

**IDEC**

---

**TECNOLOGIA**

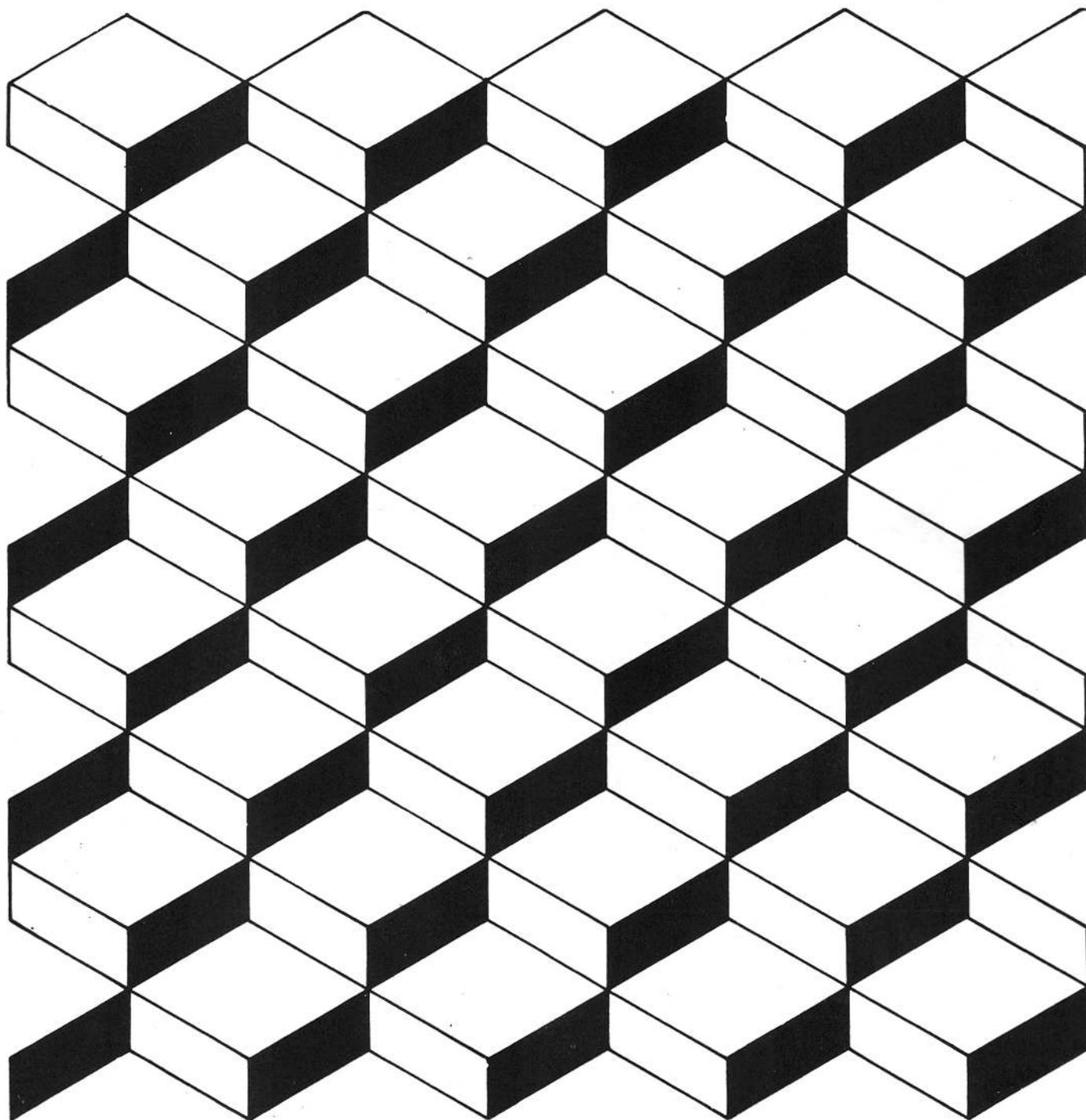
---

**Y**

---

**CONSTRUCCION**

---



**5**

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**

**Rector**  
Dr. Luis Fuenmayor Toro  
**Vice-Rector Académico**  
Dr. Roberto Ruiz Torrealba  
**Vice-Rector Administrativo**  
Dr. Trino Alcides Díaz  
**Secretario**  
Dr. Alexis Ramos

**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**

**Decano**  
Pablo Lasala F.  
**Director de la Escuela de Arquitectura**  
Alvaro Rodríguez M.  
**Directora Adjunta de la Escuela de Arquitectura**  
Dyna Guitian  
**Director del Instituto de Urbanismo**  
Hugo Manzanilla  
**Director del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción**  
Luis F. Marcano González  
**Presidenta de la Comisión de Estudios Para Graduados**  
Marta Vallmitjana  
**Coordinadora General**  
Carmen Leonor Alvarez de Itriago  
**Coordinador del Centro de Información y Documentación**  
Odoardo Rodríguez

**INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCION**

**Director**  
Luis F. Marcano González  
**Coordinadora de Investigación**  
María Elena Hobaica  
**Coordinadora Docente**  
Ute Wertheim de Romero  
**Coordinadora de Extensión**  
Ana María Floreani  
**Consejo Técnico Miembros Principales**  
Henrique Hernández O.  
Alfredo Cilento S.  
Federico Villanueva  
Alejandro Calvo  
José Manuel Martínez  
Ildemaro León Morales  
**Miembros Suplentes**  
Gladys Maggi V.  
Ute W. de Romero  
Antonio Conti  
Gustavo Flores  
Armando Azpúrua  
Enrique Herrera

**IDEC  
TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION**

**Nº 5  
Diciembre, 1989**

**Director**  
Luis F. Marcano González

**Director-Editor**  
Ana Loreto

**Comité Editorial**  
Alberto Lovera  
Alfredo Roffe  
Ute Wertheim de Romero  
Gemma Yáñez

**Diseño de Portada**  
Martha Sanabria

**Diseño, diagramación y montaje**  
Ana Loreto  
Michela Baldi

**Impresión**  
Tip. Guanarteme s.a.

**IDEC**  
Apartado Postal 47.169  
Caracas 1041-A  
Venezuela

**Teléfonos: 662.96.32 - 662.71.69  
61.98.11 al 30 Ext 3032 y 3184**

**Suscripciones (un número anual):  
Venezuela: Bs. 200,00  
Extranjero: US\$ 10,00**

**Ejemplares atrasados Nº 1,2,3 Venezuela: Bs. 100,00  
4 Venezuela: Bs. 200,00  
Extranjero: US\$ 10,00**

**Enviar cheque a nombre del IDEC.  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UCV**

**Depósito Legal: pp85.0252**

**Esta publicación contó con el apoyo financiero del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela.**

---

# **IDEC**

## **TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION**

### **Nº 5**

### **1989**

#### **CONTENIDO:**

<b>El programa de ajustes y la tecnología</b> Alfredo Cilento S.	7
<b>Proceso de construcción para viviendas de bajo costo basado en técnicas de capas de mortero armado</b> Gladys Maggi V., Henrique Hernández	15
<b>La cubierta especial SIEMET, sus componentes tecnología de producción y montaje.</b> Sonia Cedrés de Bello, Josef Dragula	27
<b>La ganancia a nivel de empresario constructor</b> INCOVEN	45
<b>La fase I de la circulación en el ciclo del capital dinero de construcción</b> Federico Villanueva B.	73
<b>Acondicionamiento Ambiental</b> Ernesto Curiel	93
<b>Propuesta de una guía para proyectos de investigación y desarrollo en construcción</b> Ute Wertheim de Romero	99

# EL PROGRAMA DE AJUSTES Y LA TECNOLOGIA DE EDIFICACIONES (\*)

**Alfredo Cilento Sarli (\*\*)**

- (\*) Ponencia presentada en las V III Jornadas de Investigación de la FAU. UCV. (Sept. 1989).
- (\*\*) Profesor Titular Investigador del IDEC, FAU, UCV. ExDecano de la FAU, UCV.

1. Las proyecciones de CORDIPLAN (1989), correspondientes a la evolución de las variables claves del crecimiento de la economía a partir de la aplicación del Plan de Ajuste Macroeconómico plantean una reducción progresiva de la tasa de inflación, estimada optimísticamente en 18,2% para 1990; 12% para 1991 y 10% en el año de 1992. El PTB real crecería en 3.9% en 1990; 4.6% en 1991 y 5.4% en 1992. (Ver cuadro N°1).

Otros análisis menos optimistas ubican la inflación entre 1990 y 1995 entre el 60% y el 25%.

El comportamiento de la inflación es el factor clave que definirá el nivel futuro de las tasas de interés y de la tasa de cambio. Esto es consecuencia de la estrategia de mercado del Programa de Ajuste impuesto por el Ejecutivo y de la Carta de Intención al FMI.

Al estar libres las tasas máximas de interés, fijadas o no por el Banco Central de Venezuela, ellas progresivamente buscarán ser positivas en términos reales. El comportamiento de la tasa cambiaria frente al dolar seguirá la misma dirección de la inflación de Venezuela frente a la de USA. Por ello la variable clave del Programa de Ajustes es el control de la inflación.

2. Todas las proyecciones indican que por lo menos hasta 1995 la tasa de inflación se mantendrá por encima de dos dígitos. Las tasas de interés en 1990 seguramente se harán positivas en términos reales, es decir que la tasa activa promedio deberá ubicarse entre el 25% y el 30%, de allí en adelante marchará de acuerdo al nivel de la tasa de inflación.

CUADRO 1

	1989	1990	1991	1992
Tasa variación PTB real	-2.7	3.9	4.6	5.4
Tasa variación PTB no petrol. real	-3.0	4.0	5.0	6.0
Tasa de inflación (puntual)	62.2	18.2	12.0	10.0
Inversión Pública (%PTB)	10.5	13.3	13.5	13.5
Inversión Privada (%PTB)	4.0	6.7	11.0	13.0
Déficit Fiscal (%PTB)	4.3	-0.2	-0.3	-0.7

En todo caso, será difícil, antes de 1992, que las tasas activas se ubiquen por debajo del 20%, si la política de liberación de tasas se mantiene.

3. Esta posición optimista, sin embargo, no genera expectativas positivas en relación al sector construcción en los próximos cinco años.

En primer lugar porque la corrección del desequilibrio fiscal implica moderar el crecimiento de la inversión pública, la cual es mayoritariamente construcciones y mejoras.

En segundo lugar porque la elevación de las tasas de interés afecta no solo a los costos de construcción sino también, en forma letal, a la demanda.

Con tasas superiores al 25% el crédito a largo plazo desaparecerá inexorablemente. Solo podrán permanecer por breve tiempo los programas subsidiados por el Estado; pero estos también serán afectados por el crecimiento de los costos de los factores y por los costos financieros que fácilmente pueden llegar a superar al 25% de los costos de construcción, es decir, un peso casi igual al de la fuerza de trabajo.

4. En el período 1984-1987 el crecimiento de la construcción privada fue apenas del 4,3%; en 1988 decreció en un 7.4%. Para el período 1989-1992 el decrecimiento será posiblemente mas pronunciado, pues los ciclos recesivos del aparato productivo de la construcción privada nunca son inferiores a tres años. Una virtual paralización en 1989 tendrá efectos por lo menos hasta 1992.

Esta paralización afectará la producción de viviendas principales y secundarias en forma mucha más grave que a la de oficinas y comercios que pueden transferir con mas facilidad sus costos y demandan crédito de corto y mediano plazo.

La ampliación del Decreto No. 1280 y la llamada Ley de Política Habitacional encontrarán dificultades para su puesta en marcha debido a la segmentación del mercado financiero que pudieran producir, entre otras razones. Si entre 1987 y 1989 el mercado inmobiliario privado confrontó una inflación de demanda sin precedentes, ahora se presentará también una fuerte inflación de costos que reducirá la demanda solvente al mínimo.

5. El Gobierno intervendrá moderadamente (debido al ajuste del déficit fiscal) para incrementar la construcción pública con el objetivo fundamental de atenuar el desempleo que se generará en el sector. Se ha anunciado un Plan Extraordinario de Obras Públicas con un monto de Bs. 20.000 millones destinado a pequeñas obras en los barrios urbanos y a programas de mantenimiento y reparaciones.

De todas formas, el impacto de los costos de construcción reduce lógicamente el efecto multiplicador y empleador de cada bolívar de 1989 gastado en la construcción, en relación a las inversiones del Plan Trienal, por ejemplo. En todo caso, en lo que a edificaciones se refiere, las inversiones del gobierno en los próximos cinco años deberán concentrarse en:  
a) Consolidación de barrios; b) Parcelamientos de Desarrollo Progresivo; c) Programas de Viviendas de

**CUADRO 2**

**VARIACIONES DE PRECIOS ENTRE EL 1-1-89 Y EL 1-6-89**

FAMILIAS DE INSUMOS	VARIACIONES PRECIOS %
Cemento blanco (saco Bs. 41,25 a Bs. 100)	142
Cemento gris (saco Bs. 32,30 a Bs. 76,50)	137
Agregados	68
Materiales de arcilla	61
Artefactos y Accesorios Sanitarios	93
Adhesivos, Aislantes, Impermeabilizantes	64
Cerámicas, Porcelanas, Revestimientos	72
Barnices y Pinturas	84
Materiales eléctricos y telefónicos	329
Maderas	32
Bloques de concreto	60
Cabillas y alambrón	137
Plásticos	103
Combustibles y lubricantes	152
Transporte	25
Vidrios y cristales	24
Herramientas	64

desarrollo progresivo; d) Edificaciones Médico-Asistenciales, Educativas y Módulos de Servicios Comunales.

En todos estos programas seguramente se va a insistir en la necesidad de generar mas puestos de trabajo. De hecho el Plan Extraordinario de Inversiones se ha denominado "Plan de Empleo".

**6.** La liberación de precios y de las tasas de interés, así como la unificación cambiaria y el problema de las cartas de crédito, han incidido en un aumento desproporcionado de los precios de los materiales y componentes de construcción.

Hemos analizado los datos mas recientes de empresas especializadas en información de precios de construcción, encontrando las variaciones, entre 1-1-89 y el 1-6-89, que se indican en el cuadro No. 2.

**7.** Ante los mayores costos de construcción y de financiamiento la empresa constructora tendrá que aumentar sustancialmente su eficiencia a través de la optimización de los procesos productivos y mejoras de la productividad de la fuerza de trabajo. También tratará de reducir al mínimo

la demanda de financiamiento de capital circulante. Pero los suplidores, igualmente afectados por las altas tasas de interés, procurarán reducir las ventas a crédito, lo cual afecta la liquidez de la empresa constructora. Con altas tasas de interés solo podrán operar entonces las empresas mas eficientes y organizadas; y tenderá a concentrarse el capital empresarial de la construcción.

**8.** La optimización de los procesos administrativos y de gestión, así como el manejo del capital circulante son elementos fundamentales, la variable tiempo de ejecución adquiere importancia relevante por su implicación directa con el crecimiento de precios.

Un eficiente control de costos y precios del producto final, así como de las variaciones en todos los factores, es indispensable a los fines de documentar las cláusulas escalatorias de precios, que ahora son imprescindible en todo contrato.

El mantenimiento de equipos y la calidad de las edificaciones, vinculada al mantenimiento preventivo y a adecuadas especificaciones de comportamiento en materiales y componentes, son también factores clave para reducir las deseconomías originadas por los

elevados gastos de reparaciones y de reposición temprana, consecuencia de la falta de tales consideraciones.

Debe incorporarse el concepto de "costo global", que incluye costos de construcción y de mantenimiento, a los fines de premiar la calidad (no el lujo o la sobre-especificación) tanto en el financiamiento como en los programas de estímulos.

**9.** En las empresas de producción industrial el mantenimiento preventivo y mayor racionalidad en el mantenimiento correctivo serán imperativos frente al alto costo de adquisición de nuevos equipos importados. Estas actividades deberán integrarse a la planificación de operaciones y secuencia productiva.

La industria metalúrgica y metalmecánica, que ha adquirido importancia relevante, incrementará seguramente la producción de partes y la sustitución de la importación de accesorios y herramientas simples y complejas. La existencia en el país de un impresionante inventario de maquinaria y equipos paralizados y eventualmente deteriorados, en múltiples ramas de la producción industrial, y las dificultades señaladas, incentivan el desarrollo de la actividad de reconstrucción de maquinarias, tanto al interior de las propias empresas como en otras dedicadas a esa actividad específica. Inclusive crecerá la importancia de maquinaria y equipos reconstruidos.

