BIBLIOGRAPHIC DATA SHEET	1. CONTROL NUMBER PN-AAJ-757	2. SUBJECT CLASSIFICATION (695) LD00-0000-0000

3. TITLE AND SUBTITLE (240)
La vivienda industrializada: oportunidades y problemas en las zonas en desarrollo

4. PERSONAL AUTHORS (100)
Terner, I. D.; Turner, J. F. C.

5. CORPORATE AUTHORS (101)
U. S. Dept. of Housing and Urban Development

6. DOCUMENT DATE (110)	7. NUMBER OF PAGES (120)	8. ARC NUMBER (170)
1972	84p.	301.54.T321

9. REFERENCE ORGANIZATION (130)
SER/H

10. SUPPLEMENTARY NOTES (500)
(In Ideas and Methods exchange no. 66)
(In Spanish and English. English,77p.:PN-AAF-107)

11. ABSTRACT (950)

12. DESCRIPTORS (920)
Housing
Industrialization
Intermediate technology

13. PROJECT NUMBER (150)

14. CONTRACT NO.(140)
SER/H

15. CONTRACT TYPE (140)

16. TYPE OF DOCUMENT (160)

AID 590-7 (10-79)

301.54
T321

PN-AAJ-757

a vivienda ndustrializada

OPORTUNIDADES Y PROBLEMAS EN LAS ZONAS EN DESARROLLO

INTERCAMBIO DE IDEAS Y METODOS NUM
DOCUMENTO PREPARADO PARA LA AGENCIA DE LOS
EE UU PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL POR
CONDUCTO DE LA OFICINA DE ASUNTOS
INTERNACIONALES DEPARTAMENTO DE LA VIVIENDA Y
DESARROLLO URBANO WASHINGTON D C 20410

INTERCAMBIO DE IDEAS Y MÉTODOS—NÚM. 66

la vivienda industrializada

POR IAN DONALD TERNER
Y JOHN F. C. TURNER

EN CONJUNCIÓN CON OSTI, ORGANIZACIÓN
PARA INNOVACIÓN SOCIAL Y TÉCNICA,
CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS

DOCUMENTO PREPARADO PARA LA AGENCIA DE LOS EE.UU.
PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL

POR CONDUCTO DE LA
OFICINA DE ASUNTOS INTERNACIONALES,
DEPARTAMENTO DE LA VIVIENDA Y DESARROLLO
URBANO, WASHINGTON, D.C. 20410

ENERO DE 1972

ANTECEDENTES

El problema de proporcionar una vivienda adecuada en los países menos desarrollados del mundo tiene una urgencia crítica. Contribuye a la gran demanda de vivienda, desde el Perú hasta el Paquistán y la Costa de Marfil, una población en continuo crecimiento, una gran escasez de tierra en las zonas urbanas, la migración del campo a la ciudad y los estragos producidos por los desastres naturales. En tanto se agudiza este problema, los países industrializados de Norteamérica y Europa se esfuerzan denodadamente por satisfacer sus propias necesidades de vivienda y lo están haciendo mediante una tecnología cada vez más avanzada. Es una consecuencia natural de este proceso para los constructores de viviendas, para los técnicos y para los funcionarios públicos, el tratar de encontrar posibles aplicaciones de esta tecnología avanzada en los países menos desarrollados del mundo. Aun cuando tanto los "exportadores" como los "importadores" se han dado ya perfectamente cuenta de las oportunidades existentes, con frecuencia quienes no están familiarizados con las realidades políticas, económicas, sociales y técnicas de estos países, no se percatan de los problemas inherentes en un tal enfoque.

En años recientes, la Oficina de Asuntos Internacionales del Departamento de la Vivienda y Desarrollo Urbano ha recibido un número cada vez mayor de peticiones de asesoramiento de productores de viviendas en los Estados Unidos y, por conducto de la AID, de gobiernos y constructores en otros países, en relación con la conveniencia de aplicar técnicas industrializadas de construcción de viviendas en el extranjero. Dicha oficina ha tratado de corregir conceptos erróneos muy generalizados, en tanto ha presenciado costosos fracasos en muchos intentos por desarrollar y exportar distintos sistemas de construcción.

Esta experiencia ha llevado a la preparación de este documento, en el que se tratan e ilustran los aspectos tanto negativos como positivos de exportar la tecnología de la vivienda. En el presente documento, intentamos de formular criterios para determinar el valor de los sistemas industrializados existentes en el extranjero y, al propio tiempo, de ayudar a concebir sistemas nuevos creados específicamente para ese mercado. El documento fue preparado a través de OSTI, Organización de Innovación Social y Técnica, Cambridge, Mass., por Ian Donald Terner del MIT, Centro Conjunto para Estudios Urbanos de Harvard, y por el Profesor John F.C. Turner del MIT. Proporcionó orientación el Sr. John G. Colby, Jefe de la División de Asistencia Técnica de la Oficina de Asuntos Internacionales del Departamento de la Vivienda y Desarrollo Urbano.

INDICE

	Página
ANTECEDENTES	iii
LISTA DE FOTOGRAFIAS, DIAGRAMAS Y CUADROS	vii
PREFACIO DEL AUTOR	ix

Parte I

INTRODUCCION

La promesa de la industrialización	I-1
Cuestiones abordadas	I-3
Conclusiones principales	I-4
Definiciones	I-6
Limitaciones del estudio	I-7

Parte II

INDUSTRIALIZACION:
MITOS Y REALIDADES

LA DEMANDA DE VIVIENDA INDUSTRIALIZADA: PASADO, PRESENTE Y FUTURO	II-1
Historia de la industrialización	II-1
Demanda actual	II-4
Proyecciones para el futuro	II-7
PROMESAS Y PROBLEMAS DE LA VIVIENDA INDUSTRIALIZADA	II-10
Costo	II-11
Cantidad y calidad	II-17
Efecto inversor	II-18

Parte III

LOS EFECTOS DEL CONTEXTO SOBRE LA INDUSTRIALIZACION

CASOS EN LAS ZONAS EN DESARROLLO	III-1
ESTUDIOS DE CASO	III-2
Africa	III-2
Sudamérica	III-7
Asia	III-12
CONCLUSIONES	III-16

Parte IV

HACIA UNA ESTRATEGIA DE INDUSTRIALIZACION

INTRODUCCION IV-1

PROCESO FRENTE A PRODUCTO IV-1

EL PROCESO-HACIA UNA INDUSTRIALIZACION PARCIAL IV-5

Diseño de sistemas IV-6
Especialización profesional IV-6
Combinación de técnicas IV-10
Hacia una industrialización total IV-10
Riesgo en secuencia IV-11
Industrialización indirecta IV-13

EL PRODUCTO-HACIA TECNOLOGIAS INTERMEDIAS O DE TRANSICION IV-16

La casa tatami IV-16
Tendencias hacia módulos completos o unitizados IV-18
Desventajas de los componentes unitizados IV-18
Tecnologías de transición IV-22
Disponibilidad de tecnologías parcialmente industrializadas e intermedias IV-22

Parte V

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Viabilidad y conveniencia V-1
Consecuencias sociales V-2

NOTAS AL PIE DE PAGINA A-1

BIBLIOGRAFIA A-7

FOTOGRAFIAS, DIAGRAMAS Y CUADROS

		Página
Fotografía:	CASA O MUERTE - Familias chilenas sin casa exigen acción por el gobierno para proporcionarles vivienda	I-2
Figura 1:	SISTEMIZACION E INDUSTRIALIZACION - Las relaciones entre los términos	I-9
Fotografía:	ADELANTADAS A SU TIEMPO-Uno de los primeros sistemas de viviendas industrializadas en los Estados Unidos	II-2
Fotografías:	VIVIENDA SOVIETICA INDUSTRIALIZADA-Los sistemas rusos de construcción arrojan una mayor producción	II-3
Fotografía:	PRODUCCION DE CASAS MOVILES-La forma de construcción industrializada que más rápido crecimiento experimenta en los Estados Unidos	II-5
Figura 2:	TENDENCIAS DEL CRECIMIENTO EN LA VIVIENDA INDUSTRIALIZADA DE LOS ESTADOS UNIDOS, 1946-70	II-6
Fotografías:	SISTEMA EUROPEO DE CONSTRUCCION-Uno de unos 400 modernos sistemas de construcción en Europa	II-8
Figura 3:	PROMEDIO DE INGRESOS HORARIOS EN LOS EE.UU. EN LAS MANUFACTURAS Y LA CONSTRUCCION	II-9
Figura 4:	PRODUCTIVIDAD EN LOS RAMOS DE LAS MANUFACTURAS Y LA CONSTRUCCION EN LOS ESTADOS UNIDOS	II-9
Figura 5:	HORAS-HOMBRE APROXIMADAS POR MILES DE PIES CUADRADOS DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR	II-12
Cuadro 1:	REEMPLAZO DE LA MANO DE OBRA DEL HOMBRE POR LA MAQUINARIA	II-13
Fotografía:	ERROR EN SERIE-Derrumbamiento de un edificio industrializado en Ronan Point, Inglaterra	II-14
Cuadro 2:	DESGLOSE DE LAS INVERSIONES DE CAPITAL REQUERIDAS PARA UNA PLANTA DE VIVIENDA INDUSTRIALIZADA	III-5
Figura 6:	PROCESO FRENTE A PRODUCTO - Industrialización del proceso en comparación con la tecnología del producto	IV-2
Fotografías:	LEVITTOWN Y NAVE ESPACIAL - Casas tradicionales producidas en serie en comparación con la vivienda más avanzada del hombre	IV-3
Fotografía:	TECNOLOGIAS ESOTERICAS - Técnicas de la era espacial utilizadas para producir módulos habitacionales muy avanzados	IV-4

Fotografías: INDUSTRIALIZACION PARCIAL - Una pequeña planta de prefabricación de paneles de madera en la América Central IV-9

Figura 7: RIESGO FRENTE A DESARROLLO - El riesgo de la contraproductividad desciende a medida que aumenta el desarrollo IV-12

Fotografía: PRODUCCION AUTOMATIZADA DE BLOQUES-Los bloques de hormigón industrialmente producidos proporcionan otro ejemplo de la industrialización indirecta IV-14

Fotografía: INDUSTRIALIZACION INDIRECTA - Las casas convencionalmente construidas utilizan componentes producidos en serie IV-15

Ilustraciones: LA CASA TATAMI - La casa japonesa tradicional proporciona un ejemplo de una forma altamente evolucionada de la sistemización de la construcción IV-17

Fotografía: HABITAT '67 - La famosa Exposición de la Feria Mundial de Montreal ilustra una estrategia de vivienda unitizada o de conjunto IV-21

PREFACIO DEL AUTOR

Un estudio de la vivienda industrializada en las economías en desarrollo no puede ignorar cuestiones básicas y trascendentales como la naturaleza de la "vivienda" y el "desarrollo" para el hombre y la sociedad. Aun cuando puede parecer evidente el significado de términos tan fundamentales, vamos a reflexionar brevemente sobre ellos a fin de establecer un marco común de referencia en una gran parte de nuestra exposición y de muchos de los enjuiciamientos que planteamos a continuación. Sin embargo, en el breve espacio de tiempo que tenemos a nuestra disposición, lo único que podemos --y debemos-- hacer es exponer las premisas más básicas que hemos adoptado para esta exposición. Una vez hecho esto, pretendemos que la mayoría de las cuestiones abordadas en este informe sean de índole principalmente práctica y esperamos que respondan a las crisis y situaciones que cotidianamente deben resolver nuestros colegas.

En el presente informe, la palabra "vivienda" significa mucho más que casas o habitaciones. Se refiere a las actividades de la población (y de sus organizaciones e instituciones) que construyen y utilizan las viviendas y los servicios públicos directamente relacionados con ellas. En otras palabras, cuando hablamos de vivienda, estamos pensando en los *agentes*, sus organizaciones y sus *actividades* organizadas, así como en los productos materiales o *logros* de sus acciones.

La vivienda puede entenderse como una *actividad* o como un *producto* o serie de productos; la palabra puede utilizarse como producto material o como actividad. Cuando la vivienda se entiende como producto material, se evaluará cuantitativamente: el número y calidad material de las viviendas será la medida del valor habitacional y del éxito de una política de vivienda. Cuando la vivienda se entiende como actividad, el valor de la producción material será calificado por el efecto que surte sobre la población afectada y sobre la economía en su conjunto. Si, como suponemos, lo que importa es lo que la vivienda *da* al pueblo, más que su aspecto exterior o su significado estadístico, entonces el observador no evaluará una determinada técnica o producto de vivienda hasta haber examinado los cambios que produce en las vidas de los moradores de esa vivienda y en la economía, o en las vidas de la población indirectamente afectada.

Para los fines del presente informe, la palabra "desarrollo" significa el mejoramiento progresivo de los niveles de vida, subrayando la cantidad en aquellos casos en que los niveles son peligrosamente bajos y haciendo hincapié en la calidad de la vida en los casos en que los niveles de consumo y desperdicio son sumamente elevados. Así, pues, *no* se considera que el aumento del producto bruto sea una medida adecuada del desarrollo ya que, por un lado, éste puede encubrir la existencia de un desequilibrio extremo o una inadecuada distribución del patrimonio nacional, y puede conducir a niveles potencialmente letales de contaminación. El ritmo al que aumenta el agregado de todo el consumo en una determinada zona solo indicará un verdadero desarrollo si va acompañado de una repartición razonable de la riqueza y si los desechos producidos no reducen la expectativa de vida.

De ordinario, se supone que la industrialización es un componente clave del desarrollo y, ciertamente, en la exposición que presentamos a continuación no tratamos de impugnar esta hipótesis. Lo que si impugnamos, empero, es la forma en que se lleva a cabo la industrialización, así como su efecto neto sobre el desarrollo y sobre las instituciones y el bienestar de la sociedad en general.

I.D.T.
J.F.C.T.

Parte I

INTRODUCCION

La promesa de la industrialización

La industrialización ha contribuido a lograr enormes aumentos en la producción y consumo de casi todos los bienes materiales: vestimenta, vehículos, aparatos de toda suerte, libros, medicinas, enseres del hogar e, incluso, alimentos. Y, puesto que la industrialización es uno de los medios principales mediante el cual se han enriquecido los países ricos del mundo, no sorprende que las tres cuartas partes más pobres de la humanidad exijan ahora impacientemente la industrialización y la abundancia esperada de riquezas materiales que fluyen de ella.

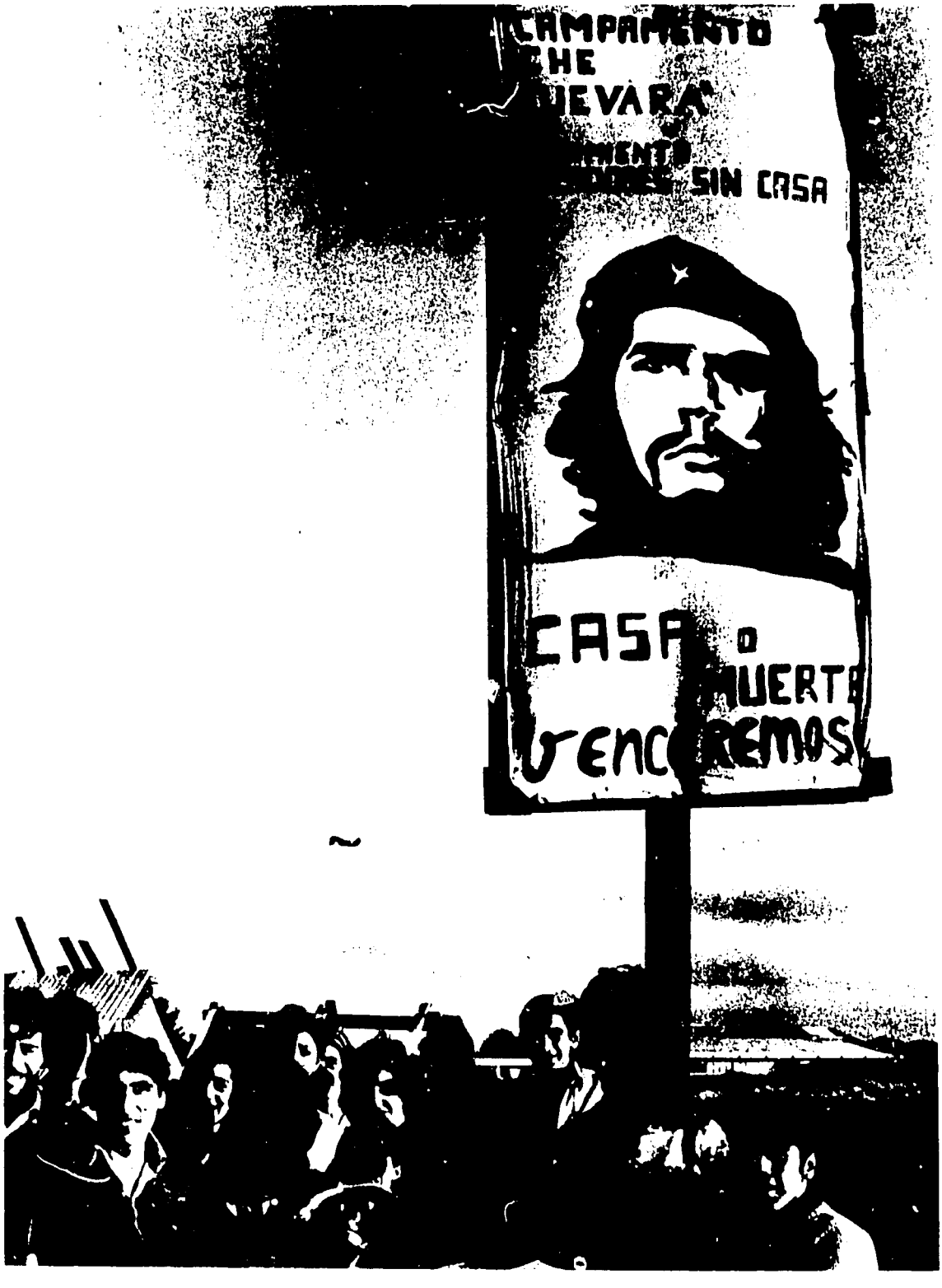
Y, sin embargo, una esfera importante en la que la demanda de una mayor industrialización se halla todavía insatisfecha, incluso en muchos de los países de ingresos elevados y altamente industrializados, es en la industria de la construcción, especialmente en la producción de viviendas. Ciertamente, es difícil concebir ningún otro producto donde se busque por doquier un descubrimiento trascendental que revolucione la técnica de fabricación. Casi todas las sociedades contemporáneas afrontan unas presiones continuas para "hacer algo" que mejore las condiciones y servicios de vivienda de un grupo que ahora representa entre el 20 y el 30 por ciento de la población mundial. Todo parece indicar que ese grupo va en aumento, tanto en términos absolutos como considerado en proporción del total.[1] Es sorprendente la universalidad y persistencia de condiciones habitacionales precarias y, a veces, infrahumanas. Los países ricos no son inmunes a estas condiciones, como tampoco lo son los países grandes ni los pequeños. El problema de una vivienda insegura, insanitaria y degradante persiste incluso a pesar de los esfuerzos que continuamente se están realizando para tratar de corregir esta situación.

Es, pues, comprensible que los organismos y funcionarios de la vivienda hayan mostrado un gran interés en el concepto de la vivienda industrializada, y en el presente informe tratamos de ayudarles a distinguir entre los adelantos verdaderos que pueden lograrse mediante estas técnicas y los mitos y trivialidades de moda que prometen mucho pero que poco hacen.

Si no se hace una distinción entre los mitos y las realidades de la vivienda industrializada --especialmente en las zonas en desarrollo-- se corre el riesgo de que los funcionarios de la vivienda, acosados y frustrados, sigan promoviendo la importación a sus países de plantas de fabricación de viviendas, grandes, complejas y costosas, de los países altamente industrializados. Una tal práctica tropezará con tres problemas fundamentales:

1) El drama de importar una extensa planta de vivienda nueva puede sustituir o, al menos, desviar la atención de la necesidad de introducir cambios y reformas fundamentales de política, especialmente cuando no se tiene una respuesta a preguntas básicas que es preciso resolver de antemano tales como ¿quién utilizará la vivienda? ¿qué terreno se empleará para la construcción? ¿de qué servicios e infraestructura dispondrá la vivienda? y ¿qué formas de créditos y financiamiento existirán?

2) Además, la importación de equipo industrializado para la vivienda, sumamente automatizado, complejo y costoso, puede seguir desviando la atención de soluciones relativamente simples, económicas y altamente productivas para la industrialización de la vivienda que pueden adoptar los propios países en desarro-



CASA O MUERTE - Casi todas las sociedades están experimentando continuas presiones para "hacer algo" a fin de mejorar las condiciones de la vivienda. El cartel que reproducimos en esta foto es bastante elocuente.

(Foto de James Goodsell, The Christian Science Monitor, 1971)

llo y que prometen un progreso en la construcción de viviendas igual o mayor que los complejos sistemas importados, pero sin ocasionar desequilibrio en la balanza de pagos.

3) La importación de plantas totalmente industrializadas, que a veces se justifica sobre la base de reivindicaciones comerciales y de promociones exageradas, inadecuadas o incompletas, puede seguir consumiendo y derrochando inmensas cantidades de recursos materiales y humanos sumamente escasos en las economías en desarrollo.

En el presente informe tratamos de analizar los problemas de la vivienda industrializada en general, y por consiguiente debería ser de interés para toda persona que tenga una fe razonable en la posibilidad de mejorar la vivienda --en términos cuantitativos, cualitativos y de economía-- con la moderna tecnología industrial, independientemente de si estas personas pertenecen a la economía posindustrial de los Estados Unidos, o a países menos industrializados como los del Tercer Mundo. Sin embargo, en nuestra exposición, haremos hincapié especial en los problemas que afrontan los profesionales de la vivienda y funcionarios públicos de países que tienen ingresos por persona bajos y muy bajos, y los materiales de caso presentados en el capítulo 3 se concentran en esos problemas.

Cuestiones abordadas

El presente informe está destinado a los técnicos, planificadores, administradores y responsables de la formulación de políticas que se ven confrontados con la necesidad de adoptar una acción eficaz inmediata. Así, pues, pasa directamente a concentrarse en dos cuestiones pragmáticas:

- ¿Puede la adopción de las técnicas industriales disponibles contribuir a satisfacer las actuales necesidades de vivienda de un número notable de personas en las economías incipientemente industrializadas o en estado de transición?

- ¿Puede hacerse que la industrialización de la vivienda en dichas economías contribuya a promover formas deseables de desarrollo social y económico?

Tal como se resumen en los párrafos siguientes, las respuestas a estas preguntas no son un simple "sí" o "no". Han de estar calificadas en alto grado por la naturaleza de la industrialización y por las formas en que ésta se emplee.

Se aspira a que las respuestas ofrecidas tengan dos clases de utilidad práctica. Primero, en tanto evitan, en general, la discusión de sistemas comerciales específicos, comienzan a definir una forma de "guía del consumidor" para la vivienda industrializada. Sugieren la clase de marco analítico conceptual que debería considerar todo funcionario responsable antes de decidirse a comprometer recursos para la producción de viviendas industrializadas. Segundo, este marco metodológico también se convierte en una especificación del desempeño para los proyectistas, empresarios y fabricantes de sistemas de vivienda destinados a las zonas en desarrollo. Los mismos criterios que ayudan al consumidor a evaluar la eficacia potencial de todo sistema de vivienda, pueden ser utilizados también por los proveedores para ajustar más adecuadamente sus diseños a usos y usuarios específicos.

Conclusiones principales

El informe presenta nueve conclusiones principales:

1. Proceso compuesto. El estudio llega a la conclusión de que la industrialización es un proceso compuesto, con partes inmediatamente apropiadas y útiles en las zonas en desarrollo y con partes que no lo son. La industrialización abarca cuatro aspectos principales e independientemente variables: 1) sistemización del producto; 2) especialización de la mano de obra; 3) concentración de la producción y comercialización y 4) mecanización de la producción.

2. Riesgo creciente. La implantación de cada una de las variables arriba indicadas entraña, respectivamente, mayores riesgos, desde un riesgo prácticamente insignificante para diseños de sistemización del producto hasta un riesgo relativamente elevado para las inversiones de capital que exige la mecanización de la producción de viviendas.

3. Industrialización parcial. De la naturaleza compuesta de la industrialización se desprende que hay diferentes grados o clases de industrialización, según los aspectos que se incluyan o combinen en cualquier determinado proyecto. También se desprende de la Conclusión 2 (arriba), que diferentes combinaciones entrañarán distintos niveles de riesgo. Así, pues, es necesario identificar y reconocer toda una serie de estrategias de industrialización que van desde ciertas estrategias parciales de bajo riesgo (que pueden utilizar únicamente la sistemización del producto y especialización de la mano de obra), hasta estrategias de industrialización total de riesgo más elevado.

4. Influencia del contexto. El diseño de una determinada estrategia de industrialización ha de determinarse teniendo presente el nivel de desarrollo del contexto económico. Específicamente, el estudio considera que una sociedad con un grado de desarrollo progresivamente mayor es cada vez más capaz de mitigar los riesgos crecientes de las mayores inversiones exigidas por la industrialización. En apoyo de esta observación, los estudios de caso ponen de manifiesto que los sistemas de construcción introducidos prematuramente en contextos menos desarrollados experimentan característicamente interrupciones crónicas en la producción o paralización del trabajo durante las cuales máquinas costosas están paralizadas con el consiguiente aumento en los gastos generales. Aun cuando estas interrupciones pueden parecer insignificantes en una sociedad industrializada, las interrupciones producidas en el equipo para realizar reparaciones, por ejemplo, pueden durar mucho más tiempo en una economía menos desarrollada, debido a una falta general de instalaciones y servicios auxiliares. En tales condiciones, las operaciones industrializadas se ven frecuentemente obligadas a proporcionar una costosa infraestructura independiente tratando de crear en miniatura los servicios e instalaciones ausentes que regularmente tienen a su disposición los fabricantes industrializados de las economías totalmente desarrolladas. Estos esfuerzos especiales para reducir las interrupciones y los gastos generales mediante la creación de una estructura auxiliar interna son costosos y, por ende, aumentan la carga por concepto de gastos generales y los costos unitarios.

5. Tecnologías intermedias. El análisis hace una distinción entre la industrialización del *proceso* de fabricación de casas y la producción de viviendas o el *producto* final. Así, pues, además de determinar la conveniencia de un proceso de fabricación parcialmente industrializado, el estudio también define una necesidad para *tecnologías de productos intermedios*.

Estas tecnologías ocupan un lugar intermedio entre la tradicional plétora de componentes de la construcción, no relacionados, incoordinados y, frecuentemente, incompatibles, y los conjuntos "unitizados" sumamente sistemizados y complejos de los módulos del tamaño de una habitación o casa característicos de los sistemas de construcción "de alta densidad" de los países industrializados. Las tecnologías intermedias están caracterizadas principalmente por un sistema de componentes coordinado, simple y no ensamblado. Dicha tecnología tiene su mayor potencial cuando pueden utilizarla no solamente los contratistas profesionales, sino también las personas que construyen sus propios hogares y que no poseen experiencia o capacidad previa en la construcción. Además, las tecnologías intermedias idealmente concebidas deben permitir a todos los constructores utilizar los componentes con un máximo de libertad y autonomía para producir una amplia serie de diseños y configuraciones habitacionales, de acuerdo con sus necesidades y prioridades y tal como ellos las perciben.

6. Tecnologías de transición. Como consecuencia natural de la Conclusión Cinco (arriba), tenemos noción de las tecnologías de transición que, por definición, son tecnologías intermedias que poseen la capacidad adicional de industrializarse parcial y gradualmente *sin cambios en la configuración de los componentes*. Están implícitos, aquí, diseños de componentes que tengan presente el hecho de que el mismo componente puede producirse inicialmente utilizando solo en parte métodos industrializados, pero que, eventualmente, puede industrializarse totalmente a medida que van teniendo éxito empresas de riesgo más bajo y según lo permita la demanda y el apoyo prestado por la sociedad. Tiene una importancia primordial el hecho de que la transición en la fabricación no cree incompatibilidades entre los componentes iniciales y los posteriores.

7. Industrialización indirecta El estudio llega a la conclusión de que la vivienda debería ser uno de los productos últimos en industrializarse en la secuencia del desarrollo económico. Si bien es relativamente fácil industrializar la producción de alfileres o de ladrillos --incluso en una economía de transición-- es mucho más difícil industrializar la vivienda, no solo debido a su gran tamaño y elevado costo, sino también a que es un sector mucho más complejo y sujeto a una gama muy amplia y cambiante de necesidades y exigencias de los usuarios. Por tanto, la industrialización *indirecta* es una estrategia que se recomienda durante las etapas iniciales del desarrollo nacional. Con ella, los proveedores de la industria de la vivienda, más bien que el sector de la vivienda en su conjunto, industrializan componentes tales como ladrillos, bloques de construcción y piezas o accesorios.

8. Estrategias de combinación. La industrialización indirecta (arriba) puede producirse sin consideración a la industrialización parcial de la industria de la vivienda o las tecnologías intermedias o de transición, o sin guardar relación alguna con ellas. De hecho, éste es generalmente el enfoque más común --independientemente de si se planifica o es espontáneo-- en el mundo en desarrollo. Sin embargo, cuando se pueden *combinar* estratégicamente la industrialización indirecta y la parcial para producir un sistema intermedio de construcción con componentes simples, coordinados y compatibles --algunos de los cuales pueden producirse inicialmente en serie y otros no-- pero todos los cuales pueden producirse últimamente en serie, entonces se logra el mayor potencial de mejoramiento de la vivienda en las zonas en desarrollo en términos cualitativos, cuantitativos y de economía. Además, ese pontencial se realiza al mismo tiempo que se reduce al mínimo la inversión y, por tanto, el riesgo de que el intento efectuado sea contraproducente para el logro de nuevas economías en la vivienda, el objetivo individual más importante en las economías de escasez.

9. Costos sociales. El mejoramiento de la vivienda, en términos cuantitativos, cualitativos y de economía --independientemente de la estrategia que se adopte-- no puede existir en un vacío social. Por ejemplo, el mejoramiento de la cantidad y calidad a expensas del costo pudiera, en ciertas circunstancias, ser política y económicamente viable, aunque no socialmente deseable, ya que, en una economía de escasez, una tal estrategia solo contribuiría a aumentar la disparidad entre ricos y pobres. Entre otros costos sociales que puede entrañar la industrialización de la vivienda figuran el desplazamiento de los obreros de la construcción convencional en economías que ya sufren un elevado desempleo, una reducción de la variedad de viviendas a disposición del consumidor, mejoras en la vivienda solo para una parte de la población a expensas de otras, exacerbación de las diferencias de clases entre los trabajadores y los gerentes, problemas en la balanza de pagos, contaminación, etc. Es evidente que estos posibles costos sociales habrán de mantenerse dentro de límites aceptables si queremos que la vivienda industrialmente mejorada reporte un beneficio social neto.

