

El VI Congreso Internacional sobre Química del Cemento

Moscú, 23-27 septiembre de 1974

Prof. Dr. JOSE CALLEJA

I.E.T.c.c.

O. GENERALIDADES

El VI Congreso de referencia ha tenido lugar a seis años vista del inmediato anterior, celebrado en Tokyo, en octubre de 1968.

Se ha convocado y organizado bajo los auspicios del Ministerio de Industria de los Materiales de Construcción de la U.R.S.S., y se ha desarrollado en las salas llamadas "de las columnas" y "Octubre", de la Casa de los Sindicatos en Moscú.

La organización fue delegada por el citado Ministerio en un Comité, cuyos miembros son relevantes personalidades científicas y técnicas del campo del cemento, así como dirigentes y ejecutivos pertenecientes a Departamentos y Centros oficiales de la U.R.S.S. Presidió el Comité el Primer Vice-Ministro de Industria de los Materiales de Construcción, A. S. BOLDEIREV, actuando como Vicepresidente el Subsecretario de dicho Ministerio Lic. R. T. KRIVOBORODOV, el Jefe del Departamento Técnico del mismo, V. I. DOBUSHINSKI y el Catedrático del Instituto MENDELEIEV de Ingeniería Química de Moscú, Prof. Dr. Y. M. BUTT. Como Secretario y Vicesecretario General actuaron el Jefe del Laboratorio Físicoquímico del Instituto "YUZHGIPROTSEMENT" y Catedrático de Ensayos de Materiales de Construcción en el Instituto de Ingeniería de Ferrocarriles, de Jarkov, Prof. Dr. O. P. MCHEDLOV-PETROSIAN, y el Director del Instituto de Investigación para la Industria del Cemento de todas las repúblicas de la U.R.S.S., Lic. Y. I. DESHKO, respectivamente.

Al final del Congreso, algunos de los asistentes al mismo, pertenecientes al CEMBU-REAU, realizaron visitas técnicas a fábricas de cemento y centros de investigación sobre química y fisicoquímica del cemento y de los silicatos en general, en Jarkov, Kiev y Leningrado. Estas visitas se efectuaron a lo largo de una semana. Naturalmente, tanto en Moscú como en las restantes ciudades citadas se efectuaron visitas turísticas y se asistió a actos y espectáculos de interés artístico y cultural.

1. ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL CONGRESO

1.1. Finalidad

El objetivo principal del Congreso ha sido el de proporcionar a todos los interesados del campo de la ciencia y de la técnica, de la investigación y de la docencia, la ocasión de exponer y conocer los últimos avances en materia de química del cemento; de intercambiar información sobre las líneas principales de estudio e investigación sobre dicho tema

en la actualidad y de cara al futuro; de exponer puntos de vista acerca del mejor modo de aprovechar los resultados de la investigación, aplicándolos a la mejora de la tecnología de producción y aplicaciones del cemento; y establecer y estrechar contactos amplios y permanentes entre especialistas de todo el mundo.

1.2. Programación científica

El programa del Congreso se orientó en tres direcciones principales del desarrollo de la ciencia del cemento, constituyéndose otras tantas Secciones, a saber: I) Química del Clínker de Cemento; II) Hidratación y Endurecimiento del Cemento; y III) Cementos y sus Propiedades.

Se presentaron y discutieron 25 trabajos principales preparados por eminentes y reconocidas personalidades especialistas en cada grupo de materias, y aceptados por el Comité de Organización. El reparto de estos trabajos entre las tres secciones mencionadas fue el siguiente: Sección I): 5; Sección II): 11; y Sección III): 9.

Además de estos trabajos principales, de carácter amplio y general, se presentaron y discutieron 196 trabajos suplementarios, más específicos o especializados, agrupados también en las tres Secciones mencionadas, con arreglo al siguiente reparto: Sección I): 46; Sección II): 89; y Sección III): 61.

Cada Sección se dividió en varias Subsecciones, de acuerdo con las materias y temas generales correspondientes, en la forma que indica el Cuadro 1.

Los 25 trabajos principales corrieron a cargo de relevantes personalidades de 14 países en diversas especialidades de la química del cemento, siendo de destacar los nombres de WIEKER por Alemania (República Democrática); LOCHER, LUDWIG y RICHARTZ por Alemania (República Federal); DUTRON por Bélgica; VAVRIN por Checoslovaquia; BANG PETERSEN, FORDÖS e IDORN por Dinamarca; COPELAND, KALOUSEK, METHA y VERBECK por los Estados Unidos; GUINIER, REGOURD y VENUAT por Francia; TALABER por Hungría; GUTT, NURSE y TAYLOR por Inglaterra; MASSAZZA por Italia; DAIMON, KOKUBU, KONDO, TAKAGI, YAMADA y YAMAGUCHI por Japón; GRZYMEC por Polonia; TEOREANU por Rumania; KRAL por Suiza; y BABUSHKIN, BELOV, BUTT, KRAVCHENKO, MCHEDLOV-PETROSIAN, OSOKIN, ROYAK, SATARIN, SEICHEV y TIMASHEV por la Unión Soviética.