**10.** El crecimiento de los costos de los factores han afectado aún con mas intensidad a los costos de las obras de urbanismo, lo cual repercute directamente en los precios de tierra urbanizada y finalmente en las edificaciones.

Entre enero y mayo de 1989 los costos de urbanismo han crecido entre el 200 y 230 por ciento. Solamente los materiales para las redes de cloacas y acueducto han subido en mas del 350%.- También en el diseño y construcción de urbanizaciones y conjuntos urbanos se impone la necesidad de una mayor racionalidad y eficiencia.

La optimización en el diseño de las agrupaciones, de las redes de servicios públicos, de la trama vial, de los espacios públicos y semipúblicos, y una precisa planificación por etapas y sincronización de todas las

actividades, son imperativos básicos del diseño urbano. Esto deberá cumplirse sin descuidar los aspectos cualitativos del espacio urbano y sus implicaciones ambientales.

Es obvio que tal optimización no podrá ser alcanzada si no se actúa con mayor cuidado en la selección de las tierras de vocación urbana y se asume una mayor responsabilidad -institucional y profesional- en relación a los aspectos geomorfológicos y a las modificaciones que se efectúan al terreno natural.

El "terraceo" indiscriminado y el arbitrario trazado de vialidad y redes de servicios deben ser sustituidos por un mayor análisis y diseño urbanístico, incluyendo el mas riguroso tratamiento a los problemas de corte, relleno y compensación de masas. Estos aspectos, que lucen obvios, son causa de innumerables fallas técnicas y económicas, con grave repercusión social, en muchos desarrollos públicos y privados.

**11.** Es el momento también para insistir en la necesidad de racionalización del proceso de diseño y de documentación de proyectos necesarios para la producción masiva de edificaciones.

Racionalizar la construcción edilicia de manera de incorporar en un sistema organizativo todas las variables funcionales y técnicas, no es posible sino a través de la racionalización de todo el proceso productivo, incluyendo toda la fase de proyectación técnica como parte del proceso global.

Construir racionalmente o industrialmente no es posible sino proyectando industrialmente pues ningún programa operativo o proceso de ejecución se desarrolla mas racionalmente que cuando sea racional su propio diseño.

En la construcción de edificaciones educacionales, médico asistenciales y públicas, tendrán cabida algunos sistemas de prefabricación que puedan garantizar la necesaria flexibilidad y racionalización precisa de todo el proceso constructivo. Condición previa, como ha sido señalado, será la racionalización del proceso de diseño y de la documentación de proyectos. En estos programas de edificaciones de uso público deberían adoptarse procesos de proyecto y construcción que permitan la "contratación serial" (compras a futuro) de

Proviene del diagnóstico de las actividades realizadas en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) vinculado al campo del desarrollo tecnológico, en donde se realizan Proyectos de I y D con una visión del proceso de producción que considera a las edificaciones como el producto de la especificación y organización de componentes, con el propósito de ofertarlos al país como alternativas para satisfacer demandas reales.

Este estudio tiene como objetivo básico, la definición de un modelo como procedimiento a seguir para el desarrollo de los proyectos, a través de un esquema de los elementos del proceso de I y D, indicando las fases y etapas de los proyectos.

Este esquema es producto del planteamiento de diversos autores (Bonsiepe, Morris, Hall, entre otros), así como también de los resultados del diagnóstico del IDEC y de otras experiencias en torno a esta problemática.

### **PROCESO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO**

El planteamiento de un Proyecto de Desarrollo Tecnológico, bajo el enfoque hacia el diseño de tecnología para el desarrollo de componentes constructivos -c.c.- y/o sistemas de edificaciones -s.e.- : de componentes industrializados, considerados como productos del Sector Construcción, solo es posible mediante una adecuada organización de la producción y de las actividades necesarias y del cumplimiento de los aspectos de requerimientos como punto clave del diseño.

Entre otros, deben definirse los criterios para la selección y formulación de proyectos de I y D, las técnicas para el control y supervisión de los proyectos, y las técnicas para la evaluación de proyectos.

La vinculación de los Centros de I y D, con el Sector Industrial requiere de una serie de mecanismos y actitudes para propiciarlas entre éstos, vale destacar:

- Revisar y evaluar los proyectos del I y D -si son rentables, no solo técnicamente sino también económicamente-
- Estudiar la capacidad tecnológica y las necesidades del Sector Industrial.

- Desarrollar los instrumentos, método y procedimientos a través de los cuales las empresas pueden identificar y precisar mejor sus necesidades y oportunidades tecnológicas específicas.

- Evaluar la capacidad instalada en los Centros, equipos y personal desde el punto de vista de las empresas y usuarios.

- Promover la participación del sector privado en la selección de prioridades, orientación de programas, diseño y evaluación de los proyectos y servicios.

- Garantizar recursos financieros orientados al desarrollo tecnológico mediante instrumentos políticos.

Dentro de este marco general, se deberán plantear los proyectos de I y D tecnológico cuyo proceso no es más que el resultado de una serie de fases y etapas que constituyen una determinada investigación. Estas fases, relacionadas entre sí, que se solapan y retroalimentan mutuamente, conforman un proceso no lineal.

A continuación señalaremos las fases más resaltantes en la ejecución de un proyecto de Desarrollo Tecnológico.

### **FASES DE EJECUCION DE PROYECTOS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO**

Jorge Sábato\* señala: "la producción de tecnologías es el resultado de la confluencia organizada de variados factores". Este concepto nos confirma, que todo proceso de desarrollo de un producto en el campo de la construcción está constituido por una serie de fases relacionadas entre sí, en donde el proceso de diseño parte de: la experiencia acumulada de otras investigaciones, de soluciones similares, etc. Este proceso no es lineal, está sometido a un proceso de interacción constante, en donde las fases se solapan y retroalimentan mutuamente.

Ya nos hemos referido a que el resultado de un proyecto puede ser de diversa índole -un producto o un servicio- productos físicos o informaciones. En nuestro caso nos referiremos al diseño de tecnología para el desarrollo de c.c. y/o s.e. A continuación haremos una breve descripción de las Fases de Metodología de Proyecto de Desarrollo Tecnológico basado en la síntesis de los esquemas planeados por diferentes autores, Gui Bonsiepe, Milani Rodolfo, entre otros. Según los autores

citados, las fases del proceso se agrupan secuencialmente en:

**Fase Conceptual**  
**Fase de Definición**  
**Fase de Producción**  
**Fase de Operación**  
**Fase de Evaluación**

**Fase Conceptual:** Parte de la existencia de una necesidad proveniente de un cliente externo o del diseñador mismo. Se describe el problema, se evalúa la conveniencia y posibilidad de afrontar la solución al problema, a través de el diseño y la búsqueda de información referente al proceso de producción. Se revisan las alternativas de solución y se selecciona una para ser desarrollada. Algunos autores denominan esta fase: Estructuración del problema, planificación exploratoria; planteamiento de una necesidad, especificación preliminar; establecimiento de una necesidad.

**Fase de Definición:** Se evalúa y se afina la solución escogida para rechazarla o continuar en su desarrollo. El producto se somete a un proceso continuo de correcciones o ajustes hasta llegar al diseño definitivo, especificando todos sus elementos y realizando un análisis de costo. Se diseña la línea de producción, seleccionando y determinando las fases y operaciones adecuadas, especificaciones de los equipos y maquinarias, mano de obra e insumos requeridos en el proceso de producción. Se diseñan y fabrican los moldes o encofrados dependiendo del tipo de producto, luego se realizan los ajustes necesarios. Si se trata de componentes, se definen las uniones y fijaciones entre los elementos. Luego se someten a distintas pruebas, ensayos, mediciones, requerimientos y exigencias. Se construye un prototipo y se determina el proceso de montaje. Algunos autores denominan esta fase: Planificación del desarrollo o desarrollo; anteproyecto y proyecto detallado, especificación técnica y diseño, análisis y selección; descripción concepción y diseño de detalles y procesos de fabricación.

**Fase de Producción:** Se procede a una producción experimental o producción piloto, la cual será evaluada. Si se requieren modificaciones se recurre a un estudio

del proceso de producción y se define el proceso de fabricación definitivo. Se diseñan los empaques, almacenamiento y transporte del producto. Se realizan ajustes en los precios de los productos y por último se hace la evaluación del mismo y de su proceso. Algunos autores denominan esta fase: Realización del proyecto; desarrollo y seguimiento; planeación; producción distribución consumo; implementación; fabricación y ensayo del prototipo.

**Fase de Operación:** Consiste en la producción de manuales o instructivos del montaje, operación, recomendaciones generales, secuencia de ensamblaje: mano de obra y equipos necesarios y recomendaciones para el mantenimiento y reparación del producto. Algunos autores denominan esta fase: Comunicación de resultados; material para operación y mantenimiento.

**Fase de Evaluación:** Se realizan estudios para futuras modificaciones y/o ajustes del proceso y/o del proceso. El seguimiento y control del producto y del proceso en el tiempo, generando ideas y recomendaciones sobre nuevas posibilidades de uso.

Adoptando y siguiendo estas fases proponemos que los proyectos deberán afrontar todas las etapas de los proyectos de desarrollo tecnológico, desde la determinación de los problemas hasta el desarrollo experimental de las soluciones propuestas: procesos que dependerán del objeto a solucionar (mejorar algún proceso de trabajo, modificar algún componente, etc.); de tal manera que los resultados de los proyectos serán de variada índole: manuales o cartillas de construcción, recomendaciones y criterios de diseño así como materiales y componentes innovados.

Lo importante en el esquema que se plantea es la flexibilidad de interpretación para adecuarse a cualquier situación particular. En algunos casos no será necesario seguir todos los pasos, otras por su naturaleza requerirán de fases no incluidas en el esquema. No constituye una metodología estricta o un procedimiento rígido para resolver el problema, debe entenderse con flexibilidad para obtener ciertos resultados. Partiendo de estos lineamientos del proceso de diseño e incorporando algunas ideas, en términos generales las Fases de los Proyectos pueden describirse de la manera siguiente:

## ESQUEMA GENERAL : FASES DE LOS PROYECTOS DE I y D

FASES	ETAPAS
<b>1. FASE CONCEPTUAL:</b> (formulación del problema)	<b>ESTUDIO Y BUSQUEDA DE INFORMACION</b> 1.1. Identificación de una necesidad y su valoración. a. Identificación de los problemas b. Revisión del estado de arte 1.2. Formulación del problema o formulación del proyecto de I y D
<b>2. FASE DE DEFINICION:</b> (desarrollo de alternativa)	<b>ANALISIS Y PLANTEAMIENTOS DE NUEVAS SOLUCIONES</b> 2.1. Diseño a. Generación de soluciones b. Estudio de factibilidad 2.2. Elaboración de modelos 2.3. Ajustes al diseño
<b>3. FASE DE DESARROLLO:</b> (resultado o proposición)	<b>DESARROLLO DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS</b> 3.1. Desarrollo del proyecto técnico a. Diseño y especificaciones (requerimientos para el diseño) b. Proceso productivo, método de producción c. Proceso de montaje (ensamblaje) d. Adecuación a las condiciones externas (requerimientos de habitabilidad) e. Experimentación en laboratorio f. Evaluación y ajustes
<b>4. FASE DE PRODUCCION:</b> (verificación y comprobación práctica)	<b>APLICACION EXPERIMENTAL</b> 4.1. Construcción de prototipos 4.2. Evaluación y ajustes (modificaciones) del resultado
<b>5. FASE DE OPERACION:</b> (aplicación)	<b>DIVULGACION Y APLICACION</b> 5.1. Elaboración de la documentación 5.2. Propuesta Final a. Programa de aplicación piloto b. Programa de entrenamiento
<b>6. FASE DE EVALUACION:</b> (evaluación)	<b>POSIBILIDADES DE USO</b> 6.1. Producción piloto 6.2. Producción industria

### 1. Elementos del proceso de Investigación y desarrollo.

A continuación describimos cada una de las etapas planteadas del proceso de I y D al afrontar cada Proyecto en particular.

#### Fase conceptual: Estudio y búsqueda de información.

**1.1. Identificación de una necesidad y su valoración.** El inicio del proceso viene demarcado por la existencia de una necesidad expresa o implícita que proviene del cliente (empresa, demanda social) o del propio investigador (o del centro de investigación). Constituye lo que denominamos la propuesta de

proyectos (cuyo resultado es la identificación del tema de investigación).

La etapa de planificación de un proyecto, comienza en esta fase, adoptando el criterio de Martin y Miller \*\*, aparece una serie de preguntas fundamentales, las cuales deberán ser resueltas. Entre ellas tenemos:

- ¿Qué deberá ser hecho?
- ¿Cuándo ocurrirá?
- ¿Cuánto costará?
- ¿Quién lo hará?
- ¿Que productos o servicios se obtendrán como resultado de ese esfuerzo?
- ¿Cuales son las responsabilidades del proyectista y del cliente?

- ¿Quién será el responsable de la aprobación del producto a la conclusión del proyecto?
- ¿Cómo será medido el progreso real del producto?
- ¿Con cuál o cuáles empresas o industrias se trabajará?

El establecimiento de la necesidad permite plantear el problema a resolver. Esto implica:

**a. Identificación de los problemas:** estudio de técnicas actualmente utilizadas, identificando sus problemas y potencialidad de mejoras. Luego se realiza un balance a profundidad de la situación bibliográfica del tema de investigación, el cual puede realizarse a tres niveles:

- teoría: estudios tipológicos, económicos, técnicos, etc.
- práctico: productos, metodología
- realizaciones y experiencias concretas

**b. Revisión del estado de arte:** estudio comparativo de otras experiencias con las formas actualmente utilizadas. Constituye el marco de referencia.

• **Estudio bibliográfico y antecedentes.** Implica: Realizar un balance de situación bibliográfica del tema de investigación con respecto a productos, metodologías, estudios económicos, realizaciones y experiencias concretas: valoración y fiabilidad de los resultados. Antecedentes: nacionales, internacionales y experiencias personales.

• **Evaluación de la práctica sobre el tema.** Criterios aplicados actualmente. Información de experiencias, estudios o realidades, paralelas o afines al tema propuesto.

• **Estudio de componentes existentes:** Análisis de los materiales utilizados en el mercado nacional y de las empresas nacionales productoras de los componentes.

• **Estudio de diferentes procesos tecnológicos utilizados para la producción de los componentes aplicados a la industria de la construcción.**

-Materias primas o semi-elaboradas. Características mínimas.

-Análisis de materiales a utilizar y las técnicas apropiadas (materiales y procesos).

• Datos cuantitativos sobre los componentes, su

ensamblaje y usos, producción, tecnología.

- Análisis de las soluciones existentes
- Experiencias realizadas sobre el tema
- Aspectos costos
- Complejidad
- Mantenimiento
- Documentación

Todo esto permite realizar una descripción detallada del problema a resolver, para proceder a evaluar la conveniencia y posibilidad de afrontar la solución del problema. Una vez aceptado el problema y sus posibilidades y vías de solución se procede a la formulación definitiva del Proyecto de I y D.

**1.2. Formulación del problema o formulación del proyecto de investigación y desarrollo:** La etapa se inicia definiendo un plan del proyecto. Según Amaru\*\*\* entre los aspectos más importantes a definir tenemos:

- Denominación del proyecto: título
- Objetivos del proyecto: ¿Cuál es el problema o problemas que el proyecto va a resolver?
- Resultados del proyecto: ¿productos o informaciones?
- Requisitos del proyecto: características del producto o información.
- Clientes/Beneficiarios
- Actividades

La formulación del proyecto constituye la "estrategia de desarrollo" representada en un documento escrito, compuesto, de las siguientes partes, basadas en los planteamientos de Bonsiepe: \*\*\*\*

**a. Introducción:** en la que se exponen los motivos que han conducido al proyecto con argumentos (proposición, motivaciones, condicionantes, problemática, planteamiento)

**b. Fundamentación y viabilidad** (conocimiento del estado de arte): consideraciones generales. Proposición. Antecedentes. Criterios generales.

**c. Objetivos:** (resultados a los cuales se quiere llegar):  
 -finalidad general, donde se destacan los resultados  
 -finalidad específica, en la que se describen con detalle las finalidades parciales del proyecto.

generales que se quieren alcanzar con el proyecto.

**d. Programa de trabajo:** dentro del cual el trabajo está subdividido por etapas, con la indicación de lo que se tiene que realizar, identificando al final los objetivos propuestos.

**e. Plan de trabajo:** que contiene la secuencia de actividades en cada etapa, incluyendo tiempo de ejecución.

**f. Recursos:** humanos, materiales.

**g. Costos:** del personal (directo o indirecto), materiales, construcción de modelos (maquetas) y prototipos, material audiovisual, documentación gráfica, equipos, publicidad, etc.

