

00164

10

# INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS PREFABRICADOS DE EUROPA SOCIALISTA EN CUBA.

TESIS QUE PRESENTA:

OSMANIS PINO CABRERA.

L

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN ARQUITECTURA TECNOLOGÍA.



PROGRAMA DE MAESTRIA Y  
DOCTORADO EN ARQUITECTURA

FACULTAD DE ARQUITECTURA



290062

2001



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



---

**SINODALES**

**DIRECTOR DE TESIS:** M. EN DIS. ARQ. JAN VAN ROSMALEN JANSEN

**SINODALES PROPIETARIOS:** M. EN ARQ. FRANCISCO REYNA GÓMEZ  
M. EN ARQ. JEANNINE DA' COSTA BISCHOFF

**SINODALES SUPLENTE:** M. EN ARQ. JORGE RANGEL DÁVALOS  
M. EN ARQ. ERNESTO OCAMPO RUIZ



---

**DISTILO**

---

## **DISTILO.**

Al término de esta etapa en mi vida y en particular de este trabajo, que he realizado con muchos deseos doy una vez más gracias a **Dios** por ayudarme y guiarme a cumplir este sueño, donde quiera que estemos y cualesquiera que sean las condiciones siempre necesitamos de nuestro Señor. Al estar lejos del suelo patrio que me vio nacer, siempre nos hace falta un guía espiritual y corremos a él en los momentos más difíciles.

Estoy satisfecho de que al finalizar la maestría estén en México mis **queridos padres**, Blanca Delia y Braulio. Gracias a su apoyo desde que salí de Cuba, pese al hastío de la separación de algunos años siempre me estimularon a seguir firme en mis propósitos y creyeron en mí, al igual que mis **hermanos**.

Recuerdo afectuosamente a mis **amigos**, a todos los que me acompañaron en el salón durante estos dos años y a mis hermanos cubanos que somos un solo grupo; ya sean los que están en Cuba o los demás que andamos por innumerables países llenos de una mezcla de sentimientos, de nostalgia y ganas de triunfar, pero unidos por el amor y la amistad.

Agradezco infinitamente las enseñanzas de mis **maestros** y sus experiencias transmitidas en clases durante la maestría; al Maestro en Diseño Arquitectónico e Ingeniería Jan Van Rosmalen Jansen por su conducción en este trabajo. Un agradecimiento especial al Maestro en Arquitectura Francisco Reyna Gómez por su incondicional apoyo desde el inicio para poder viajar a México, fue la persona que me impulsó a iniciar estos estudios y tuvo la bondad de facilitarme todos los medios para llevar adelante mi propósito.

Gracias a la **UNAM**, a sus magníficas instalaciones y a sus valiosos recursos ofrecidos para estos estudios. Un sincero agradecimiento a **México**, país cálido y hospitalario, que me ha permitido crecer profesionalmente y cosechar tantas cosas buenas a mi favor. Me ha dado la oportunidad de desarrollarme, vivir y superarme; siendo una parte latente en mi vida.

La posibilidad que me ha brindado México de madurar lejos de mi patria y conocer el otro lado de la tecnología ha sido excelente. Todo este crecimiento y los logros obtenidos en esta etapa se los debo a México.

**Muchas gracias.**

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa socialista en Cuba.*



---

## INDICE

# INDICE

|   |    |
|---|----|
| <b>INTRODUCCION.</b>  | 1  |
| <b>CAPITULO 1.</b>  |    |
| <b>INTRODUCCION AL CONCEPTO DE PREFABRICACION.</b>                              | 4  |
| 1.1. La industrialización, antesala de la prefabricación.                       | 4  |
| 1.1.1. Coordinación modular.  | 9  |
| 1.2. Antecedentes de la Prefabricación.   |    |
| Etapa actual, culminación de todo un proceso.                                   | 12 |
| 1.3. Tipos de Prefabricación.   |    |
| Prefabricación en instalaciones permanentes.                                    | 19 |
| Prefabricación a pie de obra.   | 21 |
| Aplicación de las estructuras monolíticas y prefabricadas.                      | 22 |
| 1.3.1. Carácter de la Prefabricación.   |    |
| Prefabricación cerrada y abierta.   | 24 |
| <b>CAPITULO 2</b>   |    |
| <b>PRINCIPALES OPERACIONES EN EL PROCESO DE PREFABRICACIÓN EN CUBA.</b>         |    |
| <b>ERRORES MÁS FRECUENTES.</b>  | 27 |
| 2.1. Almacenamiento de la materia prima.  | 27 |
| 2.1.1. Refuerzo de los elementos prefabricados.                                 | 30 |
| 2.2. Moldes. Tipos, clasificación y mantenimiento.                              | 33 |
| 2.3. Elementos sobre la transportación del concreto.                            | 38 |
| 2.4. Compactación y curado del concreto.  | 39 |
| 2.4.1. Distintos formas de compactación del concreto                            | 40 |
| 2.5. Almacenamiento de elementos prefabricados.                                 | 42 |
| 2.6. Transporte de los componentes elaborados.                                  | 52 |
| 2.7. Juntas.  | 55 |
| 2.8. Acabados.  | 60 |
| 2.8.1. Procedimientos de acabados más utilizados en los sistemas constructivos. | 62 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>CAPITULO 3.</b>   |     |
| <b>IMPACTO DE LA PREFABRICACION EN CUBA.</b>   | 67  |
| 3.1. Desarrollo en la arquitectura pre-revolucionaria.   | 67  |
| 3.2. Proceso revolucionario en la arquitectura cubana.   | 75  |
| 3.2.1. Expresión formal en obras simbólicas.   | 79  |
| 3.2.2. Variantes cubanas en el prefabricado.   |     |
| Principales avances.   | 83  |
| 3.3. Etapa actual. Factores que afectan el proceso.  | 101 |
| <br>   |     |
| <b>ANEXO 1</b>   | 105 |
| <br>   |     |
| <b>CAPITULO 4.</b>   |     |
| <b>ANALISIS Y EVALUACION CRITICA DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS MÁS REPRESENTATIVOS EN CUBA</b> | 106 |
| 4.1. Antecedentes.   | 106 |
| 4.2. Racionalización de los sistemas.  | 108 |
| 4.3. Sistemas de Grandes Paneles. (Tecnología rusa).   |     |
| 4.3.1. Sistema Gran Panel IV.  | 111 |
| 4.3.1.1. Tecnología del montaje del GP – IV.   | 115 |
| 4.3.1.2. Errores del Sistema GP – IV.  | 117 |
| 4.3.2. Sistema Gran Panel VI.  | 119 |
| 4.4. Estructura de Esqueleto (Tecnología Yugoslava).   | 133 |
| 4.4.1. Sistema Instituto de Materiales de Servia (IMS).  | 133 |
| 4.5. Sistema Prefabricado Cerrado (Tecnología Cubana).   | 147 |
| 4.5.1. Sistema Constructivo Girón.   | 147 |
| 4.6. Sistema Prefabricado Abierto (Tecnología Cubana)  | 161 |
| 4.6.1. Sistema Abierto de Esqueleto (SAE).   | 161 |
| 4.7. Enfoque sobre diseño bioclimático de los sistemas constructivos                           | 172 |
| <br>   |     |
| <b>ANEXO 2</b>   | 176 |
| <br>   |     |
| <b>CONCLUSIONES.</b>   | 177 |
| <br>   |     |
| <b>BIBLIOGRAFIA.</b>   | 182 |



---

## INTRODUCCION

---

## INTRODUCCIÓN.

**El Prefabricado** es un tema muy estudiado; quizás mal utilizado el término que ha llevado al rechazo, a las críticas y hasta casi negarlo como síntoma de desarrollo en la construcción.

Los elementos prefabricados son *obtenidos mediante el procedimiento denominado comúnmente como Prefabricación*: la estructura está formada por piezas y éstas son fabricadas en plantas construidas y equipadas especialmente para este objeto, las mismas se transportan al lugar en el que van a ser empleadas, donde son elevadas hasta su posición definitiva y unidas para formar la estructura.<sup>1</sup>

Sólo con el **conocimiento profundo** de la prefabricación y de los sistemas constructivos prefabricados existentes, visualizaremos su aplicación, en función de las condiciones objetivas que rodeen el proyecto que se va construir. Por ello no se debe considerar ningún sistema superior a otro, atendiendo solamente a la técnica en sí y adoptarlo como única solución a los problemas constructivos de los diversos proyectos con que tiene que enfrentarse el arquitecto en el ejercicio de su profesión.

**Una de las bases de este desarrollo es la industria**, por lo que se tiene que crear la base tecnológica para este fin. Las necesidades de construir masivamente constituyen el reflejo del gran desarrollo económico que experimentan aquellos países que adoptan una política adecuada para la solución seria de los problemas económicos y sociales de los pueblos. El sector de la construcción se ve afectado, primero, al disminuir el desempleo en otros sectores dentro de la nación, este sector pierde posibilidades de suficiente mano de obra, y segundo, porque precisamente empieza a carecer de esa mano de obra en el mismo momento en que su

---

<sup>1</sup> Samuel Russell, Rolando A. Industrialización en las edificaciones para vivienda. Pág. 25. Editorial Científico Técnica, La Habana, Cuba, 1991.

---

expansión se hace indispensable para el desarrollo económico del país, tanto agrícola como industrial.

Ante tal situación, **la opción es encaminar la industrialización de la construcción.** Para aplicar esto se debe considerar que a los mismos no se llega de un día para otro, por la inversión que representan, tanto en dinero como en maquinarias, ni aplicarse hasta tanto no se haya hecho una planificación a largo plazo. Al elevar el nivel técnico de los obreros del sector de la construcción, van desapareciendo las necesidades del obrero de "pico y pala", dando paso a los obreros calificados que operan las máquinas.

Este análisis presenta como objetivos *los antecedentes, orígenes y desarrollo de la prefabricación en varios países socialista de Europa y en Cuba, mostrando sus avances y defectos. Además se hace un estudio de las principales operaciones del proceso de prefabricación; se destacan los errores más frecuentes que se cometen en cada etapa; para evitar incurrir en ellos; se parte de la introducción en Cuba de procesos prefabricados que resolvieron una necesidad emergente: la vivienda, pero que alteraron los códigos arquitectónicos tradicionales; como se evidencia claramente en el capítulo 3.*

A través de la crítica de diferentes sistemas constructivos originarios de países socialistas aplicados en Cuba, *se reflexiona sobre aspectos negativos y posibles alternativas de mejoras;* destacando la importancia de contar con un material didáctico e información más amplio sobre el tema. Este trabajo se enfoca principalmente a los sistemas prefabricados donde el campo de aplicación es la vivienda. *La creciente escasez de ellas ha impulsado el desarrollo de nuevas técnicas constructivas y a soluciones muy particulares encaminadas a reducir los costos y aumentar la rapidez de ejecución.* No puede negarse el importante papel que juega la prefabricación en la acertada resolución de los problemas constructivos, por medio de la industrialización de los métodos de trabajo.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

---

El proceso de la industria de la construcción, consistente en el paso del nivel artesanal a la industrialización de los métodos de trabajo, ya se ha realizado en los países tecnológicamente avanzados. Este es el verdadero camino que debe emprenderse de inmediato en gran escala como forma de enfrentar de manera racional la construcción hoy en día. Por medio de este escrito se pretende demostrar como hipótesis que **esta tecnología que juega un papel importante en los países de Europa no es aplicable bajo los mismos principios en Cuba<sup>2</sup> con diferentes características socioeconómicas y ambientales; ya que requiere cambios de proyectos y tecnología dentro de los límites económicos.**

A la vez se deja explícito como el desarrollo de la prefabricación va a la par de un avance acelerado de la economía industrializada, demostrado a través del subdesarrollo de la economía cubana; que al dejar de recibir el apoyo económico de los países ex-socialistas<sup>3</sup> no puede continuar el ritmo que se llevaba a cabo en este campo y que actualmente no puede superar. Además, se puntualiza el carácter renovador y de continua revisión de los sistemas constructivos representativos: GP-IV, GP-VI, I.M.S., GIRÓN y S.A.E.<sup>4</sup>. En el capítulo 4 se proponen cambios y soluciones al revisar estos sistemas, dando mejoras a los errores que se detectan.

Este trabajo sirve como material de consulta y fue motivado por la no existencia de un documento donde se critique abiertamente los problemas que aquejan estos sistemas, así como el impacto arquitectónico y social que han tenido los mismos en la isla caribeña.

---

<sup>2</sup> En Cuba se comenzó a desarrollar el prefabricado después que triunfó la revolución en el año 1959, motivado por el bloqueo impuesto a la isla por los Estados Unidos de América; se produce un acercamiento a los entonces países socialistas de Europa en cuanto a intercambio comercial y ayuda mutua. Debido a la escasez de vivienda se inicia la aplicación de esta tecnología.

<sup>3</sup> Entre los países exsocialistas cabe mencionar a la URSS, RDA, Yugoslavia, Checoslovaquia, Rumania, Bulgaria, Mongolia, Albania, entre otros.

<sup>4</sup> Con estos sistemas se construyeron numerosos edificios de diferente repertorio temático durante el proceso revolucionario que llega hasta nuestros días.



---

## CAPITULO 1

---

## CAPÍTULO 1.

### INTRODUCCION AL CONCEPTO DE PREFABRICACION.

#### 1.1. LA INDUSTRIALIZACION, ANTESALA DE LA PREFABRICACION.

La **Prefabricación** es un método avanzado y actual de construcción. Esto significa que la estructura está formada por piezas prefabricadas, ya sea en factorías construidas y equipadas especialmente para este objeto, o bien en instalaciones provisionales establecidas a pie de obra.

Por esto la prefabricación tal y como la conocemos hoy en día es **una consecuencia real y objetiva de la industrialización**. Pero no podemos hablar de la prefabricación, sin antes mencionar la industrialización, en este caso de la Construcción.

Las Naciones Unidas define la industrialización como: *"Una continuidad de producción, entrañando un movimiento permanente de demanda, normalización, integración de diferentes fases del proceso de producción entero, un alto grado de organización del trabajo, mecanización para reemplazar el trabajo manual dondequiera que sea posible, investigación y experimentación integradas con la producción."*<sup>1</sup>

Ante esto se valora la industrialización como una necesidad urgente de la humanidad, que surge de la demanda, a través del desarrollo, donde se incorpora la máquina como la protagonista esencial y principal manejada por el hombre (Foto 1). Los países desarrollados tienen el privilegio y la ventaja de poder asimilar con mayor facilidad cualquier proceso, por su nivel de cultura general y los medios

---

<sup>1</sup> La industrialización en la construcción consiste en la continua actualización de los métodos de edificación y su progreso se debe a las posibilidades técnicas que se aumenta cada día a causa de la tecnología, a la organización del trabajo y a la ciencia aplicada, lo cual crea una influencia decisiva en el pensamiento de los ingenieros y arquitectos.

técnicos productivos de que disponen, pero en los denominados países emergentes o en vías de desarrollo, este fenómeno es casi desconocido.

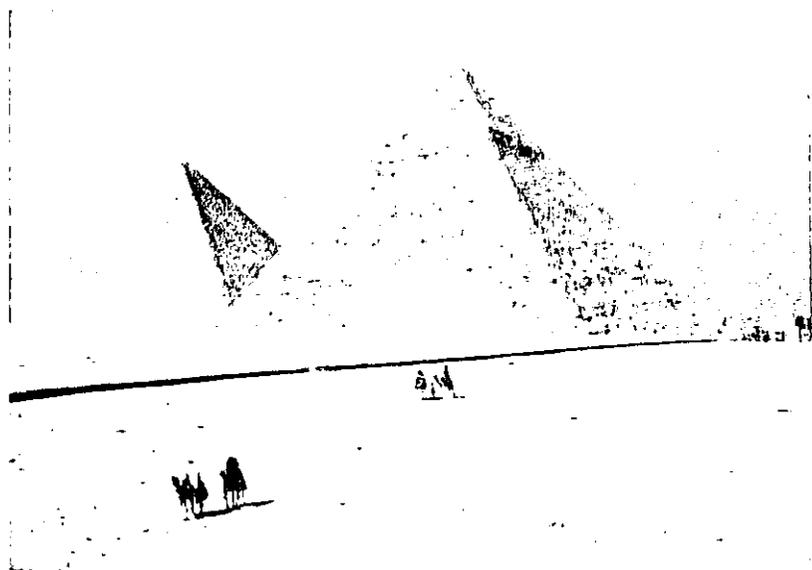


Foto 1. Pirámides en Egipto, construidas con método artesanal.

Un punto de contacto con muchos autores es que la industrialización en los países en desarrollo debe introducirse por varias etapas, donde no sólo es un deseo, sino una respuesta al desarrollo de la ciencia y la técnica. (Foto 2)

La industrialización aumenta la productividad, pero lo hace a través de la mecanización, de la estandarización y de la especialización. A su vez crea las condiciones propicias para el desarrollo de la mentalidad industrial organizada.

Ahora bien, la industrialización no surge de la nada, ni espontáneamente; necesita de algunas condiciones mínimas planteadas y puestas en práctica de forma armónica y sistemática en constante desarrollo.



Foto 2. Despegue tecnológico, CENIT, Polanco, Plaza Arquímedes, México, D.F.

**¿Cuáles son estas condiciones necesarias?**

- ✓ Una industria desarrollada de materiales de construcción, con un nivel de mecanización adecuado.
- ✓ Es importante un buen desarrollo de vías de comunicación y medios de transporte.
- ✓ Los fondos de inversión para la construcción de fábricas.
- ✓ La capacitación del personal.
- ✓ Aplicación de medidas de investigación y normalización.

Estas condiciones necesitan de la incorporación de determinados recursos, por una parte imposible para muchos países en vías de

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba*

desarrollo, pero es un medio imperativo de la época actual y no hay otro camino más lógico que a la vez se racionalicen los procesos tradicionales y se apliquen los sistemas ligeros. Es importante como cuestión de vanguardia ir ubicando ciertas tecnologías de punta que se coloquen en el campo de la industrialización de alto nivel. Además, que facilite el crecimiento sobre bases seguras acompañado de la aplicación de normas, de coordinación modular, de cálculo estructural, de las tolerancias y las juntas típicas protegidas contra la intemperie.

Unido a lo anterior debe surgir **la sistematización** que cumpla con:

- ✓ Un surtido de elementos componentes (catálogo).
- ✓ Desarrollo de la base técnico material.
- ✓ Equipos propios para el montaje.
- ✓ La organización del planteamiento general y detallado de la obra.

Cuando se habla de la industrialización de la construcción y enmarcado en el ámbito de los sistemas, se reconoce la importancia de la **revisión constante**, por cuanto un sistema surge en un momento dado y en determinadas condiciones y la realidad a lo largo del tiempo es **cambiante**.

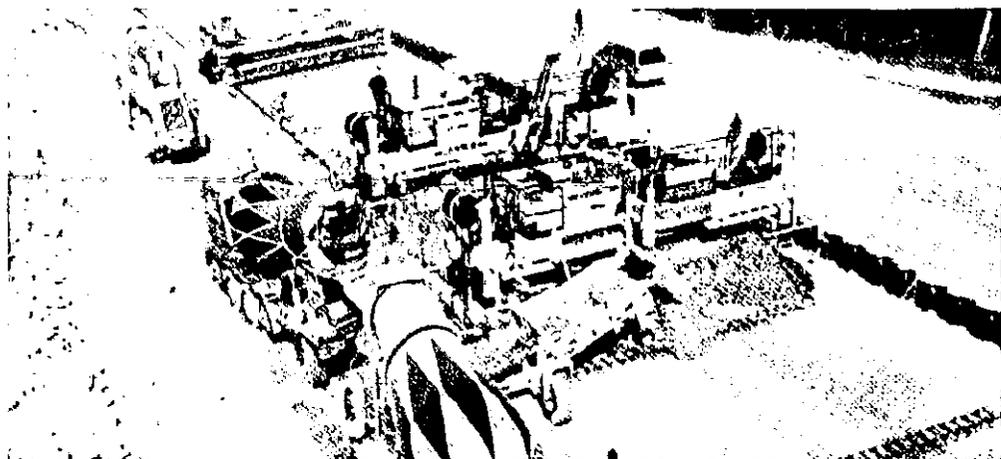
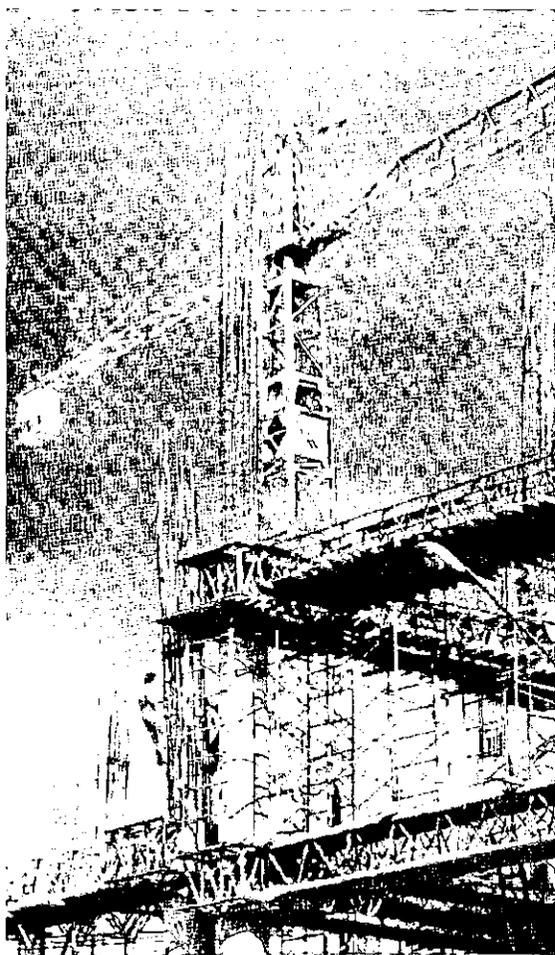


Foto 3. La mecanización en la construcción vial.

El camino que recorre la humanidad señala que las construcciones ocuparán un lugar preferente y se logrará sólo a través del proceso de industrialización, ya que ésta hace posible la producción masiva, pero desafortunadamente no todos los caminos escogidos han demostrado su validez a causa de ciertas preferencias donde el desarrollo se ha visto frenado. Este campo apropiado surge en las sociedades de economía planificada y no sólo es incorporar la máquina a las labores de producción, sino crear un lenguaje de organización capaz de aplicar el desarrollo de forma gradual y continuo.



Está comprobado que la construcción es una actividad con un alto grado de complejidad, que se relaciona con varios sectores de la producción. Utiliza productos y servicios elaborados en más de 50 diferentes ramas industriales, teniendo en cuenta las especificidades de cada una; para lograr lo que se conoce como construcción industrializada. Esto es un fenómeno nuevo y apasionante el cuál ha tenido éxito en unos países pero en otros se desconoce. (Foto 3)

Foto 4. Industrialización en la construcción.

---

**Los principios de los sistemas industrializados se sintetizan de la siguiente forma:**

- ✓ Alto grado de mecanización.
- ✓ Reducción del trabajo en obra.
- ✓ Tipificación de los componentes.
- ✓ Aplicación de la coordinación dimensional.
- ✓ Trabajo en colectivo: arquitecto, ingeniero, fabricante, constructor y cliente.
- ✓ Técnicas de gestión empresarial modernas.

**Es real que la falta de fuerza de trabajo, aunada a la escasez de vivienda condujo a la introducción de la industrialización de las edificaciones, más adelante se refleja esto en los antecedentes de la prefabricación. (Foto 4).**

A través de este estudio y de los sistemas prefabricados que se van a analizar en otros capítulos está presente el aspecto de la coordinación modular tan importante y aplicable en esta materia.

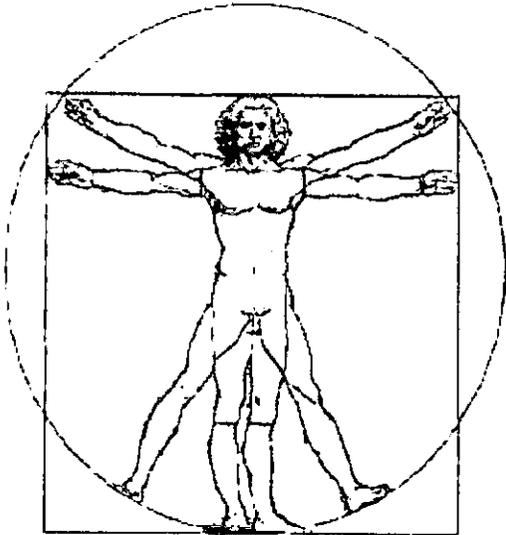
### **1.1.1. Coordinación modular.**

Este tema no es nuevo, ni de reciente aplicación. Muchas veces hemos oído hablar de él, sin saber que todo lo que nos rodea implica las proporciones del cuerpo y su consecuencia metrológicas. La fascinación de filósofos, artistas y arquitectos por el cuerpo humano y su tamaño se remonta a muchos siglos atrás. En el único tratado completo de arquitectura que ha llegado a nuestros días, Vitruvio escribió:

*“Pues el cuerpo humano es de tal manera diseñado por la naturaleza, que la cara, desde el mentón hasta la parte superior de la cabeza y las raíces del cabello, es la décima parte de toda la altura; igual sucede con la mano abierta, desde la muñeca hasta la punta del dedo medio; la cabeza, desde el mentón hasta la corona, es un octavo; y con el cuello y hombro que, desde la parte superior*

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba*

*del pecho hasta las raíces del cabello es un sexto y un cuarto, desde la mitad del pecho hasta la corona. Si tomamos la altura de la cara desde el fondo del mentón hasta el orificio de las fosas nasales es un tercio de la misma; otro tanto ocurre con la nariz; desde sus orificios hasta una línea que pase por la mitad de las cejas. La longitud del pie es un sexto de la altura del cuerpo. El antebrazo un cuarto y la anchura del pecho es también un cuarto. Los miembros restantes tienen igualmente sus propias proporciones simétricas y gracias a su utilización los pintores y escultores de la antigüedad alcanzaron grande e imperecedero renombre."*

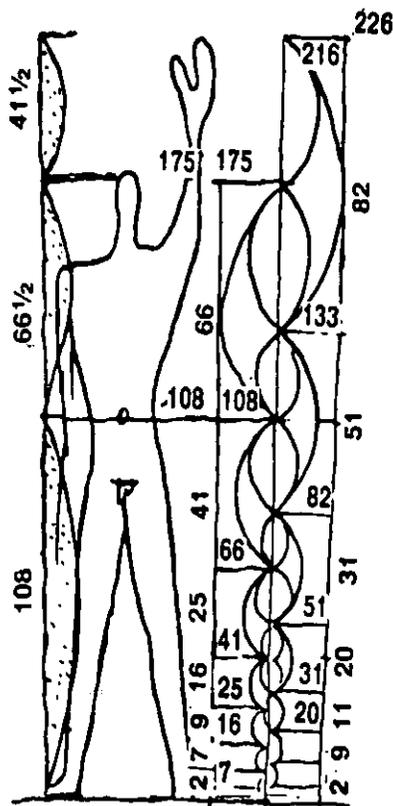


En el Renacimiento Leonardo Da Vinci, concibió su famoso dibujo de figura humana, basada en el hombre - norma de Vitruvio (Foto 5). John Gibson a mediados del siglo XIX se encargó de recomponer la figura de Vitruvio y 2 000 años más tarde escribiera sus diez libros de arquitectura. Le Corbusier revivió el interés hacia la norma de Vitruvio, creando el modulator. (Foto 6)

Foto 5. Famoso dibujo de Leonardo Da Vinci basado en el hombre, patrón de Vitruvio

Cualquier comentario acerca del tamaño y dimensión del cuerpo, será incompleto si no se menciona la denominada sección áurea, nombre dado a la proporción, fruto de dividir una línea en lo que Euclides, 300 años a. J.C.; llamó "razón media y extrema".

Se ha llegado a declarar que la sección áurea<sup>2</sup> supera al resto de las proporciones. Experimentos realizados en la actualidad demuestran la preferencia de la mayoría de las personas por aquellas proporciones que se aproximan más a la razón media y extrema euclídea. Esta razón se utilizó como elemento activo en el diseño arquitectónico durante el Renacimiento, mientras que, en la Antigüedad y Edad Media la arquitectura se sirvió con preferencia de la sección áurea.



**La coordinación modular** se propone simplificar el trabajo necesario en el lugar de la obra para la colocación, montaje, posicionamiento y ajuste de los componentes constructivos modulares, a la vez que simplifica también el trabajo de proyecto racionalizando los procesos de dimensionamiento y brinda esquemas fácilmente comprensibles de la posición de los componentes constructivos entre sí y con respecto al edificio como un todo. También va a facilitar la colaboración entre proyectistas, fabricantes y constructoras.

Foto 6. El modulator de Le Corbusier.

Proporciona además la base para un tipo especial de coordinación entre las fases. Siendo evidente que cada una de estas fases tienen su propia tarea especial que ha de realizar dentro del campo de la coordinación modular.

<sup>2</sup> Se le conoció en la antigüedad como proporción divina (Euclides). Se trata de mejorar la proporción.

## 1.2. ANTECEDENTES DE LA PREFABRICACIÓN. ETAPA ACTUAL, CULMINACIÓN DE TODO UN PROCESO.

La prefabricación según Torroja<sup>3</sup>:

*"Si bien se piensa, no es una cosa nueva, pues puede presentar, como blasón de su antigüedad y garantía de su acierto, al haber sido elegida por Salomón para la construcción del Templo de Jerusalem, hace cerca de 3000 años."*

Haciendo un poco de historia, cabe señalar que el año 1516, en pleno Renacimiento, Leonardo Da Vinci trazó los planos de nuevas ciudades, con el objetivo de facilitar la ejecución de obras; diseñó en la primera etapa un despiece de vivienda, de modo tal que fuese susceptible de variaciones de diversas piezas. Surge la concepción de producir los elementos componentes constructivos en fábricas centrales y de esta forma, las piezas sólo tendrían que almacenarse. En 1578, se construyó la primera casa prefabricada de madera en Canadá, elaborada y transportada desde Inglaterra para ser ensamblada en el lugar. Todo este lento, extenso pero firme proceso sentó las bases para el desarrollo posterior

En este recuento es importante señalar algunas aportaciones como fue el francés F. Coignet que en el año 1847 proyectó la primera cobertura de cemento endurecido en cimbras y reforzados con barra metálica perfilada, que al hacer este estudio nos damos cuenta de que se conoce como un intento de la prefabricación de vigas de concreto armado. Dos años más tarde se hicieron los primeros cajones para flores, utilizando una armadura de alambres y ampliando la aplicación del concreto armado se utilizó en tuberías, puentes, escaleras, etc.

Otra obra que se considera simbólica fue el Palacio de Cristal, proyecto de Joseph Paxton, siendo el mayor edificio construido hasta el momento, basada en una gama de elementos típicos,

<sup>3</sup>Este arquitecto español hizo grandes aportaciones al trabajo del concreto armado y pretensado.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba*

---

elaborados en serie; la producción en fábrica y el ensamblaje mecanizado logró la ejecución en un tiempo mínimo.

La época de Pericles **aportó la modulación**, la exactitud en el montaje y la producción de elementos en serie. Más tarde en Roma se logró la uniformidad de los elementos, la tipificación de las dimensiones. Ya en 1854, cuatro casas de madera prefabricadas que figuraban en la exposición Universal de París, fueron embarcadas hacia Sidney, Australia

Augusto Perret con un sistema de montajes y vigas, señala el origen de la estructura de concreto armado. Fue el primer adelantado y gran precursor, reconociendo la importancia que tendría éste en el futuro, como material al servicio de la arquitectura. Pier Luigi Nervi fue capaz de extraer, del cálculo práctico, la belleza de las formas y tomó la técnica y los materiales como instrumentos bien elaborados para la realización de su visión arquitectónica. Su material predilecto fue el concreto armado.

Eduardo Torroja exhibió un gran talento técnico al plantear concepciones con una rica fantasía en soluciones originales, consideró la sencillez como una virtud en el concreto armado y el pretensado. Eugene Freyssinet desarrolló en el ámbito de las construcciones de cáscaras y bóvedas una serie de soluciones dignas del reconocimiento mundial. Se percató de las dificultades de la cimbra y la ejecución de las formas curvas con el concreto armado por su laboriosidad y alto costo. Se dedicó por tanto a lograr una normalización lo más progresista posible de estas formas, pero su mérito consistió en mejorar el comportamiento estático del concreto armado.

Gropius fue partidario de la normalización y resaltó la dedicación del trabajo en equipo en el cual cada colaborador aporta su contribución, teniendo en cuenta el trabajo en colectivo, esta forma de trabajo para él simbolizó la vida en comunidad y fue un factor para una ordenación de la sociedad, tal como ésta debe ser. Fue

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba*

---

consecuente con la industrialización y en este sentido realizó experimentos en algunos barrios con las viviendas aisladas de dos niveles que se realizaron con componentes prefabricados normalizados.

La inmensa mayoría de los adelantos científicos hasta la Primera Guerra Mundial se debe a los países desarrollados y fundamentalmente a Inglaterra donde surgió la revolución industrial, caracterizada por la aparición de las maquinarias, las máquinas-herramientas y los instrumentos de medición; lo que constituye de hecho el paso más decisivo que estimulará posteriormente el progreso de la construcción hacia el sector de la industrialización. Fue hasta esta etapa porque a partir de 1920, con la llegada del primer estado socialista en 1917, la Unión Soviética<sup>4</sup> no tardó en rivalizar con EE.UU. en diversos renglones incluyendo el petróleo tanto en volumen, como en la proliferación de productos.

Decisivo en todo el proceso de desarrollo de la prefabricación fueron las dos Guerras Mundiales. Durante la primera se construyeron almacenes con fines militares empleando piezas de concreto armado, las piezas prefabricadas comenzaron a hacer cada vez más populares. La Segunda Guerra Mundial dejó la mayoría de los países de Europa en destrucción, siendo necesario construir nuevas ciudades con rapidez. Esta escasez de vivienda se hizo notar también en ciudades que no sufrieron el golpe de la guerra. Ambas guerras son testigos de los esfuerzos en el sentido de la prefabricación, al construirse los barracones para albergar a los soldados y con fines de almacenar mercancías y útiles. La construcción se enfrentó al problema de la masividad y la falta de recursos financieros, por lo que se vio obligada a utilizar métodos más avanzados de construcción.

---

<sup>4</sup> Fue el primer estado socialista del mundo tras derrocar la dictadura nazi en 1917. Integrada por 17 repúblicas constituían la Unión de Repúblicas Socialistas Soviética. Junto a los E.U.A. fueron los protagonistas de la guerra fría.

Surgió una meta: **reconocer que la solución de la construcción de viviendas, tenía que ser a partir de los procesos industrializados.**

Nacen y proliferan una inmensa gama de sistemas constructivos que tenían como preferencia la utilización de los materiales ligeros, tales como la madera, el concreto ligero y el acero.<sup>5</sup>

En agosto de 1954, se promulgó la ley, en la Unión Soviética, sobre el desarrollo de estructuras prefabricadas de concreto armado.

| PAÍS           | 1954<br>(M3) | 1960<br>(M3)  | 1965<br>(M3)              |
|----------------|--------------|---------------|---------------------------|
| AÑO            |              |               |                           |
| URSS           | 3'100,000.00 | 32'000,000.00 | 44'000,000.00             |
| PAÍS           | AÑO          | 1950<br>(M3)  | 1960<br>(M3)              |
| ALEMANIA       |              | 112,000.00    | 2'390,000.00              |
| CHECOSLOVAQUIA |              | 257,000.00    | 1'743,000.00 <sup>6</sup> |

El desarrollo de la prefabricación en Rumania, Bulgaria, Yugoslavia, Alemania fue importante al igual que en Francia, Italia, Bélgica, Dinamarca, Suecia y Finlandia. (Foto 7)

¿Qué pasó del otro lado del Continente Europeo?

En Norteamérica se va al **premoldeo** para la producción de los primeros elementos de concreto armado, de grandes dimensiones, para la utilización en las cubiertas. Esto ocurrió hasta inicio del año 1900; Siendo a principios del siglo XX cuando las ciudades que alcanzaban gran desarrollo industrial tenían una difícil situación de vivienda, lo que conllevó a un impulso en el desarrollo de las construcciones para albergar su población.

<sup>5</sup> Samuel Russell, Rolando A. Industrialización en las edificaciones para la vivienda. Pág. 25. Editorial Científico-Técnica, La Habana, Cuba, 1991.

<sup>6</sup> Datos extraídos del libro "Industrialización en las edificaciones para la vivienda".

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba*

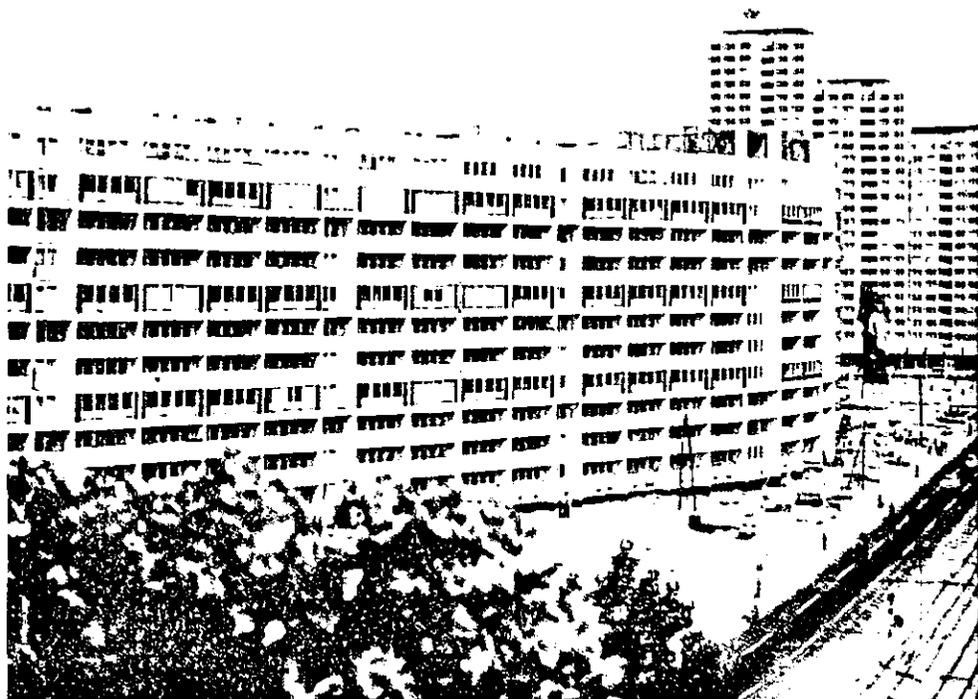


Foto 7. Edificio en Berlín (Plaza Carl Marx, R.D.A.).

En Chicago se extendió lo que era una estructura de listones cortados a máquina, cubierta de madera y en 1885 gracias a la aparición del ascensor se pudo construir el primer edificio en altura y la primera estructura de concreto.

En Boston, para entonces, Albert F. Bemis promovió la investigación de nuevos procedimientos, trabajó en la racionalización de los procesos arquitectónicos y estableció un método de modulación tridimensional. Más adelante en New Jersey se realizó el diseño del núcleo de servicio, constituyendo un antecedente en el dominio de las tendencias actuales de fabricar módulos tridimensionales (células) para agrupar los distintos servicios de la vivienda.

Fue hasta el año 1908, que el norteamericano Thomas A. Edison inventó y patentó el sistema para la construcción de edificios de hasta tres niveles mediante el vertido continuo de **moldes metálicos** formado por grandes paneles de fundición, sentando los principios de racionalización de lo que hoy en día se conoce como sistema de moldes deslizantes.

La introducción y el desarrollo de la prefabricación suponen un gran cambio en la totalidad de la industria de la edificación. A causa de su desarrollo, las estructuras de concreto armado prefabricado están en tal alto nivel como las de acero. **Actualmente la prefabricación no es el pretexto para disminuir el uso de la madera, sino que ha tomado la delantera como un método nuevo y avanzado para la construcción de estructuras modernas de concreto armado.**

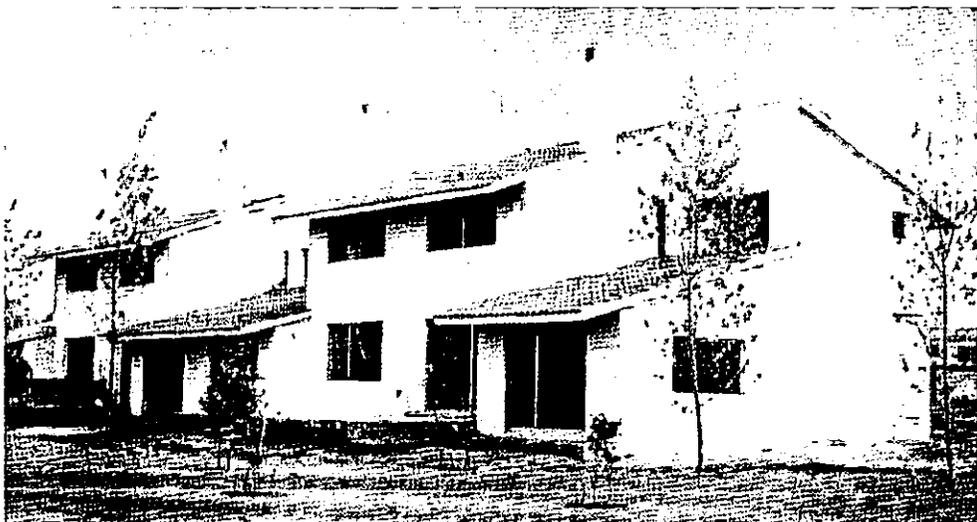


Foto 8. Construcción por método tradicional.

En nuestros días, las estructuras prefabricadas se emplean en todo el mundo siendo su importancia cada vez mayor. Su desarrollo es de gran interés para cualquier economía o país, incluso para la ex-URSS que tiene un tercio de la reserva mundial de madera, así como, Finlandia que también es un país muy rico en este recurso.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba*

---

El uso de elementos prefabricados ofrece la posibilidad de desarrollar y simplificar la construcción y facilita la introducción de nuevos métodos tecnológicos. Es conocido por todos, las ventajas que ofrece al compararlo con el método de construcción monolítica, estas posibilidades suponen un ahorro considerable de mano de obra, horas de trabajo y madera. Analizando lo anteriormente expuesto, cabe la siguiente interrogante: **¿Qué ventajas ofrece la prefabricación sobre la construcción monolítica?** (Foto 8)

Como primera ventaja se puede señalar el ahorro parcial o total de los materiales empleados en andamios, como es el caso de la madera; otro podría ser el uso múltiple de la cimbra, al emplearse las del tipo metálico que permite su reutilización cuidando prolongar su vida útil, pudiendo utilizarse nuevamente entre 10 y 30 veces, al contrario de estructuras monolíticas que sólo se podría utilizar de 3 a 5 veces. Además de la mano de obra mucho más precisa y de mejor calidad.

Desde el punto de vista estructural, pueden aplicarse con mayor facilidad a secciones transversales, más ventajosas desde el punto de vista de la teoría de resistencia de materiales. Es también superior respecto a la organización del trabajo, con un grado muy elevado de mecanización, pueden utilizarse las ventajas derivadas de la normalización y de la producción en serie, tan importante para la economía. El trabajo en obra sólo se reduce al montaje y a la unión de las piezas. De esta ventaja se desprende otra que sería que el plazo de construcción puede abreviarse. (Foto 9)

Respecto a la mano de obra, permite que decrezcan las exigencias. Además se pueden evitar las interrupciones en el colado, necesitándose menos juntas de dilatación. Se desarrolla la construcción de estructuras más ligeras y más esbeltas, promoviendo el uso de estructuras pretensadas. Todo este proceso implica un considerable ahorro de costo comparado con la construcción monolítica.

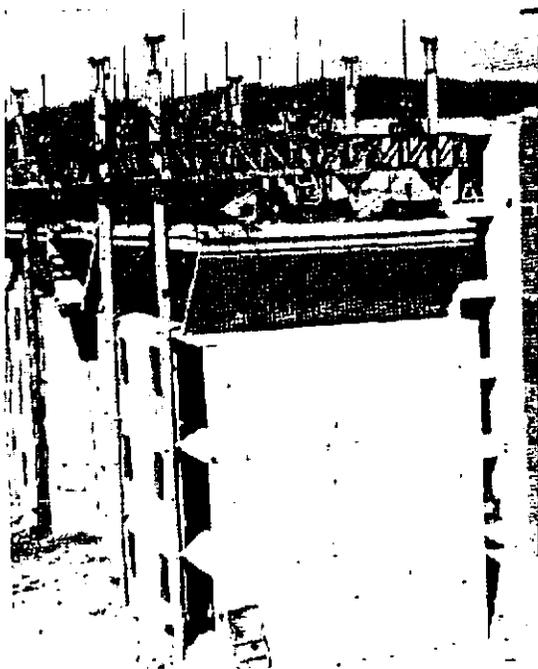


Foto 9. Ejemplo de prefabricado.  
Sistema cortina

### **1.3 TIPOS DE PREFABRICACION.**

La prefabricación al momento de estudiarla o aplicarla es importante saber su clasificación ya sea el lugar en que se efectúa el trabajo, o a partir de las formas de producción: prefabricación en instalaciones permanentes y a pie de obra; esta última hay autores que la definen como prefabricación al aire libre.

#### **Prefabricación en instalaciones permanentes.**

Este tipo de prefabricación se efectúa en plantas permanentes establecidas especialmente para este objetivo donde su principal ventaja radica en que el trabajo puede realizarse en locales cubiertos, protegido de la intemperie, con un equipo constante de trabajadores que van a responder a un trabajo fijo y permitiendo alcanzar la máxima organización en el trabajo. La planta de prefabricado se puede dotar de la más alta tecnología, automatización y mecanización.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba*

Es importante en este tipo de planta la existencia de un correcto laboratorio de materiales que permita controlar las pruebas con el máximo rigor, permitiendo propiedades análogas al material. Al ser fábricas fijas trae como desventaja que la pieza debe trasladarse al lugar donde va a ser colocada, entrando a jugar un papel primordial la **transportación**. Cabe señalar que el costo del transporte de una pieza prefabricada a la obra asciende de un 10 al 15 % del costo total exigido por su fabricación y colocación. Destacando que el factor del transporte es afectado también por las dimensiones de la pieza, ya que ésta debe mantenerse dentro de ciertos límites, factor que llevaría a aumentar el número de juntas en las estructuras.

El carácter de estas fábricas permite la producción en serie de grandes volúmenes de elementos normalizados en forma económica y de calidad competitiva, debe ubicarse en la periferia de la ciudad, a distancia cercana de los centros de abastecimiento de materias primas, con una excelente vía de comunicación y un fácil acceso, aspecto que no muchos autores toman en cuenta. (Foto 10)

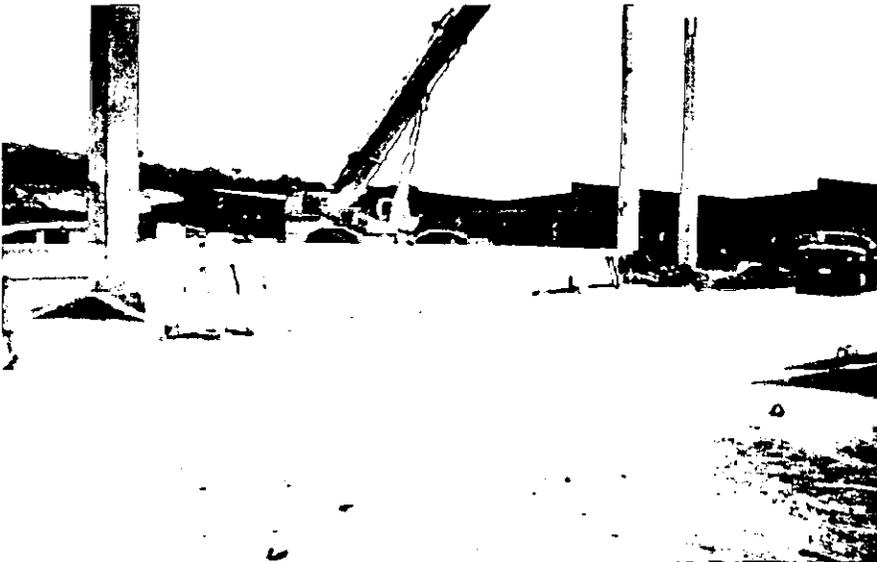


Foto 10. Viga fabricada en planta permanente

Es imprescindible la estricta organización de las diferentes zonas de ubicación: la de materias primas, elaboración del acero, hormigonado, almacenamiento de las piezas elaboradas, laboratorio, el radio de transportación de los elementos terminados, etc., ya que todo esto permite un flujo limpio dentro de la planta.

Este tipo de fábrica presentan otro inconveniente, **su alto costo de inversión**, que se justifica si existe un mercado asegurado, aspecto que no ha dificultado en nada a los países socialistas pues las mismas se han realizado no con carácter lucrativo, sino, para la solución de problemas reales como es la vivienda, además se han construido basada en planes o programas de largo alcance que están a favor de esta inversión

### **Prefabricación a pie de obra.**

Cuando se realiza esta prefabricación, generalmente las piezas se producen al aire libre. Este tipo de fábrica responde a un criterio provisional y un volumen reducido de producción, con poco monto de inversión y una rápida puesta en marcha. Aquí no se requiere de un alto nivel de mecanización y casi ninguna automatización.