Los 196 trabajos suplementarios correspondieron a unos 430 autores de 22 países: ALEMANIA (República Democrática), ALEMANIA (República Federal), BELGICA, BULGARIA, CANADA, CHECOSLOVAQUIA, DINAMARCA, ESPAÑA, ESTADOS UNIDOS, FRANCIA, HOLANDA, HUNGRÍA, INDIA, INGLATERRA, ITALIA, JAPON, POLONIA, RUMANIA, SUECIA, SUIZA, UNION SOVIETICA y YUGOSLAVIA; ocho de estos países pertenecen al grupo socialista de la Europa centro-oriental. Cabe citar, entre otros muchos autores conocidos y destacados, a GRESCHUCHNA, de la República Democrática Alemana; a SMOLCZYK, de la República Federal de Alemania; a FIERENS, de Bélgica; a YANEV, de Bulgaria; a FELDMAN, RAMACHANDRAN y SEREDA del Canadá; a SAUMAN, de Checoslovaquia; a ROED, de Dinamarca; a BRUNAUER, DIAMOND, POPOVICS y ROY, de los Estados Unidos; a VOINOVITCH, de Francia; a HOUTEPEN y STEIN, de Holanda; a KOVACS y TAMAS, de Hungría; a MIDGLEY, de Inglaterra; a CHATTERJI, de la India; a RIO, SERSALE y TURRIZIANI, de Italia; a MORI y ONO, del Japón; a PETRI de Polonia; a NADU, de Rumania; a HEDIN y GRUDEMO, de Suecia; a BECKER y KOCH, de Suiza; a LUGININA y SHESTOPEROV, de la Unión Soviética; y a BEZJAK, de Yugoslavia.

C U A D R O 1

MATERIAS Y TEMAS GENERALES	TRABAJOS		
	Principales	Suplementarios	Totales
SECCION I): QUIMICA DEL CLINKER DEL CEMENTO	5 (20 %)	46 (23,5 %)	51 (23,1 %)
Subsección I-A: Química y cristalquímica de los minerales constituyentes del clínker y del cemento ...	2	6	8
Subsección I-B: Composición de fases del clínker de cemento portland ...	1	9	10
Subsección I-C1: Mecanismos del proceso de la formación del clínker y de la modificación de su estructura ...	1	5	6
Subsección I-C2: El mismo ...	—	6	6
Subsección I-C3: El mismo ...	—	9	9
Subsección I-D: Métodos actuales de investigación del mecanismo de la formación del clínker y de la composición de sus fases ...	1	11	12
SECCION II): HIDRATACION Y ENDURECIMIENTO DEL CEMENTO	11 (44 %)	89 (45,4 %)	100 (45,2 %)
Subsección II-A: Termodinámica y termoquímica del cemento-Regularidades en la manifestación de las propiedades conglomerantes ...	2	11	13
Subsección II-B: Investigaciones y estudios sobre el mecanismo de la hidratación de los minerales del clínker y del cemento ...	2	14	15
Subsección II-C1: Cristalquímica, estructura, composición y propiedades de los productos de hidratación y de la pasta hidratada del cemento ...	3	11	14
Subsección II-C2: Los mismos ...	—	16	16
Subsección II-D: Efecto de los aditivos químicos en los procesos de hidratación y endurecimiento del cemento ...	1	16	17
Subsección II-E1: Procesos de hidratación en las primeras etapas del endurecimiento-Efecto de las altas temperaturas y presiones en la hidratación y en el endurecimiento del cemento ...	2	6	8
Subsección II-E2: Los mismos ...	—	6	6
Subsección II-F: Nuevos métodos de investigación de los procesos de hidratación del cemento portland.	1	9	10
SECCION III): CEMENTOS Y SUS PROPIEDADES	9 (36 %)	61 (31,1 %)	70 (31,7 %)
Subsección III-A: Cementos portland de endurecimiento rápido y altas resistencias ...	1	7	8
Subsección III-B: Cementos portland siderúrgicos ...	1	7	8
Subsección III-C: Cementos con cenizas volantes ...	1	8	9
Subsección III-D: Cementos aluminosos ...	1	8	9
Subsección III-E: Cementos expansivos ...	1	11	12
Subsección III-F: Química de las adiciones puzolánicas y cementos mixtos-Cementos para pozos petrolíferos ...	2	5	7
Subsección III-G: Química de los cementos blancos y coloreados ...	1	7	8
Subsección III-H: Materiales a base de cemento y polímeros.	1	8	9
TOTALES ...	25 (100 %)	196 (100 %)	221 (100 %)

1.3. Participación española

La única participación activa española en el Congreso fue la del IETCC, consistente en la presentación de dos trabajos suplementarios. Uno de ellos, incluido en la Sección III, Subsección III-D (CEMENTOS ALUMINOSOS), con el título: "SOBRE EL MECANISMO DE LA CARBONATACION DEL ALUMINATO CALCICO HEXAHIDRATO EN EL CEMENTO ALUMINOSO HIDRATADO", del que son autores los Dres. A. RUIZ DE GAUNA y F. TRIVIÑO, y el Lcdo. T. VAZQUEZ, todos ellos pertenecientes al Departamento de Química del IETCC.