**h. Acuerdos jurídicos:** convenios, contratación, patentes, etc.

**i. Resultados y aplicación de resultados**

**j. Alcances:** ¿qué pretende resolver el producto y cómo?

**k. Métodos:** los pasos de la investigación y los métodos de análisis.

**l. Usos potenciales:** empleo de los resultados, usuarios y acceso.

Una vez conocido el estado de arte respectivo del área de estudio, con este, obtendremos una gama de posibles vías de solución.

**2. Fase de definición:** Análisis y planteamientos de nuevas soluciones. Constituye el desarrollo de alternativas.

**2.1. Diseño:** Esta etapa corresponde al establecimiento de los parámetros que deberán ser evaluados y cuantificados. En ella se elaboran las soluciones factibles que responden a las condicionantes fundamentales (lo que podríamos denominar: las premisas o hipótesis del problema) generando una gama de posibles soluciones.

**a. Generación de soluciones:** proposición de soluciones y revisión de su factibilidad de desarrollo, incluyendo:

- conceptos generales
- definición de los elementos a producir
- modificación a los procesos de trabajo que se intentan mejorar.
- definición de las formas de producción
- factibilidad técnica y económica (en un primer nivel).

-determinar si la propuesta es atractiva en términos de necesidad y probabilidad de éxito.

Definiendo:

● Proposición inicial del desarrollo tomando en consideración entre otros aspectos:

- relaciones geométricas
- criterios estructurales
- elementos de producción
- elementos de montaje
- uniones
- especificaciones

● Definición de los elementos:

- aspectos tecnológicos
- análisis de costo
- pruebas de diseño (aplicación)
- memoria descriptiva

● Documentación del anteproyecto

**b. Estudio de factibilidad:** determinación de los gastos en cada una de las fases para decidir si vale la pena continuar con el diseño. Deben considerar los aspectos de revisión de su factibilidad técnica y factibilidad económica, aunque sea en su primer nivel de factibilidad de desarrollo.

**2.2. Elaboración de modelos:** Ellos permiten medir cuantitativamente los parámetros manejados en el diseño así como ir conociendo las características y especificaciones del producto.

**2.3. Ajustes al diseño:** Se establece una constante retroalimentación del proceso de diseño, nutriendose de los resultados de los modelos y/o ensayos, lo cual permite evaluar y afinar las posibles soluciones factibles. Permite definir las características del producto (tamaño, forma, dimensiones), diseño integral del mismo, establecer las bases para la selección de los insumos (materiales y componentes).

Esta etapa permite igualmente definir los puntos claves que deben ser objeto de una investigación más profunda así como desechar las soluciones, o en caso más extremo el propio proyecto de I y D.

Luego de considerar las factibilidades, se obtienen posibles ideas de desarrollo.

**3. Fase de Desarrollo:** Esta fase complementa la fase anterior, aunque se considera separada. Está conformada por las etapas referidas al desarrollo del proyecto técnico de la solución seleccionada. Adquiere singular importancia. Constituye la fase intermedia entre la fase de definición y la fase de producción. Comprende:

**Desarrollo de las soluciones propuestas.**

Constituye el resultado o proposición.

**3.1.Desarrollo del proyecto técnico.** Consiste en pasar al diseño detallado y a la experimentación de los aspectos que lo requieren. Afrontando:

- requerimientos para el diseño
- diseño y especificaciones de los componentes (función)
- tecnología de productos (producción y ejecución)
- usos (aplicación)

Implica tomar en cuenta para los componentes entre otros aspectos los siguientes:

- estudio de la racionalización
- análisis y tipificación, normalización
- industrialización, prefabricación
- planteamiento de nuevas soluciones
- análisis del proceso de producción
- complejidad
- materia prima

**a.**Diseño y especificaciones. Comprende:

- diseño detallado del componente y sus reglas de empleo, uniones.
- procedimiento constructivo
- soluciones de proyecto (generando una amplia gama de soluciones diversas)
- cómputos métricos y especificaciones
- costos
- acabados
- aspectos de mantenimiento
- documentación

**b.**Proceso productivo, método de producción. Incluye:

- proceso tecnológico para la producción de componentes (tecnología a utilizar-proceso productivo)
- análisis de los factores: insumos, mano de obra, maquinaria y equipos.

- organización del procedimiento
- diseño de herramientas para la producción
- documentación
- costos
- cómputos métricos y especificaciones

**c.**Proceso de montaje (ensamblaje). Se refiere a:

- diseño de herramientas para el montaje
- diseño de uniones
- proceso tecnológico
- documentación

**d.**Adecuación a las condiciones externas (tales como: requerimientos de habitabilidad):

- clima (lluvia, sol, viento, humedad, etc.)
- seguridad (sismo)
- fuego, entre otros

**e.** Experimentación en laboratorio

- ensayos y pruebas

**f.** Evaluación y ajustes

- al diseño
- a la producción
- al montaje

Una vez obtenidas las soluciones, procesos y métodos del producto planteado, se procede a la fase del proceso experimental.

**4. Fase de producción: Aplicación experimental**

**(en la industria)** Constituye la etapa experimental de aplicación. Es decir: la construcción del prototipo con carácter experimental. Comprobar las ventajas supuestas en las condiciones reales de aplicación, condiciones del medio, etc. Constituye la etapa de verificación, comprobaciones prácticas de los planteamientos realizados en las fases anteriores.

**4.1.Construcción de prototipos (ensayos de producción, geometrías, uniones, etc.)**

El objetivo es asegurar que el modelo de investigación planteado se asemeje al producto final: se realiza la adecuación del proceso de producción, las especificaciones del producto, la cantidad de insumos requeridos, mano de obra requerida, herramientas y equipos básicos. Incluye:

- diseño de prototipos
- construcción del prototipo
- evaluación y ajustes a la solución planteada
- ensayo de materiales y componentes, comprobación
- determinación del costo (o precios del producto)

-evaluación del proceso de producción, de montaje, etc.

#### 4.2. Evaluación y ajustes del resultado (reciclado):

La construcción del prototipo permite realizar los ajustes y modificaciones al proceso de producción mediante la correlación entre lo establecido y los ensayos de producción.

### 5. Fase de operación: Divulgación y aplicación.

#### 5.1 Elaboración de la documentación:

-catálogos  
-cartillas o manuales de construcción

#### 5.2 Propuesta final. Conformar:

-proyecto detallado del componente y técnica a emplear  
-proyecto de producción  
-elaboración del informe final

También:

##### a. Programa de aplicación piloto

-diseño del programa piloto

##### b. Programa de entrenamiento

### 6. Fase de evaluación: Posibilidades de uso.

**6.1. Producción piloto:** Conduce a la determinación del "proceso de producción final". Corresponde a la simulación del proceso de producción en pequeña escala, mediante el cual se cuantifican y califican los factores requeridos para dicho proceso: mano de obra, equipos, costos... Constituye la etapa definitiva de la evaluación del producto y su proceso, lo cual corresponde el paso previo para la producción industrial.

### REFLEXION FINAL

Este trabajo ha sido concebido para ampliar el universo de conocimientos, organizativos y metodológicos, necesarios a ser considerados en la toma de decisiones que se deben asumir al elaborar soluciones y/o proyectos para el Sector Construcción. Abarca el aspecto de los instrumentos indispensables como guía para el desarrollo de los productos

tecnológicos, ofreciendo una salida para mejorar los resultados en el desarrollo de proyectos de Investigación y Desarrollo en cuanto a rendimiento; también como material práctico que facilita la formulación y desarrollo de los proyectos, para poder evaluar todo el proceso de investigación y el producto final: va dirigido a investigadores, proyectistas, diseñadores, profesores, industriales y empresarios del Sector Productivo.

En lo que respecta al camino a seguir, considero importante hacer uso de estos esquemas de proposiciones metodológicas y de procedimientos para obtener los resultados deseados, los cuales serán evaluados a través de la calidad del producto final. Estos planteamientos estarán sujetos a los ajustes que se requerirán a través de sucesivas aplicaciones y continuas evaluaciones.

#### NOTAS:

\*Sabato, Jorge A. y Michael, Mackenzie. Tecnología: Autónoma o Transnacional. México: Nueva Imagen, 1982

\*\*Martin, M.D. y Miller, Kathleen, (1982) Project planning as the primary management function. —//En: Project Management Quarterly XIII (1) March, pp 31-38.

\*\*\*Veáse: AMARU, Antonio C. Gerencia de trabajo de equipo. Sao Paulo: Pioneira, 1986

\*\*\*\*Gui, Sonsiepe. Teoría y práctica del diseño industrial. Barcelona. 1978. p.154

#### BIBLIOGRAFIA

AMARU M, Antonio César (1986) Gerencia de Trabalho de Equipe. Sao Paulo: Pioneira.

BONSIEPE, Gui (1978) Teoría y Práctica del diseño industrial. Barcelona

MARCANO GONZALEZ, Luis F. (1986) Comercialización de Tecnología. Una experiencia: TECNIDEC. En: IDEC Tecnología y Construcción N° 2, 1986 pp.97-100

MARTIN, M.D. y MILLER, Kathleen (1982) Project planning as the primary management function. —//En Project Management Quarterly, XIII (1) March, pp.31-38.

MILANI MISTIERI, Rodolfo (1984) Diseño para nuestra realidad. Caracas: Equinoccio Editorial de la Universidad Simon Bolivar.

4	6
NUMERO ANTERIOR	PROXIMO NUMERO
<p><b>Construcción y calidad de la vivienda de los Barrios</b> Iris Rosas Meza</p>	<p><b>La producción y la comercialización de tecnología. La experiencia del IDEC</b> Luis F. Marcano G.</p>
<p><b>Autogestión de la producción de vivienda con financiamiento de corto plazo, un programa a largo plazo</b> Alfredo Cilento Sarli</p>	<p><b>Pabellón de Sevilla/ EXPO 92/ ESTRAN</b> Henrique Hernández</p>
<p><b>La rehabilitación de barrios existentes como experiencia docente en la Escuela de Arquitectura de la FAU</b> Federico Villanueva</p>	<p><b>Tapia tradicional hacia el rescate y mejora de una tecnología</b> Juan Borges Ramos, Alexis Yanez</p>
<p><b>Componentes constructivos de la producción informal de viviendas. Caso Maracaibo</b> Ignacio Oteiza, Andrés Echeverria, Federico Arribas</p>	<p><b>Radiografía de la industria de la construcción</b> Alberto Lovera</p>
<p><b>Mampostería Estructural. Reflexiones sobre la vialidad de su utilización en la construcción de viviendas</b> Baudilio González</p>	<p><b>El grafismo técnico. De los orígenes a la revolución industrial</b> Amparo Rama</p>
<p><b>Aspectos técnicos-económicos de los aglomerados de fibras de bagazo</b> Milena Sosa G</p>	<p><b>Porqué un sistema de documentación</b> Ana Loreto</p>
<p><b>Estructura de Barras transformables de configuración cuadrada STRAN 1</b> Carlos Henrique Hernández M.</p>	<p><b>La primera parte de la Fase II de la circulación</b> Federico Villanueva B.</p>
<p><b>La forma heterogénea de desarrollo tecnológico de la construcción</b> INCOVEN</p>	

componentes a fin de reducir costos y mejorar la calidad progresivamente. (Ver Proyecto CONICIT-IDEC-CLASP). Pero esto requiere conocimiento e interés en las autoridades del sector público, no fácilmente alcanzable.

**12.** El incremento de precios en el concreto armado y en los materiales tradicionales de cerramiento y acabados, así como las altas tasas de interés, ejercerán un efecto restrictivo en la producción de edificios altos de vivienda. La producción se polarizará hacia viviendas unifamiliares y multifamiliares hasta 4 plantas.

La racionalización de sistemas constructivos tradicionales, basados en las técnicas ampliamente difundidas de construcción con bloques de arcilla o concreto, está promoviendo rápidamente el diseño y construcción con mampostería estructural de edificaciones de una a cuatro plantas.-

Esta técnica reduce el uso de concreto armado, obliga a una mayor racionalidad dimensional y no implica cambios tecnológicos importantes, ni equipos especiales. En cambio demanda una mayor calidad resistente y dimensional en los bloques y otros componentes constructivos de pequeñas dimensiones, lo cual se ha restringido generalmente al uso de piezas de concreto.

Sin embargo, bloques y otros tipos de componentes de arcilla son susceptibles de mejorar y también de innovar. Sería interesante revisar la experiencia italiana en producción de componentes de arcilla y materiales cerámicos de alta calidad y resistencia.

Por el grado de extensión del uso de bloques huecos en la autoconstrucción popular, la mampostería estructural ofrece posibilidades de difusión rápida y efectiva, permitiendo introducir mejoras en la construcción de viviendas populares en los barrios y contribuyendo a reducir los índices de siniestralidad. Una combinación eficiente del uso de mampostería estructural con una organización altamente racionalizada del proceso de diseño y construcción, probablemente garantizará también una alta competitividad en la producción masiva de viviendas de costo bajo y medio.

**13.** Las formas constructivas tradicionales: concreto armado y bloques de arcilla o de concreto frisados,

llevan implícitas un gran desperdicio, tanto en el transporte, como en el proceso constructivo. La eliminación del desperdicio es ahora un objetivo imperioso debido al precio de los agregados, del cemento y la cal, de los bloques y de la madera. La lucha contra el desperdicio y la ineficiencia deberá desarrollarse en todas las fases; diseño, construcción, control de calidad, inspección. También deberá reducirse al mínimo el almacenamiento de materiales en sitio y controlar con el máximo de precisión la secuencia del suministro, debido a las restricciones en el crédito.

Adicionalmente, el elevado costo del transporte y los problemas asociados a la carga, descarga y almacenamiento de materiales constituyen ámbito donde deben realizarse programas de racionalización a fin de evitar el desperdicio de materiales por daños, roturas o bote accidental.

En la manipulación de materiales y componentes la facilidad de apilamiento, para optimizar el transporte y almacenamiento, es ahora una condición indispensable confirmada en la realidad con algunos hechos como lo es la utilización de paletas, envoltura de plástico y flejado en el suministro de bloques de arcilla y concreto. Deberá eliminarse definitivamente la práctica de romper las paredes recién construidas para ejecutar las instalaciones eléctricas y sanitarias. En todo caso será más conveniente mejorar los diseños y mantener las instalaciones a la vista. Este es un tema interesante para investigar y proponer nuevos componentes y accesorios.

También deberá adoptarse definitivamente la normalización dimensional de puertas, ventanas y marcos, en diseños que faciliten la instalación sin romper paredes. Estos componentes deben ser suministrados con pintura y protección incorporadas en planta. La pintura en obra es ahora un lujo muy costoso.

Para las paredes tradicionales deben buscarse materiales y técnicas de acabados que integren friso, textura y color cuando ello sea necesario. Frisar, estucar y pintar será también oneroso; aquí hay cabida para nuevos productos.

**14.** El conjunto de situaciones planteadas reforzará la utilización de perfiles y láminas de acero cuya relación peso-precio-resistencia se hace ahora más competitiva

frente al concreto armado. Siendo el Estado el principal productor de acero puede establecer precios internos que permitan incorporar más componentes de acero en la construcción y un mayor esfuerzo de investigación y desarrollo en el campo de las construcciones metálicas. Esto incluye desarrollo de componentes estructurales, de cerramiento, para cubiertas e inclusive distintos tipos de accesorios, uniones y piezas de uso extensivo en las edificaciones de estructura metálica.

La industrialización de componentes, el desarrollo de nuevos materiales y el mejoramiento de materiales existentes dentro de la concepción de sistemas abiertos de construcción deberá ser el camino en la búsqueda de productividad, eficiencia y calidad.

El acero laminado y desplegado, perfilería y láminas de aluminio, madera, contraenchapados y paneles de fibra deben ser materiales a considerar en la producción de componentes constructivos, intercambiables y livianos.

**15.** La producción de componentes de techo de mejor calidad y comportamiento térmico y acústico debe ser objetivo de alta prioridad en la innovación y mejoramiento de materiales y componentes.

Las láminas metálicas para techos (acero y aluminio) requieren sustancial mejoría en tales aspectos. La madera proveniente de los bosques sembrados que administra CVG-PROFORCA y de otros plantaciones, e inclusive otras especies de madera utilizables, distintas al Pino Caribe, pueden constituir un material de alto interés para el desarrollo de componentes para techo. No solo vigas, viguetas y tablas deben ser objeto de normalización dimensional, sino que debe innovarse en la producción de cerchas de madera, vigas de láminas de madera encoladas y desarrollo de componentes y tableros para la cubierta del techo.