Definiciones

Tiene una gran importancia para el tema del presente estudio una serie de términos frecuentemente utilizados y a los que los autores atribuyen definiciones especializadas:

1. SISTEMIZACION. El proceso de diseño que da lugar al montaje de componentes de construcción normalizados y correlacionados, utilizados para formar una unidad de vivienda, mediante el cual los métodos asistemáticos de construcción se racionalizan y regularizan deliberadamente, de ordinario para mejorar los aspectos de economía, rapidez y verificación de la calidad.

2. INDUSTRIALIZACION. El proceso llamado frecuentemente "producción en serie", mediante el cual determinados productos, que tradicionalmente pueden haberse fabricado individualmente, se fabrican en grandes cantidades por medio de una nueva serie de procesos que entrañan ordinariamente: 1) normalización del producto final; 2) especialización de la mano de obra; 3) concentración de las actividades de producción, adquisición y comercialización y 4) mecanización o automatización de los procesos de producción. Además de una mayor producción, la industrialización entraña frecuentemente menores costos debido a las economías de escala y aumentos en la productividad y a una calidad uniforme y pronosticable (si no mejorada) del producto.

3. NORMALIZACION. El proceso mediante el cual las partes o productos se fabrican de tal forma que sean lo suficientemente similares para poderlos intercambiar y a fin de que sean comparables conforme a normas aceptables o establecidas de valores en cuanto a tamaño, configuración, peso, calidad, robustez, etc.

4. ESPECIALIZACION DE LA MANO DE OBRA. La descomposición de las tareas del trabajo en operaciones componentes, y su distribución entre un mayor número de trabajadores, lo que entraña una eficiencia y conocimientos técnicos para la realización de subtareas simplificadas que no se hallarían presentes al efectuar la tarea original más ampliamente definida. La especialización también entraña la necesidad de coordinar y administrar más minuciosamente el mayor número de subtareas para garantizar su eficaz combinación a fin de obtener el producto final deseado.

5. CONCENTRACION. La concentración de los aspectos de fabricación, adquisición y comercialización en un [illegible] unificado a fin de lograr un mayor control de la producción, economías de escala y aglomeración, y una penetración del mercado más consolidada y eficaz.

6. MECANIZACION. La sustitución por máquinas de la mano de obra del hombre, bien sea física o mental.

7. COMPONENTIZACION. La diferenciación del proceso de construcción en subsistemas estructurales o funcionales relativamente separados o autónomos. Cuando se correlacionan estos subsistemas o series de componentes, como ocurre en un sistema de viviendas, cada componente puede modificarse bien sin cambios substanciales en otros componentes, o de forma tal que pueda seguirse pronosticablemente el cambio a través de todo el sistema. Así, es posible comprender cómo afecta el cambio inicial a la serie de subsistemas que lo integran.

8. PREFABRICACION. La producción previa de componentes o secciones normalizados de edificios, listos para su rápido montaje y erección en pie de obra. Frecuentemente esta producción se realiza en una fábrica o zona de trabajo distante del lugar donde se construye el edificio.

9. COORDINACION MODULAR. La aplicación específica de la normalización en la industria de la construcción, de forma que los materiales y componentes de la construcción se diseñen para que puedan intercambiarse en un mayor grado, haciendo que sus dimensiones clave concuerden con múltiplos completos de una medida (o módulo) convenido. En muchas zonas, el módulo recomendado es de 10 centímetros o cuatro pulgadas.

10. SISTEMA "CERRADO". Un sistema de construcción industrializada que es internamente compatible, pero que no puede combinarse con otros sistemas funcionalmente similares y que, por lo tanto, no permite el montaje de sistemas híbridos o combinados.

11. SISTEMA "ABIERTO". Un sistema de construcción industrializada integrado por componentes o subsistemas intercambiables con los de otros sistemas, mediante coordinación modular y el empleo de técnicas de montaje compatibles o normalizadas.

Los once términos precedentes se utilizan para describir los conceptos de la sistemización e industrialización y las relaciones entre ellos. La figura 1-a ilustra las propiedades de la sistemización y la 1-b, los elementos fundamentales de la industrialización. Las figuras 1-c y 1-d presentan otras posibles formas de combinar estos dos conceptos para constituir varios sistemas de vivienda industrializada.

Limitaciones del estudio

Aunque el estudio trata de describir la vivienda industrializada en los "países en desarrollo", los autores reconocen inmediatamente la dificultad de realizar una generalización tan amplia. Sin embargo, a veces es útil agrupar los países del "Tercer Mundo" haciendo hincapié en muchos de los aspectos comunes entre ellos e ignorando temporalmente sus diferencias.[2] Estas diferencias, no obstante, se hacen absolutamente críticas al tratar de utilizar las generalizaciones que ofrece un análisis tal como el presente, en una situación específica, como base para cambios o recomendaciones de política. El hacerlo sin prestar una consideración completa a las cualidades individuales y singulares de una zona impide realizar una determinación fundamentada y responsable.

Actualmente, el estudio está limitado al hecho de que todo intento de enjuiciar rigurosamente la aplicabilidad de las técnicas de construcción industrializada en los países en desarrollo tropieza con dificultades. Prácticamente, no existen datos sobre la construcción que permitan comparar las técnicas convencionales con las industrializadas para unidades de vivienda análogas. Los datos o bien son fragmentarios, o las casas realmente producidas no son comparables; de ahí que sea prácticamente imposible efectuar un amplio análisis cuantitativo. Tal como ha advertido recientemente la prestigiosa Estación de Investigaciones sobre la Construcción, del Ministerio Británico de Obras Públicas, "éste es un campo en el que no tenemos recuentos detallados de estudios de caso sobre experiencias reales con sistemas de construcción. Es un campo en el que nosotros mismos estamos tratando de introducirnos..."[3] Por otra parte, se dispone de ciertos datos fragmentarios y es posible sacar conclusiones tentativas de ellos. Existe abundante información cualitativa y descriptiva acerca de la vivienda industrializada en muchos países --tanto en desarrollo como desarrollados-- y esta información puede utilizarse para completar el cuadro cuantitativo fragmentario.

El alcance del presente estudio también es limitado, ya que se concentra únicamente en el proceso de construcción y evita toda referencia detallada a otras dimensiones críticas de la política de la vivienda, tal como la provisión de terreno, infraestructura y financiamiento.

FIGURA 1:

SISTEMIZACION E INDUSTRIALIZACION - LAS RELACIONES ENTRE LOS TERMINOS

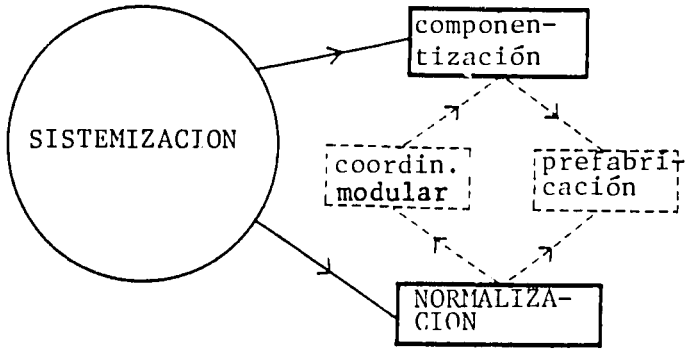


FIGURA 1-a:

La sistemización nos lleva directamente al concepto de un juego racionalizado de *componentes normalizados* (véanse los cuadros en líneas gruesas). La *coordinación modular* (cuadro de líneas discontinuas), una extensión deseable, aunque optativa, de la normalización, permite una mayor intercambiabilidad entre los componentes ya que garantiza que todas las dimensiones clave corresponden a multiplos totales de una medida o módulo convenido. La *prefabricación* (cuadro de líneas discontinuas), una extensión optativa tanto de la componentización como de la normalización, permite la producción previa de elementos uniformes de construcción, frecuentemente para obtener un mayor control de la producción trabajando en una fábrica o zona especial de trabajo fuera del lugar donde se erige el edificio.

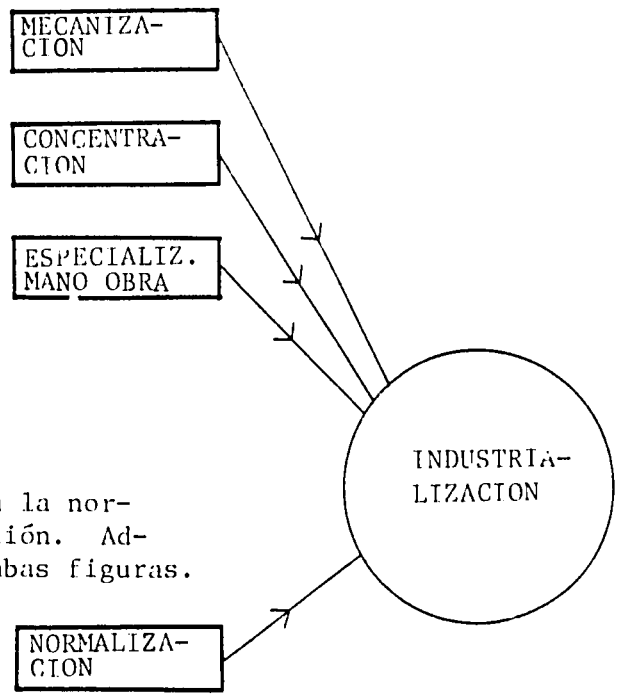


FIGURA 1-b

Se ha demostrado que los tres requisitos previos para la industrialización total son la normalización, la concentración y la mecanización. Adviértase que la normalización es común a ambas figuras.

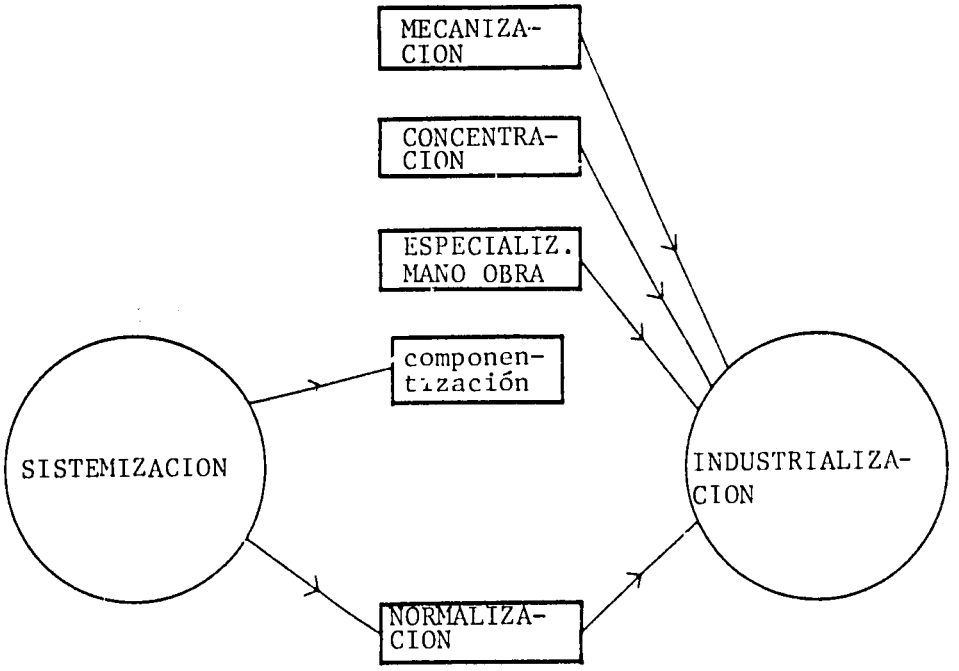


FIGURA 1-c: Un sistema de construcción totalmente industrializado combina los principales elementos de los diagramas precedentes. Por tanto, una serie sistemática o racionalizada de componentes normalizados se produce en forma de mano de obra especializada, concentrada y mecanizada.

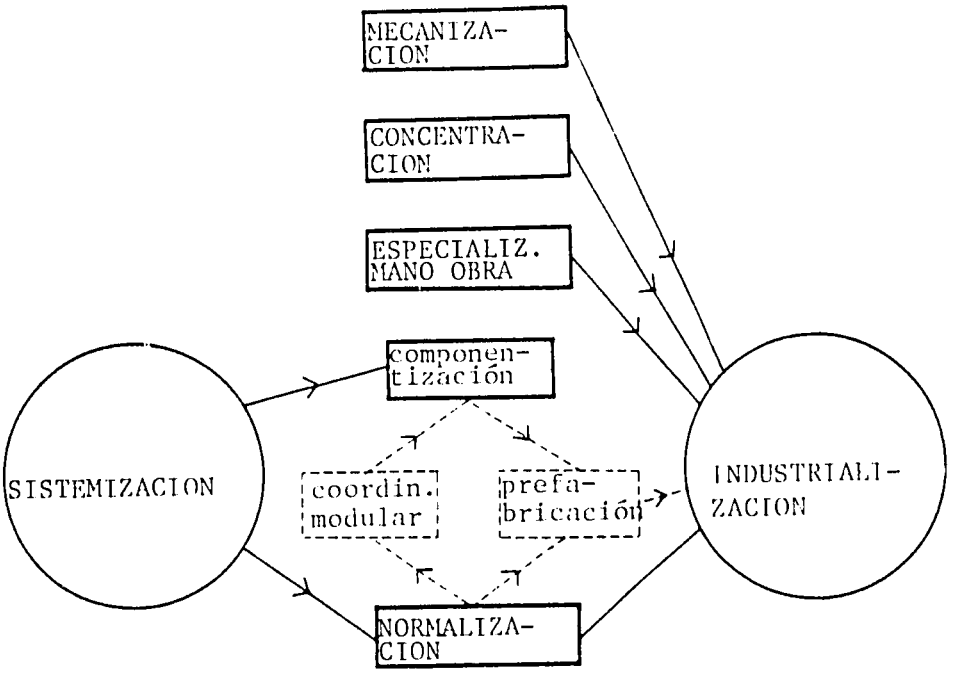


FIGURA 1-d: Cuando se añade la coordinación modular, el sistema se hace más "abierto", es decir, sus partes componentes se hacen más intercambiables con las de otros sistemas, permitiendo una mayor flexibilidad al usuario y dándole un mayor número de opciones entre las que elegir. Esto ocurre en particular cuando las técnicas de montaje son compatibles. Con la opción de prefabricación se trata de aumentar la eficacia y control de la producción.

Parte II

INDUSTRIALIZACION: MITOS Y REALIDADES

LA DEMANDA DE VIVIENDA INDUSTRIALIZADA: PASADO, PRESENTE Y FUTURO

Historia de la industrialización

Los conceptos de la vivienda industrializada, especialmente en los países en desarrollo, no son nuevos. Ya en 1624, los ingleses utilizaban casas panelizadas, prefabricadas, para expedición al Nuevo Mundo. En los EE.UU., a principios de siglo, Sears Roebuck vendió 110.000 casas por correo, a base de componentes normalizados previamente fabricados que introdujeron muchas de las técnicas de producción en serie utilizadas en nuestros días.[1]

En 1934, Catherine Bauer, reflexionando sobre los problemas de la vivienda que siguieron a la Primera Guerra Mundial en Europa, advertía que "...en los años inmediatamente después de 1918, había una grave escasez de todos los materiales tradicionales, especialmente ladrillos, y también una escasez de mano de obra calificada de la construcción en los oficios tradicionales. No sorprende, por tanto", escribía "que sea posible llenar extensos volúmenes con descripciones de los experimentos estructurales que se han realizado en estos tres últimos lustros".[2]

Bauer describió algunos de los experimentos principales de la época: "Las autoridades públicas de Amsterdam, alrededor de 1924, erigieron todo un pueblo a base de hormigón. Se sometieron a prueba 40 sistemas diferentes, y unos 10 se ensayaron en gran escala --incluidas paredes hormigonadas in situ, paredes o partes de paredes de concreto prefabricadas y bloques de hormigón hechos en pie de obra-. Se erigieron pequeñas casas para miles de familias y también escuelas, tiendas, edificios públicos y clubes. Se publicó un informe entusiasta para describir las economías así realizadas".[3] Para ese período también se describieron proyectos análogos en Escandinavia y Francia y, en Alemania, Bauer informa sobre el establecimiento de dos fábricas dedicadas a la construcción con hormigón liviano de grandes paneles prefabricados. "Las casas se diseñaron sobre la base de estas unidades y pronto se construyeron varios miles de ellas. Ese sistema tenía muchas ventajas evidentes. Gran parte la la producción se realizaba en las fábricas, con lo que se reducían las vicisitudes del tiempo, y 18 hombres podían erigir el armazón de una casa de dos pisos, incluido el sótano y los suelos, en día y medio, o 230 horas de trabajo en total".[4] Los ahorros en los costos se estimaron oficialmente en un 10 por ciento.

Sin embargo, a los sistemas de vivienda industrializada no correspondió una porción considerable de la construcción residencial hasta el período posterior a la Segunda Guerra Mundial. Entonces, las condiciones existentes en Europa exigían literalmente cientos de miles de nuevas unidades, en las ciudades destruidas por la guerra, con carácter de emergencia. De esta forma, se había creado el marco para el único programa de construcción en gran escala de viviendas industrializadas del mundo hasta la fecha.[5] Es importante subrayar las condiciones extraordinarias que dieron lugar a esta situación. En general, seis factores caracterizaban el marco de la Europa occidental:

1. Constituía la mayor necesidad la construcción de *grandes cantidades* de casas en el *plazo más corto posible, subordinándose el costo* a estos dos objetivos principales.[6]

2. Los países acordaron la *máxima prioridad nacional* a acelerar la producción en serie de unidades de vivienda.

3. Los países y sus tradiciones estaban *ya industrializados*; la mano de obra estaba calificada y se disponía de capital para las inversiones.

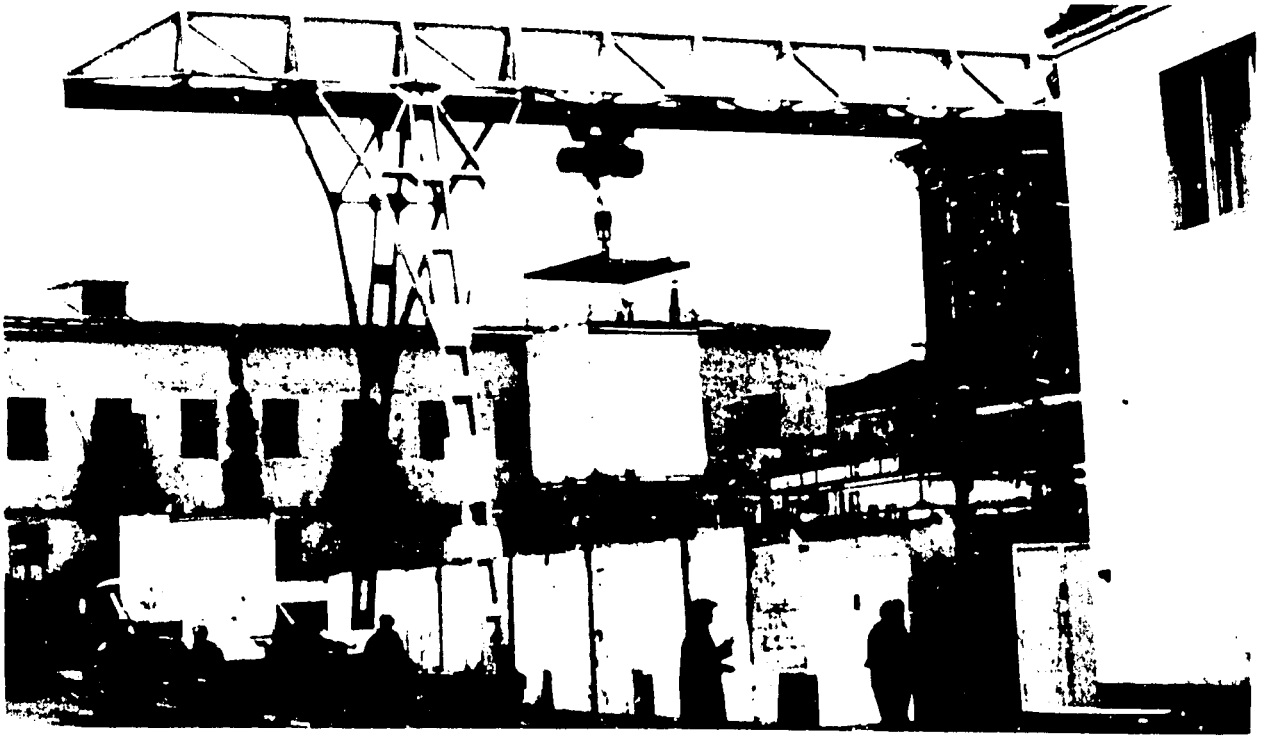
4. Los *mercados urbanos de masas estaban densamente concentrados* y tenían una necesidad desesperada de viviendas en zonas caracterizadas por climas inhóspitos; la aceptación por los clientes no era crítica y todas las unidades se vendían inmediatamente. Además, el grueso del mercado no estaba compuesto por las familias de ingresos más bajos, ya que la senda seguida por la destrucción de la guerra no discriminó por condición socio-económica.

5. Los costos de la tierra y densidades de desarrollo exigían construcción de *unidades multifamiliares del tipo de apartamentos*.

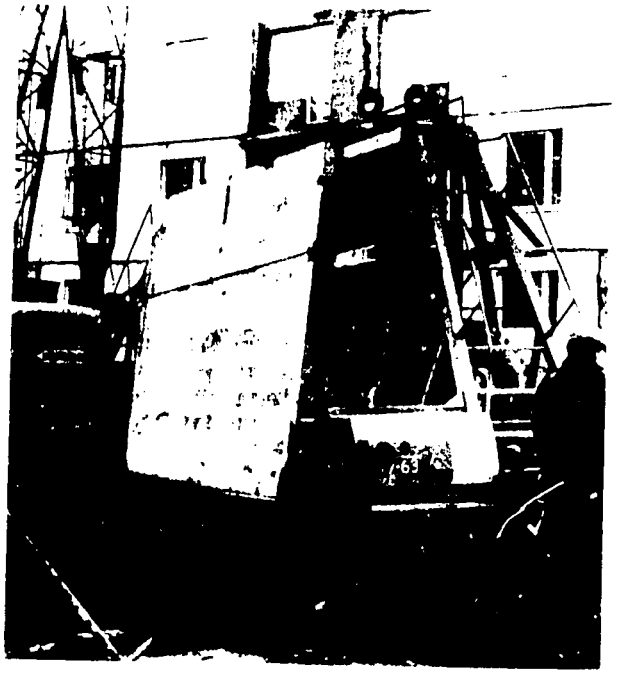
6. Existía abundancia de *competencia e ingeniosidad para especializaciones de diseño, ingeniería y producción*, que se movilizaron para resolver problemas específicos de un mercado amplio y prácticamente cautivo.

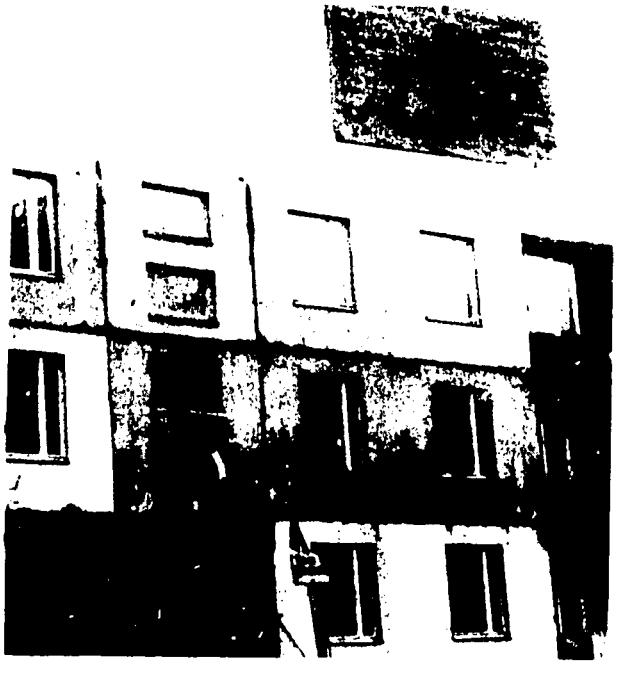
Las condiciones en la Unión Soviética y otras partes de la Europa del este eran análogas, pero con algunas variantes. Rusia "sufrió más destrucción de la propiedad...que ningún otro país en todas las guerras de la historia. También sufrió la pérdida de un número inmensamente mayor de personas que cualquier otro país en la Segunda Guerra Mundial. Rusia emergió, pues, de esta guerra tanto con *una gran necesidad de vivienda* como con *una deficiencia de mano de obra* de proporciones sin precedentes. Se determinó rápida y correctamente que la reconstrucción necesaria no podría realizarse con medios tradicionales. Por tanto, se adoptó la decisión de industrializar todas las operaciones de la construcción".[7]

ADELANTADAS A SU TIEMPO-Estas casas industrializadas de la posguerra no lograron penetrar el mercado estadounidense a pesar de las fuertes inversiones realizadas en tal dirección. Este tipo de unidades tropezó con numerosos problemas --incluidos los relativos al costo, calidad, resistencia de los consumidores, códigos inflexibles de la construcción y prácticas laborales restrictivas-- de los cuales los dos últimos están frecuentemente ausentes en las zonas en desarrollo.



VIVIENDA SOVIETICA INDUSTRIALIZADA-Cuartos de baño finalizados se cargan de la zona de almacenamiento a camiones (arriba), mientras que los paneles de las paredes llegan al sitio de la construcción (abajo, izquierda) y luego son colocados en posición mediante una grúa (abajo, derecha).





Además de la escasez crítica de mano de obra de los soviéticos, que aumentó las presiones para el establecimiento de técnicas que ahorraran mano de obra, Rusia, al contrario de la Europa occidental, no contuvo o alentó la realización por los empresarios de operaciones de vivienda industrializada para servir un mercado "cautivo". En vez de ello, el hincapié en la actividad de construcción de vivienda tuvo que esperar un decreto gubernamental, que llegó a principios de la era posterior a Stalin.[8] Entretanto, no obstante, se enviaron proyectistas e ingenieros soviéticos para que estudiaran los sistemas comerciales de la Europa occidental, y se compraron varias fábricas completas, las cuales operaron los soviéticos modificando la producción de viviendas para que respondieran a sus propias necesidades de un diseño más austero, y simplificando y mejorando los procedimientos de producción.[9]

De esta forma, dentro del marco de las sociedades industriales capitalistas y socialistas, la Europa tanto del oeste como del este implantó la producción de vivienda en serie. Ambas regiones experimentaban una gran escasez de vivienda y fuertes compromisos de los gobiernos para resolver el problema. Ambas fueron capaces de subordinar inicialmente los costos más elevados a la rapidez y el volumen, la Europa del oeste mediante una serie de subvenciones y garantías a los productores y consumidores, y la del este, "englobando" los costos en su presupuesto general de desarrollo nacional que consideraba ideológicamente la vivienda para todos como una responsabilidad pública, y no como una serie de actividades individuales.

