

el congreso de Praga

FERNANDO AGUIRRE de YRAOLA, Dr. Arquitecto

sinopsis

En el presente artículo se comenta el último tema tratado en el Seminario de Praga, sobre la evolución de la industria de la construcción. Dicho tema llevó por título: «Evolución de los sectores tradicional e industrializado de la industria de la construcción», y las ponencias que lo estudiaron fueron elaboradas por los delegados de la República Federal Alemana, España, Italia, Francia, Hungría, Ucrania y U.R.S.S. También resultan de gran utilidad para el estudio y discusión de los puntos tratados algunos documentos auxiliares referentes a la evolución de la industria cerámica y al desarrollo de la técnica del hormigón, y a la adaptación a la edificación de una serie de métodos pertenecientes al campo de la investigación operativa, a la cibernética, a la econometría, etc.

Evolución de los sectores tradicional e industrializado de la industria de la construcción

En el presente número pretendemos informar acerca de los dos temas finales tratados en el Seminario de Praga que—como sabemos—tuvo lugar, en el pasado mes de abril, en dicha ciudad. Como, a lo largo de las sesiones, diversos miembros y delegados hicieron constar lo inadecuado de establecer una línea de demarcación entre los sectores tradicional e industrializado de la construcción, se acordó fusionar el estudio de ambos en un solo tema, que es el que encabeza estas líneas.

En el estudio preparatorio para el seminario, los documentos de síntesis referentes al primero de los temas, es decir, al sector tradicional, habían sido preparados por el doctor Triebel, delegado de la República Federal Alemana, y por los doctores Nadal y Aguirre, delegados de España. En cuanto a los correspondientes al industrializado, habían sido redactados por los señores G. Blachère, delegado francés; G. Sebestyen, delegado húngaro, y Rudkovsky, representante de la Unión Soviética.

Los conceptos expresados durante las sesiones por cada uno de estos ponentes, contribuyeron a fijar y aclarar los nexos entre los dos sectores de la construcción, como facilitando el estudio del paso de la construcción tradicional a la industrializada, para cerrar así y completar el ciclo de la evolución de la estructura de la industria de la construcción.

La ponencia de la República Federal Alemana comienza observando que los métodos puramente tradicionales de construcción son puestos en práctica en muy pocos países. La división del trabajo hecho en la fábrica y el realizado en la obra no ha cambiado radicalmente; a pesar de todo, los métodos de producción en fábrica, los de transporte y las operaciones a pie de obra se han industrializado considerablemente.

Allí donde la construcción tradicional ha sido realizada, se puede observar una mejor organización de los trabajos; en primer lugar se tiende a concentrar lo más posible las numerosas fases del trabajo en obra. Los materiales llegan a ésta desordenados y sin agrupar, y una vez allí son primeramente preparados y luego incorporados a la construcción. Esta actividad permite ejecutar un gran número de trabajos por medio de máquinas, pero para cada construcción es necesario montar y desmontar la instalación de dichas máquinas. Este es el método empleado para la construcción a base de hormigón y acero que se emplea con mayor profusión en la construcción de carreteras, puentes y, en general, en todos los trabajos propios de obras públicas. Pero hay que indicar que también se emplea para la construcción de grandes grupos de viviendas.

El segundo de estos puntos se refiere al tema opuesto al ya indicado: la ejecución de los trabajos en fábricas. En éstas se producen los elementos prefabricados tendiendo a que sean del mayor tamaño posible y a que tengan un alto nivel de acabado. De esta forma, una vez transportados a la obra, pueden ser rápidamente colocados en su sitio y aprovecharse así las ventajas de la producción en fábrica para la industria de la construcción. Pero para poder efectuar estos trabajos es necesario disponer de las fábricas adecuadas o crearlas.



Contraste entre las viejas construcciones tradicionales londinenses que van desapareciendo, y las más modernas realizaciones, tipo muro-cortina.

Entre estas dos orientaciones extremas del desarrollo técnico existe una tercera: los elementos prefabricados tales como ladrillos, baldosas, accesorios de fontanería, etc., se colocan en obra por procedimientos manuales, conservándose así la separación tradicional entre el trabajo en fábrica y el efectuado a pie de obra. En las fábricas los materiales se fabrican en grandes series, con calidad y dimensiones constantes, pero sin tener un conocimiento previo del tipo de edificio en el que se van a emplear. El progreso efectuado se desprende del hecho de que el trabajo en fábrica se ha mecanizado e, incluso en algunos casos, se ha automatizado. Además, los métodos de transporte de los materiales hasta la obra, e incluso los empleados en la construcción propiamente dicha, son más racionales.

Características de los procedimientos tradicionales

Esta tercera orientación del desarrollo técnico, así como los procedimientos empleados, reciben el calificativo de "tradicionales". En realidad, todavía no se ha definido claramente la distinción entre los métodos tradicionales y los industrializados.

En algunos países, por ejemplo, en Francia y en la Unión Soviética, además de la construcción con elementos prefabricados se incluyen también entre los métodos industrializados, los que utiliza la construcción mecanizada del hormigón.

Por el contrario, en otros países como, por ejemplo, Alemania Occidental, únicamente se considera como método industrializado la construcción a base de elementos prefabricados. La fabricación mecanizada del hormigón a pie de obra, así como los trabajos de mampostería, se incluyen entre los métodos de construcción tradicionales. Estos sistemas, así como los de encofrado del hormigón, se emplean ya desde hace varias décadas en la construcción de viviendas.

Pero, sobre todo, los procedimientos tradicionales de construcción han continuado evolucionando y son cada vez más racionales. Los métodos en vigor tienen todavía en común la división de trabajos entre la fábrica y la obra, y la utilización manual de los materiales, por ejemplo fábricas de mampostería y colocación de las pizarras. Sin embargo, un gran número de actividades de transporte, incluso en la obra, se ejecutan con ayuda de máquinas adecuadas. También se emplean materiales nuevos. En la construcción de muros se utilizan pequeños elementos prefabricados que contribuyen a que esta actividad siga un procedimiento más racional. Además, igual que los métodos industrializados, estos procesos tradicionales también disfrutaban de las ventajas de la fabricación en serie, del trabajo en cadena y de la buena organización en obra, aplicando, de una forma más económica, dichos procedimientos.

Por fin, en algunos países, las mismas empresas construyen empleando indistintamente uno u otro método.

De igual forma que no se puede definir una separación exacta entre los métodos de construcción tradicionales y los industrializados, tampoco se puede delimitar una frontera entre un sector tradicional de la industria de la construcción y un sector industrializado. Sin embargo, este informe sobre las transformaciones de la estructura de la construcción se deberá aplicar, en los diversos países, a aquel sector de la construcción que se refiera a las diversas formas de albañilería, ya que las otras partes de la edificación se pueden ejecutar por medio de diferentes procedimientos.

En todos los países que presentan un índice de actividad, los métodos de construcción tradicionales se emplean al mismo tiempo que los nuevos procedimientos industrializados. Incluso en muchos países se presentan con mayor profusión. En Francia y en Austria, alrededor del 70 por 100 de las nuevas viviendas se construyen según procedimientos tradicionales. En Polonia se emplean en un porcentaje del 50 por 100 para la construcción de viviendas urbanas. En algunos países su importancia disminuye. En Checoslovaquia el porcentaje de viviendas construidas a base de ladrillos ha disminuido desde un 70 por 100 en 1957 hasta un 40 por 100 en 1962. Por el contrario, existen países en los que el porcentaje de empleo de dichos procedimientos tradicionales ha permanecido casi estacionario durante estos últimos años.

A continuación, la ponencia alemana pasó a considerar la posibilidad de efectuar una gran parte de los trabajos realizados en el sector tradicional por medio de máquinas. El empleo de éstas se efectúa para los trabajos de movimiento de tierras, mezcla de hormigón y de mortero y para el transporte de los materiales hasta la obra e incluso dentro de ella. Todos ellos son trabajos duros y monótonos, y gracias a las máquinas el obrero se encuentra actualmente con que no tiene que realizarlos. Además, en la etapa de preparación de la obra existen gran cantidad de pequeños trabajos que se pueden efectuar por medio de máquinas: aplicar el revestimiento, practicar las perforaciones, apomazar los muros, pulir las capas de revestimiento, etc.

Se aportó, entre otros ejemplos típicos, el curioso dato de que en Alemania Occidental la excavación de zanjas para cimientos y canalizaciones resulta un 80 por 100 más barata por medio de máquinas que efectuada manualmente. En este caso, el número de horas de trabajo empleadas para efectuar el trabajo manualmente resulta de unas 50 a 120 veces superior que el empleado para efectuar el mismo trabajo por medio de máquinas.

En la construcción de una casa con dos plantas, efectuada en circunstancias favorables, el trabajo empleado en el transporte de piedras y mortero por medio de una grúa no representa más que el 20 ó el 25 por 100 del que se emplearía, en idénticas circunstancias, cuando el transporte se efectuara a mano. Cálculos efectuados en Alemania Occidental han mostrado que los costes en caso de trabajo mecanizado son un 40 por 100 más baratos que los que se obtienen cuando el trabajo se efectúa a mano. Esta diferencia entre el trabajo mecánico y el trabajo manual se hace mucho más ostensible cuando se trata de la construcción de edificios más altos.

Sin embargo, las ventajas del trabajo mecánico no se disfrutan completamente más que en el caso de que el rendimiento de las máquinas instaladas se corresponda con la importancia y duración de las obras. Las máquinas cuya capacidad es demasiado grande para poder ser utilizadas a pleno rendimiento en los trabajos de construcción, incrementan considerablemente los costes de la obra.

En Hungría, el número de máquinas empleadas al servicio de la construcción, ha aumentado en un 25 por 100 en el período comprendido entre el 1961 y el 1963.