Destacando que la calidad es inferior comparada con fábricas permanentes, aquí no va a existir un control estricto del laboratorio, es por eso que se establecen normas oficiales que estipulan calidades diferentes para estos dos casos. *Estas fábricas han resultado satisfactorias para países subdesarrollados como Cuba*, las cuales han permanecido durante todos estos años y han venido a sustituir las grandes instalaciones donde exigen disponer de altas capacidades financieras.

Una gran ventaja de esta prefabricación es que evita el transporte de piezas prefabricadas a grandes distancias, reduciendo el número de juntas favorablemente y el peso para ser elevadas requiriendo solamente de un transporte vertical. Las piezas pequeñas se realizan en lugares próximos a la obra y su almacenaje se hace en locales cercanos a la misma. (Foto 11)

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba*

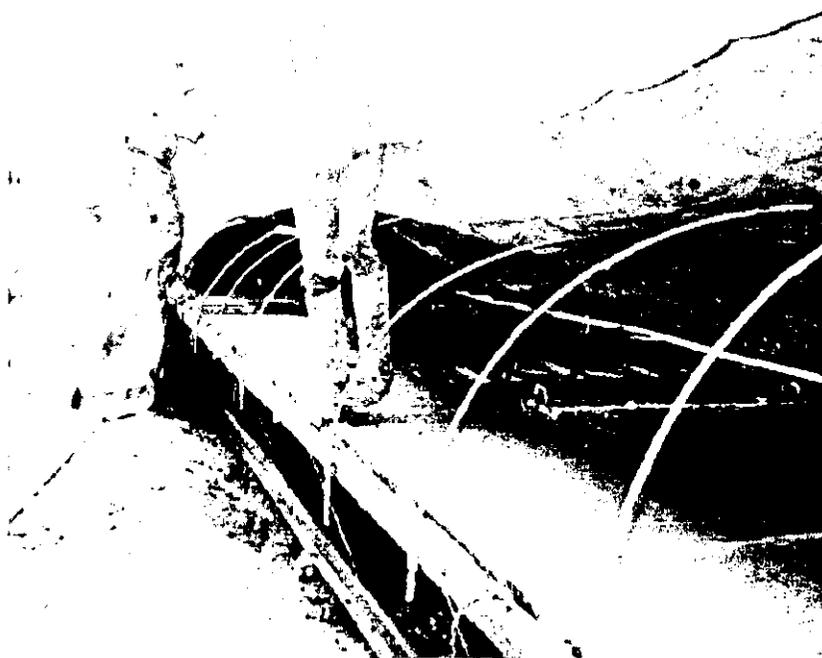


Foto 11. Elaboración de un panel de pared en planta al aire libre.

Hasta el momento se han analizado conceptos básicos que se manejan dentro del tema, por supuesto que cada uno de los sistemas tanto el monolítico como el prefabricado dependen entre sí, pero se puede concluir ubicando a cada uno en diferentes áreas de aplicación.

### **Aplicación de las estructuras monolíticas y de las estructuras prefabricadas.**

Al referirnos a este punto, no se puede delimitar hasta donde llega lo adecuado en una obra monolítica o prefabricada; ya sea en planta permanente o a pie de obra como se analizó anteriormente. Esto *realmente depende en primer lugar de la economía del país y el desarrollo del nivel tecnológico*, variando de un país a otro, incluso dentro de una misma nación dependiendo de condiciones locales.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba*

---

Las estructuras monolíticas, generalmente son adecuadas a los cimientos de la obra, exigiendo grandes cantidades de concreto y poca cimbra, siendo más factibles la transportación del concreto y el colado, que el traslado de trozos de cimientos, debido a que a veces no resulta económico, aunque hay sistemas constructivos que si lo consideran en el proyecto.

Este método conviene de forma general en las estructuras que van a ir enterradas, o del ramo de la ingeniería; que necesitan de grandes volúmenes de hormigón impermeable. Es real que su uso en la arquitectura solo se reduce a edificaciones pequeñas y donde también el número de piezas iguales sea pequeño, resultando insuficiente la utilización del prefabricado y no se pueda instalar una planta a pie de obra por las condiciones topográficas; donde el acceso, las vías de comunicación y el montaje sean inconvenientes.

Estos planteamientos no son absolutos, ya que las estructuras monolíticas son convenientes donde existan medios modernos para cimbras y andamios. Hay países con gran desarrollo en este aspecto y con las facilidades de poseer materias primas para su utilización donde lo emplean con grandes éxitos.

**La producción en fábricas permanentes** es conveniente para la producción de piezas modernas normalizadas, cuyo peso límite se aproxime a 10 ton. Pueden producirse en serie y almacenarse eventualmente las piezas como: viguetas, paneles, vigas y escaleras, cubiertas, etc., que se destinan por lo general a viviendas, edificios sociales, y en la ingeniería en la construcción de puentes, donde las dimensiones y el peso de las estructuras prefabricadas están limitadas por el transporte. La tendencia de producir en fábrica la mayor cantidad de piezas para reducir el número de juntas, es justificable en países altamente desarrollados que ofrecen grandes posibilidades de transporte. Siendo importante producir suficiente número de piezas iguales para que se convierta

en un proyecto rentable, necesitando que las estructuras puedan normalizarse fácilmente.

En aquellos países donde la industrialización no está altamente desarrollada y que las condiciones de transporte no lo faciliten; *resulta más importante la utilización de la prefabricación a pie de obra.* El campo de utilización de la prefabricación a pie de obra es el de la construcción de edificios industriales, cuyas estructuras, contienen piezas excesivamente grandes y pesadas, su prefabricación y transportación resultaría antieconómico y además imposible. Cuanto mayor sea la altura y el número de piezas iguales de un edificio, más económica será su construcción mediante la prefabricación a pie de obra. Esta es muy útil para producir estructuras postensadas y cuando se trata de establecer una gran planta industrial. Es conveniente establecer un pequeño taller cubierto, provisto de equipos modernos, en el lugar de las proximidades, así se dispone de una planta de producción de bajo costo y las piezas sólo dependen de una corta transportación.

### 1.3.1. Carácter de la prefabricación.

Estos conceptos sobre prefabricación no son nuevos, pero los países que llevan la vanguardia en ellos como Dinamarca, Francia, Reino Unido, ex-URSS, etc., van evolucionando hacia la prefabricación abierta, cierto es que al parecer todos partieron de la prefabricación cerrada. Todo esto lleva consigo cambio de coordinación dimensional, normalización, tipificación, racionalización, etc.

#### **Prefabricación cerrada y abierta.**

En el libro *Hacia la industrialización del sector de la construcción*, su autor, el arquitecto Germán Bode plantea que la **prefabricación cerrada no es más que diseñar un modelo único de producto, desglosarlo en sus partes y piezas componentes, normalizarlas y prefabricarlas y luego ensamblarlas en obra.** Recalcando que en este

método viene primero la síntesis del producto (la edificación), y luego su análisis y descomposición en partes (componentes).

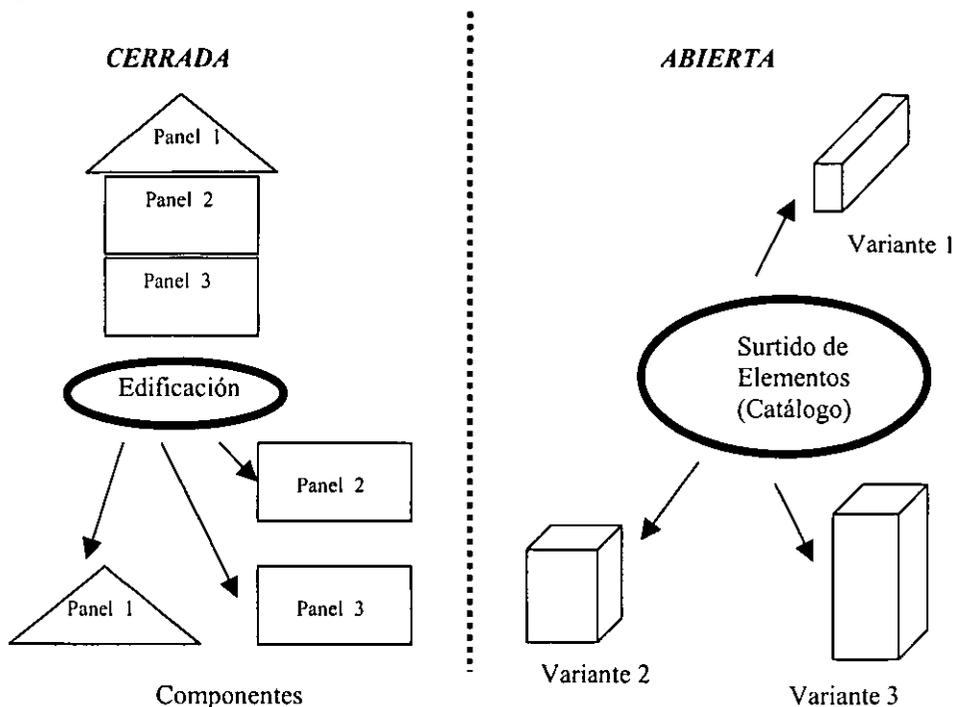


Foto 12. Diferencia entre la prefabricación abierta y cerrada.

Por el contrario la **prefabricación abierta** analiza el diseño y selección de un mínimo de componentes necesarios con un máximo de intercambiabilidad, partiendo de un surtido de elementos que se encuentran incluidos en un catálogo, utilizándose indistintamente del carácter del edificio. Esta intercambiabilidad permite no sólo la diversa aplicación de un sistema, sino, que facilita la utilización de sus elementos en otros sistemas; *radicando aquí el punto más interesante de la prefabricación abierta.*

En la prefabricación cerrada se elabora un proyecto y de ahí surgen los componentes, mientras en la abierta se elabora un catálogo de componentes (surtido de elementos); y por supuesto después los proyectos. (Foto 12)

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba*

---

Para esto es necesario que existan almacenes para tales fines, el producto elaborado en planta se traslada a zonas estratégicas de almacenaje, dispuesto a ser solicitado por la entidad ejecutora.

Esta intercambiabilidad a que se refiere anteriormente amplía el campo de uso de los componentes, facilitando la producción en serie y el aumento de calidad. Es contradictorio a todo lo anterior, la diversidad de criterios que existe en torno a estos tipos de prefabricación; muchos arquitectos apoyan la prefabricación cerrada, sin darle crédito a la prefabricación abierta, para otros el sistema abierto ganará más escaños en países donde la economía es totalmente planificada.

*Lo cierto es, que la flexibilidad del sistema abierto permite una mayor libertad de expresión, combinación y el logro de diferentes proyectos. La experiencia en el prefabricado ha demostrado que sólo le queda un camino, el cual se abre y se desarrolla cada día más hacia la prefabricación abierta, negar esto sería caer en contradicciones de criterios.*



---

## CAPITULO 2

## CAPITULO 2:

# PRINCIPALES OPERACIONES EN EL PROCESO DE PREFABRICACION EN CUBA. ERRORES MAS FRECUENTES.

## 2.1 ALMACENAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA.

La labor de organización consiste en la planificación del aspecto tecnológico de las diversas fases del trabajo y en las disposiciones para que la totalidad del trabajo se lleve a cabo, de modo que se asegure una ejecución rápida de la construcción sin ninguna molestia u obstrucción. *Cuando se emplea la prefabricación, no convienen las soluciones improvisadas que con frecuencia se usan en la construcción de estructuras monolíticas.*

Cada material tiene características propias para su almacenamiento, de ahí es que se producen las diferencias fundamentales entre las diversas áreas. El cemento en las grandes fábricas se ha de suministrar a granel, efectuándose su elevación hacia el almacenamiento en silos, por medios de neumáticos. Los silos de almacenamiento tienen una capacidad de 30 t y éstas dependen del volumen de producción de la planta y los tipos de cementos empleados en ella. Estos silos se colocan, según la experiencia, adyacentes a la central dosificadora-mezcladora y en ocasiones forman una unidad con ésta.

Claro que éste depende de varios factores que muchas veces no se tienen en cuenta y se cae en errores que pueden resultar pérdidas económicas; analizando el consumo diario, la frecuencia de suministro y una muy importante por considerar, las facilidades de la extracción a causa de los efectos de la humedad. Atendiendo a esto hay países que estipulan una norma de almacenamiento, resultando que esta capacidad no sea menor de 3 días ni mayor de 12 días de producción. Un aspecto que se considera a la hora de la

utilización del cemento en plantas es el tiempo de fraguado del mismo y su estabilidad dimensional.

En el caso de la utilización de los **áridos**, se pueden utilizar las arenas y gravas naturales, las rocas trituradas, y otros áridos siempre que no reaccionen con el cemento, razones avaladas por la práctica. Los elementos gruesos empleados deben tener forma cúbica (esférica), con un contenido menor del 15 % de partículas planas alargadas. Resulta un grave error la utilización de la arena de mar, de hecho está totalmente prohibido, en los hormigones pretensados.

*Al ubicar las fábricas debe clasificarse previamente la zona de los áridos, teniendo en cuenta la fuente de suministro, que sea lo más cercana posible, tanto por el volumen tan grande a transportar como la materia prima de la elaboración del concreto. Los áridos deben recibirse clasificados y libres de impurezas.*

Su almacenamiento se realiza sobre pisos bien compactados y lisos, de preferencia de concreto y al aire libre que permita la operación de las maquinarias. La razón de estas condiciones implica la existencia de desagües, para evitar el error de la contaminación del material. Influye sobre este aspecto cuando se realiza el acopio del material por el operador y se transita con el cargador por encima de otros materiales, razón que está estrictamente prohibida.

*El almacenamiento a veces se realiza en tolvas elevadas que alimentan las mezcladoras por gravedad a los almacenes; o depósitos al nivel de suelo, los cuáles se separan por medio de muros de diferentes alturas dependiendo de la capacidad de almacenaje del material. (Foto 13)*

En la mayoría de las plantas los áridos suelen almacenarse con compartidores radiales, atendiendo a su granulometría, en el centro o punto de convergencia de estos muros se instala una grúa provista de un cucharón de arrastre, que le permita recoger los

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

áridos y depositarlos en el embudo de descarga que los lleva hasta la dosificadora, además de esta distribución se utiliza otra en forma horizontal. (Foto 14)

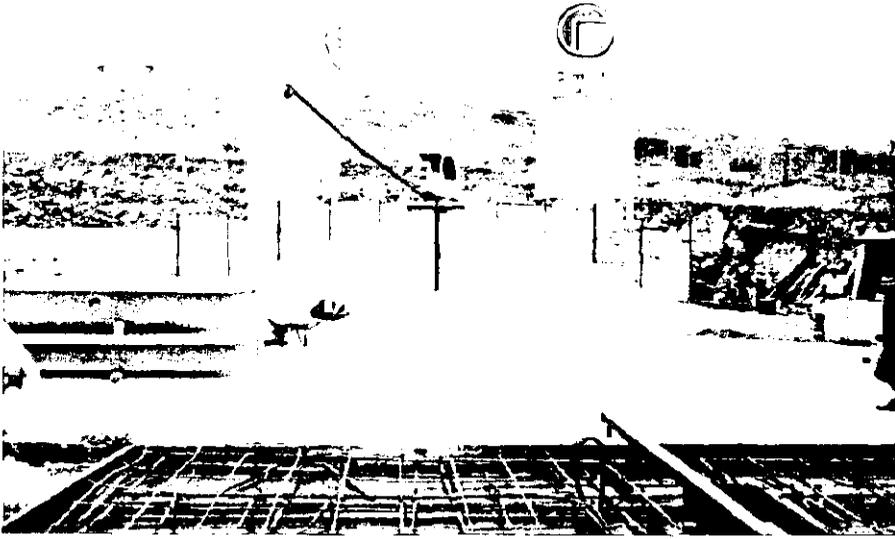


Foto 13. Almacenamiento de áridos en forma radial y de cemento en silos.

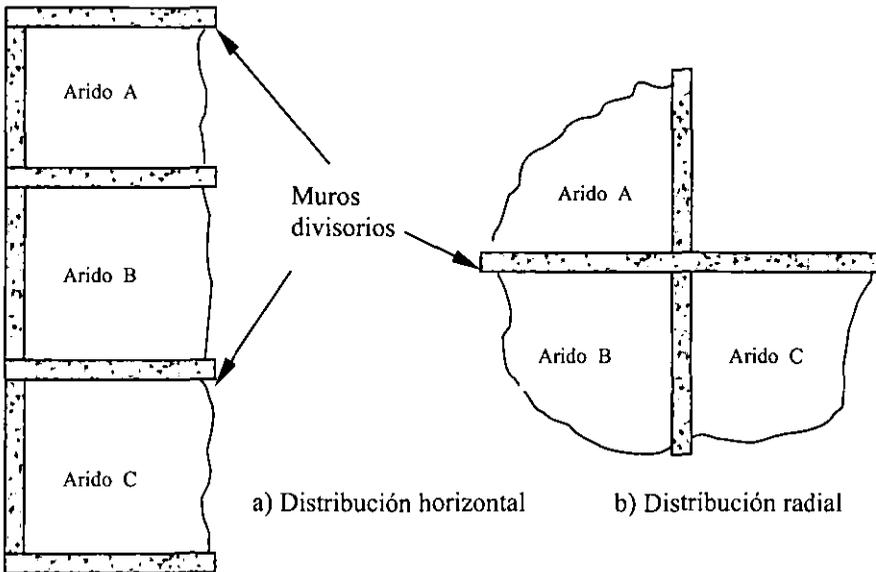


Foto 14. Distribución en planta del almacenamiento de áridos.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

El empleo del agua es otro elemento que debemos tratar porque es decisivo en la elaboración del concreto ya que se utiliza tanto en el proceso de amasado o mezclado como en el proceso de curado. Es un requisito la utilización de agua que no tenga un contenido elevado en sales, ácidos, arcillas o materias orgánicas. Queda prohibido la utilización de las aguas negras y aguas estancadas provenientes de zonas pantanosas. La utilización del agua de mar solo se permite en hormigones masivos sin refuerzos, elementos pesados o de gran espesor.

| <b>AGUA</b>                |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| <b>PH</b>                  | MAYOR DE 5 MENOR DE 8 |
| <b>RESIDUO SECO</b>        | MENOR DE 2 Gr/L       |
| <b>MATERIA ORGÁNICA</b>    | 0.03 Gr/L             |
| <b>SUSTANCIAS SOLUBLES</b> | MENOR DE 0.35 Gr/L    |
| <b>CLORURO DE SODIO</b>    | MENOR DE 10 Gr/L      |
| <b>SULFATO</b>             | MENOR DE 0.3 Gr/L     |
| <b>ACEITES Y GRASAS</b>    | MENOR DE 15 Gr/L      |
| <b>HIDRATO DE CARBONO</b>  | EXENTA                |
| <b>AZÚCARES</b>            | EXENTA                |

7

El refuerzo es un elemento importante, elaborado ya sea, con barras cortadas de forma estándar o proveniente de la fábrica, en rollos o barras. *Siendo necesaria su protección del intemperismo y de todo ambiente agresivo que pueda provocar la corrosión y el deterioro del material.* Su almacenaje a diferencia de otros se sugiere que sea techado y hasta veces protegido por la influencia del rocío en las noches en países o zonas donde la humedad relativa sea elevada. Es preciso para facilitar la organización de todo el proceso, establecer áreas y ordenar los grupos por su diámetro.

### 2.1.1. Refuerzo de los elementos prefabricados.

Para la elaboración del elemento prefabricado, la combinación de acero, concreto y materiales se deriva de la selección y producción de la armadura de refuerzo.

<sup>7</sup> Datos extraídos de la Norma Cubana, Uso del agua en concreto armado  
*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

El cuál interviene de las siguientes formas:

1. - barras redondas (corrugadas o lisas).
2. - mallas electrosoldadas.
3. - de alambres y cables para su utilización en el pretensado.

**Las barras redondas** son muy fáciles de identificar pues siempre hemos estado en contacto con ellas en la práctica diaria. Siendo las corrugadas las que ofrecen mayor adherencia y pueden ser del tipo helicoidal o circular.

**Las mallas electrosoldadas** son resultado de la industrialización. Su producción se obtiene en los talleres para la elaboración del acero en las plantas de prefabricación o en fábricas propias para la confección de las mismas. Además se ha demostrado que en su inicio resulta totalmente antieconómico, pues se subutiliza la fábrica por el alto costo de las máquinas, pero después es capaz de satisfacer una alta demanda. Se obtienen grandes ventajas como es la fácil colocación en el molde, ahorro de la elaboración de la armadura transversal y la eliminación de ganchos. El corte de estas barras es muy sencillo, no siendo así las operaciones de doblado, que deben efectuarse con máquinas. (Foto 15)

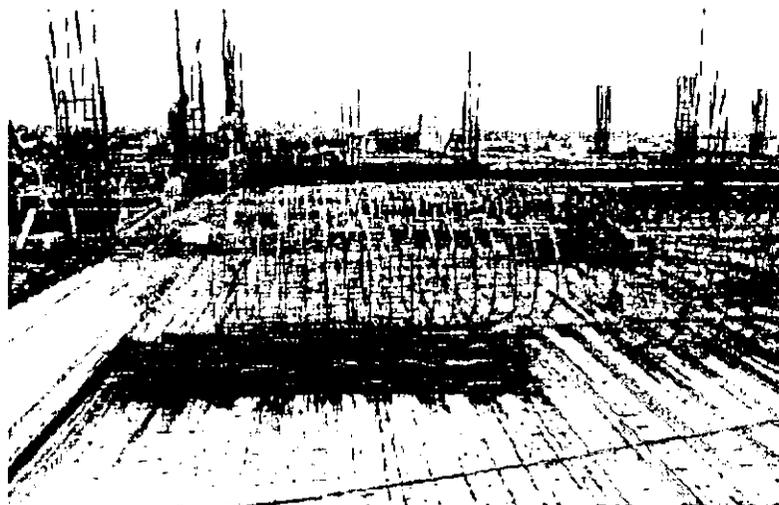


Foto 15. Utilización de la malla electrosoldada.

Aparte de las ventajas mencionadas teóricamente, la experiencia ha demostrado que además ofrece otras:

- ✓ De 30 a 40 % en el ahorro de acero.
- ✓ De 60 a 80 % de ahorro en la mano de obra.
- ✓ Logra reducir la duración de la obra, en lo referente al costo y arme.
- ✓ Reduce el costo del arme en un 10 %.
- ✓ Obtiene un mejor control y calidad.

### **CARACTERÍSTICAS DE LAS DIMENSIONES DE LAS BARRAS CUBANAS**

| A-24 |                |         |          | A-30        |         |          | A-40           |         |          |
|------|----------------|---------|----------|-------------|---------|----------|----------------|---------|----------|
| Dia  | LISAS          |         |          | CORRUG ADAS |         |          |                |         |          |
|      | RECTA          | Y ROLLO |          | RECTA       |         |          | ROLLO          |         |          |
|      | D. NOM.        | A (CM2) | P (KG/M) | D. NOM.     | A (CM2) | P (KG/M) | D. NOM.        | A (CM2) | P (KG/M) |
| 10   | 10             | 0.79    | 0.62     | 9.53        | 0.71    | 0.56     | 10             | 0.79    | 0.62     |
| 12   | 12             | 1.13    | 0.79     | 12.70       | 1.27    | 0.99     | 12             | 1.13    | 0.89     |
| 16   | 16             | 2.01    | 1.58     | 15.88       | 1.98    | 1.55     | 16             | 2.01    | 1.58     |
| 20   | No se producen |         |          | 19.05       | 2.85    | 2.44     | No se producen |         |          |
| 22   |                |         |          | 22.23       | 3.88    | 3.05     |                |         |          |
| 25   |                |         |          | 25.40       | 5.07    | 3.98     |                |         |          |
| 28   |                |         |          | 28.65       | 6.45    | 5.06     |                |         |          |
| 32   |                |         |          | 32.26       | 8.17    | 6.42     |                |         |          |
| 36   |                |         |          | 35.81       | 10.07   | 7.91     |                |         |          |

### **CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LAS BARRAS CUBANAS**

| GRADO DE LAS BARRAS | TENSIÓN LÍMITE DE FLUENCIA      | RESISTENCIA A LA TRACCIÓN |                       | ELONGACIÓN PERMANENTE |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                     | (Mpa)<br>(Kgf/mm <sup>2</sup> ) | (Mpa)                     | Kgf/mm <sup>2</sup> ) | %                     |
| <b>A-24</b>         | 235<br>24                       | 294<br>30                 |                       | 25                    |
| <b>A-30</b>         | 294<br>30                       | 392<br>40                 |                       | 19                    |
| <b>A-40</b>         | 392<br>40                       | 490<br>50                 |                       | 14                    |

8

<sup>8</sup> Datos extraídos de la Norma Cubana, Características del acero.

El enderezamiento, limpieza y corte del acero se realizan mediante máquinas automáticas altamente especializadas, las cuales realizan las operaciones de forma simultánea. Como principio de organización esta área debe estar cerca del almacenamiento para evitar flujos innecesarios y transportación a largas distancias.

## 2.2. MOLDES. TIPOS, CLASIFICACIÓN Y MANTENIMIENTO.

*El molde constituye el elemento que le da la forma, dimensión exacta y calidad exigida al concreto, donde ocurre el proceso de vibrado, compactación y curado.* Estos moldes deben ser rígidos, de gran durabilidad por la frecuencia de uso que se planifique, además deben ser construido con la menor cantidad de piezas posibles, pocas uniones y con superficies lisas, para evitar el agarre con el concreto.

Primeramente abundaba el **molde de madera**, pero realmente por sus propiedades de ligereza, fácil de cortar, de clavar, de doblar, de transportar y almacenar, resultó muy preferido. La escasez de la madera, unido al deterioro dado por la reiteración del uso, ha demostrado que se pueden emplear de 6 a 10 veces sin que haya necesidad de repararlo, pero sólo es factible su empleo en obras donde los elementos no sean repetitivos.

Este tipo de molde no puede asumir los grandes volúmenes de producción prefabricada de elementos de concreto armado. Las mismas propiedades de la madera, la vibración de alta frecuencia, la humedad, la búsqueda de mayor estanqueidad en las juntas, el compactado, el curado acelerado por medios de aditivos, formaban inconvenientes y a la vez un reto muy grande para el empleo de la misma.

La utilización de los **moldes metálicos** vino en cierta forma a dar respuesta a los límites de la madera, pero son más costosos al principio por la inversión. Sin embargo resultan más ventajosos, dando mayor rigidez, menos uniones, mayor capacidad de

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

---

utilización, arme y desarme. Destacando que cada día se dedican más esfuerzos al perfeccionamiento y mejora de estos moldes, marchando a la par de la industrialización.

En esta labor están inmersos la gran mayoría de países desarrollados como tarea primordial. Es interesante esta definición porque la producción industrializada de componentes prefabricados, se basa en la intercambiabilidad de los componentes como principio de la prefabricación abierta; aspecto que se refiere en el epígrafe referente al tema en este mismo capítulo.

Es importante la gran versatilidad, que sean económicos, que se alcance un índice de ligereza mayor dentro de las posibilidades y además que resulten fáciles de transportar. Imprescindible resulta la precisión en su ejecución que no permita la introducción de errores en la dimensión de las piezas, sólo los permitidos por el propio diseño de los elementos prefabricados.

Los moldes podrían clasificarse de diversas formas dependiendo de los siguientes aspectos:

1. Según la forma de producir: moldes fijos y móviles
2. Según la posición de los moldes, que condiciona una forma de trabajar en los mismos; de componentes superficiales horizontales, verticales e inclinados.
3. Según la naturaleza de la pieza producida.
  - ✓ Moldes para productos de concreto.
  - ✓ Moldes para componentes: lineales, superficiales, células tridimensionales.
4. De acuerdo con la naturaleza del material del molde:
  - ✓ Madera, metal, concreto, plástico y mixtos. (Foto 16)

5. Según la cantidad de componentes:

- ✓ Ya sean moldes independientes, gemelos, triples y baterías de moldes.

6. Según la posibilidad de empleo:

- ✓ Moldes especiales: se utilizan en la producción de elementos con poco carácter repetitivo.
- ✓ Moldes universales: se utilizan en la producción de elementos de diferentes dimensiones y su elaboración es seriada.

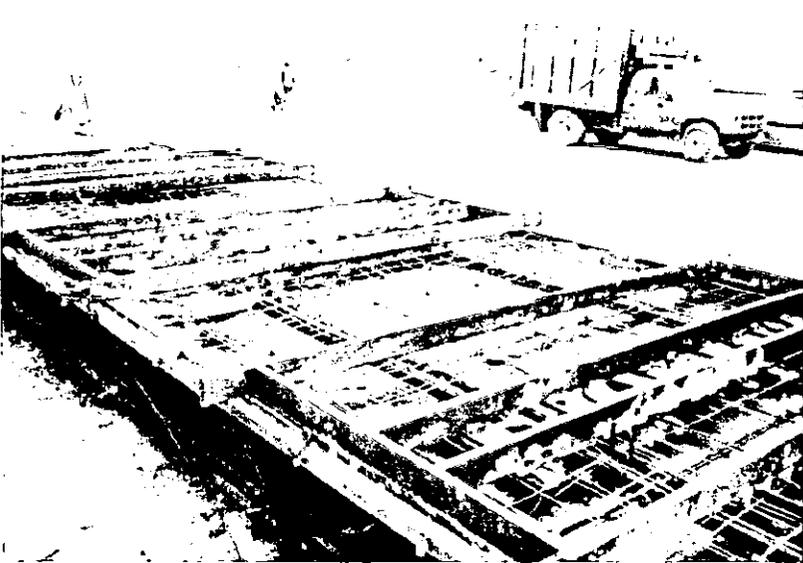


Foto 16. Molde de metal para realizar paneles de fachada.

Hay quienes también los clasifican según la forma de desmoldeo, por lo que este tipo es de una clasificación secundaria, necesaria de mencionar como complementaria:

- ✓ Moldes de desmoldeo por vuelco.
- ✓ Moldes de desmoldeo por abatimiento de las paredes.
- ✓ Moldes de desmoldeo directo.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

---

Para la selección del tipo de molde se debe tener en cuenta una serie de factores como son los de orden económico, dimensiones, forma de pieza y su peso, volumen de producción, sistema de vibración, tipo de acabado del elemento, proceso de desmoldado, así como el material que se ha de utilizar para su confección, del tipo de compactación y curado, la adherencia entre el concreto y el molde, acabado de la superficie, tecnología del proceso, carácter repetitivo, forma del componente y sus dimensiones, entre otros. De esta manera se van a encontrar moldes de madera, concreto, metálicos, de plásticos y de fibra textil.

Hasta ahora y analizando todos los factores que se emplean para la selección de los moldes, los tecnólogos principalmente se basan en **el aspecto económico**, esto es una razón de peso que está tratando de reducir los costos de inversión y tiende a escoger los procesos tecnológicos donde intervengan la menor cantidad de moldes posibles.

Independientemente del material que esté constituido el molde es necesario dar cierto mantenimiento a los mismos y así alargar su vida útil, dándole en cierta forma las propiedades que inicialmente tenían. La superficie que no esté en contacto con el concreto durante la elaboración de los elementos debe ser preservadas con algún tipo de revestimiento (pinturas anticorrosivas o resinas) y la que está en contacto con el material deberá aplicársele algún lubricante o grasas, almacenadas bajo techo, cubiertas de la acción de la intemperie.

La posición de almacenamiento de las piezas debe ser la correcta con el fin de evitar deformaciones, al igual que una correcta transportación. Existe el caso que los moldes que han sido dañados durante la transportación y por descuido de almacenamiento se han rechazado por presentar superficies no niveladas. Comúnmente en las plantas de prefabricados existe la tendencia de golpear a la hora que se produce el desmoldeo, trayendo como consecuencia la deformación del mismo, a veces es necesario para despegar el

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

material, pero es recomendable el uso de las herramientas idóneas para este fin, en el lugar indicado.

El costo de los moldes metálicos va a estar en dependencia del tipo de metal o aleación de que esté construido, la forma, el peso y el grado de complejidad de su elaboración y precisión exigidos.

Antes de producirse valiosos avances tecnológicos en la prefabricación los moldes eran construidos con carácter individual. Con los propios avances, aunados con la normalización, la tipificación de los elementos y el empleo de las medidas modulares se ha logrado trabajar en el dimensionamiento de los moldes.

Analizando con profundidad el costo inicial de los moldes de una determinada fábrica resulta cuantioso, pero el estudio de los mismos acarrea resultados armónicos y el máximo aprovechamiento. **El carácter versátil** que se le da a un mismo molde permite que se puedan fundir elementos de diferentes dimensiones, logrando una mayor flexibilidad en el cambio del surtido de los componentes prefabricados.

Este aspecto es válido explicarlo a partir de un ejemplo: (Foto 17)

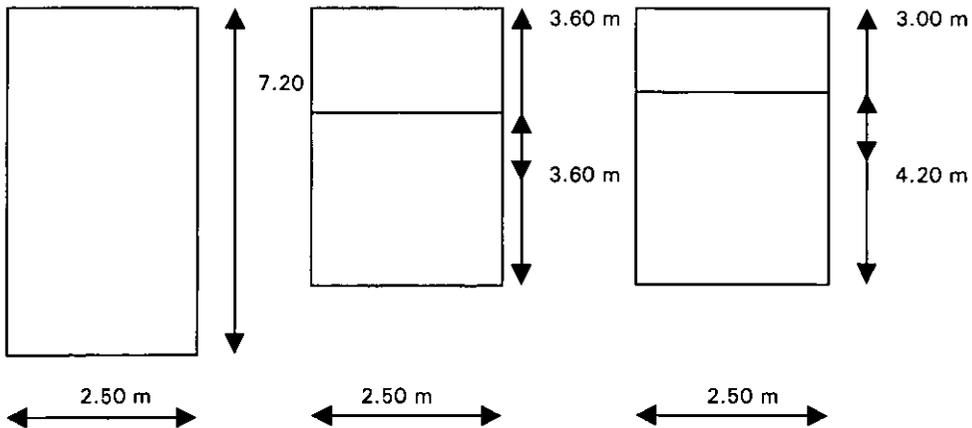


Foto 17. Carácter versátil de los moldes.

En un molde horizontal de 7,20 m de ancho x 2,50 m de alto se logran las combinaciones para paneles de muros siguientes:

1. - Dos componentes de 3,60 m de ancho x 2,50 m de altura.
2. - Dos componentes: uno con 3,00 m de ancho y el otro con 4,20 m de ancho y ambos con 2,50 m de altura.

También en el sentido de la altura se pueden lograr variaciones dimensionales:

3. - componentes de 2,80 m de altura.
4. - componentes de 2,50 m de altura.
5. - componentes de 1,40 m y de 1,20 m de altura (Pretilas).

También existe la posibilidad de producir cuatro elementos a la vez:

6. - cuatro componentes de 1,50 m de ancho.
7. - cuatro componentes de las dimensiones siguientes: 3,60 m de ancho x 1,20 m de altura.

Sucesivamente se pueden lograr otras combinaciones, que deben ser previstas desde el inicio; al comenzar el diseño de los moldes.

### **2.3. ELEMENTOS SOBRE LA TRANSPORTACIÓN DEL CONCRETO.**

Como la elaboración del concreto se efectúa en las centrales que van contiguas a las naves de producción, la transportación del concreto transcurre entonces a cortas distancias, hacia los puestos de moldeo.

El tipo de transporte a utilizar está en dependencia de:

- ✓ la distancia,
- ✓ volumen y tipo de concreto,
- ✓ proceso tecnológico,
- ✓ tipo de elemento y de molde,
- ✓ aspectos económicos,
- ✓ la no-interferencia con otros medios,
- ✓ tipo de grúa.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

Los sistemas de transportación pueden ser de tipo continuo o discontinuo, éstos últimos son los más apropiados para nuestros fines, además también dos grandes grupos o sistemas de transportación del concreto: los que circulan por el piso y los aéreos.

Los que circulan por el piso son las carretillas manuales y las vagonetas transportadoras. Los medios de transporte que circulan sobre rieles tienen gran empleo en plantas con desarrollo lineal logrando así la automatización total.

Los medios sobre neumáticos considerados como carretillas, vagonetas, montacargas, etc., son propios para producciones al aire libre, pues los gases de combustión en naves cerradas crean graves problemas de contaminación que los hace prohibitivo bajo techo, por lo cuál se recurre a las carretillas eléctricas (baterías).

Los medios considerados como aéreos son:

- ✓ Tolvas que se transportan hacia el molde por medio de grúas,
- ✓ Cintas transportadoras,
- ✓ Medios neumáticos,
- ✓ Tolvas sobre monorraíl.

Estos sistemas han ido tomando preferencia por su rapidez e independencia con respecto a los otros procesos que se desarrollan en el piso.

## **2.4. COMPACTACIÓN Y CURADO DEL CONCRETO.**

El buen compactado es fundamental en toda producción de componentes con concreto ya que la experiencia demuestra que se mejora la resistencia con la reducción de los huecos llenos de aire. La importancia del compactado se refleja en la producción de componentes prefabricados en el sentido de que su apariencia final está muy ligada a la compactación de la mezcla, cuando se trata de obtener superficies libres de poros. El método económico, para el

rápido y satisfactorio compactado de mezclas de concreto, sólo se ha logrado con el advenimiento y desarrollo del método de vibrado.

*Las ventajas del concreto vibrado comprenden:*

- ✓ Reducción de los costos, haciendo más fácil el trabajo de colado y requiriendo menor contenido de cemento;
- ✓ Aumento del peso volumétrico e impermeabilidad,
- ✓ Homogeneidad mejorada;
- ✓ Mejor adherencia contra las armaduras y en las juntas del colado,
- ✓ Mayor durabilidad,
- ✓ Menor dilatación y contracción.

### **2.4.1 Distintas formas de compactación del concreto.**

#### **Vibrado.**

La vibración resulta ser un factor importantísimo en la producción de componentes basados en el concreto con lo cual se demuestra a lo largo de la práctica que la resistencia final del concreto es más elevada en la medida que la mezcla se acerca más a la proporción necesaria.

#### **Clasificación del vibrado**

- ✓ Según la forma de aplicar; el tipo de vibración puede ser interno o externo. Es interna cuando el vibrado ocurre por medio de tubos cilíndricos, que vibran en sentido radial, al ser introducidos en la masa de concreto. Por el contrario la externa es cuando se fijan los vibradores al molde.
- ✓ Según la fuente de energía pueden ser: vibradores eléctricos, neumáticos y con motor de explosión. Los eléctricos se accionan por medio de la energía eléctrica, los neumáticos son muy versátiles y de buena perspectiva. Los de motor de explosión son muy anticuados, pero de gran utilidad en aquellos lugares donde no se disponen de fuentes de energía, ni de aire comprimido.
- ✓ Según la dirección del vibrado: vibración horizontal y vertical.

---

## **Mesas y vigas vibrantes.**

Estas mesas vibrantes consisten en un conjunto metálico que aparece diseñado para soportar los moldes y transmitirles las vibraciones de manera armónica, de otra forma, no es más que un sistema que comunica la vibración a toda la masa del concreto por medio de la pared del molde que se halla en movimiento.

Los vibradores se acoplan al molde de forma rígida, por esto se recomienda en el epígrafe referente a los moldes que éstos deben diseñarse de tal forma que soporten las sacudidas y no sufran deformaciones. Se comprueba que la práctica da como resultado los lugares donde deben ser fijados estos vibradores: donde se dificulte la vibración uniforme y en puntos de mayor rigidez.

## **Prensado.**

Es uno de los métodos de compactación del concreto que adquiere mayor profusión, donde la masa de concreto se somete a una gran compresión; logrando masas muy densas, con buena cohesión. Este método se logra con máquinas que combinan la vibración logrando resultados mucho mejores en las mezclas secas.

Para los elementos planos se acostumbra realizar el prensado por medio de rodillos metálicos, proceso similar a la consolidación del pavimento. Otro procedimiento consiste en planchar el concreto una vez vibrado con un dispositivo pesado a modo de plancha. Este último método tiene la ventaja que una vez que se logra una buena resistencia inicial del concreto, se le puede someter al proceso de curado a vapor inmediato sin tener que esperar al curado normal.

## **Curado.**

Es el proceso para mantener un contenido satisfactorio de humedad y temperatura favorables durante la hidratación de los materiales

cementantes y así poder desarrollar las propiedades deseadas del concreto.

Se le considera como un tratamiento aplicable al concreto o mortero después de la puesta en el molde a causa de que para la hidratación es preciso el mantenimiento de un contenido de agua en la masa de cemento que fragua, a fin de evitar pérdidas de agua por evaporación y desecación, por lo cuál es necesaria una atmósfera saturada de humedad.

Hay una serie de ventajas que reporta el endurecimiento acelerado del concreto y repercute en una notable mejoría de la economía como son:

- ✓ Un adelanto en la producción,
- ✓ Ahorro en moldes,
- ✓ Menor área de producción,
- ✓ Posibilidad de un montaje de las piezas más rápido,
- ✓ Ahorro en manipulación, etc.;

Las formas de acelerar el endurecimiento del hormigón de manera artificial son las siguientes:

- ✓ Por curado o tratamiento térmico.
- ✓ Por el empleo de conglomerantes especiales.
- ✓ Por el empleo de catalizadores que son aceleradores del fraguado y endurecimiento.

## **2.5. ALMACENAMIENTO DE ELEMENTOS PREFABRICADOS.**

El principio del almacenamiento de los productos terminados es propio de toda actividad de carácter industrial, así los componentes elaborados con concreto y acero para luego ser ensamblados transitan invariablemente a través de este proceso. *Se trata de la actividad de recepción, ubicación, ordenamiento, cuidado, control y preparación para el despacho hacia obras de los componentes prefabricados.* (Foto 18)

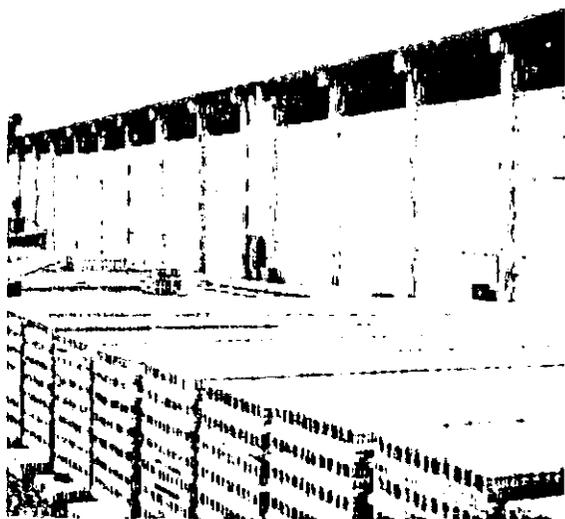


Foto 18. Almacenamiento de losas en posición horizontal.

En el mundo moderno en que vivimos, el almacenamiento de los productos ha devenido en una actividad altamente calificada y priorizada, que se rige por normas de carácter técnico-económico.

El almacenamiento obedece a razones de distintos caracteres:

a) Por aspecto de *carácter resistivo*, pues los componentes cuando pasan al almacén no poseen la resistencia necesaria para ser ensamblados por lo que deben permanecer en el almacén, al menos 7 días, hasta tanto obtengan una resistencia dada. La norma establece que para que un componente esté apto para el montaje debe alcanzar al menos un 80 % de la resistencia cúbica estipulada para los 28 días.

b) Por otra parte el almacenamiento responde a criterios de *carácter organizativo*, ya que después del proceso de fabricación y antes de la transportación se *necesita una revisión, selección y agrupación*.

Los almacenes de productos terminados forman parte del proceso tecnológico y es por ese motivo que en las primeras etapas del proyecto de las plantas los diseñadores le dedican especial atención a esta actividad que influye directamente en el diseño vial de la fábrica, por cuanto los vehículos automotores que se dedican al transporte de los elementos son de grandes dimensiones y su

frecuencia de entrada es bastante regular, de acuerdo con la capacidad de producción (Foto 19)

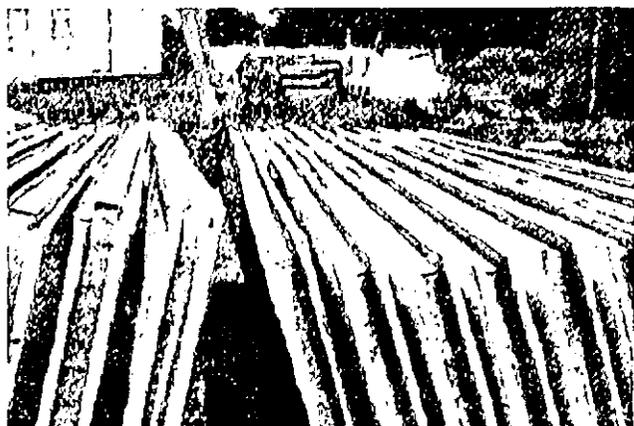


Foto 19. Almacenamiento de paneles en posición vertical.

Los componentes antes de pasar a las áreas de almacenamiento, por regla general están al descubierto, deben ser cuidadosamente revisados y aquellos que presenten defectos deben ser enviados a las bancadas de reparaciones, donde los operarios bien especializados en estas actividades de tipo artesanal les apliquen toda su maestría y destreza.

A partir de que los elementos pasen al almacén, se les proveería cada uno de su correspondiente marca de conformidad, o sea, certificación de calidad, que identifica la garantía del producto. El productor debe controlar su surtido de producción mediante los mecanismos de control establecidos por componentes que posteriormente serán ensamblados.

El almacenamiento de los componentes se diseña teniendo en cuenta los medios de transporte y en el caso específico que nos ocupa, a causa del dimensionamiento y el peso de los elementos. La forma de agruparlos en paletas (pallets) no resulta conveniente por el peso excesivo que se ha de levantar por las grúas ya que los dispositivos en forma de jaulas metálicas se suman al peso de los elementos.

---

El caso de los contenedores sólo es propio para los materiales ligeros y partes de terminaciones. Es recomendable trasladar los componentes hacia el almacén en la misma posición que ocupan en el trabajo final.

Los almacenes se organizan, teniendo en cuenta la agrupación funcional de los elementos en: paneles exteriores, paneles interiores, losas de entrepisos, tabiques, escaleras y descansos, losas de cubiertas, zoclos<sup>9</sup>, parapetos, pretilas, cimientos y misceláneas.

A su vez, dentro de cada agrupación funcional se deben almacenar los elementos en función del tipo de dimensionamiento y del elemento, de esta forma se evitan los cambios de sitio y la pronta identificación de cada tipo de elemento por medio de su placa codificada. Además de esta manera se facilitan los inventarios de control y la organización general del almacén.

Dentro del almacenamiento hay otro aspecto que analizar y en muchas plantas olvidan este aspecto: la capacidad de almacenamiento, claro que contra una demanda planificada se acostumbra en aplicar el principio de ensamblar en obra la misma cantidad de unidades que se produce diariamente, pues si se montaran en exceso, se agotaría el surtido en la zona de almacén, y si fuese por defecto, se saturaría con rapidez el área de almacén; lo racional es tener un stock de almacén y edificio que sea producido, debe ser ensamblado.

Este **principio** debe tenerse en cuenta en los países en vías de desarrollo, representando de esta forma una correcta planificación y verdadera política económica.

Claro que la capacidad de producción varía en dependencia del carácter del producto final, producción para stock y producción para requisición. En el primero por tratarse de productos con una

---

<sup>9</sup> En Cuba se conoce también como zócalos.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

demanda continua, se puede estimar el volumen que se ha de mantener en almacén. Cuando la demanda es la que condiciona la producción, se tiene la necesidad de mantener un amplio surtido, con un volumen dado en espera de que se presente un comprador, tal como ocurre en los países capitalistas, situación que no pasa en los países socialista de economía planificada. Esta mercancía estancada resulta una pérdida, lo que hace necesario estimar grandes áreas para almacenamiento.

Esto entra en contradicción con los principios de la prefabricación, ya que la misma es una actividad constructiva que se debe desenvolver en forma armónica: producción, transporte y montaje y sólo tenemos conocimiento de que esto ocurre en zonas donde el clima es un factor condicionante para el montaje lo cual obliga a mantener almacenes de grandes dimensiones.

Se recomienda que *los elementos se almacenen en la misma posición que han de ocupar en su trabajo final* y que se tenga en cuenta el dimensionamiento y el tipo, así como, el volumen que representa en comparación con el total, por motivos de la carga y el cuidado de los bordes.

Basado en la experiencia, la reserva en el almacén de productos terminados incluye:

- siete días de producción de la planta que representa el tiempo necesario mínimo para el endurecimiento del concreto.
- tres días como reserva para el montaje.
- cuatro días como reserva de la producción.

Esto arroja un resultado de 14 días como mínimo de la producción diaria, lo cual siempre debe aproximarse, en función de lograr almacenar edificios completos.

La experiencia demuestra que en las plantas, cuando el área de almacenamiento es muy grande, se debe tener en cuenta el sistema *de evacuación de las aguas* que pueden ser de lluvia, o producto del *Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

---

que se utiliza para el curado durante un tiempo, mientras permanecen en el almacén, éste puede ser por medio de canales, superficiales u otro medio. Pero lo cierto es que deben ser eficientes y con posibilidades de recibir mantenimiento; pues estos conductos en fábricas donde existe la presencia de agua con cemento, tienden fácilmente a obstruirse.

Existe otro aspecto en el almacenamiento que se debe revisar con cuidado; la **protección del intemperismo** de determinados elementos como son las cabinas sanitarias, que por su especificidad lo requieren, debido a los materiales que se utilizan para su elaboración; es por eso que se realizan construcciones ligeras, sin paredes con carácter desmontables para protegerlas.