En este trabajo se desarrolla un estudio del proceso y del mecanismo de la carbonatación de la fase cúbica del cemento aluminoso hidratado, llevado a cabo mediante la utilización de técnicas de difracción de rayos X, de espectroscopía infrarroja y de análisis térmico. Como resultado de este estudio se ha podido comprobar que las proporciones de C_3AH_6 y de $CaCO_3$ en forma de aragonito varían de forma reversible cuando las pastas hidratadas de cemento aluminoso se someten a la secuencia de tratamientos: acción de CO_2 húmedo-acción del vacío-acción del CO_2 seco. La explicación de estas variaciones reversibles, a partir de la interpretación de las curvas de análisis térmico en su zona correspondiente a la descarbonatación, lleva a admitir una sustitución lenta y gradual de 2, 4 o 6 moléculas de H_2O por 1, 2 ó 3 moléculas de CO_2 en el C_3AH_6 , en el proceso de carbonatación. Se forma así una serie de "carbo-hidrogranates" (homóloga de la serie normal de los hidrogranates), cuya estructura es la resultante de la superposición de las estructuras correspondientes al C_3AH_6 y al $CaCO_3$ aragonito. Los compuestos $C_3AH_4CO_2$ y $C_3AH_2(CO_2)_2$ son etapas intermedias de la carbonatación, siendo la etapa final el aragonito fino y homogéneamente disperso en una matriz de alúmina. El trabajo, desde un punto de vista técnico-práctico, puede tener interesantes repercusiones, a efectos de tratamiento que permita estabilizar las pastas, los morteros y los hormigones de cemento aluminoso.

El otro trabajo, incluido en la Sección III, Subsección III-E (CEMENTOS EXPANSIVOS), lleva por título: "EXPANSION DE LOS CEMENTOS Y METODOS PARA DETERMINARLA", del que son autores el Prof. Dr. J. CALLEJA, Vicedirector del IETCC, y el Dr. C. DEL OLMO, del Departamento de Química del Instituto. En este trabajo se hacen unas consideraciones generales acerca de la expansión de los cementos y sobre los componentes expansivos de los mismos, así como sobre los tipos de ensayos y métodos utilizados mundialmente para detectar y evaluar la expansión. Se hacen también consideraciones más particulares acerca del ensayo de expansión en autoclave ASTM y de sus resultados. Se pone de manifiesto el hecho de que, en general, no hay correlación entre los resultados de este ensayo, los resultados de otros ensayos de expansión, y la verdadera expansión de los cementos en la práctica. Además, tampoco hay correlación entre la expansión en autoclave y los contenidos de cal libre total y/o magnesia total de los cementos. Se exponen en el trabajo las razones probables de todo ello, basadas en resultados experimentales obtenidos de una serie de 650 cementos.

Se hacen asimismo consideraciones acerca de la falta de seguridad y de la insuficiencia del ensayo de autoclave en muchos casos, al ser posible y muy probable que cementos expansivos según el ensayo pueden no serlo en la práctica, mientras que cementos que no expanden en el autoclave pueden ser de hecho expansivos en la realidad. Esto significa que los resultados de los ensayos de expansión en autoclave, en oposición a la idea mantenida tradicionalmente, no se sitúan siempre "del lado de la seguridad", sino que, por el contrario, pueden comportar un notable riesgo de inseguridad.

Igualmente se hacen sugerencias para sustituir o completar el ensayo de autoclave con otros métodos de ensayo de expansión más seguros, a la vez que menos drásticos, como, por ejemplo, el ensayo de las agujas Le Chatelier realizado en las condiciones que se pro-

ponen. De acuerdo con este método se proponen también límites de tolerancia para la expansión de los cementos.

1.4. Mecánica del Congreso

Se celebraron sesiones durante las mañanas y tardes de los días 23 a 27, ambos inclusive, con un horario de 9,30 a 12,30 y de 14,- a 19,-, respectivamente.

Cada sesión estuvo presidida por un Presidente y un Co-Presidente que presentaban sucesivamente a los autores de los Trabajos Principales y a los Informadores Generales de los Grupos (o Subsecciones) de Trabajos Suplementarios.

Los Trabajos Principales fueron presentados por sus autores, pero por la abundancia de los Trabajos Suplementarios y por la falta de tiempo, la presentación de éstos corrió exclusivamente a cargo del correspondiente Informador General. Por las mismas razones las discusiones se circunscribieron casi a las escritas, preparadas de antemano, sin apenas posibilidad de dar paso a Discusiones Orales, ni sobre Trabajos Principales, ni sobre Suplementarios. Tanto el programa como el horario se cumplieron.

Los idiomas oficiales del Congreso fueron el ruso y el inglés, si bien las Discusiones se podían hacer también en francés y alemán. De hecho hubo Trabajos Principales e Informes Generales de Trabajos Secundarios que se expusieron asimismo en estas lenguas.

Hubo servicio de traducción simultánea de cada uno de los cuatro idiomas a los otros tres.

1.5. Publicaciones

Con anterioridad a la celebración del Congreso se enviaron a los participantes regulares del mismo ejemplares impresos con los textos íntegros de los Trabajos Principales, así como los "Abstracts" con los resúmenes de los Trabajos Suplementarios. Los textos completos de éstos se recibieron al comienzo del Congreso, y ya en Moscú. Por ello no fue posible, o al menos fácil, presentar discusiones escritas previas, sino a los Trabajos Principales, quedando los Suplementarios abiertos a la Discusión Oral, pero con pocas probabilidades de ser discutidos, dada la premura y la falta de tiempo.

