

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA
COMITE DE COOPERACION ECONOMICA
DEL ISTMO CENTROAMERICANO



REUNION SOBRE PROBLEMAS DE VIVIENDA,
INDUSTRIAS DE EDIFICACION Y MATERIALES
DE CONSTRUCCION EN CENTROAMERICA Y PANAMA

Realizada conjuntamente por la CEPAL, la Subdirección de Vivienda,
Construcción y Planeamiento de la Dirección de Asuntos Sociales de
Las Naciones Unidas, IAT y la Unión Panamericana.
San José, Costa Rica, 11 de noviembre de 1957

POENENCIA DE LA DELEGACION SALVADOREÑA SOBRE NOR
MILIZACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCION, DIMEN
SIONAMIENTO Y COORDINACION MODULAR DEL DISEÑO .

P R I M E R A

R E U N I O N

S O B R E P R O B L E M A S

D E V I V I E N D A

D E

C O S T A R I C A Y P A N A M A

--ooOoo--

1 9 5 7

PONECIA DE LA COMISION I INTEGRADA POR:

ING. ALEJANDRO F. RODRIGUEZ h.
PRESIDENTE

VOCAL:

ARQ.

ENRIQUE SALAVERRIA

ARQ.

RENATO ROMERO

.....
-.-.-.-.-

PRIMERA REUNION SOBRE PROBLEMAS DE VIVIENDA
DE CENTRO AMERICA Y PANAMA, CELEBRADA EN SAN
JOSE, COSTA RICA, DEL 10 al 16 de NOVIEMBRE
DE 1957.

COMISION I- NORMALIZACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCION, DIMENSIONA
MIENTO Y COORDINACION MODULAR DEL DISEÑO

A.- La coordinación modular de los diseños desarrollados por el Instituto de Vivienda Urbana de El Salvador.

a) RESEÑA SOBRE LOS DISEÑOS MODULARES EFECTUADOS.

El Instituto de Vivienda Urbana, conciente de su función encaminada a resolver el problema de la vivienda en nuestro país, por todos los medios a su alcance y dentro de los aspectos socio-económicos, urbanísticos y tecnológicos, dispuso desarrollar en forma integral el diseño modular de la vivienda de interés social en sus diferentes realizaciones y necesidades. Es cierto que una normalización absoluta no es posible obtener; sin embargo, como objetivo primordial, se ha pretendido encontrar un módulo que según nuestro criterio sea funcional en lo físico y para el elemento humano que hará uso de los correspondientes espacios. Después de muchas tentativas y pruebas, se ha llegado a la conclusión que el valor más adaptable al módulo es el de 1.35m., tomando en cuenta el espacio que se pierde en paredes. Es obvia la fácil aplicación de esta medida en la colocación de los muebles y de las instalaciones fijas (servicios sanitarios y artefactos de cocina) con relación al espacio que los rodea; también ha sido evidente su funcionalidad en el desarrollo de los espacios correspondientes a pasillos y escaleras. Sabido es que el módulo tiene que representar un valor máximo o mínimo de acuerdo al ambiente que determinará. El módulo de 1.35m., puede considerarse como un máximo para el ancho de un pasillo, de una escalera, un balcón, etc., y como un mínimo para el ancho de una cocina y un baño. También consideramos este módulo como el valor límite para obtener una abertura de puerta o de ventana normal.

Si en vez del módulo escogido adoptáramos la mitad de éste, tendríamos el cuadrado original dividido en cuatro partes; el número de soluciones a adoptarse con respecto a los baños, sería casi ilimitada; además, la relación que debe existir en la investigación desarrollada en la planta tipo de una vivienda, debe estar basada en la condición de asignar un módulo como contacto entre una habitación y el pasillo.