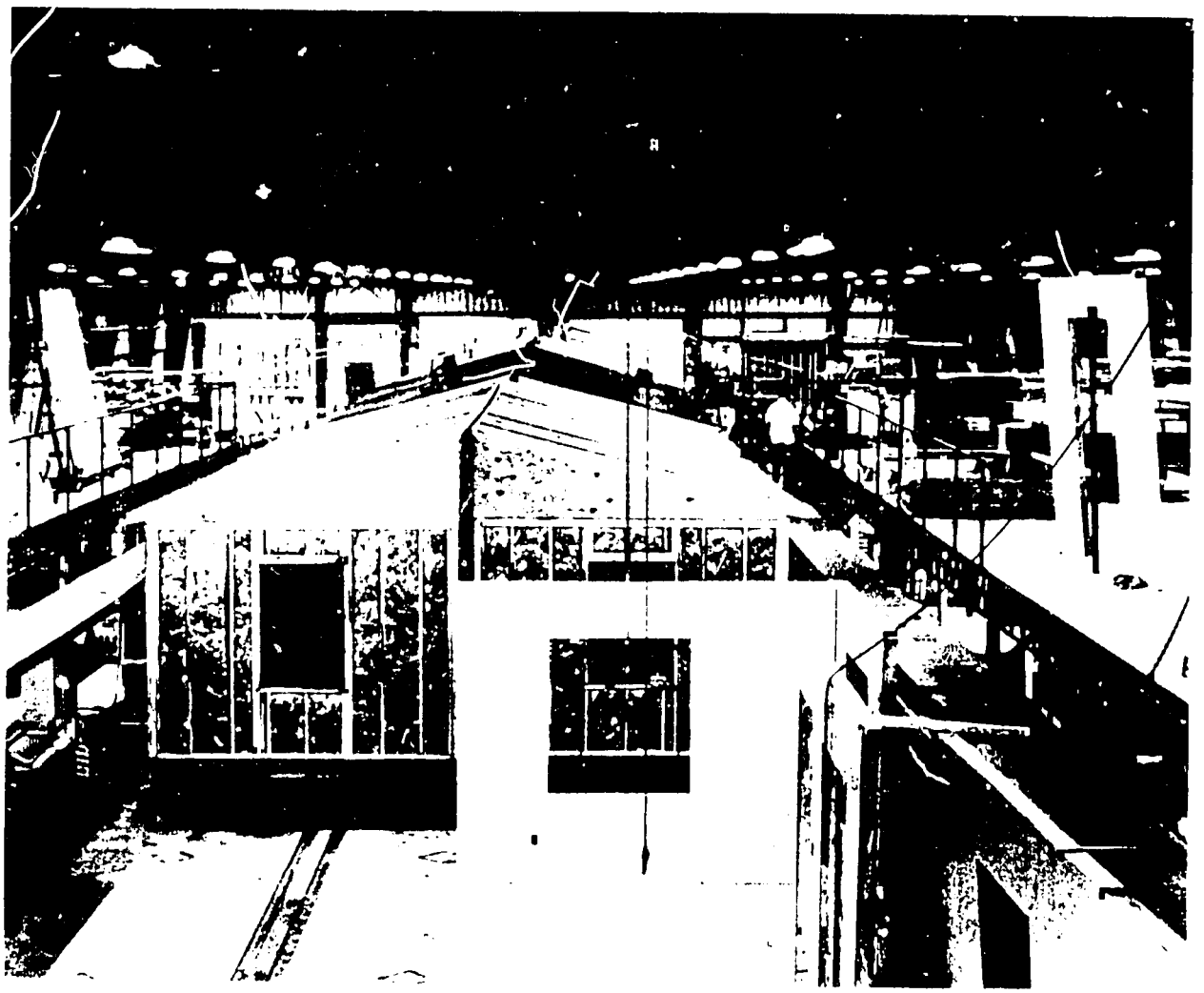
Los países contemporáneos en desarrollo, y ciertamente la mayoría de los países industrializados, contrastan hoy grandemente en muchos aspectos con cualquier parte de la Europa de la posguerra. Sin embargo, éstos son, hasta la fecha, los únicos marcos que han sido notablemente conducentes a la vivienda industrializada. Ambos marcos proporcionaron una década de "incubación" para sus productores industrializados, sin la cual la mayoría de ellos, si no todos, hubieran sucumbido económicamente. Sin embargo, después de diez años, muchos productores habían logrado afinar y refinar sus operaciones hasta el punto de lograr costos del producto final no subvencionado que eran más que competitivos con los de la construcción convencional. También ayudaron a los productores de la Europa occidental, durante este período, los costos cada vez más elevados de la mano de obra que gravitaban sobre los constructores convencionales de gran densidad de mano de obra más pesadamente que sobre ellos mismos. Además, por supuesto, los fabricantes siguieron beneficiándose de su ventaja inherente sobre los constructores tradicionales en lo que respecta a una mayor capacidad de producción.[10]

Demanda actual

En la última década, se hicieron menos patentes muchas de las distinciones entre la construcción industrializada y la convencional, especialmente en países posindustriales tales como los Estados Unidos, donde unos costos de mano de obra en el sitio de construcción cada vez más elevados obligaron a introducir en la construcción convencional cantidades crecientes de partes y subsistemas prefabricados. En la actualidad, "prácticamente todas las casas incluyen un gran número de partes o productos prefabricados, producidos en serie por firmas especializadas e instalados en el curso de la construcción. De esta forma se utilizan puertas, ventanas, equipo, aparatos de toda suerte, estanterías y toda una serie de suelos, techos, tejados y materiales para particiones. La industria ha acusado una tendencia a producir en la fábrica, en un ambiente de elevada eficacia y bajo supervisión, la mayor parte posible de los productos que entran en la construcción, y

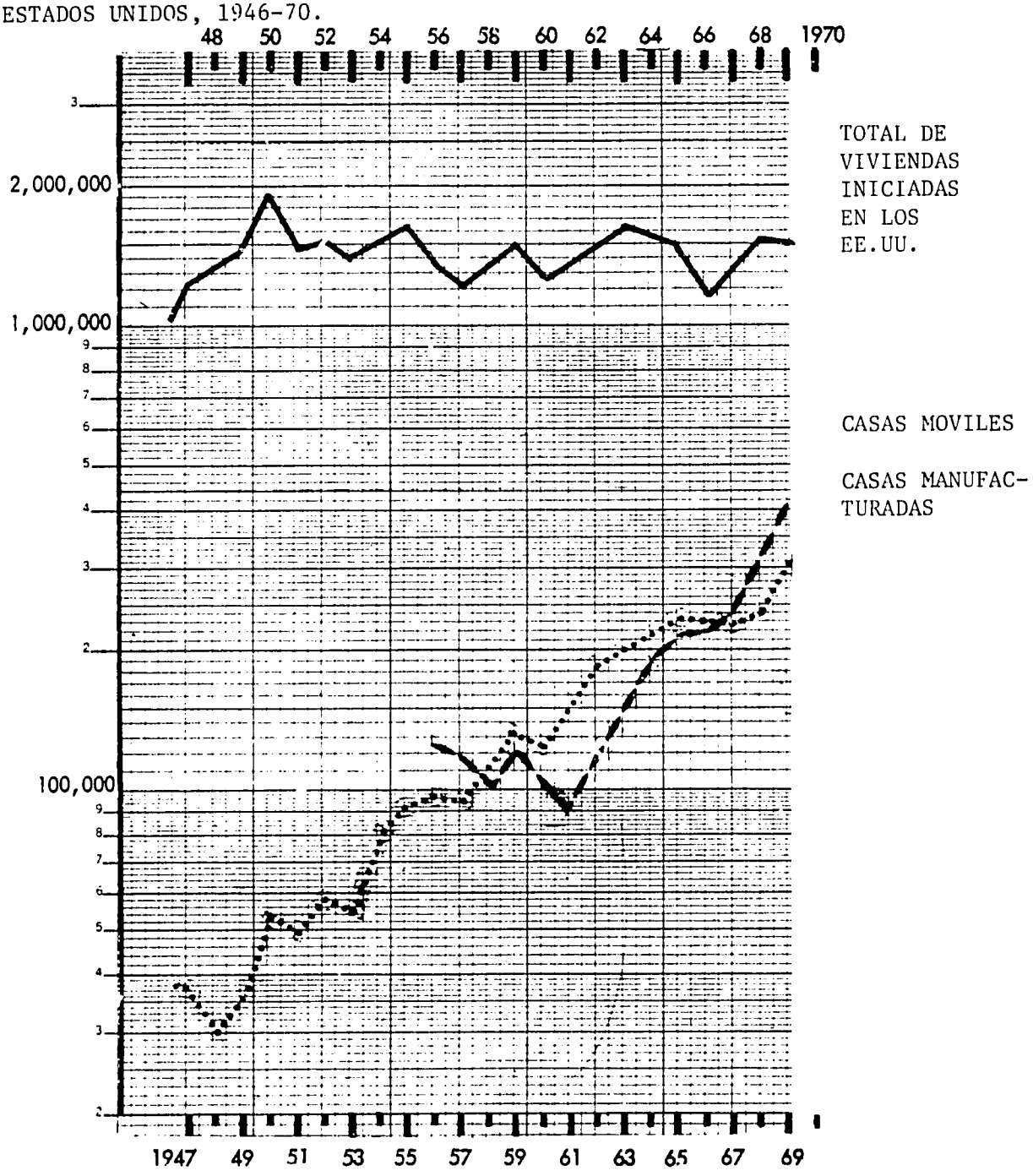
a reducir al mínimo todo el trabajo en pie de obra. De esta forma, se espera que mejorará la calidad del producto, que se multiplicará la capacidad de producción y que se reducirán los costos".[11]

En años recientes, una proporción creciente de las viviendas iniciadas en Europa han pasado a ser viviendas industrializadas, e ilustra el crecimiento experimentado recientemente en países tales como el Reino Unido el hecho de que, en 1967, un 40 por ciento de todas las viviendas iniciadas por el sector público se realizaron con métodos industrializados, frente a solo 20 por ciento en 1964.[12] En los Estados Unidos, 16 por ciento, aproximadamente, de todas las viviendas iniciadas en 1970 fueron clasificadas como "viviendas manufacturadas" y 20 por ciento, como viviendas móviles. Así, pues, en los Estados Unidos, casi un 40 por ciento de todas las viviendas construidas en 1970 fueron de la clase industrializada, y el crecimiento de las unidades industrializadas se produjo a un ritmo mucho más acelerado que el crecimiento experimentado por la vivienda estadounidense en general.[13] El crecimiento experimentado en los Estados Unidos por las "viviendas manufacturadas", las "viviendas móviles" y el total de las viviendas iniciadas entre 1946 y 1970, puede verse en la figura 2.



PRODUCCION DE CASAS MOVILES-El segmento del mercado de la vivienda estadounidense que experimenta el crecimiento más rápido es el de las casas móviles. Se han logrado notables ahorros en los costos mediante la producción completa en fábrica, en cadena de montaje.

FIGURA 2: TENDENCIAS DEL CRECIMIENTO EN LA VIVIENDA INDUSTRIALIZADA DE LOS ESTADOS UNIDOS, 1946-70.



CRECIMIENTO RAPIDO-Recientemente, a las viviendas manufacturadas (línea de puntos) ha correspondido más del 20 por ciento del total de las viviendas iniciadas en los EE.UU. (línea continua). Sin embargo, este total no incluye otra forma de vivienda industrializada --las casas móviles (línea de guiones)-- que ha acusado el crecimiento más rápido, correspondiéndole más de 400.000 unidades en 1969.

Fuente: Charles G. Field[13]

Además, ahora se dispone para licenciamiento en Europa de unos 400 sistemas comerciales, aproximadamente.[14] Generalmente, los distintos sistemas comerciales europeos y estadounidenses han demostrado su capacidad para producir unidades más rápidamente, con menos mano de obra, y con un precio competitivo, aunque "rara vez...son menos costosos que las casas producidas por constructores en gran escala utilizando otros sistemas de construcción tradicional".[15]

En la actualidad, muchos de estos fabricantes de vivienda industrializada están tratando de encontrar mercados nuevos y más amplios en las zonas en desarrollo. Puesto que una gran parte de las inversiones que se han hecho en investigación y desarrollo se han amortizado ya mediante la construcción en sus propios países, los fabricantes pueden ahora reducir los precios y obtener mayores utilidades en los mercados nuevos. Además, ciertas piezas y equipo que se consideraban anticuados u obsoletos en sus propios países, tienen todavía un "mercado" en las zonas en desarrollo a las que a veces se venden deliberadamente equipos que están una etapa más atrasados del nivel último de adelanto de la tecnología. Los productores lo hacen para dar salida rentablemente a un equipo anticuado.

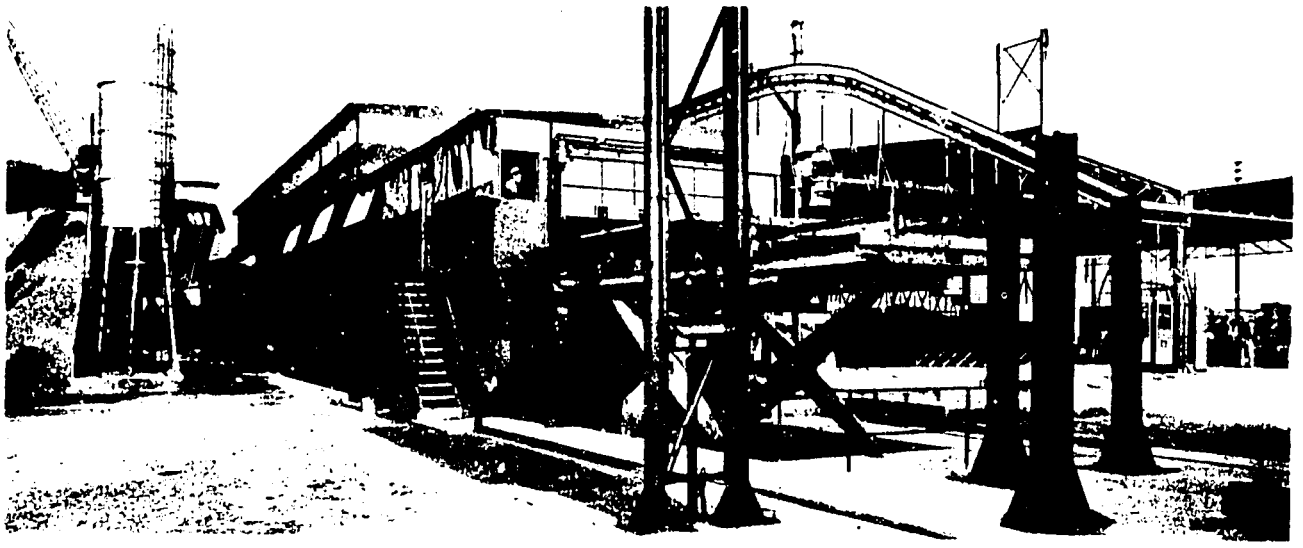
Hasta la fecha, los autores no tienen información procedente de las zonas en desarrollo que indique que a la construcción industrializada corresponda todavía un porcentaje notable de las nuevas viviendas que se construyen. Sin embargo, gran parte de estas zonas han realizado proyectos piloto y en pequeña escala utilizando distintos sistemas industrializados.

Proyecciones para el futuro

Las proyecciones para el futuro de los sistemas de vivienda industrializada son muy tentativas y dependen principalmente del resultado absoluto de los sistemas que se utilizan, perfeccionan y desarrollan en muchos contextos en lo que al costo se refiere; y también dependen de los costos de técnicas convencionales competitivas. El costo de la mano de obra es una variable sumamente importante en esta consideración y, si sigue aumentando rápidamente, las técnicas industrializadas que ahorran mano de obra gozarán de una creciente ventaja relativa en cuanto a costo y, probablemente, penetrarán el mercado de la vivienda a un ritmo más rápido que el actual. En las zonas en desarrollo, en las que existe una abundancia relativa de mano de obra --y ésta, por tanto, es menos costosa-- las posibilidades de industrialización son menos prometedoras.

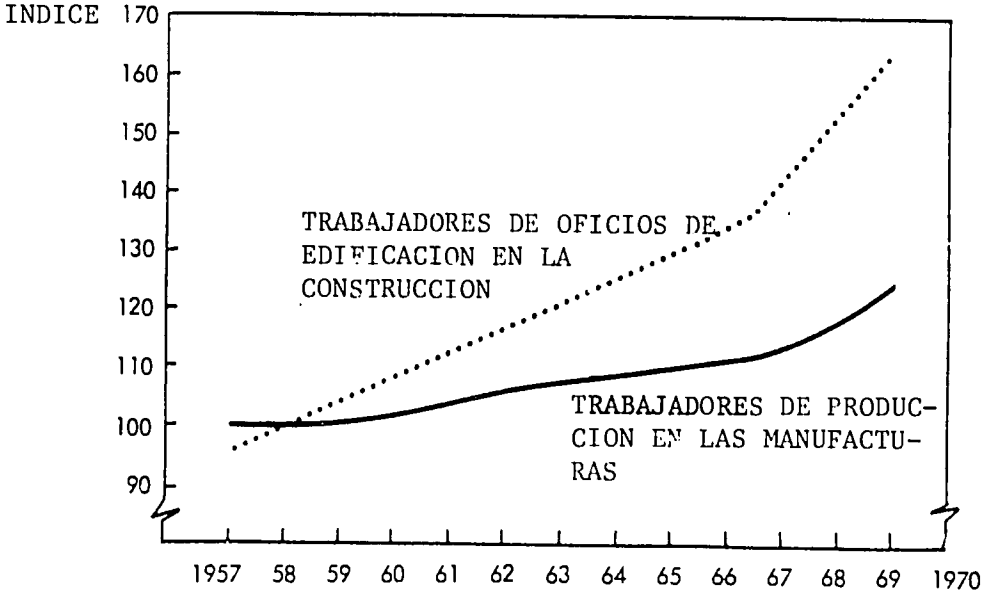
Confirman este aspecto dos tendencias que se observan en los Estados Unidos. Primero, los salarios de los obreros de la construcción son más elevados que los de las manufacturas, lo que refuerza las tendencias a adoptar técnicas de manufactura en la industria de la construcción. Segundo, la mano de obra de la construcción es menos productiva que la mano de obra de las manufacturas, aun cuando sus niveles salariales respectivos indiquen lo contrario. La combinación de estas dos tendencias que, además, se están reforzando en el transcurso del tiempo, tal como se indica en las figuras 3 y 4, proporciona un gran incentivo para industrializar las prácticas de la construcción.

Naturalmente, el costo no es la única consideración, aunque sigue siendo una consideración primordial, a menos que se subordine explícitamente a otros aspectos de la industrialización tales como los de rapidez y cantidad, tal como sucedió en la Europa de la posguerra. Si esto ocurre, y cuando ocurra y donde ocurra, entonces las futuras proyecciones para la vivienda industrializada en esta zona aumentarían rápidamente.



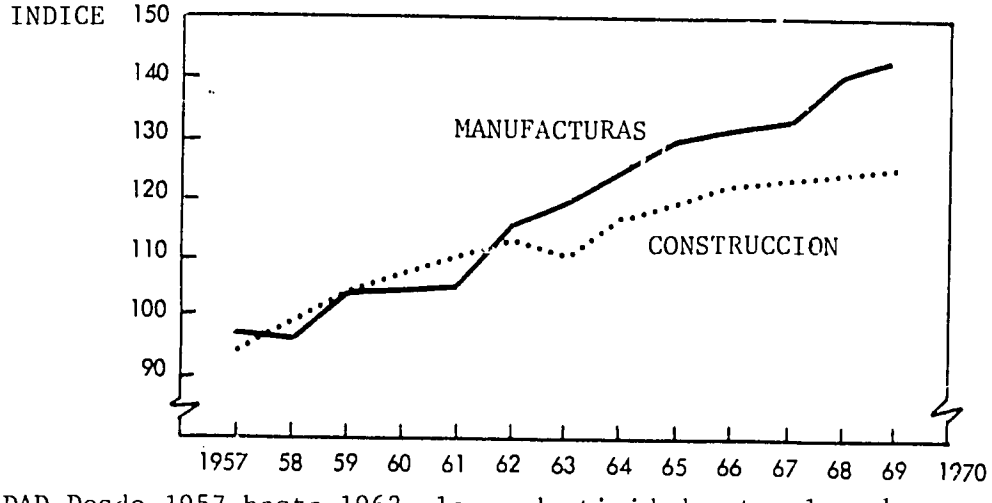
PLANTA COMPUTARIZADA-Esta moderna planta europea de viviendas (arriba) se ha concebido para producir en serie sistemas de construcción de alta tecnología. Los componentes se encaminan por medio de computadoras a través de una cadena de montaje (abajo) y se programan hasta la hora y el minuto en que se elevan para colocarlos en posición (a la derecha) utilizando una grúa in situ. (Foto Cogefar)

FIGURA 3: PROMEDIO DE INGRESOS HORARIOS EN LOS EE.UU. EN LAS MANUFACTURAS Y LA CONSTRUCCION



DIFERENCIAL SALARIAL-Los salarios para los trabajadores del ramo de la construcción en las obras realizadas en los Estados Unidos, al compararlos con los de los trabajadores dedicados a la producción en el ramo manufacturero, acusan una tendencia alcista cada vez mayor. (Indice salarial en dólares constantes; 1957-59 igual a 100).

FIGURA 4: PRODUCTIVIDAD EN LOS RAMOS DE LAS MANUFACTURAS Y LA CONSTRUCCION EN LOS ESTADOS UNIDOS



PRODUCTIVIDAD-Desde 1957 hasta 1962, la productividad entre los obreros de la construcción y las manufacturas ha sido aproximadamente la misma. Sin embargo, desde 1962 hasta el presente, la productividad en las manufacturas ha aumentado más rápidamente a pesar de niveles salariales más bajos. Estas tendencias están estimulando una mayor inversión en el sector de la construcción y, por ende, una mayor industrialización. (Indice de productividad en la producción por horas/hombre; 1957-59 igual a 100.)

Fuente: Daniel Hodes[16]

PROMESAS Y PROBLEMAS DE LA VIVIENDA INDUSTRIALIZADA

Una vez que una agencia gubernamental o del sector privado se compromete a adoptar el concepto de un proceso de vivienda industrializada, tiende a desaparecer la consideración de los riesgos que entran en juego. La cita siguiente sacada de un folleto publicado por el Ministerio Malayo para el Gobierno Local y la Vivienda proporciona un ejemplo de una perspectiva que subraya muchos de los beneficios y ninguno de los costos implícitos en la vivienda industrializada:

i) *Rapidez de construcción.* El tiempo de construcción puede reducirse hasta en un 40-50 por ciento para los sistemas unifamiliares y entre 25 y 40 por ciento para los sistemas de apartamentos o viviendas multifamiliares. El ahorro de tiempo permite conseguir un movimiento más rápido de capital en la vivienda, y en el caso de un proyecto de vivienda financiado con un préstamo, se pueden realizar economías con la capitalización de los intereses para el período de tiempo ahorrado.

ii) *Reducción de los costos.* Los costos pueden reducirse de 10 a 25 por ciento a largo plazo, debido al ahorro en materiales y mano de obra calificada y a las economías resultantes de un proceso y lugar de construcción repetitivos. A medida que se amortiza paulatinamente la fuerte inversión inicial en la fábrica, planta y equipo, podrán reducirse substancialmente los costos de construcción.

iii) *Verificación de la calidad.* La máquina servil, automática, fiel y regular, permite obtener en el trabajo una exactitud constante de la que es incapaz la mano del hombre, y los productos siempre tienen la misma calidad. Con ella es posible controlar rigurosamente la cantidad de materiales, y las unidades, aunque complejas, serán monolíticas. Por tanto, la calidad de la producción que sale de las fábricas permanecerá constante debido a una estrecha supervisión y esto garantizará una robustez a la estructura y el edificio que reducirá los futuros costos de mantenimiento.

iv) *La organización y supervisión* serán más eficaces ya que una parte importante del edificio se realiza dentro de la fábrica. Las operaciones se pueden ordenar en secuencia y con ello se obtiene una productividad elevada. Se reduce el riesgo de accidentes, ya que una porción mayor del trabajo se realiza en la fábrica. Los sitios de edificación están libres de andamios, y los obreros no tienen que trabajar en situaciones peligrosas y, sobre todo, las operaciones de construcción no se verán dificultadas por las inclemencias del tiempo en el mismo grado en que ocurre en la construcción tradicional.[17]

Costo

Cabe advertir que el costo no se menciona en primer lugar en la lista precedente. Sin embargo, tal como se sugirió anteriormente en nuestra exposición, sigue siendo la consideración individual más importante para determinar si un plan de industrialización beneficiará o perjudicará a otros programas en lo que respecta al mejoramiento de las condiciones de la vivienda para las familias que se hallan en el extremo inferior del espectro de ingresos. En realidad, al leer el folleto publicado sobre la vivienda en Malasia, puede entreverse que los costos son actualmente los mismos o más elevados que los de la construcción convencional. La promesa de un ahorro del 10-25 por ciento se cita *solamente* para "largo plazo", con seguridades de que "después de haberse amortizado paulatinamente la fuerte inversión inicial en fábricas, plantas y equipo, los costos de la construcción podrán reducirse considerablemente".

Una medida uniforme. "Costos de desarrollo". Antes de pasar a analizar más detenidamente los costos, es importante establecer una definición práctica uniforme, ya que, con frecuencia, los costos de la vivienda se miden de forma diferente. Para los fines de esta discusión, los costos, a menos que se indique lo contrario, se referirán al "Costo de Desarrollo por Unidad de Vivienda", que es la suma de los costos de la tierra, preparación del sitio para la construcción, financiamiento provisional, construcción y gastos generales y utilidades del constructor.[18] La industrialización puede afectar directamente a la totalidad o parte de estos costos, según las circunstancias.

Costo de construcción: De todos los componentes de los Costos de Desarrollo, los costos de construcción son los que con mayor probabilidad cambiarán como resultado de la industrialización. Los dos componentes principales del costo de construcción, la mano de obra y los materiales, se tratan por separado a continuación.

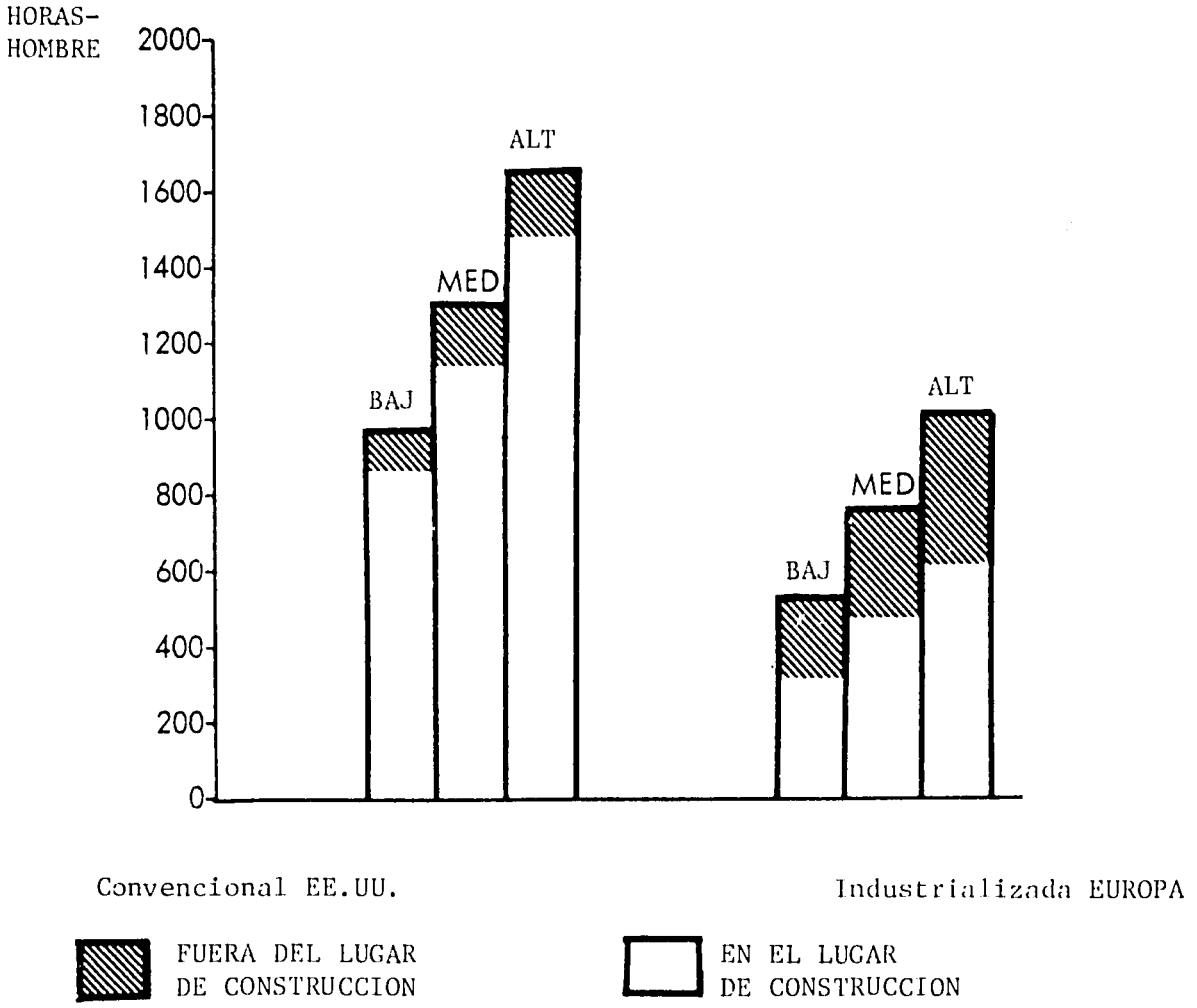
Mano de obra: La industrialización afecta más espectacularmente a la mano de obra debido a la automatización y la mecanización. En 1965, los economistas soviéticos estimaron que los ahorros de mano de obra obtenidos mediante el "uso del método de construcción residencial prefabricada ascendían a 23 millones de días/hombre" [19] y se ha declarado que el sistema francés industrializado puede reducir la mano de obra hasta en un 75 por ciento.[20]

Las posibilidades de ahorro de mano de obra que brinda la industrialización pueden verse, además, al comparar la construcción convencional en los EE.UU. con la construcción industrializada en la Europa occidental. Las gráficas de la figura 5 para las horas-hombre tanto en pie de obra como fuera del sitio de construcción por 1000 pies cuadrados de construcción multifamiliar, aproximadamente comparable, muestran ahorros potencialmente notables utilizando los métodos europeos industrializados frente a los métodos estadounidenses convencionales.

La mano de obra, por otro lado, al igual que la mayoría de los demás factores de la industrialización, posee atributos que también pueden aumentar los costos, y, en la mayoría de los casos, estos atributos negativos parecen ser potencialmente mayores en las zonas en desarrollo.

Aparte del hecho potencialmente crucial de que los ahorros en mano de obra pueden estar en pugna con las metas más generales del pleno empleo en una sociedad, también puede existir poco incentivo económico para la sustitución de la mano de obra por equipo, capital y maquinaria. La razón es evidente. En situaciones de un elevado desempleo o subempleo, o en situaciones de escasez de capital --ambas comunes en las economías menos desarrolladas-- los ahorros de mano de obra pierden gran parte de su fuerza para reducir los costos, ya que se está ahorrando un insumo relativamente poco costoso, pero se está utilizando, en su lugar, un insumo de costo muy elevado. En el cuadro 1 se presentan permutas típicas entre el equipo de capital y la mano de obra.

FIGURA 5: HORAS-HOMBRE APROXIMADADAS POR MILES DE PIES CUADRADOS DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR



LA VIVIENDA INDUSTRIALIZADA FRENTE A LA CONVENCIONAL-La construcción industrializada en Europa promete ahorros en horas-hombre mayores que los obtenibles con la construcción convencional en los EE.UU. Además, las estimaciones alta, media y baja para ambos tipos de construcción muestran siempre una mayor proporción de tiempo de construcción en Europa dedicado a trabajos en condiciones controladas en la fábrica, no sujeta a las inclemencias del tiempo.

Fuente: Comisión Nacional sobre Problemas Urbanos[21]

Incluso la simplificación de las tareas del trabajo y la reducción en las aptitudes mínimas requeridas resultantes de la especialización de la mano de obra tienen sus aspectos negativos en los países en desarrollo. Con la especialización de la mano de obra, aumenta notablemente la necesidad de personal gerencial y de coordinación relativamente costoso. El mayor número de tareas circunscritas deberá equilibrarse y compaginarse hábilmente para que las operaciones prolongadas estén muy cargadas de personal, y las cortas, poco cargadas. Para garantizar el éxito, la gerencia habrá de establecer, y mantener luego, un ritmo constante de producción, a pesar de las contingencias y perturbaciones inevitables.

Cuadro 1

REEMPLAZO DE LA MANO DE OBRA DEL HOMBRE POR LA MAQUINARIA

Tipo de maquinaria utilizada	Número de trabajadores reemplazados
Excavadoras, 0,15-3 m^3	20-100
Desmontadoras motorizadas, a partir de 6 m^3	50-120
Explanadoras, a partir de 80 kilogramos	70-90
Niveladoras motorizadas, 50-120 kilogramos	30-50
Máquinas compactadoras de tierra, 4-25 toneladas	20-50
Grúas de construcción, 30-80 toneladas métricas	30-40
Volquetes, 3-5 m^3	20-30
Grúas motorizadas, 5 toneladas	10-20
Hormigoneras, 250-750 toneladas	5-20
Correas transportadoras, 4-15 metros	3-5

Fuente: Naciones Unidas[22]

Sin embargo, en las zonas en desarrollo, los conocimientos gerenciales críticos requeridos para que funcione el proceso pueden escasear en todo el sector industrial. Así, pues, los beneficios de utilizar menos mano de obra calificada pueden verse contrarrestados por la necesidad de emplear gerentes y supervisores altamente calificados, que representan un recurso escaso y costoso.

La mayor demanda de experiencia en las tareas de adquisición, comercialización y verificación de la calidad también aumentan la carga de la gerencia y amenazan, además, con contrarrestar los posibles ahorros de mano de obra de la industrialización.