Es de esperar que el Comité de Organización publicará en su momento las Memorias ("Proceedings") del Congreso, en las cuales figurarán los textos completos de: los Trabajos Principales y Suplementarios; las Discusiones Escritas y Orales de unos y otros; las Respuestas de los autores; los Discursos y Alocuciones de autoridades, personalidades y oradores; las listas completas de países y miembros regulares participantes; y cuantos detalles puedan ser de interés para estos últimos, y en general.

1.6. Asistencia general y española

Se observó en el Congreso una asistencia de 36 países (incluida la propia Unión Soviética), con una presencia de cerca de 700 miembros regulares inscritos. De estos participaron activamente, en una forma u otra, 22 países y unos 470 congresistas. Esta participación queda reflejada globalmente en el Cuadro 2.

Los asistentes españoles fueron siete: Dr. J. R. BARAGAÑO y Lcdo. P. REY, de la Compañía General de Asfaltos y Portland ASLAND; Prof. Dr. J. CALLEJA, del IETCC; Dr. Ing. C. CARRIL, de la Compañía Catalana de Cementos Portland; Dr. M. DEL CAMPO, del Laboratorio Central de Ensayo de Materiales de Construcción; Dr. Ing. P. PALOMAR LLOVET, Director Técnico de la Compañía Catalana de Cementos Portland y Re-

CUADRO 2

PAISES	ORDEN DE PARTICIPACION	AUTORES			TRABAJOS			INFORMADORES GENERALES	ASISTENTES
		De trabajos principales	De trabajos suplementarios	Totales	Principales	Suplementarios	Totales		
Alemania (RDA)	13	1 (2,6 %)	5 (1,2 %)	6 (1,3 %)	1 (4 %)	3 (1,5 %)	4 (1,8 %)	1 (4,5 %)	30 (4,3 %)
Alemania (RFA)	3	3 (7,9 %)	13 (3,0 %)	16 (3,4 %)	2 (8 %)	8 (4,1 %)	10 (4,5 %)	3 (13,7 %)	22 (3,2 %)
Australia	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (0,4 %)
Austria	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0,1 %)
Bélgica	21	—	3 (0,7 %)	3 (0,6 %)	—	1 (0,5 %)	1 (0,5 %)	—	7 (1,0 %)
Bulgaria	11	—	10 (2,3 %)	10 (2,1 %)	—	4 (2,0 %)	4 (1,8 %)	—	26 (3,8 %)
Canadá	14	—	6 (1,4 %)	6 (1,3 %)	—	4 (2,0 %)	4 (1,8 %)	—	2 (0,3 %)
Cuba	—	—	—	—	—	—	—	—	5 (0,7 %)
Checoslovaquia	10	1 (2,6 %)	7 (1,6 %)	8 (1,7 %)	1 (4 %)	5 (2,6 %)	6 (2,7 %)	1 (4,5 %)	17 (2,5 %)
China	—	—	—	—	—	—	—	—	4 (0,6 %)
Dinamarca	19	2 (5,3 %)	1 (0,2 %)	3 (0,6 %)	1 (4 %)	1 (0,5 %)	2 (0,9 %)	—	5 (0,7 %)
España	16	—	5 (1,2 %)	5 (1,1 %)	—	2 (1,0 %)	2 (0,9 %)	—	7 (1,0 %)
Estados Unidos	4	5 (13,2 %)	12 (2,8 %)	17 (3,6 %)	3 (12 %)	6 (3,1 %)	9 (4,1 %)	1 (4,5 %)	14 (2,0 %)
Finlandia	—	—	—	—	—	—	—	—	4 (0,6 %)
Francia	8	3 (7,9 %)	8 (1,9 %)	11 (2,4 %)	2 (8 %)	4 (2,0 %)	6 (2,7 %)	—	19 (2,8 %)
Grecia	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0,1 %)
Holanda	22	—	2 (0,5 %)	2 (0,4 %)	—	1 (0,5 %)	1 (0,5 %)	—	3 (0,4 %)
Hungría	6	1 (2,6 %)	10 (2,3 %)	11 (2,4 %)	1 (4 %)	7 (3,6 %)	8 (3,6 %)	1 (4,5 %)	27 (3,9 %)
India	12	—	7 (1,6 %)	7 (1,5 %)	—	4 (2,0 %)	4 (1,8 %)	—	4 (0,6 %)
Indonesia	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0,1 %)
Inglaterra	9	3 (7,9 %)	7 (1,6 %)	10 (2,1 %)	2 (8 %)	4 (2,0 %)	6 (2,7 %)	1 (4,5 %)	8 (1,2 %)
Irán	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0,1 %)
Irlanda	—	—	—	—	—	—	—	—	2 (0,3 %)
Italia	5	1 (2,6 %)	14 (3,2 %)	15 (3,2 %)	1 (4 %)	8 (4,1 %)	9 (4,1 %)	2 (9,1 %)	5 (0,7 %)
Japón	2	6 (15,8 %)	35 (8,1 %)	41 (8,8 %)	3 (12 %)	15 (7,7 %)	18 (8,1 %)	—	29 (4,2 %)
Mali	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0,1 %)
Noruega	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0,1 %)
Nueva Zelanda	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0,1 %)
Polonia	7	—	10 (2,3 %)	10 (2,1 %)	—	8 (4,1 %)	8 (3,6 %)	2 (9,1 %)	14 (2,0 %)
Portugal	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0,1 %)
Rumanía	15	1 (2,6 %)	4 (0,9 %)	5 (1,1 %)	1 (4 %)	3 (1,5 %)	4 (1,8 %)	—	5 (0,7 %)
Suecia	20	—	2 (0,5 %)	2 (0,4 %)	—	2 (1,0 %)	2 (0,9 %)	—	1 (0,1 %)
Suiza	17	—	5 (1,2 %)	5 (1,1 %)	—	2 (1,0 %)	2 (0,9 %)	—	4 (0,6 %)
Unión Soviética	1	11 (29,0 %)	260 (60,5 %)	271 (58,0 %)	7 (28 %)	102 (52,0 %)	109 (49,3 %)	10 (45,5 %)	401 (58,1 %)
Venezuela	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (0,4 %)
Yugoslavia	18	—	4 (0,9 %)	4 (0,9 %)	—	2 (1,0 %)	2 (0,9 %)	—	11 (1,6 %)
36		38 (100 %)	430 (100 %)	468 (100 %)	25 (100 %)	196 (100 %)	221 (100 %)	22 (100 %)	690 (100 %)

