

### EL TRASLADO DE LA IGLESIA DE MOST, EN CHECOESLOVAQUIA

El traslado de un edificio desde el lugar en que se construyó a otro aparece como una acción insólita, ya que se considera que el orden natural de las cosas es que un edificio permanezca para siempre donde se hizo. Por otra parte, y por la misma razón que los edificios no se han pensado para ser movidos, su eventual traslado plantea siempre problemas difíciles de índole estructural y es, por eso, de alto costo. Por estas causas, rara vez está entre las alternativas normales de solución de problemas en que pudiera haber su utilización (remodelaciones, ensanches o aperturas de vías de comunicación u otras). Es más raro aun que se elija como solución definitiva. Muy pocos casos hay publicados o conocidos de tales traslados.

Sin embargo, cuando se trata de monumentos u obras de valor artístico o histórico no valen esas razones, porque tales valores, si son reconocidos y apreciados por la colectividad, se imponen a las consideraciones puramente económicas.

En la Revista *Messtechnische Briefe*, de diciembre de 1977, se describe con detalle una de estas insólitas operaciones y por el interés que tiene el problema abordado resumimos en esta noticia esa descripción.

En la ciudad de Most, en la República Socialista de Checoslovaquia, se descubrieron depósitos de lignito, a poca profundidad, y de tan alto valor que justificaba demolerla y erigir una nueva, para 35000 habitantes, en un lugar situado fuera de los límites del manto carbonífero.

Existían en Most algunas obras de valor artístico o histórico que se decidió conservar y trasladar, entre ellas la Iglesia de Nuestra Señora, de estilo gótico florido,

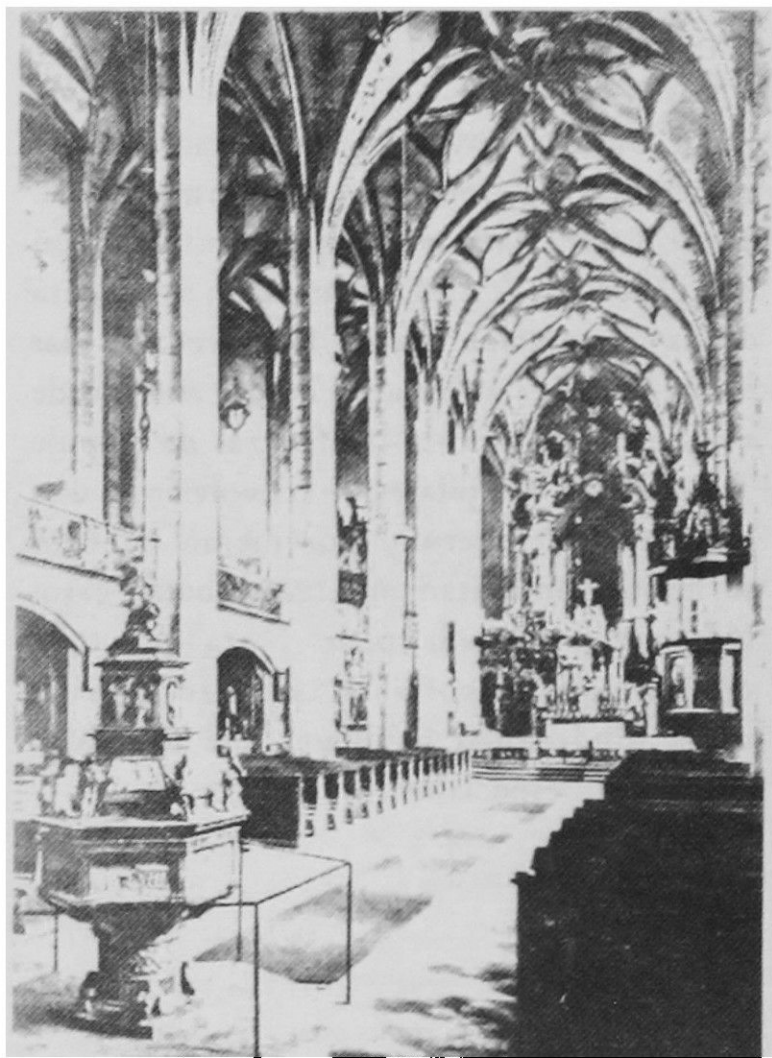


Fig. 1. Interior de la Iglesia de Most en su estado original.