Sabido es que las áreas de circulación sirven para relacionar los distintos locales entre sí; también sabemos que de su disposición y dimensión dependen el buen o mal uso de una vivienda; --

por consiguiente, hemos dispuesto que en todo caso su anchura bruta sea fija e igual al valor de un módulo, es decir 1.35m., siempre — con una longitud mínima, necesaria y suficiente para abarcar en su — perímetro aquellas habitaciones que deben ser comunicadas, con un — un contacto mínimo de un módulo. Su límite estará regulado por 5 módulos (6.75 mts.)

Para el dimensionamiento de los dormitorios se ha establecido la siguiente tabla:

Para 1 cama	4 módulos cuadrados
para 2 camas	6 módulos cuadrados
para 2-3 camas	8 módulos cuadrados
para 3 camas	9-10 módulos cuadrados
para 4 camas	11-12-13 módulos cuadrados.

Es así como hemos logrado obtener las plantas tipificadas que sometemos a consideración de Uds., para que sean discutidas y criticadas en el presente Seminario.

Tipos de viviendas desarrollados

a) Vivienda unifamiliar de 2 dormitorios (tipo mínimo)

1 sala-comedor	=	12	Módulos	
2 Cocina	=	4	"	
3 Baño	=	2	"	
4 Dormitorio No. 1	=	6	"	
5 Dormitorio No. 2	=	6	"	30 módulos

$$\text{Área total} = 30 \times 1.82 = 54.60 \text{ mts.}^2$$

b) Vivienda Unifamiliar de 3 dormitorios (tipo mínimo)

1 Sala-Comedor	=	12	Módulos	
2 Cocina	=	4	"	
3 Baño	=	2	"	
4 Dormitorio No. 1	=	6	"	
5 Dormitorio No. 2	=	6	"	
6 Dormitorio No. 3	=	6	"	
7 Circulación	=	3	"	39 módulos

$$\text{Área total} = 39 \times 1.82 = 70.98 \text{ mts.}^2$$

c) Vivienda Multifamiliar de 2 dormitorios (Tipo Mínimo)

1 Sala-comedor	=	12	Módulos	
2 Cocina	=	4	"	
3 Baño	=	2 $\frac{1}{2}$	"	
4 Dormitorio No. 1	=	6	"	

5 Dormitorio No. 1	=	6	módulos
6 Balcón y terraza	=	3	"
7 Ducto de Instalaciones	=	$\frac{1}{2}$	"
8 Escaleras	=	2	"
			36 módulos
Área total = $36 \times 1.82 = 65.52 \text{ m}^2$.			

d) VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 3 dormitorios (tipo mínimo)

1 Salc-comedor	=	12	Módulos
2 Cocina	=	4	"
3 Baño	=	$2\frac{1}{2}$	"
4 Dormitorio No. 1	=	6	"
5 Dormitorio No. 2	=	6	"
6 Dormitorio No. 3	=	4	"
7 Circulación interna	=	1	"
8 Ducto de Instalaciones	=	$\frac{1}{2}$	"
9 Escaleras	=	2	"
			41 Módulos
Área total = $41 \times 1.82 = 74.62 \text{ m}^2$			

e) VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 2 DORMITORIOS (tipo "D-2-A"-D-2 B")

1 Dormitorio No. 1	=	6	Modulos
2 Dormitorio No. 2	=	6	"
3 Baño	=	2	"
4 Cocina-comedor	=	6	"
5 Sala	=	9	"
6 Circulación	=	6	"
7 Balcón	=	3	"
			38 módulos
Área total = $38 \times 1.82 = 69.16 \text{ m}^2$.			

f) VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 3 dormitorios (tipo medio)

1 Salc	=	9	Módulos
2 Comedor	=	9	"
3 Cocina	=	4	"
4 Baño No. 1	=	3	"
5 Baño No 2	=	2	"
6 Dormitorio No. 1	=	9	"
7 Dormitorio No. 2	=	7	"
8 Dormitorio No. 3	=	6	"
9 Dormitorio No. 4	=	6	"
10 Garage	=	15	"
11 Lavaderos	=	2	"
12 Porch	=	3	"
13 Circulación	=	3	"
			78 módulos
Área total = $78 \times 1.82 = 141.96 \text{ m}^2$.			

g) VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 3 dormitorios
(Tipo medio tipo "G")

1 Dormitorio No. 1	=	9	Módulos
2 Dormitorio No. 2	=	9	"
3 Dormitorio No. 3	=	9	"
4 Baño	=	4	"
5 Sala-comedor	=	12	"
6 Cocina	=	2	"
7 Baño sirvientes	=	1	"
8 Lavadero y tendedero	=	6	"
9 Dormitorio sirvientes	=	4	"
10 Circulación	=	20	" (Incluida escalera)
11 Balcón	=	3	"
			<u>79 Módulos</u>

Area total = 79 x 1.82 = 143.78 m².

h) EDIFICIO COMERCIAL y VIVIENDA (tipo medio)
(Planta baja-Comercio)

1 Farmacia-Fuente de soda	=	31	módulos
2 Salón de Belleza-Barbería	=	24	"
3 Sastrería-Zapatería	=	24	"
4 Super-Mercado	=	31	"
5 Circulación	=	12	"
			<u>122 módulos</u>
T o t a l		122	"

Area total = 122 x 1.82 = 222.04 m².

CADA APARTAMENTO, 2o. y 3er pisos

1 Dormitorio No. 1	=	6	Módulos
2 Dormitorio No. 2	=	6	"
3 Dormitorio No. 3	=	6	"
4 Baño No. 1	=	3	"
5 Dormitorio sirvientes	=	4	"
6 Baño sirvientes	=	2	"
7 Tendedero ropa	=	4	"
8 Cocina	=	4	"
9 Sala-comedor	=	19	"
10 Balcón	=	3	"
11 Circulación y escalera	=	11	"
12 Closets (dormt. y servi- cios generales)	=	4	"
			<u>72 Módulos</u>
			Area total = 72 módulos = 131.04 m ² .

B.- MODULACION DE ESPACIOS.

b.1 Horizontal. Como quedó establecido en la descripción de los diseños modulares hecha anteriormente, el módulo adoptado para la distribución de la planta es de 1.35 m. Es con esta medida que han sido limitados los correspondientes locales o ambientes sobre el plano horizontal; basándose en las justificaciones y ensayos antes -

dichos. Los espesores de los muros o paredes han sido dimensionados con un sub-módulo de 15 cm.

b.2 VERTICAL. Para la modulación de este plano, el módulo de 1.35 m. ha sido empleado únicamente en la determinación de la altura de la vivienda. Empleamos para esta dimensión dos módulos (2.70 m). Sin embargo, como sub-módulo constructivo hemos empleado divisores de 1.35 m. como son 15 y 45 cms.

Los elementos utilizados para las paredes están diseñados con submódulos constructivos únicamente en el plano horizontal, pues en el vertical no fué posible hacerlo por dificultades de producción de parte de los industriales. Para obtener una dimensión que juntamente con la mezcla de la unión diera la altura total de la vivienda, habría sido necesario hacer transformaciones que no ameritan por el momento efectuarlas. En la parte correspondiente a la descripción de los elementos constructivos están ampliados los anteriores conceptos.

c) MODULACION DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.

c.1) Especificaciones de los distintos materiales en uso.

BLOQUES DE CONCRETO. Los bloques de concreto son producidos por medio de compresión y vibración. La materia prima usada es local y está constituida por arena, piedra pómez y cemento gris tipo Portland. La arena debe ser lavada, libre de impurezas y de materias orgánicas; debe pasar a través de un tamiz de $\frac{1}{4}$ " (pulgada inglesa) por cuadro. La piedra pómez es pasada primero a través de un tamiz de $\frac{1}{32}$ " (pulgada inglesa) por cuadro para eliminar el polvo; en seguida se tamiza en zaranda de $\frac{1}{4}$ " (pulgada inglesa) por cuadro y queda así lista para ser empleada en la mezcla. El proporcionamiento de la mezcla es aproximadamente como sigue: 1 volumen de cemento gris y 7 volúmenes de arena y piedra pómez en cantidades iguales.

