

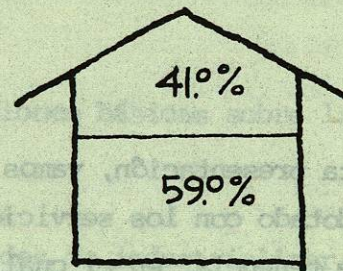
La adquisición de terreno, construcción de la infraestructura, urbanización y el equipamiento urbano constituyen los insumos para dotar a la vivienda con los servicios públicos necesarios. Estos integran aproximadamente el 26.5% de su valor.

La construcción de la vivienda, proyectos, supervisión técnica, estudios, control de calidad, comercialización, seguros y costos financieros son los insumos que componen el inmueble propiamente dicho. En su conjunto, estos integran del orden del 70% del valor de la vivienda, correspondiendo un 59% a la construcción propiamente dicha.

Los costos de escrituración y legales, que son del orden del 3.5% del valor total de la vivienda, dan lugar al marco legal de tenencia.

De esta composición se desprende que solo una parte del valor de la vivienda ( 59% ) puede beneficiarse con las bondades de la industrialización.

El resto del valor ( 41% ) se compone de insumos cuyo tratamiento salen del campo en cuestión.



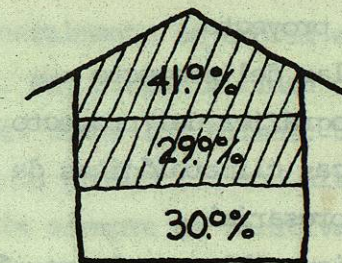
## II.- POSIBILIDADES DE INDUSTRIALIZAR LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA

### II - 1.- INDUSTRIALIZACION DE LA CONSTRUCCION.

De todos los sectores de la Industria, el ramo de la construcción es el último que entra en la etapa de desarrollo tecnológico, un siglo después que prácticamente todos los otros sectores industriales. En muchos países, el nuestro no es la excepción, lo único que ha sucedido es que el trabajo ha cambiado de escenario, desde el terreno de construcción a la Planta, pero usando los mismos materiales y los mismos métodos de trabajo.

Así, cronológicamente se puede decir que la industrialización del sector construcción se encuentra aún en la infancia.

Además, una característica que distingue a la industria de la construcción de todos los demás ramos de la industria, y que limita aún más la posibilidad de serializar los procesos, es que algunos de ellos no pueden trasladarse a la planta y deben siempre llevarse a cabo en la obra. Según estudios efectuados <sup>b/</sup>, aún si se llegara a una utilización plena de la producción industrial de elementos, por lo menos el 50% del volumen total de la construcción todavía se efectuaría en obra.



Con lo cual, se puede concluir que, en el mejor de los casos, hasta un 30% del valor de la vivienda es susceptible de industrializarse. Es importante enfatizar este límite para evitar la expectativa de economías espectaculares como resultado de logros tecnológicos.

### II - 2.- INDUSTRIALIZACION EN PLANTA.

Definimos como Industrializar en planta, el disponer dentro de una instalación de la maquinaria, personal especializado, materias primas, productos intermedios, organización empresarial y recursos de capital en tal forma que sea posible la fabricación en serie dentro de las normas de calidad preestablecidas, de productos intermedios o finales. En el caso de la construcción, hablamos de industrialización en planta cuando se dan las circunstancias descritas y obtenemos los productos intermedios para su ensamblaje en la obra como parte integrante de un producto final.

### II - 3.- ELECCION DE SISTEMAS.

Ahora bien, cuando el constructor actual habla de industrialización de la vivienda, se está refiriendo genéricamente a la posibilidad de apli-

<sup>b/</sup> Tendencias de la Industrialización de la Construcción, Naciones Unidas, 1972.

car los principios de la repetición en grandes cantidades, y la traslación de estas tareas a una línea continua, todo lo cual constituye la base de los métodos de producción industrial.

Estos principios pueden aplicarse a la estructura y a algunos componentes del edificio. Hay parámetros que afectarán nuestras decisiones:

- a) Magnitud del proyecto
- b) Calidad modular del proyecto
- c) Ubicación geográfica del proyecto
- d) Características climatológicas de la Zona
- e) Capacidad empresarial
- f) Materiales disponibles en la región
- g) Mano de obra disponible en la región
- h) Equipo para fabricación disponible
- i) Capacidad de inversión
- j) Equipo de transporte disponible
- k) Calidad y estado de las comunicaciones de superficie
- l) Equipo para montaje disponible
- m) Tipo de construcción atendiendo a la funcionalidad. ( Unifamiliar y/o multifamiliar )
- n) Tipo de construcción atendiendo a la arquitectura. ( Uno ó varios niveles )
- ñ) Productos intermedios disponibles en la región

La ordenación y análisis de estos parámetros nos conducirá, casi por eliminación, a la elección y elaboración de un planteamiento técnico de ejecución con diverso grado de industrialización. El sistema surgido de este análisis resulta de la interacción entre las experiencias en la materia habidas en otros países y las condiciones relativas de nuestro país.

Siendo característica primordial del producto final vivienda su gran tamaño y su gran peso en comparación con otros productos industrializados, no es de extrañar que sea esta característica la que definirá los sistemas

de construcción industrializada. Atendiendo a esta importante característica, que matiza todos los demás requerimientos para montar una industria de componentes para la construcción de vivienda, vamos a diferenciar entre los sistemas pesados y los sistemas ligeros.