cuya primera piedra fue colocada el 20 de agosto de 1517 y su terminación ocurrió en 1549, aunque posteriormente sufrió algunas transformaciones.

Esta iglesia era una construcción de mampostería, de tres naves, constituídas por un conjunto de pilares y columnas que tenían como únicos elementos de enlace el muro circundante de cierre y una bóveda de ladrillo de 15 cm de espesor a una altura de 18 m. La Fig. 1, que muestra el interior de la iglesia, da una idea de la estructura.

La estructura era muy delicada, muy frágil y estaba además dañada, particularmente en la bóveda. Tenía un peso de 15000 tone-

ladas, unos 60 m de largo y unos 30 m de ancho.

Se tomó la decisión de ubicarla en la vecindad de un hospital de la Edad Media, que se encontraba en el límite periférico de la nueva ciudad por edificar, a unos 850 m de su posición original y con unos diez metros de diferencia de nivel.

El primer paso que se hubo de dar necesariamente fue aumentar la rigidez de la estructura que, por sí misma, no se prestaba al traslado.

La bóveda, cuyas grietas la hacían muy vulnerable, se reforzó con hormigón; se unieron los pilares en su parte inferior con una cadena de hormigón armado; a la altura de la conjunción entre la bóveda y las naves laterales se estableció un sistema de anclaje para absorber las fuerzas de empuje de aquélla; los pilares se envolvieron con esqueletos de acero y por medio de ellos se levantaron lentamente, con cuatro gatos hidráulicos en cada pilar, hasta que todo el peso que soportaban se hizo gravitar sobre fundaciones auxiliares que se habían construido especialmente.

Estas fundaciones especiales se apoyaban, a su vez, en una armazón en celosía de acero compuesto por cuatro enrejados longitudinales principales trabados por 14 reticulados transversales cuyas barras pasaban a través de las ventanas de la iglesia o por debajo de las fundaciones. Esta armazón descansaba sobre 53 especies de pequeños vagones de dos ejes montados sobre los rieles de una vía de deslizamiento.

En definitiva, la iglesia quedó montada sobre un carro de transporte que se desplazó sobre rieles, que se iban levantando una vez recorrido el tramo que ellos cubrían y se volvían a colocar vía abajo. La Fig. 2 presenta un esquema de la disposición de transporte.

El carro se empujaba por medio de cuatro gatos que funcionaban alternadamente por pares para mantener la continuidad del movimiento y que tenían una capacidad de carga de 1.75 MN y una carrera de 3.5 m cada uno. Otros 4 gatos similares ubicados en la parte delantera permitían frenar.