*Es necesario un sistema de control de inventario del almacén, similar a cualquier otro producto.* Para esto se debe conocer las existencias en el almacén, el lugar donde se encuentra cada tipo de pieza y fecha de producción; de esta manera cada pieza irá acompañada del certificado de calidad.

Existen dos de formas de almacenamiento, de acuerdo a la posición que van a ser colocados en la obra; unos en **posición horizontal** y otros en **posición vertical**.

El primer grupo está integrado por los descansos, losas de entrepiso y cubierta, escaleras, etc. Al segundo corresponden los elementos que trabajan en posición vertical, excepto las columnas que por sus dimensiones no se pueden almacenar de esta manera, serán en este caso todos los paneles. Los separadores entre las diferentes capas de las piezas almacenadas serán de concreto, plástico y madera, en forma de listón con una sección aproximada de 0.05 m (Foto 20)

La posición de los listones debe ser lineal entre todos, ya que trazando una línea imaginaria debe coincidir con el centro de la sección de los mismos, para que no se produzcan fisuras en los elementos.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*



Foto 20. Almacenamiento de paneles.

El número de piezas a almacenar en altura depende de criterios de **carácter resistivo**, ya sea el tipo de izaje, el suelo sobre el que va a estar asentado los materiales, característica de la máquina de elevación y las características de los medios auxiliares.

Lo cierto es que la altura según los resultados de la práctica, deja como prueba que no deben colocarse más de 15 elementos. Los elementos que se almacenan en posición vertical se colocan separados por elementos tubulares, que pueden ser fijos o móviles, con el fin de lograr mayor flexibilidad. Este almacenaje requiere menor área y requiere de una pasarela superior para facilitar la operación de enganche. (Foto 21)

Distintas maquinarias son utilizadas como medios de manipulación de los componentes. De acuerdo con las características de la producción en cuanto a volumen y flujo tecnológico, se distinguen:



- ✓ Los medios aéreos, tales como los puentes-grúas, que tienen su recorrido en forma lineal. (Foto 22)
- ✓ Las vagonetas sobre carriles y los montacargas que transitan por el suelo.
- ✓ Existen los medios considerados como de movimientos libres, como son los pórticos sobre ruedas neumáticas, cargadores de horquillas, vagonetas arrastrada por tractores, etc.

Foto 21. Almacenamiento de parapetos.

En general, se prefieren los medios más rápidos, flexibles, económicos y los que ofrecen mayor elasticidad en los movimientos, que permitan la elevación y el transporte horizontal. Se puede apreciar que los puentes-grúas son los más rápidos, pero los medios automotores se reconocen como los más flexibles.

La práctica aconseja que, por las imprecisiones al colocar los ganchos, los cables no sean de longitud fija, puesto que siempre existirá alguno que por ser más largo no trabaje a causa de las sobrecargas que surjan en el componente, lo que traerá como consecuencia la aparición de fisuras. (Foto 23)

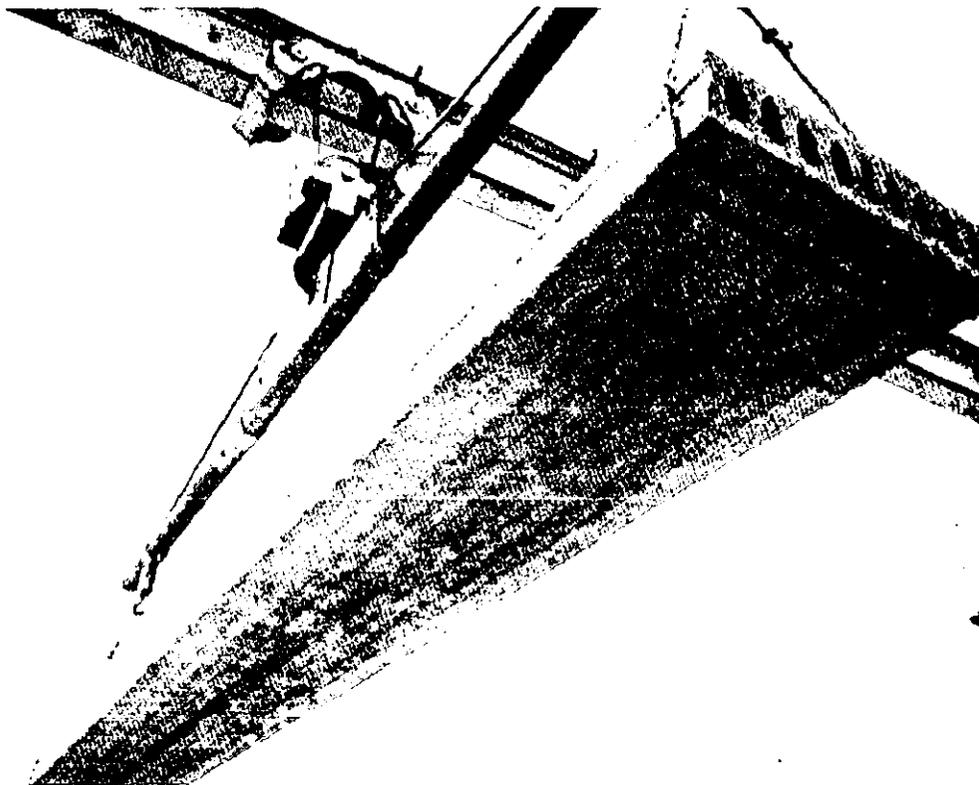


Foto22. Izaje de paneles para almacenamiento.

Existen los medios de izaje por medio de cables solos (eslingas) mientras por otra parte existen los medios que hacen empleos de vigas (madrinas), lo cual aumenta la estabilidad. La forma más sencilla se logra mediante la suspensión por dos puntos utilizando un balancín de cables, vigas y elementos planos: paneles.

Ahora podemos preguntarnos. **¿Son tan importantes las vías en una planta de prefabricación?**

La entrada, almacenamiento para la carga y posterior salida de vehículos deben estar aseguradas por un buen diseño vial. Esto se facilita cuando los medios de transporte para la extracción de los

elementos terminados del almacén son los más flexibles posibles y de esta forma se obtiene una mayor libertad para ubicar las áreas en relación con la producción.

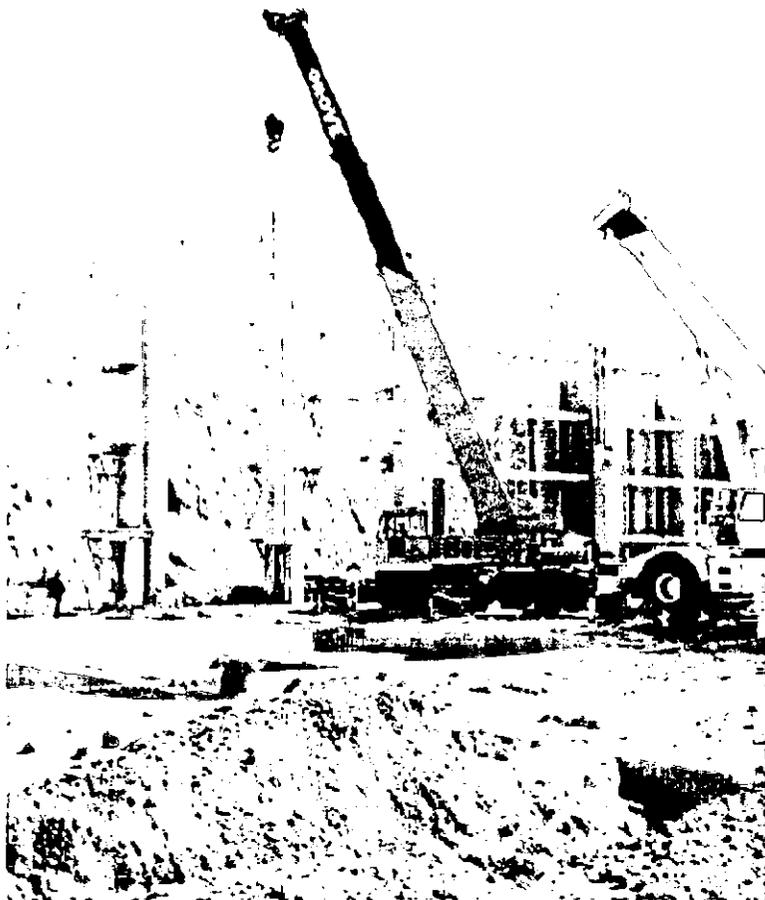


Foto 23. Izaje correcto de columnas. Montaje de la estructura.

A la hora de diseñar una planta de prefabricado independientemente del tamaño, se debe considerar las *futuras ampliaciones de las áreas de almacenamiento*, para que de este modo se prevean los espacios necesarios y evitar futuros "cuellos de botellas" y una mala organización de áreas.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

---

Entre los aspectos de mayor relieve que se deben contemplar al diseñar los almacenes está el **estudio vial** por tratarse de una actividad muy regular, estimando que a las plantas llegan otros transportes muy voluminosos, silos de cementos, transporte para el acero, camiones de volteo para áridos, transporte para el combustible, etc.

Las zonas de estacionamiento para vehículos de carga de almacenes deben ser varias, de forma tal que no entorpezcan el tránsito libre. Las áreas de almacenamiento son considerables; por lo general el empleo de los pisos de concreto, eleva el costo y se puede optar por la utilización de pisos de gravas con traviesas de hormigón que sirven de apoyo a los elementos.

Otra variante que los productores prefieren en su inicio es compactar bien el suelo y aplicar una capa de arena o grava y en la medida que surjan los elementos que han sido rechazados en la producción que no cumplan los requisitos de calidad para enviar a las obras, se colocan en estas áreas de almacenamiento; solución que ha sido muy práctica y es aconsejable a la hora de mejorar esta zona.

## **2.6. TRANSPORTE DE LOS COMPONENTES ELABORADOS.**

Como se menciona anteriormente hay que realizar una correcta transportación de los elementos hacia la obra con el fin de evitar daños, *ya sean fisuras o roturas de los elementos y mantener la calidad que lleva desde la planta*. Esta etapa es muy importante porque la misma trae consigo una serie de problemas que enfrentar. (Foto 24 a y b)

La prefabricación a pie de obra resuelve en parte la situación del transporte, sin olvidar que en fábricas permanentes representan el medio idóneo para aplicar la industrialización.

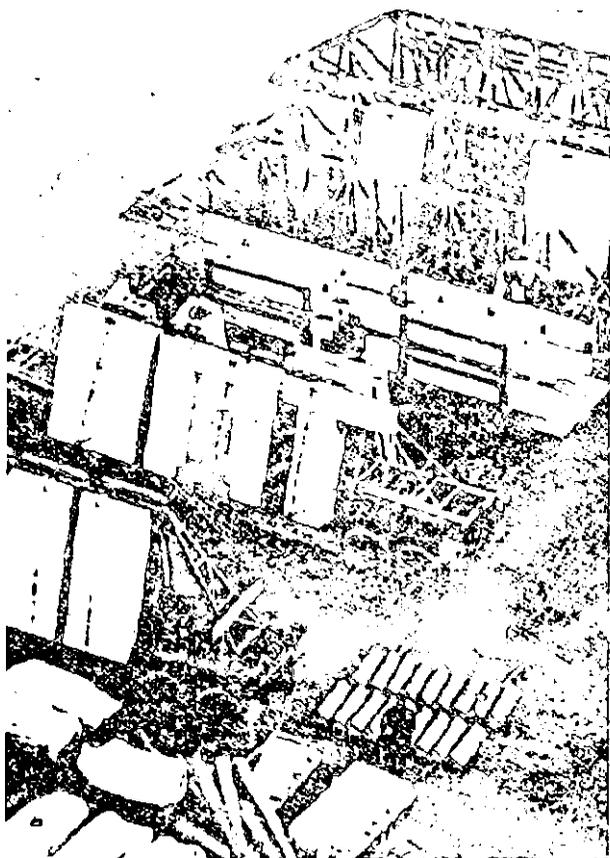


Foto 24 a). Remolques para transportar paneles.

Por este motivo se recomienda que se analice la transportación con carácter global, formando parte de una buena política técnica para el desarrollo.

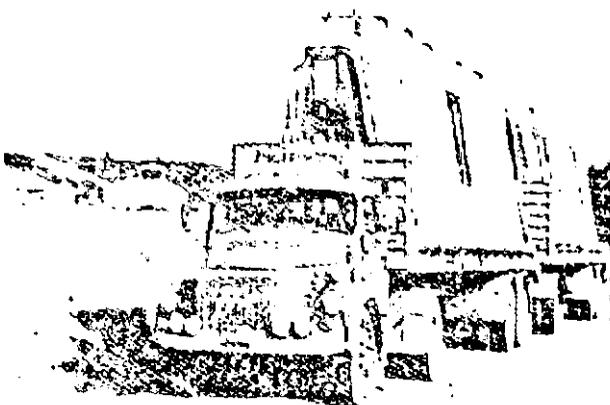


Foto 24 b) Traslado de paneles

Esta es una etapa del proceso que se somete a las exigencias del montaje de obra, una de las condiciones requeridas para aumentar su efectividad, a partir de los medios de transporte.

Estos medios de transporte, cualesquiera que sean, dependen de una serie de factores:

- ✓ en primer lugar está la distancia necesaria que se ha de recorrer,
- ✓ la capacidad de carga de los medios,
- ✓ el tiempo que van a permanecer inmóviles en los tiempos de carga y descarga,
- ✓ el estado técnico del vehículo,
- ✓ y por último analizar las vías de comunicación, su buen estado, así como emplear las más factibles.

Este aspecto sugiere que se deben transportar la menor cantidad de elementos posibles, pero con el mayor peso permisible a transportar.

*Los medios de transportación se van a determinar según las dimensiones, la forma y el peso de los elementos, la forma de trabajo, las vías de comunicación, las distancias y los métodos de montaje.*

Los elementos que se transportan en posición horizontal *no deben ser apoyados unos sobre otros, sino sobre separadores de madera.* Igual hay que tener especial cuidado en ciertas piezas que llevan ya la terminación integral o algunos elementos de vidrio o madera, pintura, etc., todas estas cargas deben ir correctamente rigidizadas con cable sin permitir movimiento en algún sentido.

*El transporte por carretera constituye hoy en día el medio fundamental para el traslado de los elementos prefabricados, éste se logra a través de remolques y presenta la ventaja de llegar con facilidad a cualquier parte de la obra, restricción que tienen otros medios como el marítimo, ferrocarril, etc.*

En el momento de decidir el transporte por carretera hay que establecer la trayectoria, tipo de vía, radios de giro, velocidades permitidas y tiempo del recorrido. (Foto 25)

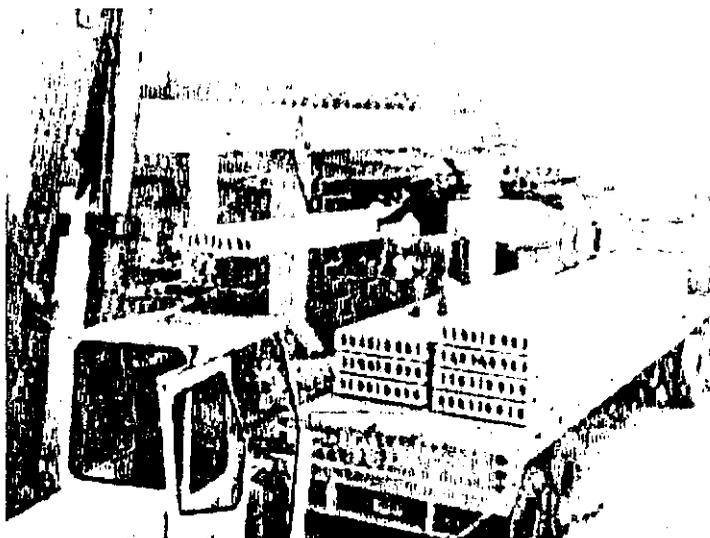


Foto 25 Transporte de elementos prefabricados.

## 2.7. JUNTAS.

Se define como juntas al *conjunto de operaciones técnicas que permiten restablecer en obras el ensamblaje de la construcción que había sido roto al descomponerse el edificio en piezas componentes, escogidas en función de las exigencias de la fabricación.*

Su **propósito** es absorber las desviaciones dimensionales y su trabajo varía con ellas. Para esto se necesitan una serie de requisitos como: ajustarse a las tolerancias adecuadas en elemento, un apoyo temporal pequeño, permitir ajustes y necesitar solamente unas pocas operaciones para realizarse. Las juntas entre los elementos deben ser resistentes estructuralmente y al medio exterior. (Foto 26)

Para su ejecución éstas deben ser fáciles de rellenar y de admitir la inspección efectiva así como, la rectificación; generalmente no están sometidas a grandes esfuerzos excepto las horizontales realizadas en muro de cargas. Deben asumir también el movimiento

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

después del montaje, los cambios de temperatura, la resequead de los elementos, así como los coeficientes de humedad, etc.

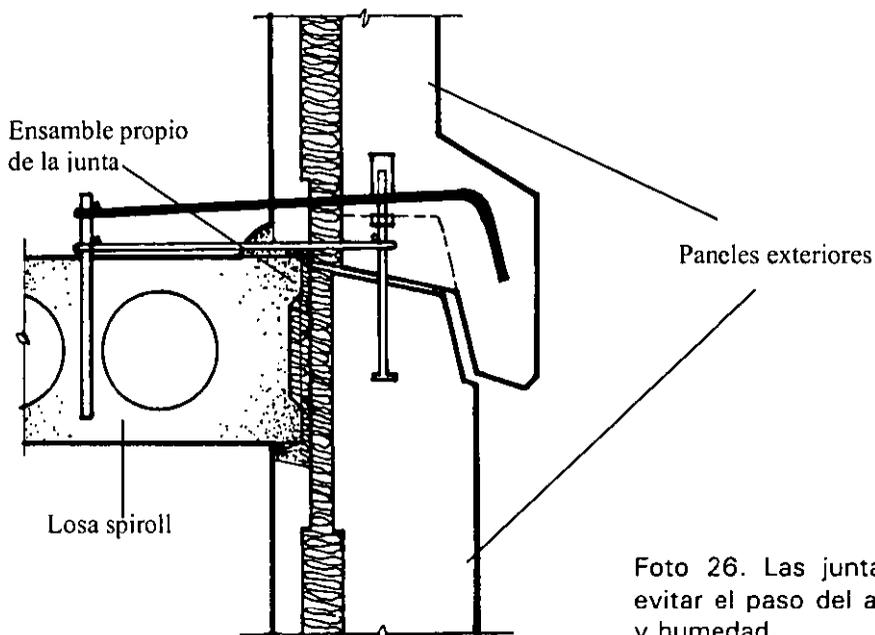


Foto 26. Las juntas deben evitar el paso del agua, aire y humedad.

Debemos estar conscientes de que hay elementos negativos en las juntas, ya que algunas son complicadas de elaborar puesto que sitúan límites sobre la tolerancia de producción y montaje, difíciles de lograr.

**Una junta eficiente se obtiene manteniendo una inspección óptima durante el montaje, lo que juega un importante papel; siendo a menudo imposibles las reparaciones después que éstas fallan.** El movimiento del edificio pueda fisurar el material de la junta, después de largo tiempo de efectuado el montaje. Las juntas deben ser estancas tanto al agua como al aire. (Foto 27).

Se pueden rellenar con un material considerado como estanco y en algunos casos se trata de darle a los bordes de los paneles la forma tal que ellos mismos aseguren la estanqueidad de la misma.

Cuestión que no es absoluta en su planteamiento y resulta criticable ya que para lograr esto se necesita un fuerte control de la calidad en la planta y tratar por todos los medios de que ninguno de los bordes que conformarán las juntas no se dañen, aspecto que hace vulnerable esta clasificación.

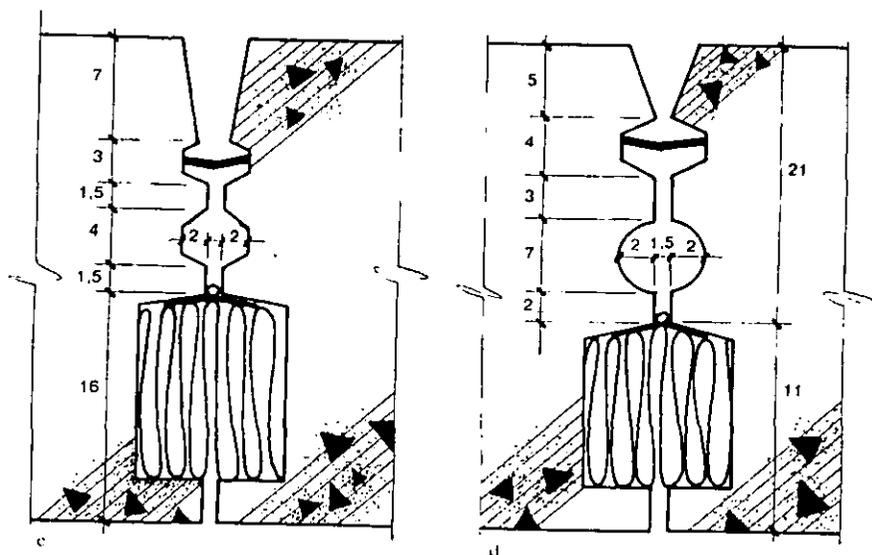


Foto 27. Juntas entre paneles con dos tipos de deprimidos para evitar la entrada de agentes externos.

*De todos los materiales probados en el relleno de las juntas se ha demostrado que el plástico es el que ha presentado mejores propiedades para resolver este fin. Es capaz de soportar deformaciones sin alterar sus propiedades, obteniéndose resultados óptimos con los elastómeros sintéticos. (Foto 28)*

En la mayoría de los casos *el material utilizado es el mortero de cemento*, siendo inevitable su futura fisuración y poniendo en riesgo la estanqueidad de la junta.

Es importante la búsqueda de alternativas en este sentido, para tratar de suprimir factores negativos como éste, siendo la junta el

elemento más vulnerable en la prefabricación; si ésta falla, todo el sistema en su conjunto también.

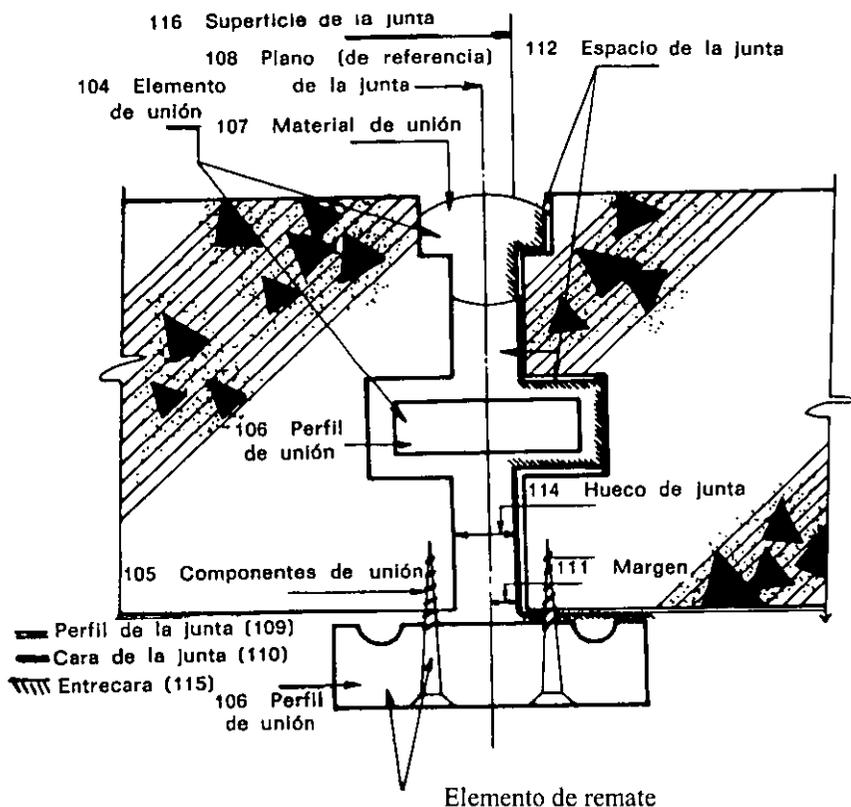


Foto 28. El plástico como relleno de juntas es un material que ofrece buenas soluciones.

Después de hacer mención de los aspectos principales referentes a las juntas, cabe señalar criterios de autores como el cubano Russell, que plantea:

*"Como conclusión diré que en la concepción de las juntas no rellenas se parte de una condición previa: cierta cantidad de agua y aire puede penetrar, hasta un determinado punto."*<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Samuel Russell, Rolando A. Industrialización en las edificaciones para la vivienda. Pág. 232. Editorial Científico-Técnica, La Habana, Cuba, 1991.

Planteamiento que hay que analizar pues no se debe diseñar pensando que existirá un margen de problemas, sino que desde el primer momento se trazan ideas, evitando esos errores y no admitir tolerancias de este tipo. Si desde el inicio se admiten, no habría como solucionarlos. En esto juega un papel primordial el diseño y el estudio de la geometría de las juntas.

Como conclusión de este tópico tan interesante se definen los **errores más frecuentes** y que van a influir en las juntas. En la práctica éstos van a ser aumentados por la falta de paralelismo; errores en la forma de los bordes, productos del molde ineficiente y por la tolerancia de montaje que se produce.

Muchas veces existen juntas que se han diseñado de forma tal que el conjunto de los componentes prefabricados no se comporta como un todo en presencia de las cargas interiores y exteriores. Además la falta de uniformidad en la transmisión de las cargas provoca en las juntas ciertos problemas que trae consigo secciones con diferentes deformaciones.

También es recomendable que en las juntas donde no se puede revisar el colado, se aumente el coeficiente de seguridad, cuestión que es olvidado con frecuencia por el responsable de obra.

Es preciso establecer entonces una serie de requisitos que deben tener las juntas como son:

- ✓ Deben resistir la penetración de olores, insectos, vegetación, calor, ruidos externos, luz, aire, etc., de ahí se desprende una propiedad inherente que es su carácter aislante del exterior.
- ✓ Deben tener una fuerte capacidad resistente, ya sea a los esfuerzos en una o más direcciones.
- ✓ Resistentes al fuego.
- ✓ Capaces de asumir variaciones a causa de la humedad, movimientos térmicos, estructurales y vibración. En caso de sistemas con propiedades antisépticas, deben resolver estos problemas.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

- ✓ Que soporten los componentes ensamblados en una o más direcciones.
- ✓ Que aseguren la fijación de los componentes a la estructura.
- ✓ Externamente deben tener una apariencia aceptable.
- ✓ Que el costo esté dentro del rango económicamente establecido y por consiguiente el costo de mantenimiento sea bajo.

## 2.8. ACABADOS



Foto 29 a) Acabados en paneles con moldes. Ejecutado en una Guardería Infantil.

*El acabado es el último tratamiento que sufre un elemento constructivo.* La filosofía de la industrialización sostiene que es más económico trasladar la mayor parte de las operaciones y procesos a la fábrica y que en la obra sólo debe ocurrir el proceso de ensamblaje de grandes elementos totalmente listos, con todas las incorporaciones posibles: carpintería, herrajes, cristales, etc.

Esto se logra en grandes fábricas bien equipadas, con la aplicación de las técnicas más avanzadas y el empleo de materiales nuevos. (Foto 29 a y b)

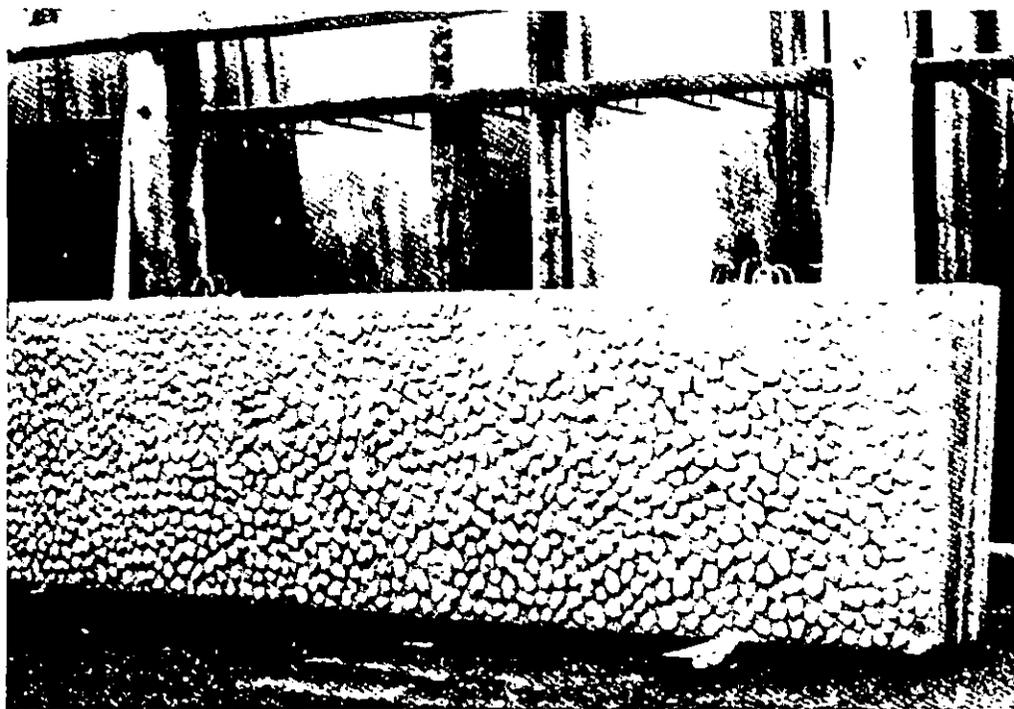


Foto 29 b) Acabado en panel con enchape de piedra. Aplicación en vivienda multifamiliar.

Los materiales se aprecian altamente por su acabado, para ser utilizados en muros y evaluar el tipo de revestimiento teniendo en cuenta el aspecto económico y el de la durabilidad o resistencia a los agentes atmosféricos, a lo largo de su vida útil. Este tiende a mejorar la apariencia de los elementos al cambiar su textura.

Hay que tener presente la influencia de los revestimientos en relación con los futuros mantenimientos y reparaciones. Por ese motivo, un gasto inicial mayor puede compensar, con creces, los gastos futuros.

Una de las partes de la industrialización que se encuentra más sometida a las investigaciones y experimentos se refiere al acabado

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

---

y precisamente en el concreto. El color blanco constituye por sí mismo un ejemplo de textura visual que representa la disposición y el aspecto de las distintas partes de un material. Se reconoce que Gran Bretaña y Alemania son los países de mayor desarrollo en este campo.

Para los arquitectos, la selección del tipo de acabado no obedece siempre a problemas económicos y funcionales sino muy especial a los métodos y forma de lograr dichos acabados y de los materiales disponibles. Al elegirse los distintos tipos de acabados se debe disponer de toda la información posible al respecto que puedan basarse en criterios objetivos.

### **2.8.1 Procedimientos de acabados más utilizados en los sistemas constructivos:**

#### **Procedimiento por medio del color.**

A través del empleo de cemento blanco o de color, de utilización de arenas especiales, o de agregado fino, se pretende cambiar el tono del color del concreto.

Por lo tanto, para alterar el color se debe utilizar un cemento de color diferente, o tratar la superficie del concreto de alguna forma. Existen además de los cementos grises normales y blanco; los cementos verdes, rojo y amarillo.

#### **Procedimiento con la cara activa hacia abajo.**

Corresponden a este grupo los componentes que se cuelan con la cara expuesta hacia abajo sobre placas especiales, colocadas en el fondo del molde como madera dura, esteras de gomas, metal y materiales plásticos; con ellos se logra estampar una textura o un relieve en la superficie del concreto

### **Procedimiento con la cara activa hacia arriba.**

Es el proceso inverso al anterior, siendo éste aún más sencillo de ejecutar. Es el colado con la cara hacia arriba (cara activa), tratando luego de incorporarle una textura a la superficie del concreto en estado plástico por medio del raspado, laminado, enrasado, el empleo de rodillos, etc.

### **Procedimiento por medio del tratamiento del concreto.**

Este procedimiento consiste en tratar la superficie del concreto en estado plástico o fraguado para la exposición del agregado grueso por medio del lavado, la cepilladura, el labrado con herramientas, la limpieza con chorros de arena, etc. (Foto 30)



Foto 30. Acabado mediante la aplicación de arena.

El color más utilizado es el gris además del color blanco, lo cual dentro de cierto rango razonable puede resultar económico. A causa de la tecnología de producción y el amplio rango de los colores el método de agregados expuestos para lograr distintos acabados en la superficie de los paneles se ha convertido en el tipo más difundido.

### **Procedimiento por medio del revestimiento.**

Se trata del revestimiento del concreto con partículas de agregados: azulejos, mosaicos y planchas de cerámica vitrosa (vidriadas), aplicadas sobre el concreto fraguado o empleado como una plancha en el fondo del molde.

De los revestimientos para los grandes paneles de concreto fabricados se consideran como bastante satisfactorio el de los mosaicos, el vidrio y la cerámica. (Foto 31); obteniendo en gran variedad de colores y proporcionando una superficie impermeable casi autolimpiable. Se le considera no apropiado para todos los lugares y cuando su aplicación es demasiado amplia puede resultar monótona.

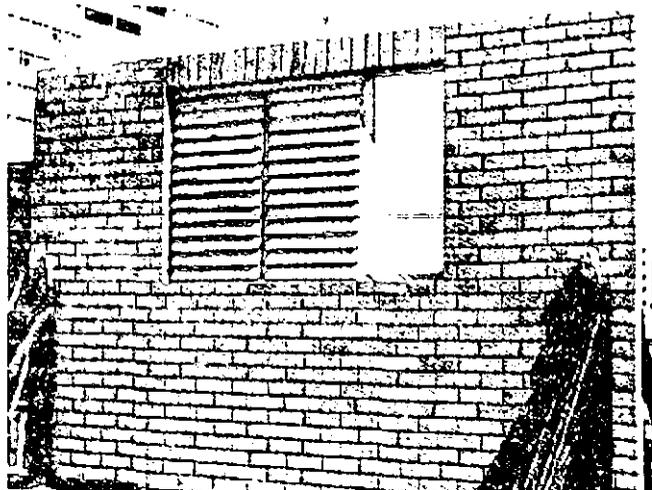


Foto 31. Acabado por medio del enchape de cerámica.

En Cuba algunas aplicaciones obtenidas en paneles exteriores son con el revestimiento de piedra de jaimanita<sup>11</sup> y rústico blanco, revestimientos de losas, cerámica roja, revestimiento de listón de cerámica roja, de piedra de mármol machacado, además se han realizado ensayos con vidrios machacados, con celosías, paneles con carpintería y revestimientos incorporados en planta, paneles con barandas y jardines. (Foto 32).

Con estos ensayos que ya tienen posibilidades de empleo con carácter masivo se les brinda a los proyectistas una gama de posibilidades en cuanto a **diseño, colorido, movimiento, textura, plasticidad, etc.**, así como el ahorro en el mantenimiento que requiere la pintura.

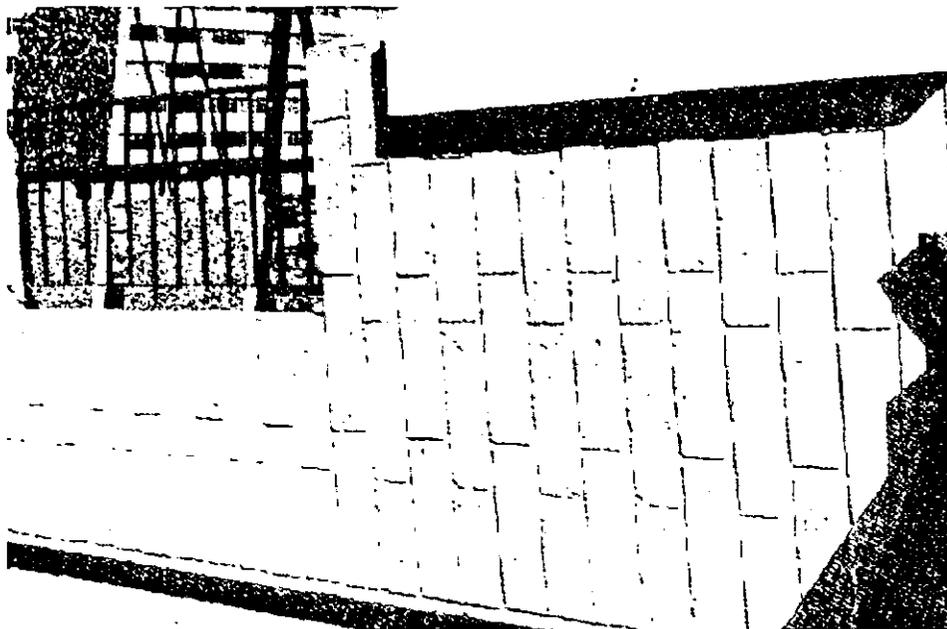


Foto 32. Acabado en paneles mediante el enchape de piedra jaimanita.

<sup>11</sup> Este material es extraído de la cantera, situada en Provincia Habana, se elabora en forma de block o enchapes, lográndose una agradable terminación.

## Procedimiento con pinturas especiales.

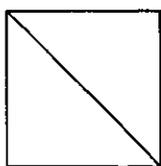
Se denominan pinturas sobre el concreto fraguado a la introducción de nuevos tipos de pinturas resistentes al ataque de los álcalis y con duración de más de 10 años, ligada a posibles métodos para la limpieza de las fachadas de los edificios, cuando éstas se ensucian.

En la actualidad se desarrolla el aspecto técnico de la aplicación mecanizada de pinturas en las edificaciones, con el objetivo de aumentar la productividad. Entre éstos existe la variedad de aplicación de pinturas de alta densidad y de pinturas con carga de arena, que ofrecen una textura rústica. Sin duda que el futuro desarrollo de los elementos para los muros exteriores de los edificios está localizados en esta tendencia.

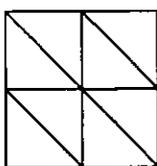
## Módulo y posibilidades combinatorias.

La idea central es la concepción modular de cada sistema. Esta concepción significa en la práctica la posibilidad de obtener una variedad de diseño a partir de un mínimo de componentes, su repetición concebida de forma creadora. En algunos sistemas lo más utilizado es un módulo cuadrado colocado en cuatro posiciones diferentes sobre una retícula. De esta forma se obtienen variados diseños con un mismo módulo. Es importante al lograr esta celosía en algunas paredes divisorias la simplicidad del gráfico interior, lo cual determina la posibilidad de diferenciar esencialmente las soluciones entre sí y favorecer la organización visual del resultado. (Foto 33)

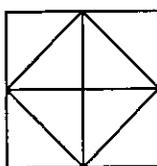
Foto 33. Ejemplo de módulo con posibilidades combinatorias.



Módulo básico



Variante 1



Variante 2



---

## CAPITULO 3

---

## CAPITULO 3: IMPACTO DE LA PREFABRICACION EN CUBA.

### 3.1. DESARROLLO DE LA ARQUITECTURA PRE-REVOLUCIONARIA.

*Cuba es un país que desde el punto de vista social y arquitectónico se puede dividir en dos etapas. La primera está enmarcada desde 1902<sup>12</sup> hasta el triunfo revolucionario en enero de 1959 y la segunda desde la fecha anteriormente reflejada hasta nuestros días.*

Esta primera etapa se caracterizó por captar estilos arquitectónicos que corrían por todos los países, siendo Cuba en esos momentos un punto de inversión directa de los Estados Unidos de América. Sin dudas, que el paso del capitalismo en Cuba dejó *huellas sociales y económicas* las cuales se materializan dentro de los primeros años del proceso revolucionario, estableciéndose una continuidad entre el proceso de diseño en la arquitectura; por eso es necesario definir los elementos de continuidad o de ruptura en dicho cambio. Este condicionamiento político, económico y cultural de E.U.A. es el aspecto dominante del país. Se desarrollan las grandes inversiones en la electricidad, transporte y teléfonos; que constituyen elementos de inversión del extranjero pero a la vez se agudizan las diferencias sociales.

Resulta insatisfactorio la solución de la vivienda de las personas de escasos recursos, ninguno de los gobiernos de turno encaró la situación, por el contrario el incremento de las inversiones de la burguesía condicionó la construcción de lujosas residencias, clubes sociales, teatros, comercios, etc.; de carácter monopolizador, como también lo fueron las compañías constructoras norteamericanas con técnicos cubanos.

---

<sup>12</sup> En este año se produce la intervención militar de los Estados Unidos de América a Cuba, aprovechando la derrota del Gobierno Español por el Ejército Libertador Cubano.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

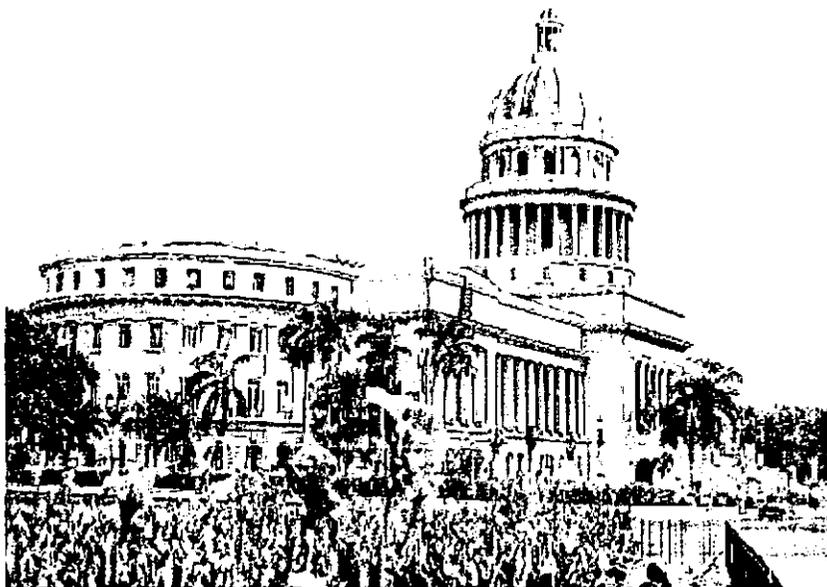


Foto 34. El Capitolio Nacional, Ciudad de la Habana.

La homogeneidad de la construcción que venía presente hasta la década del 30 por códigos formales neoclásicos y eclécticos desaparece ya en la década del 40 por la expansión de los repartos<sup>13</sup> económicos de viviendas individuales tomando como elementos de diseños los modelos “de moda” proveniente de Miami. Durante el establecimiento de la neocolonia en Cuba se ejecuta un ambicioso plan de construcciones a escala nacional, cuyas obras más representativas fueron: el Capitolio Nacional en La Habana; (Foto 34) el Presidio Modelo de Isla de Pinos<sup>14</sup>; la Carretera Central; etc. El trazado de algunas modernas carreteras, infraestructuras sanitarias urbanas y el Barrio de Luyanó representan un proceso de renovación urbana, tanto en La Habana como en el interior del país, vinculado

<sup>13</sup> En México se le conoce como Colonia.

<sup>14</sup> Este nombre permaneció hasta la realización de la División Política Administrativa, que pasó a hacer un municipio especial; se le comenzó a llamar Isla de la Juventud.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

fragmentariamente, en sus aspectos constructivos, a las experiencias del Movimiento Moderno.

*La existencia de cuantiosos préstamos norteamericanos y el interés de las empresas transnacionales que controlaban el turismo, por lograr una modernización de La Habana y de los centros en el interior del país promueven diversas obras públicas vinculadas a las especulaciones de los grandes propietarios de tierras urbanas. El Túnel de la Bahía y la Autopista en dirección a las Playas del Este (Vía Monumental) y la localización de lujosas residencias en los centros de recreación exclusivos, situados a lo largo de la costa, corresponden a este proyecto. (Foto 35)*

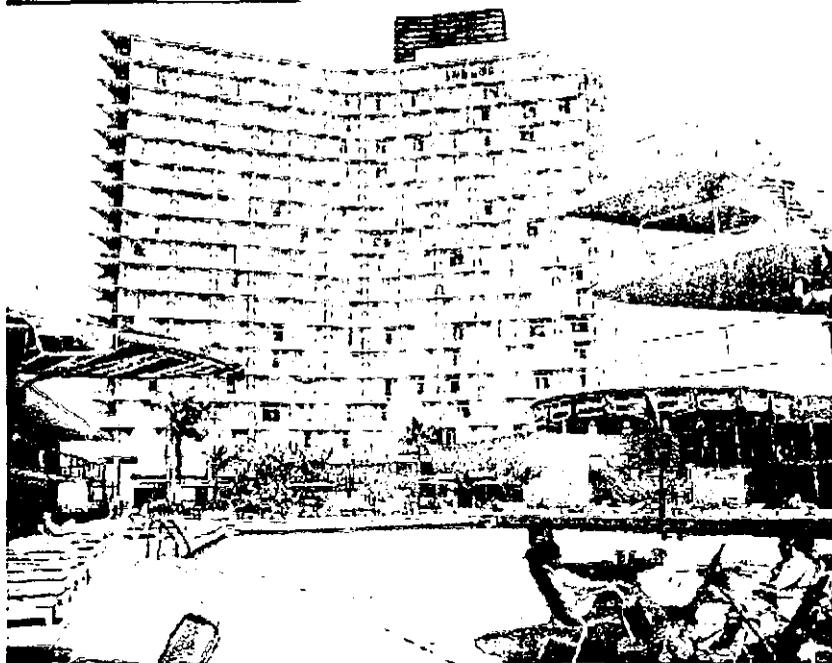


Foto 35. Hotel Riviera en el Vedado, Ciudad de la Habana.

La alta burguesía reside en lucrativas torres de apartamentos que proliferan en el barrio del Vedado: la creatividad del Focsa o del Seguro Médico, 23 y N (Fotos 36 y 37). La burguesía media se

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

suburbaniza en las reiterativas viviendas individuales de los repartos Aldabó, Eléctrico, etc., cuya imagen es difundida comercialmente. Por último, en La Habana, cientos de miles de habitantes ocupan las viviendas precarias, tanto en las áreas centrales como en la periferia formando los asentamientos insalubres.



Foto 36. Edificio Focsa, Vedado, Ciudad de la Habana.

La inexistencia de planes constructivos de contenido social hicieron que los códigos racionalistas fueran asimilados como una alternativa formal más dentro del repertorio ya utilizado. Sólo a fines de la década de los cuarenta y comienzo de los cincuenta, aparecen los primeros edificios planteados en términos modernos, sin aportes clásicos, formales ni planimétricos.

Es importante destacar que el **factor económico** es determinante en el reflejo de una arquitectura o técnicas de construcción a utilizar. Esta fase la caracterizó la construcción de zonas residenciales,

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

obras sociales como: hospitales, viviendas, edificios oficinas, escuelas de todo tipo de alcance económico; con el empleo de las mejores tecnologías y materiales. Nacieron con este proceso zonas como Miramar, Playa, el desarrollo turístico de Varadero, entre otros puntos dentro del país. (Foto 38)



Foto 37. Hotel Capri, Vedado, Ciudad de la Habana.

Con el triunfo revolucionario se produce un viraje radical en todos los aspectos. El principal cambio se manifiesta en la política, debido a la **imposición de la propiedad social sobre los medios de producción**; cambiando el aspecto económico y determinando una nueva superestructura: *surge el camino hacia el socialismo*<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> Fue a partir de 1961, tras derrocar la invasión norteamericana por Bahía de Cochinos, se proclama el carácter socialista de la revolución.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

En la década del 50 existe una *consolidación de los códigos del Movimiento Moderno* y se difunde el *modelo arquitectónico del modo de vida norteamericano*: la vivienda individual aislada, los rascacielos y las oficinas de pared cortina. Existe en esta década una exteriorización de los atributos estéticos, factores simbólico-expresivos, sintetizándose en la formulación de un lenguaje basado en parámetros establecidos por Maestros como Gropius, Breuer, Mies y Wright, elaborados con elementos expresivos locales. Una racionalización de los procesos de proyecto y expresión estética de la tecnología estudiada por los arquitectos cubanos Quintana y Salinas<sup>16</sup>, además de *vincular la arquitectura con la pintura y la escultura*.

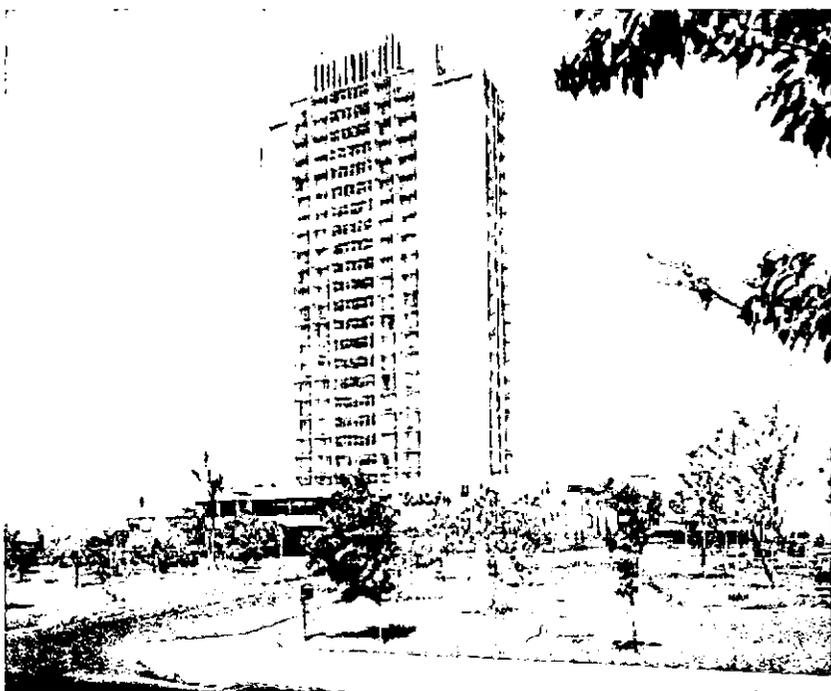


Foto 38. Desarrollo hotelero en Miramar, Hotel Tritón, Ciudad de la Habana.