En Austria, la capacidad total del parque de maquinaria de la industria de la construcción ha pasado de 1,4 CV. por obrero en 1938 a 4 CV. por obrero en 1950 y a 17 CV. por obrero en 1963.

En Polonia, el plan previsto es de que en el período comprendido entre 1960 y 1965, el número de máquinas dedicado a la producción de la industria de la construcción aumente en un 24 por 100. En comparación con el número de empleados debe crecer en un 40 por 100. Actualmente, en este país se efectúan por medio de máquinas el 92 por 100 de los trabajos de desplazamiento de tierras, el 95 por 100 de los transportes y el 50 por 100 de los trabajos efectuados en el interior de las obras.

En la República de Ucrania, la política que tiende a la mecanización integral y a la automatización del proceso de la producción se ha seguido activamente, sobre todo en lo que concierne a los trabajos de movimientos de tierras, transportes, hormigonado y montaje de elementos prefabricados. La mecanización de las operaciones de montaje y transporte vertical de estos elementos prefabricados se hace posible gracias a la producción de grúas-torre y grúas móviles sobre cadenas o neumáticos. Se prosiguen enérgicamente los intentos para racionalizar las máquinas de elevación y transporte reduciendo el número de tipos, asegurándolas una mayor movilidad, adaptándolas al peso máximo de los elementos que se van a manipular y colocándolas de forma que permitan el montaje directo desde los remolques (que realizan el transporte desde la fábrica a la obra). Lo mismo ocurre con la mecanización de las operaciones de acabado y, especialmente, en la confección y aplicación de los revestimientos, morteros y pinturas.

La mecanización de los trabajos de construcción es un factor importante en la tendencia general a la industrialización de la construcción en la U.R.S.S. En 1961 los trabajos de movimientos de tierras estaban mecanizados en un 96 por 100, la carga y descarga de elementos pesados en un 90 por 100, y la aplicación de revestimientos en un 58 por 100 y los trabajos de pintura en un 64 por 100.

Se revela una tendencia general a impulsar la especialización de las empresas de construcción y a integrar racionalmente las organizaciones y empresas conjuntas. En la hora actual, empresas especializadas y organizaciones encargadas del montaje de elementos en más de 30 sectores distintos de la construcción forman parte en un 40 por 100 del volumen total de la misma y de los trabajos de montaje.

En Checoslovaquia se ha dispuesto toda una serie de accesorios que permiten transformar los tractores en excavadoras. Se observa una tendencia general a reemplazar la tracción por cadenas por la de neumáticos. La producción de morteros y hormigones se efectúa más y más en centrales completamente automáticas. En fin, la mecanización de los pequeños útiles de obra se hace posible gracias a la producción de una gran variedad de accesorios que se pueden adaptar a las taladradoras eléctricas portátiles normalizadas.



Sistemas de mecanización en una fábrica de paneles pesados en Praga.

Como prueba del universal incremento de la maquinaria, observaremos que en Checoslovaquia, actualmente, se efectúan por medio de máquinas el 88 por 100 de los trabajos de movimientos de tierra, el 45 por 100 de los de mezcla del hormigón, el 65 por 100 de los transportes y el 16 por 100 de los trabajos de preparación de obras.

A pesar de que no se disponen de datos estadísticos en los países socialistas para poder compararlos con los de Europa Occidental, se pueden citar, no obstante, algunos ejemplos a título de ilustración. Así, en Dinamarca, la mecanización se lleva a cabo en dos direcciones: introducción en las obras de ciertas máquinas (especialmente de elevación y transporte) y adopción de métodos de manipulación mecánica del hormigón y de los productos del mismo. Esto permite emplear en la construcción un número creciente de operarios no especializados. La mayoría de las empresas poseen su propio parque de maquinaria, pero un cierto número de empresas de menor importancia pueden recurrir a la central danesa de maquinaria de construcción, Sociedad de Responsabilidad Limitada creada en 1953 según proposición del Ministerio de la Vivienda.

En Finlandia, condiciones económicas particularmente favorables han facilitado la mecanización de las operaciones de construcción durante el período considerado. Los progresos de la mecanización de las operaciones han traído consigo un aumento considerable de la productividad del trabajo. La característica principal de la tendencia a la mecanización ha sido la adopción de grúas-torre al final de los años cincuenta. El número de estas grúas utilizado en el país, que no sobrepasaba las 200 en 1960, llegaba a 550 en 1962; se prevé un nuevo aumento en el transcurso de los años próximos. La mayor grúa-torre de los países nórdicos, construida recientemente en Finlandia, tiene una capacidad de 200 t. La utilización racional de grúas-torre para la manipulación y el acoplamiento de materiales y elementos de construcción ha tenido como efecto reducir el número de horas/obrero en la obra. Durante el mismo período, el número de centrales de hormigón ha aumentado constantemente en todas las aglomeraciones urbanas, reduciendo así considerablemente el volumen de hormigón preparado a pie de obra.

En Francia las compras de máquinas y de útiles en la industria de la construcción ha aumentado en casi un 10 por 100 por año desde 1960, de forma que el volumen total de la construcción ha quedado poco más o menos constante. La evolución más importante es la que se refiere a las grúas-torre (cuyo número ha aumentado en más del 10 por 100 por año, siendo, por otra parte, cada vez más potentes), a las grúas móviles, a las centrales de hormigón, a los andamios prefabricados, y a las cargadoras y los camiones basculantes; hay poco cambio en lo que concierne a las pequeñas grúas de obra no móviles, los montacargas y los tubos para andamios, mientras que las máquinas de obra de usos múltiples han tenido una tendencia a disminuir. Los encofrados metálicos muestran un desarrollo discontinuo. La evolución se continúa en lo que concierne a la mecanización de los revestimientos y al acabado de los paneles de muros y techos, ya se trate de elementos moldeados en el lugar de trabajo o prefabricados, y al empleo más frecuente de encofrados que dan paramentos brutos al desencofrar.

En Suecia también el número de grúas-mástil, fijas o sobre raíles, ha aumentado de 600 en 1958 a 1.200 en 1962.

En el Reino Unido, las grúas-mástil se han introducido y adoptado en un gran número de obras en los últimos años. Estas grúas, primeramente importadas, se fabrican ahora en el país. Gracias a la mecanización más intensa de las operaciones de hormigonado, principalmente por la utilización del hormigón prefabricado, de los encofrados racionalizados y de máquinas para moldear y al control de la calidad, ha sido posible mejorar el producto terminado y eliminar los revestimientos en ciertos casos. Las máquinas de colocar revestimientos se han introducido igualmente a título de ensayo. En fin, incluso en empresas modestas, se han adoptado pequeñas máquinas en gran número tales como: pequeñas palas mecánicas, carretillas mecánicas, caballetes telescópicos, etc.

También es interesante hacer referencia en este lugar a los informes y trabajos presentados en la Reunión Conjunta de Trabajo R.I.L.E.M./C.I.B., celebrada en París en octubre de 1963, referentes a la mecanización correspondiente a los morteros prefabricados.

Al efectuar de forma más económica los trabajos de excavación y desmonte de tierras, la mezcla de hormigones y morteros, así como el transporte de materiales y otros elementos empleados en la construcción, las máquinas hacen más racional la técnica de la construcción y permiten aumentar los rendimientos de las empresas constructoras. La estructura de las empresas que trabajan empleando los métodos tradicionales se transforman desde el momento en que poseen un parque de maquinaria importante al cual deben sacar una renta adecuada. Por consiguiente, en la misma producción tienen menos necesidad de obreros sin especializar y deben encontrar la mano de obra especializada adecuada para el funcionamiento o entretenimiento de las máquinas. Pero también deben tener cuidado de que haya el trabajo suficiente para que las máquinas sean siempre empleadas a pleno rendimiento.

La documentada ponencia alemana sigue aportando datos curiosos, por ejemplo: un obrero monta las instalaciones sanitarias para un apartamento en un tiempo aproximado de ochenta horas. Pero si estos conductos son prefabricados en serie e incorporados al edificio en forma de elementos terminados, la cantidad de horas de trabajo invertidas en la obra disminuye en un tiempo aproximado de unas dieciséis horas por apartamento.