dactor Jefe de la Revista Técnica CEMENTO-HORMIGON, y el Dr. Ing. J. PONT, Director General Técnico de Cementos del Atlántico. Acompañaban al Sr. PONT su esposa, y al Sr. CARRIL su esposa e hija.

La participación activa española queda reflejada en el punto 1.3.

1.7. Visitas

Intercaladas entre los actos científicos del Congreso, el Intourist Soviético organizó en Moscú algunas visitas y actos culturales y turísticos, como el "tour" de la ciudad, la visita a los museos y catedrales del Kremlin, al metro de Moscú, a la Galería de Arte Tretiaikov y a la Exposición de Realizaciones Económicas. Asimismo incluyó la asistencia al ballet "Don Quijote", en el Teatro del Palacio de Congresos, del Kremlin, y la recepción oficial en el restaurante Arbat, de Moscú. Las personas acompañantes de los congresistas tuvieron su programa especial de visitas y excursiones.

Para final del Congreso el Intourist había organizado excursiones y visitas a diferentes puntos de la Unión Soviética, según distintos itinerarios y por una duración media de una semana. Una de estas excursiones de carácter más técnico, fue planeada a propuesta previa del CEMBUREAU, y para un grupo de unas 25 personas, del total de las 43 que formaban el Grupo CEMBUREAU del Congreso. En esta excursión, en la que tomó parte el autor de este trabajo, como único miembro de nacionalidad española del subgrupo, se visitaron una fábrica y varios laboratorios y centros de investigación sobre cemento —ciencia y tecnología—, en Jarkov, Kiev y Leningrado.*

2. APRECIACIONES ACERCA DEL CONGRESO

Los cuadros 1 y 2 permiten por sí mismos establecer bases para conclusiones cuantitativas y comparativas. El Cuadro 1, por ejemplo, indica que, tanto los trabajos principales como los suplementarios, así como los totales, han tenido un reparto análogo entre los tres temas: la relación de trabajos suplementarios a principales oscila de 7 a 9 (9 en la Sección I; 8 en la II; y 7 en la III). Por otra parte, del orden del 20 al 25 por ciento de ellos se han dedicado a la Sección I: QUIMICA DEL CLINKER; del orden del 45 por ciento a la Sección II: HIDRATACION DEL CEMENTO; y del orden del 30 al 35 por ciento a los CEMENTOS Y SUS PROPIEDADES. El reparto de interés se ha manifestado, pues, así: 1.º, HIDRATACION DEL CEMENTO; 2.º, CEMENTOS (ESPECIALES) Y SUS PROPIEDADES, EMPLEOS Y APLICACIONES; y 3.º, QUIMICA DEL CLINKER.

Dentro de la QUIMICA DEL CLINKER han recibido trato de favor, y por este orden: primero, los temas relacionados con los mecanismos del proceso de formación del clínker y de modificación de la estructura de éste, más íntima y directamente ligados con la fabricación del cemento; a continuación, y prácticamente en paridad, los métodos de investigación sobre fases del clínker y la composición de éstas; y finalmente la cristalquímica de los minerales del clínker.

En la HIDRATACION DEL CEMENTO han destacado los temas sobre estructura y propiedades de la pasta hidratada, seguidos a distancia por los referentes a la acción de los aditivos en la hidratación y al mecanismo de la misma, y a algo mayor distancia aún, por los de hidratación de los minerales del clínker y por los de hidratación a corta edad o en condiciones extraordinarias. Finalmente se sitúan los temas acerca de termoquímica del cemento y nuevos métodos de investigación de los procesos de hidratación.

En cuanto a los CEMENTOS (ESPECIALES) Y SUS PROPIEDADES (Y EMPLEOS), han recibido un cierto trato de favor en el Congreso los cementos expansivos, hecho no extraño, dado el interés por el tema, ya manifestado en el Congreso de Tokyo (1) por parte

* La información sobre estas visitas se dará en otro número.

de los soviéticos y también de los norteamericanos. Los demás cementos especiales: con cenizas volantes, aluminosos, siderúrgicos, portland de altas resistencias, blancos y coloreados, puzolánicos y para pozos petrolíferos, así como los materiales a base de cemento y polímeros, han tenido prácticamente la misma intensidad de tratamiento.