Se dispuso, también, un sistema regulador para mantener la horizontalidad de las

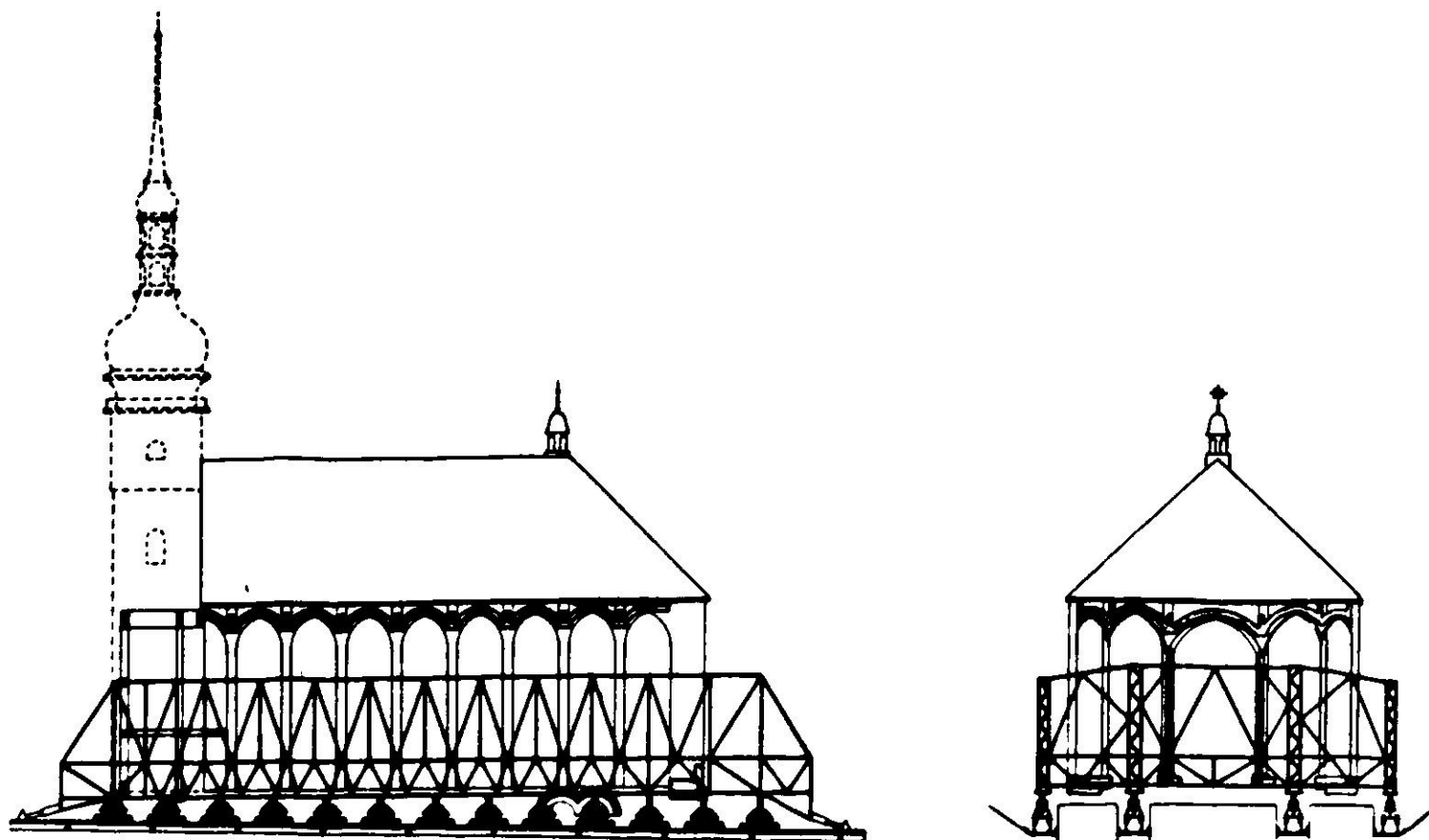
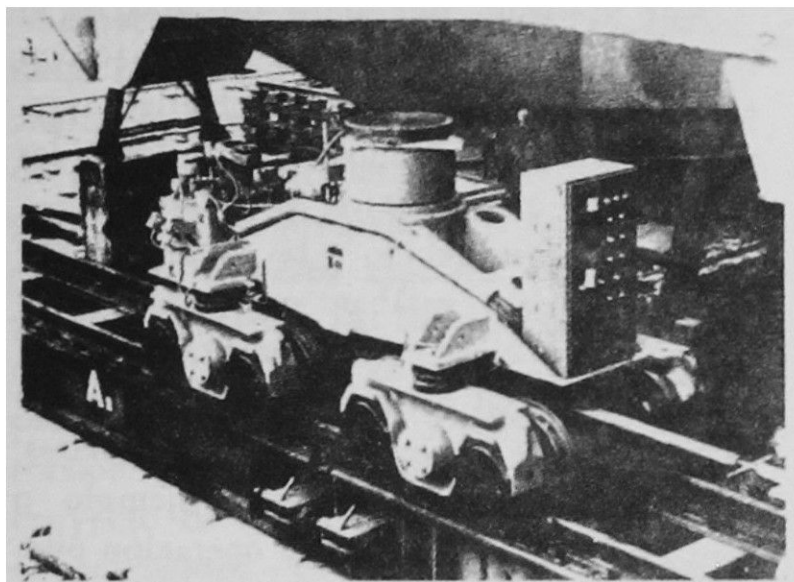