<sup>16</sup> Ambos arquitectos sobresalieron en esta década y durante el comienzo de la nueva etapa en la arquitectura cubana.

Toda esta diversidad se debió fundamentalmente a *las tres tendencias que existían entre los profesionales*. La primera la conformaban los arquitectos de las grandes oficinas que estaban comprometidos con el gobierno, ejecutores de las principales obras estatales y continuadores de la expresión estética tradicional ecléctica, la segunda corriente integrada por profesionales experimentados, identificados con el Movimiento Moderno y ansiosos por realizar futuras obras utilizando códigos del repertorio temático proveniente de Estados Unidos y Europa (Foto 39) y el tercer grupo, los jóvenes arquitectos que se encontraban comprometidos ideológicamente con las necesidades de la clase obrera inconforme con el gobierno títere impuesto en Cuba por los Estados Unidos.

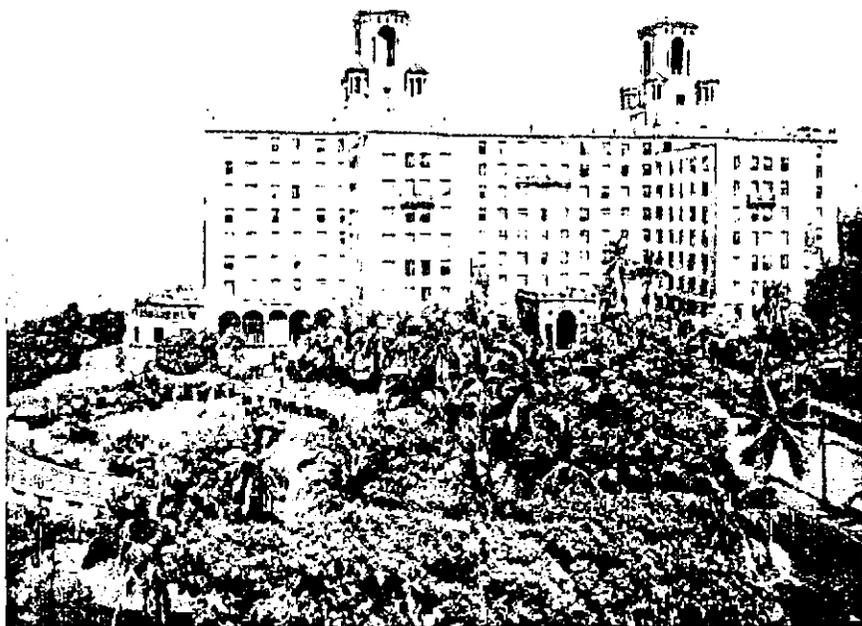


Foto 39. Hotel Nacional, Ciudad de la Habana.

*Surgen en estos años edificios significativos* como el Hospital Infantil, calle F; Almacenes Ultra, calle Reina; Teatro Fausto, en Prado y Colón y el principal edificio art decó de la Habana que fue

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

---

las oficinas administrativas de la bebida Bacardí en las calles Monserrate y Progreso, *aquí ya no se trata de simples detalles decorativos, dentro de una de las principales empresas cubanas de prestigio internacional.*<sup>17</sup>

Referente a la vivienda se evidenció la progresiva búsqueda de la caracterización de un ambiente cubano, estructura espacial, materiales locales y la incorporación de la naturaleza.

Podemos preguntarnos **¿Qué ha pasado en Cuba durante este proceso revolucionario respecto al tema de la construcción?** La respuesta de esta interrogante ayudará a desarrollar parte de este capítulo

A raíz de todo este cambio se declara por parte de E.U.A. un bloqueo económico al país, el cual ha sido cada vez más fuerte en todos estos años; siendo el tema de la construcción un reflejo palpable en esta medida, también con el avance del campo socialista en ese momento, la U.R.S.S. y demás países socialistas se incorporan al C.A.M.E.<sup>18</sup>, es así como Cuba comienza a definir su nueva vía de desarrollo socialista.

*Este antecedente llevó a que se iniciara en Cuba una nueva tecnología: socialista.* Se introdujeron así proyectos típicos y repetitivos en todo el país. Se importaron de Europa plantas de prefabricado de grandes paneles que vinieron a resolver el problema de la vivienda, construyéndose las primeras comunidades urbanas, agrícolas y pesqueras.

---

<sup>17</sup> Joaquín E. Weiss. Medio Siglo de Arquitectura Cubana. Imprenta Universitaria. La Habana, 1950, p. 31.

<sup>18</sup> El Consejo de Ayuda Mutua Económica, fue una organización que agrupaba a la mayoría de los países socialistas, y se basaba en la cooperación y estrechos lazos económicos entre estos países.

Durante este tiempo el repertorio temático fue muy amplio y lo caracterizó la gran diversidad de obras construidas; constituyendo la base de la próxima etapa que se avecinaba.

### 3.2. PROCESO REVOLUCIONARIO EN LA ARQUITECTURA CUBANA.

Con el triunfo de la revolución se produce un cambio radical en los factores condicionantes de la arquitectura; su finalidad establecida en el período burgués se dirige ahora a satisfacer las necesidades populares. El trabajo de diseño y construcción de los arquitectos se orienta en esta primera etapa en el logro de soluciones inmediatas acorde a los recursos y mano de obra disponibles en las diferentes regiones del país. Sin embargo, también se realizan obras de largo alcance, en las cuales los contenidos simbólicos y conceptuales se identifican con los nuevos valores establecidos por la revolución. Por último, la necesidad de acelerar los procesos constructivos y de reducir al máximo los costos y la mano de obra, llevan aparejado el uso de nuevas técnicas y el comienzo del camino hacia la prefabricación y la industrialización de la construcción. (Foto 40)

Los innumerables cambios socio-políticos y militares que asumió el proceso revolucionario en los primeros años *influyeron en la cultura, el arte y la estética* y desempeñaron un papel importante en la perspectiva de desarrollo en Cuba.

*De la misma manera debemos propiciar las condiciones necesarias para que esos bienes culturales lleguen al pueblo. No quiere decir eso que el artista tenga que sacrificar el valor de sus creaciones, y que necesariamente tenga que sacrificar su calidad. Quiere decir que tenemos que luchar en todos los sentidos para que el creador produzca para el pueblo y el pueblo a su vez eleve su nivel el cultural a fin de acercarse también a los creadores.*<sup>19</sup>

<sup>19</sup> Fidel Castro. Palabras a los Intelectuales. Editorial Ciencias Sociales, La Habana, 1977. pp. 18 y 19.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

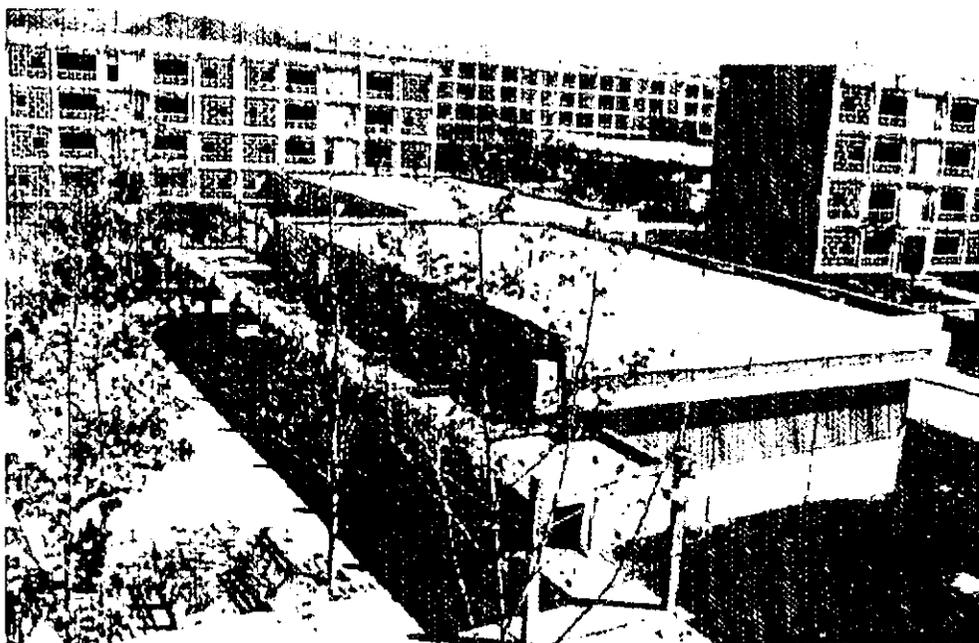


Foto 40. Reflejo de la prefabricación de edificios en la nueva etapa.

Se atiende en esta etapa especialmente las exigencias impuestas por el desarrollo económico del país, el valor de la obra arquitectónica decrece en estos primeros años, ya que el proyecto utiliza los mismos códigos para designar la vivienda, una fábrica o escuela, donde se homogenizan el valor ambiental y social de cada función.

Estos cambios complejos no se hacen en condiciones favorables, se realizan en situaciones de guerra, de ataques, invasión de los E.U.A y el fomento de la contrarrevolución interna que se organiza por todo el país. La ayuda prestada por la Unión Soviética y demás países socialistas permitieron aliviar las dificultades creadas por la inexistencia de equipos, máquinas industriales y tecnología en general.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

La importancia de los cambios realizados en algunas regiones absorbió los recursos disponibles y la atención de urbanistas y planificadores limitando la renovación de las ciudades; llegaron a sustituir algunos barrios insalubres y precarios y completaron algunas carencias de índole social: escuelas, centros deportivos, guarderías infantiles, hospitales, etc.

El gobierno prestó especial interés en mejorar y transformar la economía y desplaza la burguesía rural y la pequeña burguesía que aún conservaba cierto control sobre los medios de producción, lo que contradecía los enunciados de esta nueva etapa de desarrollo. Se enuncian así leyes y reformas que producen **un viraje radical** al proceso que se llevaba, favoreciendo a la clase desposeída: el pueblo. Comienza así a ejecutarse el Programa del Moncada.<sup>20</sup>

Todavía no se puede hacer referencia de un enfoque que permita una nueva estructuración. Los proyectos de nuevos distritos residenciales tienden a la rigidez.

Si en algunas ciudades el carácter precario heredado del régimen anterior tuvo poca influencia en la conformación de una nueva ciudad (Nuevitás, Camagüey); si ocurrió lo contrario en ciudades neoclásicas del siglo XIX como Cienfuegos, conformada con una excelente trama urbana, donde nuevas zonas residenciales como Pueblo Grifo no tuvo en cuenta la anterior ambientación histórica. Igual ocurrió en Trinidad, Ciudad Patrimonio de la Humanidad con nuevos barrios surgidos en este proceso revolucionario como fue el Reparto Armando Mestre<sup>21</sup>.

*Estas transformaciones surgidas en el proceso revolucionario se reflejan en la arquitectura con su propia especificidad como son:*

<sup>20</sup> Se le llamó así al programa que propuso Fidel Castro en su alegato de autodefensa cuando fue detenido tras el asalto al Cuartel Moncada en 1953. En este programa proponía un viraje radical para resolver todos los males que golpeaban a la isla.

<sup>21</sup> Este reparto está construido con sistema prefabricado en su totalidad, contraponiéndose con la arquitectura colonial que predomina en la ciudad.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

- 
- ✓ **económicos:** se expresa en la nueva distribución de los recursos sociales. Mientras en el sistema anterior, la burguesía resolvía sus necesidades suntuarias y el estado servía también a sus intereses, tanto prácticos como simbólicos. A partir de esos cambios son las necesidades fundamentales de la población y los requerimientos del desarrollo económico del país. Se establece un nuevo sistema de prioridades temáticas y de inversiones, acorde a la disponibilidad del estado, a partir de las cuales se fijan las orientaciones que determinan los tipos de proyectos y construcciones.
  
  - ✓ **tecnológicos:** la importación de materiales, equipos y sistemas constructivos de Estados Unidos se interrumpe con el bloqueo imperialista. A partir de este momento y basado en los recursos disponibles, comienza el desarrollo de nuevas tecnologías de fácil aplicación de acuerdo con las condiciones locales (materiales y de mano de obra) y su posibilidad de uso en el ámbito nacional. Se interrumpe la aplicación de sofisticadas tecnologías importadas, que estaban concentradas fundamentalmente en los edificios representativos de La Habana.
  
  - ✓ **sociales:** la nueva arquitectura de la revolución se dirige a las necesidades del pueblo. Por lo tanto, el contenido social de las obras es completamente diferente al existente en el sistema anterior. Esto implica cambios en la tipología formales y funcionales, acordes a las costumbres y modo de vida imperante y en su proceso de transformación.
  
  - ✓ **profesionales:** se produce un cambio en el trabajo profesional de los arquitectos. Se prioriza el trabajo colectivo en el Ministerio de la Construcción<sup>22</sup>, hasta que se elimina el trabajo profesional privado en el año 1963.

---

<sup>22</sup> El Ministerio de la Construcción es el encargado por parte del Gobierno de planear y organizar la construcción a través de planes quinquenales.

### 3.2.1 Expresión formal en obras simbólicas.

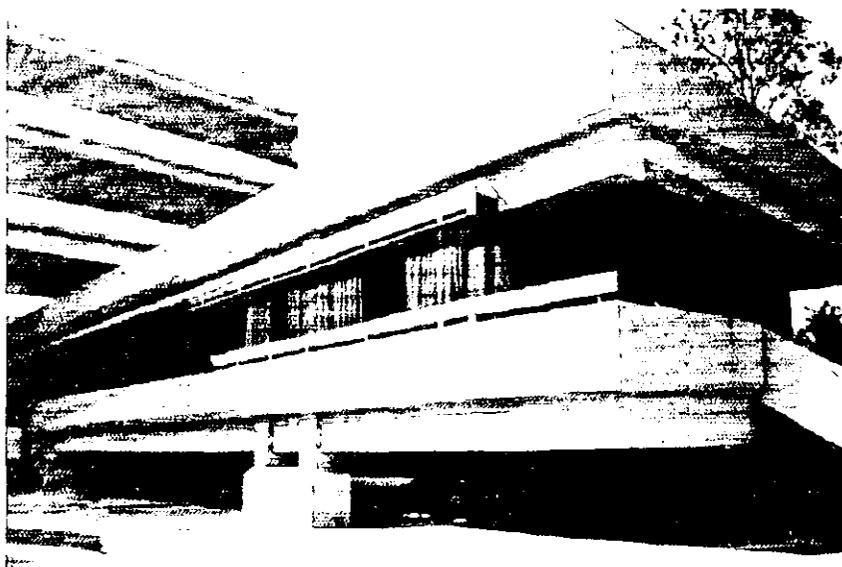


Foto 41. Embajada de Cuba en México.

## **ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA**

La gama de tareas se amplía y el arquitecto ya no se considera exclusivamente el diseñador de obras, sino que también asume las tareas de planificación, de programación e intervención de las soluciones técnicas y en los nuevos problemas que plantea la prefabricación y la industrialización de la construcción. En estos años la arquitectura en Cuba se desarrolla en tres niveles fundamentales:

- la solución de los problemas inmediatos;
- la creación de los grandes conjuntos simbólico-funcionales; (Foto 41)
- la experimentación en las nuevas técnicas de la prefabricación.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

Las primeras obras construidas en forma masiva están condicionadas por las dificultades materiales de los primeros años y su dispersión por todo el territorio cubano. Las grandes obras poseen una elaboración de proyecto de más aliento y tratan de sintetizar los nuevos valores de la cultura popular cubana y al mismo tiempo de sentar pautas sobre el desarrollo prospectivo de las técnicas, funciones y formas. (Foto 42)

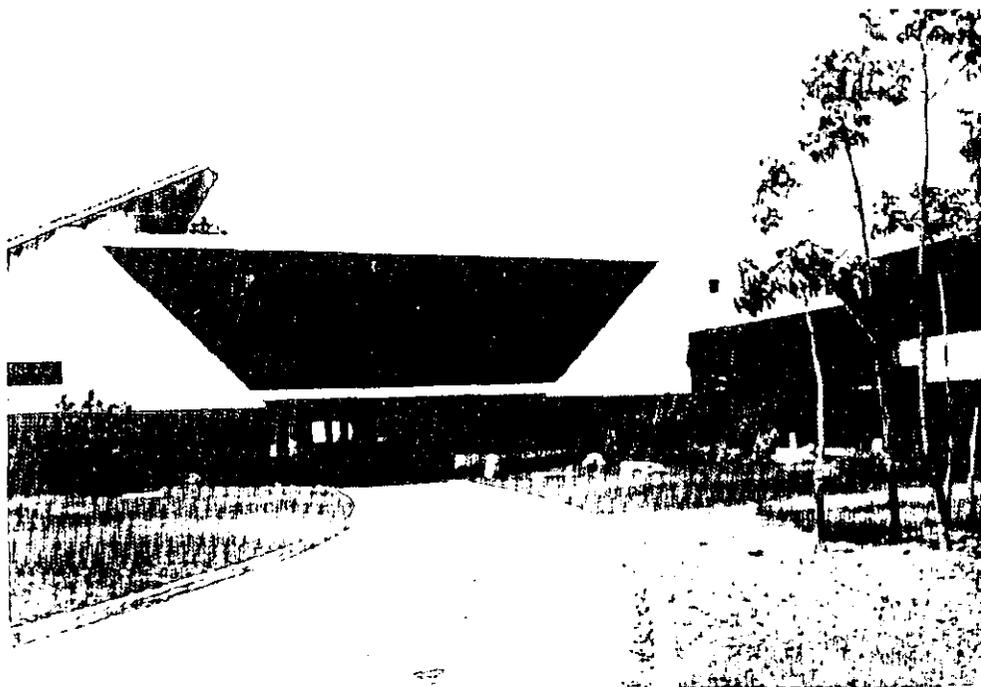


Foto 42. Palacio de las Convenciones, proyecto del Arq. Salinas.

Existe la persistencia de las tradiciones, de la construcción artesanal y de la expresión plástica, que se expresa a través de la búsqueda de raíces culturales. Los cambios de escala de la obra individual a la obra en serie implicaron cambios cualitativos y cuantitativos. Los materiales artesanales y el mejor aprovechamiento de éstos, las posibilidades plásticas materializadas en sus propios códigos formales y de expresión no tratan de negar ni evadir las potencialidades creativas de las nuevas tecnologías

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

*Los símbolos arquitectónicos monumentales han sido evitados por la Revolución, condicionando el carácter de las inversiones y cuestionando el esteticismo y el formalismo simbólico de las obras que implicaría invertir más recursos de los requerimientos formales o técnicos.*

*La imagen plástica se expresa a través de algunos temas arquitectónicos únicos donde el proyecto facilitó mayor grado de libertad artística y empleo de códigos arquitectónicos internacionales como fueron el Centro Nacional de Investigaciones Científicas de la Universidad de la Habana; la expresión artística de la Heladería Coppelia y la coordinación con la vegetación exuberante de las áreas verdes.*

La construcción de la Escuela Nacional de Arte, constituye el ejemplo más elaborado y complejo de la recuperación cultural de las raíces nacionales. (Foto 43)

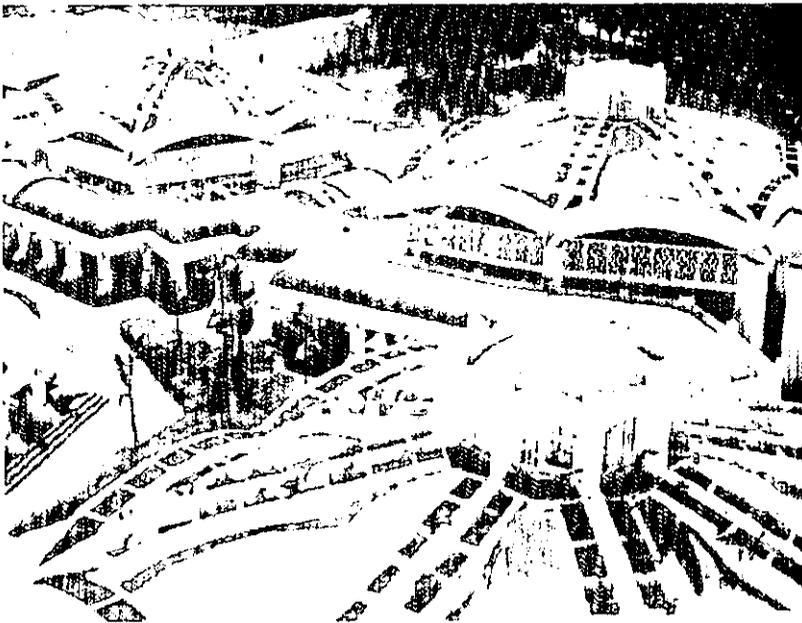


Foto 43. Escuela Nacional de Arte, Ciudad de la Habana.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

Existen intentos más modestos, cuya existencia, en diferentes regiones del país, estableció una técnica formal y constructiva, que ha persistido hasta nuestros días; es especialmente en el tema de las estructuras recreativas y turísticas. Se trata, tanto de la utilización de las técnicas y formas de las antiguas edificaciones de nuestro aborígenes, como la integración de nuevos elementos figurativos en la arquitectura popular y en obras que se insertan dentro de un contexto histórico.

La primera obra en esta línea es el centro turístico de Guamá<sup>23</sup>, realizada totalmente en madera, guano y cuero en el mobiliario, sin caer en la copia de los originales, sino elaborado a partir de una reinterpretación de las formas indígenas en la clave contemporánea. (Foto 44)



Foto 44. Centro Turístico Guamá, Matanzas

<sup>23</sup> En este centro turístico se combina eficazmente la naturaleza, materiales, arquitectura y la escultura. Todas las esculturas fueron realizadas por la escultora cubana Rita Longa.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

Dentro de estas búsquedas debemos citar la influencia de Wright en el Arq. W. Betancourt, dentro de una estricta persistencia de los sistemas constructivos artesanales: citemos el Centro Cultural y Arte de Velazco, en Camagüey.

Después de estos ejemplos surgen otros centros culturales, restaurantes, hoteles, etc., que se siguen construyendo actualmente por todo el país donde se deja entreabierto la escasez de diseño y de estilo arquitectónico con una *"reinterpretación"* de códigos arquitectónicos locales, aspecto que dista mucho de los resultados.

### **3.2.2. Variantes cubanas en el prefabricado. Principales avances.**

La revolución desde el primer instante comenzó a desarrollar un programa de construcción de viviendas en la ciudad y en el campo. En los inicios se fue subjetivista y se confundió la realidad con nuestros deseos.

**Una arquitectura representativa de la nueva sociedad debe partir del concepto de jerarquización homogénea de las funciones básicas de la comunidad.**

Después del triunfo de la revolución los nuevos organismos del Estado, como el I.N.A.V (Instituto Nacional de la Vivienda) iniciaron un plan de construcciones para resolver algunos de los problemas más apremiantes, tanto de servicios, como de vivienda de los estratos más necesitados de la población. Se trata de iniciativas autónomas, por organismos e inclusive por profesionales, acorde a los recursos disponibles en cada lugar; por lo que se alcanzan soluciones diversificadas y definidas en el momento de su concreción. (Foto 45)

*Los componentes que unen entre sí a todas a estas obras técnicas de fácil ejecución y de escaso peso: se difunden las cáscaras, las placas de cubiertas aligeradas, los paraboloides hiperbólicos y en los*

inicios de la prefabricación, las losas foldes-plates<sup>24</sup>, con las cuáles se cubren grandes espacios. Este sistema es de fundición horizontal acumulable, donde se construyen los moldes de base de las primeras piezas y éstas sirven de moldes para las siguientes, la terminación final de las piezas se obtienen con frota metálica. Este método implica una gran cantidad de juntas a fundir, debido a esta razón en la mayoría de los casos aparecen una gran cantidad de grietas, ya que los elementos trabajan independientes uno de otros. La baja tecnología utilizada así como la falta de medidas preventivas, han dado como resultado que los elementos presenten numerosos desperfectos, por tanto no han garantizado la impermeabilización de las obras.

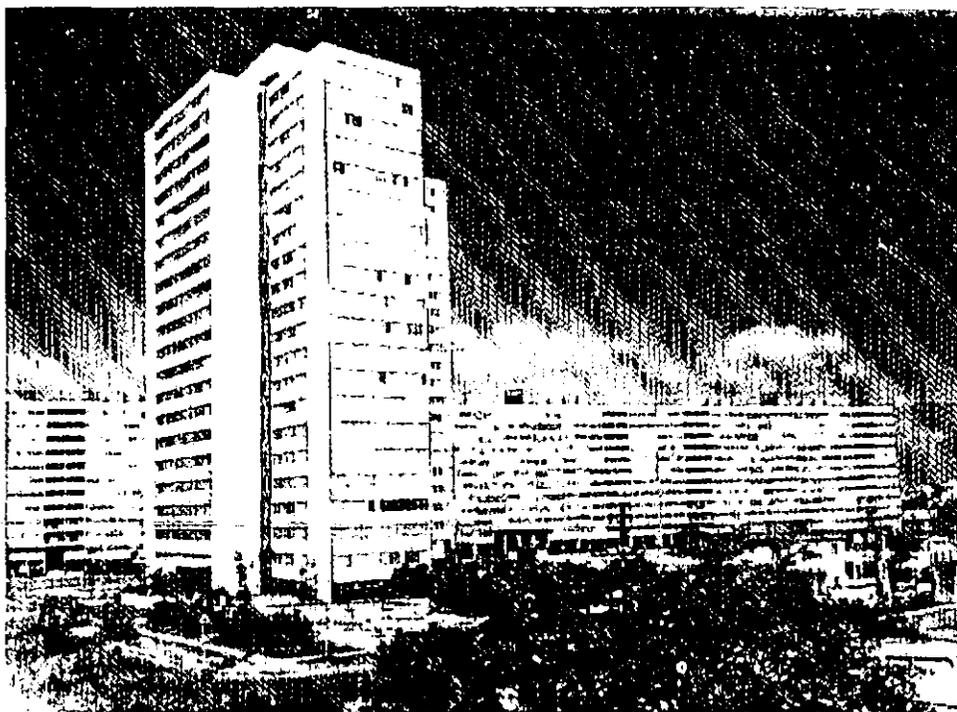


Foto 45. Edificio multifamiliar. Sistema de paneles.

<sup>24</sup> Estas losas se comenzaron con los primeros intentos de prefabricación, con varios diseños, donde predominaban las acanaladas.



Foto 46. Vivienda construida con sistema Sandino.

Los primeros temas son: las viviendas campesinas y las cooperativas, en las cuáles se aplica el sistema **Sandino**.

Este sistema surgió a principios de la revolución y el proyecto original data de la década del 50, fue aprobado por el Ministerio de la Construcción. Este sistema se realiza con el objetivo de eliminar barrios insalubres en zonas urbanas y la creación de cooperativas agrícolas en zonas rurales.

Constituye un sistema muy simple y su montaje puede realizarse manualmente para responder a las contingencias más variadas sin necesidad de grandes recursos y en el tiempo más corto posible. *Caracterizado por ser una prefabricación del tipo ligero*, con columnas de concreto armado de un nivel de altura con cajuelas para recibir las paredes que son unas tabletas de concreto de poco espesor. (Foto 46)

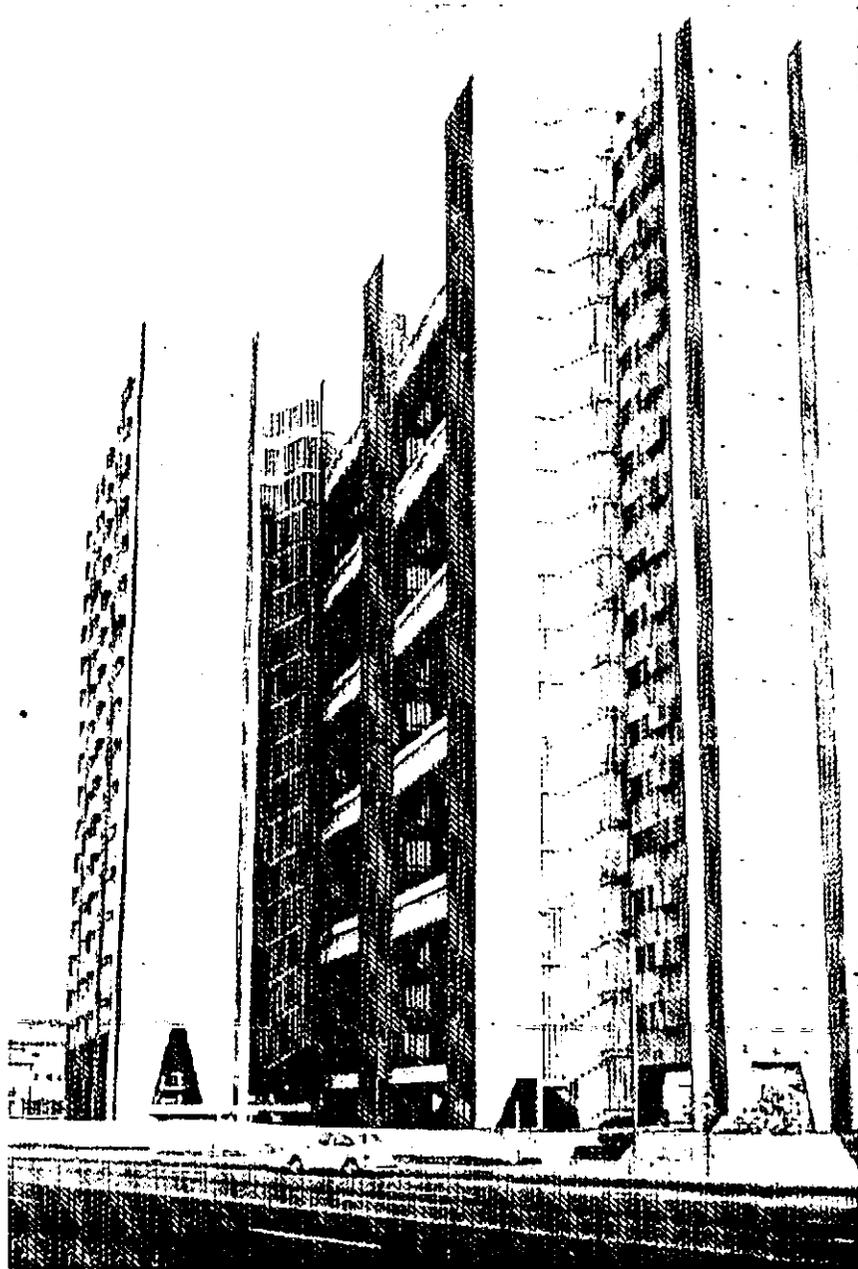


Foto 47. Edificio experimental en Ciudad de la Habana, con la tecnología de moldes deslizantes.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

---

A comienzo del año 1965 y tomando como experiencia el período anterior y el acercamiento a la tecnología de los países socialistas, se pasa a concepciones de niveles superiores en el desarrollo, a base del sistema de grandes paneles, iniciándose con el sistema **I-464 Soviético**.

Con el fin de superar el reduccionismo formal y espacial del paisaje urbano, producido por la reiteración de los bloques de cuatro plantas; a partir de los sesenta se ensayó la construcción de un prototipo de bloque alto, por medio de la tecnología de **Moldes Deslizantes** (Foto 47).

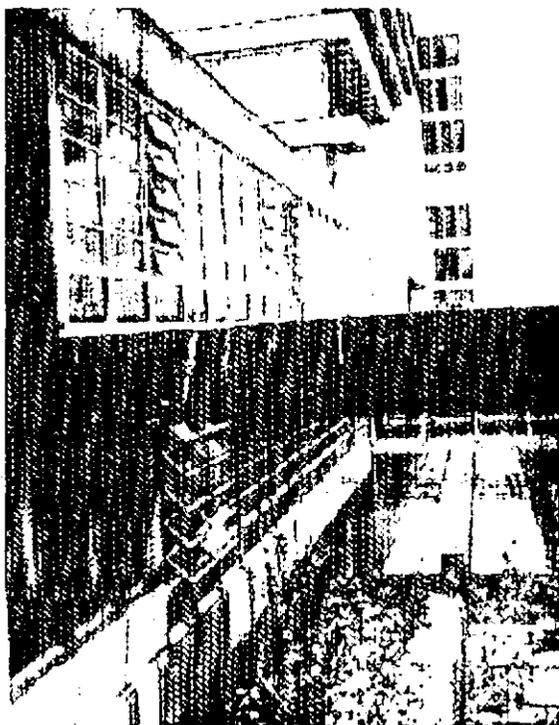
La tecnología molde deslizante pretende llevar desde el inicio de la obra los *principios de la cadena tecnológica de producción*. Se basa en el empleo de un molde de poca altura que permite colar todos los elementos verticales de una edificación al desplazarlo en ese sentido. El molde se desliza verticalmente, mediante dispositivos de elevación a pequeños intervalos, de modo tal que se puede realizar la colocación del acero, instalaciones, carpintería o sus reservaciones, así como el vertido del concreto, entre otras operaciones en forma simultánea.

*Mediante esta técnica se pueden ejecutar los elementos verticales en forma ininterrumpida hasta concluir los mismos no así los horizontales que deberán ser ejecutados. .*

Dadas sus posibilidades de adaptación y las ventajas que ofrece, es recomendable el uso del molde deslizante en las construcciones elevadas, siendo más ventajoso mientras más alta es la obra y cuanto mayor número de veces se utiliza el mismo molde. Este se ha usado en silos, bases de tanques elevados, torres, chimeneas, columnas de viaductos y de puentes, presas, muros de contención y edificaciones; entre los más importantes, siendo las edificaciones las que en mi caso más interesan.

A diferencia de las otras aplicaciones, en el caso de las edificaciones se presenta el doble inconveniente de la necesidad de producir aberturas para las puertas y ventanas, así como la de construir los entresijos y las cubiertas no ejecutables con esta tecnología. Como consecuencia de lo anterior, el empleo de moldes deslizantes en la construcción de edificaciones requiere de una tecnología mixta, que conjugue el uso del molde para los elementos verticales y el empleo de losas prefabricada o colada in situ como elementos horizontales.<sup>25</sup>

Un proceso de construcción que se prolonga por más de 20 años, y que continúa en la actualidad, no podía partir de las técnicas tradicionales que existían en los primeros años de Revolución.



Fue necesario plantearse la prefabricación de la estructura y los elementos de cierre, sobre la base del uso del concreto armado; el material estructural más económico en Cuba, utilizando un sistema flexible y técnicamente simple para reducir al mínimo los costos de construcción y la mano de obra empleada.

Foto 48. Edificio construido con el sistema Lift Slab, Ciudad de la Habana.

<sup>25</sup> En 1967, se construyó el primer edificio experimental con la técnica de Moldes Deslizantes en Malecón y F, Ciudad de la Habana.

Se optó por el sistema **Lift Slab (Losa Alzada)**, ya aplicado en el país para la construcción de almacenes, pero nunca en construcciones complejas y cuyos equipos habían sido importados antes del triunfo de la Revolución. (Foto 48)

Los elementos básicos componentes son los siguientes: una estructura modulada cuyas luces entre columnas poseen una dimensión de 9.35 m en sentido transversal y 11.00 m en sentido longitudinal; losas horizontales nervadas de 0.80 m de espesor permiten cubrir las grandes luces que en algunos casos alcanza hasta los 22.00 m. Los planos continuos de las losas, las escaleras prefabricadas de conexión vertical, los servicios y las torres de los elevadores, constituyen los únicos elementos fijos: todas las piezas de cierre, exteriores e interiores son aligeradas, de aluminio, siporex y pueden combinarse libremente de acuerdo con las exigencias del proceso de aprendizaje. La homogeneidad estructural de las losas permite el desarrollo libre en las dos direcciones básicas de las divisiones interiores, lográndose así espacios diferenciados, tanto horizontal como verticalmente. Esta experiencia sirvió de base al proyecto de la Ciudad Universitaria José Antonio Echeverría (C.U.J.A.E.)<sup>26</sup> en La Habana.

*La reducción al mínimo de los elementos estructurales, carpintería, tabiques interiores y paneles de cierre, determinó no sólo la unidad y coherencia del conjunto, sino fundamentalmente la búsqueda de soluciones adecuadas por parte de los diseñadores, quienes trataron de lograr una solución funcional que implicara una dinámica y posible variación espacial constante; una comunicación entre estructura, volumen arquitectónico, ambientes cubiertos o abiertos, aprovechando a su vez los desniveles del terreno como factores que caracterizan las diferentes cualidades del espacio. En la coherencia arquitectónica - espacial incide la presencia de la planta libre que logra la fluencia espacial y circulatoria a través de los edificios y de*

<sup>26</sup> Es el Centro de Educación Superior que gradúa anualmente gran parte de profesionales y conjuntamente con la Universidad de la Habana constituyen un importante polo en la investigación.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

los canales de comunicación; establecen la reiteración modular que se prolonga en las dos direcciones cartesianas.

El camino de la prefabricación pesada se inicia con una reinterpretación cubana del sistema de grandes paneles, surgidos en Europa. La solución elaborada consiste en el aligeramiento de los paneles y la simplificación de las juntas, así como la producción en plantas a cielo abierto con una infraestructura simple de equipos mecánicos. Todo lo anterior hizo posible la rápida difusión en todo el país del **Sistema Gran Panel IV**. El modelo del bloque habitacional típico de 4 plantas y 24 apartamentos, aunque esquemático y poco elaborado en términos de diseño, fue el más difundido hasta ahora en barrios urbanos y en las nuevas comunidades rurales. (Foto 49)



Foto 49. Escasez de diseño representado por el sistema prefabricado GP-IV, comunidad rural en Camagüey.

Aunque la fábrica produce diferentes combinaciones de bloques de apartamentos; 16, 32 y 48 unidades; la persistencia de la altura de cuatro plantas, la escasa variación de los componentes de fachada y la rígida adecuación de la estructura urbanística a los imperativos de la orientación y equipo de montaje, ha dado una respuesta monocorde, sólo alterada por los espacios sociales y de servicios. (Foto 50)

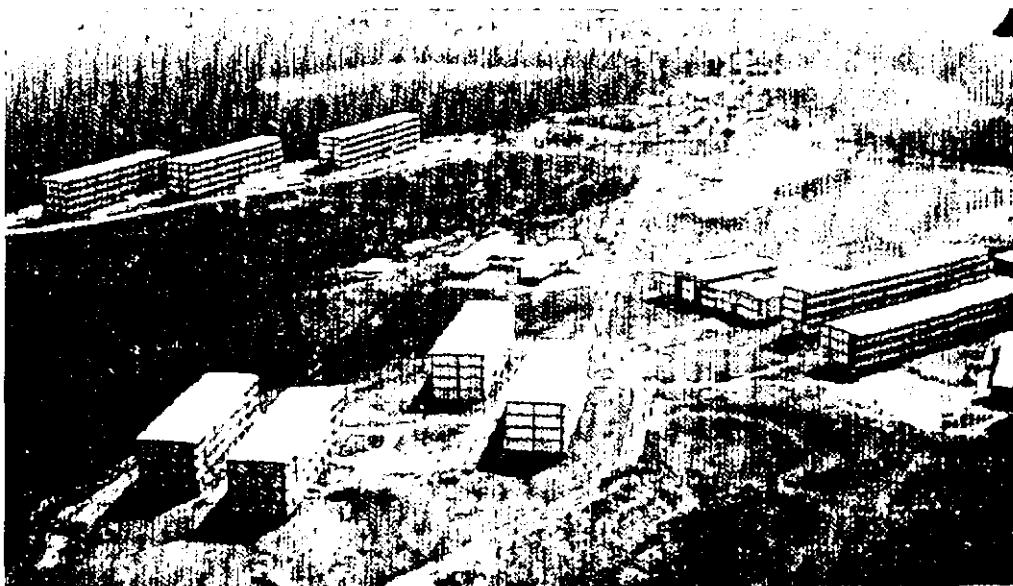


Foto 50. Comunidad rural en Pinar del Río con sistema prefabricado GP-IV

En el quinquenio 1970-1975 la industrialización pasó a ocupar el papel fundamental en el desarrollo económico. Las principales inversiones estaban dirigidas a la metalúrgica, química, energética, minera y de materiales de construcción. Avances técnicos de la base material permiten que se oriente la prefabricación e industrialización de la construcción como línea para resolver las necesidades sociales.

Una diversidad de orientaciones en la búsqueda de las soluciones al problema de la vivienda caracteriza la etapa que se inicia en los años  
*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

70, donde se experimentaron nuevos sistemas constructivos que permitieron la prefabricación abierta y la integración entre sistemas de alta tecnología y sistemas artesanales, además de la presencia de la participación popular en la solución al tema de la vivienda.

Para lograr este objetivo resulta de suma importancia la ayuda de los países socialistas, así como las relaciones que se establecen a través del C.A.M.E. *La aplicación de nuevos sistemas de prefabricación, flexibles, económicos y adaptados a los condicionantes locales, con el fin de lograr una mayor diversificación de los componentes y su intercambiabilidad a partir de las normas establecidas y su posible vinculación con los sistemas tradicionales, que en su conjunto logren alternativas tipológicas, desde la célula hasta la escala urbanística, adaptables a una amplia diversidad de requerimientos sociales y ambientales.*

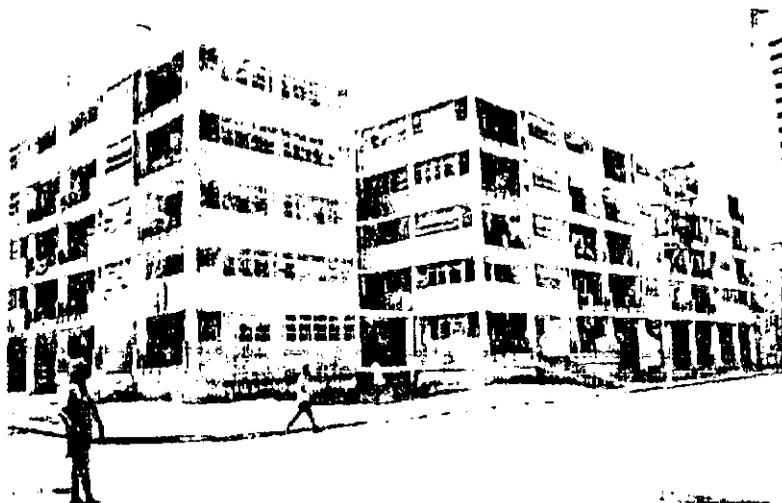


Foto 51.  
Sistema IMS  
construido en  
Santiago de  
Cuba.

*La rigidez implícita en los sistemas de grandes paneles es superada, en el Sistema I.M.S. de tecnología yugoslava, por la carencia de muros portantes fijos; está constituido por losas nervadas y columnas, pre y postensadas y su posibilidad de adaptación a*

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

diferentes alturas y funciones, permitiendo una variación compositiva a escala urbanística y una integración entre vivienda y servicios en estructuras unitarias y continuas. (Foto 51)

Posibilidades similares aparecen en el **Sistema Gran Panel 70**, versión cubana de la tecnología escandinava, diseñado de acuerdo a la tipificación abierta ofrece un surtido reducido de componentes diseñados de forma tal que posibilita una gran cantidad de combinaciones, expresiones y explotación múltiple de los moldes. (Foto 52).

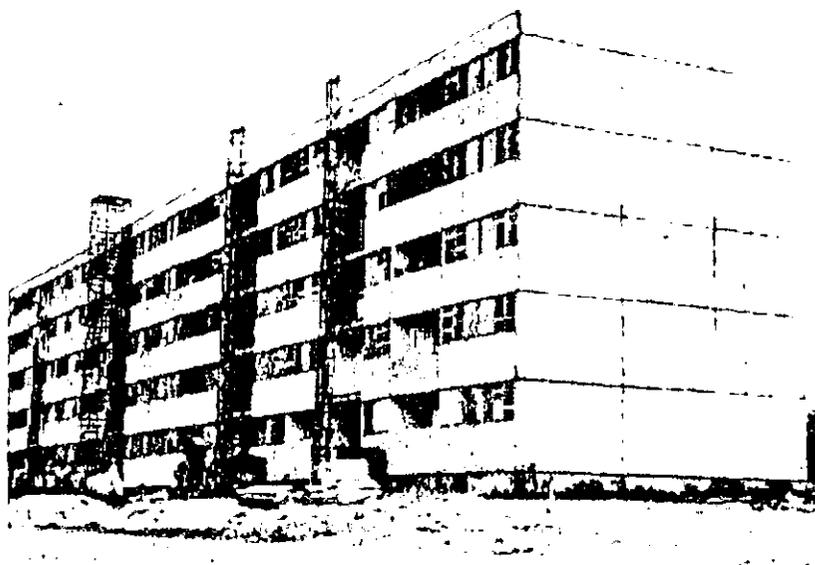


Foto 52. Edificio en construcción del sistema GP 70

Con sistemas mixtos, de elementos estructurales tradicionales y componentes prefabricados se realizaron los modelos **SP 72** de 5 y 12 plantas, aunque todavía predomina la tipología de 4-5 plantas. Desde 1970 hay un progresivo incremento de los edificios altos, con el fin de compactar las urbanizaciones y elevar la densidad de población urbana por hectárea. Sin embargo, resultan modelos de viviendas en los cuales las determinaciones tecnológicas,

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

económicas y funcionales no han encontrado aún sus formas expresivas en términos de diseño. (Foto 53)

**El Sistema Losa Hueca (L.H.)** se desarrolla mediante la investigación aplicada que se basa en la construcción experimental. Comprende cuatro serie de edificaciones, viviendas, edificios institucionales, edificios para la industria y sociales. Concebido para satisfacer la variada demanda de los programas de desarrollo urbano, utiliza un sistema abierto de prefabricación basada en un solo componente estructural básico que se produce industrialmente.



Foto 53.  
Primeros edificios de vivienda en el Distrito Plaza de la Revolución, Ciudad de la Habana.

Utiliza como novedad la losa spiroll<sup>27</sup>, tanto entre los entrepisos como en los muros de carga; que resulta una solución única internacionalmente. Su estructura básica se resuelve por medio de los componentes prefabricados aligerados y pretensados. La producción en Cuba de la losa ahuecada Spiroll, realizada por el

<sup>27</sup>Esta losa hueca spiroll de tecnología canadiense es de gran ligereza y economía.  
*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

método de extrusión, de bajo costo y gran versatilidad, permitió su uso en una amplia gama de soluciones arquitectónicas. El **Sistema L.H.**<sup>28</sup> resultó en su totalidad económico, reduciendo al número mínimo los elementos constructivos, el uso de componentes intercambiables y las grandes luces entre 8 y 12 m determinaron una concepción integral de articulación de espacios, desde la célula hasta el conjunto urbano.

Esta unidad habitacional, concebida en términos de un espacio único subdividido por medio de paneles ligeros y el mobiliario, constituye la materialización de una de las mejores soluciones propuestas en Cuba. A su vez, la flexibilidad alcanzada por el sistema facilita la variación en altura de los bloques, la integración de los servicios y la interrelación entre edificios y circulación vial que rompe con la tradicional antítesis entre arquitectura y trama urbana.

Un grupo de profesionales estudia un sistema de elementos prefabricados cuya versatilidad permita afrontar las diferentes funciones de la escuela y su variación dimensional. Surge el **Sistema Girón**, cuya difusión marca territorialmente el paisaje urbano y rural de los años 70. (Foto 54).

El diseño surgió de las siguientes premisas:

- a) empleo de materiales existentes en el país;
- b) utilización de técnicas de producción industrializada, experimentadas de poca inversión;
- c) uso de técnicas constructivas mecanizadas pero que no necesiten un excesivo nivel de calificación de los operarios;
- d) tendencias hacia un sistema constructivo abierto que permita su utilización en la mayor cantidad posible del proyecto.

---

<sup>28</sup> El sistema Losa Hueca se crea por un grupo de profesionales que laboraron en el Centro de Investigación y Experimentación de la Construcción (CIEC).

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

Así, la solución estructural parte de un módulo constante de 6 x 7,50 m y un voladizo de 2,60 m que genera el paralelepípedo típico ya empleado en otros niveles escolares. El edificio se apoya sobre pedestales empotrados en vasos de concreto, cuya variación dimensional permite absorber los desniveles de terreno y evita los costosos movimientos de tierra que exigiría su nivelación.



Foto 54. Escuela construida en la década del 70, con sistema Girón.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

La estructura primaria de concreto armado está compuesta por columnas, cuya altura corresponde a la de cada piso, vigas T apoyadas sobre columnas y losas nervadas doble T de 6 m de luz que apoyan sobre las vigas. Los antepechos exteriores y los tabiques interiores, que en algunos de los casos actúan como tímpanos<sup>29</sup>, también son prefabricados de concreto armado. Como única operación artesanal se realiza la fundición de las uniones entre losas, vigas y columnas. La simplicidad del sistema y de los elementos componentes, permite un rápido montaje de los elementos.

**El Sistema de Múltiple Aplicación en Cuba (S.M.A.C.)** surge a partir de un diseño estructural desarrollado en el país; basado en la búsqueda de módulos portantes de dimensiones variables que permitan una libertad compositiva y de adecuación a la integración de diferentes funciones en un conjunto unitario compacto. La trama esencial está formada por cuatro elementos básicos de columnas y losas nervadas.

El sistema constructivo ha sido estudiado de forma tal que todas las piezas prefabricadas se realizan en una planta a pie de obra, el mínimo uso del transporte y de los equipos de montaje, dada la ligereza de los elementos.