Pudieran estudiarse también, para la cubierta, distintas formas de asociación de lámina metálica y madera o aglomerados de distinto tipo.

Las piezas o accesorios necesarios para la unión de componentes de madera para cerchas o estructuras compuestas, son elementos clave para la innovación de este campo.

**16.** La ampliación y sub-división de viviendas existentes así como la construcción de nuevas viviendas en retiros, terrazas y azoteas, serán actividades que se multiplicarán. La optimización del stock de viviendas existentes permite producir tantas nuevas viviendas como la promoción de viviendas nuevas, pero a costo inferior. Esta posibilidad debe ser estudiada adecuadamente para ofrecer técnicas apropiadas, especialmente en lo relativo a instalaciones eléctricas y sanitarias, baños y cocina. Se deberán retomar las posibilidades de desarrollo de paneles húmedos (pared sanitaria); cápsulas sanitarias y otros componentes similares.

Igual ocurre con el reciclaje de edificios que todavía conservan una vida útil en su estructura, tal como lo he señalado desde 1980. Muchos edificios construidos en la década de los cincuenta cumplirán ahora cuarenta años de edad. Sus requerimientos funcionales se han modificado sustancialmente, sus acabados y revestimientos, así como los cerramientos exteriores se han deteriorado, o representan códigos arquitectónicos desactualizados. Las instalaciones eléctricas sanitarias y mecánicas no responden adecuadamente, e incluso representan peligro, ante las nuevas exigencias de equipamiento.

Este conjunto de factores obligan a la aplicación de técnicas de recuperación que optimicen los costos y que mejoren sustancialmente la relación calidad-mantenimiento de la edificación, incluyendo el refuerzo y protección de la estructura portante cuya vida residual se pretende aprovechar.

Esta actividad demanda técnicas de ensayos no destructivos y de recuperación a veces muy sofisticados. Por ello no puede verse, como sucede frecuentemente, como una operación marginal de construcción o de simples reparaciones o modificaciones de fachadas y tabiquería.

Aquí también son aplicables los criterios, señalados antes, relacionados con el uso de tabiques sanitarios y cápsulas prefabricadas de baño, así como de componentes y accesorios para instalaciones eléctricas y sanitarias no embutidas. Igualmente en lo referente a ventanería de mejor calidad y respuesta a las particularidades ambientales de nuestras ciudades. La

fachada cortina de cristal negro no puede ni debe ser la única respuesta frente a esta definición.

**17.** La nueva estrategia de ordenamiento territorial implica una espacialización no tradicional de las inversiones más importantes. Esto incluye todos los programas relacionados con el desarrollo del eje Orinoco-Apure y del Plan Ferrocarrilero Nacional. El equipamiento y la provisión de tierras para las actividades urbanas en tales localidades seguramente demandará tipologías particulares de edificaciones, entre ellas edificaciones asociadas a los modos de transporte fluvial y férreo: estaciones de trenes y edificaciones portuarias y de almacenamiento. Aquí hay que tomar iniciativas que puedan abrir oportunidades de introducción de tecnologías y componentes constructivos apropiados. Por la propia naturaleza de los programas y de las características regionales, el acero, el aluminio y la madera seguramente serán los materiales más adecuados. En toda la franja norte del eje Orinoco-Apure, tradicionalmente ha sido imposible el uso del concreto por la escasez de agregados adecuados y el costo del cemento.

**18.** No se puede dejar de mencionar una situación que con seguridad veremos a muy corto plazo. Buena parte de los fondos que el gobierno obtendrá en el exterior provendrá de préstamos de organismos multilaterales (Banco Mundial y BID), de países con excedentes de divisas (Japón, RFA, Francia) y, de la conversión de Deuda de Inversión. Estos préstamos son aplicables a proyectos específicos: Agroindustriales, Turísticos, Ferrocarriles y Metro, obras de vialidad, puertos y aeropuertos, e inclusive para "Viviendas de Interés Social". Este tipo de capital financiero extranjero siempre viene asociado al suministro de equipos y con empresas extranjeras de construcción. Inclusive la oferta de financiamiento generalmente se efectúa a través de una gran empresa transnacional, con el objeto de garantizar su participación en el negocio. Por supuesto esto implica también importación de tecnología y servicios técnicos que generalmente existen en el país. Se crea así no solo un fuerte desplazamiento de la ingeniería y consultoría nacional, sino un proceso regresivo de desnacionalización de la construcción, probablemente el más nacional de los sectores. Esto hay que plantearlo con anticipación y adelantarse, clarificando y detallando al máximo los servicios y tecnologías que pueden ofrecer los Institutos de I-D y

las Empresas de Consultoría del País. Eventuales asociaciones o consorcios con empresas internacionales podrían inclusive estudiarse.

**19.** En todo caso es necesario insistir en que en la actual situación el país necesita profundizar las actividades de I-D y de innovación en todos los ámbitos productivos. Las actividades de desarrollo tecnológico y científico, de actualización de la comunidad científico-técnica y de desarrollo de capacidades autónomas para la sustitución de productos e insumos importados, así como las exportaciones no tradicionales son elementos clave (para una Venezuela menos dependiente del petróleo).

El Presidente Pérez ha ratificado su ofrecimiento del 2% del PTB para destinarlo al desarrollo científico y tecnológico. Cuál vía va a ser utilizada para transferir tan enorme cantidad de fondos no ha sido clarificada aún. Sin embargo, las instituciones de I-D deberían abocarse inmediatamente a definir su capacidad de absorción de recursos y a identificar las áreas y proyectos donde ellos pueden ser invertidos. Hay que pecar por acción y no por omisión.



## CONSEJO DE DESARROLLO CIENTIFICO Y HUMANISTICO

Vice-rectorado Académico  
Universidad Central de Venezuela

EL CONSEJO DE DESARROLLO CIENTIFICO Y HUMANISTICO OFRECE EN LA ACTUALIDAD LOS SIGUIENTES PROGRAMAS DE FINANCIAMIENTO A LA ACTIVIDAD DE INVESTIGACION Y A LA FORMACION DE RECURSOS HUMANOS ESPECIALIZADOS.

### 1. PROGRAMAS DE FINANCIAMIENTO A LA ACTIVIDAD DE INVESTIGACION

● **1.a. Proyectos de Investigación:** Estos proyectos podrán ser presentados por los investigadores o a la Institución (Instituto, Escuela, Facultad) donde se realice investigación y se requieran recursos de uso colectivo. Las solicitudes se reciben una vez al año del 15 de septiembre al 15 de octubre.

● **1.b. Complemento para proyectos:** Programa para financiar, parcial o totalmente, investigaciones que no requieran montos superiores a los Diez Mil Bolívares (Bs.10.0000,00). El investigador puede aspirar a este complemento sólo una vez al año. Las solicitudes se reciben durante todo el año.

● **1.c. Reparación y mantenimiento de equipos usados en investigación:** Programa destinado a mantener los equipos en óptimas condiciones y a repararlos cuando se justifique. Las solicitudes se reciben durante todo el año.

● **1.d. Programa para cubrir contingencias:** Destinado a resolver situaciones no previstas en el desarrollo de un proyecto de investigación o realizar la adquisición de equipos o materiales necesarios al personal docente que, habiendo culminado su beca o año sabático, se reincorpora a sus labores en un lapso diferente al período de recepción de solicitudes de financiamiento a proyectos. Las solicitudes se reciben durante todo el año.

### 2. PROGRAMAS DE BECAS:

● **2.a. Para profesores de la UCV:** Nacionales o en el exterior. Estas últimas dependiendo de las prioridades que fijen las Facultades, del costo de la vida en el país en cuestión y de la posibilidad de cofinanciamiento con entidades externas a la Universidad.  
Nacionales: Las solicitudes se reciben una vez al año (meses enero/marzo).  
Exterior: Las solicitudes se reciben durante todo el año.

● **2.b. Para egresados de la UCV:** Sólo para cursar en los postgrados de la UCV. Dependiendo de las prioridades fijadas por las Facultades y la Comisión de Estudios para Graduados. Las solicitudes se reciben una vez al año del 1ro. de septiembre al 31 de octubre.

### 3. PROGRAMA DE EVENTOS CIENTIFICOS

● **3.a. Asistencia a eventos:** Nacional o internacional. Permite a los investigadores de la UCV estar presentes en las diferentes reuniones de divulgación y discusión de los resultados de su trabajo. El investigador puede recibir una subvención sólo una vez al año. Las solicitudes se reciben 15 días antes del evento, durante todo el año.

● **3.b. Pasantías de estudio.** Nacionales o internacionales. Con la exclusiva finalidad de aprender técnicas específicas cuya duración no exceda de los dos (2) meses. El investigador puede recibir esta subvención cada dos (2) años cumplidos desde la última ayuda otorgada. Las solicitudes se reciben 15 días antes del evento, durante todo el año.

### 4. PROGRAMA DE FINANCIAMIENTO DE TESIS DE POSTGRADO

Destinado a facilitar la investigación y la publicación de tesis de los estudiantes de los diferentes postgrados de la UCV. Monto máximo de la subvención Quince Mil Bolívares (Bs. 15.0000). Las solicitudes se reciben durante todo el año.

### 5. PROGRAMA DE FINANCIAMIENTO PARA PUBLICACIONES

Destinado a apoyar la divulgación de los resultados de investigación en publicaciones especializadas (periódicas o no). Las solicitudes se reciben durante todo el año.

Sede del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico: Av. Principal de La Floresta (cruce con Av. José Sosa), Quinta Silenia. Teléfonos: 284.72.22 - 284.70.77 - 284.74.88 Caracas.

# PROCESO DE CONSTRUCCION PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO BASADO EN TECNICAS DE CAPAS DE MORTERO ARMADO

**Gladys Maggi V. (\*)**  
**Henrique Hernández(\*\*)**

(\*) Ingeniero Civil, UCV., Profesora a nivel Agregado.  
Investigador del IDEC, FAU, UCV, desde 1975.

(\*\*) Arquitecto, UCV., Profesor Titular Jubilado.  
Profesor de la FAU (1958-1979), Director  
Fundador del IDEC, FAU, UCV.

## 1. INTRODUCCION

En la actualidad Venezuela mantiene un déficit habitacional a nivel de las familias de más bajos ingresos que día a día se incrementa en cantidad y velocidad. esta situación se ve agravada por el alto costo de los materiales y de la mano de obra así como la inaccesibilidad a terrenos adecuados.

Adicionalmente, los procesos de construcción y consolidación de las viviendas de familias pertenecientes a estos sectores de la población se realizan en etapas bien diferenciadas en el tiempo y creciendo en forma progresiva.

Toda esta situación conlleva a la necesidad de plantear en el campo del desarrollo tecnológico, soluciones constructivas para la vivienda popular como una contribución a la solución del problema habitacional, donde se toman en cuenta, entre otros, la utilización de materiales de fácil obtención en el mercado nacional y la sencillez en la técnica constructiva donde no se requiere mano de obra especializada.

**Meta general:** Basándose en estas premisas se plantea como producto de investigación un estudio orientado al desarrollo de técnicas para viviendas de construcción progresiva, basadas en la conformación de elementos utilizando mallas metálicas y encamisado de mortero.

**Estrategia de trabajo:** En el enfoque metodológico del proyecto de investigación se establece como estrategia el desarrollo de un conjunto de trabajos secuenciales (Fases del proyecto) a través de los cuales se aborda el estudio y análisis de casos concretos. Los resultados obtenidos en cada una de estas fases permiten identificar por una parte, una serie de aspectos claves a ser resueltos y por la otra, permiten definir las acciones específicas a ser afrontadas en los trabajos sucesivos a objeto de poder avanzar hacia una meta general (ver Esquema de Estrategia.)

A su vez los resultados de las fases de trabajo pueden tener dos vertientes, una para nutrir la investigación global a través de la determinación de los aspectos críticos que deben ser objeto de estudios especiales así como para la identificación de nuevos componentes a desarrollar para la producción industrial. Y la otra vertiente es la posibilidad de preparar un conjunto de conclusiones y recomendaciones que sirvan de base para la puesta en marcha de programas pilotos de construcción.

**Plan de trabajo:** Como fase inicial del proyecto de investigación (trabajo A del Esquema de Estrategia) se plantea el desarrollo de técnicas constructivas basadas en la elaboración de superficies preformadas en base a mallas metálicas y encamisado de mortero, las cuales son utilizadas para conformar elementos verticales y horizontales de la edificación.

Esta primera fase de la investigación se planifica en varias etapas. La primera incorpora la revisión bibliográfica de las técnicas utilizadas en experiencias anteriores. Revisión que permite detectar los diversos enfoques manejados en la construcción de elementos portantes y de cerramientos utilizando mallas metálicas. Todo ello permite generar una serie de propuestas constructivas que sirvan de base para la visualización del proceso de producción así como del desarrollo de

las técnicas específicas a ser probadas a nivel de planta experimental.

En la segunda etapa se elaboran una serie de modelos-prototipos a través de los cuales se manejan y resuelven diferentes aspectos relacionados con las técnicas en estudio. Entre ellos podemos mencionar, los diferentes materiales disponibles en el mercado nacional, las características geométricas y uso racional de los insumos, las operaciones y secuencia de producción, la especialidad de la mano de obra requerida, las herramientas necesarias.

**Contenido del trabajo:** Este documento corresponde a la descripción general de esta fase inicial de la investigación y consta a su vez de tres partes. En la primera se incluye una información resumida de las diversas técnicas utilizadas para la conformación de elementos en base a capas de mortero armado, así como los enfoques manejados en los diferentes procedimientos de producción de acuerdo a la función de los elementos resistentes utilizados en la edificación.

En la segunda parte se indican las diversas propuestas constructivas planteadas para la conformación de los elementos horizontales y verticales de la edificación utilizando la técnica de capas de mortero armado; seguido de los modelos-prototipos elaborados.

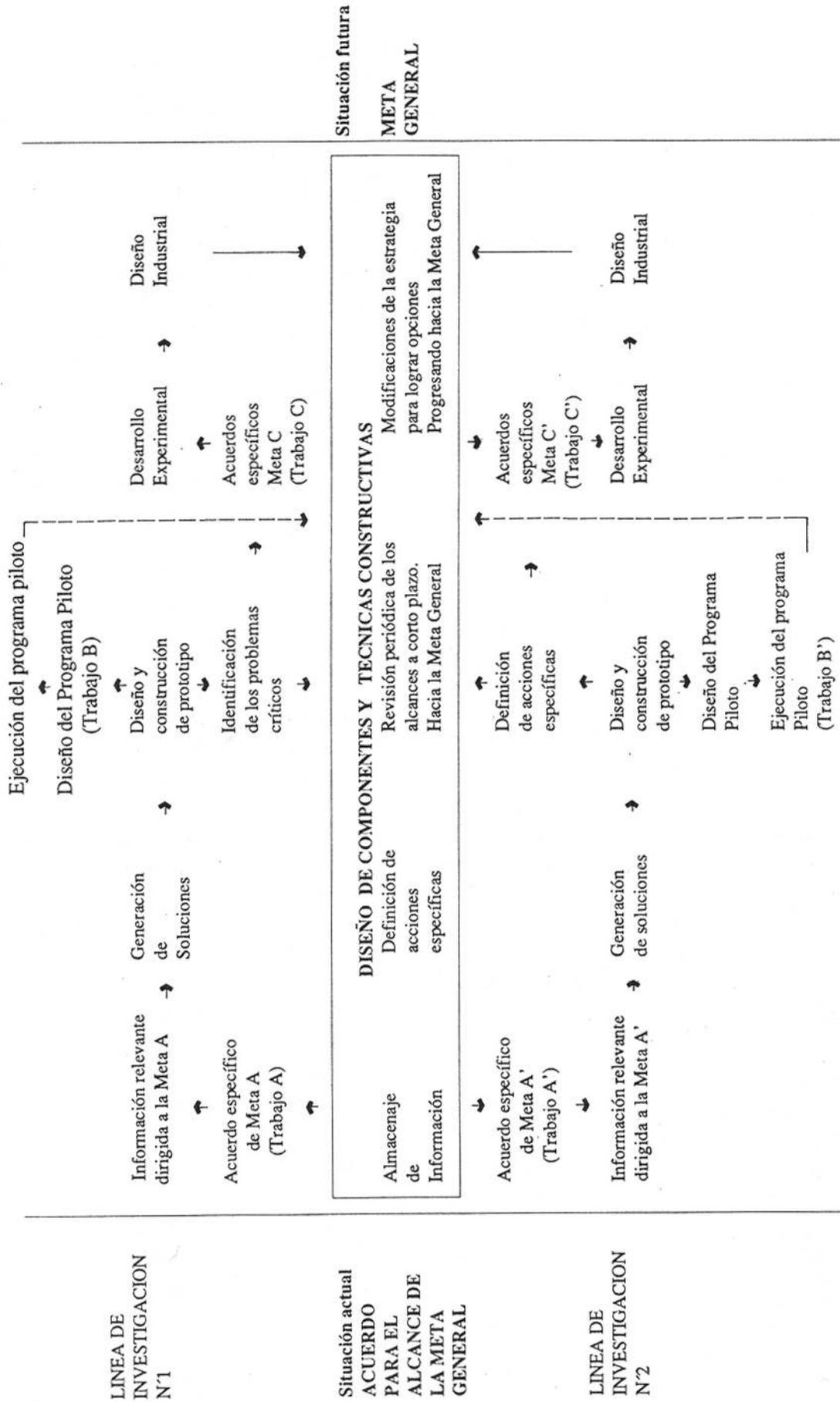
Y por último se incluye un conjunto de resultados de esta fase inicial de la investigación así como algunas consideraciones que deben tomarse en cuenta en la planificación de la segunda fase del trabajo.