Fig. 2. Representación esquemática de la armazón de acero para el transporte. Las zonas achuradas corresponden a los refuerzos de hormigón.



**Fig. 3.** Un vagón provisto de un gato hidráulico con una capacidad de carga de 500 t.

fundaciones y compensar los posibles asentamientos. Para lograr estos objetivos se dotó cada uno de los vagones con un gato hidráulico que cumplía esas funciones con el auxilio de dispositivos de control, que los ajustaba dentro de las tolerancias previamente establecidas. La Fig. 3 muestra uno de los 53 vagones con el correspondiente gato hidráulico.

En la Fig. 4 se observa la iglesia en una etapa en que ya se ha cumplido gran parte del traslado.

No se podía dejar de lado, en una operación tan delicada y difícil como ésta, la necesidad de seguir, paso a paso, cada una

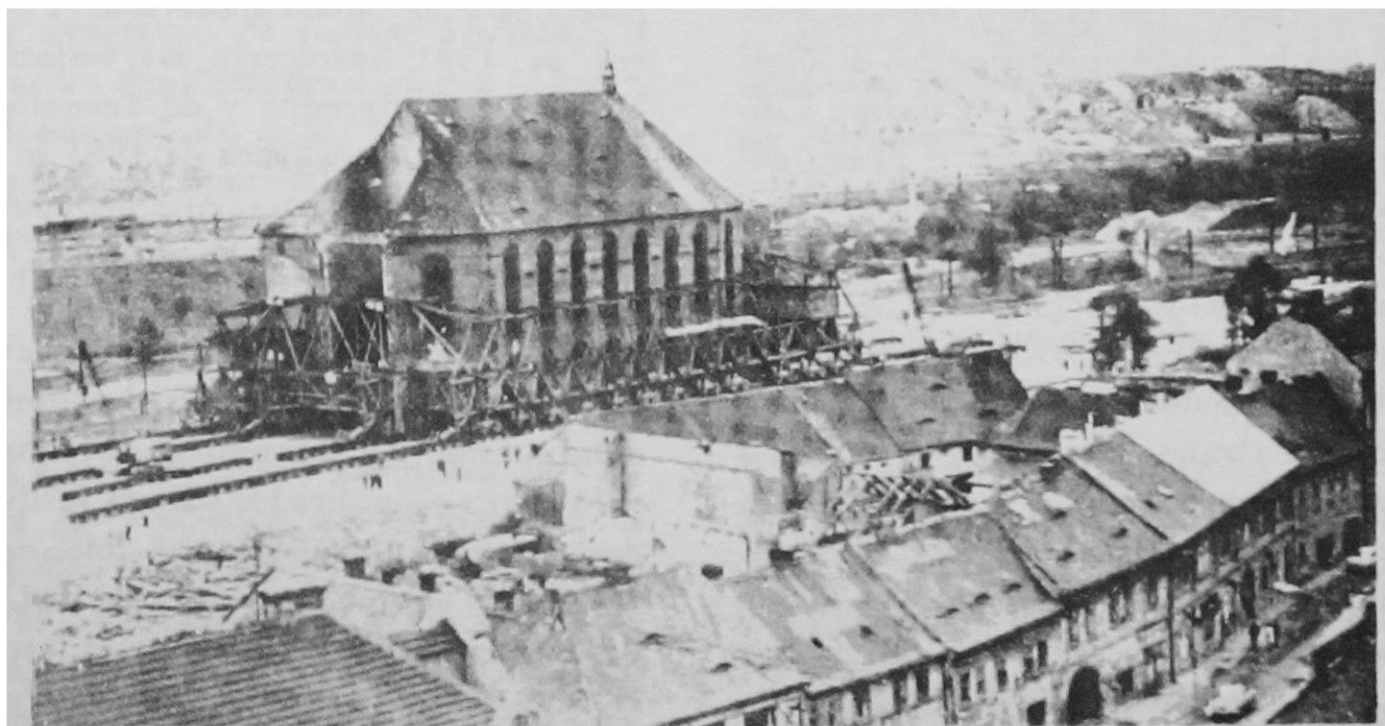
de las fases de preparación y de traslado, haciendo mediciones de las fuerzas, desplazamientos, velocidades, deformaciones y eventuales vibraciones. En este caso se usaron 525 sensores con este propósito.