VIGUETAS DE CONCRETO. VIGUETAS tipo "T" invertida.— Estas viguetas están construidas de concreto vibrado con su correspondiente refuerzo de acero de grado estructural, con una fatiga de trabajo a la tensión de 1400 Kg/cm²; la resistencia del hormigón empleado no deberá ser menor de 250 Kg/cm². a los 28 días de haber sido fundida la vigueta en el molde. Se exige un revenimiento máximo de 10 centímetros. La superficie deberá quedar sin cavidades pues se exige que éstas no tengan ningún tratamiento posterior, como decir repellos, etc. Las dimensiones de la vigueta y la proporción y dimensión del refuerzo empleado aparecen en los planos presentados.

VIGUETAS tipo "U" Invertida.— Estas viguetas, si bien siguen las mismas especificaciones técnicas de la anteriormente descrita, tienen la ventaja que no utilizan ningún elemento adicional para la formación de la cubierta. Además las dimensiones, tanto de la vigueta en sí, como la del acero del refuerzo, son menores. También adjuntamos los planos respectivos para su comparación.

c.2) Descripción técnica del método o procedimiento de producción.

BLOQUES DE CONCRETO. Los bloques de concreto son producidos en máquinas de vibro-compresión dinámica de 12.000 R.P. M. - Antes de ser llevada la mezcla a esta máquina, la revoltura es verificada en mezcladoras mecánicas para lograr una mejor integración de los distintos materiales. El bloque es sometido a compresión después de haber sido vibrado, ésta puede considerarse como primera etapa. - En la segunda etapa hay una compresión simultánea a la vibración, - en este proceso se logra un revenimiento de la mezcla de 2.5 cm. - Efectuado lo anterior, el bloque es extraído del molde y sometido a curación bajo techo durante tres días, colocándose en pilas de 3 hileras y humedeciéndolo 3 veces diarias. Posteriormente es trasladado a un lugar descubierto para continuar el proceso de curación durante 15 días, siempre manteniendo una humedad en el bloque no tan intensa como la inicial.

VIGUETAS DE CONCRETO. Para la producción de viguetas, tanto del tipo "U" como del "T", la revoltura de la mezcla se efectúa también por medios mecánicos. Una vez preparada la mezcla se deposita en los moldes respectivos los cuales a su vez están colocados sobre mesas vibratoras para lograr una distribución homogénea de la mezcla. Ocho horas después la vigueta es extraída del molde y colocada en las piletas de curación donde permanecen durante 5 días. La vigueta queda lista para ser colocada en la cubierta a los quince días de haber sido fraguada.

C.3) Descripción técnica del método o procedimiento de ensayo.

BLOQUES DE CONCRETO. Para el ensayo de estos elementos se emplean los servicios del Laboratorio del Ministerio de Obras Públicas, en donde por medio de máquinas universales, es determinada la resistencia al esfuerzo de compresión del elemento y luego comparada con los requerimientos exigidos por el I.V.U., los cuales son los siguientes:

	<u>LARGO</u>	<u>ESPESOR</u>	<u>ALTO</u>	<u>RESIST. A LA COMP.</u>	<u>peso</u>
Bloques de	45 x	15 x	20 cm.	45/50 K/cm ² .	24 lbs
" "	30 x	15 x	20 "	30/35 "	= 16 "
" "	15 x	15 x	20 "	15/20 "	= 8 "
					=
Losetas de cubierta	47 x	16.5 x	20 "	33 "	= 26 "

Para las losetas de cubierta, la resistencia exigida es el esfuerzo cortante.