El Cuadro 2 pone de relieve, de forma absoluta y relativa, la participación de los diferentes países al Congreso, tanto con autores como con trabajos (principales y suplementarios) y con informes generales. Queda de manifiesto como era de prever, el puesto destacadísimo de la Unión Soviética, seguida a gran distancia y en solitario por Japón, anterior anfitrión de estos Congresos de Química del Cemento, y después por la República Federal de Alemania, los Estados Unidos, Italia, Hungría, Polonia, Francia, Inglaterra, Checoslovaquia, Bulgaria, India, República Democrática Alemana, Canadá, Rumania, España y Suiza (ex aequo), Yugoslavia, Dinamarca, Suecia, Bélgica y Holanda.

Es digno de observación el hecho de que los países participantes del Este europeo (área socialista) son 8, frente a 14 occidentales (área capitalista), y que el índice global de participación de los primeros es, contando la Unión Soviética, de un 68 por ciento (sin contarla, 14 por ciento), mientras que el de los segundos es, contando el Japón, de un 32 por ciento (y sin contarle, de 24 por ciento). Es decir: teniendo en cuenta a la URSS y al Japón, el balance es del orden del doble a favor de los países socialistas; sin contar con ambos, el balance es también del doble, pero en sentido contrario: a favor de los países capitalistas.

Otros datos dignos de observación son los siguientes: 1) la relación entre autores y trabajos (principales y suplementarios) es, en promedio, del orden de 2; hay casos extremos, como el de la Unión Soviética, en que, con un promedio de 2,5, se ha presentado algún trabajo firmado hasta por 6, 7 y 8 autores; 2) la relación entre trabajos suplementarios y trabajos principales es, en promedio, del orden de 8; 3) la relación entre autores de trabajos suplementarios y autores de trabajos principales es, en promedio, del orden de 11.

En relación con el anterior Congreso de Tokyo (1) se puede decir que se ha mantenido, e incluso incrementado, el interés por los temas de las adiciones, de los aditivos y de los cementos especiales, es decir, por las repercusiones prácticas del empleo y utilización específica de los distintos tipos de cementos y aditivos para hormigón.

Es interesante situar los resultados del Congreso de Moscú en relación con los de todos los Congresos anteriores, tal como se hizo en su día con el de Tokyo (2). Para ello bastará actualizar el Cuadro 2 de la publicación de entonces (2), con ligeras modificaciones para acoplar la división en 5 temas considerada a la sazón, a la división en 3 temas principales tenida en cuenta en el Congreso de Moscú. Ello es fácil, sin distorsionar apenas los resultados, a efectos comparativos, de la forma siguiente: a) asimilando en conjunto los temas I: INTRODUCCION Y PARTE GENERAL y II: FASES Y SISTEMAS ANHIDROS de los Congresos anteriores, a la Sección I: QUIMICA DEL CLINKER DE CEMENTO contemplada en el de Moscú; b) asimilando en conjunto los temas IV: CEMENTOS Y HORMIGONES ESPECIALES y V: ADICIONES PARA EL CEMENTO (PORTLAND) Y (ADITIVOS) PARA EL HORMIGON de los Congresos anteriores, a la Sección III: CEMENTOS Y SUS PROPIEDADES, tenida en cuenta en el Congreso de Moscú. A la vista del temario de éste y del agrupamiento de temas, y a la vista también del Cuadro 1 de la mencionada publicación (2), esto es lícito.

De acuerdo con ello, resulta el Cuadro 3, y gráficos correspondientes (figuras 1 y 2), sobre los cuales se pueden hacer las siguientes consideraciones:

A. Del Cuadro 3 y de la Figura 1:

- 1.^a que tanto el número total de trabajos, como el número de los correspondientes a cada Sección, crece sustancialmente a medida que se suceden los Congresos;

- 2.^a que el despegue se inició en el 4.º Congreso de Washington en 1960, precisamente con los temas relativos a la hidratación y al endurecimiento del cemento, es decir, relacionados con una de las facetas de su empleo y de su utilización práctica;
- 3.^a que hasta 1968, en el 5.º Congreso de Tokyo, no se produce un despegue sensible de los temas sobre química del clínker y cementos especiales;
- 4.^a que hasta entonces estos temas marchaban a la par en cuanto a consideración y tratamiento;
- 5.^a que en 1974, en Moscú, se produce un nuevo despegue del tema de los cementos especiales, situándose ya entre los otros dos temas y marcando una tendencia futura a alcanzar al tema de la hidratación;
- 6.^a que, teniendo en cuenta la naturaleza práctica y utilitaria de los cementos especiales, ello representa otra faceta del empleo general del cemento hacia la que, reforzando lo expuesto en la consideración 2.^a, parece orientarse de cara al futuro el estudio y la investigación en el campo del cemento.