Materiales: Los defensores de los sistemas de vivienda industrializada prometen ahorros considerables en los costos de materiales, así como en los de mano de obra. En situaciones óptimas, esa promesa puede cumplirse mediante descuentos en las compras por volumen, y con frecuencia mediante el control vertical de los cauces de suministros con eliminación de los intermediarios y el mantenimiento de grandes inventarios como medio de resolver los problemas de la escasez.

De vez en cuando, las operaciones industrializadas pueden realizar ahorros de materiales como resultado de innovaciones tecnológicas. Como ejemplo clásico podemos citar la escasez (y, por tanto, el costo elevado) de ladrillos experimentada en la Europa de la posguerra, que se remedió con una nueva tecnología tal como el perfeccionamiento de métodos in situ y de hormigón premoldeado, que eventualmente permitieron realizar ahorros de una magnitud considerable. Un ejemplo contemporáneo de esta misma clase de ahorros mediante la innovación tecnológica es el caso del reemplazo de tuberías costosas de cobre, metal e hierro por tuberías de plástico y PVC.

Sin embargo, los ahorros en los materiales como resultado de la compra masiva o la innovación también los realizan los grandes constructores convencionales. Además, el riesgo de un aumento en vez de una disminución en los costos es inevitablemente mayor en el contexto de las zonas en vías de desarrollo. En un estudio reciente de once experimentos de construcción parcialmente industrializada en el Perú, por ejemplo -- todos los cuales redujeron los costos generales, principalmente mediante ahorros en la mano de obra-- solo tres realizaron ahorros en los materiales, mientras que ocho experimentaron aumentos en los costos por ese concepto.[23]

Hay cierto número de razones por las que este fenómeno no debiera sorprender. La magnitud de las operaciones requeridas para realizar notables economías de escala en las compras de materiales puede ser, en realidad, tan extensa que ocasionará escasez a corto plazo o localizada y, por ende, aumentos de precios de una magnitud igual o mayor que los ahorros originales. Este efecto de cancelación debido a las fluctuaciones en los precios se ha observado en muchas zonas en desarrollo como una consecuencia imprevista e indeseada de los proyectos gubernamentales de vivienda en gran escala.[24]

La industrialización también puede entrañar aumentos en el costo de los materiales si el proceso especifica materiales esotéricos o importados que no se producen normalmente en la región local. Una tecnología avanzada de plásticos, o incluso la tecnología del hormigón preformado, por ejemplo, puede ayudar a reducir los costos de materiales en los países en desarrollo mientras que resulta sumamente costosa en las zonas menos desarrolladas que no tienen experiencia con los procesos o no disponen de las industrias auxiliares necesarias.

Financiamiento provisional. En teoría, la construcción industrializada es más rápida que la construcción convencional. Cuando esto es así realmente, el menor tiempo de construcción puede satisfacer una necesidad social importante (que, a veces, se convierte en un fin de por sí) en tanto reduce el costo de la financiación provisional, ya que éste varía directamente en función del tiempo de construcción. Para los EE.UU., se estimó que "los ahorros mensuales combinados por concepto de intereses, impuestos, costos generales, movimiento de ca-

pital y ocupación en una fecha más temprana ascienden a 1-1 1/2 por ciento del costo del proyecto".[25] En este caso, seis meses ahorrados equivaldrían a un ahorro de 6 a 9 por ciento del proyecto en su conjunto.

Sin embargo, un tiempo de construcción menor no es una ventaja carente de riesgos; y, como en el caso de los ahorros de mano de obra y materiales, el riesgo es mayor fuera de las zonas industrialmente desarrolladas del mundo. El factor de riesgo aumenta porque la industrialización fomenta una interdependencia mucho más crítica entre los elementos especializados de la producción: gerencia, mano de obra y maquinaria. La gerencia debe garantizar que el ritmo de cualquier subtarea es pronosticable y que está equilibrado con el de tareas paralelas, ya que de lo contrario se producirán atascos. Los atascos de la mano de obra pueden deberse a enfermedad, accidentes, ausentismo o huelgas. Y, finalmente, contingencias en el equipo tales como averías, falta de piezas de respuesto o falta de energía eléctrica, también pueden ocasionar considerables retrasos que pueden desencadenar crecientes aumentos en el costo del financiamiento provisional así como en todas las demás categorías de costos.

Gastos generales y utilidades. Tradicionalmente, se espera que una característica de la producción industrializada en serie sea una reducción en los factores de gastos generales y utilidades. Para miles de bienes de consumo, esto es lo que ha ocurrido; las utilidades de una sola unidad de producción se reducen de acuerdo con los mayores volúmenes vendidos, que últimamente producen utilidades generales más elevadas. Se espera que los gastos generales desciendan en un grado similar. Aun cuando, de ordinario, los gastos generales fijos y absolutos aumentan cuando se produce la industrialización --especialmente cuando ha de financiarse y amortizarse maquinaria costosa-- los aumentos en la producción pueden reducir el factor de gastos generales aplicados a una sola unidad de producción.

Teóricamente, la vivienda industrializada debería obedecer a estas reglas, aunque operativamente estos ahorros potenciales quizás sean los más difíciles de lograr. Ya que, si se producen atascos en la producción y, en consecuencia, los volúmenes de producción y ventas son modestos, los costos generales habrán de compartirse entre menos unidades y serán, por tanto, más elevados. Análogamente, si se producen menos unidades, los factores de utilidades no podrán reducirse (y no se reducirán probablemente por tanto) sin una merma en las utilidades generales. Y, para el productor del sector privado tradicional, estas utilidades generales menores no serán aceptables en las circunstancias de la industrialización, ya que normalmente se esperan utilidades que sean proporcionales a los mayores riesgos asumidos. Puesto que la industrialización es generalmente una actividad de riesgo elevado, lo más probable es que el productor trate de elevar los niveles de utilidades (por unidad) a fin de contrarrestar la reducción en las utilidades generales debidas a una baja producción o ventas, con lo que la carga de las utilidades adicionales se pasará luego directamente al consumidor.

De esta forma, puede verse que, aun cuando las reducciones en los costos unitarios siguen siendo uno de los incentivos más fuertes para efectuar la transición a técnicas de producción en serie, cada paso en este proceso está sujeto a riesgos encubiertos que pueden contrarrestar o cancelar los beneficios previstos. Se pueden realizar reducciones en los costos debidas a los ahorros en la mano de obra, materiales, tiempo (financiamiento profesional) y gastos generales/utilidades, aun cuando, de ordinario, la probabilidad disminuye a medida que lo hace el nivel general de desarrollo industrial.

ERROR EN SERIE-Un peligro inherente a las técnicas de producción en serie a alta velocidad es el de que un solo error puede proliferarse rápidamente. Un tal error ocasionó el fatal derrumbamiento estructural que se observa en la fotografía en un edificio industrializado en Ronan Point, Inglaterra, en 1969.

(Foto UPI)

La tierra y el trabajo de preparación del sitio de construcción. Cuando las técnicas industrializadas facilitan la construcción con una mayor densidad, pueden realizarse ahorros en los costos de la tierra y preparación del sitio de construcción. De esta forma, una parcela de tierra mejorada a un costo fijo podría permitir, en potencia, la construcción de un número de unidades industrializadas más elevado que el que sería posible con unidades convencionales. Por ejemplo, en situaciones en las que puede escasearse o no disponerse de grúas o medios para levantar los materiales, las firmas industrializadas incluyen frecuentemente este equipo como parte integral de su instalación de producción y de ahí el que sean los únicos productores económicamente capaces de emprender la construcción de proyectos tales como apartamentos de gran altura.

Sin embargo, aun cuando las técnicas industrializadas pueden producir un desarrollo más denso que las técnicas convencionales, no lo hacen necesariamente así y, en muchos casos, la construcción convencional puede lograr ahorros equivalentes por concepto de la tierra y preparación del sitio de construcción.

Cantidad y calidad

Además de los posibles ahorros en los costos, las técnicas industrializadas también brindan aumentos cuantitativos y cualitativos. Sin embargo, irónicamente, la industrialización puede acarrear pérdidas en estas mismas esferas. Por ejemplo, todos los riesgos de los atascos y retrasos que acabamos de examinar en cuanto a sus efectos sobre el costo, también ponen en peligro el volumen de la producción, independientemente del costo. En la práctica, naturalmente, estos posibles aspectos negativos son inseparables y se exacerban mutuamente.

La producción industrializada que depende de máquinas y mano de obra especializada también tiene varias repercusiones sobre la calidad del producto. Los optimistas, tales como el autor del folleto del Gobierno malayo, presuponen que el proceso de mecanización de por sí reducirá la variabilidad y los errores humanos. Se supone también que la naturaleza repetitiva del trabajo humano especializado mejorará la calidad del producto debido al hecho de que cada trabajador podrá concentrar su atención en un menor número de tareas y en una rutina más limitada.

Sin embargo, la industrialización también puede reducir la calidad del producto. Por ejemplo, cuando se finaliza un diseño deficiente o erróneo, pueden producirse cientos de unidades antes de detectar la falla y, quizás, cientos más antes de que ésta pueda corregirse. En el derrumbamiento múltiple ocurrido en Ronan Point, Inglaterra, un error de diseño en el componente de un edificio industrializado desencadenó un colapso estructural, lo que indica que cientos de unidades construidas anteriormente con los componentes deficientes habían ya puesto en peligro a miles de vidas. Entonces, fue necesario realizar una costosa modificación en todas las unidades existentes a fin de reforzarlas.[26] Además, los miles de automóviles que periódicamente retiran los fabricantes para corregir deficiencias de producción ofrecen otro ejemplo de la rapidez con que las técnicas de fabricación a alta velocidad pueden proliferar un solo error.

Efecto inversor

Este efecto inversor, en el que cada signo más puede convertirse en un signo menos, cada espectativa deseable, en un resultado indeseable, puede ser especialmente pronunciado en una región o país que no tenga una historia, una economía y un sistema social caracterizado por una sólida actividad comercial e industrial. El autor del folleto del Gobierno malayo que citamos al principio de esta sección considera la vivienda industrializada en un contexto social y económico ideal para el país. Pero ese ideal no se ha logrado perfectamente en los Estados Unidos, la Europa occidental o el Japón, y mucho menos en las zonas menos desarrolladas del mundo.

En pocas palabras, los sistemas de vivienda totalmente industrializada de las llamadas "zonas emergentes" están casi condenados al fracaso, y en el grado en que dependan de las condiciones económicas, metas sociales, capacidad gerencial y servicios auxiliares y tecnologías inexistentes, o que existan solamente en una forma incipiente, es probable que las actividades de construcción de viviendas industrializadas sean difíciles, si no totalmente inútiles. Los estudios de caso que presentamos a continuación ilustran esta conclusión.

Parte III

LOS EFECTOS DEL CONTEXTO SOBRE LA INDUSTRIALIZACION

CASOS EN LAS ZONAS EN DESARROLLO

En el capítulo precedente se hizo hincapié en la necesidad de equilibrar las virtudes popularmente aclamadas de la vivienda industrializada con sus deficiencias menos frecuentemente reconocidas. Evidentemente, por cada posible ventaja, hay un cierto riesgo y una cierta posible desventaja, independientemente del contexto social, económico o de desarrollo. En el presente capítulo trataremos de analizar más a fondo la forma de determinar cómo el contexto incide en este precario equilibrio entre las ventajas y las desventajas.

Son raros los estudios de caso imparciales que encontramos sobre el éxito que han tenido los intentos de implantar la vivienda industrializada en las distintas zonas en desarrollo, probablemente debido a que la mayoría de esos intentos han terminado en algo menos que un éxito completo y la documentación de dichos intentos "ruboriza" frecuentemente a las agencias oficiales. Los análisis y datos rigurosos sobre costos son aún más raros.

Sin embargo, en este capítulo los autores han tratado de seleccionar, de un número limitado de estudios de caso a su disposición, tres casos prototipo que representan intentos muy diferentes de introducir la tecnología de la construcción industrializada en las regiones en desarrollo.

Los casos seleccionados para este estudio se escogieron en parte debido a que tendían a convertirse en caricaturas de la situación real y, en su conjunto, exageran sin duda algunas de las dificultades que razonablemente pudiéramos esperar encontrar. Sin embargo, podemos tener la misma certeza que no documentan o prevén *todos* los problemas posibles que pudieran presentarse. Sugieren meramente las clases de dificultades y obstáculos que pudieran surgir y algunos intentos realizados para salvarlos.

Los tres casos se seleccionaron cuidadosamente tomando como base el hecho de que representan una experiencia muy amplia. Geográficamente, abarcan países en desarrollo de tres continentes, Africa, Sudamérica y Asia. Cronológicamente, los estudios de caso abarcan dos décadas: desde principios de la década de 1950 hasta la de 1970.

Desde un punto de vista orgánico, los casos esclarecen tres tipos de operaciones totalmente diferentes. El intento de industrialización en Africa fue estrictamente una empresa oficial en la que un gobierno nacional trató de administrar en propiedad las fábricas de vivienda industrializada en cuestión. El análisis de caso se considera desde un punto de vista global o en gran escala.

El programa sudamericano fue concebido como una empresa estrictamente privada y rentable. El gobierno no desempeñó papel alguno en este programa y solo participó otorgando condiciones fiscales favorables y beneficios especiales para la importación a los propietarios privados, basándose en el hecho de que el proyecto tenía "interés social" para el país. El caso se considera desde un punto de vista interno en pequeña escala y comprende detalles incluso de personalidades individuales cuando ejercen una influencia notable o generalizable en el curso del programa.

El ejemplo asiático es una combinación de ambos extremos. El gobierno patrocinó un proyecto de demostración con el que se pretendía probar, tanto a sus propias agencias oficiales de la vivienda como a los constructores del sector privado, que, mediante la industrialización, es posible lograr eficiencias substanciales en la producción. El análisis de caso también entraña puntos de vista globales y en pequeña escala.

Todos los tres casos terminaron en el fracaso, y en un gasto considerable de escasos y valiosos recursos. Además, los casos estaban unidos por tres características comunes adicionales. En cada caso, la tecnología industrializada en cuestión se había importado de un país posindustrial. En los casos de Africa y Sudamérica, el exportador de la tecnología era europeo; en el caso de Asia, la tecnología se había exportado de los Estados Unidos. Hubo poca o ninguna participación por diseñadores o ingenieros locales en adaptar el sistema de construcción a las condiciones locales y, cuando realmente se emprendió este proceso de adaptación, se contrató a profesionales de los países exportadores para que realizaran todo el trabajo.

En ningún caso duplicó substancialmente el marco para cualquiera de los tres casos las seis condiciones que tanto promovieron la eficaz industrialización de la vivienda en la Europa de la posguerra (véase la parte II). Esto no quiere decir que éstas sean las *únicas* condiciones en las que pueda llevarse a cabo la industrialización, sino simplemente que, hasta la fecha, éstas son las únicas que han demostrado apoyar considerablemente dichos intentos. En los casos siguientes, tiene una importancia primordial el hecho de que, al contrario de lo ocurrido en Europa, el costo *no* se habría podido subordinar al volumen y la rapidez; y el de que la vivienda mejorada *no* tenía una alta prioridad nacional. Si cualquiera o ambos de estos factores se hubieran hallado presentes en los casos que siguen a continuación, los resultados pudieran haber sido más positivos.

Pero quizás la falla común más grave de los tres casos fuera el hecho de que esos casos (y casi todos los demás examinados por los autores) fueron concebidos en un vacío casi total. Ninguno de los casos demostró una consideración o preocupación adecuada por un programa total que incluyera la tierra para los lugares de construcción, los servicios públicos en dichos lugares y alguna forma o dispositivo crediticio para ayudar a financiar las unidades. En casi todos los casos, la mera aplicación de la moderna tecnología erróneamente parecía ofrecer una panacea que excusaba a los órganos de decisión de aplicar las políticas fundamentales que deben acompañar a toda nueva tecnología, si se quiere que tenga resultados positivos y útiles para la sociedad.

ESTUDIOS DE CASO

Africa[1]

La política pública participa más directamente en el proceso de industrialización de la vivienda en un caso como el siguiente en el que el gobierno nacional emprendió la industrialización de su sector vivienda como empresa totalmente pública.

Este caso subraya los escollos con que se tropieza en los estudios de viabilidad que buscan y promueven el uso de sistemas importados altamente industrializados para los países en desarrollo. El caso comenzó en 1952 cuando un país en desarrollo del Africa concertó la importación de un sistema europeo de vivienda

altamente industrializada. Cinco años después, a petición del gobierno, el Programa de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas evaluó la actividad y recomendó inequívocamente el "abandono del proyecto".

Las citas tomadas del informe de evaluación cuidadosamente preparado por las Naciones Unidas esclarecen la desafortunada cronología de eventos:

Antecedentes

"Después de la Segunda Guerra Mundial, los gobiernos de casi todos los países del mundo se vieron confrontados por una grave escasez de vivienda. Esta escasez estuvo acompañada de una escasez de materiales y mano de obra calificada. Puesto que la resolución de esta escasez mediante los métodos tradicionales de construcción hubiera exigido mucho tiempo, numerosos gobiernos se mostraron interesados en los intentos para producir viviendas por métodos de fabricación industrial en serie...

Al encontrarse el gobierno en una posición análoga a la de la mayoría de los demás países, decidió en 1951 investigar la posibilidad de paliar la escasez de vivienda del país y acelerar el desarrollo de su industria de la construcción con la introducción de métodos no tradicionales de construcción, es decir, cierta forma de prefabricación".

El gobierno investigó cierto número de sistemas de construcción industrializada y, un año después, comenzaron las negociaciones con una firma europea propietaria de un método de construcción industrial a base de componentes de hormigón preformados.

Las negociaciones terminaron de una forma bastante usual en tales actividades: un viaje a las instalaciones de la firma europea por un grupo de más de 30 legisladores y funcionarios clave, encabezados por el Director de la Vivienda.

Estudio de viabilidad. El convenio resultante estipulaba solamente la presentación de un costoso informe por la firma concedente industrializada. El gobierno convino en pagar unos EUA$210.000 por un estudio de viabilidad de siete puntos que evaluara:

a) la demanda durante 10 años (en dos incrementos quinquenales) de viviendas industrializadas tanto por el gobierno como por el público en general;

b) la proximidad, cantidad y calidad de materias primas y semiacabadas locales requeridas para producir los componentes industrializados;

c) los lugares más ventajosos para las plantas teniendo en cuenta la proximidad tanto a los mercados como a las materias primas;

d) las necesidades iniciales de capital para construir las fábricas industrializadas requeridas "para atender la demanda potencial de...componentes, año por año, conforme a la evaluación estipulada en el párrafo a) (arriba) y proporcionar asesoramiento en cuanto a las especificaciones para las fábricas necesarias";

e) el costo y especificaciones de diseño de una "vivienda estándar" según sugiera el estudio de mercados estipulado en el párrafo a) (arriba);

f) los costos de transporte, métodos y rutas representativas de distribución desde las fábricas de viviendas hasta los lugares de construcción;

g) "...los costos de erección para la vivienda estándar".

Ocho meses después, la firma europea entregó un informe al Gobierno. Las Naciones Unidas se expresaron con dureza en su evaluación del informe: "Este documento no cumple, por un amplio margen, lo que el gobierno tenía derecho a esperar". Entre las críticas específicas figuraba el hecho de que "más de la mitad del informe estaba dedicado a datos climáticos, sociales y económicos del país sacados de fuentes oficiales". Evidentemente, los gobiernos pueden obtener esta información ellos mismos con mucha más eficacia y a un costo mucho menor que los consultores exteriores. (Sin embargo, esto no hubiera ocurrido si las "fuentes oficiales" hubieran sido sospechosas o poco confiables, y los consultores se hubieran contratado para producir datos independientes, no para repetir meramente las cifras oficiales.)

Las Naciones Unidas, entre sus críticas del estudio de viabilidad, también advirtieron que el informe no decía:

> "nada acerca del propio proceso, las propiedades mecánicas de las losas de hormigón, el tamaño de los componentes, el método de erección, el método de producción de los componentes o la descripción de las plantas dedicadas a la producción de los materiales y el equipo".

El equipo de las Naciones Unidas siguio diciendo que:

> "muchos de los argumentos del informe son especiosos y no inciden directamente en ningún método específico de construcción y.../las/ conclusiones relativas a la idoneidad excepcional... /del/ proceso...carecen de todo fundamento. El mismo razonamiento podría aplicarse a muchos de los otros métodos de construcción, incluidos los métodos clásicos.

Análisis de costos deficientes. El equipo de evaluación de las Naciones Unidas también criticó el análisis de costos de importancia primordial. "Las cifras de costos para los diferentes tipos de casas.../ se/ dieron sin detalles susceptibles de comprobación y examen". Cuando el gobierno pidió que se remediara esta deficiencia, la firma industrial respondió con "detalles relativos a componentes estructurales comunes a *todas* las viviendas (cimientos, suelos, tejados, pintura, electricidad, elementos de unión, etc.)", pero no presentó más datos sobre las losas prefabricadas del proceso industrializado en sí. Además, "las estimaciones de la firma para el transporte dentro de un radio de 40 millas, y las estimaciones para la erección de las viviendas, fueron totalmente inexactas".

La evaluación por las Naciones Unidas impugna la comparación de costos por dos razones. Primero, de acuerdo con la propia estimación del fabricante, los costos in situ de su tecnología industrializada superaban los de los métodos convencionales de construcción en 27-88 por ciento. Segundo, las Naciones Unidas impugnan incluso estos costos como demasiado bajos, ya que se demostró que el transporte de los componentes de la fábrica al lugar de construcción había ocasionado "un alto porcentaje de roturas y desperdicio, hecho que no toma en cuenta el estudio /de viabilidad del fabricante/".

Además, los costos resultaron ser un 79 por ciento más elevados que las estimaciones, una vez iniciada la construcción prototipo. En febrero de 1952, la firma acordó construir 134 casas por una suma de EUA$526.400, o aproximadamente EUA$3.900 por unidad. Eventualmente, se concluyeron 64 unidades a un costo de más de EUA$448.000, o unos EUA$7.000 por unidad.

Por tanto, todo el argumento se desmorona en cuanto a la comparación de costos. En este caso, al igual que en la mayoría, los costos no estuvieron subordinados a los objetivos, y siguieron siendo un elemento clave para determinar si el plan de industrialización contribuiría al logro de la meta de hacer más accesible la vivienda mejorada a las familias de ingresos más bajos. Sin embargo, debido a que en el estudio de viabilidad las comparaciones de costos se presentaron ambiguamente, se permitió que el proyecto continuara durante cinco años hasta su evaluación por las Naciones Unidas.

Conflicto de intereses. El equipo de las Naciones Unidas también subraya otra deficiencia fundamental del estudio preliminar del fabricante. Las Naciones Unidas, sugiriendo la existencia de un conflicto de intereses, observa que "mientras se realizaba la encuesta, se concertaron dos contratos entre el gobierno y la compañía...en virtud de los cuales /la compañía debía/... construir 168 casas prototipo en tres de las ciudades más importantes.

El equipo de las Naciones Unidas también subraya que la "compañía asumió así un papel doble: Como autores...del informe fueron los consultores y asesores de confianza del gobierno y, como productores de las casas prototipo, se convirtieron en los proveedores del mismo producto sobre cuya idoneidad debían proporcionar asesoramiento". Retrospectivamente, la conclusión de las Naciones Unidas parece clara: "Si hubiera habido un consultor competente, independiente, que proporcionara asesoramiento sobre...el producto, la recomendación pudiera haber sido diferente y se podría haber evitado un gasto enorme".[2]

Inversiones de capital. Aparte de los costos de las viviendas, la elevada cuantía de la inversión de capital que se requirió también ocasionó graves problemas. El estudio de viabilidad de los fabricantes recomendó la construcción de una fábrica capaz de producir 3.000 "unidades habitacionales" anualmente en cada una de las principales ciudades, en cuyo proyecto cada ciudad actuaría como centro de una región de abastecimiento con un radio de 40 millas. Se estimó que la inversión de capital para cada fábrica oscilaría entre EUA$1,1 y EUA$1,2 millones, o entre EUA$3,3 y EUA$3,5 millones para las tres plantas en conjunto. Los costos para cada planta se desglosan tal como se indica en el cuadro 2.

Cuadro 2

DESGLOSE DE LAS INVERSIONES DE CAPITAL
REQUERIDAS PARA UNA PLANTA DE VIVIENDA INDUSTRIALIZADA

	Precios de 1952 en dólares EUA
Edificios y maquinaria industrial	608.400
Costos iniciales y capital de trabajo	280.000
Vivienda para el personal	140.000
Instalación y equipo de una cantera de arena	140.000
TOTAL	1.168.400

Sin embargo, las Naciones Unidas indicaron que estas cifras eran insuficientes, ya que no tenían en cuenta la compra de equipo de transporte, equipo para la manipulación mecánica en pie de obra, y el terreno sobre el que habían de construirse las plantas y las viviendas para alojamiento del personal. Sin embargo, lo que tiene una mayor gravedad, los evaluadores de las Naciones Unidas observan que:

> "si el Gobierno decide construir tres...fábricas, tal como se ha propuesto, se comprometería a realizar un desembolso muy por encima de tres veces /EUA$1.168.400 ya que/...el valor de la producción anual de las tres fábricas oscilaría alrededor de /EUA$6,3 millones/.
>
> Puesto que el precio cotizado para los paneles /industrializados/ se basa evidentemente en la hipótesis de una producción contínua y completa, el gobierno como propietario de las fábricas se vería obligado a hacer que se produjeran y utilizaran cada año unidades habitacionales por valor de /EUA$6,3 millones/. Además, puesto que el precio...de las casas /industrializadas/ sería más elevado que el de otras casas, es improbable que se efectúen ventas directas de... /unidades/ al público. El gobierno tendría que hacerse cargo de toda la producción para un programa de vivienda subvencionada y comprometerse así a efectuar un desembolso anual de /EUA$6,3 millones/ más una suma considerable para la adquisición y desarrollo de la tierra, construcción de carreteras, sistemas de drenaje, servicios, etc. Este gasto periódico sería considerablemente mayor que las cifras asignadas...Sin embargo, el efecto de este desembolso se limitaría...a círculos de 40 millas alrededor de las tres fábricas propuestas"

A pesar de ello, el fabricante industrializado trató de defender en su estudio de viabilidad que "los componentes industrializados podrían comprarlos los contratistas privados para la erección de viviendas particulares". Las Naciones Unidas ponen en tela de juicio esta afirmación indicando que "en lo que respecta a los constructores particulares, es difícil comprender por qué habrían de utilizar (a menos que se vieran obligados a ello debido a una gran escasez de materiales esenciales) un método de construcción que es más costoso que los métodos tradicionales a los que están acostumbrados"

Las Naciones Unidas también expresaron dudas respecto a la afirmación del fabricante industrializado en el sentido de que sus fábricas podrían producir productos diversificados de hormigón distintos de componentes para edificios industrializados.

Diseño inflexible. Además de los problemas económicos asociados con este proyecto, las Naciones Unidas criticaron duramente otros aspectos, especialmente el diseño de las viviendas. La necesidad de un diseño sensible y de alta calidad, por supuesto, no se aplica solamente a las viviendas industrializadas, sino también a las unidades convencionales; y hay muchos ejemplos de toda la gama de diseños --desde diseños excelentes hasta diseños deficientes-- para ambos tipos de construcción. Sin embargo, el diseño de las casas industrializadas adquiere un cierto significado especial debido a que las unidades están normalizadas y las características del diseño se proliferan a través de grandes volúmenes de unidades. Por ello, las críticas del equipo de las Naciones Unidas adquieren una importancia mucho mayor que si estos mismos defectos se advirtieran en viviendas construidas por métodos convencionales. En el informe de evaluación se subrayó que las "casas prototipo industrializadas visitadas por la misión de las Naciones Unidas no tenían características especiales o superiores". Además, al evaluar los componentes de losas prefabricadas, se indicó lo siguiente:

"...son pesadas y quebradizas; su manipulación, transporte y almacenamiento ocasionan un desperdicio enorme; a pesar del costo, el peso y el desperdicio, la casa quizás no reciba la debida protección contra la humedad, corrosión, grietas, deslascamientos y otros problemas que su costo debería haber resuelto. Las juntas atornilladas parecen ser demasiado frágiles para resistir terremotos y otros métodos son superiores. La casa...está mal adaptada a las condiciones climáticas del país (hay, por ejemplo, falta de ventilación bajo el techo; las habitaciones son innecesariamente altas; no hay ventilación en las partes inferiores de las paredes; hay una protección insuficiente de las fachadas contra la radiación solar, etc.).

Por supuesto, estos errores pueden corregirse mediante un estudio más a fondo de la cuestión y no son únicos del sistema... /industrializado/; se deben simplemente a la incapacidad de la firma para utilizar la información climática, geográfica y social recogida por su personal para su propio informe".

Como resultado de la evaluación de la misión de las Naciones Unidas, se redujo el programa y se evitó al gobierno la experiencia de tener que afrontar los problemas operativos que hubiera entrañado el programa recomendado por el fabricante. Y, con todo, la experiencia ha demostrado que los problemas operativos de mantener funcionando eficazmente y sin interrupciones una planta de este tipo en las zonas en desarrollo quizás sean mucho más difíciles que los que se descubren típicamente en las etapas de viabilidad y demostración de un programa de industrialización. El caso siguiente se concentra en una segunda serie de problemas cotidianos reales de operación que hay que afrontar una vez que se ha aceptado como factible el estudio de viabilidad de la vivienda industrializada.

Sudamérica[3]

En el caso precedente, el equipo de evaluación de las Naciones Unidas advirtió que "el precio cotizado...está basado, evidentemente, en *la hipótesis de una producción continua y completa*".[4] La enormidad de esta hipótesis es el tema de este segundo caso.

Antecedentes. Este caso entraña a un patrocinador privado, integrado por un consorcio de banqueros inversionistas sudamericanos, en contraposición con un gobierno nacional. Tras un prolongado estudio de viabilidad sumamente optimista realizado por el fabricante, estudio análogo en muchos aspectos al preparado para el gobierno en el caso precedente, y el viaje ritual por los miembros del consorcio a las oficinas generales del fabricante en Europa, se concluyeron las negociaciones para la importación de una planta industrializada sumamente compleja valorada en EUA$1 millón, aproximadamente. Con esta inversión (que exigió una cantidad de dinero en moneda local considerablemente superior al millón de dólares al tipo de cambio oficial), más pagos continuos de regalías basados en el volumen de producción, el consorcio inversionista adquirió una licencia de patente, equipo de producción y los servicios técnicos permanentes del fabricante europeo.

El dilema del tiempo de inmovilización. Desde el momento del pago inicial al fabricante europeo, la compañía emprendió una frenética carrera contra el "tiempo de inmovilización" o los períodos sin producción. Una vez se efectuaron los pagos iniciales, los costos del interés y la pérdida de liquidez de la inversión de capital pasaron a ser estrictamente una función del tiempo, independientemente de la cantidad de producción. Los inversionistas habían de tratar de maximizar

la producción para contrarrestar los elevados costos financieros fijos que se acumulaban sobre la operación cada minuto de cada día. Sin embargo, una serie de errores iniciales y mala suerte se combinaron para dificultar gravemente esta carrera de la compañía contra el tiempo.