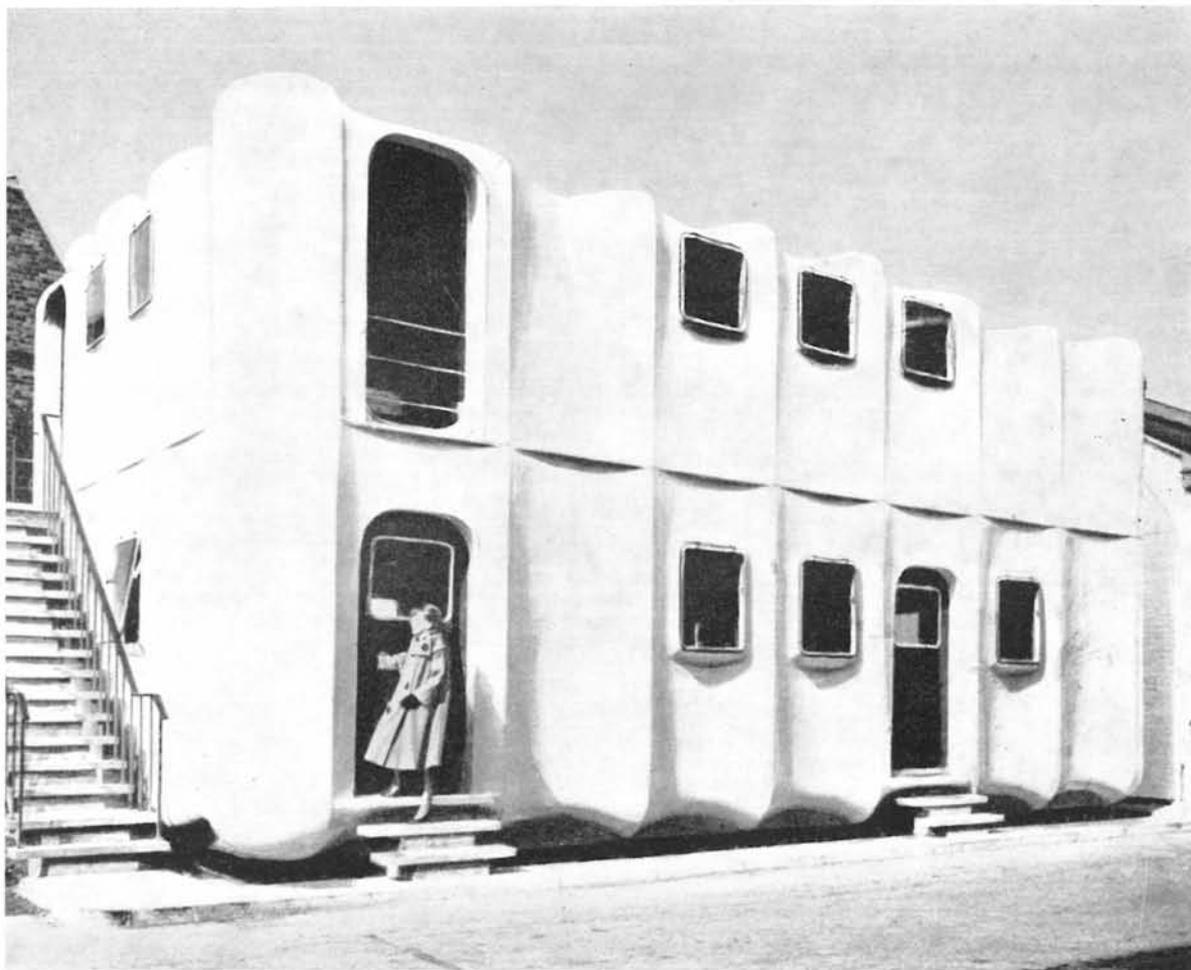
Una escalera prefabricada puede ser construida y montada en cuarenta y cinco horas de trabajo. Pero si la misma escalera está hecha a base de hormigón armado sin elementos prefabricados, se necesitan por lo menos sesenta y cinco horas de trabajo.

Estos elementos prefabricados de pequeñas dimensiones se pueden fabricar en pequeños talleres o incluso en la obra, sin que para esto sean necesarias grandes instalaciones suplementarias. Se pueden transportar y montar fácilmente con la ayuda de maquinaria ligera.

Finalizada la ponencia alemana, el seminario estudió el trabajo de síntesis que habían redactado los dos delegados españoles, el doctor Nadal, Director del I.E.T.c.c., y el autor de este artículo.

Coincidiendo con la ponencia alemana, merece destacarse la dedicación del trabajo a la evolución de los materiales tradicionales y a la introducción de otros nuevos. El doctor Nadal, en su disertación, dedicó especial atención al destacar la influencia que los hormigones celulares han ejercido, hasta el presente, sobre el perfeccionamiento de los métodos de construcción tradicionales en distintos países. Producidos según el proceso de la autoclave en las grandes fábricas, estos hormigones se han revelado como los más eficaces para la construcción de muros portantes exteriores en inmuebles de varias plantas, así como para la construcción de muros exteriores no portantes independientemente del número de plantas.

La producción en masa y la utilización de los hormigones celulares en la construcción, cuyas propiedades de aislamiento térmico son muy ventajosas, ha sido la causa principal del abandono de los muros portantes longitudinales. Los hormigones celulares se fabricaban hasta el presente, generalmente, en forma de pequeños bloques; actualmente se prepara la puesta en marcha de la producción industrial de grandes elementos de pared tipificados, lo que permitirá también utilizar más ampliamente los hormigones celulares en la construcción industrializada.



Edificación a base de elementos prefabricados de plástico, procedentes de una fábrica de bakelita de Birmingham.

La construcción cada vez más frecuente de los muros transversales portantes ha obligado a emplear hormigones pesados moldeados en encofrados fijos, especialmente para la construcción de viviendas. La construcción de muros interiores portantes en hormigón ha permitido reducir sensiblemente su espesor respecto a los muros portantes tradicionales de ladrillos.

La utilización de conglomerados y de productos de yeso aumenta constantemente, y se prevé que donde principalmente será utilizado este material será en los elementos prefabricados (tabiques, bloques, huecos de forjados, etc.).

El uso de las materias sintéticas se extiende con relativa rapidez en la construcción (losas, solados sin juntas a base de policloruro de vinilo, etc.). La gama de otras materias sintéticas se enriquece también: zócalos aislantes muy ligeros, pinturas y barnices, losas de muros, tubos y aparatos de saneamiento. Los productos en materias sintéticas se fabrican hoy día, por ejemplo, en Polonia, por empresas dependientes del Ministerio de la Industria Química. Se prevé que en algunos años el Ministerio de la Construcción de Polonia abrirá sus propias fábricas de materiales sintéticos.

El trabajo español establece las relaciones obtenidas de las monografías de los distintos países entre el sector tradicional de la construcción y los otros campos de las industrias nacionales. Estima la utilidad de citar algunos datos comparativos referentes a la industria de la construcción de un país cuyo sector tradicional esté bien caracterizado. Así, en España, según los datos correspondientes a 1958, el sector de la construcción compró prácticamente a los sectores productivos la totalidad de su producción en derivados del cemento y productos de la arcilla; más del 90 por 100 de las ventas de las industrias metálicas de construcción y de cemento; entre el 70 y 90 por 100 de cales, yesos, cerámica y productos de la industria de la piedra natural.

Se puede dar una larga lista con porcentajes inferiores de los productos principales, entre los cuales se encuentran la madera, los muebles, las pinturas, los barnices, el corcho, los explosivos, el vidrio, los adhesivos, los colorantes, el equipo mecánico y el material eléctrico, etc. El transporte de los materiales de construcción absorbe el 21,49 por 100 de la actividad de los transportes por carretera dirigida a los sectores productivos, el 10,36 por 100 de los marítimos y el 17,74 por 100 de tracción animal.

Se pudieron confrontar también, según la opinión unánime del Seminario, las indudables ventajas e inconvenientes de la evolución del sector tradicional hacia el industrializado; dichas ventajas son: economía de mano de obra especializada, reducción de precios y reducción de los plazos de ejecución.

La ventaja de la producción en fábrica y en serie es indiscutible, ya que, además de poder controlar mejor la mano de obra, muy rara en el mudo entero, el rendimiento es más grande al mejorar las condiciones laborales y ponerse al abrigo de las malas condiciones atmosféricas.

Inconvenientes: inversiones iniciales considerables; garantía de un mínimo de trabajo anual para amortizar estas inversiones (4.000 ó 5.000 viviendas iniciales); estudios y proyectos mucho más definidos, pues la razón de sus ventajas está en la planificación de la producción; esfuerzo y decisión más grandes para vencer la inercia, etc.

Efectos de la divulgación y de la cooperación económica en el sector tradicional. Coordinación en tiempo y en volumen de todas las fases de la construcción

Es evidente que la divulgación pública de las nuevas técnicas constructivas y de los modernos materiales de construcción han dado nacimiento a la evolución del sector tradicional. En todos los países hay organismos de información, de exposición y experimentación. Es necesario igualmente subrayar la creación de comités internacionales para aprobaciones técnicas, etc.

En cuanto a la cooperación económica se puede observar, en casi todos los países, una evolución muy favorable influenciada por la política del Estado, estimulada en razón de la penuria general de viviendas desde la última guerra.

En lo que se refiere a la coordinación en el tiempo y en el volumen de todas las fases de la construcción y para asegurar una coordinación racional de la planificación con todas las empresas y gremios que participan en la ejecución, es necesario enlazar cuidadosamente los plazos fijados para los distintos trabajos. Cualquier cambio de los plazos previstos tiene que ser evitado en la medida de lo posible. Si eso ocurriera, sería necesario ponerlo inmediatamente en conocimiento de todos los interesados. Las consecuencias de los cambios en los plazos de ejecución, reducen la productividad media al crear períodos de espera, más o menos largos, en la mano de obra y en las máquinas, pudiendo este hecho provocar un sensible aumento en el coste de la producción por unidad de volumen.

Sin preparación suficiente de los trabajos, la racionalización de un proceso de construcción (por ejemplo, la ejecución de un edificio) está en gran parte sometida al azar. Se trata, principalmente, de fijar la marcha de las distintas fases de los trabajos desde los puntos de vista: técnicas del trabajo, de utilización de la mano de obra, de las máquinas, de las herramientas y de los materiales respecto de las disponibilidades, de la productividad, del volumen y de los plazos de ejecución. Es importante que, para proceder a la preparación de los trabajos, sean éstos entregados a tiempo a disposición del constructor, así como descripción detallada y exacta del género y cantidad de las operaciones a efectuar, en unión de los planos de ejecución.

Por último, el trabajo español evalúa los resultados obtenidos según diferentes monografías en lo referente a la reducción de los gastos, al aumento de la productividad y a la mejor calidad de la construcción terminada.

Partiendo de la base de la dificultad que existe al delimitar los sectores tradicional e industrializado, damos relación de algunos datos comparativos de los costes de algunos sistemas, obtenidos de diversas monografías internacionales.

En Polonia existe la comparación siguiente, según los diferentes tipos de construcción:

Tipo de producción	Método	Horas de trabajo/m ²	
		1962	1963
Inmuebles de viviendas	Tradicional	7,2	6,8
	En grandes bloques ...	5,3	4,2
	En grandes paneles.. ...	5,4	3,2
	Homogéneos	5,4	4,8

En Checoslovaquia tenemos el siguiente cuadro comparativo de costes:

	1960		1962	
	Tipificadas	No tipificadas	Tipificadas	No tipificadas
Porcentaje de unidades de viviendas	91,6	8,4	84,1	15,9
Costes de construcción por unidad de vivienda ...	65,28	68,77	64,04	66,90
Costes de construcción en coronas checas por m ² de superficie de vivienda	1,802	1,888	1,723	1,847

Estos datos son especialmente útiles para el estudio del siguiente cuadro, que indica la velocidad del proceso de evolución entre los dos sectores.