### II - 3.1 Sistemas Pesados.

En estos sistemas generalmente se emplea el concreto reforzado como material básico fundamental. Hay disponibilidad de materiales y de técnica del concreto armado en casi todos los Países. Un sistema pesado normalmente requiere equipos y medios de producción con alto grado de mecanización. Por esto la inversión necesaria siempre es relativamente grande con un largo período de recuperación.

Para los componentes pesados se requiere disponer de equipo de transporte especial que lleva aparejado una cierta calidad en los sistemas de comunicación. Con la experiencia existente se puede afirmar que se cargarán el orden de 30 ton. por cada tractocamión y que una buena medida de eficiencia serían 100 M<sup>2</sup> de elementos por cada 30 ton. El montaje de las estructuras pesadas se apoya necesariamente en grúas. Para este sistema no existe límite en cuanto altura de los edificios, ya que se vuelve únicamente un problema de diseño.

Bajo un punto de vista técnico, las estructuras pesadas son mas convenientes para las construcciones de varios pisos. Con un énfasis especial en las juntas, estas estructuras pueden diseñarse para zonas sísmicas. Tienen buena resistencia al fuego y regular capacidad de aislamiento térmico y sónico.

En cuanto a velocidad de producción, aún cuando la producción y montaje de la estructura puede acelerarse, se requiere más trabajo de terminado en el terreno mismo.

No son recomendables los transportes a largas distancias y se depende mucho de un buen sistema carretero.

Bajo un punto de vista económico la inversión es alta.

## II - 3.2 Sistemas ligeros.

En este tipo de sistemas se utilizan materiales mas refinados como tableros de madera, tableros de tabla roca ó asbesto cemento, laminados de acero, laminados plásticos, etc. Estos materiales y sus técnicas de producción y manejo no existen disponibles localmente mas que en ciertas partes.

Para producir componentes ligeros se requieren equipos mas sencillos y la inversión necesaria es mas baja.

Los elementos ligeros se pueden transportar en camiones comunes.

Para su montaje se utilizan implementos sencillos, sin necesidad de grúas.

Las estructuras ligeras se pueden emplear para edificios de uno ó dos niveles únicamente.

Atendiendo a la técnica, las estructuras ligeras son convenientes si no se imponen condiciones de carga muy exigentes. Son estructuras poco resistentes aún cuando muy aislantes térmica y sónica. Hay problemas de pudrimiento y deterioro a largo plazo.

En relación al programa, el tiempo de montaje es corto ya que no hay que movilizar un lote de equipo pesado de construcción. Además es posible el trabajo simultáneo de varias cuadrillas. El trabajo en el campo, después del ensamblaje es poco ya que el grado de terminación en planta es alto.

Hay poca influencia del costo de transporte.

## III .- SISTEMA COORDINACION MODULAR ABIERTO.

Al pie de una obra de vivienda de construcción industrializada se deberán ver una variedad de elementos y piezas de construcción, provenientes de diferentes fábricas y talleres. Así se tendrán losas de piso, paneles de pared interior, elementos de paredes exteriores con ventanas y puertas, escaleras, etc; todos estos elementos, productos de la prefabricación, deberán tener sus dimensiones principales coordinadas entre sí. Todos constituyen componentes de la industria de prefabricación dentro de un sistema de coordinación modular abierto.

¿ Qué significa esto ? Es un método de organización la industria de

la prefabricación de manera que se establezca un mercado abierto de elementos de construcción que encajen entre sí, tanto geométrica como funcionalmente y que permita construir una amplia variedad de proyectos arquitectónicos.

Los elementos pueden ser de concreto, metales, asbesto, yeso, plásticos ó cualquier material que satisfaga las exigencias funcionales de proyecto y sea acorde con las condiciones económicas de la región. Lo característico de este sistema es la intercambiabilidad de los componentes aún cuando se originen en distintos fabricantes.

Este sistema abierto elimina la necesidad de tratar directamente con el cliente. Además permite la acción profesional de un contratista general así como la acción del autoconstructor.

Cuando estos elementos de construcción se diseñan para uso múltiple e intercambiable, se genera un mercado mas sólido y estable que el tradicional de la construcción, lo que permite al productor dedicar todos sus esfuerzos a mejorar su diseño y a investigar nuevos materiales ó técnicas de ensamblaje.

Esta situación no se ha presentado en nuestro País por inmadurez técnica y profesional del conjunto de involucrados en el problema, inmadurez que ha permanecido estática por cierta influencia paralizadora de intereses e inversiones previas.

Así mismo el retraso de nuestras normas a nivel nacional constituye un nudo que debería ser resuelto previamente al establecimiento de un sistema abierto de coordinación modular.

Pensamos que el problema de aceptación del concepto sería obviado si se resuelven los problemas fundamentales mencionados. El establecimiento de un sistema de coordinación modular abierto es condición indispensable para que los industriales de la construcción intentemos seriamente allegarnos los beneficios de la industrialización en la construcción de vivienda.

Gerente General de Precolados PRETECSA  
Gerente Técnico de PRETECSA  
Catedrático de Resistencia de Materiales.  
U.N.A.M.-E.N.E.P.-ACATLAN