Retraso en la iniciación de las operaciones. En primer lugar, la construcción de la planta requirió más tiempo del período de 9 meses programado, completándose en 14 meses. Se presentaron problemas burocráticos que retrasaron el otorgamiento de los permisos de importación. Surgieron problemas de última hora con el propietario de la tierra para la planta y, en general, las tareas y gastos previos a la iniciación superaron las estimaciones de tiempo y costo casi en un 50 por ciento.

Finalmente, cuando la planta estaba lista para comenzar la producción, el equipo de asistencia técnica de la firma europea tuvo que realizar la inauguración de una planta en otro continente debido a las dificultades de programación ocasionadas por el retraso de cinco meses en la construcción de la compañía. Así, pues, transcurrió casi un mes antes de que llegara el equipo y pudiera comenzar realmente la producción de prueba. Cuando llegaron los miembros del equipo, apenas si podían hablar español, y fueron incapaces de establecer una buena relación de trabajo con la gerencia y el personal de la planta.

Para entonces, los retrasos estaban comenzando a ocasionar otros problemas. El proyecto de construcción que debía utilizar la producción inicial de la planta había quedado paralizado después de construir los cimientos, y el contratista estaba llamando coléricamente todos los días a la planta exigiendo los componentes. El plan original consistía en producir componentes durante un determinado período de tiempo antes de expedirlos al lugar donde se realizaría la construcción a fin de garantizar una alta calidad y un producto uniforme. Sin embargo, en vista de la impaciencia del contratista que, para entonces, amenazaba con llevar el caso a los tribunales, se abandonó el plan de producción de prueba y se enviaron los componentes directamente al contratista, incluso sin haber establecido todavía controles adecuados de producción. La calidad inicialmente deficiente de los componentes perjudicó a la reputación de la compañía, al menos tanto como el retraso y, hasta la fecha, se están recibiendo quejas de los ocupantes de los edificios acerca de juntas antiestéticas y grietas en las paredes. En los edificios del primer proyecto, es prácticamente posible ver la mejora y progresión de la calidad desde el primer edificio hasta el último, e incluso entre el primer piso del primer edificio y los pisos siguientes.

Problemas gerenciales. En las primeras etapas del proceso, la firma también empezó a tener graves problemas gerenciales. Siguiendo un patrón bastante usual en los países en desarrollo, los propietarios-inversionistas de la planta contrataron a ingenieros para llenar los tres puestos críticos de operación de la compañía: administrador general, administrador de planta y administrador de ventas/servicios técnicos. *Ninguno* de ellos había tenido experiencia en la administración de una compañía, aunque los tres tenían una formación generalmente buena y parecían ser técnicamente competentes y emprendedores. Solo el administrador de la planta se desempeñó con éxito y aplicó eficazmente (aunque con ciertas dudas ya que todas las decisiones técnicas e hipótesis habían sido adoptadas por los europeos) sus conocimientos técnicos a la operación relativamente eficaz de la planta. Sin embargo, cuando sufrió un accidente en el trabajo se vio obligado a ausentarse por dos meses y la planta cayó en un caos ya que nunca se

había llenado el puesto de administrador adjunto de la planta. Esto se debió en parte a una decisión equívoca de realizar ahorros, junto con el hecho de que nunca se encontró a un buen candidato para ese puesto.

La selección del administrador general, el oficial jefe de operaciones de la compañía, resultó ser un fracaso total. Frustrado por no actuar como ingeniero, inepto e incapaz en cuestiones financieras y, quizás, fraudulento (aunque esto nunca se demostrara), su actuación llevó a los propietarios de la planta a iniciar la búsqueda de un sustituto solo seis meses después de haberse iniciado las operaciones. No pudieron encontrar a ningún candidato competente en el país que estuviera disponible, e incluso entrevistaron a varios extranjeros, todos los cuales exigieron sueldos elevadísimos y ninguno de los cuales parecía ser especialmente adecuado para el cargo. Después de un año, los propietarios, desesperados, consideraron promover al administrador de la planta, que tánto éxito había tenido en sus operaciones, pero decidieron contra ello ya que se había hecho imprescindible para la planta. Finalmente, uno de los propietarios-banqueros más jóvenes y decididos pasó a ocupar él mismo el cargo de administrador general. Aunque personalmente no le agradaba el cambio y no sabía nada acerca de la vivienda o de las operaciones de fabricación, se sintió obligado a tratar de salvar la inversión. Se despidió al administrador general original y la administración de la compañía en su conjunto mejoró notablemente, pasando de un estado desastroso a una condición mediocre.

El administrador de ventas y servicios técnicos también se sintió desorientado y apartado de sus prácticas técnicas tradicionales, y fue incapaz de garantizar el volumen absolutamente crítico y la continuidad del trabajo requeridos para mantener la planta produciendo con eficacia máxima. Como ingeniero de formación clásica, su comportamiento fue frío y reservado y halló difícil relacionarse con los constructores convencionales. Sus técnicas de análisis de costos fueron poco refinadas y aunque el nuevo administrador general trató de prepararlo, el administrador de ventas se resintió del esfuerzo y se mostró lento en aprender y no logró convencer a las compañías de construcción convencional a que trataran de utilizar el sistema en sus proyectos. El nuevo administrador general, valiéndose de sus relaciones financieras previas, y de sus contactos de familia de clase alta y contactos sociales, fue quien logró, en realidad, la mayor parte de las ventas para el proyecto. Además, tomó sobre sí casi todas las responsabilidades de relaciones públicas y promoción.

El administrador de ventas apenas si salió mejor parado en su papel de asistencia técnica para resolver los problemas presentados en pie de obra y las dificultades en la edificación y, finalmente, los propietarios trataron de reemplazarlo también aunque fueron incapaces de encontrar un candidato mejor, por lo que siguió en su puesto precariamente. Pronto pasó a ser la única persona en la compañía que abogó por una reducción en los precios argumentando que era la única forma de mejorar las ventas. Puesto que la compañía ya estaba perdiendo entonces unos $500 diarios, hubo una evidente renuencia a seguir su sugerencia y, de hecho, los precios experimentaron aumentos continuos.

Instalaciones de reparación ampliadas. Desafortunadamente, hubo otros problemas a los que también tuvo que hacer frente la compañía asediada. Debido a la necesidad de efectuar reparaciones normalmente pequeñas, la planta se vio obligada a detener periódicamente sus operaciones por períodos indebidamente prolongados. Trascurrían semanas, y a veces meses, antes de que llegaran de Europa o los Estados Unidos piezas de repuesto vitales para la operación. Finalmente, los propietarios desviaron cantidades de su capital de trabajo, ya grave-

mente mermado, para invertirlas en un completo taller del metal y maquinaria con el fin de poder fabricar las piezas in situ y evitar así retrasos paralizantes. También se pidió con antelación de Europa un gran inventario de piezas de repuesto.

Surgió un problema análogo con respecto a los vehículos de la compañía. Los servicios regulares de mantenimiento y reparación no eran satisfactorios y, después de que varios garages comerciales de la zona metropolitana resultaran inadecuados y la falta de vehículos comenzara a crear embotellamientos en la producción, se amplió el taller de forma que incluyera una planta automotriz que pudiera prestar servicio asimismo a los vehículos de la compañía.

Irónicamente, inmediatamente después de que las instalaciones ampliadas de mantenimiento comenzaran a prestar servicio, un pequeño incendio dañó una grande e importante correa transportadora y fue necesario pedir de los Estados Unidos una correa de reemplazo especialmente fabricada para la planta. Durante dos meses, la planta siguió funcionando difícilmente hasta que llegó la nueva y costosa correa de repuesto.

Deficiencias en las obras públicas. Pero, paulatinamente, la compañía comenzó a convertirse en una operación autónoma autosuficiente que trataba de producir en pequeña escala, a un costo elevado e imprevisto, los elementos de apoyo de la sociedad que la rodeaba, la mayoría de los cuales se consideraron inaceptables o poco confiables. Inevitablemente, estos costos incrementaron los gastos generales de la corporación y repercutieron directamente en un aumento de los precios.

La planta instaló, incluso, generadores eléctricos de emergencia para continuar la producción durante las interrupciones en el servicio de energía demasiado frecuentes en la zona. La planta también consideró, aunque finalmente rechazó la idea de construir su propio dique a lo largo de un río cercano, después de que lluvias torrenciales y la inundación subsecuente cerraran la planta y ocasionaran graves daños que necesitaron cuantiosas reparaciones.

Así, pues, fue imposible para la planta aislarse completamente del marco social general en el que estaba encuadrada. Incluso a medida que la compañía empezaba a servir sus propios camiones y grúas, pronto comprendió que la carretera de diez millas que conducía a la planta constituía un grave problema. El viejo pavimento, lleno de raíces, baches y grietas, constituía más un impedimento para el viaje que una ayuda. Además, la ruta era indirecta y estaba llena de curvas tortuosas. La administración presentó una solicitud al gobierno metropolitano para que construyera una nueva carretera (que había sido prometida antes de inaugurarse la planta y que ya aparecía en el plan maestro metropolitano); sin embargo, no se obtuvo respuesta alguna.

Finalmente, después de que los propietarios de la planta apelaran a sus amigos colocados en altos niveles del gobierno, se acordó que, previo pago por la compañía de una tasación especial, se pavimentaría la carretera, aunque sin eliminar las curvas. Después de nueve meses adicionales sin que se adoptara acción alguna, los funcionarios de la compañía, frustrados y encolerizados, decidieron pavimentar la carretera ellos mismos, solo para constatar que si no esperaban a que lo hiciera el municipio las normas que tendrían que cumplir

serían absurdamente altas. Confrontados con el deterioro de su flota de camiones recién importada, la compañía pavimentó la carretera ella misma después de que el gobierno accediera a aceptar normas de pavimentación algo menos exigentes tras el pago de otra "tasación especial".

Problemas laborales. La nueva planta también experimentó problemas laborales. Los trabajadores no estaban sindicados y, debido a que la gerencia deseaba mantener esta condición, los salarios pagados eran ligeramente superiores a los normales, lo que contrarrestaba en parte las características de ahorro por concepto de mano de obra de la planta. Además, la productividad parecía ser demasiado baja y se descubrió posteriormente, según información recibida de uno de los trabajadores, que deliberadamente decidieron trabajar lentamente ya que se rumoreaba que las ventas eran bajas y tenían miedo a despidos, especialmente cuando no se materializó una serie de ofertas gubernamentales para la construcción de viviendas.

Las huelgas entre los estibadores y otras industrias afines también ocasionaron retrasos y paradas en el trabajo de la planta ya que los distintos proveedores se vieron incapacitados para cumplir sus compromisos.

Nueva oficina. Otros problemas irritantes también ocasionaron una serie de dificultades imprevistas. Por ejemplo, el servicio de teléfonos en el emplazamiento de las instalaciones suburbanas de la planta era tan deficiente que hacía imposible realizar las operaciones desde dicha localidad. Por consiguiente, se alquiló en el centro de la ciudad espacio para oficinas administrativas, lo que facilitó muchas de las transacciones comerciales, pero sobrecargando aún más la partida de gastos generales de la compañía. Además, se diluyó ligeramente el control de las operaciones ya que la planta y las oficinas estaban ahora separadas por una distancia que se tardaba cuarenta y cinco minutos en recorrer por automóvil. La conexión especial por radio entre la planta y la oficina en el centro de la ciudad solo era ligeramente mejor que el servicio telefónico y ambos exigían hablar a gritos para poderse entender.

Servicio de franquicia deficiente. Un servicio técnico deficiente de la firma europea, que nunca pareció salvar la barrera del idioma (finalmente las comunicaciones se realizaron en inglés, idioma que no era nativo para ninguno de los dos grupos), exigía numerosos y costosos telegramas y llamadas telefónicas transatlánticas, todo lo cual exacerbaba la carga financiera de la compañía.

Se hicieron pagos muy elevados a una compañía de asesores de los Estados Unidos para obtener los servicios que la firma europea era incapaz de proporcionar, pero por los que recibía no obstante regalías de producción. Agravó más la situación el hecho de que tanto los pagos de asesoría como las regalías debían efectuarse únicamente en dólares EUA que habían de comprarse a tasas infladas con moneda local. Para entonces, la planta estaba perdiendo mil dólares diarios.

Desvalorización y colapso. Cuando se desvalorizó la moneda nacional, reduciéndose enormemente el valor de las escasas reservas de capital restantes, la compañía se declaró finalmente en quiebra y quedó psicológicamente devastada; dolorosamente, vendió sus bienes con una enorme pérdida. Hasta entonces, los propietarios de la compañía se habían aferrado a la esperanza de que si lograban resolver los problemas iniciales de comienzo de las operaciones, la planta resultaría económicamente viable y podría producir viviendas de una calidad cada vez mayor a precios competitivos, si no con ahorros absolutos.

Es imposible atribuir esta serie de fracasos al hecho de que la sociedad alrededor de esta desventurada planta de viviendas no estuviera industrializada; pero muchos de los obstáculos que se presentaron parecen ser endémicos de las zonas menos desarrolladas, especialmente los problemas gerenciales, de interrupción de las operaciones y de divisas.

La tragedia de este fracaso quizás fuera mitigada por el hecho de que un inversionista privado --que reconoció de antemano los riesgos de la empresa y se aventuró a realizar una ganancia-- corrió con la mayor parte de las pérdidas financieras. Así se redujo al mínimo la pérdida de las grandes cantidades de fondos públicos que hubiera comprometido una empresa gubernamental (como en el caso precedente, por ejemplo).

Sin embargo, incluso en este caso, el gobierno, la sociedad y, especialmente, quienes más necesitaban la vivienda, salieron perjudicados, aunque indirectamente. El gobierno, al otorgar concesiones fiscales a la empresa, perdió los posibles ingresos que pudieran haberse generado con otras posibles inversiones de una magnitud análoga. También tuvo que hacer frente a la pérdida de divisas sumamente escasas, lo que, junto con la pérdida de ingresos fiscales, limitó las opciones de servicio que podría proporcionar el sector público.

La sociedad también sufrió. Las mayores expectativas generadas por la publicidad que rodeó a las etapas iniciales del proyecto fueron decepcionantes. Se consumieron o desviaron recursos valiosos, incluidos los de materias primas, mano de obra, talento gerencial y capital de inversión. La escasez de vivienda no solo quedó sin resolver, sino que se agravó debido al uso improductivo de estos insumos potenciales. Y, finalmente, los bienes de la compañía en quiebra fueron adquiridos por un consorcio de inversionistas extranjeros por una pequeña fracción del costo original, poniéndose así otro elemento de la capacidad productiva del país en manos de individuos que, en general, eran menos sensibles a los intereses nacionales que los ciudadanos del país.

Sin embargo, el hecho de que este caso involucrara a una empresa privada, en vez de a una empresa pública, no mitiga la conclusión subyacente de que, en las zonas en desarrollo, cuando la empresa no tiene a su alcance el apoyo económico y social de la sociedad, se exacerban los problemas operativos normales de las sociedades industrializadas. Cuando esto ocurre, la empresa, independientemente de si su propiedad o administración está en manos del sector público o el privado, ha de tratar, frecuentemente con un gran insumo de recursos financieros y de esfuerzos, de hacerse autosuficiente e independizarse del marco que la rodea. Para ello, ha de recrear en miniatura muchos de los servicios y funciones complementarias que regularmente dan por sentado los productores industrializados en las zonas en desarrollo.

Asia[5]

El tercer caso de estudio está enmarcado en un país en desarrollo del Sudeste asiático, en 1969-70. El caso es notable no tanto por lo que ocurrió realmente --ya que este programa era mucho más modesto que cualquiera de los dos programas precedentes-- sino por lo que se trató de hacer para reducir el compromiso y el riesgo que normalmente llevan consigo las actividades de industrialización.

Antecedentes. En este caso, el gobierno nacional encargó un proyecto piloto en pequeña escala a un fabricante de vivienda industrializada de los EE.UU. El objetivo consistía en rediseñar y replantear el sistema de construcción de forma que se ajustase al ambiente del país y concordase con las tradiciones residenciales de construcción y fuese sensible a dichas tradiciones.

Se inició un programa de demostración mediante el cual se construiría un pequeño número de casas prototipo que se someterían luego a prueba para determinar su uso posible dentro del marco de los programas gubernamentales de vivienda sin fines de lucro y/o de construcción residencial del sector privado.

Desempeño exigido. Para las casas del proyecto piloto se especificó una serie de características de desempeño. Estas son dignas de mención ya que constituyen un importante paso hacia el reconocimiento de las características especiales que deberían ofrecer los proyectos de construcción industrializada a las regiones en desarrollo.

1. Costo. Las casas terminadas deberían tener precios por lo menos competitivos frente a las producidas con el método más austero de construcción utilizado en los proyectos oficiales. Sin embargo, el objetivo a que se aspiraba era el de realizar ahorros notables en los costos para que estuvieran por debajo de los precios actuales. Los cálculos de costo habían de incluir todos los factores: especialmente el costo de amortización del equipo industrializado y el costo de proporcionar servicios técnicos y de capacitación.

2. Rapidez y volumen. Los medios utilizados para la producción de los componentes de las viviendas y unidades terminadas tenían que ser conducentes a técnicas de producción en serie de alto volumen y gran rapidez.

3. Calidad del diseño. Los diseños de los componentes y unidades habitacionales terminadas tenían que reflejar las prácticas tradicionales de construcción residencial, de forma que el tamaño de las habitaciones, los planos de los suelos, los materiales del acabado, las técnicas de ventilación, los detalles estéticos, etc., fueran familiares y compatibles, en general, con la construcción convencional. Además, el sistema de edificación había de ser lo suficientemente flexible para abarcar distintos diseños, desde apartamentos urbanos de cuatro pisos y casas de ciudad unidas hasta casas separadas de un solo piso para las zonas rurales. También se exigía que los diseños fueran fáciles de ampliar a fin de permitir la construcción incremental de nuevas unidades en el sistema a partir de unidades inicialmente pequeñas. Finalmente, los diseños tenían que cumplir altas normas de seguridad estructural en condiciones atmosféricas y sísmicas difíciles.

4. Facilidad de construcción. Los componentes industrialmente producidos habían de ser fáciles de fabricar y de montar. Se descartó la dependencia de mano de obra calificada debido a su gran escasez y a falta de tiempo para realizar prolongados programas de capacitación o aprendizaje. Además, las tareas del trabajo serían relativamente livianas ya que se preveía que la mayor parte de las aplicaciones de la tecnología se harían sobre la base de ayuda propia, o que las realizarían contratistas utilizando predominantemente a mujeres trabajadoras.

5. Limitaciones a la importación. Todos los materiales de construcción debían de ser fáciles de obtener localmente. Las únicas importaciones que se permitirán en el proyecto se limitarán al equipo requerido para fabricar los componentes, e incluso ese equipo había de ser de una naturaleza tal que eventualmente pudiera reproducirse en la localidad.

6. Durabilidad del equipo. El equipo de fabricación había de ser suficientemente robusto para soportar miles de ciclos de producción en el curso de varios años. Las necesidades de mantenimiento habían de ser simples y reducidas, y el equipo había de ser lo suficientemente fuerte como para soportar su traslado ocasional. Las máquinas operadas manualmente se favorecerían sobre las hidráulicas o eléctricas con el fin de simplificar el mantenimiento o reducir la dependencia de servicios exteriores. No podría utilizarse ninguna maquinaria en el sitio de construcción, incluidas las grúas y otras máquinas elevadoras accionadas por motor, incluso para construcción de edificios de pisos múltiples, y se presumía que no existirían servicios públicos en el sitio de construcción durante la etapa de edificación.

7. Costo del equipo. La inversión de capital en la planta y el equipo había de ser mínima. Se contemplaron pequeñas minifábricas de producción portátiles, a un costo inferior a los $50.000. Además, se exigió que no hubieran pagos de regalías ni necesidad de mantener una relación permanente con ningún proveedor estadounidense después de la introducción inicial de la tecnología.

Desempeño real. Es posible que las condiciones previas establecidas en este caso hubieran podido mitigar en cierto grado las fallas de los casos precedentes. En realidad, si todas estas condiciones se hubieran cumplido realmente en este caso, es posible que hubiera tenido un grado de aceptación considerablemente mayor que el que consigió en realidad. A medida que se desarrollaba el programa, se cumplieron casi todas las condiciones de desempeño, salvo la relativa al costo. En comparación con la construcción convencional, los precios finales de las unidades acusaron un aumento en el costo de los materiales. En los proyectos de ayuda propia, estos incrementos casi se vieron contrarrestados por los ahorros procedentes del uso de mano de obra no remunerada siempre y cuando la mano de obra de ayuda propia se utilizara *tanto* para la fabricación de los componentes industrializados como para su montaje en las viviendas (lo que resultó ser posible). Así, pues, en el contexto de un programa completo de ayuda propia, los costos de las unidades apenas si fueron competitivos con los de la construcción más económica por contratistas convencionales.

Sin embargo, las aplicaciones del sistema industrializado por los contratistas resultaron ser más costosas que la construcción convencional, aun cuando los costos de mano de obra fueran muy bajos, lo que en realidad fue posible ya que casi no se requería experiencia o aptitudes previas para realizar la mayor parte de las tareas de fabricación y montaje.

Costos encubiertos. Otro factor también restó competitividad a la construcción industrializada frente a la tradicional. En el análisis de costos arriba citado no se tuvo en cuenta la amortización de la planta y el equipo. Todas las partes interesadas convinieron en que estos factores eran una incógnita ya que el equipo en la minifábrica no se había utilizado con anterioridad y no se había puesto a prueba su vida útil.

El fabricante estadounidense afirmaba que la amortización sería prácticamente nula ya que el equipo estaba concebido y construido de forma que durara muchos años. Los representantes del gobierno ensayaron el equipo y pusieron en tela de juicio esta afirmación, advirtiendo fallas incipientes, y potencialmente costosas, en parte del equipo tras la producción de prueba de solo un pequeño número de casas.

Además de la cuestión de la amortización, otro "costo encubierto" no calculado en el análisis de costos del fabricante fue el correspondiente a la categoría de gastos generales. No se tuvieron en cuenta los gastos de administración, servicios públicos, transporte, alquiler, administración, etc., y, ciertamente, estos costos son casi imposibles de calcular en el contexto de los programas gubernamentales. Con frecuencia, se ponen a disposición de estos proyectos tierras gubernamentales en las que se instala la fábrica sin necesidad de pagar alquiler; o se asignan asesores o administradores técnicos gubernamentales de agencias afines, para que presten ayuda al programa sin cargo directo alguno. Por supuesto, algunos proyectos han de pagar por estos servicios y pudiera haber sido posible derivar costos "imputados" para los programas asistidos por el gobierno. También podrían haberse obtenido cálculos directos para los factores de gastos generales, para las empresas privadas. Pero, ni el fabricante ni los evaluadores prepararon cálculos de los gastos generales de ninguna clase y, junto con la amortización, los gastos generales de operación siguieron siendo un costo encubierto. A la luz del caso sudamericano precedente, es evidente que estas omisiones revisten una gravedad suma.

Evaluación del desempeño. Sin embargo, aparte del costo, la mayoría de los otros criterios de diseño y desempeño se cumplieron satisfactoriamente. La actitud de los evaluadores del gobierno se resumió en una declaración hecha por uno de ellos en una inspección realizada en el sitio de un proyecto de demostración. "Tenemos tantos miles de casas que construir", dijo, "que no podemos concebir siquiera cómo hacerlo convencionalmente, mucho menos utilizando nueva tecnología. En vista de las incertidumbres de los costos, que solo se esclarecerán realmente una vez se inicie la producción en gran volumen --y, entonces, si estamos equivocados, será demasiado tarde-- simplemente no podemos aceptar el riesgo. Las casas en sí son excelentes y la ayuda propia combinada con las técnicas industrializadas representan una solución socialmente atractiva pero, en resumidas cuentas, no podemos gastar un centavo más que la solución de costo más bajo. No aceptaremos el riesgo de realizar una mejora marginal en la calidad; solo aceptaremos un riesgo si vemos posibilidades de reducir notablemente el costo".

Por consiguiente, se abandonó gradualmente el proyecto de demostración una vez concluida la primera etapa. Es evidente que, aunque fracasó este intento específico, el programa en general (especialmente en lo que respecta a los criterios iniciales de desempeño) comenzó a reconocer qué clases de desempeño tendrán que alcanzar los sistemas industrializados para ser viables en las zonas en desarrollo.

CONCLUSIONES

En todos estos tres casos, el aliciente de reducir los costos de la vivienda mediante la aplicación de técnicas de producción industrializada resultó ilusorio. En el caso sudamericano, la influencia de un contexto de menor desarrollo fue quizás el factor más evidente. En dicho caso, el productor privado se sintió obligado a reproducir en miniatura, a un costo muy elevado, muchos de los servicios auxiliares tanto económicos como sociales que tienen comúnmente a su disposición los productores industriales en regiones más desarrolladas. En los casos africano y asiático --ninguno de los cuales progresó más allá de la etapa de demostración-- las comparaciones de costos fueron más deficientes, incluso antes de resolverse los problemas operativos. Estos casos dieron por sentada la hipótesis totalmente falta de realismo de que se lograría una producción total e ininterrumpida, que resultó imposible en Sudamérica. Todos los casos ayudan a explicar por qué una década de subvenciones y garantías fue tan críticamente importante para los productos industrializados de Europa durante sus "períodos iniciales de incubación", incluso en un contexto en el que el costo unitario se subordinó al volumen y la rapidez en la producción.

Estos casos también subrayan el peligro de transferir tecnología de sociedades industrializadas a sociedades menos desarrolladas sin modificaciones adecuadas y sensibles en el diseño. El caso africano fue muy notable a este respecto y subraya el hecho de que, incluso si la comparación de costos fuera aceptable, todavía es posible que unas unidades mal diseñadas o adaptadas pongan en peligro la viabilidad de una actividad de industrialización económicamente bien fundamentada. Aun cuando la necesidad de un diseño de alta calidad y culturalmente sensible es igualmente aplicable a la construcción convencional, las fallas de diseño en un plan industrializado --tal como se ilustra en el caso africano-- están sujetas necesariamente a repetición, al contrario de lo que ocurre con los proyectos de construcción convencional.

Finalmente, los casos demuestran que, independientemente del grado de desarrollo, la tecnología de la vivienda industrializada no es una panacea. El programa, cuando está bien diseñado y es económicamente viable, deberá aún recibir una prioridad suficiente para captar otros recursos de la sociedad que puedan orientarse a la producción de tierra y sitios para la construcción, servicios públicos y de otra índole, y dispositivos crediticios que ayuden a las familias de ingresos más bajos a financiar su vivienda.

Sin embargo, aun cuando los estudios de caso presentan un cuadro pesimista respecto a las posibilidades de la vivienda industrializada en las zonas en desarrollo, quizás se deba a que comparten la hipótesis comunmente falsa de que la industrialización --aun cuando constituye un fenómeno compuesto-- no se presta a una fácil separación. De los tres casos, el programa asiático contribuyó más que ningún otro a desacreditar esta hipótesis ya que trata de reducir al mínimo la dependencia en los fuertes insumos de capital que exigen la mecanización y la automatización, en tanto se concentra en los aspectos de menor riesgo de la racionalización del diseño y especialización de la mano de obra. Por otro lado, los programas latinoamericano y africano consideraron la industrialización como un fenómeno total y unificado, abordando todos los aspectos de la industrialización simultáneamente.

En el capítulo siguiente se analizan las distintas formas de industrialización basadas, respectivamente, en un énfasis y desénfasis en varias partes del proceso; trata de relacionar estas formas de industrialización con las distintas etapas del desarrollo económico y social.

Parte IV

HACIA UNA ESTRATEGIA DE INDUSTRIALIZACION

INTRODUCCION

Aun cuando los análisis de caso de la sección precedente han presentado un cuadro pesimista de la vivienda industrializada en las zonas en desarrollo, cabe recordar que la conclusión primordial de este trabajo es la de que las tecnologías intermedias *parcialmente industrializadas* pueden mitigar y corregir muchas de las deficiencias y fallos observados en estos casos.

Esta sección de nuestra exposición tiene por finalidad definir y describir la naturaleza de estos procesos correctivos e intermedios.

Se recordará que la industrialización *total* se describió en la primera parte de este informe como un proceso compuesto que entraña cuatro componentes relativamente independientes: diseño de sistemas, especialización profesional, concentración y mecanización. Estos cuatro componentes de la industrialización total se definieron luego brevemente y se presentaron en forma de diagrama para ilustrar sus relaciones entre sí (véanse las págs. I-6 y I-9, supra).

En la segunda sección del informe, se analizaron más a fondo estos componentes en términos tanto de los beneficios comunmente supuestos como de sus fallas y riesgos menos frecuentemente proclamados. La tercera sección documentó el predominio real y desafortunado de estos escollos en dos casos en que se trató de introducir prematuramente una industrialización total en países menos desarrollados de Africa y Sudamérica. El tercer caso, desarrollado en Asia, comienza a abordar el concepto de la industrialización parcial, y este tema, junto con los conceptos de la industrialización indirecta y las tecnologías intermedias y de transición, es el que analizamos más detenidamente a continuación.