VIGUETAS DE CONCRETO. Estos elementos son sometidos a la prueba de carga para determinar su comportamiento sabiendo de antemano que trabajará como una viga simplemente apoyada. Se trata únicamente de flexión simple provocada al ser cargado con bolass de cemento 42.5Kg. c/u. el elemento que se trata de probar. la condición de apoyo simple es lograda por medio de rodillos de acero colocados en los extremos de la vigueta.

Para utilizar el elemento "T" invertida, se hizo un primer ensayo con una vigueta simple y cuyos resultados se detallan a continuación:

NOTA: Se observaron grietas de tensión, aproximadamente al poner la 10a. hilada, que aumentaron al incrementar la carga y que desaparecieron a la simple vista, al remover la carga media hora después de colocada la última hilada.

No. de hiladas	carga Tot. kgs.	Carga Unitaria Kg/m ² .	Lectura escala m/m.	Dif. de lec.	Dif. De- flex m/m.	Deflex m/m.	Rel A L
0	0	0	168				
1	722.5	180.6	171	3	.30	.30	0.000075
2	1445.0	361.2	176.5	5.5	.55	.85	0.000213
3	2167.5	541.8	180	3.5	.35	1.20	0.00030
4	2890.0	722.4	189	9	.90	2.10	0.000525
5	3612.5	903.0	197	8	.80	2.90	0.000725
6	4535.0	1083.6	207	10	1.00	3.90	0.000975
7	5057.5	1264.2	219	12	1.20	5.10	0.001275
8	5780.0	1444.8	230	11	1.10	6.20	0.00155
9	6502.5	1625.4	244	14	1.40	7.60	0.0019
10	7225.0	1806.0	255	11	1.10	8.70	0.00216
11	7947.5	1986.6	268	13	1.30	10.00	0.0025
12	8670.0	2167.20	280	12	1.20	11.20	0.0028
13	9392.5	2347.8	299 (311)	19	1.90	13.10	0.00328
14	10.115.0	2528.4	(327)	16	1.60	14.70	0.00368

El segundo ensayo se hizo con una vigueta simple también pero con dimensiones condicionadas al proyecto que se iba a desarrollar en esta prueba la vigueta resistió correctamente hasta la tercera hilada de 10 bolsas cada una. En la siguiente hilada se notaron fisuras y se rompió en la sexta. Una vez definida la resistencia del elemento, se procedió a ensayar dos elementos "T" unidos entre sí por la loseta de concreto y la capa de concreto de 3 centímetros de espesor, es decir, se probó tal como se iba a utilizar la cubierta. Resistió perfectamente hasta la sexta hilada, se notaron fisuras en la séptima y se rompió en la octava.

Bloques de tres huecos de 15 x 20 x 40 cms.
 " " dos huecos de 15 x 20 x 30 cms.
 " " de 1 hueco de 15 x 20 x 15 cms.

Estas tres dimensiones han sido adoptadas para evitar que el bloque sea seccionado en el momento de construir la unidad de vivienda y para conservar los traslapes necesarios para darle rigidez a los muros (paredes) las cuales actúan como soportes.

Los bloques (losetas) de cubierta, que sirven para formar el techo juntamente con las viguetas "T" invertidas, han sido moduladas despreciando los espesores de los muros (paredes) en un sentido, y adhiriendo los anchos de la vigueta en el otro, el peralte está condicionado por la resistencia exigida al conjunto. Sin embargo entre eje y eje de cada vigueta hay 54 cms.; distancia que en conjunto cubre perfectamente el espacio modular. Las dimensiones de los bloques de cubierta son:

<u>largo</u>		<u>ancho</u>		<u>altura</u>
47	x	20	x	19.5 cm.

Las viguetas tipo "T" invertidas y las "U" invertidas tienen sus dimensiones también condicionadas al módulo de 1.35 m. en su longitud; sin embargo, aparentemente este módulo no existe pero por construcción ha sido necesario agregar en longitud 6 cm. que sirven de apoyo en los extremos, pero medido el elemento en su luz libre (de pared a pared) existe el módulo representado por cierto número de sub-módulos constructivos.