CUADRO 3

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

Congresos Años Trabajos	TEMAS (Secciones)		
	I Química del clínker de cemento	II Hidratación y endurecimiento de cemento	III Cementos y sus propiedades
Londres 1918 10 Trabajos	—	8 80,0 %	2 20,0 %
Estocolmo 1938 14 Trabajos	4 28,5 %	7 50,0 %	3 21,4 %
Londres 1952 23 Trabajos	11 47,8 %	6 26,1 %	6 26,1 %
Washington 1960 68 Trabajos	13 19,1 %	43 63,2 %	12 17,7 %
Tokyo 1968 146 Trabajos	35 24,0 %	79 54,1 %	32 21,9 %
Moscú 1974 221 Trabajos	51 23,1 %	100 45,2 %	70 31,7 %
TOTAL 482 Trabajos	114 23,7 %	243 50,4 %	125 25,9 %

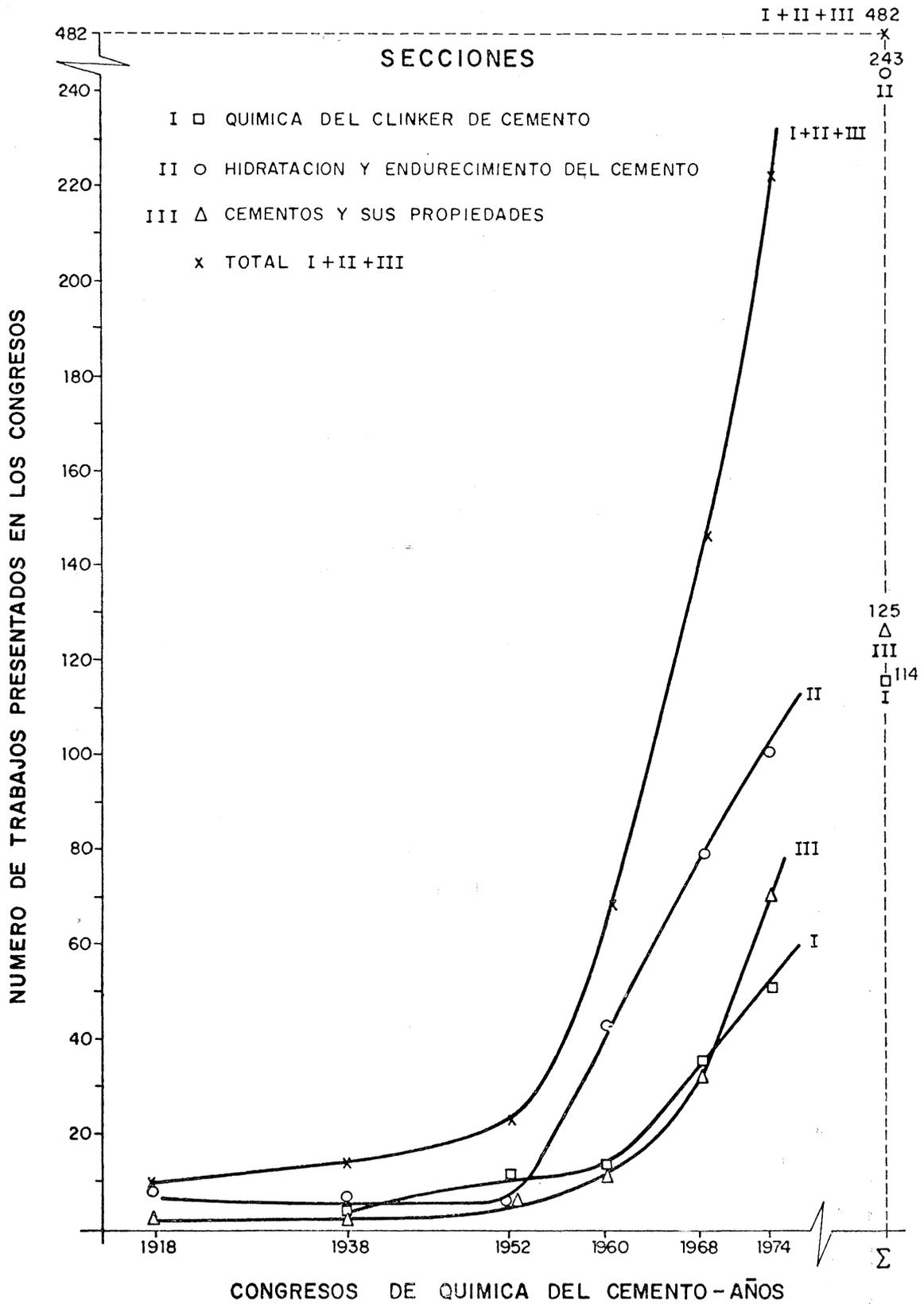


Fig. 1

SECCIONES

I □ QUIMICA DEL CLINKER DE CEMENTO

II ○ HIDRATACION Y ENDURECIMIENTO DEL CEMENTO

III △ CEMENTOS Y SUS PROPIEDADES

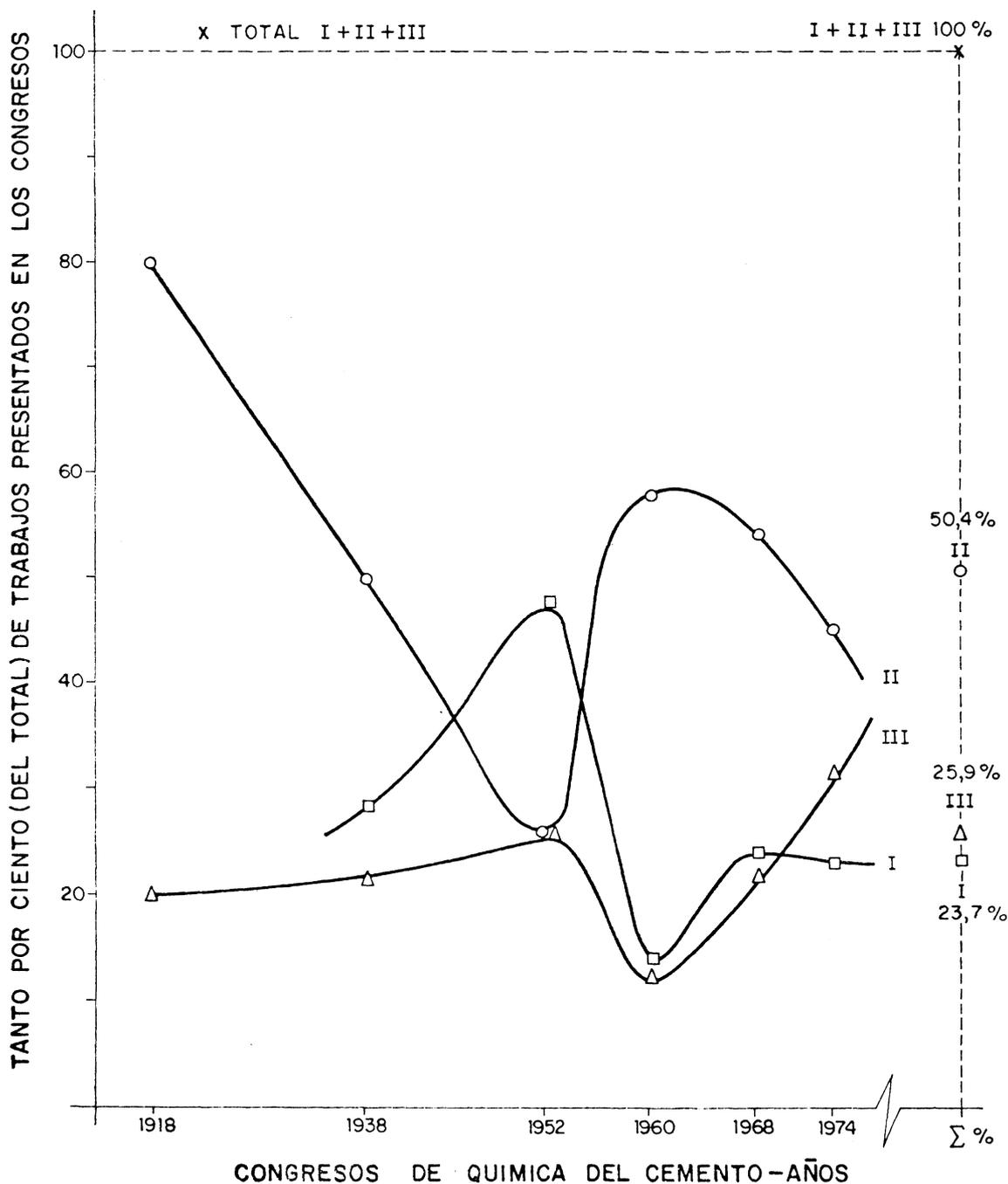


Fig. 2

B. Del Cuadro 3 y de la Figura 2:

7.^a que los tantos por ciento de los trabajos (respecto del total de todos ellos) dedicados a hidratación y a cementos especiales, han seguido marchas conjugadas a lo largo de los Congresos celebrados hasta la fecha, manifestando en la actualidad una

tendencia a equilibrarse, igualándose en definitiva hacia un 35-40 por ciento en cada caso, de modo análogo a como se igualaron en 1952 en un 26 por ciento;