Por medio de unos extensómetros se detectaron los asentamientos de los muros durante las excavaciones, otros midieron las deformaciones de la bóveda resultantes de su refuerzo con hormigón y otros se ubicaron en la confluencia de pilares y bóvedas. En lugares críticos en el interior de la iglesia se instalaron acelerómetros para establecer la intensidad de las vibraciones provocadas en la albañilería por el equipo perforador neumático.

Numerosos sensores, 106 de ellos para detectar cargas, informaban sobre los niveles de cada uno de los 53 vagones. También se midieron las fuerzas de empuje y de frenado, con bandas extensométricas colocadas en cada uno de los émbolos que hacían estas funciones.

Era importante observar las fisuras y grietas de la albañilería durante todo el proceso y para ello se usaron 81 detectores de un tipo que permite seguir una grieta desde su aparición o apreciar las variaciones de las existentes.

En las barras componentes de la armazón de acero de transporte se distribuyeron 313



**Fig. 4.** La iglesia de Most durante el transporte.



bandas extensométricas para conocer las solicitaciones a que estaba sometida, mientras que otras 14 bandas, situadas en los resortes de compresión de los vagones exteriores, medían los desplazamientos transversales del carro.

Había 11 medidores de aceleraciones o de vibraciones en los vagones, en la armazón de transporte y en la bóveda, para tomar nota de los efectos dinámicos producidos en los inicios e interrupciones del desplazamiento. Se medían las componentes en la dirección del movimiento, transversal a él y vertical.

Por último, se medía también la velocidad y la distancia recorrida.

Este traslado, que duró 60 días en el recorrido de los 850 metros, se realizó con éxito completo y todos los objetivos previstos fueron alcanzados, pese a todas las dificultades que debieron afrontarse.

Precisamente debido a las complejas circunstancias que estaban presentes y que fueron reconocidas en la concepción y planteamiento inicial del problema y a la forma exitosa en que fueron abordadas y resueltas, este traslado puede servir de ejemplo o tomarse como una suerte de operación piloto de la cual extraer valiosas enseñanzas para otros que puedan presentarse en el futuro.

E. Gómez G.

## CONGRESOS Y REUNIONES

El Boletín 53 de Novedades del CEB emitido en diciembre de 1980 expone la orientación para el trabajo futuro del Comité Euro-Internacional del Hormigón.

De acuerdo con sus estatutos la misión del CEB es contribuir al progreso del diseño, construcción y mantenimiento de obras de hormigón, la cual comparte con otras asociaciones internacionales como CIB, FIP, IABSE, RILEM, etc.