METODO DE CONSTRUCCION	1957	1958	1959	1960	1961	1962
	%	%	%	%	%	%
Albañilería de ladrillo	69,8	66,0	61,3	54,0	42,6	38,1
Paneles premoldeados	10,1	14,9	18,8	26,1	39,5	46,2
Otros métodos	20,1	19,1	19,9	19,9	17,9	15,7

En España la escasez de construcciones industrializadas supone una dificultad considerable para conocer los resultados que la experiencia podría darnos. Se puede estimar, no obstante, que la reducción de los costes de las viviendas varía entre el 15 y 35 por 100, llegando hasta el 40 por 100 en las organizaciones de producción global en serie, con volumen de viviendas superior a 5.500 unidades.

La ponencia del señor G. Blachère, Director del Centre Scientifique et Technique du Bâtiment de París, había sido elaborada desde el punto de vista de la evolución del sector industrializado de la construcción. Comenzó definiendo la industrialización en su sentido general de racionalización + mecanización + automatización. Señaló la posibilidad de la existencia de la industrialización en las construcciones derivadas del sector tradicional. Sin embargo, se sabe que los procedimientos que integran lo que se ha convenido, en el Seminario, llamar sector industrializado, obligan a la racionalización y son, por lo tanto, los motores de la industrialización. Los procesos evolucionados no comprenden solamente la mecanización de las operaciones de entretenimiento, sino también un principio de la mecanización en la elaboración de elementos.

De esta forma, el porcentaje de construcciones realizadas por métodos industriales es un índice bastante significativo del grado de industrialización. Citamos, por ejemplo que:

— en Austria hay prefabricación de casas unifamiliares y una empresa de construcción de prefabricación y montaje de grandes paneles;

— en Dinamarca, aunque no se cita en su monografía, existe un sector industrializado;

— en Finlandia, el 10 por 100 de los grupos de viviendas son realizados por sistemas de prefabricación, así como un cierto número de casas unifamiliares;

— en Francia se construyen por año 100.000 viviendas por sistemas industrializados; estas 100.000 viviendas representan casi el 50 por 100 de todas las agrupaciones de viviendas y más de la mitad de los grupos de viviendas sociales;

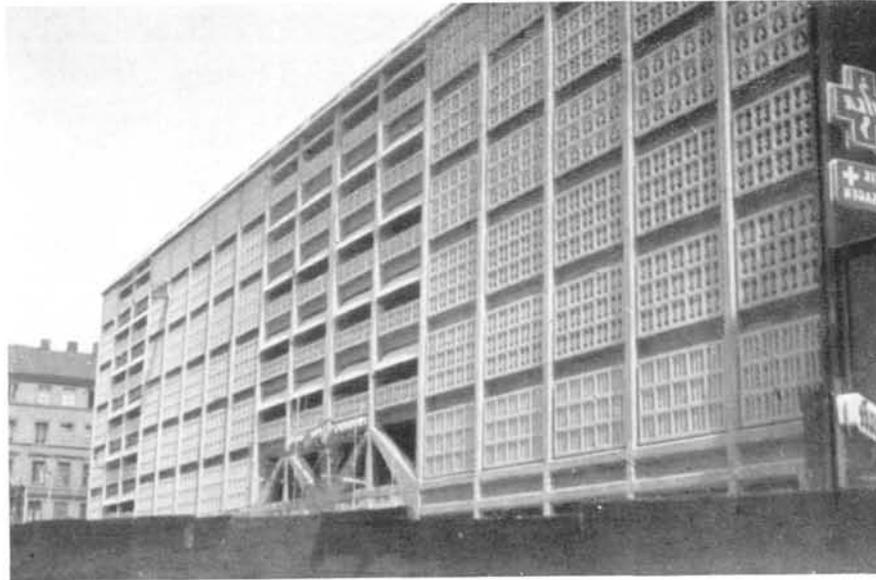
— en Italia, en el Norte, se ha creado recientemente un sector con nuevos procesos, especialmente en Milán y Génova;

— en Polonia, junto a los grandes bloques (27 por 100), los sistemas industrializados representan el 10 por 100 de la construcción urbana;

— en Suecia se nos da la cifra de 2.074 viviendas construidas con el empleo de grandes elementos fabricados. Hay que añadir los procesos de hormigón celular, y los procesos de prefabricación de casas unifamiliares;

— en Checoslovaquia, el montaje de grandes paneles prefabricados permite realizar el 46 por 100 de las construcciones de viviendas del Estado y de las cooperativas, es decir, alrededor de 60.000 viviendas en 1962, de las que un 58 por 100 está considerado que son construcciones del sector industrializado;

Fachada a base de elementos prefabricados de hormigón, en Estocolmo.



— en la R. S. S. de Ucrania, más de 30 fábricas elaboran elementos para 2.500.000 m² de viviendas por año, y la prefabricación representa el 19,4 por 100 de la producción;

— para el conjunto de la U. R. S. S., 200 fábricas de grandes paneles producen 12.000.000 de m² de viviendas, es decir, 200.000 viviendas, que representa el 8 por 100 de la producción en 1962.

Se ve así que en Checoslovaquia y en Francia, y probablemente también en Suecia, los procesos industrializados representan una proporción de un 50 por 100 de la producción total, mientras que las masas considerables, de menor porcentaje, están producidas en la U. R. S. S.

A continuación, el delegado francés examinó los procedimientos técnicos que son considerados en cada país según el examen de las monografías respectivas, como los procedimientos del futuro. Así observó que en los siguientes países dichos procedimientos son:

— Austria: hormigón celular, grandes paneles y casas unifamiliares prefabricadas de madera.

— En Suiza: hormigón expansivo.

— En Dinamarca señala tres vías: La prefabricación de elementos según medida, los sistemas de prefabricación cerrados, y la prefabricación en sistema abierto.

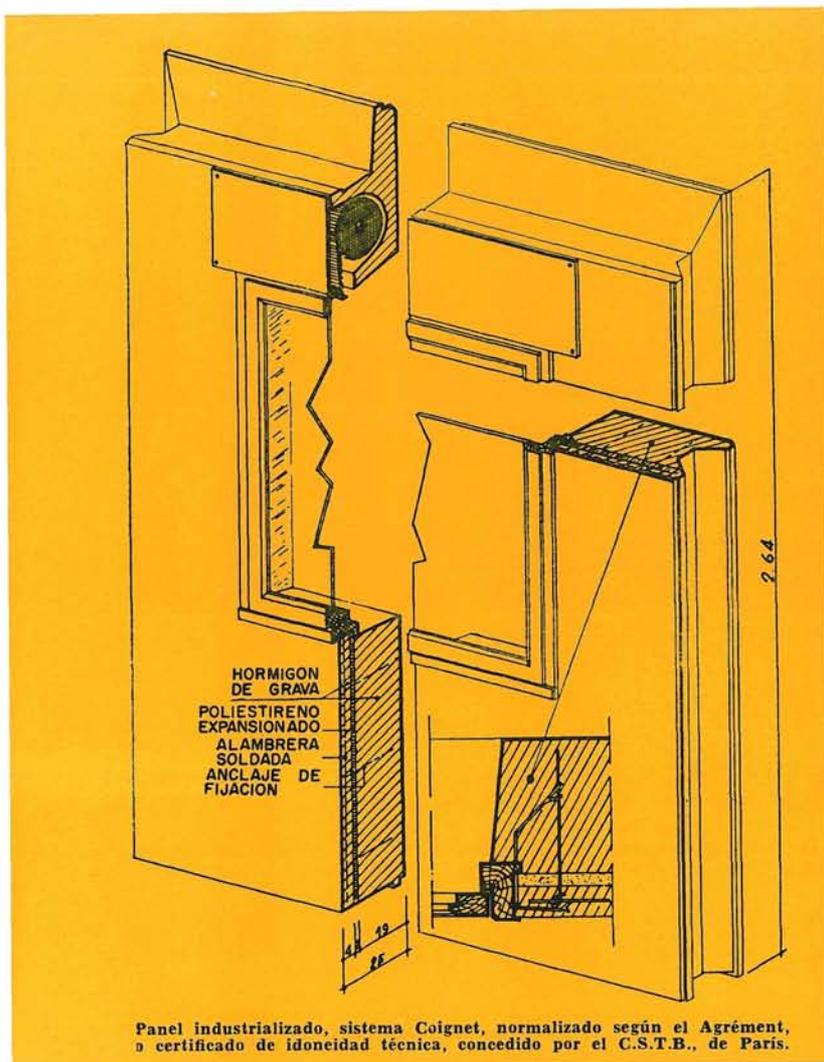
— En Finlandia se acentúa la prefabricación de elementos tanto pesados como ligeros (estando comprendidos los bloques técnicos) y la prefabricación de casas de madera.

— En Suecia se utilizan los grandes paneles, el hormigón celular, los encofrados deslizantes y los bloques técnicos.

— En Francia: el montaje de grandes paneles de hormigón o de cerámica producidos en fábricas o a pie de obra; la realización de estructuras de hormigón moldeado en grandes moldes (hormigón celular industrial); el recubrimiento de fachadas con paneles ligeros de alma aislante. Además, gracias a la disciplina dimensional, la prefabricación en sistema abierto de nuevos elementos (metal, plástico, etc.).

El porvenir de los países de Europa Oriental está en la construcción por montaje de grandes elementos: paneles, soportes, bloques técnicos, etc., es decir, en el desarrollo de las técnicas actuales.