## 2. TECNICAS CONSTRUCTIVAS DE CAPAS DE MORTERO ARMADO

Las técnicas constructivas de capas de mortero armado se han venido utilizando tradicionalmente en la conformación de tabiques de friso armado, de cielo raso y entrepiso. Consisten fundamentalmente en la utilización de mallas metálicas sobre las cuales se proyecta mortero para conformar las capas resistentes

Estas técnicas utilizan una serie de procedimientos constructivos de acuerdo a la variedad de productos metálicos empleados para el soporte del mortero y a su

**ESQUEMA DE ESTRATEGIA**



relación con los elementos estructurales empleados en la conformación de los cerramientos. El procedimiento constructivo usualmente utilizado para la conformación de componentes resistentes en base a capas de mortero armado, constan de una estructura ligera recubierta por ambas caras de mortero proyectado sobre una malla metálica.

Las técnicas constructivas empleadas en la elaboración de las capas de mortero dependen del tipo de malla metálica utilizada de base, la cual varía de acuerdo a una serie de productos laminares metálicos, esta malla permite la adherencia del mortero de cemento. Estos productos metálicos pueden ser: láminas de metal desplegado, autocimbras, láminas de acero troquelados, o mallas de alambre delgado combinados con láminas de papel asfáltico o parafinado para soportar el lanzamiento del mortero.

- Las mallas metálicas: retículas prefabricadas conformadas por alambres estriados en frío y soldados. Se obtienen en diámetros, tamaños y calidades comerciales. Se utilizan con ventaja en los sistemas de construcción de concreto armado donde la contribución del armado es más eficaz que la de las barras más gruesas con mayor espaciamiento.

- El metal desplegado: tela metálica obtenida por el desplegado en frío de una plancha maciza de acero. El metal desplegado no tiene juntas ordinarias ni soldadas, y con ella se obtiene una distribución del armado en todas direcciones. Generalmente se suministran en hojas planas de gran tamaño y son más manejables en la obra que los rollos de mallas metálicas.

- Las autocimbras: enlatados suministrados en hojas o en láminas planas intercaladas en una serie de nervios macizos entre los cuales se estampa, perfora o deforma el metal para formar la malla abierta. El tamaño de esta lámina no debe ser muy grande para evitar el paso de la mezcla de concreto a través de los espacios. Este material se suministra pintado o galvanizado. La autocimbra debe ser elegida de manera que tenga la resistencia suficiente para soportar las cargas debidas al concreto húmedo, de no ser así deberá apuntalarse durante este proceso.

- Las láminas de acero troquelado: se utilizan como encofrado perdido para losas o placas de concreto armado de pequeñas luces.

En cuanto a los elementos resistentes que se utilizan en los procedimientos constructivos, se distinguen principalmente dos enfoques:

a.- Procedimiento donde la función resistente es independiente de las capas de mortero armado; la cual es cumplida por entramados de madera o de acero para el caso de los elementos verticales (paredes), o por la utilización de nervios para los elementos horizontales (entrepisos y techos).

b.- Procedimiento donde las capas de mortero resistente se integran a unas mallas de soporte conformando una jaula metálica resistente.

A manera de ejemplo se mencionan algunos procedimientos constructivos que trabajan bajo los dos mencionados:

#### **Procedimiento con estructura independiente:**

Enlatados nervados Nerlat y Nergalto. Procedimiento Kaiso, Procedimiento Stucanet y Sistema Salvy:

- Enlatados nervados Nerlat y Nergalto: Metal desplegado producido en hojas tipificadas que pueden fijarse a envigados metálicos o sobre viguetas de concreto. También pueden usarse como encofrado perdido en losas macizas.

- Procedimiento kaiso: Técnica utilizada para la conformación de muros, la cual se basa en el armazón de una cajón metálico sobre el cual se proyecta en su cara exterior un mortero pobre de 3 cm de espesor, y por su cara interior un enlucido de yeso de 2 cm de espesor.

- Procedimiento Stucanet: Basado en la técnica de yeso proyectado; el tablero de Stucanet permite realizar fácilmente tabiques sencillos o dobles, y no se limita a su recubrimiento. Contra el soporte de Stucanet se proyecta un guarnecido de mortero de 3 cm y contra el soporte interior un enlucido de 2 cm de espesor.

- **Sistema Salvy:** El sistema estructural está constituido por mallas espaciales en base a tubos, sobre las cuales se coloca una membrana metálica que permite el vaciado del mortero asfáltico o del concreto, según sea el caso. Estas mallas cumplen función de entrepiso o de cubiertas. Colgando de estas mallas espaciales se ubican los tabiques los cuales son muy esbeltos. Están conformados por una lámina de poliuretano de 2" de espesor, sobre la cual se coloca a ambos lados una tela metálica muy fina cosida entre sí a través del material aislante. Posteriormente se realiza el frisado de ambas caras, obteniéndose un tabique de mínimo espesor y con excelentes condiciones mecánicas.

#### **Procedimiento con estructura integral:**

Estructura J.K., Impac-Panel y Procedimiento TNB:

- **Estructura J.K.:** El sistema de estructura J.K. está basado en el ensamblaje de paneles de metal expandido los cuales constituyen el esqueleto de la vivienda. El panel que conforma la estructura permite obtener una estructura tridimensional de 2.50 m. de longitud por 1.20 m. de ancho y espesor de 0.08 m. Estructura metálica resultado del corte y doblado de una lámina plana de acero. Una vez que la vivienda está totalmente ensamblada (incluyendo el techo), la estructura se cubre con una malla muy fina, la cual sirve de soporte del concreto liviano proyectado.

- **Impac-Panel:** El módulo base del sistema constructivo está conformado por una jaula de acero en la cual se incorpora un relleno de poliestireno expandido. El recubrimiento del panel está constituido por una mezcla pastosa de cemento portland el cual es proyectado o aplicado manualmente a ambos lados del panel. El resultado obtenido es una pared de concreto reforzado de excelente capacidad portante. Los paneles pueden ser usados como cerramiento de techo.

- **Procedimiento TNB:** Está basado en la tecnología de hormigón colado con refuerzo incorporado, para la conformación de elementos verticales (muros). El refuerzo metálico del muro consta de tres elementos básicos: módulo, regleta y malla soldada. Estos refuerzos metálicos son enlazados y soldados entre sí

para conformar el esqueleto de los muros. Adicionalmente la jaula metálica sirve de soporte del concreto proyectado, el cual se hace por vía húmeda.

### **3. PROPUESTA CONSTRUCTIVA UTILIZANDO CAPAS DE MORTERO ARMADO**

Seguidamente se mencionan los criterios básicos manejados en el desarrollo del procedimiento constructivo en estudio, y luego las consideraciones planteadas para la conformación de los elementos tanto horizontales como verticales de la edificación.

- **Procedimiento constructivo orientado al desarrollo progresivo de las edificaciones,** partiendo de los niveles mínimos de habitabilidad hasta la consolidación definitiva. Su lógica constructiva debe simplificar los procesos de trabajo para permitir la participación de una mano de obra no calificada.

- **Búsqueda de una estructura donde el armazón metálico y las capas de mortero armado trabajen en forma integral.** Los elementos resistentes se conforman mediante la integración de las caras formadas por las capas de mortero armado con las mallas de soporte.

- **Armazón metálico constituido por una "malla de soporte" estructural y una "malla base" que sirve de soporte de la capa de mortero.**

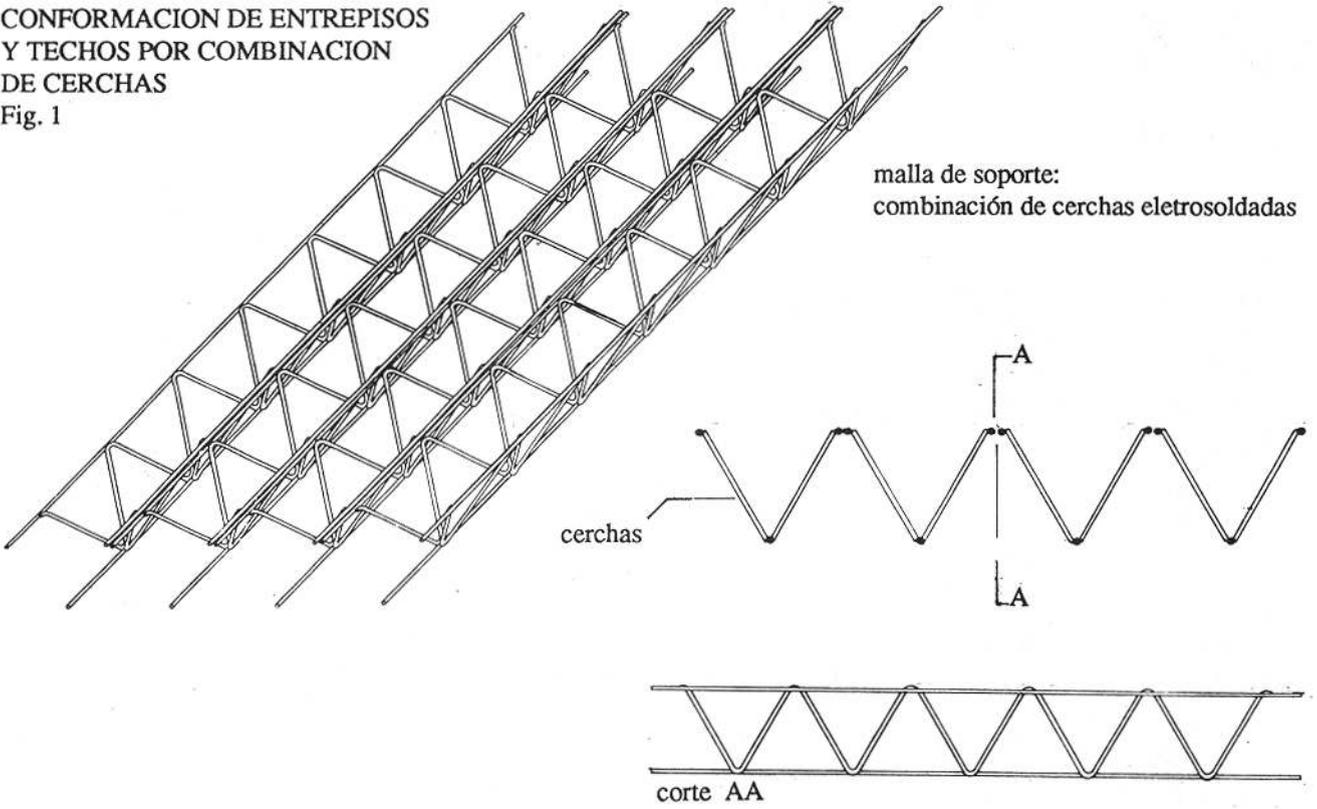
- **Para la malla soporte se propone dos posibilidades:**
  - a.- la combinación de cerchas electrosoldadas
  - b.- El uso de mallas electrosoldadas plegadas.

- **Para la malla base que soporta el lanzamiento del mortero se propone utilizar mallas electrosoldadas de alambres galvanizados delgados, combinados con papel asfáltico, papel parafinado o tela de polipropileno.** Malla que se desarrollará para su uso generalizado en la construcción.

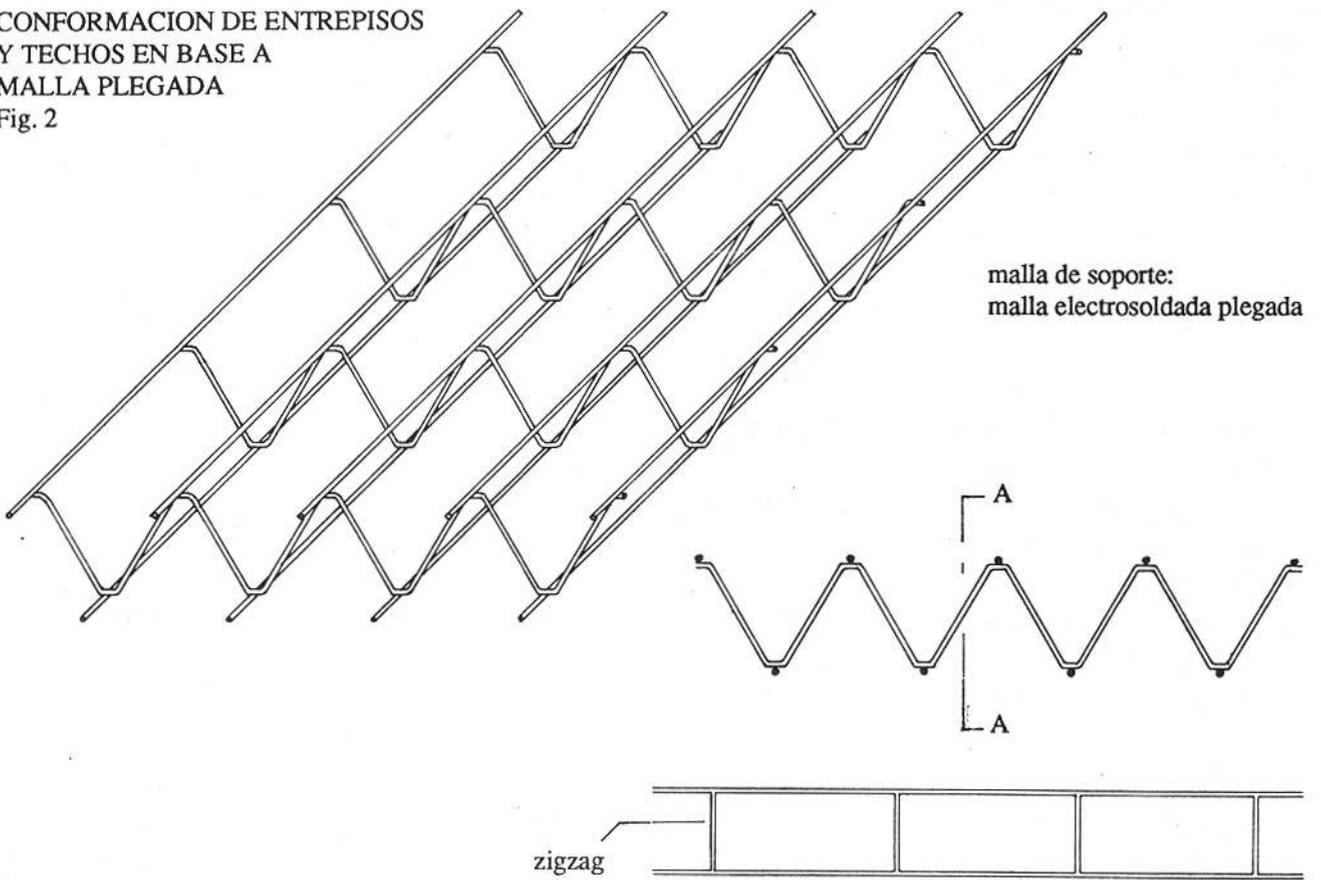
#### **3.1. Elementos horizontales**

Para la conformación de la malla de soporte de los elementos portantes horizontales se plantea la alternativa del uso combinado de cerchas electrosoldadas o el desarrollo de una malla electrosoldada plegada (Ver figuras 1 y 2). En el caso de

CONFORMACION DE ENTREPISOS  
Y TECHOS POR COMBINACION  
DE CERCHAS  
Fig. 1



CONFORMACION DE ENTREPISOS  
Y TECHOS EN BASE A  
MALLA PLEGADA  
Fig. 2



las cerchas electrosoldadas su disposición continua conforma una red espacial triangulada en ambas direcciones. En el caso de la malla electrosoldada plegada la triangulación se forma en una sola dirección siendo necesario la incorporación de barras de refuerzo transversal.

