,1 %	
Londres 1952 23 Trabajos	7 30,4 %	2 8,7 %	5 21,7	3 13,0 %	2 8,7 %		3 13,0 %	2 8,7 %	1 4,3 %
Washington 1960 68 Trabajos	7 10,3	4 5,9	29 42,6 %	20 29,4 %	16 23,5 %	7 10,3 %	16 23,5 %	9 13,2 %	7 10,3 %
Tokyo 1968 146 Trabajos	26 17,8 %	7 4,8 %	46 31,5 %	34 23,3 %	31 21,2 %	19 13,0 %	26 17,8 %	12 8,2 %	14 9,6 %
TOTAL 261 Trabajos	41 15,7 %	13 5,0 %	87 33,3 %	62 23,7 %	59 22,6 %	34 13,0 %	47 18,0 %	25 9,6 %	22 8,4 %

C U A D R O 4

Distribución de trabajos por temas en los sucesivos Symposios Internacionales de Química del Cemento

Symposios Años Trabajos	T E M A S														
	I	II-1	II-2	III-1	III-2	III-3	III-4	III-5	III-6	IV-1	IV-2	IV-3	IV-4	IV-5	V
Londres 1918 10 Trabajos					1 10 %	6 60 %		1 10 %			2 20 %				
Estocolmo 1938 14 Trabajos	3 21,4 %	1 7,1 %		3 21,4 %	1 7,1 %	1 7,1 %	1 7,1 %	1 7,1 %		1 7,1 %		2 14,3 %			
Londres 1952 23 Trabajos	2 8,7 %	7 30,4 %	2 8,7 %	1 4,3 %	2 8,7 %			2 8,7 %	1 4,3 %		1 4,3 %	1 4,3 %	1 4,3 %	3 13,0 %	
Washington 1960 68 Trabajos	2 2,9 %	7 10,3 %	4 5,9 %	4 5,9 %	16 23,5 %	4 5,9 %	3 4,4 %	9 13,2 %	7 10,3 %	3 4,4 %	3 4,4 %	1 1,5 %		4 5,9 %	1 1,5 %
Tokyo 1968 146 Trabajos	2 1,4 %	26 17,8 %	7 4,8 %	14 9,6 %	20 13,7 %	12 8,2 %	7 4,8 %	12 8,2 %	14 9,6 %	5 3,4 %	12 8,2 %	3 2,0 %	7 4,8 %		5 3,4 %
TOTAL 261 Trabajos	9 3,4 %	41 15,7 %	13 5,0 %	22 8,4 %	40 15,3 %	23 8,8 %	11 4,2 %	25 9,6 %	22 8,4 %	9 3,4 %	18 6,9 %	7 2,7 %	8 3,1 %	7 2,7 %	6 2,3 %