Y, por último, el delegado francés finalizó señalando que, en general, se puede imaginar el futuro como un desarrollo de las técnicas actualmente practicadas en varios países, acentuándose la prefabricación en sistema abierto gracias a la coordinación dimensional, pero sin que eso lleve a una revolución técnica.



Panel industrializado, sistema Coignet, normalizado según el Agrément, o certificado de idoneidad técnica, concedido por el C.S.T.B., de París.

A continuación, el delegado húngaro G. Sebestyen, Director técnico del Instituto para la Organización y la Economía de la Construcción, de Budapest, caracterizó la industrialización de la construcción del siguiente modo:

- utilización de máquinas en gran escala;
- producción de elementos en fábrica;
- aplicación de los principios científicos modernos al estudio de planes de programación y planificación;
- planificación y programación;
- mayor concentración de la industria de la construcción;
- programas de construcción de edificios en gran escala;
- creación de equipos prácticos en la industria de la construcción;
- reducción del peso de los elementos y, por lo tanto, de los edificios terminados.

Otro punto específico de gran interés que trata la ponencia húngara es el que se refiere a la evolución del peso de los materiales de construcción. Durante siglos, el peso de los edificios construidos con materiales naturales tradicionales era muy elevado. La reducción del peso de las construcciones constituye, pues, un objetivo primordial del desarrollo de los materiales de construcción y del mismo proceso de industrialización. Es por eso por lo que se pueden reducir las necesidades en máquinas de transporte

te y de elevación, y disminuir las horas de trabajo necesarias para cargar, descargar y realizar trabajos de montaje. A base de los conocimientos científicos, cada vez más profundos, que han influido en la modernización de los principios del estudio de los proyectos y de la evaluación de las dimensiones, se ha llegado a poder reducir el corte transversal de las estructuras y a modificar su forma, y a reducir también la cantidad de materiales necesarios, es decir, el peso propio del edificio.

Basta recordar el hecho de que durante siglos los muros y las bóvedas se construían con espesores de varios metros, y que ahora son reemplazados por estructuras modernas cuyo espesor es solamente de algunos centímetros (tales como las membranas y cubiertas suspendidas), y por estructuras de hormigón pretensado que aligeran considerablemente el edificio. El valor de los materiales tradicionales es poco elevado respecto a su masa; la masa de 1 kg de ladrillos es igual a 0,05 \$ USA, mientras que 1 kg de acero cuesta 0,12 \$ USA, es decir, que éste sobrepasa en 25-35 veces el valor del ladrillo. En realidad, el valor de un producto industrial puede establecerse en varios dólares. El transporte de los materiales pesados exige numerosas máquinas, y como el peso de una vivienda media puede llegar a las 100 t, éste equivale a diez vagones de 10 t cargados. Por supuesto, la mecanización del transporte, del cargamento y de la puesta en obra de los materiales tradicionales pesados no puede ser resuelta suficientemente.

El peso por m^3 construido de una vivienda por medio de estructuras tradicionales es de 600 kg; en el caso de una construcción por grandes paneles, este peso se reduce a 200 ó 250 kg. Una reducción mayor puede ser obtenida sustituyendo los materiales tradicionales por materiales nuevos. En este caso los elementos de varias capas con delimitación espacial son confeccionados de forma que cada capa cumple una función distinta; una capa dura forma la superficie, sigue una capa de materiales que aseguran el aislamiento térmico y la estanquidad al vapor, etc.

Mientras que el peso de un paramento exterior de ladrillos es de 700 kg/m^2 , el de un paramento exterior de hormigón celular es de 20 kg y, en cuanto a las estructuras ligeras de varias capas, éstas no pesan más de 40 ó 50 kg/m^2 .

En 1960, en la construcción polaca de viviendas, sólo el 14 por 100 de los paramentos se realizaron con materiales ligeros (es decir, materiales que no sobrepasan el peso volumétrico de 1.500 kilogramos/m³); 86 por 100 son construidos con materiales pesados cuyo peso era al menos de 1.600 kilogramos/m³. En 1965, según las correspondientes previsiones, la parte de materiales ligeros alcanzará el 26 por 100, y la de materiales pesados se reducirá al 74 por 100. Una tendencia parecida se manifiesta en varios países.

El aligeramiento de las estructuras puede traer consigo la reducción de su longevidad. Este incidente, aparentemente desfavorable, no se interpreta más a la manera antigua. Es verdad que en muchas partes se intentan reemplazar las viviendas construidas con materiales no duraderos (arcilla, paja, caña, etc.), por construcciones duraderas, empleando productos cerámicos, piedra, hormigón, etc. No obstante, en un grado más elevado de la industrialización, se podrá probablemente aceptar esta durabilidad más reducida y el hecho de reemplazar más frecuentemente viviendas viejas por otras nuevas.

Balance energético

Otra característica de la transición a la prefabricación de materiales nuevos es la economía de energía térmica, que está contrarrestada por una utilización mayor de la energía eléctrica. Finalmente, un rasgo distintivo de esta transición consiste en la reducción de los procesos húmedos que se realizan en la obra. En la mayoría de los casos, los edificios se pueden construir con trabajos cuya característica es el montaje en seco de los distintos elementos de la construcción.

La utilización de máquinas de gran potencia hace posible el reemplazamiento de los elementos de dimensiones reducidas por estructuras de grandes dimensiones. La arcilla cerámica no se presta a la fabricación de grandes paneles, pero con la utilización del hormigón se pueden escoger a voluntad las dimensiones de aquéllos. Según la potencia de los útiles de elevación se producen elementos de 5 a 10 t e incluso superiores; por consiguiente, los trabajos de la obra se reducen a la elevación y colocación de estos elementos, lo cual acorta considerablemente la duración de la realización de las construcciones. Con la utilización de hormigones ligeros, se pueden todavía aumentar las dimensiones del elemento siempre que se respeten los límites de peso establecidos. El acero, el aluminio y la madera se prestan igualmente a la fabricación de grandes unidades. Para ello se estudian nuevas máquinas apropiadas.

Por último, el delegado húngaro apuntó el interesante hecho del empleo en la edificación de una serie de métodos que pertenecen al dominio de la investigación operativa, a la cibernética, a la econometría y a la teoría de la decisión. Es incluso muy significativo para la industrialización de la construcción, el que en ésta se intente aplicar métodos que antes no fueron empleados más que en algunas secciones de la industria altamente mecanizadas. Anotemos en este lugar, la valiosa aportación al estudio de estas últimas materias por la Royal Academy of Fine Arts de Copenhague, titulada "Comunicación Coordinada en Edificación". En ella se describen los métodos basados en los procesos en los que se utilizan datos electrónicos, "electronic data processing" (EDP).

La moderna instalación EDP hace posible, gracias a su velocidad y precisión, reunir y analizar datos acumulados o previamente proyectados, de una forma tal que serían imposible realizar por medio de técnicas manuales. No solamente realiza con rapidez las operaciones del procedimiento, cálculo y elección del material que se va a consumir, sino que también puede presentarse en cualquier forma determinada el rendimiento de las mismas.

Las calculadoras electrónicas han llegado a implantarse y, sin duda alguna, la administración de la edificación en el futuro se hará usando las técnicas EDP con vistas a una máxima explotación.

El arquitecto, y con él todos los otros técnicos y consultantes, deberán estar preparados para la transición a la EDP, en lo que se refiere a la producción de proyectos y a la administración de edificios, lo cual exigirá la observación de nuevas reglas en el planteamiento de los planos y de las especificaciones. Ello exigirá una mayor disciplina, pero al mismo tiempo resultará un trabajo más fácil gracias a las ventajas que ofrece la técnica EDP.

La transición a la administración edificatoria por el método EDP, significa una completa coordinación entre el proyecto y la producción y, si se mira con los ojos del constructor-contratista, una completa coordinación con el trabajo del arquitecto.

Finalizada la ponencia húngara tuvo lugar la actuación del delegado de la U. R. S. S., señor Rudkowsky. Comenzó el ponente señalando que casi los dos tercios del volumen total de la construcción de viviendas en U. R. S. S. se realizan por empresas de construcción del Estado a cuenta de las inversiones directas del mismo. El resto de la construcción de viviendas se realiza por las colectividades agrícolas y los constructores individuales.

Siguió considerando que las ventajas de la construcción industrializada de viviendas, especialmente en grandes elementos obtenidos en factorías de prefabricación, son de tal forma evidentes que la cuestión a discutir es solamente la de los métodos más adecuados para la construcción en las condiciones actuales. En este sentido la organización del ciclo de estudios ha tenido lugar muy oportunamente y se ha evidenciado como indispensable y necesaria.

El desarrollo de los métodos industrializados exige las condiciones de organización adecuadas, en primer lugar la planificación económica del desarrollo orientada hacia una perspectiva determinada. Una producción continua y económica de viviendas en factorías de prefabricación y el proceso entero de una producción en masa puede realizarse solamente observando los principios de normalización y de coordinación modular, lo que supone la necesidad de la tipificación de la construcción de viviendas. La tipificación no significa en ningún modo que las casas vayan a tener una apariencia monótona y primitiva. Es necesario mejorar la forma de construir a partir de elementos prefabricados producidos dentro del cuadro de una nomenclatura estrictamente limitada en concordancia con planos variados e igualmente con fachadas variadas.

La construcción en masa de viviendas realizada por métodos industriales adquiere, a medida que se desarrolla, todas las características propias de los sectores desarrollados de la industria. Estas son actualmente las que más se manifiestan en la construcción de inmuebles a base de grandes paneles. Un sistema así de construcción y realización de viviendas, para justificarse desde el punto de vista económico, debe ser preparado con minuciosidad y organizado al máximo. Esto concierne al estudio de proyectos de inmuebles, y a los programas de las empresas de construcción de viviendas, estando comprendidos el material tecnológico, la elaboración de los métodos de fabricación, de transporte, de montaje de estructuras y los métodos de acabado. Todo en completa armonía con las posibilidades de la base técnica y material del edificio, en cooperación con otros distintos sectores de la economía nacional.