Para la conformación de las cara superior e inferior de la losa se plantean algunas variantes de acuerdo a los distintos productos utilizados como malla base del mortero:

a.- Utilización del metal desplegado: lámina que no requiere de elementos adicionales para el soporte del mortero; el problema clave de esta variante es la colocación del metal desplegado por debajo de los aceros superiores de la malla de soporte (Ver figura 3)

b.- Utilización de lámina galvanizada, lámina delgada de acero galvanizada que se coloca en forma de bovedilla para recibir el peso del mortero.

c.- Utilización de malla electrosoldada de alambre delgado galvanizado. El uso de esta malla requiere de su combinación con una lámina adicional para el soporte del lanzamiento del mortero; en este caso se plantea el uso del papel asfáltico o tela de polipropileno.

### 3.2 Elementos verticales

Para la conformación del elemento portante vertical, al igual que los elementos horizontales, se proponen dos variantes: la primera contempla la malla soporte constituida por una malla plegada reforzada verticalmente y adosadas a ambas caras de este armazón se ubican las mallas bases que permitirán la incorporación del mortero correspondiente, el cual suministrará la rigidez y acabado final al elemento (Ver figura 4).

La segunda variante se basa en la utilización de cerchas electrosoldadas localizadas verticalmente a distancias equidistantes para conformar la malla de soporte y sobre las cuales se colocarán las mallas base del mortero de ambas caras de la pared (Ver figura 5). Ambas variantes permiten reforzar ciertas zonas del

elemento portante vertical, colocando acero adicional y vaciando concreto para construir edificaciones de más de un piso.

## 4. MODELOS ELABORADOS

Para la evaluación de estas técnicas constructivas en base a capas de mortero armado para conformar elementos portantes y de cerramientos, se elaboran una serie de modelos-prototipos destinados a resolver y evaluar los aspectos constructivos del proceso de producción.

Los modelos elaborados están referidos en primer término a los elementos horizontales, en segundo lugar a los elementos verticales, y por último a la construcción del prototipo.

### 4.1 Elementos horizontales

Las soluciones planteadas en este trabajo para elementos portantes horizontales se desarrollan solamente para cargas de entresijos, dejando para una fase posterior las soluciones de elementos de techo no planos.

El entresijo se concibe como un elemento estructural que trabaja a flexión en una dirección. La luz libre considerada entre apoyos es de 3,60 mts.

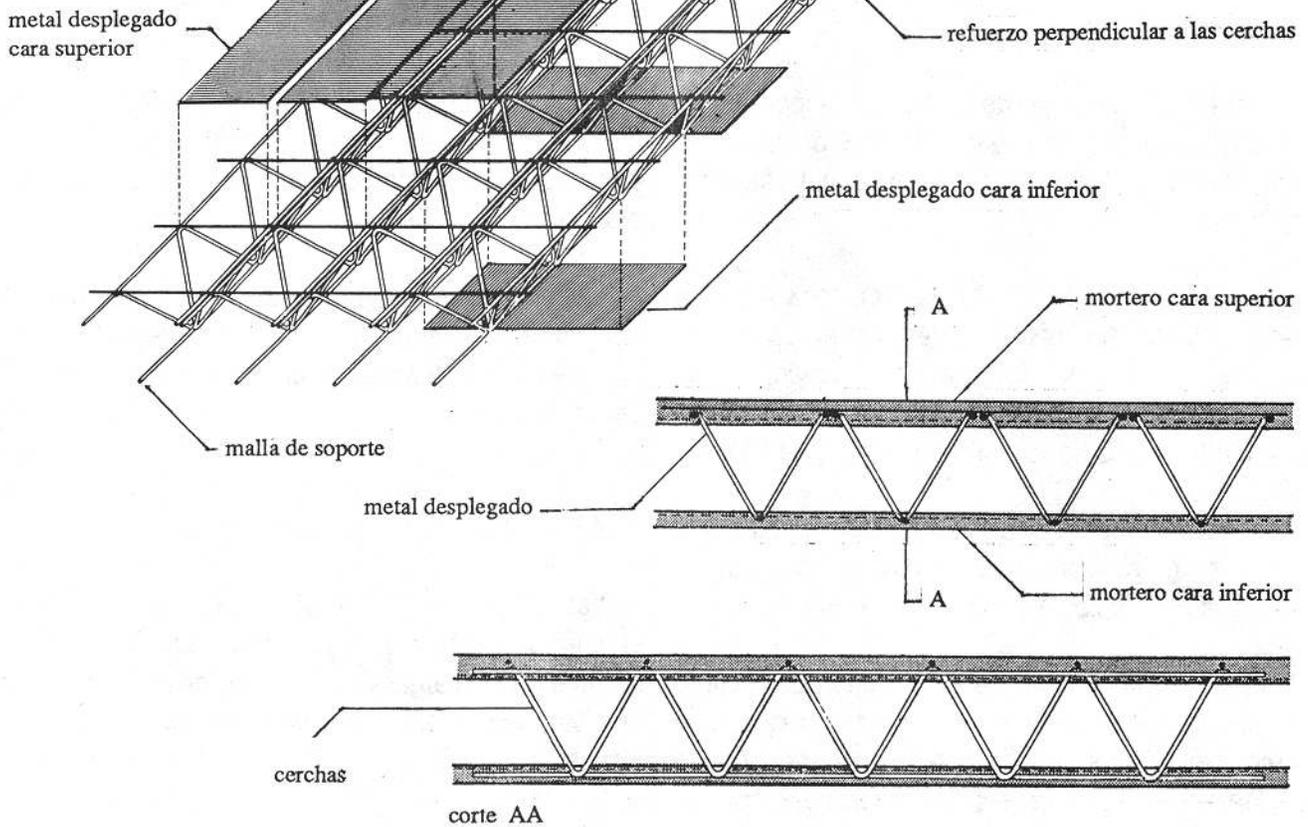
Las cargas de diseño consideradas para el entresijo son: tabiquería 100 kg/m<sup>2</sup>, acabado de piso 100 kg/m<sup>2</sup> y sobrecarga 175 kg/m<sup>2</sup>.

La construcción del entresijo se plantea en dos etapas, la primera corresponde a la elaboración de una superficie preformada que funcionará como encofrado colaborante y, la segunda contempla la conformación definitiva de la losa mediante el vaciado del concreto en sitio. La superficie requerida para la conformación de la losa se logra mediante la sumatoria de piezas preformadas. La elaboración de estas piezas incluye primeramente la conformación de un armazón metálico en base a cerchas electrosoldadas y mallas metálica, para luego realizar el proceso de encamisado de la malla mediante capas de mortero. Las piezas preformadas se elaboran a pie de obra, en posición

**CONFORMACION DE ENTREPISOS Y TECHOS POR COMBINACION DE CERCHAS**

Variante: Metal desplegado

Fig. 3



invertida a su forma definitiva de trabajo en la edificación. Ellas incorporan el acero inferior de los nervios de la losa (Ver fotografía 1)

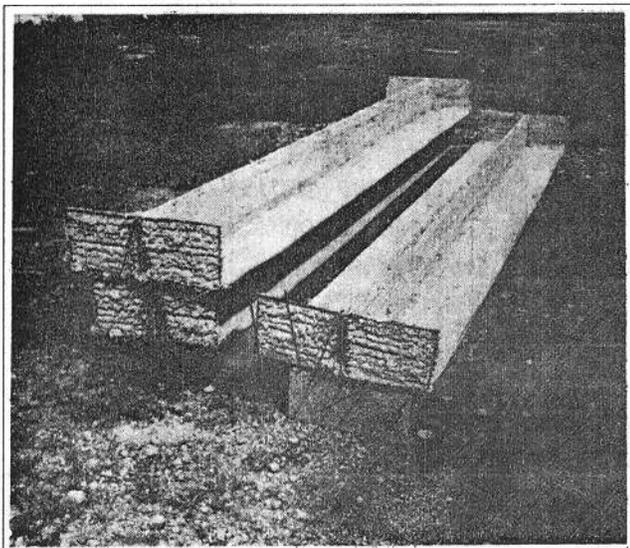
En la elaboración de los modelos de entepiso para producir la superficie preformada se consideran diversas maneras de afrontar la modalidad constructiva:

- a.- Proceso de encamisado a pie de obra para producir piezas.
- b.- Proceso de encamisado en sitio definitivo de la obra.

Con la primera modalidad constructiva utilizada se trata de resolver dos aspectos básicos:

1.- disminuir el peso de la pieza preformada con el fin de obtener una pieza cuyo peso permita su maniobrabilidad con cierta facilidad por parte del usuario, sin la necesidad de utilizar equipos especiales y,

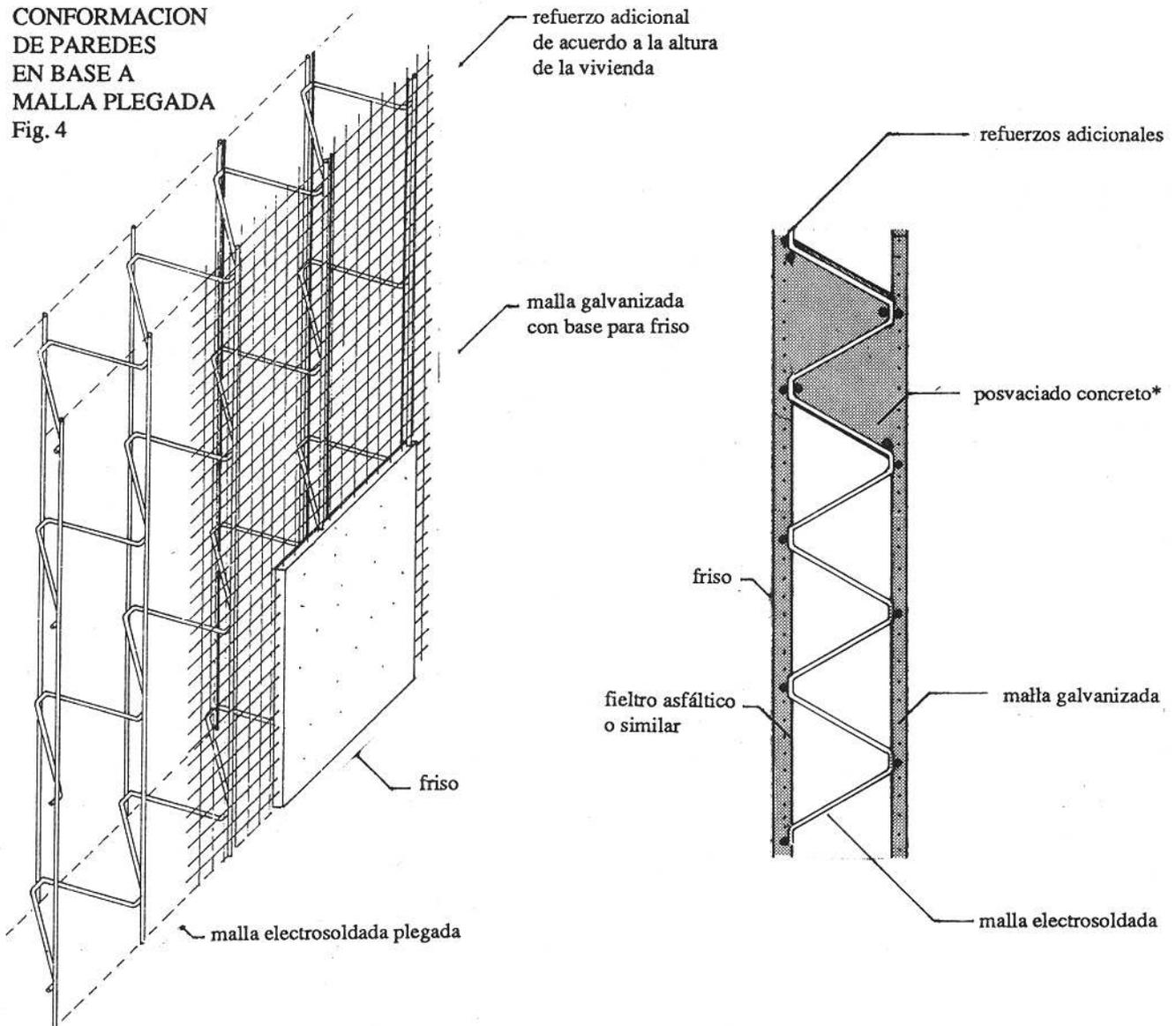
2.- ajustar la técnica de colocación del encamisado a fin de lograr el mínimo espesor, entre 10 y 15 mm, lo cual se revierte lógicamente en la variable peso.



Fotografía N° 1

**CONFORMACION DE PAREDES EN BASE A MALLA PLEGADA**

Fig. 4



\*Nervios de refuerzo de acuerdo a la altura de la vivienda

**4.2 Elementos verticales**

La producción de los elementos verticales se realiza utilizando la modalidad del encamisado en sitio. Los elementos verticales producidos se agrupan en dos tipos según la función que cumplen dentro de la edificación:

- Elementos de pared-portante y
- Elementos de cerramientos

Los elementos pared-portante tienen función estructural por cuanto recibirán las cargas que soportan las losas para transmitir las a las fundaciones y, los elementos de cerramientos funcionan simplemente como tabiquería.

**4.3 Proceso Constructivo del Prototipo**

Una vez concluida la elaboración de los diferentes modelos verticales y horizontales que pueden conformar una unidad habitacional, se procede a construir un prototipo donde se resuelven los diferentes detalles de unión planteados entre estos elementos. Para ello, el proceso de producción seguido en la construcción del prototipo utilizando la técnica de capas de mortero consta de las siguientes etapas:

- Acondicionamiento del terreno
- Excavación de una franja de aproximadamente 0,30 mts de ancho y 0,30 mts de profundidad donde se ubican los aceros correspondientes a la viga de

fundación y los aceros de arranque de los elementos verticales (portantes y de cerramientos).

- Colocación y apuntalamiento de la malla de soporte vertical. Existen dos posibilidades para la conformación de esta malla de soporte: utilizando cerchas electrosoldadas ubicadas a una separación constante o utilizando la malla plegada.

El primer caso, utilizado para la conformación de las paredes-portantes, se siembran en forma intercaladas las cerchas encamisadas con las cerchas reforzadas con el metal desplegado, separadas cada 1,00 mts.

El segundo caso, utilizado para la conformación de elementos de cerramientos no portantes, se siembra la malla plegada a todo lo largo de la franja de fundación.

- Preparación y vaciado del concreto de la viga de fundación.

- Conformación de las caras exterior e interior del elemento pared mediante la colocación y amarre del metal desplegado (malla base), colocando previamente una lámina de anime, la cual servirá de soporte posterior para la colocación del encamisado.

- Proceso de encamisado del elemento vertical el cual se realiza en forma manual. Se procede a ejecutar

dos capas de mortero para lograr el acabado liso del cerramiento.

- Colocación del refuerzo (cercha electrosoldada) que conforma la viga de corona del elemento pared-portante, y amarre correspondiente con los aceros salientes tanto de los elementos verticales como horizontales.

- Colocación y apuntalamiento de las piezas preformadas de entepiso las cuales se apoyan sobre la pared-portante.

Nota: en la construcción del prototipo no se considera la variante del encamisado en sitio.