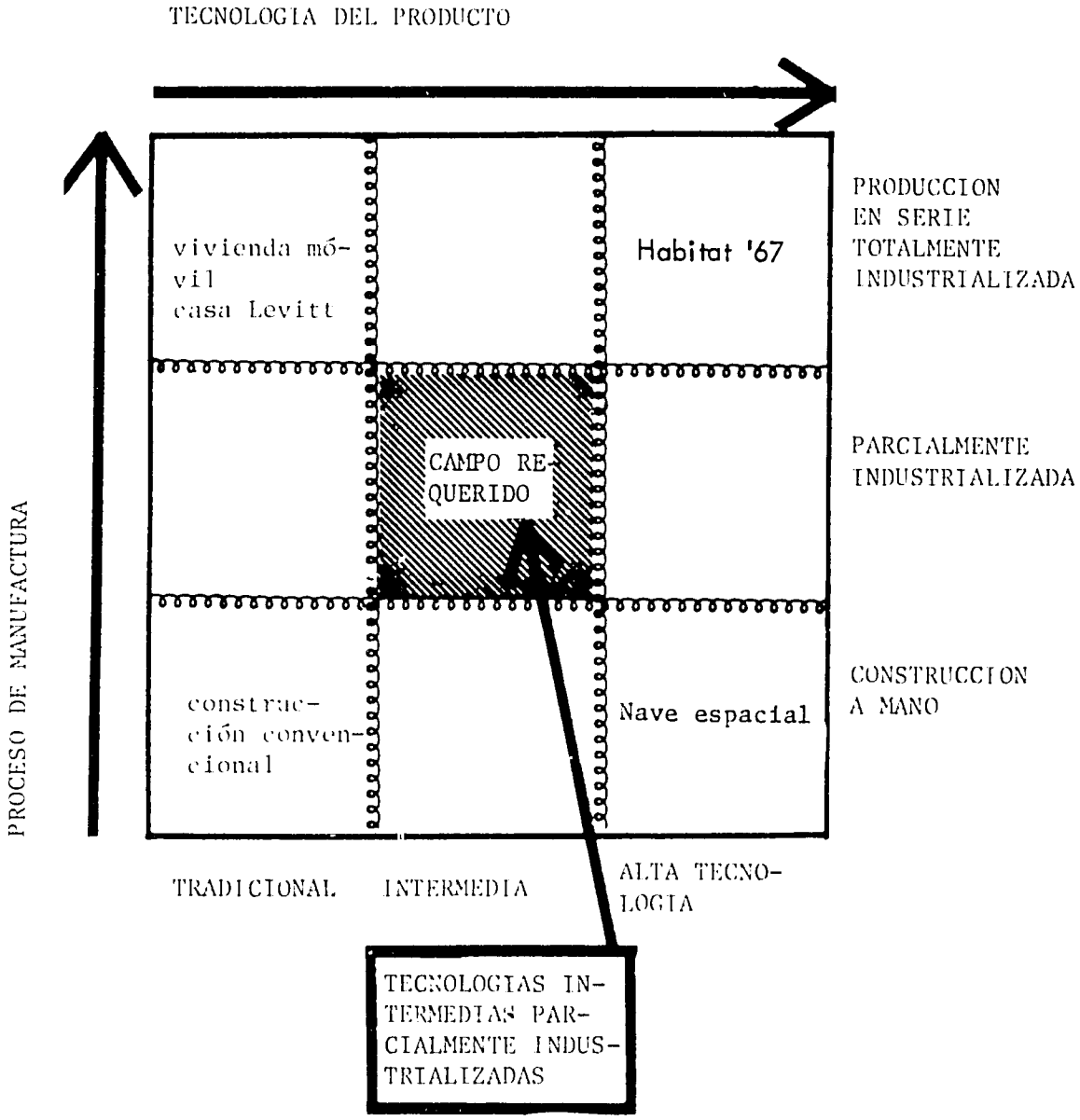
PROCESO FRENTE A PRODUCTO

Primero, no obstante, conviene distinguir brevemente entre los conceptos de "industrialización parcial" y "tecnologías intermedias". El primer término se refiere al *proceso* de fabricación, y el número y clases de técnicas industrializantes empleadas en el proceso. El segundo se refiere a la propia vivienda, y a los componentes que la constituyen considerados como un *producto* final.

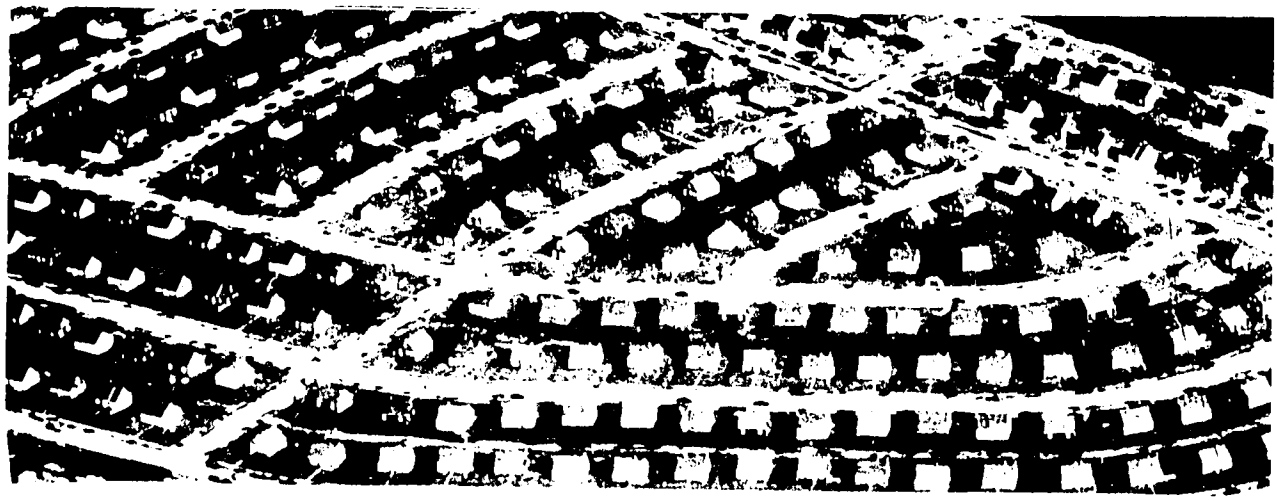
Tal como se ilustra en la figura 6, el proceso de fabricación puede considerarse como un continuo ascenso que va desde técnicas manuales hasta técnicas totalmente industrializadas. Análogamente, la producción o el producto tecnológico puede considerarse como un continuo mejoramiento que va de lo tradicional a lo avanzado. La figura esquemática de nueve recuadros que presentamos a continuación divide arbitrariamente estos continuos ascensos en tres segmentos cada uno.

El primer recuadro, el producto totalmente industrializado, aunque tradicional, puede ilustrarse mediante las viviendas móviles o las famosas casas producidas en serie por William T. Levitt and Son, que constituyeron parte de la respuesta estadounidense a la escasez de vivienda experimentada en el período posterior a la Segunda Guerra Mundial.

FIGURA 6: INDUSTRIALIZACION DEL PROCESO EN COMPARACION CON LA TECNOLOGIA DEL PRODUCTO

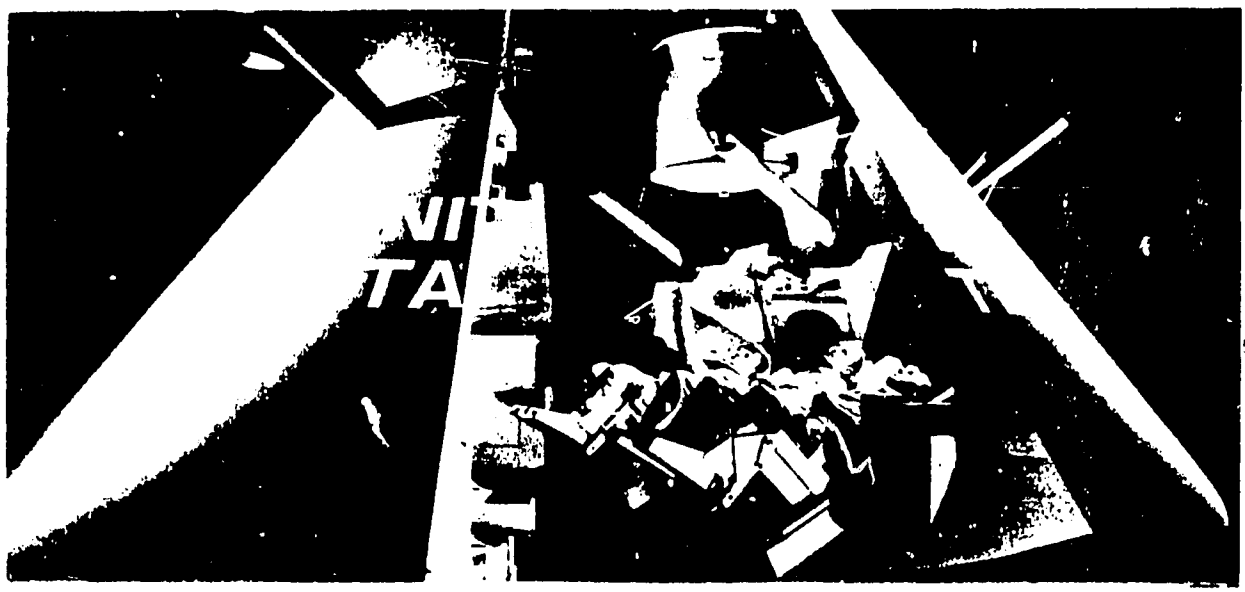


PROCESO FRENTE A PRODUCTO-En el diagrama esquemático que presentamos arriba, el proceso de fabricación (eje vertical) se ha dividido en tres categorías de producción: manual, parcialmente industrializada y totalmente industrializada. Análogamente, la tecnología del producto (eje horizontal) se ha subdividido en tres partes: tecnología tradicional, tecnología intermedia y alta tecnología. El recuadro central del diagrama indica las características del producto y el proceso que más se necesitan en las zonas en desarrollo.



VIVIENDAS CONVENCIONALES PRODUCIDAS EN SERIE-Estas viviendas en hilera construidas en los Estados Unidos epitoman la industrialización del proceso, en tanto mantienen la tecnología del producto a niveles convencionales. Estas casas normalizadas tradicionales fueron producidas en serie en Levittown, Long Island, en 1947, utilizando equipos de trabajo altamente especializados y coordinados que iban de casa en casa a un ritmo prácticamente igual al de una cadena de montaje.

(Foto de Levitt and Sons)



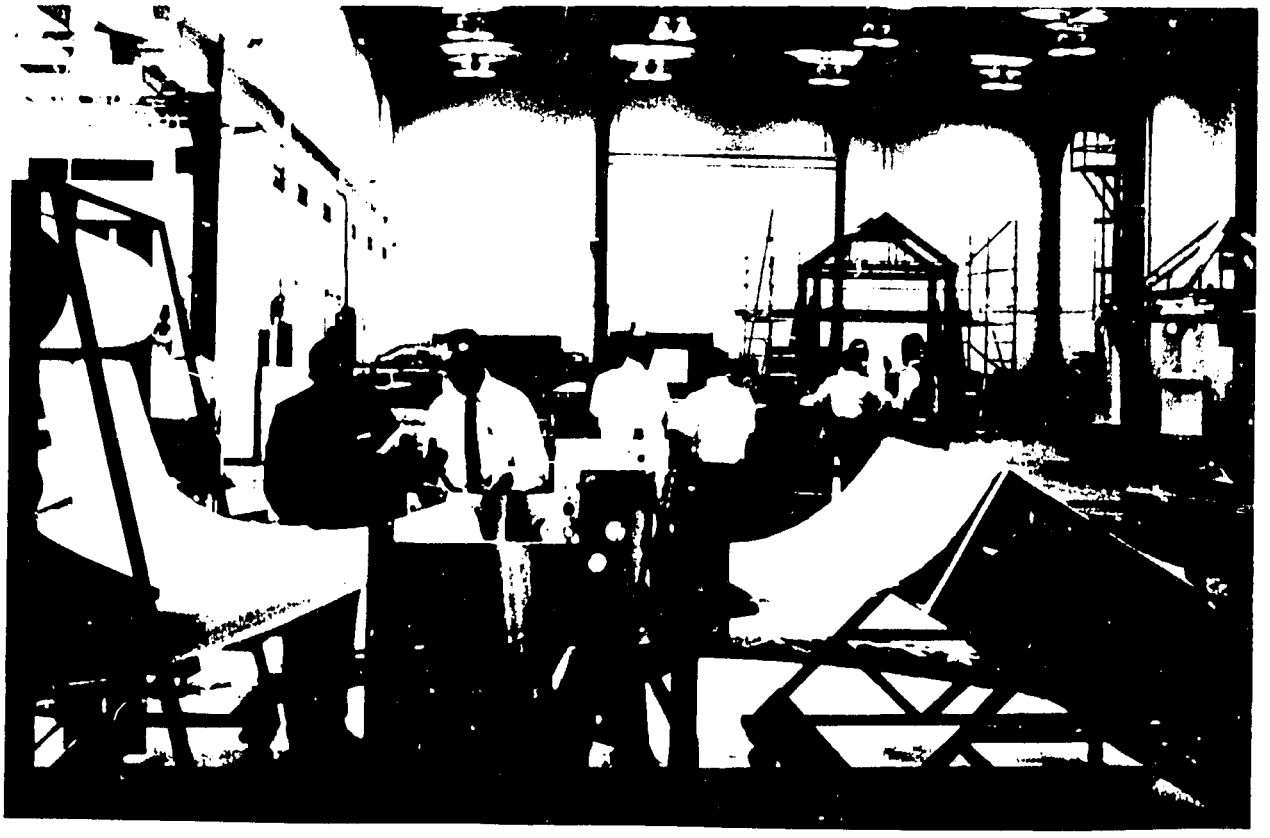
VIVIENDA COMPLEJA, DE FABRICACION ARTESANAL-La nave espacial, la vivienda humana quizás más compleja, utiliza posiblemente los más altos niveles de la tecnología del producto; sin embargo, el proceso de fabricación se fundamenta en una técnica artesanal lenta y deliberada. Estos dos ejemplos representan polos opuestos: las casas de la foto superior ilustran la industrialización del *proceso*, y la vivienda de la foto inferior, el adelanto del *producto*.

(Foto de la NASA)

Como producto, la casa Levitt, en sí, fue sumamente tradicional tanto en aspecto como en la construcción. La arquitectura fue tradicionalmente americana "Cape Cod" y las unidades utilizaron construcción convencional con entramado de madera y espacioso armazón. Sin embargo, el proceso de construcción estuvo sumamente industrializado. El producto final fue una vivienda normalizada producida en serie, aún hasta el extremo de utilizar técnicas de cadena de montaje. Sin embargo, en el caso de las casas Levitt, la "cadena de montaje", tal como se la llamó, estaba compuesta de trabajadores en movimiento, no de productos. Los trabajadores constituían equipos bien dirigidos y altamente organizados que iban de edificio en edificio con una cronometrización y coordinación precisas.

Las calificaciones también estaban altamente especializadas hasta el punto, incluso, de subdividirse y especializarse la carpintería tradicional en numerosas subtareas estrechamente definidas y altamente especializadas.

Las operaciones también estaban muy concentradas; las adquisiciones, construcción y comercialización se concentraron en proyectos del tamaño de toda una ciudad --conocidos por el nombre de Levittowns-- que se agrupaban en miles de viviendas. Hoy, los proyectos Levitt individuales son algo más pequeños y la operación ha experimentado, en general, un gran crecimiento y ha adquirido un patrón de "concentraciones dispersas".



TECNOLOGIAS ESOTERICAS. En la fabricación de módulos habitacionales muy avanzados, se están utilizando técnicas de la era espacial, especialmente técnicas que entrañan el uso de nuevos materiales sintéticos. En esta foto, se está utilizando un proceso de bobinado de filamentos para producir una vivienda experimental.

La mecanización quizás fuera el aspecto menos desarrollado de los cuatro aspectos de la industrialización de las operaciones Levitt. El estilo de operaciones industrializadas de la compañía evitaba el uso de maquinaria grande y costosa para producción de pesados o complejos componentes; favorecía más bien una serie de herramientas manuales eléctricas o motorizadas de tamaño más pequeño, utilizadas para reducir y agilitar la gran cantidad de tareas manuales rutinarias.

En contraste con la casa Levitt altamente industrializada, aunque tradicional, el último recuadro del diagrama describe un producto de alta tecnología de carácter artesanal epitomado quizás por uno de los tipos más complejos de vivienda jamás producidos: la nave espacial.

Puesto que la demanda de naves espaciales es relativamente pequeña, y la nave cambia y evoluciona constantemente, las técnicas de producción en serie son casi totalmente inaplicables. Actualmente, cada nave espacial es construida a mano por artesanos y técnicos altamente experimentados.

Los otros recuadros del diagrama representan distintas combinaciones de industrialización del proceso y tecnología del producto. El recuadro de la esquina inferior izquierda representa métodos de construcción convencionales, utilizados para producir casas tradicionales, típicos de la mayoría de las construcciones residenciales en casi todos los países del mundo.

La esquina superior derecha representa tanto un producto de alta tecnología como un medio sumamente industrializado de producirlo. Habitat 67, la famosa exposición de vivienda industrializada de la Feria Mundial de Montreal en 1967, es un ejemplo típico de este tipo de solución, al igual que algunos de los experimentos de alta tecnología actualmente aplicados por el programa estadounidense *Operation Breakthrough*, tal como el módulo de vivienda de filamentos bobinados y otros programas (véase la foto en la página precedente).

En el presente capítulo se propugna que la clave para la introducción razonable y productiva de la vivienda industrializada en las zonas menos desarrolladas es la que se ilustra en el recuadro central de la figura 6: el campo de tecnologías intermedias parcialmente industrializadas. Para definir mejor las características de este recuadro, examinaremos en un nivel algo mayor de detalle ambos de los ejes del proceso y el producto.

EL PROCESO-HACIA UNA INDUSTRIALIZACION PARCIAL

El concepto de una industrialización parcial emana de la naturaleza compuesta de la industrialización total, y se utiliza para describir una estrategia de fabricación o producción que utiliza selectivamente algunos de los aspectos industrializantes en tanto evita o pospone el empleo de otros.

Los autores consideran la combinación de los dos aspectos de menor riesgo de la industrialización --el diseño de sistemas y la especialización de la mano de obra-- como el punto de partida para la estrategia de industrialización parcial. El aspecto de un riesgo algo mayor de operaciones concentradas en gran escala se considera luego como complemento posible de la estrategia inicial y, finalmente, se considera el aspecto de riesgo más alto de la mecanización, con lo que se completa el ciclo hasta la industrialización total.

Diseño de sistemas

El diseño de sistemas, que constituye el primero de los aspectos industrializantes aquí considerados, es un término amplio y general, pero entraña directamente el uso de componentes normalizados que interactúan entre sí de forma regular y compatible.

En las zonas en desarrollo del mundo, el diseño de sistemas es, sin duda, el aspecto individual más importante y pertinente de la industrialización ya que exige una inversión de capital relativamente reducida, no requiere la importación de equipo o maquinaria, y no precisa prácticamente de ninguno de los servicios institucionalizados que con frecuencia no existen o no son confiables en las economías menos desarrolladas.

Lo único que se requiere es la dedicación de tiempo de diseño; e incluso si los aspectos de riesgo mayor de la industrialización no son efectivos o pertinentes, el propio proceso de diseño de sistemas puede producir beneficios notables para el proceso de construcción y puede surtir, además, el efecto de fomentar los otros aspectos de la industrialización.

Un ejemplo que viene al caso es la tradicional e histórica casa tatami japonesa. La propia estera tatami se convierte en el componente sistemizado y, debido a que se normaliza, los medios para producirla adquieren una naturaleza altamente repetitiva. De esta forma, se fomenta la especialización de la mano de obra, ya que la repetición que entraña la producción produce frecuentemente unos conocimientos técnicos especializados que, a su vez, redundan en un aumento en la rapidez y una mejora en la calidad de la producción. Históricamente, la repetición constante de fabricar un componente discreto también ha dado lugar a la mecanización, ya que el hombre ha inventado frecuentemente formas de liberar sus manos y su mente de la monotonía interminable de un trabajo altamente repetitivo.

Sin embargo, independientemente de si el diseño de los componentes normalizados conduce alguna vez a una industrialización total y mecanizada, éste es el primer paso vital hacia la industrialización parcial, y es especialmente pertinente para las regiones menos desarrolladas ya que su ejecución entraña menores inversiones o riesgos.

Especialización profesional

Tal como se ha indicado anteriormente, la especialización de la mano de obra puede ser una conclusión bastante natural de la actividad de diseño de sistemas. Por otro lado, todo paso hacia la industrialización parcial también puede evolucionar o fomentarse independientemente.

Un ejemplo clásico de una especialización "pura" de la mano de obra, sin los otros elementos de la industrialización, puede encontrarse en la catedral medieval en la que los artesanos y trabajadores altamente especializados se organizaron en gremios o entidades comerciales. Cada uno, a su vez, aportó sus aptitudes altamente específicas a la construcción total. Labradores de piedra, albañiles, escultores, carpinteros, artistas, tejedores, herreros y muchos

otros especialistas participaron a través de un largo período de tiempo en el trabajo requerido para finalizar las catedrales. Debido a su especialización, el trabajo era, con frecuencia, especialmente delicado y de alta calidad, aunque rara vez rápido o similar a la construcción industrializada en otros aspectos.

Puesto que la rapidez, en el contexto medieval, no era un factor crucial, la administración y coordinación precisas de las distintas aptitudes y oficios también tenían una importancia relativamente menor. Los incrementos pertinentes de tiempo eran meses, años y décadas, no segundos, minutos y horas como ocurre frecuentemente en un marco contemporáneo industrializado.

Profesionales frente a operarios. Sin embargo, el ejemplo de la catedral medieval ilustra solamente un extremo del espectro de la especialización profesional: el extremo profesional. Los artesanos y miembros de los gremios eran, en realidad, *profesionales altamente especializados*. Su trabajo exigía una elevada capacidad para poder calificarse como profesionales, y con frecuencia requerían muchos años de aprendizaje relativamente servil. Como profesionales calificados, su trabajo exigía el ejercicio de un continuo enjuiciamiento basado en una amplia experiencia y, frecuentemente, la calidad y excelencia de su trabajo eran la expresión de un gran orgullo profesional (e incluso de rivalidades).

En el extremo opuesto del espectro de la especialización profesional, tenemos al operario, el hombre que pulsa botones, lee un cuadrante o inserta un solo tornillo durante todo el día en un producto en una cadena de montaje. Las aptitudes que se requieren de él para la realización de su trabajo son de un bajo nivel, su capacitación o aprendizaje, insignificantes, pero su plena utilización en el proceso de producción es prácticamente inmediata. Sus tareas están explícitamente concebidas de forma que se reduzca al mínimo la dependencia en su enjuiciamiento, y con frecuencia hay poco orgullo o satisfacción asociados con su trabajo.

Evidentemente, la pertinencia de estos dos extremos como modelos útiles para utilizarlos en el proceso de desarrollo e industrialización es variada. Por una parte, el fabricante profesionalizado y calificado de un componente normalizado de la vivienda es un modelo posible para un programa de industrialización parcial basado en la especialización profesional. Esto ocurre en particular si el programa también fomenta la fabricación y suministro del mismo componente por otros artesanos competidores. Además, si el componente así producido es física y estéticamente compatible con otros componentes afines que también pueden ser producidos por pequeñas industrias artesanales o caseras con mano de obra especializada, entonces el programa sigue bastante de cerca el precedente histórico y eficaz del sistema tatami japonés.

De alguna forma un tal programa de especialización profesional sería análogo al ejemplo de la catedral medieval, salvo que, en el caso de ésta, los artesanos no participaban frecuentemente en la producción de un sistema de componentes que pudiera fabricarse fuera del lugar de la construcción y transportarse luego a la catedral para su instalación por ellos mismos o por otros obreros. La mayor parte del trabajo especializado se realizaba en pie de obra, aunque el gremio especializado o la organización sindical del propio trabajo puede presentar analogías contemporáneas en las actuales sociedades en desarrollo.

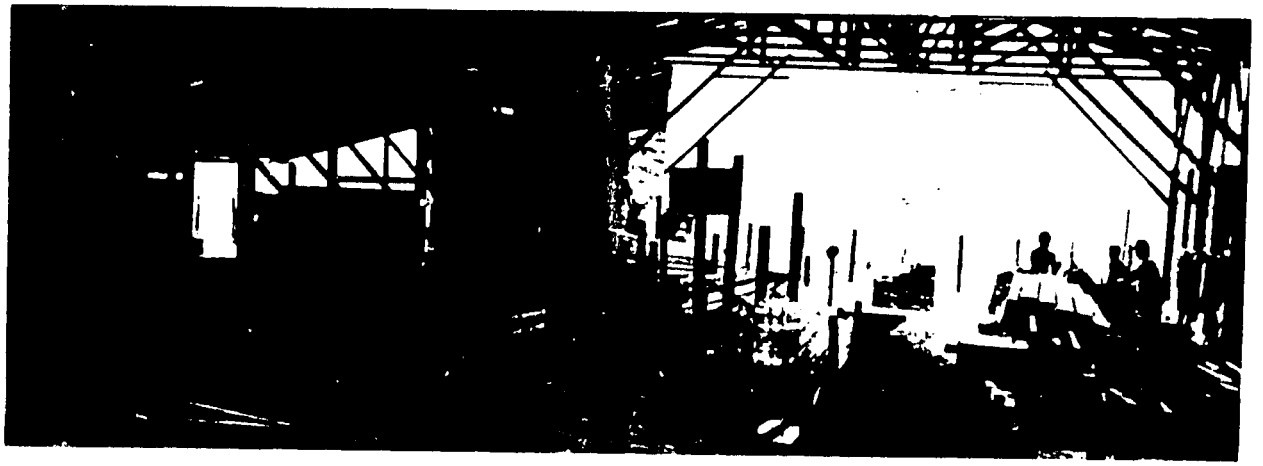
El modelo operativo, en el otro extremo del espectro de la especialización profesional, también puede encontrar aplicaciones contemporáneas en las regiones en desarrollo, aunque hay importantes permutas entre estas dos variantes de la especialización de la mano de obra.

Primero, un tipo operativo de programa de mano de obra especializada tendría la ventaja de que podría implantarse bastante directa y rápidamente sin necesidad de años acumulados de experiencia mediante capacitación y aprendizaje. Por otro lado, el concepto del trabajador como operario estrechamente especializado puede ser contrario a los objetivos sociales. Un tal concepto pudiera, por ejemplo, acentuar, en vez de mitigar, la diferencia social y económica entre los trabajadores y los gerentes. El trabajo de realizar una operación muy pequeña, simple y específica no se presta fácilmente al adelanto hacia la condición profesional o gerencial o hacia mayores niveles de movilidad social o económica. El hecho muy real de que los puestos de trabajo operativos pueden ser "callejones sin salida" profesionales, quizás milite fuertemente en algunos marcos contra dicha estrategia, o al menos contra el apoyo de tales técnicas como cuestión de política pública.

Sin embargo, ambas de estas estrategias de especialización de la mano de obra están libres de vínculos con la mecanización o de cualquiera otra forma de fuerte compromiso de capital, aun cuando la estrategia operativa quizás entrañe una concentración ligeramente mayor que la estrategia profesional. Esto se debe a que las operaciones profesionalmente orientadas pueden emplear solamente a uno o varios trabajadores o aprendices calificados y estar muy dispersas; mientras que la empresa operativa emplearía, en general, a un grupo mayor y más concentrado de trabajadores y administradores muy especializados.

La selección de una de estas estrategias, o la combinación adecuada de ambas, dependerá de la situación específica y tendrá que basarse principalmente en la productividad relativa de cada estrategia, adaptada a la forma en que encaje con los valores de la sociedad en cuestión.

La especialización profesional, como el aspecto del diseño de sistemas de la industrialización, requiere una inversión o riesgo relativamente reducidos. La mayor parte del poco riesgo existente emana del hecho de que, una vez ampliado el número de empleados y gerentes en una operación en la que cada uno de ellos realiza una tarea más estrechamente definida y especializada, entonces aumentan directamente los costos fijos en términos de sueldos y de planta física o instalaciones para el alojamiento de los trabajadores. Así, pues, a menos que la producción aumente proporcionalmente, se incrementarán los costos unitarios. Por supuesto, la especialización de la mano de obra tiene el atractivo de que la producción aumentará *más* que proporcionalmente, puesto que es probable que, con tareas más estrechamente definidas, la naturaleza repetitiva del trabajo traerá consigo unos mayores conocimientos y rapidez que se traducirán en incrementos tanto cuantitativos como cualitativos y, quizás, incluso, en innovaciones y mejoras para el diseño del producto o el proceso de fabricación. El riesgo que entraña este proceso emana de la amenaza siempre presente de que se produzcan atascos en los que un gran número de trabajadores pudieran permanecer ociosos debido a alguna contingencia ocurrida durante uno de los pasos o etapas de la producción. Pero estos riesgos pueden mitigarse parcialmente mediante el mantenimiento de una fuerza de trabajo flexible, utilizando trabajadores a tiempo parcial y en horas extra para evitar la rápida expansión o contracción de la fuerza laboral.



INDUSTRIALIZACION PARCIAL-Esta pequeña planta en Honduras produce componentes de madera para la vivienda que entrañan un alto grado de normalización y especialización de la mano de obra. Se hallan presentes los aspectos restantes de la industrialización --la concentración y la mecanización--, aunque en una forma menos desarrollada.

INVENTARIO DE COMPONENTES-Los componentes prefabricados se almacenan en el patio fuera de la planta esperando su montaje en uno de los distintos sitios de construcción en las proximidades. Pueden verse en los paneles, parte delantera inmediata, las aberturas normalizadas para puertas y ventanas.

CASAS MONTADAS-Los paneles parcialmente industrializados, prefabricados, son instalados en el lugar de construcción formando viviendas simples y relativamente económicas con un mínimo de ajustes y readaptación. Los materiales utilizados en el proceso son los disponibles en la localidad.

(Fotos de John G. Colby)

Combinación de técnicas

La combinación de la especialización de la mano de obra y el diseño racionalizado o de sistemas puede convertirse en un medio especialmente útil en las regiones en desarrollo para definir una forma parcial de industrialización. Cabe reconocer que el proceso de diseño racionalizado, para que produzca verdaderos beneficios, no debería deternerse en el mero diseño de los componentes. El diseño de la producción también es importante y, cuando un componente puede diseñarse específicamente teniendo a la vista técnicas especializadas de mano de obra, sus posibilidades de lograr las eficiencias y beneficios deseados son mucho mayores.

Es evidente que, al concebir los requisitos de desempeño que deberían haberse cumplido en el estudio del caso asiático, tanto el gobierno como el contratista estaban pensando en una tal combinación. En el estudio del caso africano, el equipo de evaluación de las Naciones Unidas también advirtió las posibilidades de industrialización parcial tomando como base la existencia de artesanos y trabajadores calificados. El informe llegó a la conclusión de que "puesto que la prefabricación /o industrialización/ *completa* de las viviendas no ha producido todavía resultados económicos convincentes...la prefabricación *parcial* pudiera producir resultados muy considerables. Al principio, puede limitarse a ciertas partes de una vivienda.../que necesitan/ solamente una pequeña planta, la cual pueden realizarla pequeños contratistas o incluso artesanos". Sería por tanto adecuada para su divulgación y utilización en todo el país.[1]

El informe también agregó una advertencia, observando que la tecnología parcialmente industrializada debería poder satisfacer la prueba económica del mercado, y no debería programarse de forma que dependiera únicamente de su uso y consumo por los programas oficiales del gobierno. El informe advierte que "si el gobierno introdujera una técnica de construcción que no pudiera ser adoptada por la industria de la construcción, sus esfuerzos serían inútiles o pudieran incluso tener un efecto negativo".[2]

Hacia una industrialización total

El tercero y cuarto pasos en la senda hacia una industrialización total entraña los conceptos de una producción concentrada y mecanizada. Sin embargo, ambos de estos aspectos llevan consigo una inversión y riesgos relativamente mayores que el diseño de sistemas o especialización profesional, y de ahí el que dependan mucho más del pleno apoyo de las instituciones y servicios de una sociedad industrializada.