Una preparación tan seria en el dominio de la organización se justifica enteramente. La ventaja de la construcción de inmuebles en grandes paneles es perfectamente evidente. Como lo muestra la experiencia adquirida en los países socialistas, los inmuebles de grandes paneles producidos en fábrica, cuando la organización de la producción está puesta a punto, son considerablemente más baratos, exigen menos mano de obra para la producción y la construcción, pesan considerablemente menos y exigen plazos más cortos para su ejecución. Las inversiones de capitales necesarias para la organización de la construcción de inmuebles en grandes paneles disminuye sensiblemente comparadas con la organización de empresas tradicionales de construcción. En particular, la construcción de inmuebles en grandes paneles en la U. R. S. S. es, como media, un 15 por 100 más barata que la de ladrillos, los gastos de mano de obra para su levantamiento se reducen de un 35 a un 40 por 100 y los plazos de realización de 1,5 a 2 veces. Para la organización de la construcción de inmuebles con grandes paneles producidos en fábricas es necesario, según el rendimiento de la empresa, 1,5 a 2 veces menos en inversiones de capitales que para la organización de un complejo de empresas orientado según métodos tradicionales de construcción.

El ciclo de los trabajos preparatorios para la construcción de inmuebles con grandes paneles en fábrica comprende esencialmente las etapas siguientes:

- a** Investigaciones científicas, estudio y control experimentales de las estructuras y de sus relaciones, así como de los nuevos procesos más avanzados de fabricación de estas estructuras, con el fin de detener la elección sobre soluciones constructivas y métodos de producción más racionales.
- b** Estudio de los proyectos de los inmuebles experimentales y su control desde el punto de vista de la fabricación de los elementos estructurales y constructivos. Estudio de los materiales y de los productos experimentales producidos en cadenas de producción mecanizadas; fabricación de muestras experimentales y su control en las condiciones de producción.
- c** Estudio de planos-tipo de inmuebles, teniendo en cuenta los resultados de la construcción experimental.
- d** Estudio de los proyectos-tipo de empresas de construcción de inmuebles, teniendo en cuenta los resultados de la producción de los elementos estructurales para la construcción experimental y puesta a punto de las líneas de producción y de las máquinas de acabado.
- e** Construcción de empresas de edificación de inmuebles en grandes paneles; puesta a punto y asimilación de la producción en masa de elementos prefabricados.
- f** Edificación en masa de inmuebles con anterior puesta a punto de los métodos de transporte y de montaje de los elementos estructurales, de los procesos más racionales de unión de los elementos prefabricados, del ensamble de las uniones y de las juntas, así como de los métodos para el montaje del equipo y del acabado con el empleo de sistemas de producción en cadena.

Trabajos de investigaciones científicas y estudios experimentales

Distintas Instituciones toman parte en los trabajos de investigación científica en cuanto al estudio y control de elementos estructurales y soluciones tecnológicas, a fin de examinar desde todos los aspectos el conjunto de problemas que están ligados a la elaboración de las soluciones de construcción y disposición en cuanto se refiere a los imperativos de la estática de la construcción, así como a los problemas del método de producción y montaje de los elementos estructurales y de la justificación de las soluciones desde el punto de vista económico.



En lo que concierne a las soluciones estructurales de inmuebles de grandes paneles, las investigaciones deberán ser llevadas a cabo sobre los siguientes problemas de actualidad:

- Considerar los efectos de los cambios de temperatura de hasta 75-80° C (en los muros exteriores).
- Estudiar las posibles deformaciones de la construcción sobre suelos sedimentarios, en las regiones de yacimientos mineros y en las de seísmos.
- Asegurar la estanquidad de las juntas en los muros exteriores, para que ofrezcan una garantía total contra cualquier infiltración de aire o agua.
- Asegurar una protección anticorrosiva de las armaduras y de otras uniones metálicas entre los paneles.
- Asegurar un ajuste a toda prueba de las uniones y juntas entre los elementos prefabricados, a fin de respetar los imperativos de aislamiento acústico de las habitaciones contra los ruidos transmitidos por el aire.

Grupo de viviendas en el Polígono Mombau, Barcelona, construido según el procedimiento francés Fiorio, de prefabricación de paneles mixtos de hormigón y elementos cerámicos.



Grupo de 1.060 viviendas en Polígono Espronceda, Norte de Sabadell.

Diferentes centros de investigaciones toman parte en los planes experimentales y en la construcción experimental. Estos trabajos están coordinados por las oficinas de estudios, que a su vez elaboran los proyectos-tipo. En la etapa experimental del proyecto es posible coordinar ciertas soluciones estructurales y de organización que frecuentemente hasta entonces estuvieron separadas en su concepción de conjunto y, además, poner a punto las concepciones estructurales y convergerse del efecto económico de las soluciones adoptadas.

Conviene recordar en este lugar la reunión de la U. E. A. t. c., en la que se estudiaron los procedimientos de construcción por medio de grandes paneles pesados prefabricados y el cursillo y ciclo de conferencias a cargo del Profesor polaco Dr. B. Lewicki sobre dicho tipo de construcciones y métodos de cálculo referentes a éstas.

También anotamos la conveniencia, para España, de fijar zonas climáticas y geológicas, al igual que en otros países, para que, de acuerdo con ellas, establecer variantes de proyectos-tipo que deberán ser estudiados para satisfacer esas condiciones.

En la Unión Soviética, la unificación de los parámetros técnicos, cuando los elementos tipo están normalizados, permite utilizar más eficazmente las posibilidades de las técnicas y de los métodos de producción, y de concurrir por lo mismo a la reducción del coste de la producción de estos elementos y a la mejora de su calidad. Las estructuras de elementos standard que están comprendidas en los catálogos, se revisan y completan periódicamente según un control apropiado.

En el estudio de los proyectos-tipo, el Seminario tuvo a su disposición la monografía suiza, la cual establece normas interesantes en cuanto al tipo y ejecución de elementos de viviendas tipificadas. Dicha monografía recoge especificaciones especialmente extraídas, entre otras, de las monografías escandinavas, correspondientes a una ejecución racional de numerosas categorías de trabajos de menaje interior y que acusan, como hemos estudiado en artículos anteriores, una evolución que tiende a una colaboración cada vez más estrecha entre los distintos oficios y empresas:

Revestimientos de yeso

Con las medidas de racionalización e incluso de normalización no se pueden, en la ejecución tradicional de los revestimientos de yeso, hacer importantes economías. Por otra parte, la ejecución de estos trabajos exige largos plazos de secado, que repercuten desfavorablemente en el precio de la construcción (intereses de los créditos de la construcción). Partiendo de estas reflexiones esta industria busca desde varios años el modo de evitar estos efectos desfavorables de los largos plazos de secado, en la prefabricación y en la utilización de materiales especiales para los elementos de los techos y de los muros. En la construcción de viviendas de carácter social, esta tendencia no ha tomado todavía gran importancia por razones de coste, contrariamente a lo que ocurre en la construcción de viviendas industriales.

El revoque de techos y muros de cemento puede ejecutarse actualmente en capas bastante delgadas de mortero especial, lo cual reduce considerablemente el tiempo de secado, sin perjuicio de la calidad.

Por otra parte, tanto en la construcción de inmuebles industriales como en la construcción de viviendas, los techos, los pilares, los sotabancos y las canalizaciones están revestidos de elementos prefabricados para el montaje en seco. Las empresas especializadas en este género de productos están instaladas en fábricas y a menudo se encargan ellas mismas del montaje de los elementos. Los revestimientos de muros y de techos están en venta, listos para ser montados. Las cuestiones de aislamiento acústico, calefacción y ventilación pueden resolverse teniendo en cuenta las exigencias estéticas

Instalaciones sanitarias

Los esfuerzos de racionalización en este sector de la construcción deben concentrarse en dos puntos: la tipificación de los elementos y la racionalización de la instalación. Se acusa mucho el hecho de que existe una gran variedad de aparatos, los cuales varían a menudo sus formas según la moda. La función pide de estos aparatos una reducción masiva del número de tipos, limitándose a algunos que, además de ser baratos, podrían ser impecables y bien concebidos. Ya la simplificación del almacenamiento en la fábrica, en casa del mayorista y en la del almacenista, debería justificar esta medida, sin contar las enormes ventajas que supondrían desde el punto de vista de la concepción de los planos, montaje, etc., así como la posibilidad de reparación o de recambio.

Bajo el punto de vista de trabajos de instalaciones sanitarias, están en curso en Suiza las tentativas para conseguir una racionalización, de tal forma que la prefabricación de trozos enteros de conductos se hace en los talleres, quedando sólo la operación de ser montados en la construcción.

Calefacción

Las posibilidades de racionalización en la ejecución de la calefacción central se dividen en dos partes; por una parte, la normalización del material, y por otra, la simplificación de los trabajos de instalaciones. En lo que se refiere al material empleado, las variaciones de dimensión de los cuerpos de calefacción análogos, de un productor a otro, ocasionan dificultades, pues las dimensiones de las fijaciones, de las conexiones y de las consolas dependen en cada caso del tipo de radiador utilizado. La unificación de estas dimensiones facilitaría enormemente los trabajos preliminares de montaje en los inmuebles.

En cuanto a los trabajos de instalaciones propiamente dichos, la incorporación de uniones de conductos prefabricados se impone hoy en el curso de los trabajos de hormigonado y albañilería. Se puede llegar así a reducir los engorrosos trabajos de perforación y recubrimiento, pudiendo la instalación de calefacción terminarse al mismo tiempo que el resto de la obra.