El uso de estructuras de concreto armado para edificaciones sociales y el camino abierto por el sistema S.M.A.C., fue continuado después para llegar al **C.E.N.S.A.**; sistema estructural compuesto por una retícula de columnas de 9 m x 9 m, puntal 4,40 m; unidos entre sí por una doble viga Vierendeel, sobre las cuales apoyan las losas spiroll. Las amplias luces facilitan la transparencia de los espacios continuos, interiores y de circulación y la forma particular de las vigas permiten el paso de las tuberías para instalaciones. (Foto 55)

---

<sup>29</sup> Son llamados así los paneles estructurales que se encargan de recibir el empuje del viento.  
*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*



Foto 55. Vista general de edificio con el sistema CENSA

De interés resulta el **Sistema Abierto de Esqueleto (SAE)**, sus luces varían entre 6 y 9,60 m, los voladizos hasta 2,70 m; la flexibilidad de la losa *spiroll* y de las soluciones de carpinterías prefabricadas, hacen posible, su utilización en diferentes temas sociales.

Surge así una tendencia que no ha sido bien aprovechada consiste en los **Sistemas Semiprefabricados** donde se conjugan racionalmente los procesos *in situ*, colado de los muros de cargas transversales en el lugar, con cimbras normalizadas, prefabricación en obra (losa de entrepiso, moldeada de forma acumulable) y la prefabricación en planta central de los elementos especiales. (Foto 56)

Esta forma tiene muchas ventajas para los países en vías de desarrollo ya que reduce los volúmenes de transportación, las inversiones iniciales en fábricas y maquinarias y lo más importante es que permite el desarrollo gradual hacia la prefabricación total, mediante el aprendizaje y la calificación del personal incluyendo a los técnicos de mayor nivel.



Foto 56. Viviendas experimentales en construcción con losa T, en el Reparto Alamar, Ciudad de la Habana.

Debido a la escasez de mano de obra calificada y la falta de vivienda para el pueblo se impulsa fuertemente el movimiento que apoyaría a la construcción de viviendas denominado **Microbrigada**, así como las **viviendas por autoconstrucción**

*La microbrigada está formada generalmente por 33 hombres, equipos de trabajadores no calificados necesariamente, indispensables para acometer un edificio de 5 plantas con 30 apartamentos en 9 meses.*<sup>30</sup> El colectivo posee una composición heterogénea y sólo algunos trabajadores poseen conocimientos del oficio; éstos, con los asesores técnicos, realizan las tareas especializadas y entrenan al resto del colectivo en el aprendizaje tecnológico básico que se lleve a cabo en la misma obra. El proyecto típico es de construcción simple, con muros portantes de bloques y losa de concreto fundidas a pie de obra. Aunque el proyecto es uniforme para todo el país, la existencia de profesionales en las áreas de concentración de las microbrigadas ha permitido introducir variaciones y mejoras al modelo original, tanto en el ámbito profesional o como resultado de la inventiva de los propios trabajadores. (Foto 57)

<sup>30</sup> Roberto Segre. *Arquitectura y Urbanismo de la Revolución Cubana*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1989, p. 184.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

Este movimiento obtuvo un éxito notable y permitió casi duplicar la producción de viviendas a partir de 1970. Entre este año y 1974, fueron construidas aproximadamente 40,000 viviendas y 200 obras sociales en La Habana.



Foto 57. Unidad Vecinal La Habana del Este, construida por el movimiento de microbrigadas.

Hasta ahora nos hemos referido en el ámbito de algunas de las técnicas asumidas por el Gobierno. Aparejado a este proceso se ha realizado también las llamadas **viviendas por esfuerzo propio**; donde mayormente se refleja en el tema de la vivienda. Por este medio se le facilita a la familia el proyector y los materiales para que asuman su ejecución. Aquí se han llegado a múltiples técnicas con diferentes materiales. Lo común es encontrarnos con la técnica de muros de carga, ya sea de bloques de 10, 15 y 20 cm, o el tabique macizo o ahuecado; se han construido también con el bloque siporex aligerando el peso de los muros.

Para la cimentación se tiene en cuenta los llamados factores técnico-económicos. A partir de estos es que se da una respuesta en el estudio de la cimentación de que se trate.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

En cuanto a la carpintería podemos afirmar que es atípica, vamos a encontrar desde la utilización de madera, vidrio, aluminio, plástico, etc.; unido a las soluciones de cubierta que van desde la losa de concreto armado fundida in situ o prefabricadas hasta la solución de cubierta ligera, como la utilización de la teja criolla o francesa, planchas de asbesto cemento, canalón W-79; etc.

Estas construcciones permiten encontrar diversidad de técnicas y materiales dependiendo del alcance de cada familia y los ingresos que tenga cada núcleo, llegando a una gran heterogeneidad y variedad de formas.

### 3.3. ETAPA ACTUAL. FACTORES QUE AFECTAN EL PROCESO.

Dentro de esta segunda etapa a partir de 1959 podemos inscribir un período que lo marcó el derrumbe del campo socialista. En 1989 comenzó la *perestroika*<sup>31</sup> en la ex-URSS y Cuba no estuvo exenta a esta transformación.

Con el proceso de reestructuración de la economía en la URSS se modificó todo el sector económico en la isla, teniendo consecuencias drásticas para la construcción. Cuba no tiene combustible para mantener el ritmo creciente que llevaba la industria, dependiendo completamente de la importación lo que influyó en que no se pudieran atender correctamente estos sectores. Muchos cambios ha sufrido la economía cubana durante este "*período especial*"<sup>32</sup>.

La construcción se paralizó alrededor de un 50 %; la escasez de materiales de construcción ha sido directamente proporcional a este cambio y es por eso que se ha ido a la búsqueda de nuevos materiales alternativos en la construcción.

---

<sup>31</sup> Proceso de transformación del socialismo en la URSS.

<sup>32</sup> Se le llama así a la etapa en que se encuentra la economía cubana en estos momentos de recuperación, tras el derrumbe del sistema socialista.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

---

*Las plantas de prefabricados en su gran mayoría dejaron de producir, la falta de materia prima incide fuertemente en este proceso. La construcción se reduce solamente a obras priorizadas, o concluir las ya comenzadas. Los planes quinquenales se trazan sólo al mantenimiento de lo existente y todo el proceso de crecimiento se ve frenado bruscamente.*

En cuanto a la construcción de viviendas en estos momentos se construyen las llamadas **comunidades o repartos de bajo consumo de materiales**; como respuesta a la crisis que lleva el sector de la construcción en Cuba.

Existen comunidades completamente ejecutadas con esta técnica; incluyendo desde la vivienda aislada o bloque habitacional, contando con todos los servicios necesarios como escuelas, hospitales, mercados, salones de reuniones, talleres, etc.

La premisa fundamental es **el ahorro de materiales, con el empleo de los propios del lugar**. La cimentación se hace buscando el estrato resistente logrando un cimiento corrido de suelo - cemento, es muy sencilla, realizada en el lugar y totalmente artesanal, considerando las cargas de uso y las propias.

La estructura es de muro de carga; ladrillo cerámico con una calidad promedio, sin descuidar el aspecto económico. La carpintería es muy sencilla con ventanas tipo miami; formada por un marco y tablillas de madera u otro material que facilita una ventilación natural del espacio interior.

El cerramiento es colado in situ de concreto armado y la cubierta está diseñada por bóveda de material cerámico apoyada directamente sobre el cerramiento. Su impermeabilización se logra de loseta de barro con un sellaje de agua-cemento, ésta es primaria porque cada habitante de acuerdo a sus posibilidades económicas aplica otras impermeabilizaciones de mayor garantía.

---

Este tipo de construcción ha venido a solucionar la crítica situación de la vivienda que daña en estos momentos; como una respuesta momentánea que permite un amplio campo de investigaciones en la búsqueda de nuevos materiales y soluciones.

La construcción de escuelas, hospitales y demás obras sociales se estudian de forma planeada. *La caída de la producción de azúcar de caña*, renglón importante en la economía cubana disminuye su aportación financiera y pasa a un plano importante la industria turística del país. Se continúa estimulando y prestando especial atención al desarrollo hotelero en los principales polos turísticos.

Comienza una etapa de apertura en la economía con la presencia del capital extranjero, llamada economía "mixta". Muchos países establecen convenios con Cuba para continuar apoyando el desarrollo de la arquitectura hotelera. Surgen planes de desarrollo con Canadá, México, España, Italia; entre otros países. En este campo la arquitectura toma nuevas tendencias, se realizan proyectos nuevos con estilos autóctonos, excelentes acabados; sin la imagen de una economía deteriorada.

Las obras industriales se ven mermadas, sólo se le da seguimiento a las obras ya en proceso, tal es el caso de la Termonuclear que se construye en Cienfuegos. La misma se ha construido con el apoyo técnico y material de la Unión Soviética. Su construcción se ve paralizada durante el proceso del cambio del carácter del socialismo. Una vez restablecidas las relaciones con Rusia<sup>33</sup> se continúa con el asesoramiento en su construcción.

En las obras pertenecientes al ramo de la ganadería, la búsqueda de nuevas fuentes de energía ha solucionado en parte la situación de las mismas. El diseño a partir de la utilización del biogas como

---

<sup>33</sup> Rusia fue el estado que centralizó gran parte de los recursos, instalaciones y funciones de la antigua URSS, siendo el estado de más poder económico después de la ruptura de la nación.

---

fuentes de energía representan un paso de avance y solución alternativa.

Muchos autores definen este proceso como una etapa madura en la expresión arquitectónica, al encararse en términos sistémicos la solución a los temas sociales fundamentales que se llevan a cabo en este período. La aplicación en gran escala, respecto a la etapa anterior, de elementos prefabricados, permite un mayor nivel de calidad en las nuevas obras, en particular en el tema de la vivienda.

Las obras especiales en las cuales también se utiliza una alta tecnología, buscan una expresión identificada con las raíces nacionales y las manifestaciones de la cultura popular y es cuando llegan a definir y se habla de una arquitectura de la Revolución, con una personalidad propia.

**Estos sistemas constructivos utilizados en Cuba en la etapa socialista, ilustran que ha pasado en la construcción a lo largo de estos últimos años; sus puntos más críticos, así como los logros que se han alcanzado en esta materia.**

**Muestra además, como un país sin una infraestructura económica sólida, se ha encaminado a desarrollar este sector tan importante.**

### SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

| DATOS TEC.                         | GP-VI  | SISTEMA E-10-3   |
|------------------------------------|--|--|
| <b>COMPONENTES</b>                 | 52 componentes   |  |
| <b>ELEMENTOS</b>                   | Paneles de fachada, exteriores, interiores, divisorios, losa entrepiso, pretilles, escaleras                                 | Vigas, losas y escaleras prefabricadas                           |
| <b>CIMENTACIÓN</b>                 | Cimentación corrida prefabricada, prefabricada y pedestales in situ, con pedestales prefabricados y cimentación con pilotes. | Apoyos aislados o corridos in situ                               |
| <b>ESTRUCTURA</b>                  | Paneles estructurales de carga del sistema   | Muros de carga   |
| <b>ENTREPISO</b>                   | Losa prefabricada del sistema  | Losa prefabricada ahuecada o maciza                              |
| <b>ESCALERA</b>                    | Prefabricada del sistema   | Prefabricada del sistema   |
| <b>CUBIERTA</b>                    | Losa prefabricada del sistema  | Losa y vigas prefabricadas                                       |
| <b>MÓDULO DE DISEÑO</b>            | 3.00 y 3.60 m  | Variable, depende del proyecto                                   |
| <b>CERTIFICADO TÉCNICO POR:</b>    | Aprobado por el Centro Técnico de la Construcción.   | Aprobado por la Dirección de Proyectos del MICONS.               |
| <b>MANO DE OBRA</b>                | Calificada para el montaje   | No especializada   |
| <b>INSTALACIONES</b>               | Empotradas en los paneles  | Empotradas en las paredes.                                       |
| <b>ACABADOS</b>                    | Terminación integral   | De acuerdo al proyecto   |
| <b>APLICACIÓN</b>                  | Vivienda   | Vivienda   |
| <b>OBRAS PRINCIPALES</b>           | Reparto José Martí, Santa Clara; Reparto Los Olivos I, Sancti Spiritus.  | Reparto Vigía Sur, Santa Clara; Reparto Alamar en Ciudad Habana. |
| <b>MUROS</b>                       | Paneles horizontales y longitudinales estructurales del sistema  | Tabique o block de carga   |
| <b>DRENAJES DE CUBIERTA</b>        | A través de bajantes pluviales   | A través de bajantes pluviales                                   |
| <b>RELACIÓN CON OTROS SISTEMAS</b> | Prefabricación cerrada.  | Sistema semiprefabricado   |
| <b>ELABORACIÓN</b>                 | Década del 80  | Década del 80  |
| <b>PUNTAL</b>                      | 2.50 m   | 2.40 m   |
| <b>No. DE NIVELES</b>              | De 5 a 9 niveles   | Hasta 5 niveles  |
| <b>JUNTAS</b>                      | Juntas estructurales húmedas   | Juntas mecánicas   |

**SISTEMAS CONSTRUCTIVOS**

|    | <b>DATOS TEC.</b>                  | <b>SANDINO</b>   | <b>GP-IV</b>   |
|----|------------------------------------|--|--|
| 1  | <b>COMPONENTES</b>                 |  | 623 componentes  |
| 2  | <b>ELEMENTOS</b>                   | Cimentación prefabricada, columnas, paneles, cerramiento in situ   | Paneles de fachada, interiores, de cubierta, entrepiso, escalera y parapetos de balcones |
| 3  | <b>CIMENTACIÓN</b>                 | Pilotes o cados y zapata corrida   | Corrida o de apoyos aislados, dependiendo de la topografía del lugar                     |
| 4  | <b>ESTRUCTURA</b>                  | Columnas y paneles (de carga)  | Paneles estructurales de carga del sistema   |
| 5  | <b>ENTREPISO</b>                   | Losa monolítica in situ  | Losa prefabricada del sistema  |
| 6  | <b>ESCALERA</b>                    | Tradicional in situ  | Prefabricada del sistema   |
| 7  | <b>CUBIERTA</b>                    | Losa monolítica in situ  | Losa prefabricada del sistema  |
| 8  | <b>MODULO DE DISEÑO</b>            | 3.00 x 3.12 m  | 2.70 m y 3.60 m  |
| 9  | <b>CERTIFICADO TÉCNICO POR:</b>    | Aprobado por la Dirección de Proyectos del MICONS.   | Aprobado por la Dirección de Proyectos del MICONS.                                       |
| 10 | <b>MANO DE OBRA</b>                | No especializada   | Calificada para el montaje   |
| 11 | <b>INSTALACIONES</b>               | Instalaciones eléctricas por columnas, las demás son expuestas   | Empotradas en los paneles  |
| 12 | <b>ACABADOS</b>                    | Concreto aparente en el caso de los paneles del sistema, los muros ligeros serían según indicaciones del proyecto. | Terminación integral   |
| 13 | <b>APLICACIÓN</b>                  | Escuelas, Policlínicos, viviendas hasta dos niveles  | Vivienda   |
| 14 | <b>OBRAS PRINCIPALES</b>           | Cooperativa Hermanos Saíz, Pinar del Río, Plan Pecuario Los Naranjos, Reparto Universitario Santa Clara.           | Poblado La Campana, Manicaregua  |
| 15 | <b>MUROS</b>                       | Paneles del sistema de 0.945 x 0.846 x 0.062 m y los interiores sería tabique ligero.                              | Panéis horizontales y longitudinales estructurales del sistema                           |
| 16 | <b>DRENAJES DE CUBIERTA</b>        | Caida libre  | Caida libre  |
| 17 | <b>RELACION CON OTROS SISTEMAS</b> | Permite la utilización de sistema tradicional.   | Prefabricación cerrada.  |
| 18 | <b>ELABORACIÓN</b>                 | Década del 50  | Década del 70  |
| 19 | <b>PUNTAL</b>                      | 2.50 m   | 2.50 m   |
| 20 | <b>No. DE NIVELES</b>              | Hasta dos niveles  | Hasta cuatro niveles   |
| 21 | <b>JUNTAS</b>                      | Mecánicas, empotradas.   | Soldadas   |

**SISTEMAS CONSTRUCTIVOS**

| <b>DATOS TEC.</b>                  | <b>SMAC</b>   | <b>CENSA</b>   | <b>NAVES INDUSTRIALES</b>  |
|------------------------------------|---|--|--|
| <b>COMPONENTES</b>                 |   |  |  |
| <b>ELEMENTOS</b>                   | Columnas, vigas y losas   | Columnas, viga viendel en ambos sentidos, losa spiroll, vigas de fachadas, vigas de cierre, tímpanos, paneles y quiebrasoles | Columnas y vigas diseñadas a dos aguas, viguetas, tensores                 |
| <b>CIMENTACIÓN</b>                 | Cimentación aislada con plato in situ y vaso prefabricado   | Vaso colados in situ   | Pilote corto con pedestal y plato.   |
| <b>ESTRUCTURA</b>                  |   |  |  |
| <b>ENTREPISO</b>                   | Losas spiroll o losa doble pretendada   | Losa Spiroll   | ***  |
| <b>ESCALERA</b>                    |   | Tradicional coladas in situ.   | ***  |
| <b>CUBIERTA</b>                    | Losas spiroll o losa doble pretendada   | Losa Spiroll   | Láminas acanaladas de asbesto cemento                                      |
| <b>MODULO DE DISEÑO</b>            | 6.00, 7.20 x 6.00, 7.20, 8.40, 9.60 m   | 9.00 x 9.60 m  | 6.00, 9.00 x 6.00  |
| <b>CERTIFICADO TÉCNICO POR:</b>    |   |  | Ministerio de la Construcción  |
| <b>MANO DE OBRA</b>                | No especializada  |  | No especializada   |
| <b>INSTALACIONES</b>               |   | Colgadas de la losa dentro de la viga viendel, cubierta por el plafón  |  |
| <b>ACABADOS</b>                    |   |  |  |
| <b>APLICACIÓN</b>                  |   |  |  |
| <b>OBRAS PRINCIPALES</b>           | Conjunto Universitario ISCAH (Instituto Superior de Ciencias Agrícola de la Habana)   | Centro Nacional de Sanidad Animal, San José de las Lajas; Misión económica de la URSS, en Miramar.                           | Las naves industriales en su totalidad se han construido con este sistema. |
| <b>MUROS</b>                       | Muros interiores ejecutados de tabiques ligeros y exteriores conformados por paneles horizontales o verticales según diseño | Muros exteriores a través de paneles del sistema o losas spiroll o muro de bloques o tabique                                 | Tabique o block de concreto con cerramiento in situ.                       |
| <b>DRENAJES DE CUBIERTA</b>        | A través de beajantes pluviales   |  | Caída libre  |
| <b>RELACION CON OTROS SISTEMAS</b> |   |  |  |
| <b>ELABORACIÓN</b>                 |   |  |  |
| <b>PUNTAL</b>                      | 3.60, 4.20 y 4.80 m   |  | 3.60, 4.80, 6.00 y 7.20  |
| <b>No. DE NIVELES</b>              | Hasta 3 niveles   | 1 nivel  | 1 nivel  |
| <b>JUNTAS</b>                      | Juntas y uniones se realizan in situ.   |  |  |

**SISTEMAS CONSTRUCTIVOS**

| DATOS TEC                   | SAE  | GIRÓN   |
|-----------------------------|--|---|
| COMPONENTES                 |  | 202 componentes   |
| ELEMENTOS                   | Cimentación, vigas principales, de cierre, columnas, paneles exteriores e interiores, escaleras, tímpanos                      | Cimentación, vigas T, losas doble T, paneles interiores, exteriores, tímpanos, columnas, pedestal, vigas de escaleras, pretilas |
| CIMENTACIÓN                 | Pedestal empotrado en un vaso prefabricado o utilizando columnas largas se puede evitar el pedestal.                           | Vaso y pedestal prefabricados y losa.   |
| ESTRUCTURA                  | Estructura de esqueleto conformada por columnas y vigas  | Estructura de esqueleto conformada por columna, vigas y paneles   |
| ENTREPISO                   | Losa spiroil   | Losas doble T   |
| ESCALERA                    | Prefabricada de dos ramas y descansan en un panel de escalera  | Vigas y peldaños prefabricados  |
| CUBIERTA                    | Losa spiroil   | Losas doble T   |
| MODULO DE DISEÑO            | 6.00, 7.20, 8.40 y 9.60 x 6.00, 7.20   | 6.00 y 7.50 m x 6.00 m  |
| CERTIFICADO TÉCNICO POR:    | Empresa Nacional de Proyectos de obras de Arquitectura y la Dirección de Proyectos del MICONS.                                 | Elaborado por el Grupo Nacional de Obras Escolares (DESA), racionalizado después por la Empresa de Obras Escolares (EPOE)       |
| MANO DE OBRA                | Calificada para el montaje   | Calificada para el montaje  |
| INSTALACIONES               |  | Se concentra a través de cubo de aire donde se pasan todas las inst.  |
| ACABADOS                    | Muros de tabiques reciben el acabado según proyecto y los paneles del sistema llevan el tratamiento que se le da en la planta. | Terminación aparente del concreto procedente de la planta.  |
| APLICACIÓN                  | Obras industriales   | Obras escolares   |
| OBRAS PRINCIPALES           |  | Escuela Vocacional Lenin y Máximo Gómez y Che Guevara, Escuela Secundaria Básica en el Campo Marcelo Salado                     |
| MUROS                       | Pueden ser tradicionales de albañilería o paneles del sistema  | Paneles del sistema, en algunos casos se pueden incluir muros de tabique  |
| DRENAJES DE CUBIERTA        | A través de bajantes pluviales   | Cajda libre a través de gárgolas.   |
| RELACIÓN CON OTROS SISTEMAS | Basado en la tipificación abierta  | intercambiabilidad de componentes   |
| ELABORACIÓN                 | 1982   | 1978  |
| PUNTAL                      | 3.30, 3.60, 3.90, 4.20 y 4.80 m  | 3.30 m  |
| Nº DE NIVELES               | Hasta 17 niveles   | Hasta 4 niveles   |
| JUNTAS                      | Se garantizan a través de la soldadura de angulares y anillos  | Húmedas   |



---

**ANEXO 1**

### SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

| DATOS TEC                          | E-14   | IMS   |
|------------------------------------|--|---|
| <b>COMPONENTES</b>                 |  |   |
| <b>ELEMENTOS</b>                   | Cimentación, vigas de escalera, losa.                        | Columnas, parapetos ext., timpanos, losas, vigas de borde y escaleras prefabricadas       |
| <b>CIMENTACIÓN</b>                 | Comida y aislada dependiendo del suelo                       | Combinación de cimentación comida y aislada   |
| <b>ESTRUCTURA</b>                  | Muros transversales de carga                                 | Columnas hasta tres niveles y losas casetonadas   |
| <b>ENTREPISO</b>                   | Losa monolítica prefabricada, viguetas prefabricadas         | Losas casetonadas   |
| <b>ESCALERA</b>                    | Prefabricada de dos ramas                                    | Prefabricadas de 1 rama   |
| <b>CUBIERTA</b>                    | Losa monolítica prefabricada, viguetas prefabricadas         | Losas casetonadas y para salida a cubierta es monolítica.                                 |
| <b>MÓDULO DE DISEÑO</b>            | 3.20 x 3.20  | 4.20 x 4.20   |
| <b>CERTIFICADO TÉCNICO POR:</b>    | Aprobado por el MICONS                                       | Aprobado por el Instituto Nacional de la vivienda.  |
| <b>MANO DE OBRA</b>                | No especializada   | Calificada para el montaje  |
| <b>INSTALACIONES</b>               | Empotrada en los muros                                       | Se concentra a través del cubo de aire donde se pasan todas las instalaciones             |
| <b>ACABADOS</b>                    | Por el tipo de muro puede recibir cualquiera que se proyecte | Solo a muros interiores, ya que los exteriores vienen con su tratamiento desde la planta. |
| <b>APLICACIÓN</b>                  | Vivienda   | Vivienda  |
| <b>OBRAS PRINCIPALES</b>           | Reperto Vigla Sur, Santa Clara                               | Reperto Plaza de la Revolución, Habana  |
| <b>MUROS</b>                       | De carga de tabique o block                                  | Interiores a través de paneles ligeros o tabiques   |
| <b>ORENAJES DE CUBIERTA</b>        | A través de bajantes pluviales                               | A través de bajantes pluviales que bajan por el cubo de aire.                             |
| <b>RELACION CON OTROS SISTEMAS</b> | Sistema semiprefabricado                                     | Permite la utilización de sistemas tradicionales.   |
| <b>ELABORACIÓN</b>                 | 1964 modificado en 1966                                      | 1967  |
| <b>PUNTAL</b>                      | 2.50 m   |   |
| <b>No. DE NIVELES</b>              | Hasta 5 niveles  | De 5 a 18 niveles   |
| <b>JUNTAS</b>                      | Mecánicas  | Húmedas   |

### SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

| DATOS TEC.                  | LH  | GP-70  |
|-----------------------------|---|--|
| COMPONENTES                 |   | 1 931 componentes  |
| ELEMENTOS                   | Losa ahueca spiroll de pared, entrepecho, entrepiso, cubierta   | Cimentación, losas, paneles, tímpanos,   |
| CIMENTACIÓN                 | Corrida fundida in situ.  | Prefabricada con vigas sobre losa de cimentación.  |
| ESTRUCTURA                  | Losa Spiroll en ambos sentidos  |  |
| ENTREPISO                   | Losa spiroll  | Losas prefabricadas de 2.40, 3.60 y 4.80 m por un ancho de 1.20 y 2.40 m                     |
| ESCALERA                    | Prefabricada de 1 rama  |  |
| CUBIERTA                    | Losa ahueca spiroll realizada por extrusión.  | Losas prefabricadas de 2.40, 3.60 y 4.80 m por un ancho de 1.20 y 2.40 m                     |
| MODULO DE DISEÑO            | 7.30 x 7.90   | 2.40, 3.60 y 4.80 m  |
| CERTIFICADO TÉCNICO POR:    | Se elaboró por el CIEC  | Dpto. de Organización y tecnología del Centro Técnico de Construcción y Materiales.          |
| MANO DE OBRA                | Calificada para el montaje  |  |
| INSTALACIONES               | Se concentra a través de cubo de aire donde se pasan todas las instalaciones  |  |
| ACABADOS                    | Solo a muros interiores ya que los exteriores vienen con terminación aparente del concreto y se reducen al remate de las juntas |  |
| APLICACIÓN                  | Vivienda, edificios industriales, culturales y deportivos   | Vivienda   |
| OBRAS PRINCIPALES           |   | Edificios en Isla de la Juventud   |
| MUROS                       | Interiores a través de paneles ligeros o tabiques   | Muros interiores transversales, paneles rigidizadores y paneles extremos y paneles pórticos. |
| DRENAJES DE CUBIERTA        |   | A través de bajantes pluviales   |
| RELACION CON OTROS SISTEMAS |   | Basado en la tipificación abierta  |
| ELABORACIÓN                 |   | 1981 revisado en 1982  |
| PUNTAL                      | 2.60 m  | 2.70 m   |
| No. DE NIVELES              | 3 niveles   | Hasta 30 niveles   |
| JUNTAS                      |   | Húmedas y reventadas   |

**SISTEMAS CONSTRUCTIVOS**

| DATOS TEC.                         | GP-VI  | SISTEMA E-10-3   |
|------------------------------------|--|--|
| <b>COMPONENTES</b>                 | 52 componentes   |  |
| <b>ELEMENTOS</b>                   | Paneles de fachada, exteriores, interiores, divisorios, losa entrepiso, pretilas, escaleras                                  | Vigas, losas y escaleras prefabricadas                           |
| <b>CIMENTACIÓN</b>                 | Cimentación corrida prefabricada, prefabricada y pedestales in situ, con pedestales prefabricados y cimentación con pilotes. | Apoyos aislados o corridos in situ                               |
| <b>ESTRUCTURA</b>                  | Paneles estructurales de carga del sistema   | Muros de carga   |
| <b>ENTREPISO</b>                   | Losa prefabricada del sistema  | Losa prefabricada ahuecada o maciza                              |
| <b>ESCALERA</b>                    | Prefabricada del sistema   | Prefabricada del sistema   |
| <b>CUBIERTA</b>                    | Losa prefabricada del sistema  | Losa y vigas prefabricadas                                       |
| <b>MÓDULO DE DISEÑO</b>            | 3.00 y 3.60 m  | Variable, depende del proyecto                                   |
| <b>CERTIFICADO TÉCNICO POR:</b>    | Aprobado por el Centro Técnico de la Construcción.   | Aprobado por la Dirección de Proyectos del MICONS.               |
| <b>MANO DE OBRA</b>                | Calificada para el montaje   | No especializada   |
| <b>INSTALACIONES</b>               | Empotradas en los paneles  | Empotradas en las paredes  |
| <b>ACABADOS</b>                    | Terminación integral   | De acuerdo al proyecto   |
| <b>APLICACIÓN</b>                  | Vivienda   | Vivienda   |
| <b>OBRAS PRINCIPALES</b>           | Reparto José Martí, Santa Clara; Reparto Los Olivos I, Sancti Spiritus.  | Reparto Vigía Sur, Santa Clara; Reparto Alamar en Ciudad Habana. |
| <b>MUROS</b>                       | Paneles horizontales y longitudinales estructurales del sistema  | Tabique o block de carga   |
| <b>DRENAJES DE CUBIERTA</b>        | A través de bajantes pluviales   | A través de bajantes pluviales                                   |
| <b>RELACIÓN CON OTROS SISTEMAS</b> | Prefabricación cerrada.  | Sistema semiprefabricado   |
| <b>ELABORACIÓN</b>                 | Década del 80  | Década del 80  |
| <b>PUNTAL</b>                      | 2.50 m   | 2.40 m   |
| <b>No. DE NIVELES</b>              | De 5 a 9 niveles   | Hasta 5 niveles  |
| <b>JUNTAS</b>                      | Juntas estructurales húmedas   | Juntas mecánicas   |

### SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

|    | DATOS TEC.                  | SANDINO  | GP-IV  |
|----|-----------------------------|--|--|
| 1  | COMPONENTES                 |  | 623 componentes  |
| 2  | ELEMENTOS                   | Cimentación prefabricada, columnas, paneles, cerramiento in situ   | Paneles de fachada, interiores, de cubierta, entrepiso, escalera y parapetos de balcones |
| 3  | CIMENTACIÓN                 | Pilotes o dados y zapata corrida   | Corrida o de apoyos aislados, dependiendo de la topografía del lugar                     |
| 4  | ESTRUCTURA                  | Columnas y paneles (de carga)  | Paneles estructurales de carga del sistema   |
| 5  | ENTREPISO                   | Losa monolítica in situ  | Losa prefabricada del sistema  |
| 6  | ESCALERA                    | Tradicional in situ  | Prefabricada del sistema   |
| 7  | CUBIERTA                    | Losa monolítica in situ  | Losa prefabricada del sistema  |
| 8  | MODULO DE DISEÑO            | 3.00 x 3.12 m  | 2.70 m y 3.60 m  |
| 9  | CERTIFICADO TÉCNICO POR:    | Aprobado por la Dirección de Proyectos del MICONS.   | Aprobado por la Dirección de Proyectos del MICONS.                                       |
| 10 | MANO DE OBRA                | No especializada   | Calificada para el montaje   |
| 11 | INSTALACIONES               | Instalaciones eléctricas por columnas, las demás son expuestas   | Empotradas en los paneles  |
| 12 | ACABADOS                    | Concreto aparente en el caso de los paneles del sistema, los muros ligeros serían según indicaciones del proyecto. | Terminación integral   |
| 13 | APLICACIÓN                  | Escuelas, Policlínicos, viviendas hasta dos niveles  | Vivienda   |
| 14 | OBRAS PRINCIPALES           | Cooperativa Hermanos Saiz, Pinar del Río, Plan Pecuario Los Naranjos; Reparto Universitario Santa Clara.           | Poblado La Campana, Manicaragua  |
| 15 | MUROS                       | Paneles del sistema de 0.945 x 0.846 x 0.062 m y los interiores sería tabique ligero.                              | Paneles horizontales y longitudinales estructurales del sistema                          |
| 16 | DRENAJES DE CUBIERTA        | Caída libre  | Caída libre  |
| 17 | RELACION CON OTROS SISTEMAS | Permite la utilización de sistema tradicional.   | Prefabricación cerrada.  |
| 18 | ELABORACIÓN                 | Década del 50  | Década del 70  |
| 19 | PUNTAL                      | 2.50 m   | 2.50 m   |
| 20 | No. DE NIVELES              | Hasta dos niveles  | Hasta cuatro niveles   |
| 21 | JUNTAS                      | Mecánicas, empotradas.   | Soldadas   |

**SISTEMAS CONSTRUCTIVOS**

| DATOS TEC.                         | SMAC  | CENSA  | NAVES INDUSTRIALES   |
|------------------------------------|---|--|--|
| <b>COMPONENTES</b>                 |   |  |  |
| <b>ELEMENTOS</b>                   | Columnas, vigas y losas   | Columnas, viga vierendel en ambos sentidos, losa spiroll, vigas de fachadas, vigas de cierre, tímpanos, paneles y quiebrasoles | Columnas y vigas diseñadas ya dos aguas, viguetas, tensores                |
| <b>CIMENTACIÓN</b>                 | Cimentación aislada con plato in situ y vaso prefabricado   | Vaso colados in situ   | Pilote corto con pedestal y plato.   |
| <b>ESTRUCTURA</b>                  |   |  |  |
| <b>ENTREPISO</b>                   | Losas spiroll o losa doble T pretensada   | Losa Spiroll   | ***  |
| <b>ESCALERA</b>                    |   | Tradicional coladas in situ.   | ***  |
| <b>CUBIERTA</b>                    | Losas spiroll o losa doble T pretensada   | Losa Spiroll   | Láminas acanaladas de asbesto cemento                                      |
| <b>MÓDULO DE DISEÑO</b>            | 6.00, 7.20 x 6.00, 7.20, 8.40, 9.60 m   | 9.00 x 9.60 m  | 6.00, 9.00 x 6.00  |
| <b>CERTIFICADO TÉCNICO POR:</b>    |   |  | Ministerio de la Construcción  |
| <b>MANO DE OBRA</b>                | No especializada  |  | No especializada   |
| <b>INSTALACIONES</b>               |   | Colgadas de la losa dentro de la viga vierendel, cubierta por el plafón  |  |
| <b>ACABADOS</b>                    |   |  |  |
| <b>APLICACIÓN</b>                  |   |  |  |
| <b>OBRAS PRINCIPALES</b>           | Conjunto Universitario ISCAH (Instituto Superior de Ciencias Agrícola de la Habana)   | Centro Nacional de Sanidad Animal, San José de las Lajas; Misión económica de la URSS, en Miramar.                             | Las naves industriales en su totalidad se han construido con este sistema. |
| <b>MUROS</b>                       | Muros interiores ejecutados de tabiques ligeros y exteriores conformados por paneles horizontales o verticales según diseño | Muros exteriores a través de paneles del sistema o losas spiroll o muro de bloque o tabique                                    | Tabique o block de concreto con cerramiento in situ.                       |
| <b>DRENAJES DE CUBIERTA</b>        | A través de bajantes pluviales  |  | Caída libre  |
| <b>RELACION CON OTROS SISTEMAS</b> |   |  |  |
| <b>ELABORACIÓN</b>                 |   |  |  |
| <b>PUNTAL</b>                      | 3.60, 4.20 y 4.80 m   |  | 3.60, 4.80, 6.00 y 7.20  |
| <b>No. DE NIVELES</b>              | Hasta 3 niveles   | 1 nivel  | 1 nivel  |
| <b>JUNTAS</b>                      | Juntas y uniones se realizan in situ.   |  |  |

**SISTEMAS CONSTRUCTIVOS**

| DATOS TEC.                  | SAE  | GIRÓN   |
|-----------------------------|--|---|
| COMPONENTES                 |  | 202 componentes   |
| ELEMENTOS                   | Cimentación, vigas principales, de tierra, columnas, paneles exteriores e interiores, escaleras, tímpanos                      | Cimentación, vigas T, losas doble T, paneles interiores, exteriores, tímpanos, columnas, pedestal, vigas de escaleras, pretilas |
| CIMENTACIÓN                 | Pedestal empotrado en un vaso prefabricado o utilizando columnas largas se puede evitar el pedestal.                           | Vaso y pedestal prefabricados y losa.   |
| ESTRUCTURA                  | Estructura de esqueleto conformada por columnas y vigas  | Estructura de esqueleto conformada por columna, vigas y paneles   |
| ENTREPISO                   | Losa spiroil   | Losas doble T   |
| ESCALERA                    | Prefabricada de dos ramas y descansan en un panel de escalera  | Vigas y peldaños prefabricados  |
| CUBIERTA                    | Losa spiroil   | Losas doble T   |
| MODULO DE DISEÑO            | 6.00, 7.20, 8.40 y 9.60 x 6.00, 7.20   | 6.00 y 7.50 m x 6.00 m  |
| CERTIFICADO TÉCNICO POR:    | Empresa Nacional de Proyectos de obras de Arquitectura y la Dirección de Proyectos del MICONS.                                 | Elaborado por el Grupo Nacional de Obras Escolares (DESA), racionalizado después por la Empresa de Obras Escolares (EPOE)       |
| MANO DE OBRA                | Calificada para el montaje   | Calificada para el montaje  |
| INSTALACIONES               |  | Se concentra a través de cubo de aire donde se pasan todas las inst.  |
| ACABADOS                    | Muros de tabiques reciben el acabado según proyecto y los paneles del sistema llevan el tratamiento que se le da en la planta. | Terminación aparente del concreto procedente de la planta.  |
| APLICACIÓN                  | Obras industriales   | Obras escolares   |
| OBRAS PRINCIPALES           |  | Escuela Vocacional Lenin y Máximo Gómez y Che Guevara, Escuela Secundaria Básica en el Campo Marcelo Salado                     |
| MUROS                       | Pueden ser tradicionales de albañilería o paneles del sistema  | Paneles del sistema, en algunos casos se pueden incluir muros de tabique  |
| DRENAJES DE CUBIERTA        | A través de bejantes pluviales   | Caida libre a través de gárgolas.   |
| RELACION CON OTROS SISTEMAS | Basado en la tipificación abierta  | intercambiabilidad de componentes   |
| ELABORACIÓN                 | 1982   | 1978  |
| PUNTAL                      | 3.30, 3.60, 3.90, 4.20 y 4.80 m  | 3.30 m  |
| No. DE NIVELES              | Hasta 17 niveles   | Hasta 4 niveles   |
| JUNTAS                      | Se garantizan a través de la soldadura de angulares y anillos  | Húmedas   |



---

## CAPITULO 4

## CAPITULO 4: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN CRÍTICA DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS MÁS REPRESENTATIVOS EN CUBA.

### 4.1. ANTECEDENTES.

*Sistemas es el conjunto de reglas o principios enlazados entre sí, de modo que forme un cuerpo de doctrina.* <sup>34</sup>

*Se trata de una combinación de partes reunidas para obtener un resultado o formar un conjunto. Cuando una cierta cantidad de componentes son coordinados para posibilitar un armado, se constituye un grupo coherente, mediante principios preestablecidos, que son capaces de conformar las construcciones si cumplen los requisitos funcionales, estéticos, estructurales y económicos.* <sup>35</sup>

En la construcción, un **sistema constructivo**, es un órgano vivo, donde un grupo de componentes, cumpliendo una amplia gama de requisitos, deben ser capaces de ensamblarse para satisfacer flexiblemente un determinado número de programas de edificaciones en condiciones fiables.

A comienzo de la década del 60, cuando en Cuba se comenzó a trabajar en el campo de la industrialización y directamente con los sistemas constructivos, resultaba una incógnita difícil de despejar la forma o manera de analizar comparativamente estos sistemas. En la medida que se fue desarrollando la industrialización se acopió alguna experiencia, tanto nacional como internacional. *En este sentido Cuba, como un país emergente, desarrolla sus sistemas constructivos propios por una parte y por la otra importa otros sistemas.*

---

<sup>34</sup> Segre, Roberto y otros. Historia de la Arquitectura y del Urbanismo: América Latina y Cuba. Editorial Pueblo y Educación, Guantánamo, Cuba, 1988, pág. 322.

<sup>35</sup> Medina Sánchez, Luis. Sistemas Constructivos más utilizados en Cuba. Editorial ENPES, La Habana, 1986, pág. 5.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

En ambos casos se tienen que analizar aspectos que sean medidos a partir de indicadores y otros de carácter conceptual. Es evidente que un sistema es algo muy distinto a un elemento e inclusive a un proyecto.

Cuando se transita por el universo de la industrialización se debe conocer las particularidades más sobresalientes de los sistemas, de modo tal que se puedan escoger los óptimos, que ofrezcan mejores posibilidades de adaptarse al país, en un momento dado.

Los sistemas se pueden ubicar por:

- a) Que se catalogan en el campo del desarrollo (los altamente mecanizados y desarrollados).
- b) Tradicionales mejorados.
- c) Abiertos y cerrados.
- d) Pesados y ligeros.
- e) Según la forma de los elementos constituyentes:
  - Elementos planos.
  - Elementos lineales.
  - Elementos tridimensionales.
- f) Según la forma estructural:
  - Transversal.
  - Longitudinal.
  - Mixto.

La experiencia internacional y nacional ha demostrado que donde se ha desarrollado un **trabajo en equipo** coordinadamente, desde sus etapas iniciales participen los proyectistas (arquitectónico, estructural y urbanístico), el productor (representa la industria), el encargado del montaje y el acabado y el inversionista, el resultado debe satisfacer las exigencias más profundas.

*Los sistemas constructivos representan la respuesta ordenada de la industrialización y es así que con el decursar del tiempo adquiere mayor relieve la categoría general del tipo de construcción al cual se Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

---

destina, pudiendo considerarse esto como el alcance o amplitud del sistema.

## 4.2. RACIONALIZACIÓN DE LOS SISTEMAS.

En los primeros años de implantación de los mismos, motivado fundamentalmente por la falta de una experiencia práctica, a veces, ocurre que de un mismo sistema, surgen distintas variantes para resolver determinados requisitos, tales como la solución para edificios en altura, edificaciones en zonas sísmicas, etc.

Aquí es donde surge el instante de tomar las distintas variantes y encausarlas en un solo sentido a partir de un profundo análisis de **racionalización** y brotar con una gama reducida de sistemas de forma preferida. Algunos autores plantean que esto se puede evitar, cuando en los inicios del desarrollo se importan los sistemas de firmas con probada experiencia.

En la URSS, su tercera etapa se desarrolló *en la década del 70 al 80*, la cual consistió, básicamente, en mejorar la elaboración de los proyectos típicos para los edificios de viviendas, *basado en la racionalización de los catálogos de componentes*, unificándolos para su aplicación en nuevos proyectos típicos.

Entre los factores que lo caracterizan se encuentran:

- a) La fiabilidad estructural.
- b) La flexibilidad en el diseño.
- c) El diseño y la ejecución de las juntas.
- d) La tolerancia.
- e) La calidad en el acabado.
- f) La tipología de los componentes.
- g) El surtido de los componentes.
- h) La tecnología del modelo y del curado.
- i) Los métodos del montaje.
- j) El planeamiento en detalle.

En los sistemas adquieren relevancia capital los requisitos satisfechos, la flexibilidad para el planeamiento, las distintas formas arquitectónicas, la calidad de los materiales y los valores culturales que definen la efectividad del sistema.

Criterios que se han de seguir para la creación de los sistemas constructivos:

**a) Prerrequisitos**

- ✓ Tener personal calificado.
- ✓ Crear las bases para la aplicación de la normalización.
- ✓ Disponer de la base material.
- ✓ Disponer de fondo financiero.

**b) Las vías pueden ser:**

- ✓ Importación del sistema completo.
- ✓ Creación total del sistema nacional
- ✓ Crear nacionalmente los sistemas arquitectónicos y el catálogo e importar la tecnología para la producción industrial.

A partir de 1960, surge la necesidad de satisfacer en el menor plazo posible las exigencias acumuladas en la población a lo largo de toda la isla en el tan difícil y conocido universo de la vivienda. La política económica aconseja reducir al mínimo las importaciones para dar protección a la nascente industria nacional, en busca del ahorro de divisas y reducir drásticamente las posibilidades en la utilización de la madera, esencial para el encofrado de las obras de concreto según la técnica de moldeado in situ, que venía aplicándose tradicionalmente.

Todas estas circunstancias obligaron a desarrollar nuevas técnicas constructivas que permitieron utilizar los materiales y mano de obra locales, con el mínimo de madera, materiales especiales y fuerza de trabajo especializada, muy distintas a las técnicas de los años anteriores.

---

*Los nuevos planes de desarrollo agrícola dieron lugar a que se dedicaran cuantiosos recursos para las inversiones productivas de las zonas rurales. Este período se caracterizó por la proliferación de viviendas aisladas, las cuales fueron construidas en la mayoría de los casos en lugares de difícil acceso, alejadas de los núcleos de población y en ellas se emplearon los sistemas más variados, (éstos no se pueden considerar como tales), resultante, a veces de una necesidad constructiva, como consecuencia de la posibilidad de aprovechar una capacidad instalada, o de la exigencia de determinados materiales en ciertas regiones.*

En la mayoría de los casos y debido a la escasez de madera, de maquinarias y mano de obra especializada en el lugar, los intentos de métodos constructivos se caracterizan por la prefabricación de elementos de pequeñas dimensiones.

*El desarrollo de la prefabricación ligera en los sistemas que corresponden a esta etapa fue una poderosa contribución para el sector de la construcción, pero el hecho de carecer de la experiencia necesaria, en este contexto, produjo errores fatales tales como la proliferación de los componentes, ampliándose grandemente el surtido, la poca eficiencia en la utilización de los moldes, la multiplicidad de las juntas a causa del aumento del fraccionamiento y una baja productividad, porque no se aplicaron de modo correcto los principios en que descansa la industrialización.*

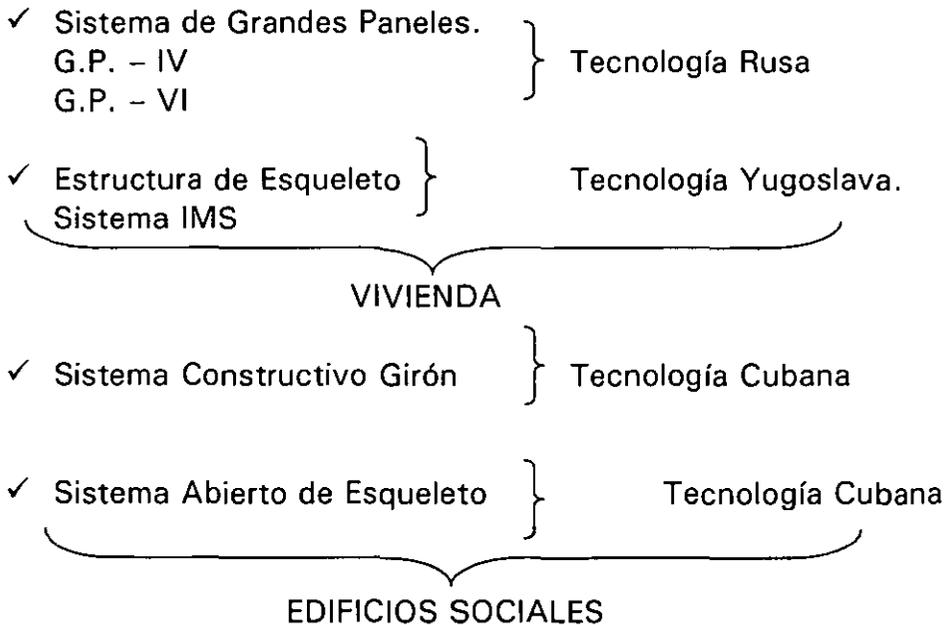
A partir de 1970 comienzan a adoptarse medidas para el salto cualitativo en el proceso de industrialización en los edificios de viviendas y otros programas, al utilizarse de manera sistemática la normalización, la coordinación modular, criterios de prefabricación abierta, las típicas juntas de interior húmedo y exterior abierto y reventado, eliminándose las soldaduras y otros criterios técnicos de pocas ventajas.

**Una experiencia importante en países subdesarrollados como Cuba, que a pesar de los grandes esfuerzos dirigidos hacia el desarrollo de**  
*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

las tecnologías más avanzadas, las condiciones económicas y sociales siempre obligan a mantener vigente algunos procesos que no satisfacen los requisitos de la industrialización.

De los sistemas que se mencionan en el capítulo 3, como representativos del cambio que se produce en la tendencia arquitectónica cubana, analizaremos 4 sistemas más sobresalientes y sus características; donde se pueda evidenciar los errores y resaltar sus logros o ventajas y aunque ningún sistema es superior a otro como mencionaba anteriormente, se evidenciará el de mejores posibilidades de adaptación y aceptación.

Estos sistemas son:



### 4.3 SISTEMA DE GRANDES PANELES (TECNOLOGÍA RUSA).

#### 4.3.1 Sistema Gran Panel IV.

Los años de trabajo con los diferentes sistemas creados han brindado la experiencia y el camino a transitar en el universo de los *Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

sistemas a la racionalización de los mismos en busca del preferente que por sus cualidades sea capaz de asimilar el peso mayoritario de las construcciones para viviendas.