La situación actual está determinada por la existencia de la Norma Modelo CEB/FIB de 1978. Puesto que es de primera importancia que los medios profesionales de ingeniería puedan disponer de un tiempo suficiente para familiarizarse con el nuevo código y aplicarlo a problemas prácticos —condición necesaria para una adecuada realización de información— el Consejo Administrativo del CEB decidió que esta Norma Modelo debe mantenerse como está por un período de algunos años. Acorde con esta decisión se han trazado las líneas de acción de las futuras actividades en tres direcciones.

*Guía para la aplicación práctica de la Norma.* Para este objeto se elaborarán documentos de complemento que expliquen las ideas básicas en que se basa la Norma y

faciliten su correcta interpretación. Están programados para publicación a comienzos de 1981. Se espera que junto con esta publicación aparezca la fe de errata de la Norma.

Se publicarán apéndices para acciones sísmicas y para incendios. El primero ha tenido ya una versión y el segundo aparecerá a fines de 1981. Posteriormente se elaborarán otros, como, por ejemplo, para impacto y fatiga.

Se editarán manuales de procedimientos prácticos y de rápida aplicación. A comienzos de 1981 aparecerán las versiones de Flexión y Compresión y de Tecnología de Enfierradura. A mediados de 1981 se espera publicar Efectos estructurales del comportamiento a largo plazo del hormigón y Aplicación de la Norma Modelo. También en esa época se presentarán las primeras versiones de Control de grietas y estados límites de deformación de estructuras de hormigón, y Métodos simplificados para la verificación de la seguridad al pandeo. A fines de 1981 aparecerán versiones preliminares de Detalles de estructuras de hormigón; Industrialización de armaduras; zona de anclaje y Aberturas en losas y muros.

*Elaboración de información técnica avanzada.* Estará dirigida a mejorar los modelos analíticos por una parte y a la consideración de modelos especiales de comportamiento, por otra. Hay programas de trabajos para cada uno de esos aspectos. Así, para el primero se trabaja en: Método de aplicación del nivel II; Corte en vigas de hormigón pretensado; Resistencia y deformación bajo torsión combinada; Corte por puzonado; Proyecto de losas; Durabilidad: estado del conocimiento; Evaluación del Comportamiento a largo plazo del hormigón, y Uniones de elementos prefabricados.

Para el segundo punto se trabaja en: Comportamiento multiaxial del hormigón; Efectos térmicos, Elementos bidimensionales de hormigón; Respuesta de secciones críticas de hormigón estructural a acciones alternadas de alto nivel; Inestabilidad de muros; Inestabilidad de estructuras excepcionales.

*Preparación conceptual de la futura generación de documentos de normalización.* Tienen por objetivo lograr las siguientes condiciones: Unicidad y cabalidad sustanciales (sintaxis); corrección (semántica), y clasificación coherente y modelación racional (lógica).

El trabajo del CEB en estas direcciones se hace a través de su participación en el Comité Conjunto de Seguridad Estructural (JCSS) y en la Organización Internacional de Normalización (ISO).

Hay programas de trabajo destinados a preparar los siguientes documentos: Criterios de comportamiento y los correspondientes Elementos de Seguridad; Variables básicas (materiales, acciones geometría); Control de Calidad.

La VII Conferencia Interamericana en Tecnología de Materiales se realizará en la Ciudad de México del 19 al 23 de octubre de 1981. Asistirán a ella especialistas en materiales dentro de los aspectos de investigación, educación y desarrollo de los continentes americanos.

La conferencia tiene consultados paneles informales de discusión en asuntos de interés para ingenieros y educadores de ambos continentes. Habrá dos sesiones de trabajo además de las reuniones técnicas.

Los temas que se presentarán incluyen tecnologías de los materiales y aplicaciones; propiedades mecánicas; metalurgia física; corrosión; fatiga y fractura; materiales de construcción; materiales compuestos, y varios otros.

La secretaría tiene la dirección: VII Conferencia Interamericana en Tecnología de Materiales, Prado Norte 650, México 10. D.F.