Concentración. Las instalaciones de producción concentradas, en contraposición a las dispersas, son cada vez más dependientes de las redes de transporte y comunicaciones de una sociedad. La materia prima ha de llegar de forma continua y confiable a la planta y el producto final ha de salir de la planta y llegar a los mercados.

La gran magnitud de la operación es otro artefacto de la centralización. Una contingencia paralizante tal como una inundación o una falla en el suministro de energía eléctrica que cierre una planta con una capacidad de producción de mil unidades, es mucho más grave que si solo se cerrara una de diez plantas dispersas cada una de las cuales tiene una capacidad de producción de cien unidades. Con la dispersión se diluye el riesgo; con la concentración, se acumula. Cuando los factores del riesgo y contingencia están arraigados en las instalaciones y servicios de la sociedad en general, los ambientes de alto riesgo dictan una

estrategia de dispersión, con operaciones individuales en menor escala, como medio de evitar el fracaso. Por otra parte, los ambientes de riesgo reducido, tales como aquellos en los que existen abundantes servicios e instalaciones complementarias completas y confiables, pueden aconsejar la adopción de una estrategia de concentración para aprovechar las eficiencias y economías potenciales de las operaciones en gran escala.

Mecanización. Con frecuencia, las técnicas de producción automatizada y mecanizada están estrechamente relacionadas con las estrategias de concentración, ya que, casi siempre, se necesita un elevado volumen de producción para justificar la adquisición e instalación de una maquinaria costosa. Por tanto, de ordinario, no es factible considerar la repetición en cada uno de muchos lugares dispersos de un artículo que requiere una inversión cuantiosa, no solo debido a las menores necesidades de producción que existirán en cada uno de esos lugares, sino también debido a que la magnitud absoluta de la inversión aumenta rápidamente cuando se realiza esta dispersión.

La mecanización, al igual que otros aspectos de la industrialización, puede ocurrir independientemente del proceso total o compuesto de industrialización. Un ejemplo lo constituye el trabajo de carpintería a gusto del consumidor en los Estados Unidos. El trabajo se realiza de acuerdo con las instrucciones del cliente, con poca normalización del producto. Se emplean pocos componentes complejos tales como puertas premontadas o estanterías prefabricadas; el material básico es la madera solo en una forma ligeramente elaborada, complementada con una serie de elementos tales como tornillos, puntillas, goznes, etc.

El trabajo está típicamente individualizado y la mayor parte de las piezas se miden, ajustan y construyen de acuerdo con las especificaciones proporcionadas por el cliente. Además, hay una dispersión casi completa de la industria; rara vez existen concentraciones nacionales, regionales o, incluso, metropolitanas. Las firmas son pequeñas, y están orientadas hacia el trabajo de artesanía y tienen una distribución geográfica dispersa. Sin embargo, la industria de la carpintería está ahora altamente mecanizada. Se utilizan herramientas eléctricas para la realización de casi todas las tareas: cortar, taladrar, lijar, sacar plana, pintar, etc., lo que constituye un ejemplo típico de la mecanización sin la industrialización.

Sin embargo, cabe reconocer la diferencia en escala entre las herramientas eléctricas arriba citadas y las máquinas grandes y automatizadas comunmente asociadas con la producción de viviendas industrializadas. Ambas son formas de mecanización, y sin embargo, existe una diferencia cuántica en el costo y, por ende, en los factores de utilización económica entre ambos tipos, al igual que en las instalaciones y aptitudes requeridas para el mantenimiento y servicio de dichas máquinas. Y, nuevamente, la selección de una inversión menor y de riesgo más bajo, dependiendo menos de la infraestructura de la sociedad que la rodea para su mantenimiento, es la preferida para las economías menos desarrolladas.

Riesgo en secuencia

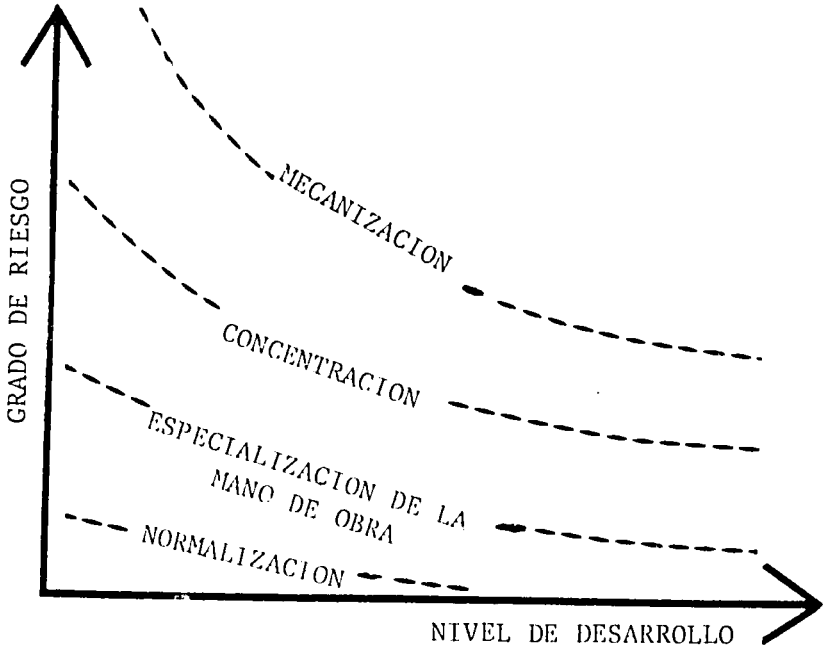
Puesto que la mecanización entraña generalmente el mayor factor de costo/riesgo de los cuatro aspectos de la industrialización, emerge como el aspecto final de una secuencia estratégica que va desde la industrialización parcial hasta la industrialización total. Los otros tres aspectos, especialmente el diseño de sistemas y la especialización --y en menor grado la concentración-- de mano de obra pueden efectuarse con un desembolso de capital relativamente reducido. Ahora

podemos trazar esquemáticamente un diagrama para relacionar el riesgo (que aumende abajo arriba a lo largo del eje vertical) con el grado de desarrollo económico de una determinada región o sociedad (que avanza de izquierda a derecha a lo largo del eje horizontal). Cada elemento de la industrialización puede trazarse en el diagrama tal como se ilustra en la figura 7.

La progresión horizontal de izquierda a derecha indica esquemáticamente la complementariedad creciente en términos de instalaciones y servicios de la economía o sociedad. A medida que aumenta esta infraestructura de apoyo, se mitigan los riesgos crecientes de los aspectos de mayor inversión de la industrialización.

Así, pues, la figura 7 se convierte en algo así como un "mapa de la estrategia" que podrán adoptar las regiones menos desarrolladas, en el que se reproduce una secuencia que va desde la industrialización parcial a la industrialización total orientada al desarrollo de una infraestructura complementaria de la sociedad, y previene contra la adopción prematura de los aspectos de la industrialización que requerirán la reproducción simultánea de la sociedad en miniatura para su apoyo.

FIGURA 7: LA RELACION ENTRE EL RIESGO Y EL DESARROLLO ECONOMICO PARA LOS CUATRO ELEMENTOS DE LA INDUSTRIALIZACION



EL DESARROLLO REDUCE EL RIESGO-El diagrama relaciona esquemáticamente el riesgo (que aumenta de abajo arriba a lo largo del eje vertical) con el grado de desarrollo económico (que avanza de izquierda a derecha a lo largo del eje horizontal) para cada aspecto de la industrialización. De ahí el que el riesgo de la contraproductividad para una inversión en la mecanización sea mayor en todos los niveles, aunque este riesgo desciende a medida que la capacidad de apoyo de una sociedad aumenta con un creciente desarrollo económico. Por otro lado, el riesgo de la normalización es siempre relativamente reducido aunque también desciende ligeramente con un creciente desarrollo.

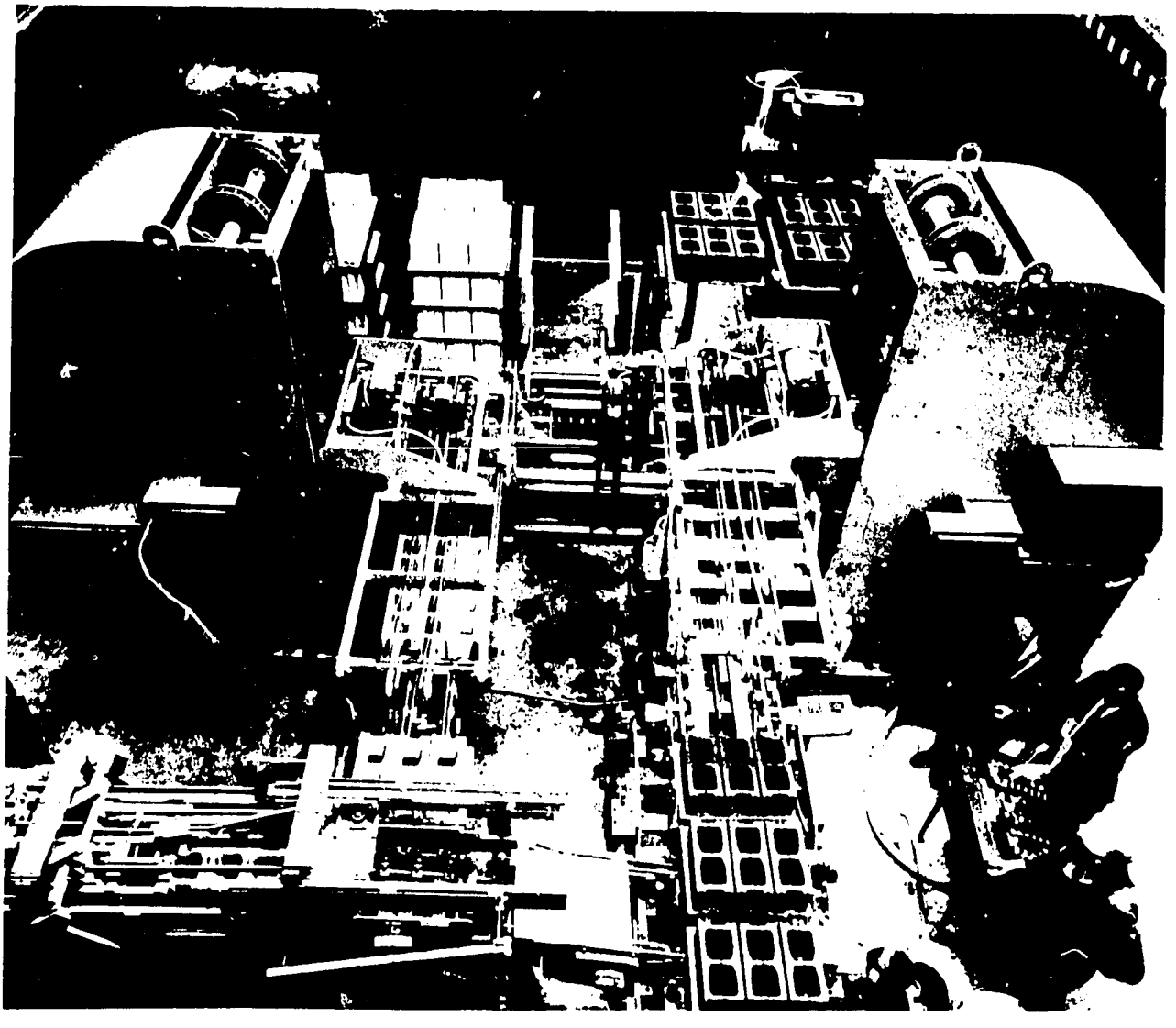
Industrialización indirecta

Como el ejemplo de carpintería que citamos arriba, excepto en una mayor escala, las industrias convencionales de la construcción de muchos países desarrollados, como, por ejemplo, en los Estados Unidos, están altamente mecanizadas, pero no industrializadas. Se utilizan regularmente grúas, aplanadoras, hormigoneras, herramientas motorizadas de toda suerte y, con todo, la mayoría de las actividades de construcción en los Estados Unidos son no industrializadas en virtud de su carácter individualmente adaptado a las necesidades del cliente y a la dispersión del producto.

Sin embargo, aun cuando la industria de la construcción en los EE.UU. no se está industrializando directamente, lo está haciendo *indirectamente* al utilizar en un grado cada vez mayor componentes industrializados producidos en serie. Aun cuando el uso de técnicas totalmente industrializadas es cosa rara entre los constructores de viviendas de los Estados Unidos, no ocurre lo mismo para las industrias especializadas que abastecen a los constructores de viviendas. Muchos de estos proveedores han estado totalmente industrializados durante decenios, pero cuando sus productos producidos en serie los combinan o instalan los constructores de viviendas tradicionales, el proceso adquiere frecuentemente un carácter ad hoc o asistemático.

Un ejemplo bien conocido y mundial de esta clase de industrialización indirecta de la vivienda lo podemos encontrar en la industria de los bloques de hormigón. Millones de viviendas no industrializadas de todo el mundo han utilizado los bloques producidos en serie, ya que la industria dedicada a su fabricación ha sido relativamente rápida y fácil de industrializar. El propio producto es un componente básico altamente normalizado con dimensiones ampliamente aceptadas. Los bloques pueden producirse inicialmente sin especialización de la mano de obra, concentración o mecanización utilizando un solo trabajador o un molde tosco de madera. Sin embargo, el proceso puede industrializarse parcialmente casi en cualquier etapa. La especialización de la mano de obra puede introducirse como medio de acelerar la producción en la que un grupo de trabajadores se especializan en mezclar el hormigón, otros en atacar la mezcla en los moldes y otro en cortar y almacenar los bloques, etc. La industrialización parcial puede extenderse de forma que incluya una amplia operación concentrada encaminada a captar varias economías de escala en la adquisición de materiales, agregación de mercados, etc. Finalmente, la mecanización puede añadirse en forma de una máquina automática relativamente económica de demostrada capacidad y robustez. Este ejemplo, pues, ilustra la industrialización parcial y paulatinamente total de una industria de abastecimiento de la construcción y, a su vez, la industrialización *indirecta* de la industria de la vivienda o construcción en su conjunto.

La diferencia es notable; la industrialización indirecta se refiere al fenómeno mediante el cual se industrializan algunas partes o componentes del edificio, pero no el edificio en su conjunto; y la industrialización parcial se refiere al proceso mediante el cual la construcción del edificio en general utiliza algunos aspectos de la industrialización tales como el diseño de sistemas y la especialización profesional, en tanto posterga o evita otros.



PRODUCCION AUTOMATIZADA DE BLOQUES-Con frecuencia, los ladrillos y bloques de construcción son uno de los primeros componentes de la edificación que se industrializan en las zonas en desarrollo. Aunque los propios bloques no forman un sistema total de construcción, este paso *indirecto* hacia la vivienda industrializada contribuye con frecuencia grandemente a mejorar la producción de materiales en términos cuantitativos, cualitativos y de economía. Se dispone de toda una serie de máquinas de demostrada valía que ilustran distintos grados de automatización. En la foto pueden verse cadenas totalmente automatizadas, de gran velocidad, sometidas a prueba durante su instalación en Auckland, Nueva Zelanda.

(Foto de la Compañía Besser)

INDUSTRIALIZACION INDIRECTA-Aunque estas escaleras de hormigón industrialmente producidas se instalarán en viviendas convencionales, esta forma de industrialización indirecta de la vivienda puede ser útil y productiva en las zonas en desarrollo. Además, como en este caso en Honduras, la inversión y riesgo del producto son mucho menores que los que entrañaría la industrialización de la producción de casas enteras.

(Foto: John G. Colby)

Sin embargo, muchos países en desarrollo han adoptado políticas y asignado recursos para fomentar de forma espectacular la industrialización compleja y llena de riesgos de la industria de la vivienda en general, cuando esos mismos recursos podrían haberse aplicado más productivamente a una modalidad indirecta de industrialización. Los fondos y esfuerzos pudieran haberse orientado hacia la fabricación de componentes de la construcción mucho más simples y pequeños. Tal como se advirtió anteriormente, es más fácil industrializar la producción de alfileres que la de viviendas; y de ahí el que cuanto más simple y más pequeño sea el componente, tanto más probable será que pueda industrializarse productivamente y permita realizar así las economías que se derivan de una producción y comercialización total y en serie.

Y, cuando, tal como se indicará en la sección siguiente, estos componentes más pequeños y simples --al contrario del bloque de hormigón-- forman parte de un sistema de vivienda general y racionalizado susceptible de ser utilizado por familias que no tienen experiencia en la construcción, entonces la estrategia para la industrialización de bajo riesgo de la vivienda en las regiones menos desarrolladas adquiere su más fuerte expresión.

EL PRODUCTO-HACIA TECNOLOGIAS INTERMEDIAS O DE TRANSICION

En la sección precedente, se ha hecho hincapié en el proceso de fabricación, y en la forma en que éste pudiera industrializarse parcial o totalmente. La parte final de dicha exposición ha sido objeto de un cambio de orientación en escala, de la casa al componente de construcción más pequeño, y se ha concentrado en la forma en que pudiera industrializarse el proceso de fabricación para ese componente pequeño. Se ha observado que la industrialización de los componentes pequeños de construcción lleva a la industrialización indirecta de toda la vivienda en general. Sin embargo, aun cuando se ha explicado detenidamente el proceso de fabricación, se ha dicho poco acerca del producto final. En esta sección se prestará una mayor atención al producto, en un intento por definir las características de las tecnologías intermedias.

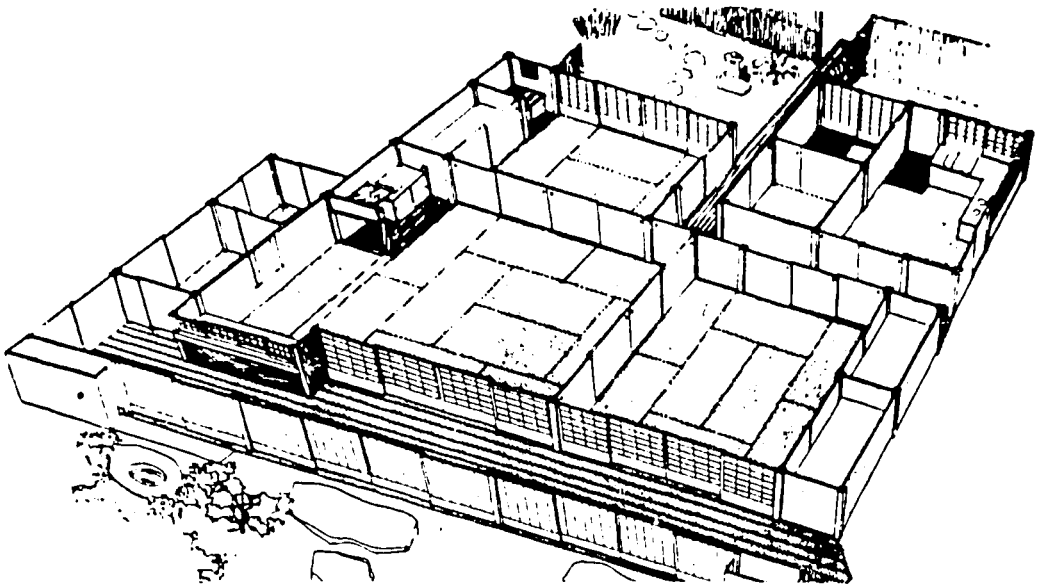
La casa tatami

En la exposición precedente acerca del proceso de fabricación se subrayó el diseño de sistemas como medio de producir componentes de construcción normalizados susceptibles de ser utilizados ventajosamente en un proceso de producción repetitivo. Sin embargo, estos componentes han de tener también otras características, muchas de las cuales están ilustradas en la casa tatami japonesa.[3] (Véase la página siguiente.)

La estera tatami es un componente normalizado, prefabricad que forma parte del sistema total de componentes explícitamente concebido de manera que sea compatible y, a la vez flexible, en la producción de toda una serie de tipos y tamaños de viviendas. El propio tatami es lo suficientemente pronosticable en cuanto a tamaño, configuración, textura y durabilidad como para poderlo intercambiar con otros. Su uso está tan generalizado que puede obtenerse fácilmente de un gran número de proveedores especializados que compiten entre sí. El tatami se convirtió, además --y sigue siendo en cierta medida-- en la base para un determinado grado de coordinación modular entre las casas japonesas. Frecuentemente, se halla que las habitaciones y edificios se han trazado en múltiplos completos de las dimensiones del tatami, evitando así el trabajo adicional y el desperdicio que entraña el tener que cortar y ajustar partes de estos componentes.

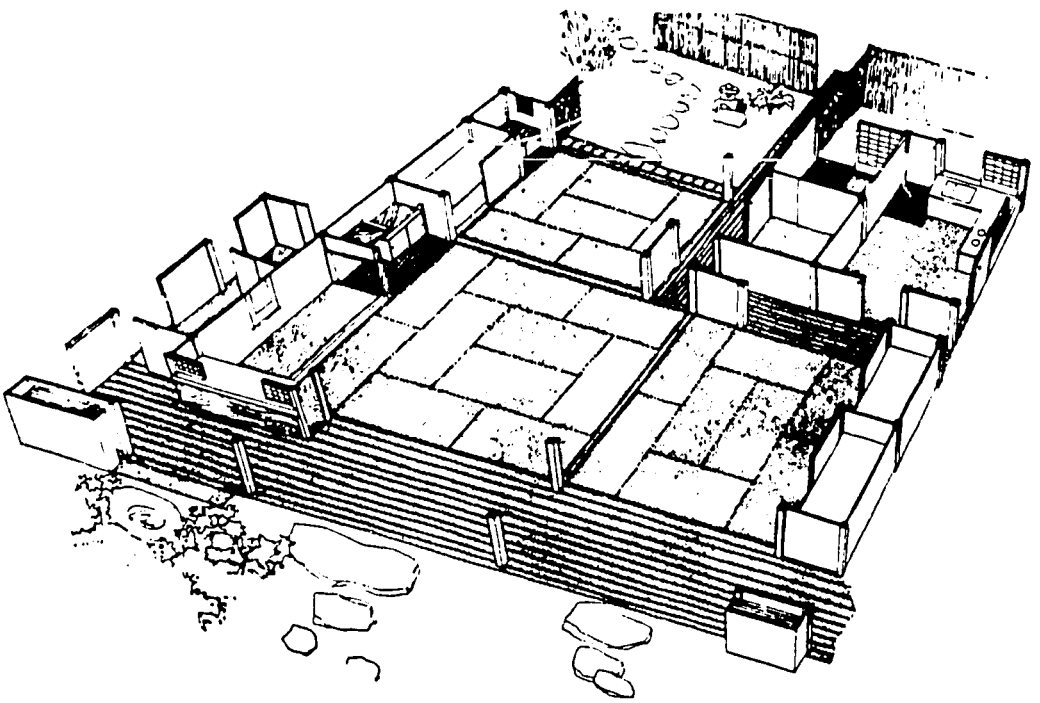
CASAS JAPONESAS TRADICIONALES CONSTRUIDAS PARTIENDO DE UN SISTEMA PRECOORDINADO DE COMPONENTES NORMALIZADOS

INVIERNO



CASA TATAMI-La casa japonesa tradicional utilizó la estera tatami de cuadrados dobles (de tres por seis pies, aproximadamente) como módulo básico de planificación y componente de construcción. El empleo de las esteras tatami ilustra un enfoque coordinado y normalizado para el diseño de sistemas de construcción de gran sensibilidad y flexibilidad. Las particiones de las paredes de la casa, arriba, se desmontan para darle una configuración diferente durante el verano, tal como se ilustra en el gráfico abajo.

VARANO



Aun cuando la casa tatami no puede considerarse como industrializada, representa un ejemplo excepcional del proceso de diseño racionalizado fundamentado en técnicas de normalización y componentización. Y es este proceso racionalizado o de diseño de sistemas lo que adquiere un significado especial en la secuencia de industrialización de las regiones en desarrollo, ya que, tal como se ha indicado antes, puede llevarse a cabo con muy poca inversión o riesgo.

Fundamentalmente, lo que se necesita es la dedicación de tiempo de diseño para producir un componente de construcción modular sensible y adaptado a las necesidades de una determinada zona. Aun cuando esto no es, en modo alguno, una tarea simple o fácil, el éxito puede tener una importancia vital, como ocurre en el caso del tatami. Si no se tiene éxito, los daños son mínimos, y al menos no se consumen o desvían de otros fines importantes grandes cantidades de recursos vitales para la vivienda.

Los intentos por establecer un diseño racionalizado o de sistemas han abarcado muchas estrategias de productos, incluidos distintos tipos de paneles, estructuras y sistemas volumétricos. El tamaño y complejidad de los componentes involucrados han oscilado entre ladrillos, bloques y componentes de esteras relativamente pequeños, simples y normalizados, y módulos bastante grandes y complejos del tamaño de una habitación o incluso de una vivienda.

Tendencias hacia módulos completos o unitizados

Desafortunadamente, las tendencias que se observan en muchas de las zonas menos desarrolladas reflejan una creciente fascinación con el uso de estos más grandes y complejos componentes y módulos completos y un menor hincapié en el uso de pequeños y simples componentes nuevos o incrementalmente mejorados. Sin embargo, es este último tipo el que con frecuencia resulta ser el más crítico en las zonas en desarrollo, especialmente en aquellos países menos desarrollados en que permanecen muy arraigadas las tradiciones de construcción de la vivienda por la propia familia. Las Naciones Unidas subrayaron este hecho en el informe del que se sacó el material para el caso de estudio africano expuesto en el capítulo precedente. Advirtiendo que 80 por ciento de la vivienda del país había sido construida por las propias familias, el equipo de las Naciones Unidas llegó a la conclusión de que la "política pública deberá orientarse, por tanto, hacia la conservación, fomento y mejoramiento de esta clase de producción".[4] Así, pues, los componentes producidos en serie que son livianos, económicos y fáciles de manipular --y que pueden utilizarlos fácilmente las familias que construyen sus propios hogares-- surten, en potencia, un efecto mucho mayor que los componentes que han de ser utilizados exclusivamente por constructores o contratistas experimentados.

Desventajas de los componentes unitizados

Es importante que los componentes sigan siendo separados y discretos y que no sean un conjunto ampliamente unitizado o combinado antes de su llegada al usuario. Esta es una consideración clave ya que los conjuntos unitizados, por su propia naturaleza, limitan las opciones puesto que precombinan los componentes. Sin embargo, la mayoría de los usuarios, y especialmente los usuarios de bajos ingresos en las regiones menos desarrolladas, no desean tener menos opciones. Por el contrario, la propia austeridad de sus vidas exige un máximo de opciones en la utilización y combinación de los escasos recursos que tienen a su

disposición a fin de satisfacer lo más directamente posible sus necesidades más críticas. Además, los componentes unitizados consumen más recursos que la suma de sus partes integrantes, ya que vienen montados previamente y este proceso exige mano de obra y capital y, por ende, un mayor costo para el usuario. Así, pues, si los componentes se diseñan de forma que su montaje sea simple y a prueba de error, la unitización no solo reduce las opciones, sino que también aumenta el costo.

Habitat. Uno de los ejemplos más ampliamente conocidos del enfoque sumamente unitizado para la vivienda industrializada es el proyecto Habitat a que aludimos al principio de este capítulo. En dicho proyecto, el conjunto unitizado básico consistió en un módulo de hormigón preformado de dos habitaciones, de 90 toneladas de peso. Dos o más de estos módulos constituían una serie de unidades de vivienda. Como prototipo, Habitat fue objeto de una gran controversia, recibiendo altos elogios de muchos por su diseño radicalmente nuevo y espectacular, en tanto era objeto de las críticas de otros por su costo (aproximadamente EUA$100.000 por módulo), inaplicabilidad social, etc.[5]

Sin embargo, aparte de las controversias, Habitat, para los fines del presente debate, ilustra un compromiso del diseño de sistemas a la estrategia unitizada. Representa una exposición de un diseño atrevido y duradero, pero permite poca o ninguna flexibilidad para el cambio o el control individualizado del ambiente de la vivienda. Los autores propugnan que esta clase de estrategia de diseño puede ser válida para la vivienda destinada a las familias de ingresos medios o elevados, pero pierde su viabilidad para las familias de ingresos bajos por las tres razones siguientes: Primero, un módulo de vivienda unitizado es, por su propia naturaleza, grande y pesado, lo que inherentemente añade costos adicionales por concepto de manipulación y transporte especiales. Con frecuencia, han de utilizarse grúas y camiones de gran capacidad y muy costosos para el traslado de los módulos al sitio de la construcción y para su instalación, mientras que los componentes desmontados más pequeños pueden evitar frecuentemente la mayoría de estos costos.

Segundo, al comprar módulos unitizados del tamaño de una habitación o una casa, el comprador necesita una cantidad de ahorros relativamente elevada, o al menos, acceso al crédito, con el fin de poder realizar los pagos en incrementos relativamente pequeños a través de un período de tiempo prolongado. Al comprar componentes en pequeña escala, los ahorros y el crédito ayudan, pero sin ellos el proceso no queda paralizado, tal como se ha demostrado en el mundo en desarrollo donde, en el curso de décadas y generaciones, se amplían incrementalmente las casas construidas tradicionalmente utilizando componentes convencionales.

La tercera, y quizás la más importante, desventaja de los módulos unitizados, en contraposición con la estrategia de componentes de la vivienda en las zonas en desarrollo, es la de que los módulos unitizados están por naturaleza predeterminados y son inclusivos. Las decisiones que inciden directamente en el ambiente de la vivienda las adoptan los diseñadores, ingenieros, empresarios y funcionarios públicos, muy distanciados social y económicamente entre sí y de las vidas de quienes últimamente ocuparán las viviendas. La ventaja del sistema simple de componentes es la de que los individuos pueden combinar un número relativamente pequeño de elementos de construcción normalizada en un gran número de formas para satisfacer una amplia gama de necesidades individuales. Utilizando este enfoque, un sistema componentizado puede manipularse de forma que responda al régimen de vida del usuario; con los componentes ensamblados ocurre frecuentemente lo contrario.