Aparte de los documentos de síntesis y de las intervenciones de los delegados que expusieron las ponencias correspondientes y que constituyeron una exposición del paso de un sector a otro de la construcción, es necesario anotar las siguientes ponencias en estrecha colaboración con dicho tema: "Contribución de las industrias del hormigón a la evolución de las estructuras de la industria de la construcción", "La industria de la cerámica y el desarrollo de la industria de la construcción" y "Recomendaciones internacionales unificadas del Comité Europeo del Hormigón". El primero de estos trabajos había sido preparado por el señor R. Lauret, Presidente del Subcomité de Prefabricación del Cembureau.

Refiriéndose a la evolución del sector tradicional observó que éste se mecaniza cada vez más, especialmente en las obras importantes, pudiéndose esta mecanización efectuarse por medio de un equipo permanente de la empresa o por un equipo temporal, alquilando el material por organismos especializados.

Lo mismo se observa en el sector de la puesta en obra del cemento y del hormigón, haciéndose notar la creciente intervención de los abastecedores especializados: hormigón a granel, cimentaciones especiales, distribución del hormigón a presión, aprovisionamientos o concesiones de licencias en las técnicas avanzadas (encofrados especiales, aplicación del vacío, pretensado, etc.).

Todas estas intervenciones tienden a aumentar el número de "ayudas" del contratista principal sobre la obra. Pero no hay que esperar grandes modificaciones en este sector.

La evolución del sector industrializado de la construcción ha experimentado un incremento espectacular con la prefabricación pesada de grandes elementos, particularmente adaptada a los grandes conjuntos urbanos. Pero parece que este género de construcción industrializada llega pronto a sus límites en el mercado de la construcción a causa de sus exigencias económicas.

La prefabricación de grandes elementos en fábrica fija está limitada a un radio de acción relativamente restringido alrededor de dicha fábrica, y la empresa de montaje puede ser el fabricante mismo o bien otra empresa estrechamente asociada a la anterior.

La prefabricación pesada en fábricas semifijas ha encontrado su mejor campo de acción en las construcciones suficientemente importantes, a fin de justificar los gastos de instalación del taller ambulante, y suficientemente duraderas para que la repetición de las operaciones asegure la rentabilidad del sistema. A pesar de todo hay que contar con frecuentes desengaños a causa de los retrasos en el proceso de colocación de las etapas sucesivas.

Otra variante la constituye el sistema de prefabricación de elementos en una fábrica de hormigón manufacturado. Pero incluso en ésta, se trata de fabricación "a medida" en series limitadas, exigiendo para cada proyecto un estudio y una adaptación especial para la fabricación.

Todos estos procesos se refieren a grandes obras y no se adaptan a las numerosas obras de poca importancia que se hallan demasiado dispersadas. Entonces estas grandes obras espectaculares han tenido la experiencia profunda de la realidad, dado que todas las obras pequeñas dispersadas representan, en la mayoría de nuestros países, del 70 al 80 por 100 del mercado total de la vivienda, y han hecho hasta el presente un uso insuficiente de las técnicas de la industrialización y de la prefabricación.

Tratándose de obras dispersas de media importancia, era necesario abandonar los sistemas cerrados "según medidas", demasiado rígidos y costosos en estudio, e investigar con ayuda de una disciplina modular dimensional, los sistemas abiertos que ofrecen la mayor sencillez de composición.

Para una producción tal, la industria del hormigón manufacturado representaba la industria "disonante" ideal por su buena distribución geográfica y por su competencia en lo que se refiere a la fabricación de hormigón, pues era evidente que el hormigón sería, en este dominio, así como en el de la prefabricación pesada, el principal constituyente de los sistemas buscados.

Como la dispersión y la importancia unitaria de las obras no interesaban a las grandes empresas y no podían poner en juego a numerosas firmas y empresas medias de posibilidades limitadas, se había llegado a un estudio colectivo interprofesional y, como se trataba ante todo de una investigación de elementos nuevos, esta acción tenía que polarizarse alrededor de los futuros fabricantes.

Esta idea de "movilización" de la industria de los productos de hormigón fue lanzada en abril de 1963 en una sesión dedicada a la prefabricación por el cuarto Congreso internacional del hormigón manufacturado.

En distintos países se constituyen nuevas asociaciones o círculos de estudios para resolver este problema y dar a conocer las nuevas formas de prefabricación. Como ejemplo, se citará la formación en Francia de grupos de estudios regionales al final de 1963, a causa de la extensión del territorio, contando con los representantes de todas las profesiones interesadas: arquitectos, ingenieros, fabricantes de elementos de hormigón, productores de equipos de obra, jóvenes constructores expertos en la mutación actual de la construcción, maestros de obras, sin olvidar la aportación activa de las autoridades de la construcción entre los Centros de Investigación de la Construcción y de Materiales. Una síntesis de los trabajos de los diferentes grupos regionales se va a establecer próximamente a escala nacional.

Los resultados de tales investigaciones deberán constituir una aportación interesante al III Congreso Internacional del C.I.B. (Copenhague, agosto 1965), cuyo tema estará centrado en la industrialización de la construcción.

Una acción tal, si está coronada de triunfo, no parece tener que encerrar modificaciones fundamentales de la estructura entre las relaciones de las distintas personas que participan en la actividad de construir, ya que el campo de acción previsto y las dimensiones respectivas de estos participantes se prestan mejor a la especialización que a una integración intensa, pues parece necesario que estén netamente definidas las relaciones entre estos participantes, y que se reúnan las condiciones administrativas y profesionales precisas.

Los fabricantes de elementos de construcción verán crecer muy sensiblemente su actividad, mientras que el contratista, coordinador esencial y responsable principal, llevará su actividad a obras más numerosas, más rápidas y más eficaces. Los únicos perjudicados serán los que no hayan sabido hacer a tiempo su mutación.

Así, pues, desde la concepción hasta la realización, especialización y coordinación en equipos, es donde el arquitecto debería poder reconciliarse con la prefabricación llegando a dominarla, porque la industrialización de la construcción y su forma preferente, la prefabricación, ha llegado a ser una necesidad ineludible. En el límite, el dilema está en: adaptarse o no poder construir en masa lo suficiente.

La prefabricación, capaz de "cantidad", tiene necesidad para expansionarse en "calidad", de la preciada aportación intelectual de los arquitectos. Y éstos no deben olvidar que la mejor técnica no es más que un medio y que, en definitiva—esta es la misión del arquitecto—, es necesario *construir para el hombre*.

El trabajo sobre la industria de la cerámica, según la colaboración firmada por los daneses F. Nielsen, E. Vestergaard y por J. Vigne, de la Federación Europea de Fabricantes de Tejas y Ladrillos, pasó revista a los factores más importantes para la prefabricación de la cerámica.

Analizando los factores sociales y económicos se ve que en la economía moderna, mientras se halle en proceso de expansión continua, el pleno empleo rarifica sin cesar las fuentes de mano de obra que son, desde luego, captadas por las industrias fuertemente mecanizadas, las cuales pueden ofrecer altos salarios y condiciones de trabajo más confortables. Las industrias que, como esta de la construcción, están todavía poco mecanizadas y se salen apenas de la artesanía, son impotentes para retener una mano de obra joven y especializada en cantidad suficiente. Deben, pues, encontrar la solución a este estado, por una parte mecanizándose, y por otra concibiendo técnicas que no estén necesariamente ligadas a la calidad y especialización del ejecutante. El movimiento económico europeo tiene como tendencia feliz, nivelar el standard de los países occidentales haciendo así desaparecer las últimas zonas subdesarrolladas, donde los más evolucionados iban a buscar el resto de mano de obra disponible. Todos los países europeos están, pues, inducidos a conocer los mismos problemas y a encontrar sus soluciones comunes. De lo que precede, los salarios constituyen la causa principal del aumento de los precios, razón por la cual se tiende a reducir a un mínimo la aportación de mano de obra en la construcción.

Considerando los factores tecnológicos, se observa en todos los sectores de la producción industrial que los últimos diez años han sido caracterizados por una renovación de los métodos y de los equipos de construcción. Cada progreso contiene en sí mismo el germen de otro, la evolución llega a ser progresivamente más rápida hasta hacer temer un envejecimiento demasiado veloz de los útiles. La industria de la cerámica no ha escapado a este ciclo de transformación y, rápidamente, la fabricación de ladrillos y de tejas han visto implantarse en su obtención a la electrónica y la automatización, revolucionando las concepciones de ayer. No era, pues, posible, que una revolución tal se detuviese a las puertas de la fábrica. Ella ha tenido su evolución en la prefabricación de grandes elementos cerámicos.

En la industria de la construcción, donde la voluntad de evolucionar está sometida a contracciones restrictivas que las otras industrias conocen en menor grado, los progresos técnicos, por el hecho de ser menos visibles o espectaculares, no son menos ciertos. Los útiles de elevación son la base de la mecanización, la grúa que permite sobrepasar las reducidas fuerzas del hombre. Inclu-

so allí donde el material se reduce a escaleras, carretillas, poleas, palas y picos, se conciben las inversiones en pro de una mecanización. A medida que las máquinas de elevación se han hecho más potentes, los elementos cerámicos han aumentado en tamaño.

Las razones comerciales revelan que hace tiempo la cerámica participa con preponderancia en toda la gama de elementos prefabricados de pequeñas y medianas dimensiones: viguetas de techo, dinteles, vigas, apoyos, placas de revestimiento, etc., se puede decir que esta gama se ha hecho casi tradicional especialmente en ciertos países europeos.