Cuba cuenta con 28 plantas de prefabricado de este sistema, dándosele un uso masivo en el país. Las primeras edificaciones que se construyeron fueron basándose en paneles de 2 y 3 toneladas, hormigonados a pie de obra. **A partir de las experiencias europeas se comenzó a desarrollar la primera línea de construcción en Cuba.** Iniciándose el proyecto tecnológico llamado GP-IV, que independientemente de sus limitaciones de diseño y tecnología derivados de un bajo nivel de desarrollo, tiene el valor de sus experiencias sistemáticas. (Foto 58)



Foto 58. Bloque de vivienda. Tecnología GP.-IV.

Este sistema de producción *completamente ruso*, se importó a Cuba y se adaptó en parte a un diseño nacional perteneciente a la serie de prefabricación cerrada con muros transversales y longitudinales de carga; constituido por grandes paneles portantes.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

## Elementos Componentes.

El sistema Gran Panel IV está constituido por los siguientes elementos:

- Paneles exteriores.
- Paneles sanitarios.
- Paneles de cierre e interiores no portantes.
- Losa para planta baja estructural.
- Losa de entrepiso y cubierta.
- Rama de escalera.

El sistema GP-IV está dirigido solamente a la construcción de viviendas. Se proyectó para cuatro niveles, pero en la actualidad se puede llegar hasta cinco. Este proyecto comprende 623 componentes prefabricados con 54 tipos diferentes. Es tan limitado en cuanto a diseño que sus muros transversales están espaciados a 2.60 m y 3.50 m, lográndose espacios muy reducidos:

- Sala - comedor: 3.50 m x 4.25 m
- 1 recámara: 3.50 m x 3.50 m
- 1 recámara: 2.60 m x 3.50 m (Foto 59)

Las juntas entre los mismos se realizan a través de insertos metálicos dejados para ser soldados posteriormente y completar la junta con mortero. La unión entre paneles y losas no son estructurales ya que son simplemente apoyadas, obteniendo longitudes de los edificios de 34.50 m y 51.40 m para dos y tres cajas de escaleras respectivamente y de ancho 7.30 m

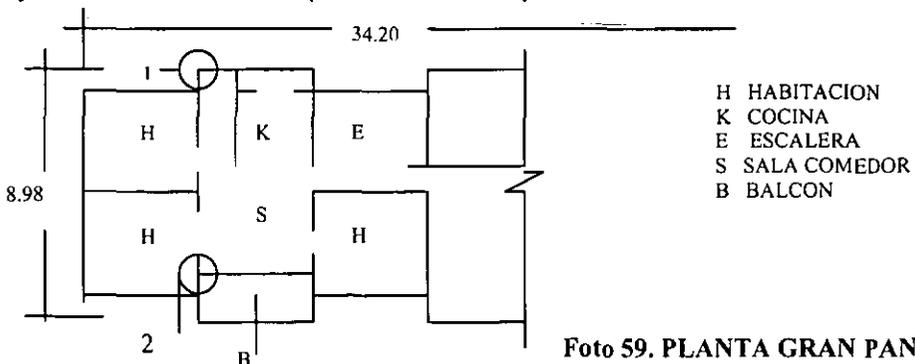
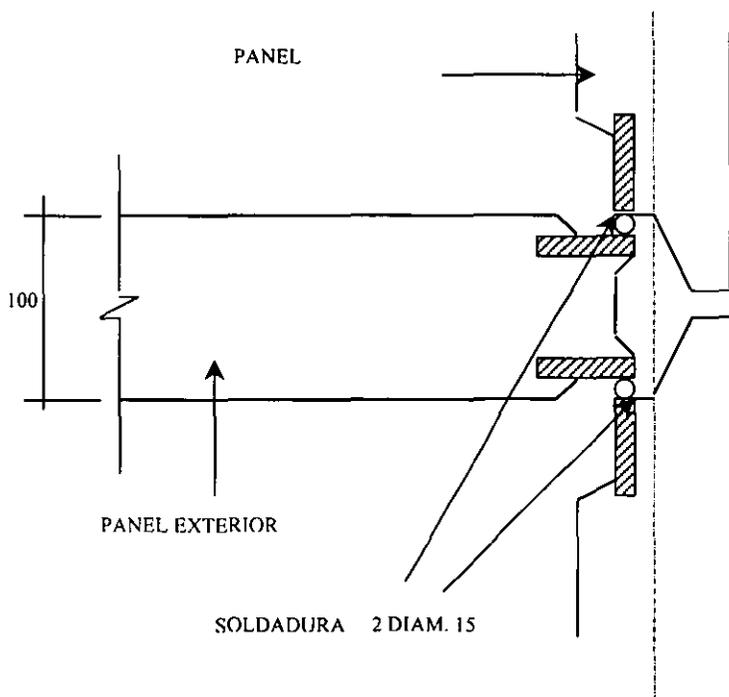
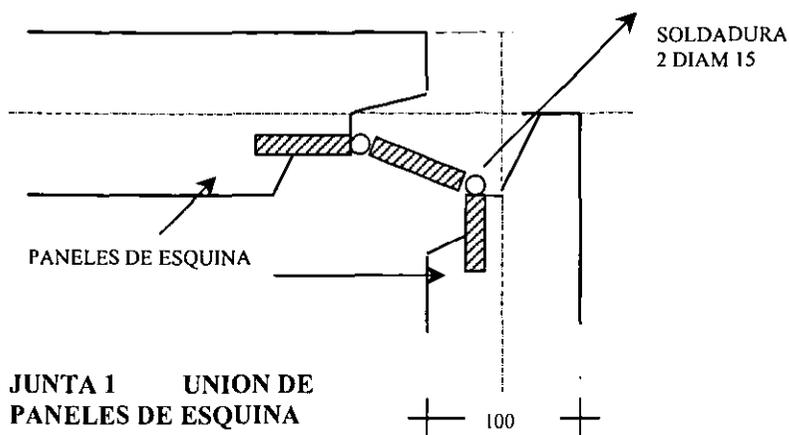


Foto 59. PLANTA GRAN PANEL IV



## JUNTA 2 UNION DE PANEL EXTERIOR Y PANEL INTERIOR

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

### 4.3.1.1 Tecnología del montaje del GP-IV.

Se ejecuta el montaje del edificio por medio de una grúa torre KB-100 o KB-100.1. La vía de la grúa se localizará a lo largo del edificio, el eje de la misma estará a menos de 9 m de la línea de fachadas del edificio. Cada planta constituye una etapa del trabajo de montaje y este se realizará en jornadas de 10 h.

#### 1. Limpieza de los apoyos de la losa.

El responsable de montaje verificará la limpieza del borde de las vigas y los paneles que servirán de apoyo de las losas.

#### 2. Verificación del replanteo y niveles.

Se coloca un cordel bien tenso, entre los extremos del lugar de montaje; este cordel se situará a 0.11m aproximadamente sobre el borde de los paneles o apoyos extremos y en línea correspondiente a la primera fila de losas a montar, de forma tal que sirva de guía para la alineación de las mismas y para verificar el nivel y la altura de los apoyos, lográndose de este modo que se pueda corregir cualquier defecto de nivel en los apoyos de las losas, previamente a la colocación de las mismas, así como garantizar su correcta alineación.

#### 3. Eslingado de la losa.

El ayudante colocará los ganchos de la eslinga de arriba hacia debajo de modo que el esfuerzo de carga quede dispuesto sobre el centro del gancho y sea fácil y rápido su extracción luego del montaje del elemento y colocará las sogas retenidas en los extremos de la losa.

#### 4. Colocación del mortero en apoyos de losas.

El albañil colocará el mortero de arena cemento de las características y dosificación que se determinen en el proyecto. El espesor del mortero no excederá los 20 mm lo que se logra empleando taquetes colocados previamente.

### *5. Izaje de las losas.*

Se procederá al izaje de la losa con ayuda de las sogas retenidas que sostiene un ayudante de abajo, las cuales pasarán al final de la operación a los montadores. La losa se elevará a unos 50 cm aproximadamente de altura sobre el lugar de su ubicación definitiva y desde allí se hará descender para proceder a su asentamiento sobre el mortero colocado, guiándose por las marcas hechas sobre el panel. Se debe verificar su correcta alineación y nivelación con una tolerancia de  $\pm 3$  mm en todos los sentidos, después de lo cual se retiraran las eslingas de los ganchos.

### *6. Soldadura y fijación de la losa.*

El soldador procederá a soldar definitivamente las barras coincidentes entre dos losas, de acuerdo con el proyecto. Previamente deben limpiarse las barras de conexión. Las barras para puente de soldadura deben ser de acero corrugado de 0.16 mm (5/8").

### *7. Colado en juntas.*

Entre losas se forma una junta que deberá llenarse con concreto de gravilla de acuerdo con especificaciones expresadas en el proyecto. Se limpiarán bien de forma tal que no queden residuos de concreto, madera o cualquier otro cuerpo extraño; antes de rellenar las juntas, las soldaduras se pintarán con pintura anticorrosiva, finalmente se mojará la junta y se procederá a verter el concreto el cual quedará bien compactado y rematado.

En todo este proceso deben tenerse en cuenta los siguientes puntos de control:

- ✓ Verificar que la alineación y nivelación de las losas no rebasen las tolerancias de  $\pm 3$  mm en todos los sentidos.
- ✓ Verificar la calidad de todas las soldaduras.
- ✓ Cerciorarse de que las juntas se encuentre libre de cuerpos extraños.
- ✓ Comprobar que las soldaduras tengan aplicada pintura anticorrosiva

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

#### 4.3.1.2 Errores del Sistema GP-IV.

Las losas de entrepiso tienen la función estructural, resistir las cargas verticales y transmitir las cargas horizontales. Se puede usar o no la losa en el nivel cero. Los paneles exteriores o paneles de fachada forman parte del sistema estructural de carga de la edificación y su espesor es de 10 cm, al igual que los paneles interiores de carga, siendo esto una limitante esencial del sistema en cuanto a diseño, puesto que al ser los paneles de fachada de carácter estructural no permite variantes en las mismas y el **escaso diseño** lo lleva a convertirse en "cajas" sin ningún interés plástico o de movimiento, aspecto que ha sido duramente criticado desde los inicios del sistema.

Unido a lo anterior se encuentra una **limitada relación muro-ventana**, requerimiento importante para producir una correcta ventilación dentro de las habitaciones, éstas tienen una dimensión estándar de 1.20 m x 1.40 m.

**Las escaleras tienen solamente función utilitaria**, siendo su diseño de dos ramas apoyadas en paneles exteriores, sin ninguna terminación integral, con el concreto expuesto, *factor estéticamente insatisfactorio para sus habitantes*.

Es fuertemente criticable las pocas o casi **nulas posibilidades arquitectónicas**, pues *no permite combinaciones ni variedad de composiciones en planta*. Es tan limitado que solo está proyectado para un tipo de edificio que puede aumentar su densidad únicamente, pero varios de ellos en sentido longitudinal se convierten en largas "tiras" de edificios de muy mal aspecto si lo analizamos urbanísticamente.

**No permite la utilización de la planta baja libre**, ni paso peatonal, además de brindar una limitada tipología de vivienda. Esta característica hace que no puedan transformarse, mostrando una **imagen rígida y monótona**, variando solo su textura y color.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

Presenta además, caída libre del agua, pues no cuenta con un alero la losa de cubierta y su diseño produce una junta con los paneles verticales, por ende *el agua al caer se derrama por las paredes y la humedad afecta al edificio*, produciendo manchas y provocando con el tiempo la penetración del agua a través de pequeñas fisuras que se pueden presentar en el panel y hasta llegar a corroer el acero.

**El proyecto sólo posee una variación en planta, es un sistema cerrado que no permite la realización de modificaciones funcionales debido a la poca flexibilidad de su sistema estructural basándose en paneles de cargas transversales y longitudinales, además no admite la adecuación a suelos irregulares. (Foto 60)**

Ahora, después de analizar tantos inconvenientes que tiene intrínseco el sistema, **¿Es lógico que se siga utilizando este sistema y que las innumerables plantas que existen sigan produciendo en plenos albores del año 2000?**

Sólo sería una respuesta positiva al resolver únicamente el problema de vivienda sin interesar el usuario.



Foto 60. Montaje de paneles en GP.-IV.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

Es un sistema que no puede adaptarse a la topografía y **no resiste los movimientos sísmicos** y al analizar *el diseño estructural de los aceros de los paneles vemos que hay excesiva utilización de los mismos*. En este sistema el nivel tecnológico es bajo, afectando la calidad del producto que unido a la mala ejecución en planta de los paneles, se producen de manera acumulable hasta 6 m de altura, influyendo negativamente en su terminación.

Sin embargo se pueden señalar una serie de ventajas que se distinguen a través de su ejecución: **posee una tecnología de producción y montaje muy sencillos**; con rapidez y seguridad, permitiendo la utilización del bloque técnico (cabinas sanitarias de 2.10 m x 1.21 m y un puntal de 2.34 m) por medio del cual se agiliza el proceso ejecutivo.

Algunos autores cubanos ven una ventaja en el sistema: **es el prefabricado que más se ha aplicado en Cuba**, pues muestra una eficiencia para las condiciones climatológicas, resolviendo en parte el problema de la vivienda; algo que es totalmente erróneo e incierto. Este sistema es el **más rechazado de todos**. Ante las desventajas de este, surge el sistema Gran Panel VI (GP-VI).

*Esta crítica invita a reflexionar y analizar formas, proyectos y soluciones para mejorar el sistema, resolviendo problemas que se presenten y perfeccionarlo para llegar a una correcta identificación con el mismo.*

#### 4.3.2 SISTEMA GP-VI

*Los sistemas de grandes paneles para la edificación de viviendas representan una de las soluciones idóneas para resolver masivamente los problemas habitacionales y por tanto es el camino seguido con éxito por todos los países socialistas y un buen número de países capitalistas.*

El Gran Panel VI surge en 1980 como un intento de mejorar algunos aspectos del GP-IV y constituye actualmente un nuevo sistema; a partir de las experiencias obtenidas de éste, es que comienza a trabajar en este proyecto de GP-VI, por tanto se pusieron en vigor una serie de premisas que debía contener el nuevo sistema. Su objetivo fue insertarlo en el ámbito urbano de la capital como necesidad de contar con un sistema similar al GP.-IV y que pueden reunirse en las siguientes:

1. Ejecutar edificios como *mínimo de 5 plantas* en sustitución de los de 4 plantas con el objetivo de obtener mayores densidades.
2. Adoptar los criterios de la norma vigente en cuanto a los m<sup>2</sup>/persona indicados en función de los distintos núcleos familiares.
3. Ejecutar edificios con composiciones familiares variadas desde 2 hasta 6 personas que permite una mayor aproximación a la satisfacción de las necesidades de los requerimientos poblacionales planteados por el censo; esto se reduce en que permite cambios en la composición familiar de tal forma de lograr apartamentos pequeños o grandes, según la problemática de cada región.
4. Lograr edificios que permitan modificaciones en la fachada para dar mayor variedad de soluciones y romper la monotonía y para lograr esto, *la fachada no debe ser un elemento estructural*.
5. *Terminación en azoteas con pretilas* para evitar la caída libre del agua que afecta los balcones y paredes.
6. Introducción de *juntas estructurales húmedas* por ser ésta la tendencia mundial en los sistemas de grandes paneles y permitir alcanzar mayores alturas y seguridad.
7. Un menor número de elementos diferentes, así como el *ahorro en el consumo de concreto y acero por vivienda*. Según los diseñadores, se pretendía utilizar este sistema de Gran Panel VI en

los próximos 10 ó 15 años posteriores a la década de los 80's para resolver rápidamente el problema de la vivienda en el país.

Esta política es correcta y corresponde con la posibilidad económica de un país de bajo nivel socioeconómico ya que las inversiones son bajas, la tecnología no es moderna y se necesita gran cantidad de mano de obra calificada. También permite lograr una alta productividad ya que en su construcción no se emplean bloques como elementos componentes y esto permite aumentar el ritmo de trabajo constructivo.

Los primeros edificios construidos con el **Sistema GP.VI** tenían la característica de no poseer balcones y surgieron de este tipo 4 variantes:

- GP VI - 1 con 2 cajas de escalera
- GP VI - 2 con 3 cajas de escalera
- GP VI - 3 con 4 cajas de escalera
- GP VI - 4 con 5 cajas de escalera

Estas variantes desde el punto de vista estético y funcional tenían sus deficiencias; se procedió a la conformación de diseños de apartamentos de flexibilidad en composición y apareamiento, donde se le *añadió la terraza y se estudiaron otras combinaciones diversas de apartamentos*, tratando de mantener la composición habitación de GP VI - 1; no obstante se adicionaron elementos que enriquecen y plantean variedad de composición de fachada, se logró lo más posible en estos estudios, creando el GP-VI-5 y GP VI-6.

La planta baja en ellos es similar a la típica, diferenciándose sólo en la escalera donde las ramas se parean para producir la entrada. Actualmente estas dos últimas variantes son la que más se construyen.

### **Descripción del objeto de obra. (Foto 61)**

Para el edificio principal (solución sin terraza, con patio de servicio), *el sistema constructivo totalmente prefabricado de grandes paneles, Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

los paneles transversales funcionan como estructurales y toman las cargas verticales y horizontales.

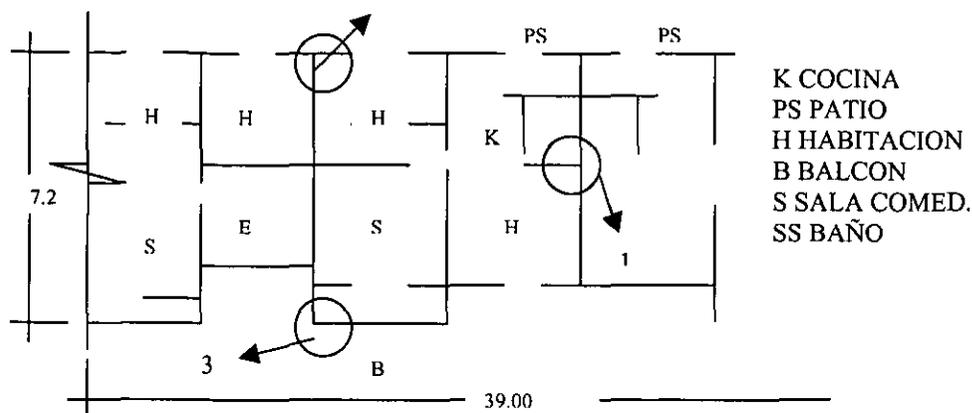


Foto 61. PLANTA GP VI

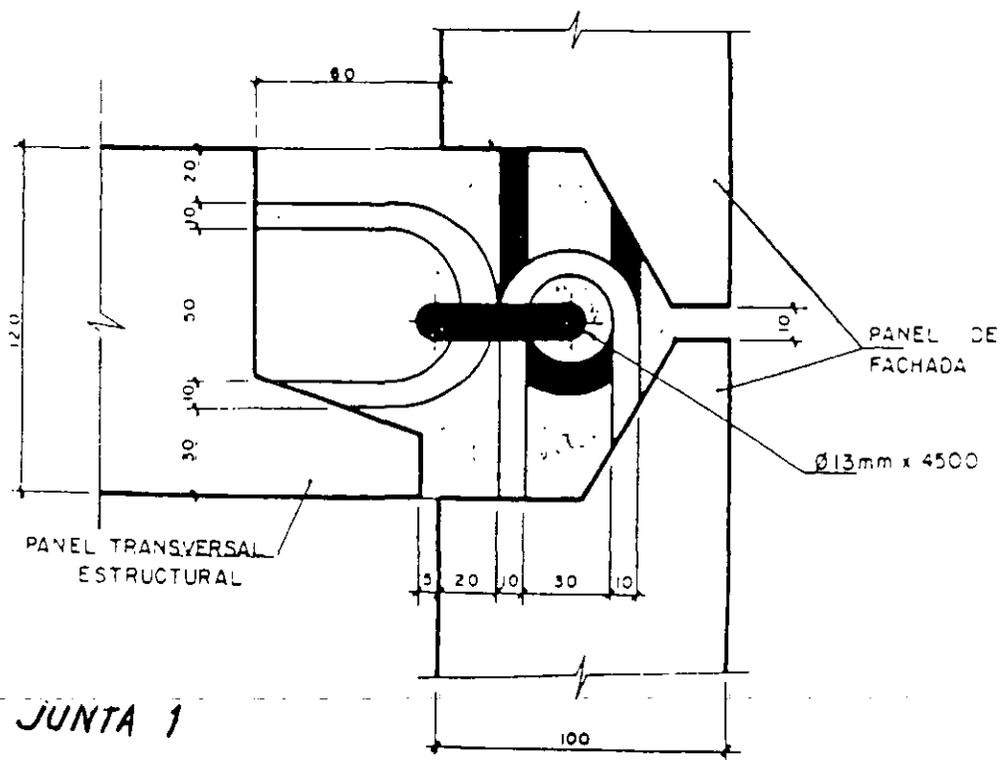
Las juntas entre los elementos prefabricados son *soldadas y húmedas* y los baños están hechos en el lugar. La cimentación está resuelta mediante *cimientos aislados y vigas de cimentación* bajo los elementos, ambos hormigonados in situ.

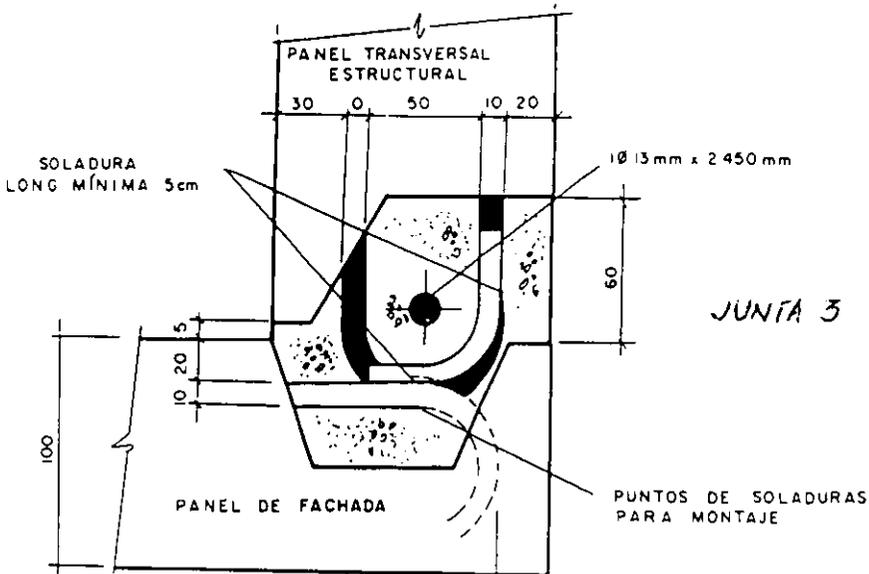
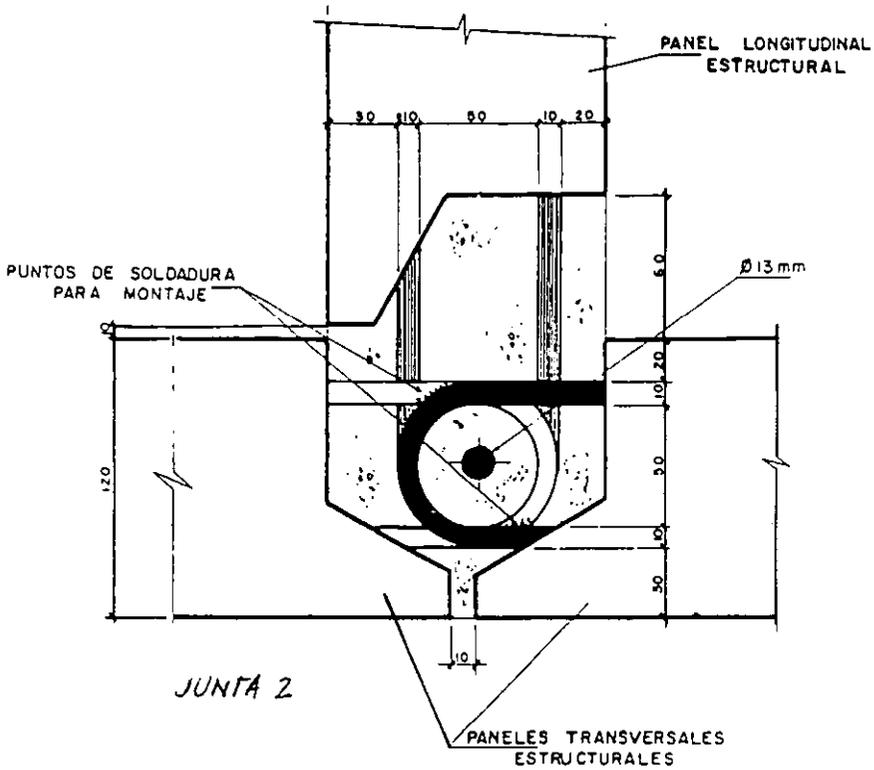
La distribución estructural del sistema permite que la fachada sea *totalmente libre*, la misma no es parte de la estructura resistente. Con este se logra una variedad de fachada con amplia gama de posibilidades estéticas, se pueden utilizar diversos materiales de cierre como paneles de hormigón, antepecho de ladrillo, cristal, etc. Cuestión que supera al GP-IV. Asimismo es factible utilizar carpintería de madera, hierro, aluminio y el uso de balcones, terrazas, aberturas, etc. Pudiendo realizarse con elementos prefabricados o con una construcción tradicional de mampostería.

El sistema se resuelve **estructuralmente** por medio de *muros transversales de carga* que soportan los esfuerzos verticales y éstos a su vez se unen con los muros rigidizadores longitudinales que toman las acciones horizontales del viento mediante las juntas verticales en forma de H que componen la superestructura del sistema. Los edificios por tanto están conformados por un módulo

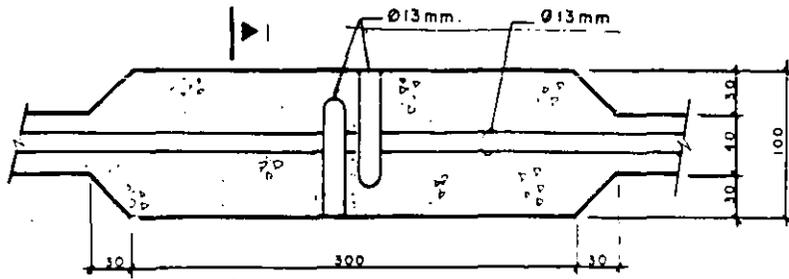
*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

longitudinal único de 3,00 m y otro transversal de 3,60 m con puntal de 2,57 m, lo cual limita la diversidad de solución en cuanto a las variedades funcionales; además no permite la planta baja libre y no permite las posibilidades de adaptación a la topografía.

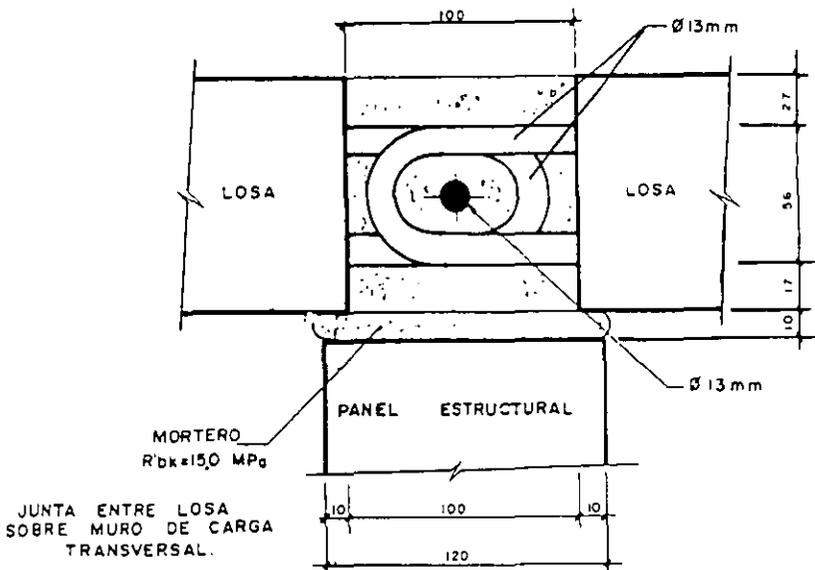




*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

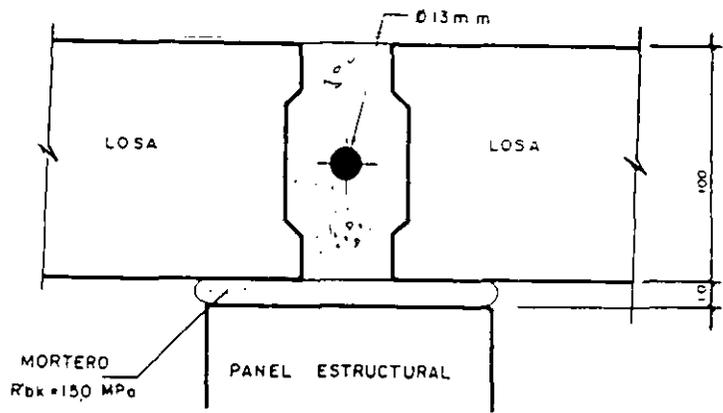


▶ I - JUNTA DE LOSAS



SECCIÓN I-I

esc 1:2,5



*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

En cuanto a las características de su desarrollo en la trama urbana, el sistema presenta amplias posibilidades por su **flexibilidad en la ubicación** con buena orientación, posibilidades de crecer en altura (hasta 9 plantas), también de pase peatonal en la planta baja, aparece el patio de servicio protegido por una celosía, se logra reducir la longitud del edificio y un movimiento plástico dinámico por el uso de elementos que arrojan sombra, lo que completa los logros del proyecto.

Hasta ahora los edificios realizados están constituidos por bloques rectangulares de 7.20 m de ancho por 30.45 m ó más, de largo en función del número de cajas de escaleras, estando estas últimas en la fachada del edificio. El sistema permite hacer una distribución en planta por bloques de forma tal que *no es obligatoria la planta rectangular*, lográndose plantas escalonadas con entrantes y salientes, en cruz, en ángulos, etc.

Todo ello ofrece distintas variantes de edificios y **mayores posibilidades a los urbanistas** en la ubicación de los mismos. *Presentan soluciones de edificios con galerías, ya sean exteriores o interiores*, presentando algunas variantes que tienen ubicada la caja de escaleras hacia atrás, modificando la fachada del edificio.

*Los paneles de fachada son independientes* del régimen de carga a resistir por el conjunto, pues son simplemente cortinas de cierre de posible sustitución para obtener variaciones plásticas en el edificio.

### **Elementos componentes.**

Los elementos componentes del GP VI se dividen en los grupos siguientes:

1. **Paneles exteriores:** Sirven como *elementos de cierre, no tienen función estructural*. Se diferencian por dimensiones y esfuerzo.

2. **Paneles interiores:** Son *paneles de carga y rigidizadores*, los cuales forman la superestructura del sistema.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

3. **Losas:** Desempeñan la función estructural que les corresponde en lo referente a la resistencia de cargas verticales y transmisión de cargas horizontales; están calculadas para trabajar en una dirección, apoyadas sobre los paneles de carga transversales; las losas grandes están calculadas con aceros negativos para obtener balcones y voladizos de 1.20 m. Estas losas se diferencian por sus dimensiones, refuerzos y funciones.

4. **Paneles de servicio divisorios o tabiques:** *sirven de cierre de locales o separadores de áreas;* van apoyados sobre las losas y pueden ser cambiados a otras posiciones. Estos ya traen los pases necesarios para la colocación de tuberías.

5. **Escalera:** la escalera sólo tiene *función utilitaria* como elemento de unión entre niveles, está simplemente apoyada y no tiene ninguna función estructural.

6. **Pretilles:** *son funcionales a los efectos de drenaje de la azotea y a la vez sirven de remate al edificio.* Se diferencian por sus dimensiones y refuerzos.

7. **Cimentación:** se presenta de *diferentes tipos* ya que se han construidos en suelos con diversas características, los cuales han necesitado soluciones para lograr una óptima cimentación.

### **Paneles**

- ✓ Transversales de carga de 3,54 x 2,45 m
- ✓ Longitudinales de carga 2,86 x 2,45 m
- ✓ De fachadas terminales de 3,06 x 2,56 m
- ✓ De fachadas terminales de balcón 3,06 x 2,56 m
- ✓ De fachadas centrales de 2,99 x 2,56 m
- ✓ De fachadas centrales para balcón 2,99 x 2,45 m
- ✓ Sanitarios 1,15 2,47 y 2,82 m de ancho y 2,45 de alto
- ✓ Apoyo de escaleras 1,00 de ancho y 1,88 y 2,96 m de alto

**Losas**

- ✓ Interiores de 3,48 x 2,96 m
- ✓ Esquinas de 3,48 x 3,03 m
- ✓ Para balcón y apoyo de escalera 4,74 x 2,96 m

**Escaleras**

- ✓ Ramas de 7 huellas y 0,90 m de ancho

**Pretilos**

- ✓ Para piñones de 3,54 x 0,645 m
- ✓ Sobre fachadas libres de 2,99 x 0,695 m
- ✓ Sobre balcones de 2,99 x 0,645 m

**JUNTAS****Verticales:**

- ✓ Entre paneles de carga y entre éstos y los paneles de fachada. Se hacen por medio de ganchos saliendo de los paneles que se unen por medio de una barra vertical, posteriormente se cuela con concreto.

**Horizontal:**

- ✓ Entre paneles de fachada: se monta sobre una capa de mortero.
- ✓ Entre paneles de fachadas y losas de pisos: se cuela con concreto la junta de 0,05 m de distancia a la que queda separados la losa de los paneles.
- ✓ Entre paneles de carga y losas de piso: se montan sobre una capa de mortero.

**Tecnología y organización del montaje del GP VI**

El peso del elemento mayor excede de 3.5 t, por lo que su carga en planta no ofrece grandes dificultades. El transporte se efectúa por medio de paneleras.

Después de realizada la excavación, colados los cimientos y ya colocadas las vigas de zapata se proceden a rehínchos y rellenos.

- 
- ✓ Replanteo en vigas de cimentación para montaje de paneles del primer nivel.
  - ✓ Montaje de paneles rigidizadores y de carga.
  - ✓ Colocación del acero vertical, soldaduras, cimbrado y colado de juntas.
  - ✓ Montaje de paneles sanitarios.
  - ✓ Soldadura de las juntas de paneles sanitarios.
  - ✓ Montaje de paneles de fachada o de cierre.
  - ✓ Colocación de acero, soldadura, cimbrado y colado de las juntas de fachada.
  - ✓ Montaje de paneles losas y paneles escaleras.
  - ✓ Colocación de acero longitudinal en ejes de escalera.
  - ✓ Replanteo en el 1er. Nivel para repetir el ciclo hasta lograr el proyecto en su totalidad.

Cabe señalar que esta manipulación y montaje de paneles será a través de ganchos para el izaje colocados al efecto en cada panel; este acero solo es diseñado para soportar las cargas a la hora del levantamiento y su puesta en lugar definitivo; después de aplomarlos y nivelarlos por medios mecánicos (telescopios de montaje) se procede al colado de las juntas interiores y luego a la soldadura y fundición de la junta de unión con los paneles de fachada.

Las losas serán izadas por los ganchos horizontales que poseen dos en cada borde lateral. Se colocan sobre los paneles transversales estructuras encima de una capa de mortero de asiento.

La mayor cantidad de horas-hombres empleados en la construcción se gasta en las terminaciones de las obras y fundamentalmente en el complejo baño-cocina-patio de servicio. Las instalaciones hidrosanitarias, la colocación de azulejos, los muebles de cocina, el lavadero, el vertedero, los muebles de baño, etc.; produce una prolongación desmesurada del tiempo de ejecución de la vivienda y un consumo excesivo de fuerza de trabajo.

Foto 62 a). Montaje de cabina sanitaria.



Para tratar de disminuir este tiempo, surge el bloque técnico prefabricado o cabina sanitaria que consiste en un bloque tipo habitación, compuesto de una unidad de baño y cocina prefabricada, con cuatro paneles de mortero armado, una losa de piso aligerada con dos casetones o deprimidos de concreto armado y un falso plafón de mortero armado para la hermetización y rigidez del bloque técnico, *llevando además incluido los aparatos sanitarios y trasladarlas a obra completamente terminadas, listas para el montaje en su lugar definitivo.* (Foto 62 a y b)

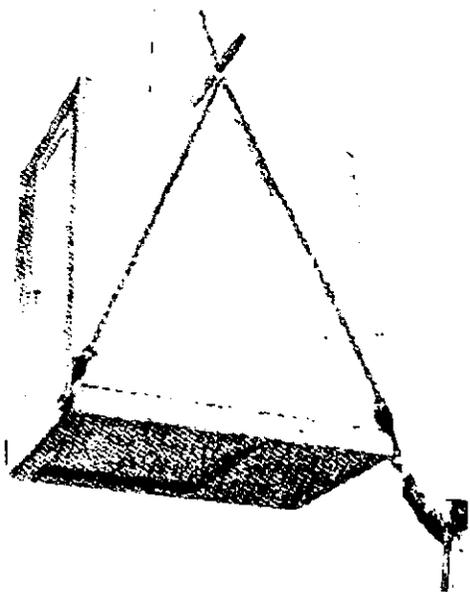


Foto 62 b). Izaje de la cabina sanitaria en el GP.-VI.

Estas cabinas se han construido de diferentes materiales como el plástico, las estructuras de acero o aluminio forrados de cualquier material, siendo en muchos países la tradicional utilización de concreto armado.

La experiencia en la construcción demuestra una serie de **ventajas** del sistema que se enumeran a continuación:

1. Presenta *mayor productividad* respecto a las horas-hombre utilizado en la producción de los prefabricados.
2. Se obtiene *ahorro en el consumo de materiales* por vivienda.
3. Presenta *fachadas libres no estructurales*, permitiendo cambios en las mismas.
4. Se pueden realizar edificios de hasta 6 plantas sin uso de elevador, *obteniendo mayores densidades*.
5. *Ahorro* en los trabajos de soldaduras al introducir la *unión húmeda*, permitiendo una mejor terminación.
6. *Logra la terminación en azotea con pretilas* para evitar la caída libre del agua que afectan las fachadas.
7. Logra edificios *con planta baja libre*.
8. Presenta *menor número de elementos* diferentes al GP-IV.
9. Se obtienen diferentes apartamentos para distinta composición familiar, así como, permitiendo distribuciones variadas en plantas, etc.

**¿Es correcto señalar que el nuevo proyecto denominado GP-VI solucionó totalmente los problemas del GP-IV?.**

Pues la práctica demostró que no ya que el sistema sólo está concebido para ser utilizados en programas de viviendas, excluyendo las zonas sísmicas y si a estos elementos le añadimos los defectos más reconocidos durante su ejecución en la planta de prefabricados volvemos a caer en otros problemas.

**Estos errores que se cometen con más frecuencias son:**

- ✓ Se colocan ganchos laterales en paneles estructurales de fachada y losas, o muy largos o muy cortos, lo que *imposibilita realizar*

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

---

*uniones estructurales* existiendo la necesidad de cortar y/o soldar ganchos nuevos.

- ✓ Los ganchos de izaje en losas son muy largos, lo que *dificulta en el montaje colocar las losas contiguas.*
- ✓ Los ganchos de izaje en los paneles muy largos lo cual provoca que al momento de izarse estos *se doblen y rompan el hormigón que los rodea.*
- ✓ La colocación incorrecta o no de los refuerzos en diagonal en las aberturas de puertas y ventanas, observándose posteriormente *la fisuración en las esquinas de dichas aberturas.*
- ✓ No se respetan los recubrimientos señalados por proyecto lo que puede provocar la *oxidación de las barras y destrucción prematura de la estructura.*
- ✓ Falta de medición de las diagonales de los elementos, provocando *que pueda existir falsa escuadra.*
- ✓ *Mala compactación de los elementos*, obteniendo superficies con oquedades y rocosidades muy difíciles de quitar en obra.
- ✓ *Rotura durante el desmolde de los paneles de fachada y estructurales*, provocando en obra reparaciones, fundamentalmente, en las juntas de fachadas que atrasan la terminación y deterioran el aspecto estético del edificio.
- ✓ *Fisuración de retracción* debido a un *mal curado.*
- ✓ *No se respeta el proyecto* y se ubican incorrectamente las cajas eléctricas, así como *excesivo empotramiento de las mismas.*
- ✓ Tupición de las tuberías eléctricas.

- ✓ *No se realiza un adecuado almacenamiento y ordenamiento de los elementos en obra, provocando en muchos casos roturas de los mismos, a veces se colocan paneles con fisuras excesivas que pueden provocar fallas en la estructura.*
- ✓ *Apoyo insuficiente de losas.*
- ✓ *Apoyo deficiente de escaleras, en ambos bordes.*
- ✓ *Soldadura incorrecta de los paneles de fachada a los tímpanos transversales y demasiado acero entre la unión del pedestal y la viga de zapata, etc.*

*Como hemos podido observar este sistema solucionó en gran medida muchos de los inconvenientes del sistema anteriormente analizado. Pero es determinante el factor humano, o sea, el control de calidad en la planta de prefabricado ya que siendo éste correcto, se eliminaría en un gran porcentaje las deficiencias encontradas en el sistema; evitando de esta forma el rechazo que ha sufrido la prefabricación.*

*Es importante reconocer que en el mundo de la prefabricación hay todavía que caminar mucho, pero deben ser pasos seguros, sin errores; o con los menos posibles. Si a estos descuidos se une el escaso desarrollo económico y la baja industrialización de los países en vías de desarrollo, estaríamos enfrentando un gran reto que si lo podemos derribar. Esta es la parte donde no podemos fallar.*

#### **4.4. ESTRUCTURA DE ESQUELETO (TECNOLOGÍA YUGOSLAVA)**

##### **4.4.1. Sistema Instituto de Materiales de Servia (I.M.S.).**

El sistema ha sido elaborado por el **Instituto de Materiales de Servia** en 1956 e implantado experimentalmente en Cuba a cargo del Centro Técnico de la Vivienda y el Urbanismo en 1967.

Este siguió un camino diferente de otros sistemas, desarrollando un número mínimo de elementos prefabricados con los cuales fuera posible proyectar el mayor número de edificios diferentes. Dicho sistema ha sido elaborado bajo los principios de la **prefabricación abierta**, pudiéndose emplear en la construcción de viviendas y obras sociales. *Este sistema tiene dos variantes tecnológicas: plantas nacionales y plantas yugoslava-cubana.* Ambas plantas están basadas en una red modular simple de una o dos losas casetonadas y cuatro columnas que se unen mediante una junta postensada para formar una estructura de esqueleto con posibilidades de crecimiento en las tres dimensiones.

El sistema admite una gran flexibilidad para la distribución de los espacios interiores, pudiéndose utilizar cualquier elemento divisorio. Su estructura de esqueleto permite amplia libertad para el diseño, lográndose volumetrías diversas donde la planta sólo está constituida por las columnas y la disposición de los tímpanos.

Se proyecta en edificios prismáticos (pantalla) y concentradas (torres), todo esto se realiza con el mínimo de restricciones utilizando un puntal de 2.70 m y puntal y medio para planta baja, así como, último nivel según lo requiera el proyecto. Este sistema ha logrado por su versatilidad incluir en el último nivel, restaurantes, salones de fiesta y diversiones y en planta baja todos los servicios.

## **PRINCIPALES CARACTERISTICAS DEL SISTEMA IMS**

- ✓ Cargas características de uso debido a personas u objetos: para viviendas, 150 Mpa y para obras sociales 300.
- ✓ Las losas son de varios tipos según la función del edificio, todas casetonadas. Las de 4,20 x 4,20 m son las usadas en las construcciones de viviendas y en algunos edificios de obras sociales; las de 6,00 x 7,20 m formadas por dos elementos de 6,00 x 3,60 m se usan en los edificios de obras sociales; dentro de estas dimensiones se usan losas con huecos para patinejos, escaleras, ascensores, etcétera.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

- ✓ Los entrepisos terminan su perímetro con vigas de borde de varios tipos o con losas voladizas cuyo ancho más empleado es el de 1,20 m, según el caso. 30 x 30; 34 x 34 y 38 cm, para edificios hasta de ocho, doce y dieciocho pisos, respectivamente, y se producen en unidades prefabricadas de uno, dos y tres puntales; este es de 2,70 m de NPT a NPT, pudiendo variar hasta una altura y media en la planta baja.
- ✓ Los cimientos prefabricados tipo plato-vaso reciben las columnas o pedestales; tienen ranuras en las caras exteriores para recibir los tímpanos y se usan en edificios de hasta cinco plantas; en algunos casos hormigonan en el lugar.
- ✓ Los pedestales tienen características semejantes a las columnas de un puntal.
- ✓ La escalera puede ser de una o de dos ramas, esta última con descanso a medio puntal en un panel especial; las ramas de las escaleras se apoyan en los nervios a los lados menores de los huecos de las losas donde se coloca la escalera.
- ✓ El sistema de columnas y losas soporta las cargas verticales y la rigidez del edificio para las cargas horizontales de viento y sismo se logra mediante tímpanos o diafragmas de paneles prefabricados de concreto armado que se colocan entre dos columnas con una holgura de 45 cm.
- ✓ A cada lado, con aceros salientes para ser hormigonados in situ al mismo tiempo con la junta que se produce entre las losas a través de las cajuelas que tienen los tímpanos en su parte; este hormigonado le da continuidad a la estructura entre tímpanos y entre éstos y las columnas, condición necesaria desde los cimientos hasta el último nivel estructural. La distribución y cantidad de los tímpanos dependen de la altura, forma de la planta del edificio y su ubicación en zona sísmica o no.
- ✓ Los parapetos y paneles de fachadas con vanos para fenestración se usan en las fachadas; en el interior se usan paneles divisorios también de hormigón armado o paneles ligeros.
- ✓ Las juntas de las estructuras son húmedas y postensionadas, las de los elementos de fachada, abiertas; las juntas de expansión

son similares a las empleadas en cualquier otro sistema, con la característica de que la distancia mínima entre caras de columnas es de 30 cm.

- ✓ Los pedestales y columnas se hormigonan en moldes de uno, dos o tres tramos según la necesidad, cambian en función de la sección requerida por el proyecto;
  - vigas de borde y voladizo, para cada uno de sus tipos se requieren un molde;
  - tímpanos, se pueden colar en moldes únicos;

## ELEMENTOS FUNDAMENTALES DEL SISTEMA IMS

### ✓ Losas

Diseñadas para resistir su peso propio y la carga de utilización. Son casetonadas, tienen nervios en dos direcciones. Los nervios perimetrales son de mayor espesor y los casetones la hacen más rígidas en dos direcciones.

Las losas de voladiza cambian solamente de acuerdo con el tipo de columna, no llevan huecos.

Los huecos de la losa típica son para dejar patinejos.

### ✓ Columnas

30 x 30 cm - hasta 8 pisos

34 x 34 cm - hasta 12 pisos

38 x 38 cm - hasta 18 pisos

42 x 42 cm - hasta 26 pisos

La unión de una columna con otra se logra mediante el acero saliente que se deja en una de las cabezas, las cuales se introducen en los pasos de la contigua.

Entre ellas se echará una capa de mortero de  $R28 = 350 \text{ kg/m}^2$ .

### ✓ Tímpanos

En los edificios bajos son elementos macizos que van de piso a techo y de lado a lado de las columnas, de 10 cm de espesor. Para edificios altos son paneles de 15 cm de espesor pero no llegan a los

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

extremos para colocar acero de forma tal de conseguir un trabajo de conjunto entre las columnas y el tímpano.

### ✓ Vigas de borde

Se utilizan para rematar el edificio cuando no exista losa de voladizo. Tienen acceso saliente y dientes para apoyar los elementos de fachada. Su longitud será la misma de las losas.

Cuando se eliminan las losas de voladizos de borde crea el marco exterior. Serán distintos tipos en dependencia del tipo de columnas y su uso en la estructura.

Cabe señalar que la cabina sanitaria no es un componente propio del sistema, sino que constituye un elemento típico de uso a diversos sistemas y métodos constructivos.

La **solución estructural** fundamental del sistema está dada por pórticos que resultan de la unión mediante la función que genera la fuerza de compresión impuesta por el pretensado de las columnas y los nervios perimetrales de las losas.

*Todos los elementos son de concreto armado.* Las losas típicas se producen en un molde único con variaciones en las esquinas para su adaptación a las distintas secciones de columnas. *Estas losas se utilizan para dejar patinejos o cubos de aire*, solución bien lograda en cuanto a la tecnología; pero en el aspecto de diseño de planta se ha caído en un error que no se ha podido superar en ninguna de las dos variantes, es respecto a la distribución de recámaras, siendo la de menores dimensiones la ubicada hacia este cubo de aire provocando graves problemas de ventilación e iluminación, cuestiones que van en contra de lo positivo de la solución en planta.

## TECNOLOGIA Y ORGANIZACIÓN DEL MONTAJE DEL SISTEMA IMS

### Cimentación:

Se hará de acuerdo al caso atendiendo al tipo de proyecto.

La unión columna-cimiento será un nudo rígido y la unión pedestal-columna se hará como la de la columna-columna por lo que implica precisión en la construcción de la cimentación. La cimentación dejará listo todo lo necesario para asimilar los tímpanos y columnas.

### **Montaje de columnas:**

Antes de comenzar el montaje de las columnas hay que fijar al suelo las bases para telescopios ajustándolos con los pernos empotrados en las vigas de cimentación - ubicados en el eje y en el punto medio entre las dos columnas - y sujetar a ellas los telescopios para garantizar que al colocar las columnas se encuentren listos estos elementos de sujeción temporal. Además, se debe preparar el mortero de asiento y la emulsión coloidal de cemento y agua.