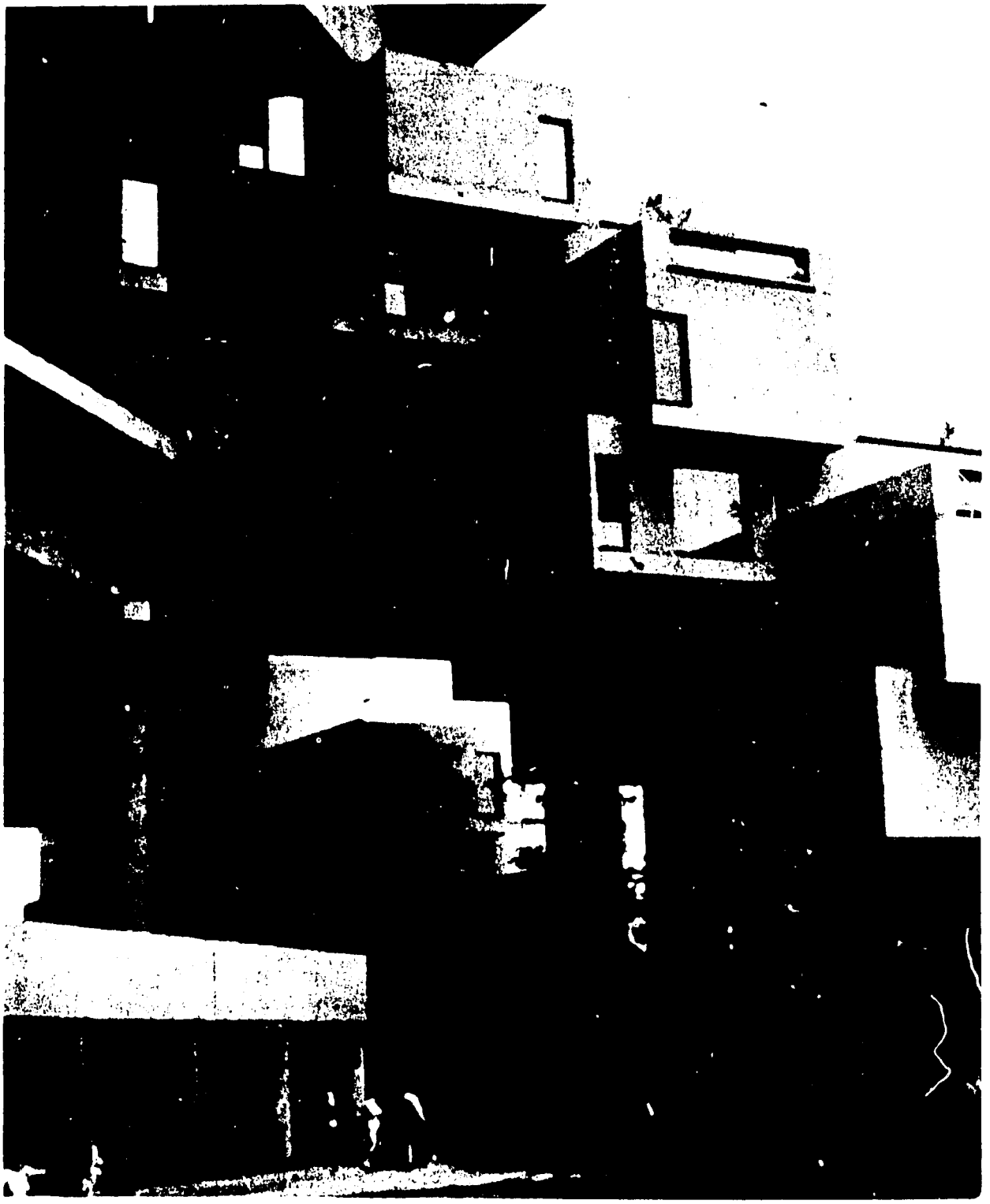
Como consecuencia de estas tres consideraciones, las viviendas destinadas a las familias de bajos ingresos deberán ser fáciles de acomodar y ajustar al cambio. En la mayoría de las situaciones, es evidente que la casa inicial, que con frecuencia apenas si satisface las necesidades más urgentes e inmediatas, difícilmente satisfará también las necesidades futuras. De ahí el que las casas hayan de ser fáciles de modificar, y un proceso industrializado con el que se pretenda satisfacer las necesidades de las familias de bajos ingresos en las regiones en desarrollo deberá ser, al menos, tan sensible al cambio como la construcción convencional que las familias propietarias amplían y mejoran continuamente. Así, pues, el proceso industrializado deberá ser capaz de proporcionar una vivienda inicialmente austera, pero que pueda ser ampliada y mejorada en el transcurso del tiempo.

La vivienda se percibe óptimamente en este contexto como un proceso dinámico y no ya como un producto estático; la provisión de componentes incrementalmente aditivos es de vital importancia para que la tecnología intermedia refleje adecuadamente este proceso. En los casos en que se desea introducir cambios, y ciertamente en los casos en que éstos se convierten en una forma de vida, el sistema de construcción deberá poderse modificar con un desperdicio mínimo. Esto entraña no solo un sistema componentizado, sino también un sistema mediante el cual los componentes, una vez ensamblados, permanezcan individualmente discretos y reemplazables.

La bombilla eléctrica. Una bombilla eléctrica típica nos da un ejemplo excelente de este principio. Cuando se necesita reemplazar la bombilla, la única parte que ha perdido utilidad es un pequeño filamento de tungsteno. Todos los demás componentes de la bombilla son perfectamente utilizables, el globo de vidrio, la base de rosca de metal, el alambrado interno, etc. Sin embargo, debido a que la bombilla está unitizada, es imposible realizar un reemplazo discreto y ha de desecharse toda la bombilla.

La vivienda unitizada, al igual que la bombilla, lleva consigo un desperdicio cuando se produce un cambio; y en vista de la rápida expansión experimentada por la población mundial, y de la disparidad todavía existente y creciente entre los ricos y los pobres, el lujo de desechar pródigamente componentes utilizables va contra el mejoramiento de la vivienda y la reducción de la disparidad económica entre los pueblos. Puede que estén contados los días en que, cuando se desea un cambio, baste con derrumbar una pared o incluso un edificio. Si se desea mejorar las condiciones de la vivienda en las circunstancias más austeras, los componentes obsoletos habrán de reciclarse y reutilizarse con un mínimo de destrucción y desperdicio.

A una escala ligeramente mayor, la propia bombilla también nos proporciona un ejemplo y un modelo de un componente maravillosamente discreto. Cuando se funde la bombilla, o cuando se desea utilizar un tipo de bombilla diferente, ésta puede desmontarse sencilla y fácilmente del aparato de luz y alambrado del edificio. La base donde va atornillada la bombilla está normalizada, pudiendo obtenerse en el mercado, a precios competitivos y con facilidad, reemplazos de distintos tamaños, calidad, configuración y diseño. Así, pues, con una bombilla, al igual que con la simple casa componentizada, el usuario puede comenzar con la solución más austera y más económica posible y, cuando considere oportuno, puede reemplazar el componente inicial y, si procede, ampliarlo o mejorarlo directamente sin verse "atado" a la primera solución austera seleccionada. Así, pues, el sistema de componentes puede crecer y evolucionar a medida que lo hace el usuario.



HABITAT '67-Una de las exposiciones más espectaculares de la Feria Mundial de Montreal de 1967 fue el bloque de vivienda industrializada conocido por el nombre de Habitat. El proyecto ilustra un compromiso a la estrategia de diseño "unitizado" o de "conjuntos", que, de acuerdo con los autores, es menos adecuada para las zonas en desarrollo.

Las viviendas iniciales de las familias de bajos ingresos en las zonas en desarrollo quizás sigan siendo austeras en un futuro cercano, especialmente en ausencia de programas crediticios radicalemnte nuevos o de cuantiosas subvenciones. Para que las tecnologías intermedias hagan una contribución verdaderamente significativa a la capacidad de las familias de bajos ingresos para proporcionarse una vivienda más adecuada, deberán producir componentes fáciles de montar que puedan combinarse inicialmente con una vivienda muy económica. Pero esta vivienda deberá ser fácil de ampliar y mejorar en pequeños incrementos hasta convertirla en una vivienda totalmente madura sin desperdicio ni destrucción de materiales y esfuerzos.

Tecnologías de transición

Aun cuando las tecnologías intermedias que acabamos de describir subrayan la utilización de componentes pequeños, simples y no unitizados, otra característica deseable para los componentes en las zonas en desarrollo es la de que se prestan a toda una serie de técnicas de fabricación. Nuevamente, el bloque de hormigón, aunque no forma parte del sistema de vivienda en su conjunto, nos proporciona un buen ejemplo de un componente que es tradicional; puede fabricarse inicialmente a mano sin ningún cambio en su configuración; últimamente puede mecanizarse por completo y producirse en serie. Es de importancia primordial el hecho de que los bloques fabricados a máquina serán totalmente compatibles y utilizables con los bloques anteriores, hechos a mano.

Así, pues, si las tecnologías intermedias arriba descritas también son de transición, es decir, pueden producirse sin cambio tanto manual como mecánicamente, de acuerdo con las necesidades y capacidades de la sociedad, entonces la tecnología es adicionalmente ventajosa ya que puede evolucionar con la economía. Es, pues, evidente que cuanto más transicional sea la economía tanto más deseable será esta característica adicional de las tecnologías intermedias.

Disponibilidad de tecnologías parcialmente industrializadas e intermedias

A la luz del análisis precedente, parece haber una escasez extrema de tecnologías intermedias parcialmente industrializadas. En realidad, de una breve encuesta de 78 de los sistemas de vivienda más generalmente utilizados se desprende que existe una ausencia casi total de dichas soluciones.

Sin embargo, hay un notable grado de industrialización indirecta en casi todos los países. En forma creciente, los proveedores del sector vivienda se están industrializando, y ciertos componentes típicos tales como los bloques de hormigón y las piezas sanitarias están normalizados y se producen en masa con buena calidad y a precios módicos, factores ambos que fueron mucho más difíciles de obtener antes de la industrialización. Sin embargo, estos componentes existen independientemente los unos de los otros, y no como parte de un sistema integral de la vivienda que pudiera garantizar no solo su compatibilidad sino también una facilidad en la construcción y reemplazo inexistentes ahora en ningún otro lugar.

Así, pues, la tendencia generalizada hacia la industrialización indirecta ha de incrementarse mediante tecnologías intermedias parcialmente industrializadas. En la actualidad, la mayoría de los países en desarrollo se ven obligados a escoger entre sistemas de tecnología avanzada totalmente industrializados o una continuación de sus lentos e inadecuados métodos artesanales de construcción tradicional. Los sistemas avanzados son numerosos y, en desesperación,

muchas zonas menos desarrolladas los han importado con un gran derroche de recursos para obtener resultados de valor muy dudoso.

En la encuesta extraoficial, se constatô que, de las técnicas más utilizadas en todo el mundo, casi todas habían sido producidas por los países industrializados; y las aplicaciones en las zonas menos desarrolladas estaban basadas exclusivamente en importaciones. Además, los autores solo pudieron encontrar unos cuantos ejemplos de tecnologías parcialmente industrializadas e intermedias, las mismas que presentan el reto más prometedor e importante a los profesionales en el campo de la vivienda. Tiene una gran importancia adicional para las zonas en desarrollo, el hecho de que, en dichas zonas, es posible efectuar una abundante experimentación con inversiones y riesgos relativamente reducidos, y sin necesidad de importar de los países industrializados a técnicos, profesionales, máquinas o materiales.

Parte V

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Viabilidad y conveniencia

La mayor parte de la exposición precedente se ha dedicado a las cuestiones que entran en juego en la determinación de si una propuesta específica para industrializar la vivienda en una economía en desarrollo es tanto viable como deseable. En todos los contextos, una propuesta puede considerarse como *factible* si puede esperarse que rinda un mayor número de viviendas, mejores y menos costosas que las producidas convencionalmente. Es deseable también si los costos sociales concomitantes se mantienen dentro de límites aceptables.

Por ejemplo, en la Europa de la posguerra, se juzgó factible la industrialización puesto que con ella se obtenía un volumen mucho mayor de viviendas que el que hubiera podido construirse con otros medios. Sin embargo, este aumento en el volumen se consiguió a expensas de la economía y, frecuentemente, de la calidad, aunque éstas y otras pérdidas se consideraron estar dentro de límites aceptables, por cuya razón el programa se juzgó deseable.

Entre los tres parámetros de la viabilidad --cantidad, calidad y costo de producción-- el costo emerge claramente como el más importante al evaluar la vivienda totalmente industrializada en economías de escasez. Estas economías, que caracterizan al Tercer Mundo contemporáneo, exigen ahorros cuantiosos en el costo para justificar el esfuerzo, compromiso y riesgo que lleva consigo la producción de viviendas totalmente industrializadas. Ningún otro resultado puede justificar posiblemente una tal dedicación de recursos en contextos de escasez. En otras palabras, el riesgo elevado exige una ganancia elevada.

Notablemente, durante la preparación de la presente investigación, los autores no pudieron documentar ni un solo caso en ningún país del Tercer Mundo donde un proyecto de industrialización total hubiera producido el resultado esperado y crucial altamente rentable: una reducción cuantiosa en los costos. Por supuesto, hubo casos de mejoras incrementales tanto en la cantidad como en la calidad de la vivienda, pero todos se lograron a cambio de costos *mayores*. Los autores argumentan que, aun cuando un proyecto que produzca este resultado pudiera ser política o incluso económicamente factible, no es *deseable* en una economía de escasez puesto que contribuye meramente a aumentar el abismo que separa a ricos y pobres.

Al tratar de establecer una medida útil y completa del costo, los autores han vuelto al concepto del "costo de desarrollo" como criterio básico para comparar las economías relativas de la construcción convencional y la industrializada. Los costos de desarrollo comprenden no solo costos de construcción, que están muy claramente relacionados con la industria de la construcción, sino también el financiamiento provisional, gastos generales, utilidades, la tierra y el trabajo en pie de obra, todos ellos factores que también repercuten sobre los efectos de la industrialización.

De acuerdo con este criterio del costo de desarrollo, los casos presentados en este informe se consideran como fracasos, especialmente en vista de que el segmento de gastos generales del costo de desarrollo resulta tan sensible a las interrupciones en el trabajo o "tiempo de paralización" que es uno de los principales problemas de las operaciones industrializadas de las economías en desarrollo.

A la luz de este hecho, los autores recomiendan abandonar la noción de las fuertes inversiones y alto riesgo de las estrategias de industrialización de la vivienda para las economías menos desarrolladas, y volver a concentrarse en los conceptos de menor riesgo de las formas *parcial* e *indirectamente* industrializadas de la fabricación de viviendas, y en formas intermedias y de transición de la tecnología del producto.

Una vez se haya efectuado esta reorientación, el hincapié previo en el costo de desarrollo como principal criterio de evaluación también se reorientará puesto que ya no hay tanto que perder; y son aceptables y viables resultados más modestos en forma de pequeñas mejoras incrementales en la cantidad, calidad o el costo.

Los autores recomiendan a los países en desarrollo adoptar una serie de estrategias de bajo riesgo que subrayen la "industrialización parcial", es decir, la desagregación del proceso de industrialización total. La industrialización parcial selecciona las técnicas de *diseño de sistemas* y *especialización profesional* que pueden implantarse simplemente y sin necesidad de realizar una fuerte inversión. De esta forma, se posponen o evitan las técnicas restantes de alto riesgo de la *concentración* y la *mecanización*.

También se recomienda en este contexto el concepto y estrategia de "industrialización indirecta" ya que reduce análogamente el riesgo, permitiendo así pequeños beneficios en cuanto a mejoras cuantitativas, cualitativas o de costo. En la industrialización indirecta, los proveedores del sector vivienda --aunque *no* de la industria de la vivienda propiamente dicha-- se industrializan bien sea total o parcialmente. Este riesgo es relativamente menor que en la industria de la vivienda en su conjunto ya que, generalmente, los proveedores producen artículos tales como bloques de hormigón o piezas para la vivienda que son mucho más pequeñas y fáciles de industrializar que las casas completas. De ahí el que las políticas que fomentan la industrialización indirecta también pueden ayudar a hacer que los componentes de la vivienda sean más económicos y estén más ampliamente disponibles (incluso si no se coordinan sistemáticamente y no son compatibles como sería el caso si también se industrializaran parcialmente).

Consecuencias sociales

Además de la viabilidad basada en una espectativa razonable de una mayor producción de viviendas, mejores y menos costosas, los autores también postulan que los planes de industrialización no deben ocasionar una reducción en la gama de viviendas entre las que pueden escoger los consumidores, un menor control individual del ambiente de la vivienda o una mayor polarización social o económica. Para satisfacer estos criterios sociales, los autores recurren a las tecnologías intermedias y a series sistemizadas de componentes discretos de construcción, diseñados de forma que ofrezcan el mayor número posible de opciones y control a sus usuarios y, especialmente, a las familias que construyen sus propios hogares sin disponer de aptitudes específicas en el ramo.

Los autores también observan que uno de los motivos primordiales de la industrialización (tal como ocurrió en la Europa de la posguerra), ha sido el de utilizar máquinas que ahorran mano de obra como respuesta a la escasez de este recurso. Sin embargo, con el gran desempleo y subempleo que caracterizan al Tercer Mundo, la sustitución de recursos abundantes de mano de obra por recursos escasos de capital es sumamente desaconsejable desde un punto de vista tanto social como económico. La exposición también alerta a los países en desarrollo sobre los posibles riesgos de planes "viables" de industrialización, incluido el mayor distanciamiento social y económico entre los operarios y los gerentes, la contaminación y la fuga de divisas.

NOTAS AL PIE DE PAGINA

PARTE UNO - INTRODUCCION

1. Naciones Unidas, *Housing, Building, and Planning; Problems and Priorities in Human Settlements*, Informe del Secretario General (A/8037) Nueva York: 21 de agosto de 1970, pág. 27 y págs. 52-54. De acuerdo con el Informe, hubo un déficit del 30% para las "Zonas menos desarrolladas" y un déficit del 21% para el "Total mundial" en 1970. Sin embargo, estas cifras sobre "déficit" de vivienda, ampliamente utilizadas, tienen en general poco valor ya que, en realidad, son sustitutos de la pobreza por un lado, y funciones de normas frecuentemente arbitrarias e inconsecuentes, por el otro. En el Perú, por ejemplo, en 1956, una comisión gubernamental constató que solo 11% de la población nacional vivía en viviendas "estándar" o aceptables. Una tal cifra tan dispar de la real no solo piede su valor como instrumento de política, sino que, además, ignora la diferencia real entre la oferta y la demanda efectiva. En Nairobi, recientemente se constató que los alquileres anuales para las viviendas urbanas excedían el valor total de capital de las propias unidades de vivienda, un indicador mucho más importante de la incapacidad del mercado para responder tanto a la necesidad real como a la capacidad de pago de las familias.

2. Un estudio útil a este respecto es el realizado por M. Christine Boyer, *Comparative Development: A Quantitative Approach*, Tesis M.C.P., Instituto de Tecnología de Massachusetts, Departamento de Planificación Urbana y Regional, Cambridge, Mass., septiembre de 1968 (inédito).

3. Carta a los autores, 7 de enero de 1971, "The Building Research Station", Departamento del Medio Ambiente, Gobierno Británico.

PARTE DOS - LA INDUSTRIALIZACION: MITOS Y REALIDADES

1. *A Fact Book on Home Manufacturing*, "The Home Manufacturers Association", Washington, D.C., págs. 4-5. Véase también *The State of the Art of Prefabrication in the Construction Industry*, Un informe sobre investigaciones por el "Battelle Memorial Institute", Columbus, Ohio, 1967, págs. 14-17.

2. Catherine Bauer, *Modern Housing*, Boston, Houghton Mifflin Company, The Riverside Press, Cambridge, 1934, pág. 207.

3. *Ibid.*, págs. 207-208.

4. *Ibid.*, pág. 208.

5. William Alonso y colaboradores, *Innovations in Housing Design and Construction Techniques as Applied to Low Cost Housing - A Collateral Literature Survey*, preparado para el Departamento de la Vivienda y Desarrollo Urbano, Proyecto de Investigación y Desarrollo de la Vivienda Experimental en las Ciudades, marzo-abril de 1969, Reimpreso por la "Clearinghouse for Federal Scientific and Technical Information" (PB 184 164), Departamento del Comercio de los EE.UU./ "National Bureau of Standards", Washington, D.C., 1969, pág. 33.

6. Marian Bowley, *The British Building Industry*, Cambridge: The University Press, 1966. Véase también Alonso y colaboradores, *op. cit.*, pág. 33.

7. Allan Bates, "La vivienda de bajo costo en la Unión Soviética", *Industrialized Housing*, material recopilado y preparado para la Subcomisión sobre Asuntos Urbanos de la Comisión Mixta Económica, Congreso de los Estados Unidos, Imprenta del Gobierno de los Estados Unidos, Washington, D.C., 1969, pág. 5.

8. Leon M. Herman, "La urbanización y la construcción de viviendas nuevas en la URSS", *Industrialized Housing, op. cit.*, pág. 24.

9. *Ibid.*, pág. 24.

10. Entre otras obras históricas figuran las siguientes:

a) Burnham Kelly, *The Prefabrication of Houses*, Nueva York: Wiley y M.I.T., 1951.

b) Konrad Wachsmann, *The Turning Point of Building*, Nueva York: Reinhold, 1961.

c) Tennessee Valley Authority, *Factory-built Houses*, 1944.

d) El Informe de la Comisión del Presidente sobre la Vivienda Urbana (La "Kaiser Commission"), Estudios Técnicos, Volumen II, Imprenta del Gobierno de los Estados Unidos, Washington, D.C., 1968, págs. 177-189.

11. Alonso y colaboradores, *op. cit.*, págs. 30-31.

12. Comisión Nacional sobre Problemas Urbanos ("Douglas Commission"), Apéndice "Selecciones de la Experiencia Europea con los Sistemas de Construcción Industrializada", Imprenta del Gobierno de los Estados Unidos, Washington, D.C., 1968.

13. Charles Gersten Field, "Home Manufacturing and Building Codes: The Confrontation Between Technology and Institutional Regulation", disertación inédita al doctorado en Planificación Urbana y Regional, Harvard University, Cambridge, Mass., junio de 1971, pág. 28.

14. Informe de la Battelle Research Corporation, *op, cit.*, pág. 17.

15. Alonso y colaboradores, *op. cit.*, pág. 36.

16. Daniel A. Hodes, "The Modular Housing Industry", *Financial Analyst's Journal*, mayo-junio de 1970, pág. 85, utilizando el Indice de Fabricación de la Oficina Estadounidense de Estadísticas Laborales, y el Indice de Construcción de la *Economics of the Construction Industry*, "The Conference Board", 1969.

17. Aprodicio A. Laquian, "Housing Squatters and Slum Dwellers in Southeast Asia", ponencia entregada a la 137ª Reunión de la Asociación Americana para el Adelanto de la Ciencia, Chicago, Ill., diciembre de 1970, págs. 8-9; cita de: Gobierno de Malasia, *Industrialized Building Techniques for Low Cost Housing*, Kuala Lumpur: Ministerio del Gobierno Local y la Vivienda, 1970, págs. 4-5.

18. Frank de Leeuw y colaboradores, "Housing Costs and the Industrialization of Production, Documento de Trabajo 121-1, "The Urban Institute", Washington,D.C., mayo de 1969.

19. Herman, *op. cit.*, pág. 26.

20. *Bibliography of Industrialized Building*, Consejo Sudafricano de Investigación Científica e Industrial, "National Building Research Institute", Pretoria, Sudáfrica, 1966 (mimeografía), pág. iv.

21. Figura adaptada del cuadro 3, Horas/hombre aproximadas por mil pies cuadrados de vivienda multifamiliar, Comisión Nacional sobre Problemas Urbanos, *op. cit.*

22. Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, *Trends in the Industrialization of Building*, Naciones Unidas, Nueva York, 1970 (No.ST-SOA-102), pág. 27, cita de: Stavební výzkum cís. 2-3. Výzkumný ústav stavební výroby, Praha, 1963.

23. Paul W. Strassmann, "Innovating and Employment in Building: The Experience of Peru", *The Oxford Economic Papers*, tomo 22, julio de 1970, págs. 244-259. Entre las once innovaciones estudiadas figuraron las siguientes: 1) baldosas de vinilo, 2) piso veneciano integral, 3) formeros de metal para el techo, 4) vigas pretensadas para los techos, 5) andamios tubulares, 6) formeros de metal para las paredes, 7) paneles externos prefabricados, 8) ladrillos de arenacal, 9) ladrillos de arcilla, poco pesados y fabricados mecánicamente, 10) tuberías de cemento amiantado y 11) tuberías de plástico P.V.C. Strassman advierte: "Todas las once innovaciones aquí examinadas minuciosamente redujeron los costos unitarios por concepto de mano de obra o el componente en cuestión entre un 20 y un 90 por ciento, pero ordinariamente en una tercera parte...Por otro lado, solo tres de las innovaciones redujeron los costos de los materiales (las baldosas de vinilo, las tuberías de cemento amiantado y las tuberías de plástico P.V.C.), mientras que ocho los aumentaron". pág. 258.

24. Además de las observaciones personales de los autores, han hecho observaciones análogas Edward Brice y Paul M. Goldberg, en la "Sloan School of Business Administration", Instituto de Tecnología de Massachusetts, Cambridge, Mass., 1971.

25. Guy G. Rothenstein, "European System Building", documento presentado a la Oficina Ejecutiva del Presidente, Oficina de Ciencia y Tecnología, Debate Interdepartamental sobre Vivienda Avanzada, Washington, D.C., marzo de 1967, transmitido por Marion Schlefer, *Industrialization of Housing:Today's Potential*, Servicio de Referencia Legislativa de la Biblioteca del Congreso de los EE.UU., Washington, D.C., 1968, Apéndice IV.

26. "Systems Built Apartments Collapse", *Engineering News Record*, Nueva York: McGraw-Hill Publishers, 23 de mayo de 1968, pág. 54. Tres personas perecieron en el derrumbamiento y 11 resultaron lesionadas. Como resultado, se ordenó la evacuación de 6.000 personas de 26 edificios construidos con el mismo sistema industrializado. Véase también *Engineering News Record*, 22 de agosto de 1968, pág. 17, y 21 de noviembre de 1968, pág. 23.

PARTE TRES - EL EFECTO DEL CONTEXTO SOBRE LA INDUSTRIALIZACION

1. Programa de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas, "Housing in Ghana" (ST/TAA/K/GHANA/I) Nueva York, 1957. Las citas y materiales para este caso se sacaron de la pág. 38 y las págs. 127-134. En el equipo que presentó la declaración figuraron Charles Abrams, V. Bodiansky y O. Koenigsberger.

2. *Ibid.*, pág. 38. El extremo opuesto puede observarse en la Competición PREVI (Proyecto Experimental de Vivienda) patrocinada conjuntamente por el Gobierno del Perú y el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas. La competición estuvo abierta a todos los arquitectos peruanos y a 13 arquitectos extranjeros invitados en relación con "el desarrollo de nuevos enfoques y técnicas en el campo de la vivienda urbana, con hincapié en las necesidades de los grupos de bajos ingresos de la población". El programa se inició en 1967-68 y no ha quedado concluido todavía.

3. Los eventos presentados en este caso ocurrieron realmente, y los autores los relatan sobre la base de observaciones confidenciales directas. Sin embargo, se han modificado ciertos hechos con el fin de encubrir la identidad de los individuos, compañías y países en cuestión, y de hacer la lectura del caso más fácil e ilustrativa. (La principal actividad de la compañía en este caso fue la fabricación de materiales para componentes de la construcción.)

4. Programa de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas, "Housing in Ghana", *op. cit.*, pág. 133 (las cursivas son nuestras).

5. Los eventos presentados en este caso ocurrieron realmente, y los autores los relatan sobre la base de observaciones confidenciales directas. Sin embargo, se han modificado ciertos hechos con el fin de encubrir la identidad de los individuos, compañías y países en cuestión, y de hacer la lectura del caso más fácil e ilustrativa.

PARTE CUATRO - HACIA UNA ESTRATEGIA

1. Programa de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas, "Housing in Ghana", *op. cit.*, pág. 135.

2. *Ibid.*, 134.

3. Bruce Martin, *Standards and Building*, Londres, Inglaterra: Publicaciones RIBA, Ltd., 1971, pág. 102. Martin advierte lo siguiente:

> Quizás el ejemplo más notable en la historia de la construcción sea la planificación de casas japonesas basadas en un tamaño estándar cuadrado doble de estera (de unos 900 x 1800 milímetros), que constituye, en efecto, una unidad de área, y de la que se derivan los tamaños y configuraciones de todas las habitaciones y el plan general de la casa. En 1946, las escuelas del Consejo del Condado de Hertfordshire (Inglaterra) adoptaron un método análogo de planificación cuando se seleccionó un cuadrado de 2515 milímetros como unidad estándar de planificación para determinar los tamaños y configuraciones de las habitaciones y también para localizar los montantes de acero y la disposición de las vigas. El método se perfeccionó luego en 1950 con la introducción de un cuadrado de 1016 milímetros como unidad de planificación, paneles para las paredes de grosor uniforme (41 milímetros) y paneles para los techos que formaban un cuadrado de 965 milímetros...
>
> El empleo de la unidad estándar de espacio en el diseño de los edificios se repite frecuentemente en la historia de la construcción, pero hoy no constituye una norma aceptada, debido quizás a que todavía no se han estudiado y aprovechado plenamente sus efectos...

En el curso de estas dos últimas décadas se han desarrollado muchos sistemas de construcción sobre rejillas de referencia tartán y línea central. Pero el uso de dichas rejillas no entraña necesariamente el empleo de una unidad repetitiva de espacio o el uso de componentes afines normalizados tales como esteras de suelos, paneles de techos y unidades para las paredes. La rejilla de referencia puede ser simplemente un sistema de referencia que no determina el tamaño y configuración de los componentes ni prescribe las normas que rigen su ubicación.

4. Programa de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas, "Housing in Ghana", *op. cit.*, pág. 4.

5. Puede verse una bibliografía de artículos periódicos sobre Habitat '67 en: *Habitat '67*, Ottawa, Canadá, Queen's Printer, 1967. Para ver los criterios propios del arquitecto, consúltese Moshe Safdie, *Beyond Habitat*, editado por John Kettle, Cambridge, Mass., y Londres, Inglaterra: M.I.T. Press, 1970.

6. La encuesta se recopiló con los datos obtenidos de T. Schmid y Carlo Testa, *Systems Building, An International Survey of Methods*, Nueva York-Washington, Frederick A. Praeger, 1979, e *Industrialized Building - A Comparative Analysis of European Experience*, Informe Especial de la Oficina de Asuntos Internacionales, Departamento de la Vivienda y Desarrollo Urbano de los EE.UU., Washington, D.C., abril de 1968; Apéndice, febrero de 1968, págs. 1-67, y David A. Crane y colaboradores, *Technologies Study: Fort Lincoln New Town*, La Aplicación de la Innovación Tecnológica en el Desarrollo de una Comunidad, Agencia de Redesarrollo de la Tierra del Distrito de Columbia, y col., Washington, D.C., diciembre de 1968, págs. 25-120, y *The New Building Blocks, A Report on Factory-Produced Dwelling Module*, Informe sobre Investigaciones Núm. 8, Centro para Estudios Ambientales y de la Vivienda, Cornell University, Ithaca, Nueva York, 1968.