El carácter nuevo se encuentra por la entrada en escena, en los diez últimos años, del material de cerámica en los grandes elementos de construcción para estructuras verticales, más conocidos bajo el nombre de paneles, ofreciendo la ventaja de conservar inalteradas las características físicas y mecánicas que han hecho de la cerámica el rey de los materiales de construcción en todos los tiempos de la evolución humana. Ya se trate de techos o de cubiertas, de muros portantes o de tabiques ligeros, los elementos huecos de cerámica han sabido encontrar un lugar cada día más preponderante en la industrialización de la construcción. Las técnicas de molienda, donde el mortero y el hormigón tienen el papel de agentes de cohesión entre los ladrillos, se mejoran sin cesar; verdaderas oficinas de arquitectura e ingeniería se crean para poder explotar todas las posibilidades del nuevo material complejo así creado. Si las dificultades a vencer, al principio, han sido numerosas, bien de orden humano, psicológico o técnico, la cerámica industrializada triunfa por doquier, yendo su aplicación de la casa unifamiliar al gran conjunto urbano de millares de viviendas. Su presencia en las primeras filas del pelotón de los "procesos de construcción" ya no se discute. Los esfuerzos continuos de los pioneros parecen garantizar su expansión también en el sector de la prefabricación de estructuras verticales.

Diez años a la vista del mundo, es un período muy breve. El camino recorrido es, pues, todavía muy corto, y es cierto que nosotros estamos al principio de una nueva era técnica. El efecto de la evolución económica de la construcción con grandes elementos de las estructuras verticales llegará poco a poco a hacerse una técnica normal clásica, pues este es el caso que ocurrió asimismo con los elementos prefabricados en cerámica para las estructuras horizontales. En realidad, es reconfortante, para una industria de la que se dice a menudo que es milenaria, poder considerar el porvenir con la seguridad de que éste guarda en sí todas las capacidades necesarias para adaptarse al progreso de la técnica constructiva.

Es igualmente natural, e incluso indispensable, hablando de las posibilidades futuras de la cerámica, mencionar la contribución importante y positiva de la teja al aspecto de la construcción, independientemente de otros materiales de construcción utilizados en el edificio.

Coronando la obra, la cubierta de tejas subraya su valor gracias a las características del material, gracias a su forma y a su color tan ricos, vivos y perfectos desde el punto de vista arquitectónico, y satisface al mismo tiempo las exigencias de ligereza de empleo, resistencia al hielo, durabilidad y economía. A partir de las formas tradicionales como las de las tejas romanas, planas, de canal o flamencas, la evolución continúa y se expresa bajo la forma de nuevos tipos correspondientes a las exigencias técnicas y a las de la arquitectura moderna, por ejemplo, en el dominio de las cubiertas de poca pendiente. La teja confirma así su posición de primer plano desde el punto de vista técnico y estético en la construcción actual y contribuye de manera positiva a demostrar que la cerámica satisface las aspiraciones más elevadas.

En cuanto al último trabajo, preparado por Y. Saillard, Secretario permanente del C.E.B., se señala el problema relativo a la adaptación de los reglamentos de la construcción al desarrollo de las nuevas técnicas. Subraya que este desarrollo no será eficaz mientras el director de la obra y el constructor no sepan valorar al máximo las posibilidades de los nuevos materiales y de las nuevas técnicas bajo el punto de vista de la economía y la seguridad. Esto implica la revisión de las nociones clásicas de la seguridad y de los cálculos de estructuras, así como la elaboración de nuevas reglas mejor adaptadas al rápido progreso de la construcción y al comportamiento actual de las estructuras.

En este sentido, el C.E.B. ha establecido normas internacionales unificadas para el cálculo y la ejecución de obras en hormigón armado. Se prevé aumentar estas normas, para que ellas incluyan también al hormigón pretensado, al hormigón pretensado prefabricado—especialmente para las construcciones con paneles portantes—, y al hormigón ligero pretensado, especialmente del tipo que se usa en la prefabricación. Se ha sugerido que la Comisión Económica para Europa considere el establecimiento de una cooperación estrecha entre todas las organizaciones internacionales interesadas en los aspectos industriales de las nuevas técnicas de la construcción.

Recopilando las impresiones obtenidas de la lectura de las ponencias y de las conversaciones cambiadas en el trato cotidiano durante el transcurso del Congreso entre todos los delegados, se pudo comprobar la dificultad de caracterizar el grado de industrialización por uno o varios índices. Así, por ejemplo, el grado de mecanización se expresa por la intensidad del uso de un tipo dado de máquina.

Se ha dirigido la atención a la importancia de una organización conveniente, no solamente en el seno de la industria de la construcción, sino también en el campo de la actividad de las autoridades públicas, sobre todo las de control. En el Seminario, organizado especialmente para fomentar la posibilidad de un intercambio de ideas entre los distintos gobiernos, ofrece la mejor posibilidad de examinar a fondo los obstáculos, que bajo el punto de vista del control y de la organización efectuados por los mismos ponen en peligro la eficacia de la industria de la construcción.



Edificio en Londres, actualmente en construcción, a base de elementos prefabricados de hormigón

Se hizo referencia también a la utilidad de las informaciones que podrían obtenerse a base de una afinidad entre la industria de la construcción y los otros sectores de la economía. Las tablas input-output contenidas en algunos informes del Seminario, ilustran convenientemente estos conceptos. Suponiendo que estén correctamente establecidas, estas tablas son muy útiles porque muestran la contribución de todos los sectores de la actividad económica a las necesidades de los distintos sectores de la industria de la construcción; particularmente, ellas indican la importancia del input contribuido a la industria de la construcción por el transporte, la industria mecánica, abastecimientos de hierro, acero, productos químicos, juntamente con los valores procedentes de la industria de la construcción misma, bajo la forma de salarios. El análisis input-output es un instrumento muy apreciado en los distintos campos de la economía, de la planificación, de la elaboración de programas de producción y evaluación de las formas alternativas de la inversión. Se debería proceder a la organización de un servicio idóneo de información en todos los países.

Se ha afirmado igualmente la necesidad urgente de un intercambio sistemático de información referente a la evolución de la política gubernamental respecto a la industria de la construcción. Se ha propuesto que el Comité para la Vivienda debería englobar en su programa de trabajo un tanteo periódico, a realizar quizás cada dos años, sobre la evolución de la política gubernamental, que se podría discutir en reuniones especiales. Estos tanteos servirían para dar a los gobiernos informaciones claras y equilibradas sobre todos los aspectos importantes de la política gubernamental, no solamente en lo que se refiere a la vivienda, sino también a toda la actividad entera de la construcción.

Las conclusiones generales, recopiladas en un documento que fue repartido a todos los delegados, han sido publicadas ya en resumen en la revista INFORMES (número 161); por lo tanto, no vamos a repetir las aquí. Sin embargo, conviene citar, como secuencia de este importante Congreso de Praga, la celebración del tercer Congreso del C.I.B., que deberá tener lugar en agosto de 1965, con el título de "Hacia la industrialización de la Construcción". El señor Arctander, al hablar como Presidente del Consejo Internacional de la Construcción, expresó su deseo de que los resultados y recomendaciones del Seminario celebrado establezcan una base útil para el futuro trabajo de su organización.

En resumen, el Congreso de Praga de abril de 1964, considerado en sus sesiones, actos oficiales, visitas técnicas por el territorio checo y en las relaciones personales que se establecieron entre los numerosos delegados, ha constituido un acontecimiento memorable del que esperamos se obtengan numerosos frutos. Nosotros damos aquí por terminada nuestra labor de información, no sin antes señalar que, concretamente en España, las conclusiones obtenidas en este Congreso han de servir de punto de partida para enfocar disciplinas que se hallan subdesarrolladas, como por ejemplo el problema de la coordinación modular, de las técnicas de prefabricación, en suma, de las premisas necesarias para incorporar a nuestro país a las corrientes universales de la industrialización de la construcción, expresión de un sentido moderno y actual de la vida.

Le Congrès de Prague

Fernando Aguirre de Yraola, Docteur architecte.

Dans cet article est commenté le dernier thème traité au cours du Symposium de Prague sur l'évolution de l'industrie du bâtiment. Ce thème avait pour titre: «Evolution des secteurs traditionnel et industrialisé du bâtiment», et les rapports de son étude ont été élaborés par les délégués de la République fédérale d'Allemagne, Espagne, Italie, France, Hongrie, Ukraine et l'U. R. S. S. Egalement très utiles pour l'étude et la discussion des points traités, sont quelques documents auxiliaires concernant l'évolution de l'industrie céramique, le développement de la technique du béton et l'adaptation au bâtiment d'une série de méthodes appartenant au domaine de la recherche opérationnelle, à la cybernétique, à l'économetrie, etc.

The Prague Congress

Fernando Aguirre de Yraola, Dr. architect.

This article is a commentary of the matters discussed at the Prague Seminar on the evolution of the construction industry, of which the detailed headings are «Evolution of the relationship of the various people who take part in the construction industry» and «The continuity of demand and the technical continuity of production». The papers discussed were submitted by the delegates of Denmark, Poland, Holland and Ucraina. The study and discussion of the main themes was greatly aided by a number of auxiliary documents, submitted and discussed by the delegates of other countries. The analysis of production line and flow line methods was of outstanding interest.

Der Prager Kongress

Fernando Aguirre de Yraola, Dr. Architekt.

Der vorliegende Artikel behandelt das letzte der auf dem Prager Kongress über die Entwicklung der Bauindustrie diskutierten Themen. Der Titel lautet: «Die Entwicklung des traditionellen und industrialisierten Sektors der Bauindustrie». Die entsprechenden Vorträge darüber wurden von den Abgesandten der Deutschen Bundesrepublik, Spanien, Italien, Frankreich, Ungarn, Ukraine und der Sowietunion gehalten.

Von grossem Interesse für die Diskussion der behandelten Punkte waren ebenfalls einige Abhandlungen über die Entwicklung der Tonindustrie und die Betontechnik, über die Anpassung einiger Methoden der operativen Forschung an die Bauweise, über die Kybernetik, die Econometrie, usw.