El Centro de Investigaciones en Ingeniería Estructural de Madras, India, en conjunto con ocho instituciones nacionales e internacionales está organizando una exposición y seminario internacional sobre Modernización de las Técnicas Constructivas en Hormigón en India, el cual se desarrollará en Madras del día 21 al 24 de enero de 1982. Expertos hindúes y de otras nacionalidades darán charlas sobre técnicas y equipos usados en la construcción con hormigón. Algunos de estos métodos, sistemas y técnicas se exhibirán en la exposición. Los temas que se han elegido para discutir comprenden la mezcla y colocación del hormigón, equipos para hormigonar, sistemas de moldajes y andamios; técnicas de reparación y renovación; técnicas de fabricación de hormigón prefabricación de hormigón prefabricado; procedimientos de ensayos y control del hormigón; armaduras y fabricación.

Más informes se pueden obtener dirigiéndose a Mr. Zacharia George, Assistant Director, Structural Engineering Research Center, Madras 60020, India.

En los días 29 de marzo al 2 de abril de 1982 se realizará el 3<sup>er</sup> Coloquio Sobre Comportamiento de Edificios en el Laboratorio Nacional de Ingeniería Civil, Lisboa, Portugal.

Este coloquio está patrocinado en conjunto por ASTM, CIB y RILEM y es con-

tinuación de dos anteriores ya realizados, el primero en Filadelfia, en 1972 y el segundo en Otaniemi, Finlandia, en 1977. El tema del coloquio puede definirse como un análisis del progreso de los métodos y aplicaciones del principio del comportamiento a la renovación de edificios. Dentro de este planteamiento global se considerarán tres aspectos, según se expone en lo que sigue.

*Métodos para deducir los criterios y requisitos de comportamiento.* Se trata de formular enunciados claros de estos requisitos, lo cual, si bien es fácil en términos generales, resulta más difícil cuando hay que establecer criterios cuantitativos que permitan comparar y decidir entre varias soluciones posibles. Se estima que la experiencia práctica debe ser el árbitro entre los diferentes enfoques y por ello se espera recibir comunicaciones que expongan métodos utilizados y en lo posible se pronuncien sobre los resultados obtenidos.

*Métodos para evaluar el comportamiento basándose en los criterios adoptados.* El problema estriba en establecer métodos que aseguren que determinadas soluciones de diseño o elección de materiales cumplan con los criterios de comportamiento adoptados. Los métodos que se han intentado hasta la fecha van desde la evaluación teórica previa, la aplicación del juicio profesional de un grupo de expertos hasta el análisis posterior de edificios ocupados y

ensayos físicos. Serán bien acogidos los trabajos que ilustren los progresos en nuestra capacidad para hacer evaluaciones anticipadas y para asegurar el comportamiento probable a lo largo del tiempo.

*Aplicación del concepto de comportamiento a la reparación o rehabilitación.* Las necesidades de habitaciones son crecientes y para satisfacerlas se recurre cada vez más al reacondicionamiento de edificios existentes.

La rehabilitación se entiende como el mejoramiento de un edificio hasta una calidad aceptable (generalmente superior a la original), sea para el mismo uso a que estaba destinado, sea para otro diferente; tanto en el caso de modificaciones como en el de ampliaciones. Los temas de discusión incluyen la evaluación de las características de comportamiento antes y después de la rehabilitación; la aplicación y adaptación de las normas a los edificios existentes y sus modificaciones, incluyendo la naturaleza de los procedimientos de reparación.

Se pueden solicitar informaciones adicionales a los miembros del comité organizador, entre los cuales citamos sólo a dos: Profesor R.A. Jones, College of Fine and Applied Arts, Universidad de Illinois, 1 East Saint Mery's Road, Champaign, Illinois 61820, U.S.A.; Mr. M. Fickelson, Union Technique Interprofessionnelle, Direction Generale de la Recherche, 12, rue Brancion, 75737 Paris Cedex 15, Francia.