Las viguetas "U" tienen un sub-módulo constructivo de 15 cms. como peralte y uno de 45 cms. en el ancho.

Las viguetas "T" tienen como dimensiones:

<u>alto</u>		<u>ancho del patín</u>		<u>largo</u>
19.5	x	12.5	x	3.96

En vista de la magnitud del problema nos propusimos únicamente desarrollar la parte correspondiente a la coordinación modular de los diseños del Instituto de Vivienda Urbana en nuestro país, analizando lo que nos correspondía con relación a la normalización de los materiales de construcción que estamos empleando, lo mismo que su dimensionamiento. Aún así sabemos que hay todavía muchas lagunas por llenar dentro de esta pequeña parte, algunas de las cuales, quizás la mayoría, serán definidas en el presente seminario.

A.1 MEDIOS PARA GARANTIZAR LA CONTINUIDAD DEL ESTUDIO Y MANTENIMIENTO DE LAS RECOMENDACIONES ACEPTADAS.

Sugerimos que, mientras es creado en nuestros países un organismo de control de normas, bien puede encomendarse a las Instituciones Oficiales de vivienda la tarea de seguir investigando en este campo. También las Universidades Centroamericanas, por medio de sus Facultades de Ingeniería y Arquitectura, darían un gran aporte para mantener esta continuidad. Combinados estos dos elementos (Universidad e Instituciones) creemos que en un futuro muy próximo el resultado sería ese organismo de control.

Por diversas razones, no creemos necesario entrar en detalles de organización de esa entidad de control de normas, lo mismo que de los métodos y procedimientos de trabajo de la entidad. Tal vez es mejor tomar como base alguna ya existente, discutirla en el presente seminario y considerar la posibilidad de su aplicación conjunta en los países centroamericanos, de acuerdo a las necesidades de cada país. Creemos que el Comité Inter-Americano de normas podría ayudarnos en ese sentido.

Tampoco vale la pena una enumeración de principios y objetivos de ese organismo pues son conocidos por todos nosotros y por consiguiente, la función de información y divulgación deberá efectuarse en el momento que dicha entidad entre en funciones.

Como puede apreciarse, ha sido nuestra preocupación constante obtener en todos nuestros diseños, tanto en los espacios, como en los elementos constructivos, una relación constante entre el módulo escogido y el desarrollo de la vivienda de interés social.

C.5 NORMALIZACION DE NOMENCLATURA.-

En este sentido, nosotros únicamente proponemos que se juzguen los términos usados en el desarrollo del programa; para denominar los elementos de diseño y construcción empleados. En nuestro país, dichos términos no pueden considerarse como normas legales pues no existe ningún organismo que los haga valer como tales, pero sí han sido aceptados de hecho por los industriales, constructores, autoridades y entidades técnicas oficiales y privadas. Sin embargo, ésto no significa que nosotros aceptemos que sea lo conveniente, lo justo, ni lo deseable; de ninguna manera. Queremos únicamente presentar el estado actual de cosas para su estudio y consideración, creyendo haber llenado una función social exigida a todos los elementos relacionados con el problema.

d) CONCLUSIONES.

En base a todo lo expuesto anteriormente, creemos que en nuestro país se hace de impostergable necesidad la creación de un organismo de control de normas que rijan en materia de diseño, producción de materiales de construcción, medida y nomenclatura de los mismos. Estamos interesados en que nuestro país aumente en forma considerable la producción de viviendas de interés social y vemos que uno de los medios importantes para lograr ese objetivo es racionalizando todos los problemas que afectan directamente la realización de cualquier programa de esta índole.

Para terminar, creemos conveniente recomendar un estrecho contacto de las Instituciones de vivienda, Industriales de Construcción y otros elementos afines, con los Institutos Técnicos locales y extranjeros y con organismos internacionales que puedan proporcionarnos una adecuada asistencia técnica cuando los juzguemos necesario.