En el lugar de almacenamiento, antes del izaje de las columnas, se debe colocar los brakes que soportarán temporalmente las losas del primer nivel en cada tramo de columna, de manera que se ahorra tiempo de montaje y además la operación se realiza más fácil y rápidamente a nivel de terreno.



Hay que garantizar que los apoyos temporales de losas se coloquen en la posición y en la forma correcta, lo que será revisado por el técnico de la obra. Una vez izada la columna y cerca del lugar donde será colocada, se destapan los huecos y se vierte manualmente en ellos la emulsión coloidal de cemento y agua hasta que queden saturados, colocando nuevamente los tapones de madera. (Foto 63)

Foto 63. Montaje de columna de 3 niveles. Sistema IMS.

Es entonces cuando se coloca una capa de mortero de cemento y polvo de piedra en la base donde se situará la columna. Estando la columna sobre su lugar definitivo de trabajo, se destapan los huecos y se enderezan los anclajes de la misma que hayan podido doblarse durante el izaje mediante un tubo de hierro. Se comienza a descender la columna, en tanto los montadores la van guiando y se van introduciendo los anclajes de los huecos en las bases. Una vez que la parte inferior de la columna hace contacto con la capa de mortero de asiento, se va comprobando mediante una regla de madera de 5 m el posible giro de la columna, tomando como referencia la cara de la que le antecede en la misma línea. Si existiere algún giro, este se corrige mediante una herramienta rústica de acero en forma de llave que utiliza uno de los operarios, tirando en sentido contrario al giro que presenta la columna, levantándola un poco previamente con la grúa. ( Foto 64)

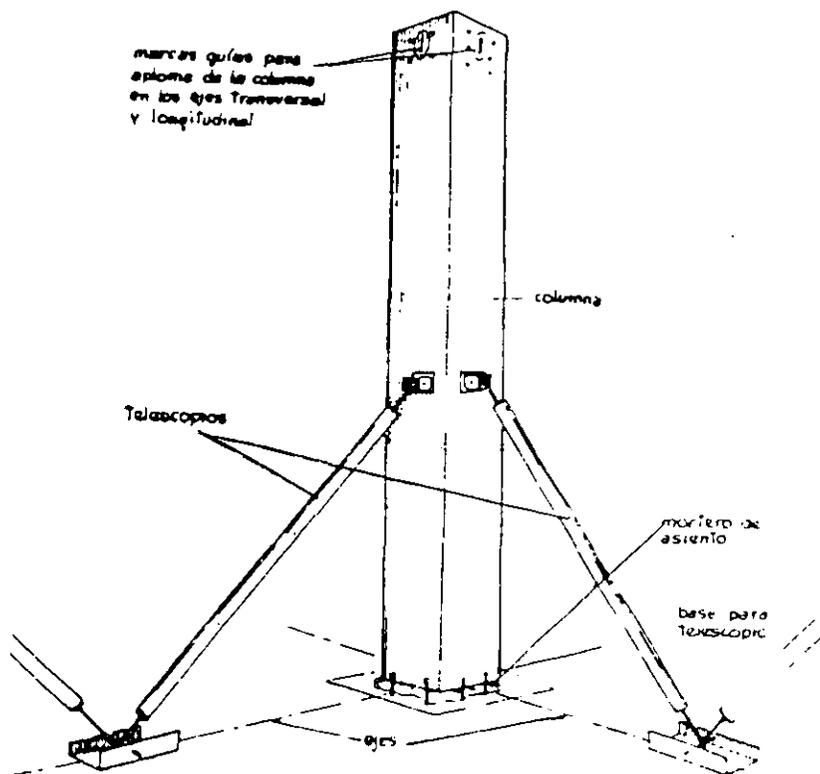


Foto64. Nivelación de las columnas con telescopio.

Una vez que la columna ya ha sido colocada en su lugar definitivo de trabajo y se ha corregido un posible giro de la misma se procede a colocar las sujeciones temporales (telescopios), en dos caras adyacentes.

Después de colocadas las sujeciones temporales con la seguridad requerida, pueden liberarse la columna de la grúa soltando el aditamento para su izaje.

Luego que la columna está liberada de la grúa, se comienza a plomar haciendo girar primero uno de los telescopios hasta que queda perfectamente vertical en uno de los sentidos, lo que se comprueba mediante uno de los tránsitos o teodolito guiándose por las marcas hechas en el patio de almacenamiento en la parte superior de la columna.

Ya montada y aplomada la columna se comprueba su correcta ubicación midiendo con una lienza las distancias entre dicha columna y las anteriormente montadas en los dos sentidos. La medida obtenida entre columnas debe coincidir con la proyectada en la tolerancia de + 1 cm (3,68m).

### **Montaje de las losas entre pisos, losa voladizo, losas especiales y vigas de borde.**

Para poder realizar el montaje de las losas hay que colocar los apoyos temporalmente de las mismas (brakers), auxiliado por andamios o escaleras móviles que faciliten el trabajo de los obreros. Para estos apoyos temporales hay que marcar el nivel donde deberán ir situados. Para ello se toman 55 mm hacia abajo a partir del punto inferior de los pases para el acero de postensado en el sentido longitudinal y desde aquí se marcan 2,70 m hacia arriba, lo cual corresponderá al nivel del braker a colocar. (Foto 65) A partir del nivel +1, el nivel del apoyo está dado por 1,17 m a partir del nivel superior de la losa montada y de aquí se marca entonces 1,31 m que corresponde al nivel superior del braker.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

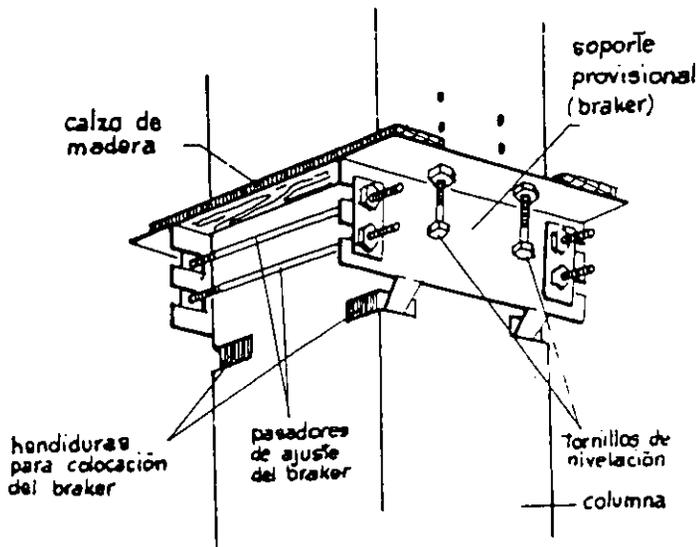


Foto 65. Detalles de brakers.

Durante el montaje de la primera losa de entrepiso normal o especial los montadores, auxiliados por escaleras ligeras que se apoyan en las columnas, guían la misma mediante las retenidas por entre las cuatro columnas en las que se apoyará. Una vez que se encuentre asentada sobre los apoyos temporales o brakers, los montadores auxiliados por barretas mueven la losa haciendo apoyo en las columnas hasta que quede correctamente colocada en el lugar definitivo de trabajo, observando que queden libres los pases para el acero de postensado. Sólo entonces es que se procede a la liberación de la eslinga que sostiene la losa.

Una vez montada las losas: normales, especiales, voladizas y las vigas de borde, se procede a rellenar la junta conformada entre estos elementos y la columna, con mortero casi seco de  $R28 = 35,0$  Mpa. Este debe alcanzar  $20,0$  Mpa a los 48 días. La tolerancia de la junta es  $\pm 1$  cm.

---

Cuando la junta es menor de 1 cm se rellena con emulsión, recalcándola con recalgador fino de aluminio. La dosificación de la emulsión es de 21 Kg de cemento por 14 litros de agua, pero es recomendable siempre y cuando quepa, mezclar la emulsión con un poquito de arena fina para buscar granulometría, después se realiza el postensado. Una vez que se ha comprobado que se mantiene la tensión brindada, se procede a inyectar con emulsión de cemento y agua los conductos de las columnas por donde pasan los cables de postensado, buscando brindarles un recubrimiento que los proteja de la corrosión.

### **Montaje de tímpano:**

Previo al izaje del tímpano, hay que acondicionar el lugar de montaje lo que se traduce en la preparación de los telescopios como elementos de sujeción temporal. Para ello hay que perforar las losas mediante cincel y martillo donde se colocarán y fijarán las bases para los telescopios.

También previo al montaje del tímpano se eliminan las pestañas de las losas sobre las que se colocarán, mediante cincel y maceta. Esto se hace con el objetivo de facilitar la junta entre tímpanos colocados uno sobre otros. Una vez que han sido preparadas todas las condiciones previas, se procede al izaje y montaje del tímpano. Durante la colocación del tímpano se va observando la separación entre los cantos laterales del mismo y las caras de las columnas que deben ser de 43 cm por ambos lados. (Foto 66)

### **Montaje de parapetos:**

Primeramente se doblan los aceros en forma de gancho. Una vez que ya han sido doblados todos los anclajes, se eslinga el parapeto en sus dos ganchos de izaje y es que pueden comenzar su izaje y traslado a su lugar de montaje.

Posteriormente, la verticalidad del parapeto se va comprobando mediante el nivel de burbuja y se va corrigiendo con los tornillos de ajuste.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

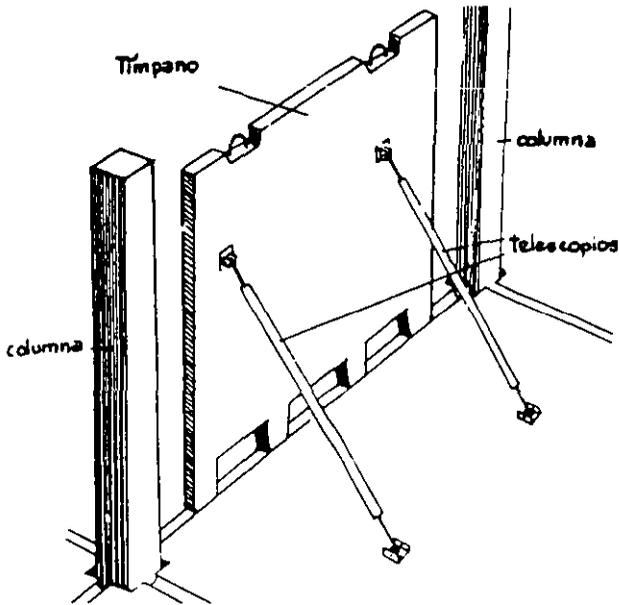


Foto 66 Montaje de tímpanos

### Montaje de escaleras prefabricadas (2 ramas):

Una vez que se ha comenzado el izaje del apoyo prefabricado del descanso de la escalera, en el lugar donde quedará ubicado definitivamente se coloca una capa de mortero de asiento del elemento. Se hace necesario colocar unos calzos de madera o de acero para evitar que se derrame toda la mezcla por el peso del elemento. Debe garantizarse que el apoyo quede montado en la junta entre losas.

Una vez que se haya colocado el apoyo y a las 48 horas (mínimo) de haber sido colada la junta, en el lugar de almacenamiento se seleccionan las ramas de escalera que reúnan las características requeridas para el trabajo ulterior y posteriormente se procede a eslingar el elemento.

Una vez que se comienza el izaje de la escalera en el lugar donde será colocada definitivamente, se coloca una capa de mortero de

---

asiento en el apoyo prefabricado y la losa donde se asentarán las ramas de dicha escalera.

Cuando el elemento izado se encuentra sobre su lugar definitivo de trabajo, se va guiando en su descenso por los montadores, procurando no se produzcan choques entre las ramas de escaleras a montar y el resto de la estructura.

La nivelación de las ramas de escalera se va comprobando mediante niveles de burbujas colocados en el descanso y en el arranque (o desembarco de las mismas).

El arranque de la escalera debe quedar apoyado en la losa especial construida y montada para este fin mientras que el descanso quedará finalmente apoyado en la muesca que presenta el apoyo prefabricado. En la rama de escalera complementaria se apoyará el descanso en dicho apoyo prefabricado, mientras que su desembarco se asentará en la losa especial del nivel superior.

Al realizar el postensado, debido a las prisas que surgen *no se debe caer en fallas* como proceder al montaje de nuevas columnas sin haber terminado totalmente el postensado en los ejes transversales y longitudinales de los pisos comprendidos en la columna inferior; ni tampoco se realiza el postensado de los ejes longitudinales de un piso sin haber montado y sellado las juntas losas-columnas y losas vigas de borde del inmediato superior.

### **Errores del Sistema**

Este sistema a la hora del montaje de los elementos adolece de ciertos requisitos de calidad:

- ✓ Las losas de entrepiso, losas voladizo y vigas de borde deberán tener la calidad y las características requeridas para su trabajo óptimo en la estructura. Deberán estar colocadas en el lugar y forma, indicado por el proyecto; dejando libre los pases para el
- Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

acero de postensado de las columnas. Las losas voladizas deberán estar niveladas.

Especial interés recibe la junta creada entre columnas-losas-losas voladizo y vigas de borde *ya que estas deben quedar rellenas y bien compactadas con mortero casi seco.*

- ✓ Los cables de postensado que aseguran a las losas casetonadas deben estar situados en los pases medios e inferiores cuando se tensan losas de entrepiso y en los pases superiores y medios cuando hay presencia de losa voladiza. Criticable resulta que muchas veces los cables del postensado ya tensados quedan descubiertos; sin embargo se recomienda que éstos deben quedar perfectamente recubiertos de cemento y agua en los conductos de las columnas, quedando estos últimos completamente saturados de dicha emulsión y bloqueados sus extremos con cemento casi seco.
- ✓ Hay un detalle al momento del montaje de los tímpanos, para esto hay que auxiliarse de los telescopios; siendo un problema que hay que perforar las losas mediante cincel y martillo donde se fijarán las bases para los telescopios, cuestión que es muy delicada porque al realizar estos trabajos pueden cometerse y aplicarse fallas y es cuando aparecen daños y fisuras en los elementos. Igual procedimiento se realiza para eliminar las pestañas de las losas para facilitar la junta de los tímpanos al colocarse unos sobre otros.

En Cuba solamente de este sistema hay siete plantas de prefabricados 4 del sistema yugoslavo y 3 del sistema cubano-yugoslavo y podemos observar que ambos sistemas caen en detalles que son de tipo alcanzable a solucionar.

- ✓ La variante yugoslava trae problema en la cabeza de la columna ya que ésta se debilita producto de la cantidad de pases en esta zona, la variante cubana en su totalidad lo ha invertido y por tanto necesita de un equipo de inyección para los pases de columna. (Foto 67)

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

- ✓ Resulta todavía inconcluso en el sistema que toda la panelización interior se realiza de tabiques, no se ha logrado la introducción de paneles prefabricados interiores; momento en que se está trabajando en este aspecto.

### Ventajas del sistema.

Este sistema ha resultado positivo en la aplicación en edificios de viviendas, permitiendo:

- ✓ *La planta baja libre por la estructura de esqueleto que se maneja, pudiéndose colocar ciertos espacios de servicio a todo el edificio.*
- ✓ *Todas sus variantes trabajan con la cabina sanitaria intercambiable.*

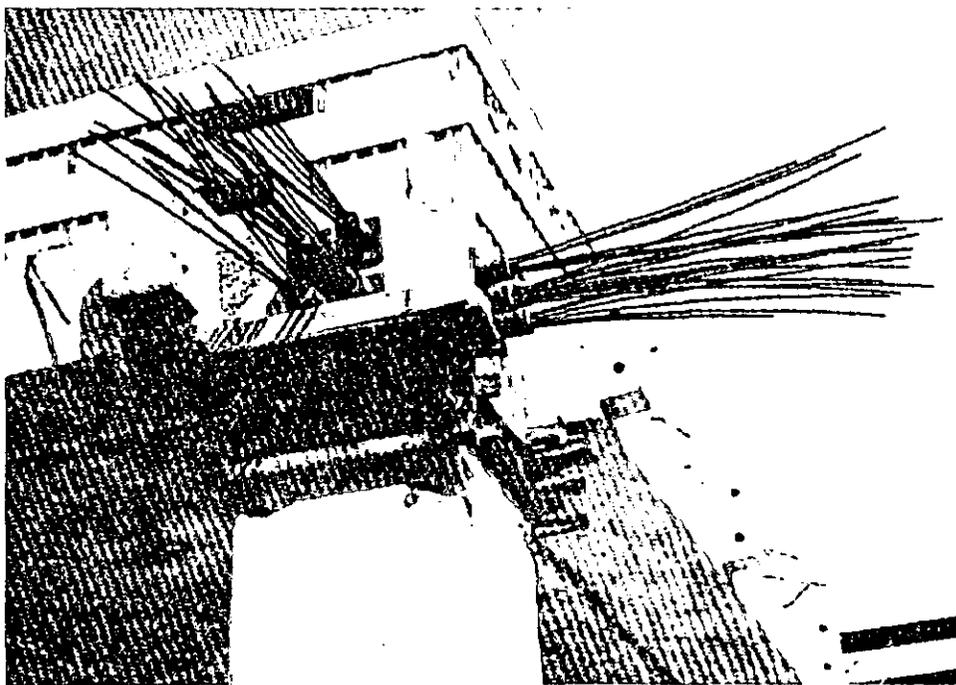


Foto 67. Sistema IMS. Anclaje de barras de prefabricado.

- ✓ *No posee carpintería típica* para el sistema permitiendo variabilidad en cuanto a diseño y empleo de materiales.
- ✓ *La solución de fachada se logra con terminación integral* con recubrimiento o enchape en diferentes materiales en la panelización exterior, lo que trae consigo ahorro en el mantenimiento.
- ✓ *Los edificios construidos permiten un crecimiento en altura superior a otros*, logrando variantes hasta 18 niveles, aumentando la densidad habitacional.
- ✓ Este sistema es uno de los más aceptados por la población, diseñado pensando en su destino: la vivienda; el cual siempre se ha caracterizado por un riguroso control de calidad y muy buena terminación, espacios bien dimensionados, y correctamente relacionados funcionalmente; factores que lo han situado como el sistema de mejores resultados obtenido a través de la práctica.

Actualmente **se labora en la racionalización del sistema** con el objetivo de reducir sus surtidos elementos, así como, la introducción del módulo 6.00 m x 7.00 m para su empleo en edificaciones sociales como vía de diversificación arquitectónica en las obras de este tipo.

#### **4.5. SISTEMA PREFABRICADO CERRADO (TECNOLOGIA CUBANA).**

##### **4.5.1. Sistema Constructivo Girón.**

*En los edificios sociales construidos con posterioridad al triunfo de la revolución se habían utilizado diferentes técnicas: desde las tradicionales hasta estructuras prefabricadas diseñadas específicamente para diferentes obras, en las que se incorporaban usualmente elementos prefabricados de producción masiva para entrepisos y cubiertas.*

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

En estos años se elaboró un sistema estructural para edificios públicos de una sola planta, sin embargo su utilización no se generalizó, prevaleciendo el sistema de pórticos, hasta que se produjo la creación del **Sistema Girón**. Se comenzó a trabajar en este sistema en 1969 pero hasta la década del 80 se usó extensivamente en la construcción de edificios sociales. *Creado inicialmente para el programa revolucionario de Escuelas Secundarias Básicas en el Campo (E.S.B.E.C.)*

Sin embargo el uso en programas para el cual no fue concebido originó el surgimiento de un gran número de elementos no existentes en la versión original. Por supuesto que este crecimiento obligó a su racionalización, apareciendo la versión Girón-78, tomando el nombre del año que se realizó ésta.

**Su uso** se extendió rápidamente a otras obras educacionales debido al gran volumen de construcción planteado. Posteriormente el desarrollo del sistema permitió su aplicación a otros programas de edificios sociales: hoteles, hospitales, edificios de servicios y de oficina. (Foto 68)

Es un sistema que desde sus inicios se plantearon las siguientes premisas:

- ✓ Utilización de materiales producidos en el país.
- ✓ Emplear técnicas de construcción que permitieran industrializar al máximo con el mínimo de inversiones.
- ✓ Técnicas constructivas con el mayor grado de mecanización y que no exigiera un elevado nivel de calificación del operario.
- ✓ Tendencia hacia un sistema abierto aplicable a diferentes programas de proyecto.
- ✓ Producir los elementos prefabricados en plantas centralizadas, alto grado de mecanización y lograr una calidad elevada.
- ✓ Los requerimientos de la coordinación modular lograron una red que fuese: luces de 6.00 m y 7.50 m para las vigas, intercolumnios de 6.00 m y puntal de 3.30 m.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

- ✓ Fraccionamiento de las columnas al nivel de cada entrepiso, permitiendo utilizar las mismas piezas estructurales para edificios de 1 a 4 plantas.

A pesar de sus múltiples ventajas, el sistema presenta una serie de limitaciones para su uso en determinados programas. Si bien en el desarrollo de sistemas constructivos para viviendas, las primeras experiencias se produjeron en el campo de la prefabricación cerrada; los múltiples programas de edificios sociales y las diversas características de éstos han determinado que los sistemas constructivos elaborados para estos edificios tengan, dentro del propio sistema, un carácter más abierto. No obstante, la posibilidad de intercambio de componentes entre los sistemas actuales para edificios sociales es prácticamente inexistente.

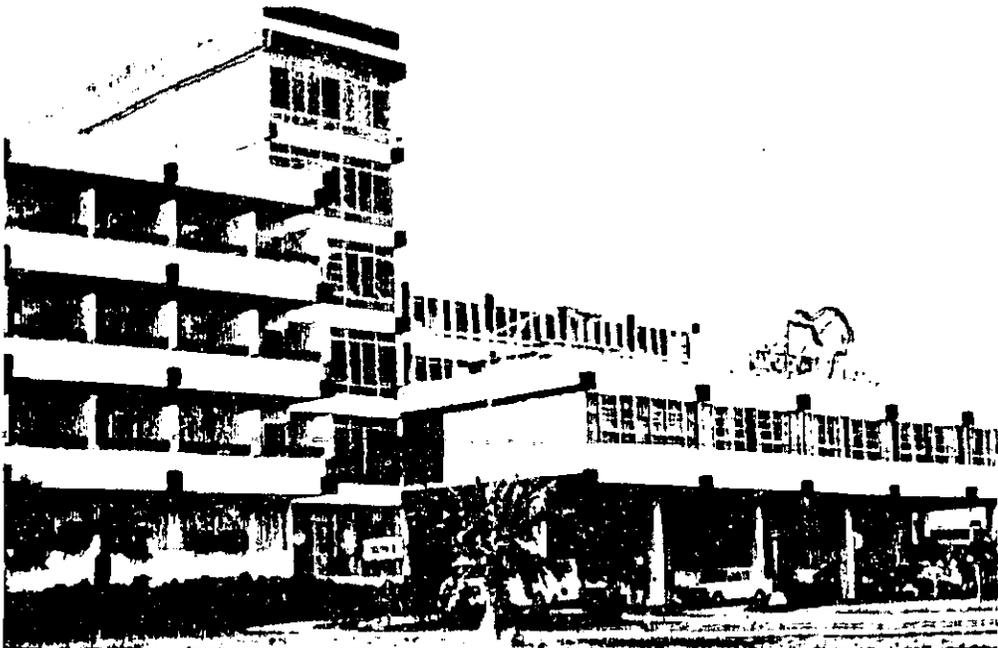


Foto 68. Hotel Atabey en Varadero, construido con Sistema Girón.

Dados los requisitos de cualquier sistema constructivo a desarrollar en una sociedad que debe edificar para las grandes masas populares, se partió del propósito de cumplir en lo posible condiciones generales ya expuestas anteriormente.

## **CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS COMPONENTES DEL SISTEMA GIRON.**

### ✓ **Vasos**

Los vasos se diferencian por refuerzos y dimensiones transversales.

Existen tres tipos:

1,00 x 0,75 x 1,10 m

0,85 x 0,75 x 1,10 m

1,05 x 1,05 x 1,00 m

Se emplean según el tipo de proyecto, el número de pisos del edificio y el grado sísmico de la zona.

### ✓ **Pedestales**

Existen tres tipos de pedestales y se diferencian por su refuerzo y dimensiones:

A 0,35 x 0,45 m

B 0,35 x 0,60 m

C 0,50 x 0,50 m

La longitud de los pedestales aumenta en módulos de 0,50 m desde 1,60 m hasta 5,60 m

Los del tipo B solamente hasta 3,60 m como longitud máxima.

Su empleo dependerá de la profundidad de excavación, cantidad de pisos del edificio y grado sísmico de la zona, además del relieve del terreno, el tipo de proyecto y el nivel de piso.

### ✓ **Vigas**

Existe un subgrupo para luces de 6,00 m y otro para luces de 7,50 m cuyas dimensiones transversales son: 0,30 m x 0,40 m

En cada grupo existen seis tipos que permiten resolver los diferentes esquemas volumétricos.

## ✓ Losas

Existen cuatro tipos de losas:

A 5,83 x 1,49 x 0,30 m

B 5,83 x 1,375 x 0,30 m

C 5,83 x 0,735 x 0,30 m

D 1,85 x 1,49 x 0,30 m

Su empleo está en función de su ubicación:

El tipo A en todas las áreas.

El tipo B cuando va carpintería bajo nervio y contra columna.

El tipo C en zonas de escaleras y voladizos.

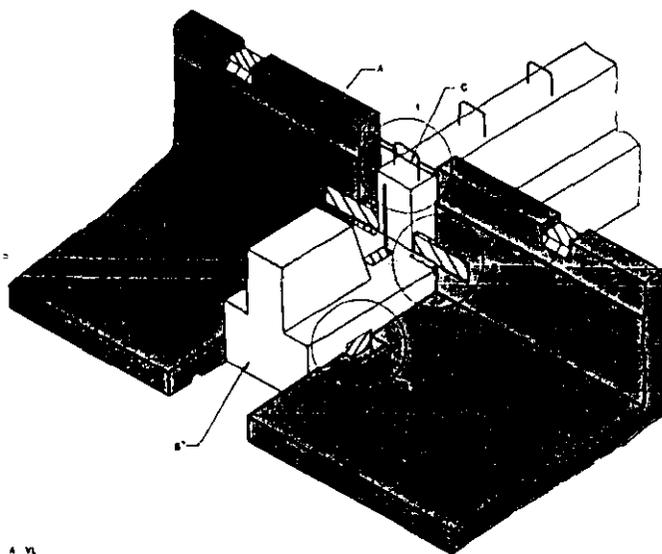
El tipo D en zonas de escaleras.

En zonas de almacenes, salas de actos, etcétera, las losas A, B, C llevarán mayor refuerzo.

## ✓ Viga de alero VL (Foto 69)

Existe un solo tipo, de 5,68 x 0,80 x 0,08 m

Se emplea como alero y se ubica entre la última losa transversal y los paneles exteriores y se apoya en el extremo de las vigas en su cabeza.



A VL  
B Viga

Foto 69. Viga VL de alero

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

### ✓ Columnas

Existen seis tipos de columnas que se diferencian por su longitud y refuerzo.

Existe un surtido de cada tipo de acuerdo a sus insertos:

1,65 x 0,30 x 0,40 m

2,82 x 0,30 x 0,40 m

3,60 x 0,30 x 0,40 m

4,10 x 0,30 x 0,40 m

5,10 x 0,30 x 0,40 m

5,60 x 0,30 x 0,40 m

Las columnas se usan de acuerdo con el tipo de proyecto, los pisos del edificio, su ubicación, puntal y unión con otros elementos.

### ✓ Paneles

Existen ocho tipos de paneles; estos son:

✓ Paneles transversales bajo viga.

Estos se diferencian por sus dimensiones, refuerzo, insertos, pases y huecos para puertas. Existen diez tipos:

A 1,74 x 2,80 x 0,10 m

B 2,14 x 2,80 x 0,10 m

C 2,29 x 2,80 x 0,10 m

D 3,10 x 2,80 x 0,10 m

E 3,49 x 1,28 x 0,10 m

F 3,49 x 1,88 x 0,10 m

G 3,49 x 2,80 x 0,10 m

H 4,21 x 2,80 x 0,10 m

I 4,97 x 2,80 x 0,10 m

J 5,60 x 2,80 x 0,10 m

Pueden ampliarse en combinación para cerrar total o parcialmente el espacio entre columnas.

Los tipos G y J se usan como elementos estructurales y el resto como divisorios. Los tipos B y C se emplean en la zona de voladizo de la viga. Este tipo de panel se apoya sobre el hormigonado que se realiza como complemento de las vigas prefabricadas.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

✓ Paneles transversales dentados

Existen siete de este tipo, se usan como elementos divisorios y se diferencian por sus dimensiones, insertos, pases y huecos para puertas.

2,12 x 3,23 x 0,08 m

2,76 x 3,23 x 0,08 m

2,90 x 3,23 x 0,08 m

3,51 x 3,23 x 0,08 m

3,89 x 3,23 x 0,08 m

4,25 x 3,23 x 0,08 m

5,00 x 3,23 x 0,08 m Se apoyan sobre la losa.

✓ Paneles de remate longitudinales exteriores contra columna.

Existen cinco tipos que se diferencian por sus insertos y dimensiones.

5,84 x 1,20 x 0,08 m

5,90 x 0,70 x 0,10 m

5,90 x 1,30 x 0,08 m

5,90 x 1,60 x 0,10 m

5,90 x 1,90 x 0,10 m

Se emplean en las fachadas longitudinales por el extremo de la viga sin voladizo; se apoyan sobre cada ala de la viga.

✓ Paneles de remates longitudinales exteriores en voladizo. (Foto 70) Estos paneles se emplean en las fachadas longitudinales por el extremo de la viga con voladizo. Se diferencian por sus insertos, dimensiones y huecos.

5,72 x 2,80 x 0,10 m

5,72 x 3,23 x 0,10 m

5,72 x 3,23 x 0,12 m Se apoyan sobre la losa.

✓ Panel longitudinal pretil.

Panel longitudinal exterior que se usa como pretil en cubierta. Se apoya sobre las alas de la viga en sus extremos.

Existe un solo tipo: 5,90 x 0,70 x 0,10 m

### ✓ Vigas de escaleras

Existen tres tipos de vigas de escaleras que se diferencian por sus insertos, dimensiones y refuerzos.

A 5,69 x 0,36 x 0,15 m

B 5,92 x 0,34 x 0,15 m

C 4,53 x 0,34 x 0,15 m

Se emplean como elemento de circulación vertical.

El tipo A es de una rama sin descanso y se apoya de viga a viga; su uso es en interiores.

El tipo B es de dos ramas con descanso y se apoya en la viga. Su uso es en interiores.

El tipo C es de una rama sin descanso y se apoya por su parte superior en una VL, viga prefabricada o colada in situ y en su parte inferior por un cimiento.

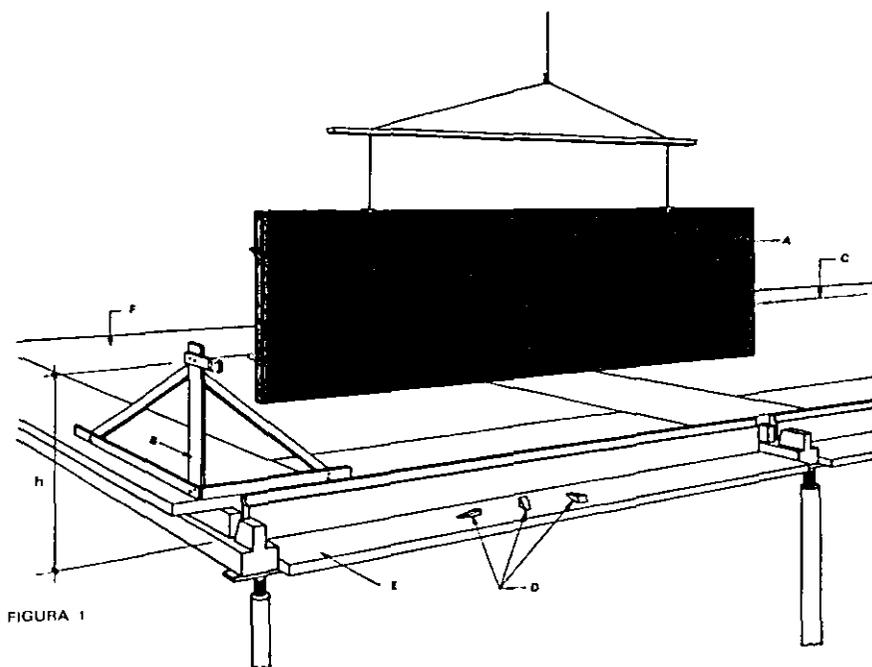


FIGURA 1

Foto 70. Montaje de panel exterior longitudinal en voladizo.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

---

## PROCESO CONSTRUCTIVO DEL SISTEMA GIRON

### **Preparación del terreno**

Terreno natural

Debe señalarse la zona replanteada del área a desbrozar que será el área de la plataforma.

### **Desbroce**

Se eliminará la capa vegetal y se utilizará este material en las áreas verdes, posteriormente.

### **Relleno y compactación**

El relleno debe hacerse con mejoramiento y en capas de 0,15 - 0,20 m de espesor y humedeciendo el material, se compactará dejando las pendientes para drenaje de las aguas.

### **Replanteo**

Para esta operación se trazan, señalizan y monumentan los ejes principales sobre el terreno. Se construyen las vallas 2,00 m por fuera de los ejes extremos y se trasladan a esta los ejes principales y después se señalan el resto de los ejes.

### **Excavación**

Las dimensiones y la profundidad de las excavaciones dependen de las condiciones del proyecto y del subsuelo. Todos los fondos de cimentación de un edificio deben estar a un mismo nivel o bien definir entre sí en múltiplos de 0,50 m de acuerdo con el diseño de los pedestales del sistema que tienen longitud variable en módulos de 0,05 m y evita los grandes rellenos de hormigón ciclópeo para lograr la nivelación de los fondos de cimentación.

### **Colocación del refuerzo del plato y montaje del vaso.**

La malla de refuerzo traerá marcados el eje longitudinal y el transversal del cimiento. La malla se colocará sobre los tacos de 0,05 m para garantizar el recubrimiento del acero.

## Montaje de los pedestales

Los ejes del cimiento se marcarán en el borde del vaso y se trazan los ejes en las cuatro caras del pedestal tomando como referencia sus barras salientes.

Con las cuñas se fijan provisionalmente el vaso para verter un derretido de cemento y agua que llene la junta horizontal vaso - pedestal y después un hormigón de gravilla  $28 = 25,0$  Mpa que cubrirá el resto de la junta.

Una vez montados los pedestales se procede a realizar el rehíncho, el cual se hará con un material muy compactado, una vez humedecido, en capas no mayores de 0,20 m (Foto 71)

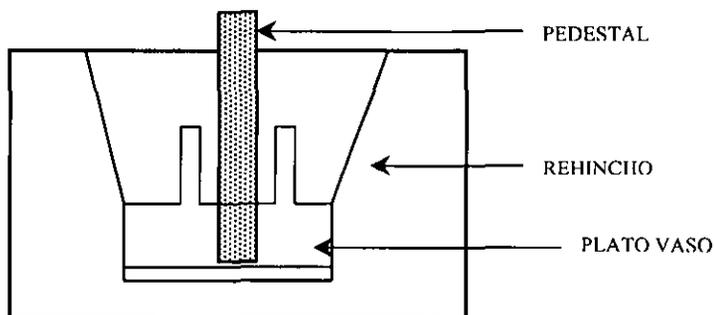


Foto 71. Sección de Cimiento

## Montaje de vigas

En el replanteo deben tenerse en cuenta las indicaciones que se muestran en la figura 2.50 en donde se observa que en el caso del montaje de las vigas en el nivel 0,00 estas deberán apoyarse sobre la cara de los pedestales completamente; del mismo modo las vigas de los demás niveles se colocarán sobre las columnas.

El montaje debe hacerse con aditamentos auxiliares (madrinas) y sogas que funcionen como retenidas para lograr los movimientos de aproximación de las vigas.

La junta entre pedestal, o la columna con la viga se realizará después de montadas las losas que correspondan al nivel de las vigas en cuestión, para evitar que los movimientos normales de la estructura afecten a la junta.

Una vez montadas las losas se doblará el acero, para proceder después al relleno de la junta. El sello de la junta horizontal entre el pedestal o la columna y la viga se garantiza vertiendo un derretido de cemento y agua a través del pase de la viga. Después se verterá un mortero (1:2) que rellenará la holgura entre los pases de la viga y las barras procedentes del pedestal o columna.

En caso de vigas sobre paneles, se ejecutarán las soldaduras que las conectan. El aprovechamiento es obligatorio efectuarlo antes de montar las losas. Cada puntal tendrá una capacidad de 75 KN y se distribuirán colocándolos a 1/3 de luz entre apoyos cualquiera que sea la luz de la viga, los voladizos también llevarán puntales.

Se comenzarán a colocar los correspondientes al nivel del terreno (de madera) y se continuarán colocando, según corresponda, los metálicos. Los puntales se retirarán en sentido inverso a como se colocan, o sea, de arriba hacia abajo, siempre que el hormigón de las juntas en losas y vigas alcance el 75% de su resistencia.

### **Montaje de losas**

En el montaje de las losas deben estar presentes algunas consideraciones importantes como son:

- ✓ que la monta mínima sea de 0,05 m;
- ✓ la arista debe coincidir en las losas contiguas;
- ✓ el asiento en la viga debe estar totalmente limpio;
- ✓ los puntales deben estar correctamente colocados.
- ✓ La unión entre losas se lograra mediante soldaduras que se realizan en las cinco cajuelas de cada borde longitudinal. Esta soldadura será de 3 x 3 mm.

### **Montaje de la viga VL**

El izaje de las VL se efectuará usando un aditamento o madrina auxiliar. En el apuntalamiento inicial de las vigas se previó colocar la pieza C de madera en el voladizo, que ahora servirá de apoyo provisional a la VL. La VL posee dos puntos de conexión con la viga y uno entre las dos VL contiguas los cuales se logran mediante soldaduras de 3 x 50 mm de 5 x 50 mm.

### **Montaje de columnas**

Para el montaje de las vigas se seguirán una serie de pasos los cuales son:

- ✓ Traslado y replanteo de los ejes: cada 5 intercolumnios se trasladarán, con teodolito, todos los ejes longitudinales y uno transversal a partir de la monumentación existente en el edificio. Esto se hará en todos los niveles después de montadas las losas Doble T y siempre antes del montaje de las columnas.

### **Montaje, alineación y aplomado de la columna.**

- ✓ Montaje: la columna izada se coloca lentamente sobre la varilla-guía de la viga hasta que esta penetre en la corrida de la parte inferior de la columna. Se fija a los dos puntales oblicuos correspondientes y se libera la grúa.
- ✓ Alineación: Se consigue haciendo rotar la columna sobre el eje vertical.
- ✓ Aplomado: Se ejecuta extendiendo o recogiendo los puntales oblicuos en un sentido u otro. La verticalidad se verifica con la plomada.
- ✓ Comprobación: Una vez montadas, alineadas y aplomadas las columnas, se comprobará su posición trazando sobre ellas sus ejes longitudinal y transversal.

### **Hormigonado de la junta**

Se verterá el hormigón de forma continua hasta completar. Se vibrará toda la masa, especialmente la zona bajo la columna.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

## Montaje de escaleras

### Montaje de viga escalera VE-1

La posición de las vigas de escalera debe ser replanteada en la viga principal y en el hueco al efecto en el panel. Una vez colocada la VE-1 en su posición, se comprobará que monte 0,06 m en cada apoyo y su coincidencia vertical se checará con plomada. La fijación de la VE-1 al panel se producirá inmediatamente después de colocada la pieza con dos cordones de soldadura de 5 x 150 mm. La junta se rellenará con mortero de gravilla R28 = 25,0 Mpa.

### Montaje de viga escalera VE-2

La posición de la VE-2 debe ser replanteada en la viga principal. Cuando se trate de una obra con varios niveles, la VE-2 debe coincidir verticalmente, lo cual se obtendrá con el auxilio de la plomada. El colado de la junta debe producirse a continuación del montaje.

El **Sistema Girón** emplea el concreto armado como el material más idóneo para la estructura. La dimensión de la red modular de acuerdo con el sistema modular uniforme de la construcción y la necesidad de utilizar la losa doble T de 1.50 m x 6.00 m son:

- Intercolumnio de 6.00 m entre ejes, en el sentido longitudinal de las losas.
- Luces de 6.00 m y 7.50 m entre ejes, en el sentido de las vigas con posibilidad de voladizos de 2.80 m
- Se logra un puntal de 3.30 m de piso terminado a piso terminado.

Permite la construcción de edificios de una a cinco plantas usando los mismos elementos debido a que las columnas se fraccionan piso a piso. *El piso de la planta baja es estructural*, lo que minimiza los movimientos de tierra y facilita la ejecución y el mantenimiento de las instalaciones.

Este sistema posee un grado de prefabricación elevado, con el ahorro al máximo de piezas ya que se mantienen los mismos tipos

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

*de elementos de entrepiso y en la cubierta.* El material escogido para los elementos de cierre y división del espacio fue también el concreto armado en forma de grandes paneles, posibilitando la industrialización de las paredes. El sistema está constituido por 202 elementos; compuesto por una *estructura portante de esqueleto y losa doble T de concreto pretensado o armado* y elementos de cierre y división del espacio, de concreto armado también, llamado *tímpanos* que contribuyen a la resistencia de las *cargas horizontales debido al viento y al sismo.* La carpintería no forma parte del sistema.

El número de plantas posibles depende de la cantidad de crujías del edificio, del uso a que está destinado, del tipo de pedestal o columna larga a utilizar y de la zona en que está ubicado. *La altura máxima se limita a cuatro plantas,* pero bajo otras condiciones y autorizado por la Dirección de Proyectos se han construidos hasta cinco niveles. Siendo una limitación del proyecto.

#### **Errores del sistema.**

*Muchas veces no se tiene cuidado durante el izaje y el montaje de las piezas.* Se deben usar todos los elementos auxiliares, revisando bien las piezas a izar, que las mismas no presenten grietas o pequeñas fisuras. Los insertos se limpiarán antes del montaje y ningún elemento podrá ser liberado del equipo de izaje sin haber realizado antes la fijación temporal correspondiente.

Es importante que se le dé el uso para el cual fue concebido ya que no se deben exceder las cargas establecidas por las normas y muchas veces esto se viola. En el caso que sea destinado a otros fines deberá aplicarse un **análisis previo** por un especialista estructural.

Este sistema prohíbe demoler parcial o total cualquier elemento estructural o panel, *así como hacer ranuras en los elementos o los paneles.* Muchas veces se ha presentado el problema de hacer *Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

futuras ampliaciones, se hacen excavaciones cerca de los cimientos, *lo que afecta el bulbo de presiones de otros cimientos de la construcción contigua* y dentro del edificio no se puede levantar nuevos muros o paredes divisorias. Este sistema casi siempre se va a ver afectado por filtraciones, cuestión negativa que ha golpeado duramente la calidad y terminación.

**Presenta poca intercambiabilidad con otros componentes de diferentes sistemas** y no permite la introducción de nuevos elementos que permitan la modificación de su fachada, **careciendo de un buen diseño**, dado solamente por la panelización exterior y la carpintería. Atenta contra la poca expresión volumétrica, la terminación de las vigas T, que se apoyan de columna a columna, las cuales presentan un deprimido donde se apoyan las vigas de alero.

Estas vigas presentan un sobrante al exterior de 60 cm aproximadamente lo que hace que se vaya acumulando la humedad y sea un sitio propicio para que aparezcan manchas y se comiencen a deteriorar otros elementos.

Es caracterizado por una **fuerte rigidez plástica** y la escasa presencia de materiales que ayuden a mejorar la expresión formal; situación analizada por diseñadores y críticos del tema. *Lo cierto es que nada se ha hecho, ni motivado que se presenten nuevas alternativas para cambiar estos aspectos del sistema.* En la actualidad se revisa el sistema, fundamentalmente los elementos de cierre, a los efectos de utilizar el esqueleto portante con diferentes soluciones de fachada y así lograr edificios de mejor aspecto estético.

## **4.6. SISTEMA PREFABRICADO ABIERTO (TECNOLOGIA CUBANA)**

### **4.6.1. Sistema Abierto de Esqueleto (S.A.E.)**

El sistema ha sido diseñado basándose en los **principios de tipificación abierta**, para su aplicación en un amplio número de programas de uso masivo. Ofrece un surtido de series de

componentes convenientemente escalonados, tanto desde el punto de vista dimensional como resistente, diseñados de forma tal que posibilite la mayor cantidad de combinaciones y expresiones diferentes y permitan su producción con una explotación múltiple de los moldes y susceptible de ser llevada a un alto grado de mecanización. Consiste en una estructura mixta pórtico-tímpano con columnas de sección rectangular y dobles vigas que se apoyan en ménsulas en cada lado de éstas, solucionándose el entrepiso y cubierta por losa spiroll. (Foto 72)

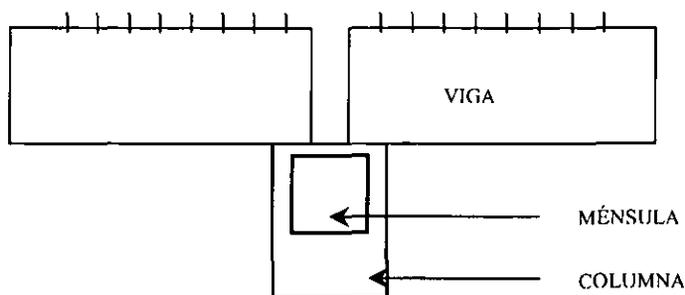


Foto 72. Detalle de apoyo de viga sobre ménsula

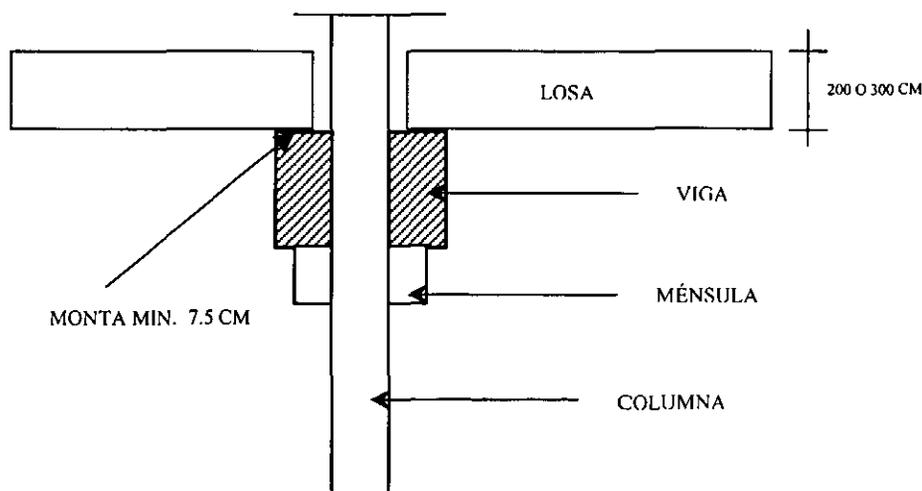


Foto 73. Detalle unión columna-viga-ménsula-losa.

De esta forma, los edificios pueden producirse a partir de componentes de uso múltiple normalizado y la planificación y el diseño de cada proyecto es una cuestión de evaluar, escoger e integrar componentes y subsistemas (Foto 74). Compuesto por 242 elementos ofrece grandes posibilidades de desarrollo volumétrico. (Foto 75)

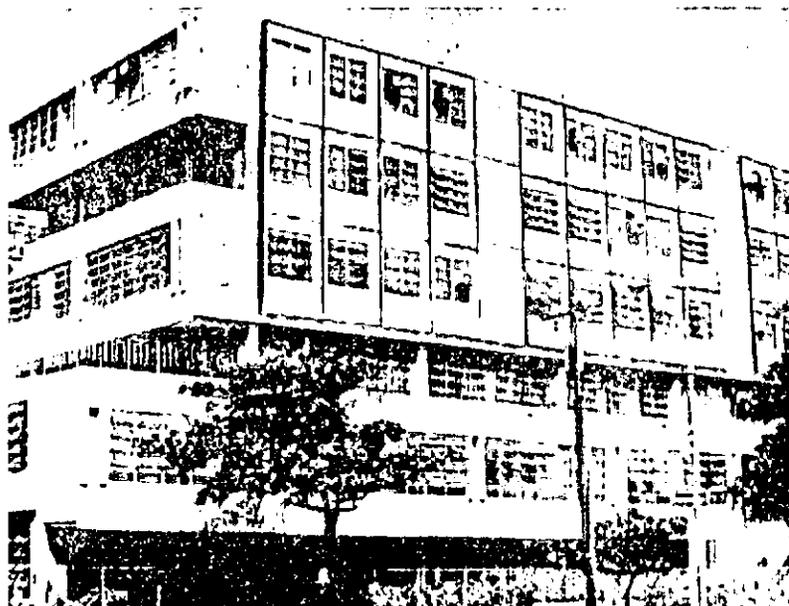


Foto 74. Sistema SAE, donde se aprecia elementos de cierres diferentes a los de catálogo.

Por otra parte, desde el punto de vista del cálculo estructural, en todos los casos que ha sido posible se han habilitado tablas que ayudan a la reducción y simplificación de las operaciones.

Las características principales del sistema son las siguientes:

- Cargas características de uso debidas a personas u objetos hasta de 15 000 N/m<sup>2</sup> en dependencia de las luces de losa y viga y del número de pisos.