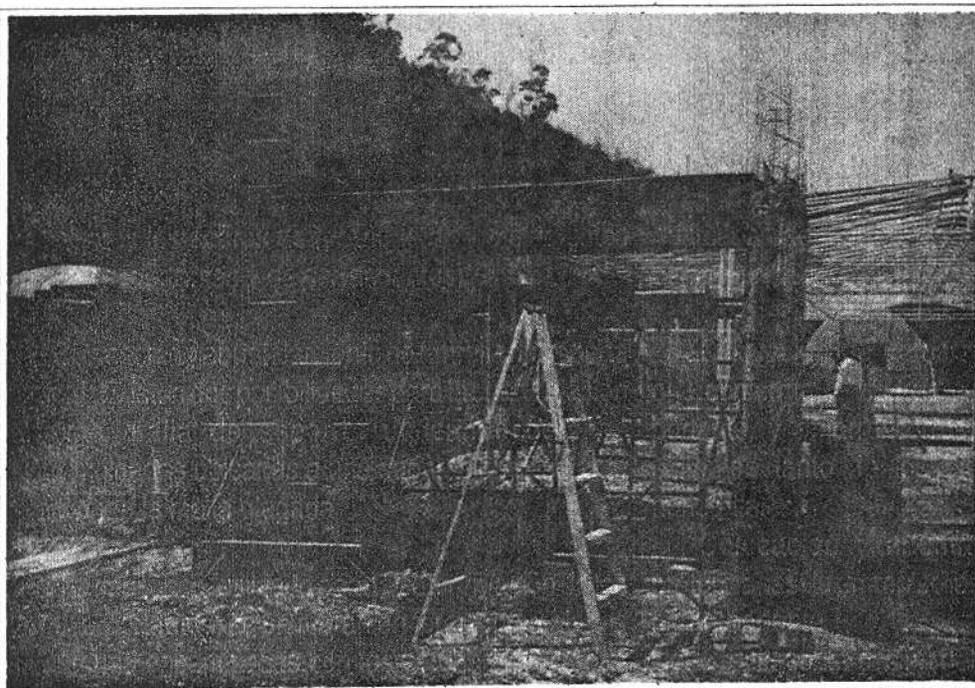
- Colocación de la malla de repartición (acero superior) de la losa

- Vaciado del concreto de la losa de entepiso y viga de corona

La experiencia del proceso constructivo se evalúa a través del prototipo, el cual permite visualizar los detalles constructivos propuestos, así como la dificultad de las operaciones requeridas para la aplicación de las técnicas de capas de mortero armado. (Ver fotografías 2 y 3)

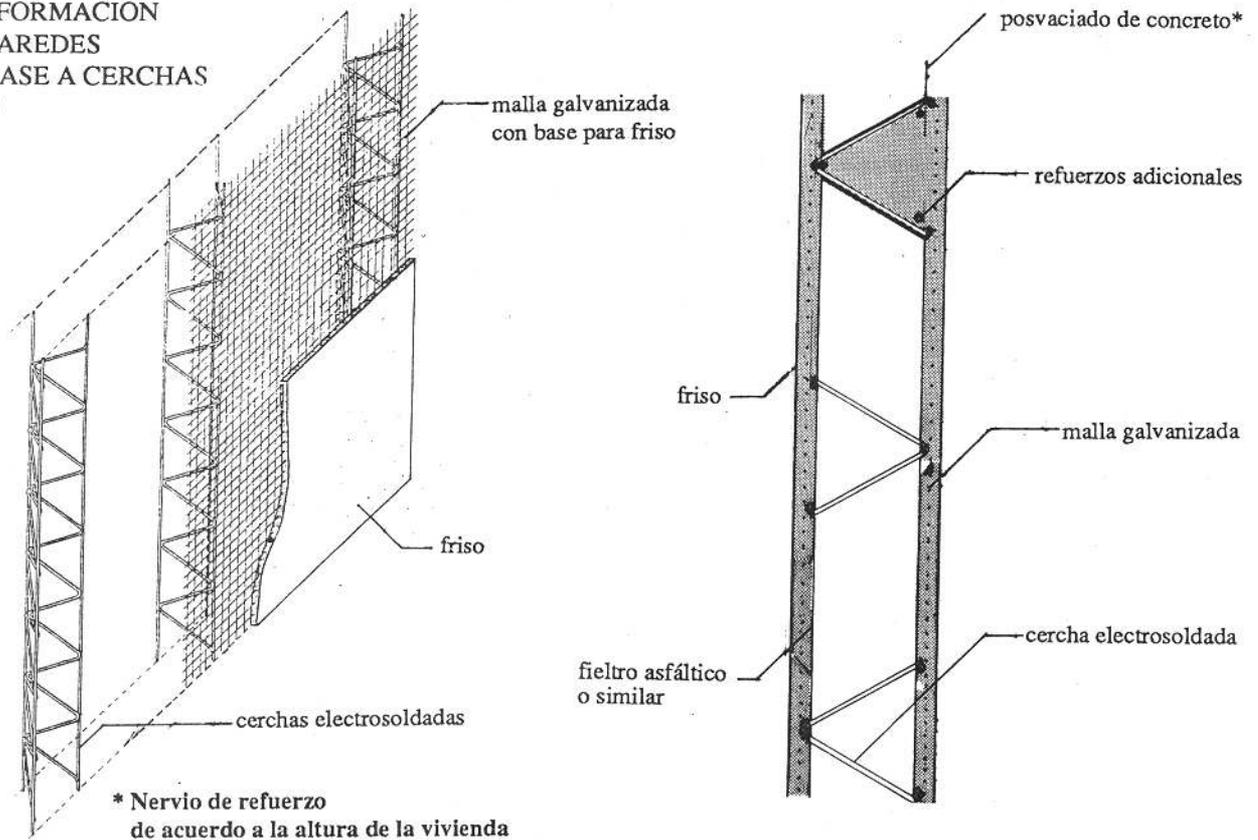
## 5. RESULTADOS FINALES

El conjunto de resultados a continuación presentados están relacionadas con las características, proceso de elaboración y acabado, de los modelos construídos con

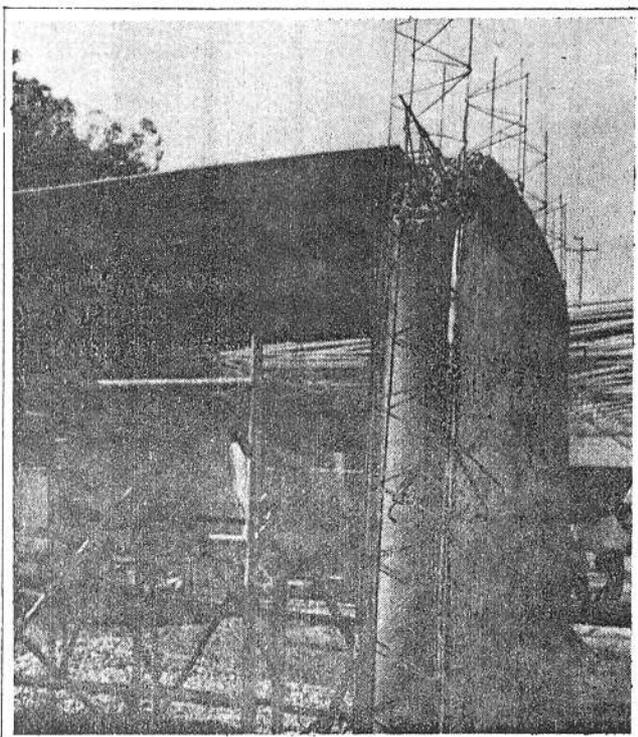


Fotografía N° 2

CONFORMACION DE PAREDES EN BASE A CERCHAS  
Fig. 5



Fotografía N° 3



la técnica de capas de mortero armado. En ellas se establecen los logros obtenidos a lo largo de la experiencia desarrollada, al igual que aquellos aspectos que son necesarios considerar en la próxima fase del proyecto de investigación.

- Como se menciona en la introducción del trabajo, esta fase del proyecto de investigación ha sido afrontada bajo el enfoque de producción de superficies preformadas que mediante una determinada técnica puedan producirse elementos verticales y horizontales para conformar espacios para uso habitacional; no constituye el desarrollo de un sistema constructivo.

- La elaboración de los modelos ha estado orientada básicamente a afrontar los siguientes aspectos:
  - a- obtener piezas preformadas de entrepiso con pesos apropiados para el manejo por parte de los usuarios, sin utilizar equipos especiales de izamiento.
  - b- solucionar las dificultades afrontadas en la técnica de ejecución del encamisado, y
  - c- simplificar las operaciones requeridas en el proceso de elaboración y ensamblaje de los elementos de entrepiso y pared-portante.

- El proceso de encamisado ya sea del armazón metálico en el sitio definitivo de la obra o a pie de obra debe realizarse manualmente.

- Las piezas preformadas de entrepisos presentan la capacidad y rigidez necesaria tanto para su maniobrabilidad en el almacenaje y ensamblaje, como para el soporte del concreto fresco posteriormente vaciado para completar la losa. Adicionalmente las piezas preformadas de entrepiso producidas utilizando encofrado de madera son geométricamente más exactas.

- La mano de obra requerida para la ejecución de esta técnica requiere de la habilidad del operario para la colocación del mortero. Si los elementos constructivos van a ser producidos por los propios usuarios, ellos requieren de cierto entrenamiento en la preparación y aplicación de la mezcla

- Existen una serie de aspectos manejados en esta fase del trabajo que requieren seguir desarrollándose a fin de obtener otras soluciones viables, a saber:

Las mallas metálicas utilizadas en los modelos verticales requieren de una superficie adicional de soporte (lámina de anime) para lograr la uniformidad en los espesores de la capa de mortero, espesores constantes y delgados entre 10 y 15 mm. Esto debido a que las aberturas de las mallas dejaban pasar a su cara posterior un gran porcentaje de la mezcla de mortero, contribuyendo al aumento del espesor de la capa.

Por ello, uno de los aspectos fundamentales a resolver en próximas fases del estudio, es el lograr una superficie de soporte adecuada para la ejecución del encamisado de la malla metálica de los elementos verticales, sin necesidad de utilizar la lámina de anime. Una vía es insistir en la posibilidad de utilizar un material como el "Stucanet" (malla metálica que incorpora lámina de papel asfáltico) o similar.

Adicionalmente, en el planteamiento de la segunda fase de la investigación deben ser considerados aspectos no evaluados hasta el momento, de los cuales mencionamos algunos de ellos:

- No se estudiaron a profundidad los aspectos relacionados con la formulación de la mezcla más apropiada para el uso de la técnica de capas de mortero; ellos deberán ser incluidos en fases posteriores de la

investigación, en las que se analizarán: las dosificaciones del mortero para los diferentes tipos de mezcla a utilizar, plasticidad requerida del mortero para su colocación, posibilidades de utilizar morteros reforzados con diversos materiales, pruebas de campo para evaluar la resistencia del mortero (por ejemplo, al impacto, a la vibración), entre otros.

- En las fases del trabajo también se deberá contemplar el desarrollo de elementos preformados de forma ondulada para ser utilizados en techos, aprovechando la rigidez que la malla adquiere al darle configuraciones diferentes a la plana.

En el proceso de continuidad del proyecto de investigación global se plantean diferentes líneas de acción, a saber:

a.) Como resultado de la primera fase de la investigación se obtiene un cúmulo de información relacionada con los criterios de usos de la técnica de capas de mortero, que sirven para las bases de la elaboración de un manual de construcción para los usuarios, el cual puede ser aplicado en el desarrollo de un programa piloto de construcción (**Trabajo B del esquema de Estrategia**).

El manual de construcción contempla aspectos referentes a:

- memoria descriptiva correspondiente a la información general de la técnica constructiva, criterios de uso y proceso de construcción.

- documentación gráfica de los detalles y uniones de la solución constructiva

- proceso constructivo, organización y secuencia de actividades

- factores de proceso de trabajo: mano de obra, insumos y herramientas.

b) Así mismo, se plantea un programa de desarrollo experimental con la técnica constructiva, para evaluar el comportamiento de los materiales y conjunto estructural (**Trabajo C del Esquema de Estrategia**).

Marzo 1989

# LA CUBIERTA ESPACIAL "SIEMET": SUS COMPONENTES, TECNOLOGIA DE PRODUCCION Y MONTAJE

Sonia Cedrés de Bello (\*)  
Josef Dragula (\*\*)

(\*) Profesor Agregado. Investigador en el Area de Desarrollo Experimental del IDEC, FAU, UCV, desde 1982.

(\*\*) Profesor Titular, Investigador del IDEC, FAU, UCV, desde 1978.

## RESUMEN

La cubierta espacial "SIEMET" está formada por tramas tubulares de acero con apariencia homogénea, sus elementos primarios están conformados por barras las cuales son de diferentes tipos de acuerdo a sus dimensiones, ubicación y función dentro de la trama.

Esta cubierta presenta una forma de apoyo, la cual obedece al cerramiento integral del espacio, por lo tanto es adaptado al diseño y función de la edificación.

En este trabajo se analizan los distintos componentes de la trama, los tipos de barras y sus características, así como su forma de ensamblaje y montaje en su sitio definitivo en el espacio, utilizando como caso de estudio el proyecto de una edificación deportiva donde se aplicó el sistema.

## CONTENIDO :

- 1 - Introducción
- 2.- Descripción Técnica
- 3 -Tecnología de Producción y Montaje
- 4 - Consideraciones Generales
- 5 - Bibliografía.

## 1.- INTRODUCCION.

La cubierta espacial "SIEMET" (Sistema de Estructura Metalica Tubular) está formada por tramas tubulares de acero cuyos elementos primarios están conformados por barras, que a pesar de su apariencia homogénea en conjunto, son de diferentes tipos de acuerdo a sus dimensiones, ubicación y función dentro de la trama.

Esta cubierta presenta una forma de apoyo, la cual obedece al cerramiento del espacio, por lo tanto es adaptado al diseño y función de la edificación, integrándose los aspectos de estructura y arquitectura.

En este trabajo se analizan los distintos componentes de la trama, los tipos de barras y sus características, así como sus formas de ensamblaje y montaje en su sitio definitivo en el espacio. Como caso de estudio se seleccionó el proyecto de una edificación deportiva, como es el Gimnasio para 5.000 espectadores, realizado por la Empresa Universitaria TECNIDEC en 1987 para la Empresa RECORDSPORT.

### Descripción del caso de estudio.

La edificación seleccionada como caso de estudio presenta estructuralmente dos cuerpos: el cuerpo base de la edificación y la cubierta. Las características de la cubierta son las siguientes: es de forma abovedada en su sección transversal, formada de 6 módulos romboidales (módulo de trama) de 8.8 m. de largo lo cual da una luz libre de 52.8 m. Su planta es rectangular de 52.8 x 64.8 m. con un área de 3.700 m<sup>2</sup>. y un peso de 32.630 Kg. (8.8 Kg/m<sup>2</sup>). Esta cubierta está apoyada en 18 soportes de concreto (9 de cada lado) separados cada 7.2 m. entre los soportes centrales y 10.8 m. en los extremos (Fig. 1).

El cuerpo base de la edificación es de concreto armado, formada por 4 cajones ubicados en las esquinas, entre ellos en sentido longitudinal se ubicaron 10 soportes apertados (5 de cada lado) para apoyo de las gradas longitudinales y de la cubierta, y en sentido transversal, 8 soportes (4 de cada lado) para el apoyo de las galerías transversales y mezzanina. (Fig. 2).

Los cajones de las esquinas sirven de elementos rigidizadores de todo el conjunto, para absorber las cargas tanto verticales como horizontales en todas las direcciones, y garantizar la estabilidad de la cubierta; además de alojar internamente espacios funcionales (Fig. 3).

Los cajones y unidades de soporte están fundados directamente sobre 3 cimientos longitudinales y transversales ligados entre sí ortogonalmente por riostras, produciendo presión uniforme sobre el suelo.

El cuerpo base está diseñado para recibir las cargas en todos los sentidos y amortiguar las vibraciones producidas en la cubierta por efecto del viento. Estas vibraciones son acentuadas, por ser cubierta abierta por sus dos superficies (superior e inferior). Paralelamente existen cargas vivas provenientes del gran número de espectadores ubicados en las gradaderas, las cuales son apoyadas también en las pantallas de concreto.