San Salvador, 10 de Noviembre de 1957.-

PRIMERA REUNION SOBRE PROBLEMAS DE VIVIENDA

DE CENTRO AMERICA Y PANAMA

COMISION I - Normalización de materiales de construcción, dimensionamiento y coordinación modular del diseño.

B) VIVIENDAS PREFABRICADAS DE CONCRETO.-

La construcción de la vivienda ha sufrido cambios fundamentales a través de las épocas de la historia, a tal grado que muchas veces ha llegado a reflejar la cultura, arte y técnica de dichas épocas.

En la época primaria de la civilización el hombre empleó elementos débiles para construir su refugio. En dicha época la construcción avanzó en estilo y técnica.

En la época contemporánea el hombre aplicó las teorías modernas de utilidad y evolucionó el concreto armado facilitando con esto la solución a difíciles problemas.

Al presente, gran adelanto en concreto se ha logrado en los países Escandinavos y Dinamarca; no habiéndose en cambio solucionado algunos problemas difíciles de resolver en Centro América. En el caso de El Salvador, se confronta el grave problema de la vivienda campesina; problema que ha sido motivado por la escasez de vivienda rural. Se calcula que de acuerdo con el aumento vegetativo de la población rural, El Salvador tiene un déficit anual de construcción rural de 500 unidades. En la actualidad el país tiene un déficit de vivienda rural de aproximadamente 240,000 unidades.

Nuestra empresa "Compañía de Construcción Rural Prefabricada, S.A." tomando en cuenta la escasez de vivienda rural, decidió dedicarse a la construcción de casas de tipo rural, usando el procedimiento de prefabricación. Es así como al presente nos encontramos dedicados exclusivamente a la primera etapa del proceso o sea la prefabricación de piezas de tipo medio y prefabricación absoluta.

Prefabricación de piezas livianas.-

Los sistemas de prefabricación de piezas son de reciente introducción en El Salvador, de tal manera que la falta de experiencia de la mano de obra en la preparación de piezas y montaje de las mismas han hecho necesario el uso de sistemas sencillos de producción y ensamble.

La sencillez en producción no estriba solamente en emplear maquinaria de fácil accionamiento o bajo costo sino que en lograr que todas las piezas a producirse sean de movimiento ma-

naul, para evitar así gastos de equipo especial y obtener mayor facilidad en el transporte para cubrir de esta manera lugares sin carreteras de fácil acceso, pudiendo entonces transportar las piezas prefabricadas de las casas, inclusive en carretas de bueyes.

La prefabricación liviana para que sea un éxito debe ser simple en su máximo grado. La simplificación de este sistema en nuestro caso comenzó por solucionar el problema de las paredes, el cual se le dió primacía por considerarlo delicado. Se suprimieron los cimientos corrientes y se proyectaron tipos contruidos de madera de fácil armado y bajo costo.

En los pisos aún no se ha mejorado el sistema de enladrillado de cemento, por no merecerlo el bajo costo de la mano de obra y material que se utiliza. En el trabajo de izado se están usando tres piezas de madera de las que se emplean en el techo y una pequeña garrocha. La modulación del sistema es muy simple, 1.04 en planta, 0.50 en elevación y se logra con un número corto de piezas.

De acuerdo con nuestra experiencia el costo del armado representa el 7% de las casas mínimas (tipo colono), los gastos de propaganda y venta, en cambio, representan un porcentaje más alto, y los gastos de administración constituyen un porcentaje mayor que los gastos de producción, excluyendo los materiales.

2o) PREFABRICACION DE PIEZAS DE TIPO MEDIO

Una vez lograda la experiencia, obtenido el desarrollo de la mano de obra especializada y adquirido prestigio en el mercado local, se merece hacer una inversión mayor tanto en maquinaria como en equipo especial de acarreo e izado.

En este tipo de prefabricación es aconsejable que el peso máximo de las piezas no sea mayor de una tonelada.