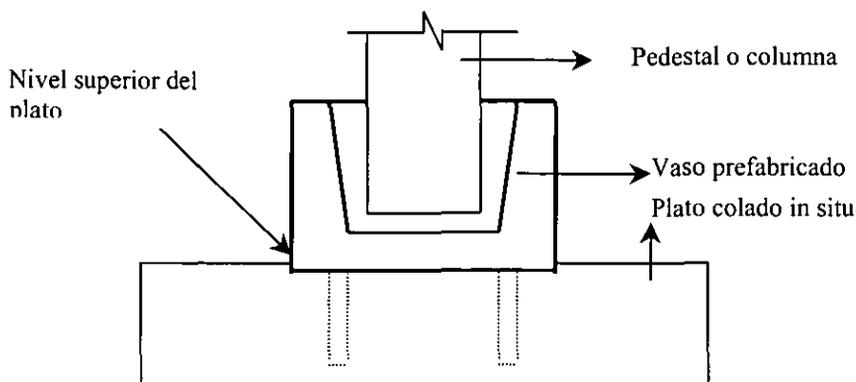


Foto 75. Detalle unión pedestal - vaso - plato. Sistema SAE

- **Luces de losa** de 6,00; 7,20; 8,40 y 9,60 m, en dependencia de las cargas de uso. Las losas son de tecnología Spiroll de 0,20 y 0,30m de espesor y se consideran apoyadas simplemente en las vigas.

- **Luces de viga** de 6,00 y 7,20m en dependencia de las cargas, uso y luces de losa. Las vigas son compuestas, de sección canal invertida formada por dos vigas prefabricadas de 0,25 x 0,50m cada una y una banda superior colada in situ de 0,90 m de ancho y de una altura igual al espesor de la losa utilizada. Las vigas se consideran simplemente apoyadas en las ménsulas de las columnas.

- **Las vigas** pueden presentar voladizos de 0,90; 2,10 o 2,70 m, del eje de la columna al extremo del voladizo.

- **Los voladizos** pueden, además, ser utilizados directamente o en combinación de dos de ellos enfrentados, para conformar crujeas de luces intermedias de las básicas del sistema, fundamentalmente para resolver circulaciones interiores. Las luces que se pueden obtener de esta forma son las siguientes:

✓ 1,80 m formada por dos voladizos enfrentados de 0,90m cada uno;

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

- ✓ 2,10 m formada por el voladizo de 2,10 m cuyo extremo se apoya en la ménsula vecina;
- ✓ 2,70 m formada por el voladizo de 2,70 m cuyo extremo se apoya en la ménsula vecina;
- ✓ 3,00 m formada por los voladizos de 0,90 y 2,10 m enfrentados;
- ✓ 3,60 m formada por voladizos de 0,90 y 2,70 m enfrentados;
- ✓ 4,20 m formada por dos voladizos enfrentados de 2,10 m cada uno;
- ✓ 4,80 m formada por los voladizos de 2,10 y 2,70 m enfrentados;
- ✓ 5,80 m formada por dos voladizos enfrentados de 2,70 m cada uno.

- En el sentido de las losas se disponen **vigas de cierre** cuyos extremos se apoyan en las vigas principales y que desempeñan la doble función de soportar los paneles de cierre y colaborar a la rigidez del entrepiso. Estas vigas de cierre pueden deslizarse a lo largo de las vigas principales y fijarse en cualquier punto de ellas.

- **Puntales** de 3,30; 3,90; 4,20 y 4,80 m de nivel de piso terminado. Cuando no hay piso estructural en el nivel cero, existe la posibilidad de tener puntales mayores o menores en edificios de una planta o en la planta baja de edificios multiplantas. También se pueden utilizar puntales dobles, así como la combinación de dos o más puntales diferentes en las plantas altas, de acuerdo con ciertas reglas.

- **Las columnas** menos reforzadas de 0,40 x 0,60 y 0,40 x 0,80 m, así como la de 0,40 y 1,00 m tiene en su parte superior una reducción de la sección que permite ir adecuando la capacidad resistente de los tramos a las solicitaciones, en la medida en que va aumentando la altura de los edificios. (Foto 76)

- **Los pedestales** son de igual sección que las columnas y de cuatro longitudes distintas, lo que les permite adecuarse a diferentes profundidades del estrato de cimentación.

- **La unión** entre columnas y entre columnas - pedestales se producen mediante la soldadura perimetral de anillos de angulares dispuestos en la cabeza de los pedestales y columnas inferiores y en el pie de las columnas superiores. Esta unión garantiza la continuidad de las barras de refuerzo.

*El número de pisos varía* desde uno hasta alrededor de quince en dependencia de las características de los programas. Columnas

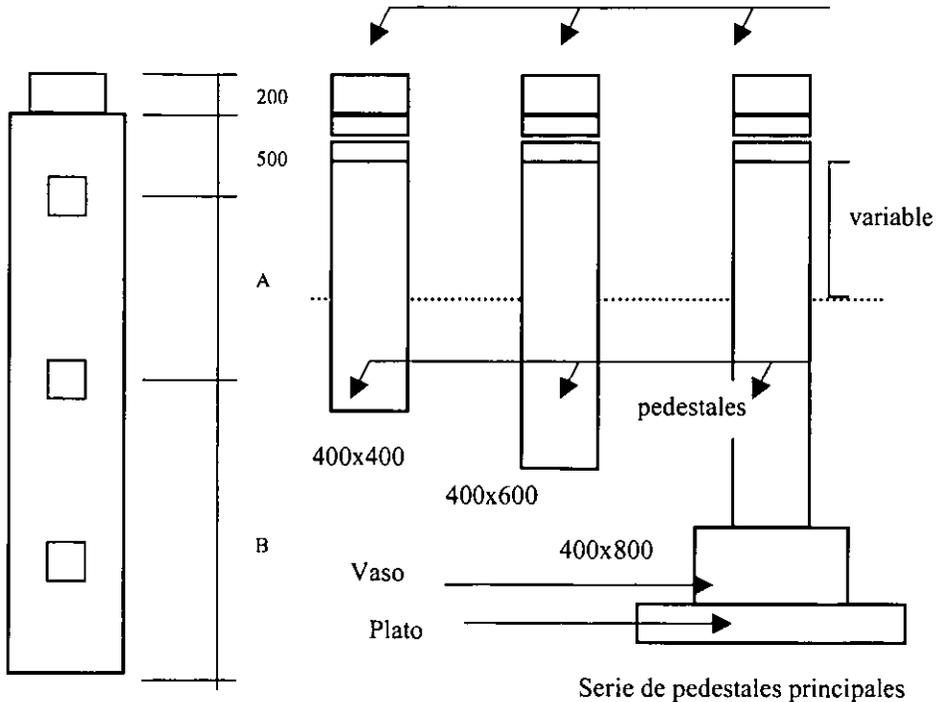


Foto 76. Elementos componentes del sistema S.A.E.

## MANIPULACION Y MONTAJE DEL SISTEMA S.A.E.

La manipulación de los elementos componentes no presenta complicaciones especiales, a no ser en el caso de las columnas, cuyo peso en ocasiones está por encima de la capacidad de las grúas pórtico de determinadas plantas de prefabricado, las que

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

deben ser manipuladas con grúas tipo camión. En el diseño de los componentes se ha considerado un gálibo de transporte de 4,50 m de alto y 2,50 de ancho.

La secuencia general de montaje de los elementos, después de realizar las excavaciones de los cimientos y colocado el hormigón del sello así como el acero de refuerzo - si hay piso estructural en el nivel cero - es la siguiente:

- ✓ Colocación de los vasos.
- ✓ Hormigonado de los platos.
- ✓ Montaje de los pedestales o columnas, según el caso.
- ✓ Montaje de las vigas principales del nivel cero.
- ✓ Montaje de los paneles de tímpano bajo el nivel cero.
- ✓ Hormigonado de las juntas verticales de tímpano.
- ✓ Protección contra la humedad de todos los componentes bajo el nivel cero y relleno de la excavación.
- ✓ Montaje de las vigas de cierre del nivel cero.
- ✓ Montaje de las losas del nivel cero.
- ✓ Hormigonado de la parte superior de las vigas principales.
- ✓ Montaje de las columnas de uno, dos, o tres tramos según el caso.
- ✓ Montaje de las vigas principales a nivel del segundo entrepiso.
- ✓ Montaje de las vigas de cierre a nivel del segundo entrepiso.
- ✓ Montaje de las losas a nivel del segundo entrepiso.
- ✓ Montaje de los paneles de tímpano de la planta baja.
- ✓ Hormigonado de las juntas verticales del tímpano.
- ✓ Hormigonado de la parte superior de las vigas principales.
- ✓ Montaje de los paneles de apoyo de las vigas de escalera.
- ✓ Montaje de las vigas de escalera.
- ✓ Colocación de los peldaños de escalera.

## **JUNTAS DE EXPANSION**

Se considerará juntas de expansión a cualquier separación permanente entre dos o más partes de un edificio con la finalidad de obtener uno o varios de los objetivos siguientes:

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

- ✓ Disminuir las solicitaciones por cambio de temperatura o retracción;
- ✓ Reducir a un mínimo los efectos de asentamientos diferenciales;
- ✓ Permitir un comportamiento estructural independiente entre dos o más partes de la estructura ante el efecto de los sismos. (Foto 77)

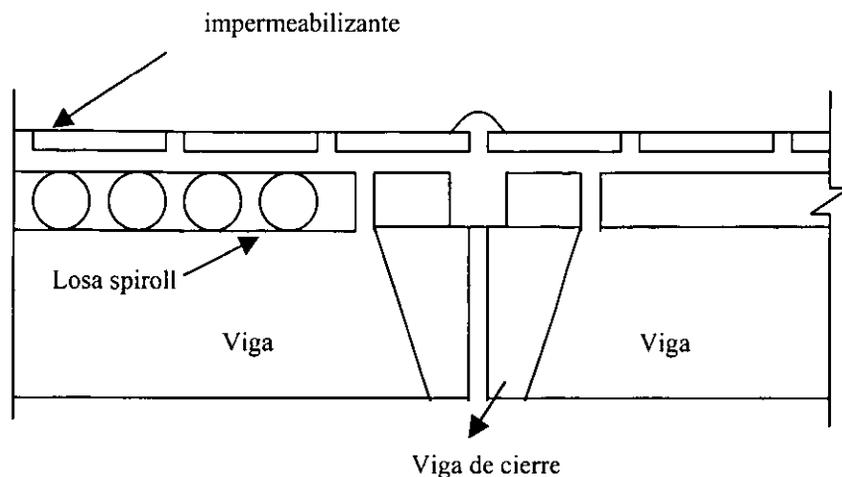


Foto 77. Junta de viga de cierre - losa

### Rigidización de los edificios

El sistema ha sido concebido de forma que las columnas principales soporten solamente las cargas gravitatorias. Las cargas horizontales debidas a viento o sismo son tomadas por tímpanos dispuestos tanto en el sentido de las vigas como en el de las losas, con la colaboración o no de otros elementos rigidizadores, tales como las cajas de ascensores.

La unión se realiza mediante la soldadura de las barras salientes y se llenan en obra con mortero.

#### Los tímpanos pueden ser de varios tipos:

- a) tímpanos formados por paneles ciegos;

- b) tímpanos formados por paneles, uno de los cuales dispone de un hueco;
- c) tímpanos, solamente en el sentido de las vigas principales, cuya luz es menor que la luz de la viga. (Foto 78)

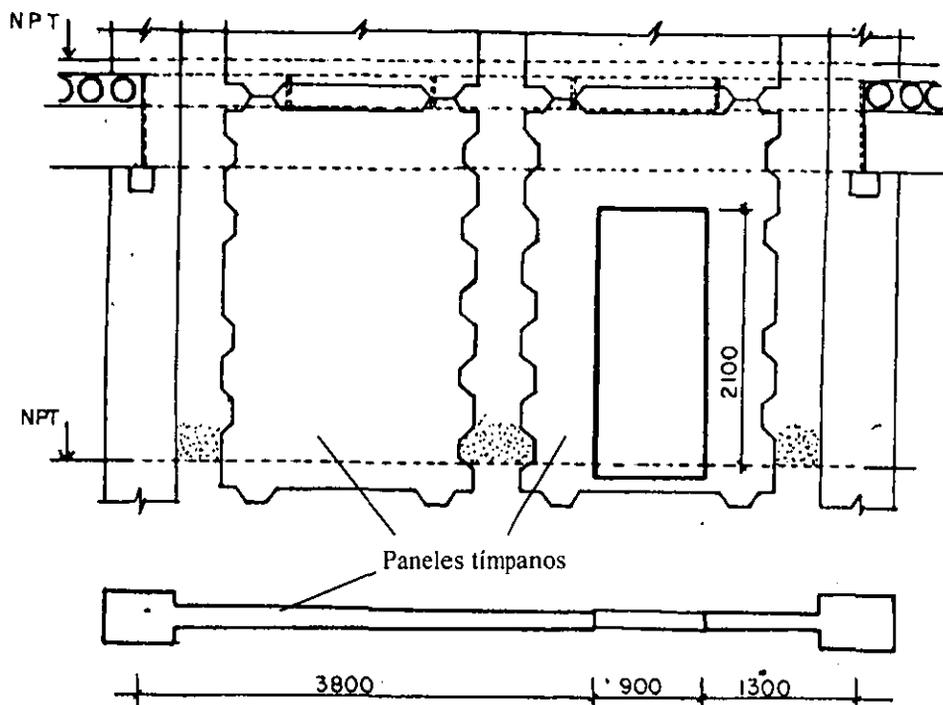


Foto 78. Elementos componentes. Tímpanos. (SAE).

### Solución de cierre

El sistema contempla diversas alternativas de soluciones de cierre de fachadas, desde la utilización de las series de paneles, tanto horizontales como verticales, específicos del sistema SAE, pasando por paneles prefabricados especialmente diseñados, la utilización de productos industriales para la protección solar, elementos de muros-cortina metálicos, hasta la albañilería tradicional, dedicada a poder dotar a cada edificio de carácter y expresión particular; aspectos muy positivos que asimila el sistema.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

## Paneles horizontales y verticales

Los paneles forman parte del subsistema de cierres exteriores y pueden conformar cuatro familias diferentes. La fijación del panel a la estructura se produce mediante soldadura en la parte superior e inferior.

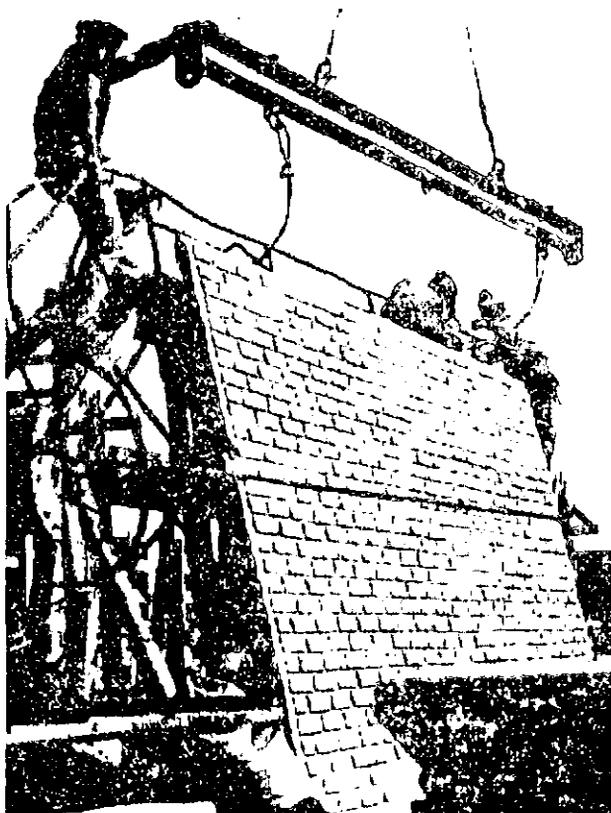


Foto 79. Acabado integral en los paneles exteriores del sistema IMS.

Los paneles horizontales pueden ser usados directamente como barandas en galerías, balcones o como antepechos y cortinas de fenestración del montaje de los paneles. Los paneles verticales

---

forman parte del subsistema de cierres exteriores y pueden conformar cuatro tipos diferentes para cada puntal. (Foto 79)

### **Errores del sistema.**

En todos los casos los tímpanos requieren de continuidad vertical desde el cimiento. *El hecho de que los tímpanos deban corresponderse verticalmente en toda la altura del edificio constituye, sin lugar a dudas, una limitante a la hora de componer las plantas. Este efecto negativo* puede ser sensiblemente reducido mediante la utilización de plantas típicas de geometría sencilla, en edificios anchos, con una disposición simétrica de los tímpanos que logre la mayor coincidencia posible entre el centro de masa y el centro de rigidez del edificio. *Este resulta especialmente importante en los edificios que se vayan a construir en zonas sísmicas.*

Un punto crítico de su estructura radica en la unión viga-columna ya que fue concebida a partir de una ménsula metálica que está en la columna y esto trae una limitación respecto al clima de Cuba que es húmedo y de alto grado de salinidad por la geografía de la isla, modificándose por una ménsula de concreto armado.

Otra limitación se reduce a su aplicación en edificaciones particulares con requerimientos especiales, aunque no se excluye su utilización en viviendas, su empleo no se considera adecuado, por tener un índice técnico-económico no satisfactorio. Se ha utilizado en obras sociales como hospitales, escuelas, guarderías infantiles, obras de la industria ligera donde no requiere de luces muy grandes.

Entre las ventajas de este sistema radica **su utilización en cualquier lugar incluyendo las zonas sísmicas.** Al ser un sistema abierto **permite la facilidad de combinación de sus elementos así también la participación de elementos de otro sistema.** A su vez se logra una fuerte expresión volumétrica por constituir una estructura de esqueleto. Además no tiene panelización interior que comprometa los espacios, sólo la estructura portante y de cierre exterior.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

El sistema permite que las losas de entepiso y cubierta carezcan de continuidad estructural, así como, **las uniones de fachada no son estructurales**, siendo juntas bien logradas respecto a su estanqueidad.

#### **4.7 ENFOQUE SOBRE DISEÑO BIOCLIMÁTICO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.**

Al estudiar estos sistemas desde el punto de vista bioclimático se observa, sin profundizar en el tema, la ausencia del poco diseño de esta índole. La mayoría de estos sistemas fueron trasladados o "importados" de países de Europa con características diferentes al clima de Cuba, donde los muros de paneles de concreto armado como aislante de las bajas temperaturas fueron una solución bien lograda.

*"En su estado actual de desarrollo el ecodiseño y, especialmente, el bioclimatismo, pretende contrarrestar tendencias históricamente superadas pero todavía muy enraizadas en el diseño profesional contemporáneo, como son los de aislar a toda costa el espacio construido de su contexto ambiental inmediato, ignorar las condiciones locales, confiar la habitabilidad al buen funcionamiento de complejos sistemas mecánicos y excluir toda posibilidad de intervención del usuario en el proceso de control de las condiciones ambientales locales."*<sup>36</sup>

La carencia de confort se presenta de una forma directa por la poca renovación del aire, trayendo como consecuencia la contaminación debido a la respiración humana. Este aspecto se debe a la "incómoda" relación muro ventana, donde sus medidas están dadas por 1.40 cm de ancho x 1.00 cm de alto; además por el tamaño reducido del espacio interior.

---

<sup>36</sup> Tudela, Fernando. Ecodiseño. Editorial El Gusano de Luz, S.A. de C.V., Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, México, D.F., 1982, p. 15.

---

Cuba se encuentra en una posición geográfica donde las altas temperaturas y la elevada humedad relativa predominan todo el año y en casi todo el territorio nacional. Para resolver problemas referente al malestar térmico es necesario hacer un análisis de los materiales utilizados para la construcción de las edificaciones.

Como mencionaba anteriormente el concreto armado, material por excelencia que caracteriza estos sistemas es un enemigo de las altas temperaturas. La constante acción de los rayos del sol a que está expuesto la edificación permite que el material absorba gran cantidad de calor durante el día, expidiendo este calor hacia el interior del espacio hasta 8 horas después. En resumen estos sistemas se caracterizan por ser calurosos e incómodos ya que la carencia de material aislante es un punto vulnerable de los mismos.

Una de la variables microclimáticas que pudiera ayudar a cualquier tipo de construcción puede ser el movimiento del aire, aprovechando las brisas y una correcta distribución en altura de los edificios que permita ir organizando ciertos flujos del mismo.

El propio desarrollo en planta de plazas y microdistritos es un punto negativo que en nada ayuda a mejorar estas condiciones, el aprovechamiento al máximo del terreno y por el movimiento horizontal de las edificaciones, los edificios crecen en "tiras" lo que provoca que la mayoría de las áreas queden en una posición desventajosa de acuerdo al movimiento del sol y la dirección del viento.

Es por eso que la ventilación constituye en este caso el recurso más importante para lograr el confort biotérmico, aprovechando al máximo la brisa natural. Encaminado al diseño se debe lograr la ventilación cruzada y obtener el efecto deseado.

La escasez de diseño en sus fachadas y de elementos de control solar para evitar la incidencia directa del sol, puede ser un elemento favorable sin entorpecer el recorrido de las brisas (Foto 80).

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

También el empleo de un correcto método de impermeabilización de cubierta que facilite la evaporación y sirva como capa de aislamiento a la cubierta para establecer una cámara de intercambio entre la temperatura exterior y la interior.

Otro recurso válido es el empleo de la vegetación como elemento externo a la construcción que contribuye al mejoramiento del ambiente. Cuba es un país con excelente vegetación y el aprovechamiento de este recurso en un reto que no es difícil de obtener y que el Gobierno jugaría un papel muy importante si lo tomara en cuenta.

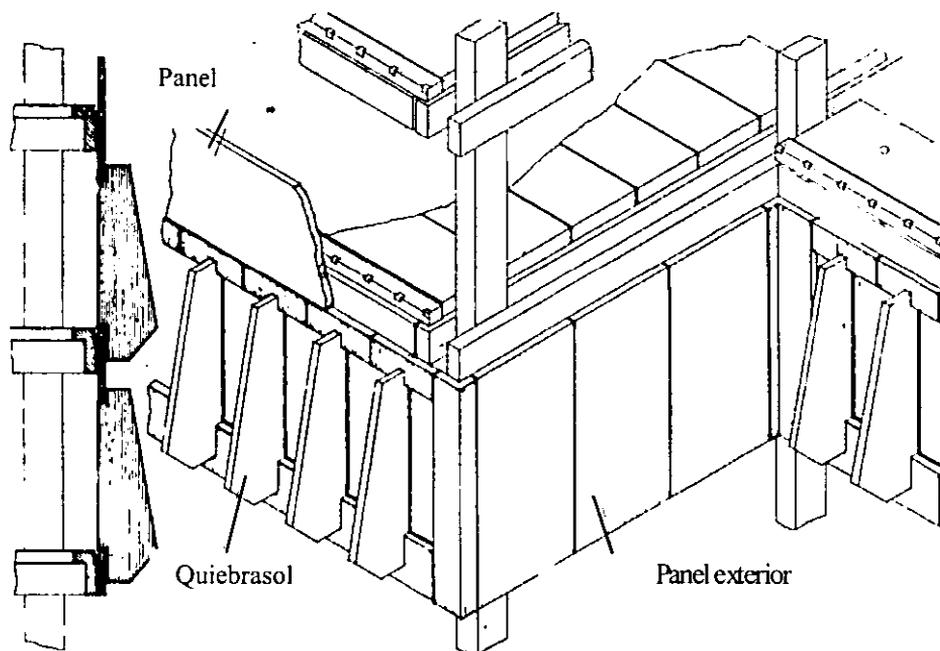


Foto 80. Utilización de elementos especiales de control solar.

Frecuentemente se utilizan elementos constructivos o cámaras de aire que logran disminuir la resistencia térmica por convección que hace que el aire caliente se sustituya por otro más fresco, al igual que elimina la humedad de ciertas zonas que presenta altos niveles

---

de la misma. Este mecanismo está muy bien aplicado en el sistema I.M.S. de procedencia yugoslava, pero en la variante que fue desarrollada por un grupo de técnicos cubanos.

Hay sistemas constructivos que permiten una ventilación periódica por el medio de muros de celosía. Estos muros exteriores tipo celosía permiten una ventilación como mencionaba anteriormente o permanente, de acuerdo con las características de la dinámica entre el exterior y el interior, contribuyen a propiciar en las viviendas los medios necesarios de bienestar de forma económica.

En las viviendas cubanas la forma más generalizada de condicionar la ventilación natural es a través de las ventanas con tablillas móviles (conocidas como miami), de madera, vidrio ó aluminio. Con anterioridad se hacía bastante empleo de la ventana tipo francesa (abre completamente), es más eficiente, pero a la vez, más compleja, optándose por la primera por motivos económicos y estéticos.

En los climas cálidos, de humedades altas, el bienestar no sólo se logra con la renovación del aire, sino con la velocidad a que se mueve el aire sobre la piel de los ocupantes, fundamentalmente propiciando el enfriamiento por evaporación.

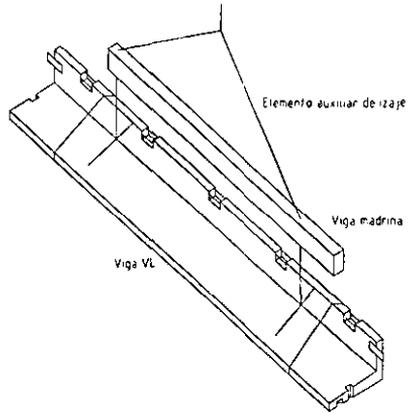
Los medios de ventilación natural se deben analizar cuidadosamente en función de su regulación. El movimiento del aire en un determinado local se manifiesta de acuerdo con una dinámica muy variable por estar sujeta a condiciones muy específicas de los volúmenes, mobiliarios, huecos, etc.

En Cuba se hace bastante empleo del patinejo o cubo de aire, fundamentalmente en los edificios de vivienda. Se diseña a partir de una concepción espacial que incluya este espacio.

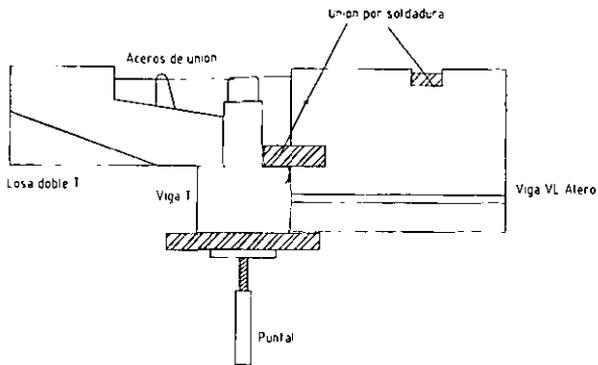


---

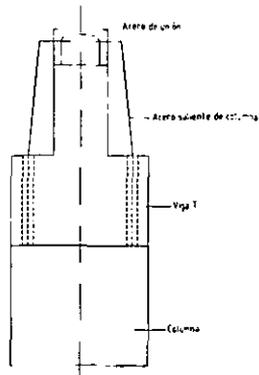
## ANEXO 2



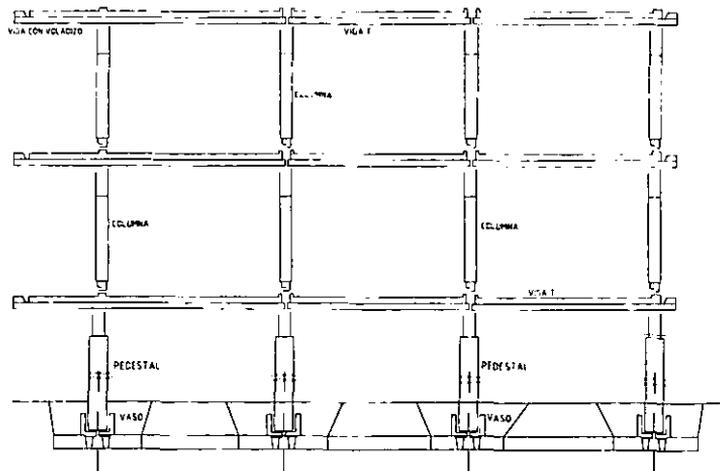
ISOMETRICO SAJE VIGA VL ALERO



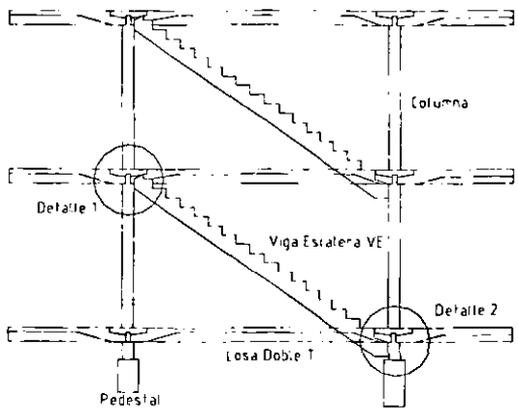
UNION LOSA TT - VIGA T - VIGA VL ALERO



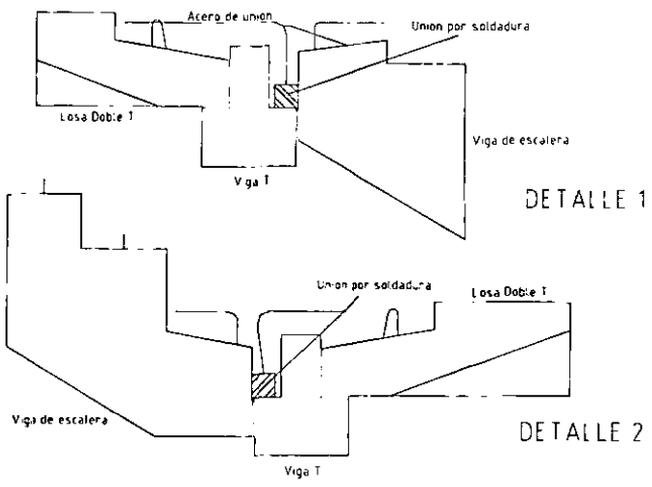
UNIÓN COLUMNA - VIGA T



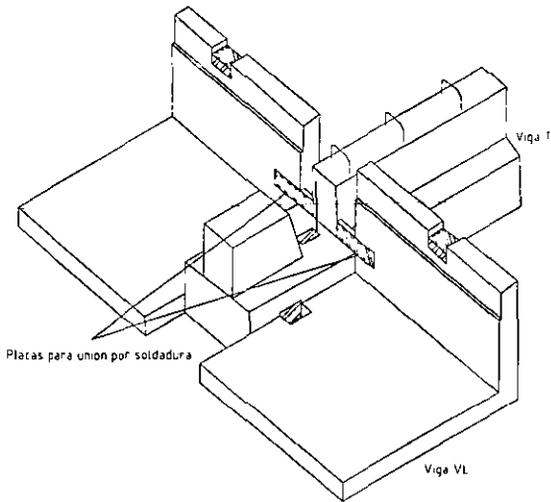
ELEVACIÓN DEL SISTEMA GIRON



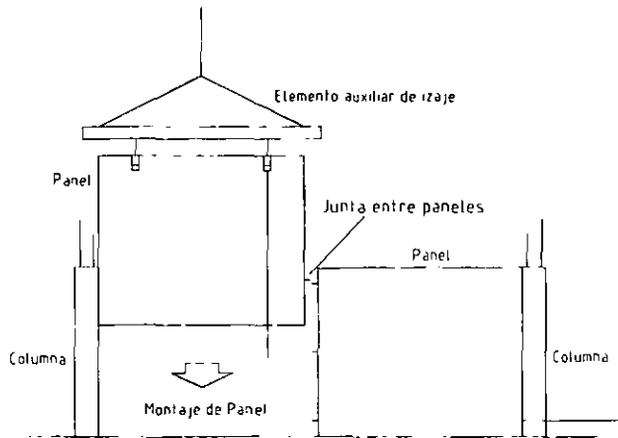
SECCION UNION VIGA ESCALERA



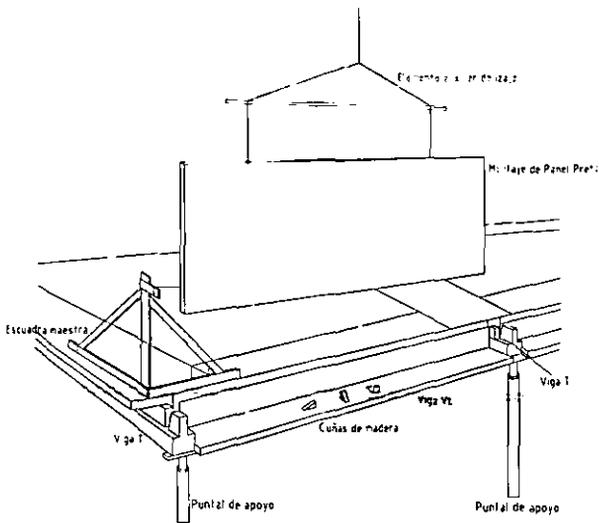




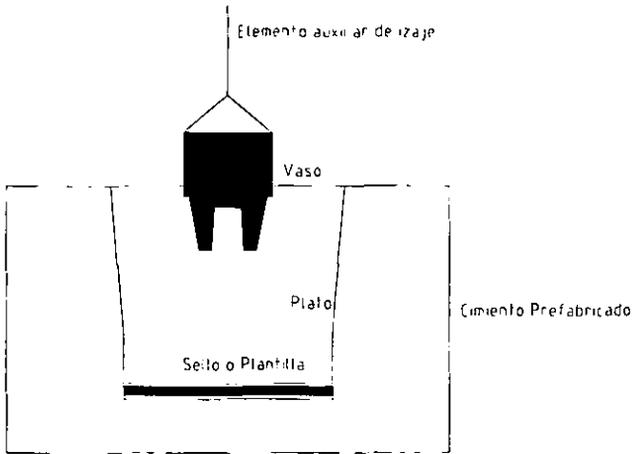
ISOMETRICO VIGA T - VIGA VL



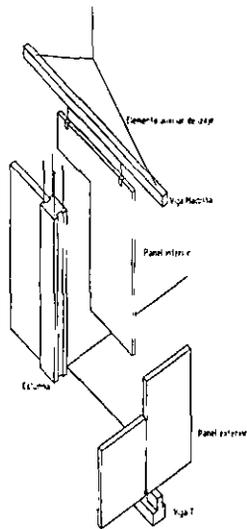
MONTAJE DE PANEL INTERIOR



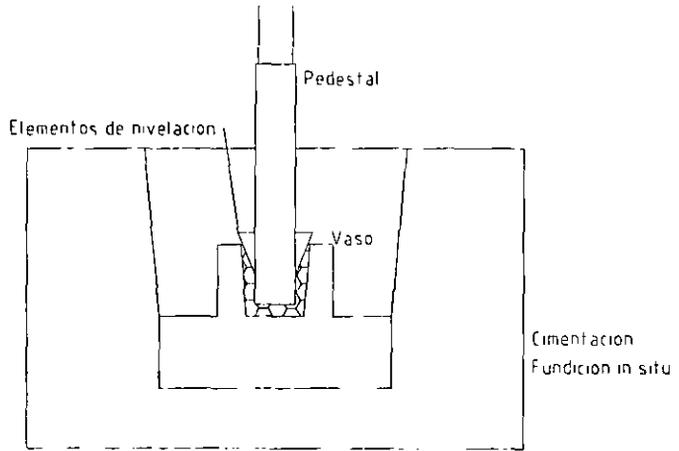
MONTAJE DE PRETIL



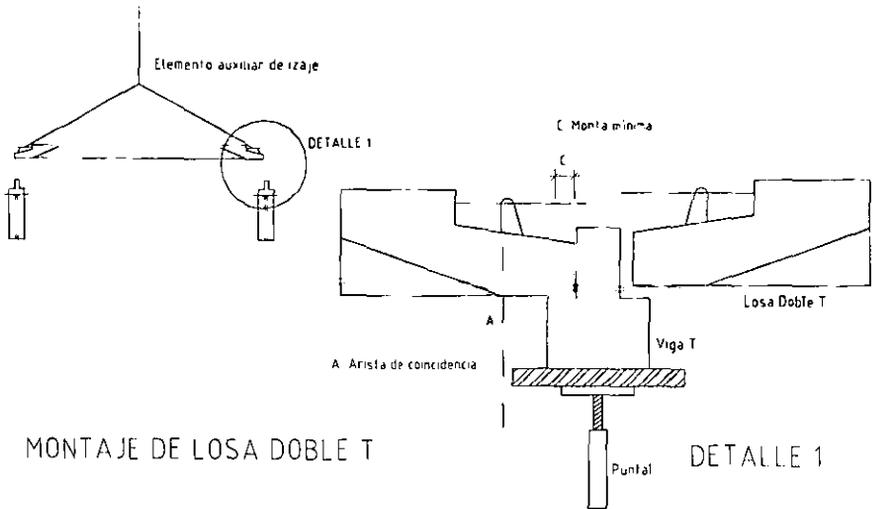
MONTAJE DE VASO



MONTAJE PANEL INTERIOR



## CIMENTACION UNION PLATO - PEDESTAL



## MONTAJE DE LOSA DOBLE T



---

## CONCLUSIONES

---

## CONCLUSIONES.

**Por medio de la investigación se conocieron los antecedentes que llevaron al desarrollo y revolución del prefabricado por todo el mundo.** Los primeros intentos de elaborar las piezas, transportarlas, ensamblarlas y montarlas, *basado en principios de normalización, estandarización y tipificación*; son los primeros síntomas y se ubican como punto de partida de este desarrollo. Reconociendo que decisivo en todo este proceso fue la revolución industrial que estimuló el progreso de la construcción hacia el sector de la industrialización junto con las dos Guerras Mundiales.

Para el desarrollo de la prefabricación es necesario una *industria desarrollada de materiales de construcción, fondos de inversión, personal capacitado, un buen desarrollo de la vías de comunicación*, además, este camino debe realizarse sobre bases sólidas aunado de la correcta aplicación de normas y la coordinación modular.

Tanto en los países desarrollados de Europa, como Cuba, país subdesarrollado; **la prefabricación tuvo como antecedente la necesidad económica** y la búsqueda de rapidez de ejecución y ahorro de recursos para enfrentar el problema de la vivienda, más tarde se extendió a sistemas de diversos repertorios temáticos.

El desarrollo de la prefabricación tiene un alto costo de inversión, justificado con un mercado asegurado y con una planeación estratégica, independiente del tipo de economía, ya sea socialista o capitalista.

Se comprobó **la importancia y vigencia de la aplicación de la técnica del prefabricado en diferentes países donde ha predominado la planificación socialista**; así como, en países de economía capitalista desarrollada y con gran avance en la industria. Independientemente de las adversas situaciones enfrentadas y resueltas por los países de

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

---

Europa; el desarrollo del prefabricado, ha conllevado a mejorar la situación de la vivienda a través de la producción masiva.

Sobre la base de la experiencia se **logra aclarar varias dudas sobre el procedimiento de elaboración, aplicación, empleo de todo el proceso.** Se pudo concluir que la materia prima que interviene en la elaboración de las piezas prefabricadas tiene especificidades y propiedades que respetar; las cuales son inviolables como son su uso, almacenamiento y forma de trabajo, así como la importancia del factor humano en el proceso de trabajo con el prefabricado en el momento de prestar la mejor atención y un excelente control de calidad, desde la selección del material, elaboración, almacenamiento, transportación y colocación de la pieza ya elaborada.

**Se puede aseverar que la prefabricación abierta es el objetivo a alcanzar en el desarrollo de la prefabricación, por las ventajas que ofrece sobre la prefabricación cerrada.**

Además se detectaron **los errores más frecuentes** que se cometen en una planta de prefabricado en todas las fases de ejecución, se hizo un análisis de los problemas que se presentan a la hora del almacenamiento de la materia prima, el buen cuidado y mantenimiento de los moldes, un adecuado curado y compactación del concreto como elementos determinantes en la calidad de los mismos. Un buen almacenamiento y transportación de las piezas ya elaboradas son necesarios para evitar deformaciones y daños al material, cuidarlo de fisuras y golpes al acabado por situaciones internas y de control de la propia fábrica que pasa a formar parte de objetivos y reglas independientemente de la tecnología empleada; así como **motivar el interés sobre la utilización de esta técnica.** De esta manera quedan demostrados los objetivos propuestos en el trabajo.

**Se evidenció como la importación de una tecnología (Sistemas Constructivos) no es recomendable, ni factible, sin estudiar las**  
*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

---

condiciones físicas, antropométricas, climáticas y sociales del lugar de destino. Además se demostró que con el cambio de sistema socioeconómico en Cuba y *con la influencia de los países socialistas en la economía, determinó un cambio de rumbo de los procesos constructivos y tecnológicos, modificando los códigos tradicionales del país*, quedando así cumplimentada la hipótesis.

Cuba tenía una tendencia hasta 1902 sobre una arquitectura doméstica colonial, con la intervención militar de E.U, se inclinó hacia una arquitectura moderna con estilos que recorrían la moda en el mundo y fue hasta *el cambio de sistema social en 1959 que comenzó a apartarse de la tendencia mundial, para basarse en una economía socialista planificada*.

La construcción durante el período revolucionario se identificó con una tecnología nueva, procedente de Europa Socialista, el empleo de nuevas técnicas y el comienzo del camino hacia la prefabricación y la industrialización de la construcción.

La construcción de vivienda tuvo un **carácter masivo y repetitivo** con la carencia de valores estéticos, aunque existió la persistencia de la construcción artesana y la expresión plástica con participación restringida.

**Las primeras variantes fueron iniciativas autónomas** encaminadas a la población rural, más adelante tomando esta experiencia y el acercamiento a la tecnología de los países socialistas se pasan a concepciones más estudiadas hasta llegar a sistemas de grandes paneles, pero a través de una reinterpretación cubana de estos sistemas.

**Estos sistemas estudiados de procedencia europea al aplicarse en Cuba si en su primera fase intentaron resolver el problema tan precario de la vivienda; más tarde ocasionaron el rechazo y hasta cierto punto resultaron inadaptables e incómodos.**

---

Se deja explícito además como Cuba, que *recibió toda la influencia de un cambio de identidad en el sector de la construcción*, provocado por la introducción continua de estos sistemas, **no puede continuar el desarrollo de la prefabricación en toda su extensión ya que el aspecto latente de una economía subdesarrollada, no le permite llevar a cabo una correcta industrialización en todo el proceso, siendo este factor determinante para alcanzar un desarrollo en el prefabricado.**

Al analizar las diferentes tecnologías, partiendo de Sistemas de Grandes Paneles (G.P.) hasta llegar al Sistema Abierto de Esqueleto (S.A.E.), *se ejemplifica como al desarrollo de la Prefabricación le queda el camino hacia el carácter abierto de la misma, aspecto tan palpable al analizar errores y propuestas de soluciones.* Los errores detectados que se proponen resolver son pautas para lograr un desarrollo posterior y de mejora continua, con el gran propósito de hacerlos más racionales y aceptados, bajo los principios del ahorro y aprovechamiento al máximo de tiempo y materiales.

A pesar de los esfuerzos dirigidos hacia el desarrollo de las tecnologías más avanzadas, las condiciones económicas del país someten algunas características a mantenerse actuales y no satisfacen algunos aspectos de la industrialización. Podemos resumir que estos sistemas constructivos adolecen de muchos requisitos de calidad.

**Si el bloqueo impuesto a Cuba ha dificultado el avance en esta rama, así como, la utilización de tecnología reciente; no ha frenado en ningún momento el desarrollo constructivo, que a pesar de las condiciones actuales sigue avanzando en búsqueda de mejorar e introducir nuevos aspectos para acelerar el proceso de edificación de esta nueva etapa.**

Se demostró que Cuba pudo desarrollar este sector por el apoyo brindado por los países del C.A.M.E. y mientras existió esta organización de países socialistas, se construyeron nuevas plantas y *Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

se perfeccionaron las existentes. La Perestroika en la U.R.S.S. y el cambio en Europa del Este, llevaron a frenar un proceso que se había desarrollado desde el inicio de la etapa socialista en Cuba.

Demuestra eficazmente que el proceso de Industrialización de la Construcción y la Prefabricación son casi imposibles de desarrollar en países del Tercer Mundo con una economía latente subdesarrollada.

**Este trabajo dejó pautas a través de todo su desarrollo.** Algunos de los sistemas analizados servirán, apoyados en sus errores, como punto de arranque para lograr mejores soluciones; sometiéndolos a un proceso de revisión tanto del sistema en sí como del proceso tecnológico que comienza en la planta de prefabricado y que concluye con el ensamblaje de todos los componentes del edificio.

*Algunos de ellos pueden tomarse como referencia* para diseñar un nuevo sistema constructivo, propuesto con estricta coordinación de una labor de equipo: técnicos y profesionales, siendo importante el apoyo del ingeniero en estructuras. Es apropiado determinar cual sistema es el que por sus condiciones merece un proceso de revisión, retomando partes y sobre todo el principio sobre el cual está regido.

**Es un trabajo abierto a las críticas y sugerencias que permite el paso a otras investigaciones, estudios y análisis más profundos** ya sea de carácter arquitectónico, estructural o bioclimático: aspecto tan importante y demostrado en este trabajo que no se tuvo muy en cuenta al realizar estos proyectos.

**El modo crítico y no de rechazo que se hace en el trabajo detecta los puntos más débiles en el prefabricado, sí hay que reconocerlo como un gran avance en el desarrollo del sector de la construcción.**



---

## BIBLIOGRAFIA

---

**BIBLIOGRAFIA.**

ASOR Rosa, A. *Socialismo, Ciudad y Arquitectura URSS*. Editorial Corazón, Madrid, 1973.

BARDOU P., Arzoumanian V. *Sol y Arquitectura*. Editorial Gustavo Gilí. Barcelona, España, 1980.

CEBALLOS Lascurain, Héctor. *La Prefabricación y la Vivienda en México*. Editorial UNAM, Centro de Investigaciones Arquitectónicas, México, 1973.

EXPOSITO Santana, Heriberto. *Sistemas constructivos más utilizados en Cuba*. Editorial Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, Cuba, 1990

KONCZ, Tihamer. *Manual de la Construcción Prefabricada*. Editorial H. Blume, Barcelona, 1977.

KURT Berndt. *Prefabricación de viviendas de hormigón*. Editorial Blume, Barcelona, 1969.

LOPEZ Cortés, Alberto. *Tesis para obtener el grado de Maestría*. La prefabricación en fachada del Nuevo Metropolitano. UNAM, 1990.

MEDINA Sánchez, Luis. *Sistemas Constructivos utilizados en Cuba*. Tomo 1. Editorial ENPES, Ministerio de Educación Superior, La Habana, Cuba. 1986.

MOKK, Laszlo. *Construcción con elementos prefabricados*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, 1986.

NOVAILLE, R. *La Prefabricación*. Editorial EYROLLES, París, 1957

---

OLIVERI, G. Mario. *Prefabricación: 10 Metaproyecto Constructivo*. Editorial Gustavo Gilí, Barcelona, 1972.

PAYO Peinado, Miguel. *Prefabricados de Hormigón*. Editorial CEAC, Barcelona, 1980.

RODRIGUEZ Matienzo, J.M. *Técnicas de Construcción*. Cuba, Editorial Pueblo y Educación, 1986.

ROHM, Walter. *La Prefabricación*. Editorial Blume, Barcelona, 1977.

SALAMANCA Monte, Juan Francisco. *Tesis para obtener el grado de Maestría*. Alternativa para la prefabricación de vivienda popular. (Caso Valle de México). 1985

SAMANO Ibáñez, Rafael. *Tesis para obtener el grado de Maestría*. Prefabricación a pie de obra. Una solución en la construcción masiva. 1994

SAMUEL Russel, Rolando A. *Industrialización en las edificaciones de viviendas*. Editorial Científico-Técnica. La Habana, Cuba, 1990.

SANTAMARIA Alpízar, Alejandro. *Tesis para obtener el grado de Maestría*. Mejoramiento de la vivienda popular con prefabricado UNAM, 1993.

SEGRE, Roberto. *Historia de la arquitectura y del Urbanismo: América Latina y Cuba*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, 1992.

SEGRE, Roberto. *Arquitectura y Urbanismo de la Revolución Cubana*. Cuba, Editorial Pueblo y Educación, 1989.

SEGRE, Roberto. *Ambiente y Sociedad en América Latina Contemporánea*. Cuba, Editorial Casa de las Américas, 1986.

*Influencia de los sistemas prefabricados de Europa Socialista en Cuba.*

---

TUDELA, Fernando. *Ecodiseño*. Editorial El Gusano de Luz, UAM Xochimilco, México, D.F., 1982.

VAZQUEZ Guerra, Wilfrido. *Tesis para obtener el grado de Maestría*. Desarrollo y aplicación tecnológica de los procesos constructivos e industrializados. UNAM, 1994.

WALTER Meyer-Bohe. *Prefabricación*. Editorial Blume, Barcelona, 1967.

*Del Sistema Constructivo Girón*. Editorial del Centro de información de la Construcción. Cuba. 1986.

- especificaciones técnicas.
- surtido de elementos prefabricados.
- instrucciones para el proyecto

*Del Sistema Constructivo Abierto de Esqueleto (SAE)*. Editorial del Centro de información de la Construcción. Cuba. 1979.

- catálogo de juntas y detalles constructivos.
- instrucciones para el diseño arquitectónico.
- surtidos de elementos prefabricados.

*Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Estándares antropométricos*. Universidad Central de las Villas, Santa Clara, Cuba. 1993.

*Prefabricación de la vivienda*. Editado por la Sección de División Continua. UNAM, México, D.F., 1993.