- 8.^a que los tantos por ciento antes aludidos, referentes a química del clínker y a hidratación, han seguido asimismo marchas conjugadas, aunque habiéndose roto la regularidad de marchas relativas en Moscú y 1974, en favor de los temas correspondientes a cementos especiales;
- 9.^a que los tantos por ciento de referencia, tocantes a química del clínker y a cementos especiales, han seguido marchas en cierto modo paralelas y en equilibrio entre 1960 y 1968, hasta que en 1974 se despega en Moscú el valor correspondiente a estos cementos;
- 10.^a que a la vista de estos hechos y resultados, y estableciendo comparaciones más detalladas y extrapolaciones más o menos justificadas, cada cual, a su gusto, puede formar su propia idea acerca de lo que, a su juicio, pueda ser, con mayor o menor probabilidad, la investigación futura en el campo de la química del cemento.

En definitiva, lo que el autor pretende con este trabajo, aparte de informar, es precisamente lo que queda reflejado en la décima y última consideración acerca del VI Congreso Internacional sobre Química del Cemento, celebrado en Moscú y septiembre de 1974.

REFERENCIAS

- (1) CALLEJA, J.: "El Quinto Simposio Internacional de Química del Cemento". *Materiales de Construcción Últimos Avances*, (IETCC), núm. 133, enero-febrero-marzo, 1969.
- (2) CALLEJA, J.: "Los Simposios Internacionales sobre Química del Cemento". *Materiales de Construcción Últimos Avances*, (IETCC), núm. 135, julio-agosto-septiembre, 1969.