El ancho usual en piezas para paredes varía entre 60 cm. y 1.20 m. y la altura total de la pared es de 2.70 m. aproximadamente.

Los ductos eléctricos y los espacios que ocuparán los elementos estructurales son tomados en cuenta al diseñar las piezas.

En mis viajes tuve la oportunidad de estudiar varios sistemas de construcción de planos. El sandwich que es uno de los sistemas, se compone de dos capas exteriores de concreto resistente y una capa interior de concreto liviano fabricado con itón, síporex u otro material. Otros sistemas que estudié fueron el que dejó en el grueso de la pared o entre pisos, hue

cos; y el que usa agregados livianos para el concreto. Todo el problema estriba en la modulación, pues con la intersección de dos o tres paredes, se necesita hacer descuentos o aumentos según el caso y acumulándose entonces un número exagerado de piezas diferentes, lo cual es impropio.

Las inconveniencias del sistema de prefabricación de piezas de tipo medio estriba principalmente en la dificultad de su transporte debido a la necesidad de hacerlo en equipo pesado con los que no se puede ir a todos los lugares requeridos; otro inconveniente aún más grande es el armado de la casa, ya que se necesita usar algún sistema de grúa liviana sobre ruedas u otro sistema especial.

La falta de equipos de bajo costo, de fácil traslado y de fácil movilidad dentro y fuera de la construcción son obstáculos que la Compañía nuestra está estudiando.

La prefabricación de piezas de tipo medio tiene sus ventajas en la construcción de colonias, donde el número de viviendas a construir es considerable. Los problemas de acarreo en esta clase de construcción son casi inexistentes y la disponibilidad del equipo de izado es múltiple.

3o) PREFABRICACION ABSOLUTA. (Gran Prefabricación)

Para la empresa privada es difícil llegar hasta esta última etapa ya que la magnitud de la inversión en equipo y maquinaria es grande y la posibilidad de obtener un cliente continuo potencialmente fuerte en los países centroamericanos es difícil, lo cual hace una inversión de esta categoría peligrosa para cualquier empresa, ya que es el gobierno el único cliente potencialmente fuerte y continuo que pudiera apoyar a la empresa privada; lo que pondría a la empresa en equilibrio político.

Creemos, que en nuestro medio hay Departamentos gubernamentales que presentan competencia a la iniciativa privada de la construcción.

Los campos de la prefabricación se extienden además de la construcción de viviendas a otras ramas de construcción, así en la industria, las piezas prefabricadas son usadas en la fabricación de estructuras para fábricas, talleres, etc.

En lo rural son usadas en la construcción de viviendas y como auxiliares en la construcción de facilidades para la ganadería y la agricultura, tales como caballerizas, silos de trincheras y circulares, tanques para almacenar agua, etc.

En construcción de carreteras la prefabricación se extiende a la producción de vigas para puentes. En El Salvador, el Ingeniero Butter ha iniciado y fundado una compañía con gran

capacidad y técnica económica de gran utilidad para el país.

En los países europeos, Escandinavia, Dinamarca y Francia, se usa la prefabricación combinada la cual consiste en la prefabricación de algunas paredes, siendo el resto construido de concreto armado, (paredes estructurales). El Japón, asimismo, está haciendo estudios muy interesantes sobre construcción de edificios de varias plantas de prefabricación total de la estructura, los entre pisos y las paredes.

Creo que el porvenir de la construcción estriba en gran parte en la prefabricación. Y que en países como los nuestros ocurrentes de hierro es la prefabricación en concreto la que tiene mayor interés.

Nuestra empresa sigue la política de investigación continua realizando investigaciones y estudios referentes a los prefabricados. Actualmente trabaja en experimentos con los prefabricados Pos-tensados.

Por ARQ. ENRIQUE SALAVERRIA
Cic. de Construcción Rural Prefabricado, S.A.
El Salvador.-