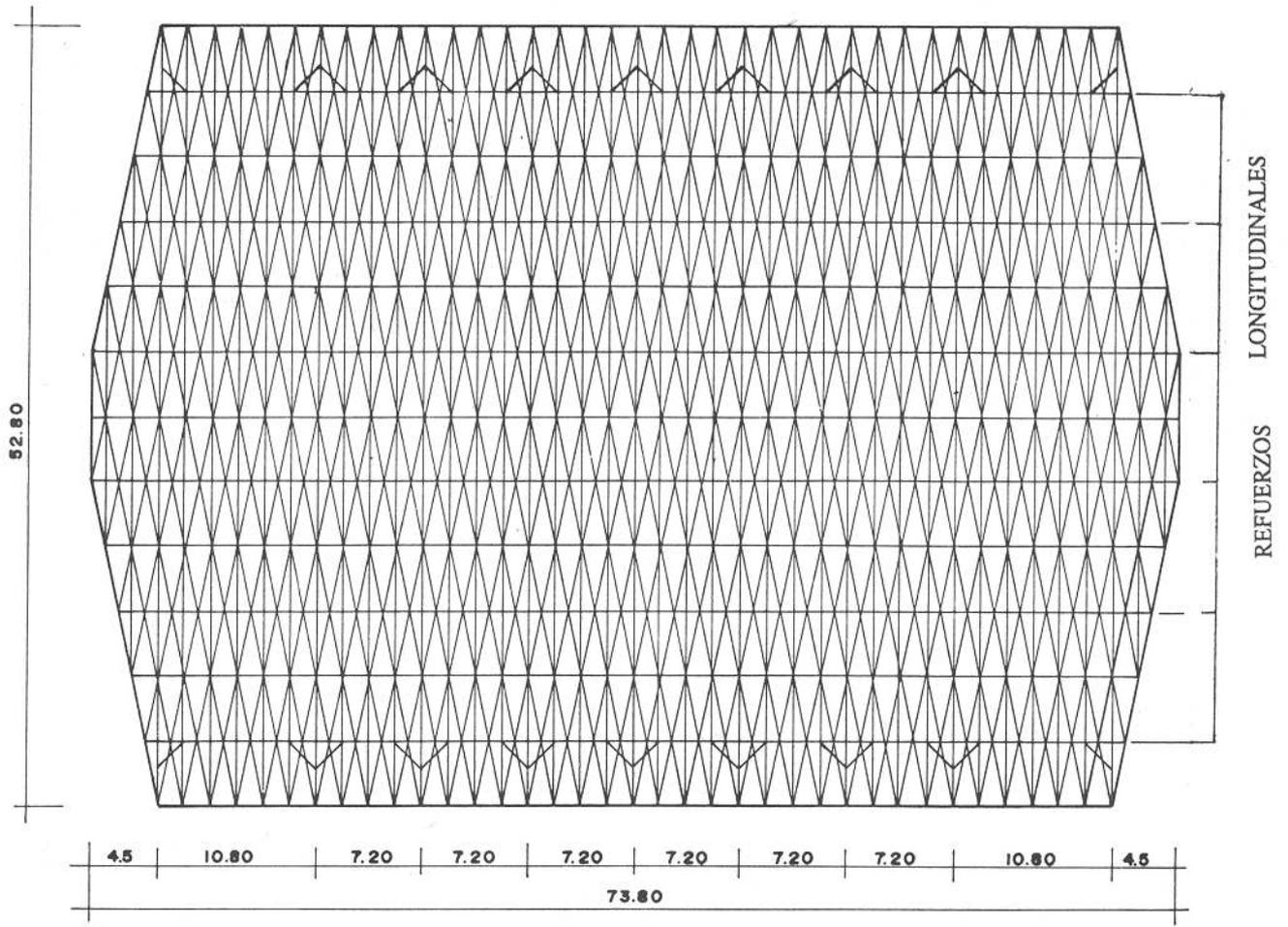
### Comportamiento estructural de la cubierta.

En este caso donde la cubierta es abierta por ambas caras (superior e inferior) las cargas por efecto del viento y succión son superiores (aprox. 8 veces) al peso propio. La cubierta está diseñada para eliminar la torsión producida por ese efecto, mediante refuerzos transversales adicionales que reparten la carga en los apoyos; las barras de la trama paralelas a los refuerzos transversales en ambos lados de los ejes, se incorporan al apoyo como refuerzos secundarios. Se produce un efecto de compresión en la cara externa de la trama y de tracción en las barras inferiores de refuerzos. (Ver Fig. 4).

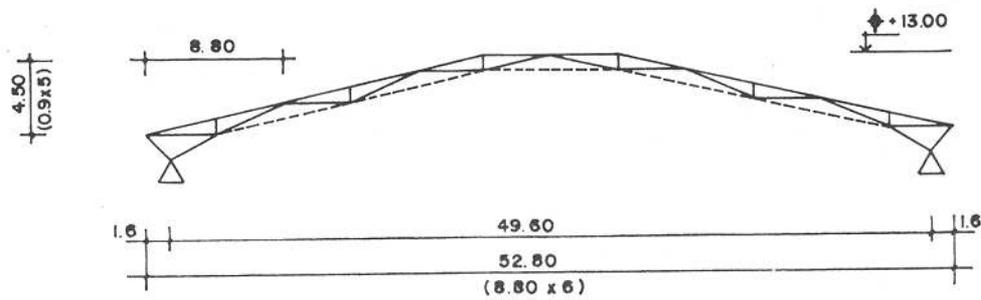
## 2.- DESCRIPCION TECNICA.

El "SIEMET" es un sistema de cubierta espacial que forma un entramado de una sola capa con barras en tres direcciones con nodos fijos y barras adicionales de conexiones, rigidizado en dos direcciones ortogonales. La trama se forma al unir diferentes componentes tubulares producidos en taller y ensamblados en la obra

FIG. 1  
CUBIERTA GIMNASIO 5000 ESPECTADORES



PLANTA



CORTE TRANSVERSAL

PLANTA DE LA ESTRUCTURA DEL GIMNASIO  
FIG. 2

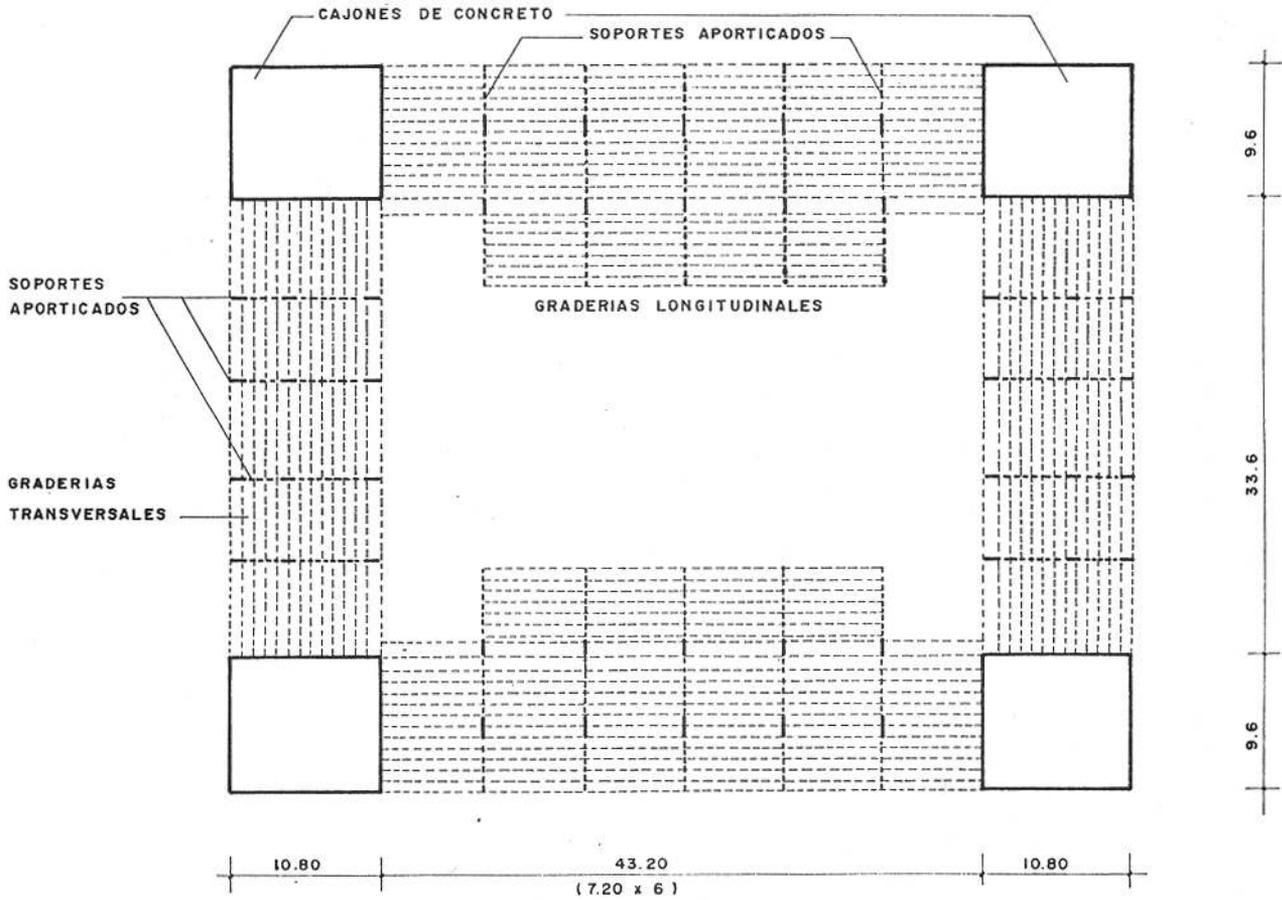


FIG. 3  
DETALLE DE LA ESTRUCTURA

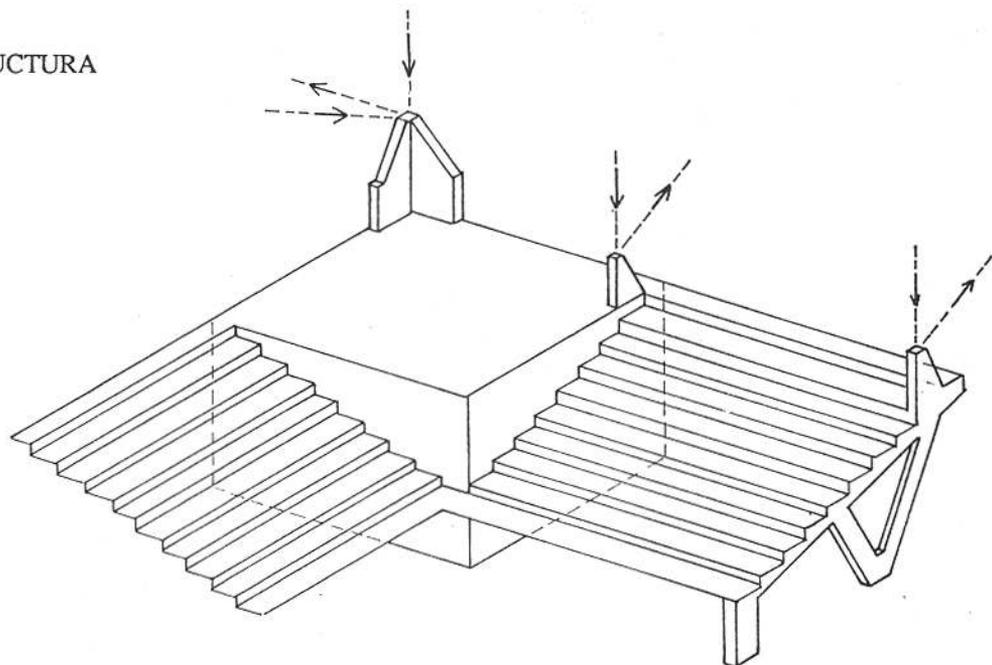
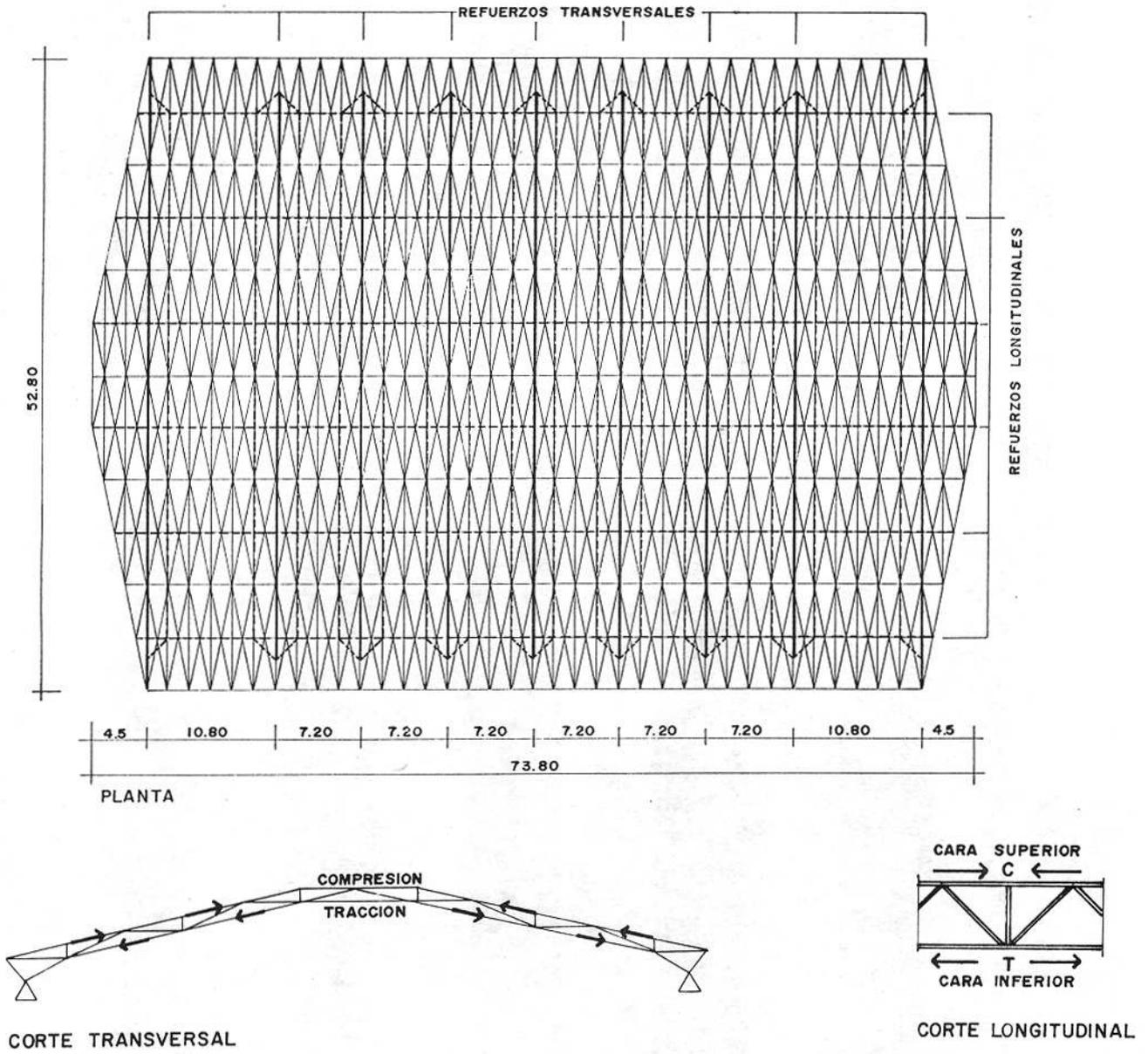


FIG. 4  
COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA CUBIERTA



MODULO ROMBOIDAL: BASE MODULAR DE LA TRAMA TUBULAR  
FIG. 5

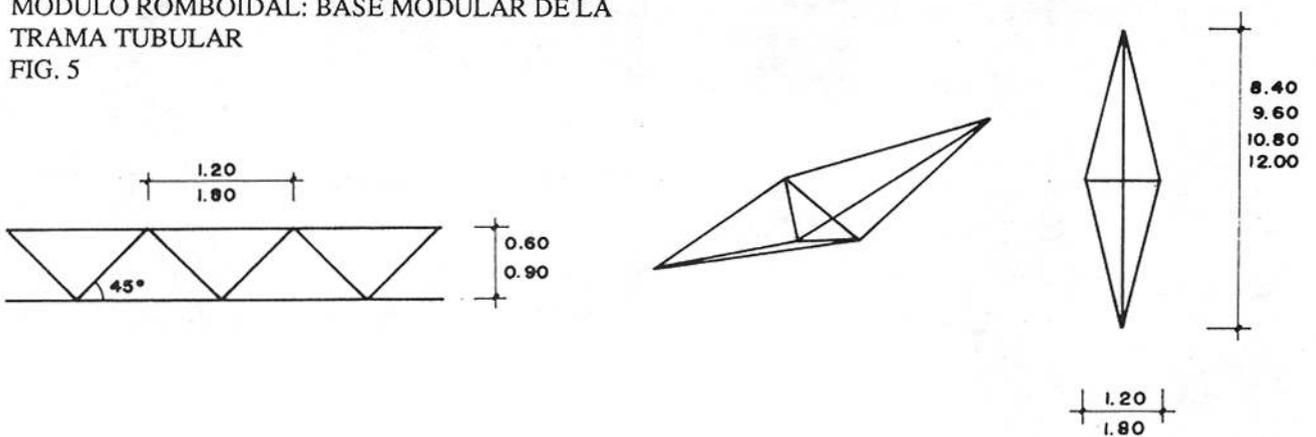


FIG. 6  
CORTE TRANSVERSAL

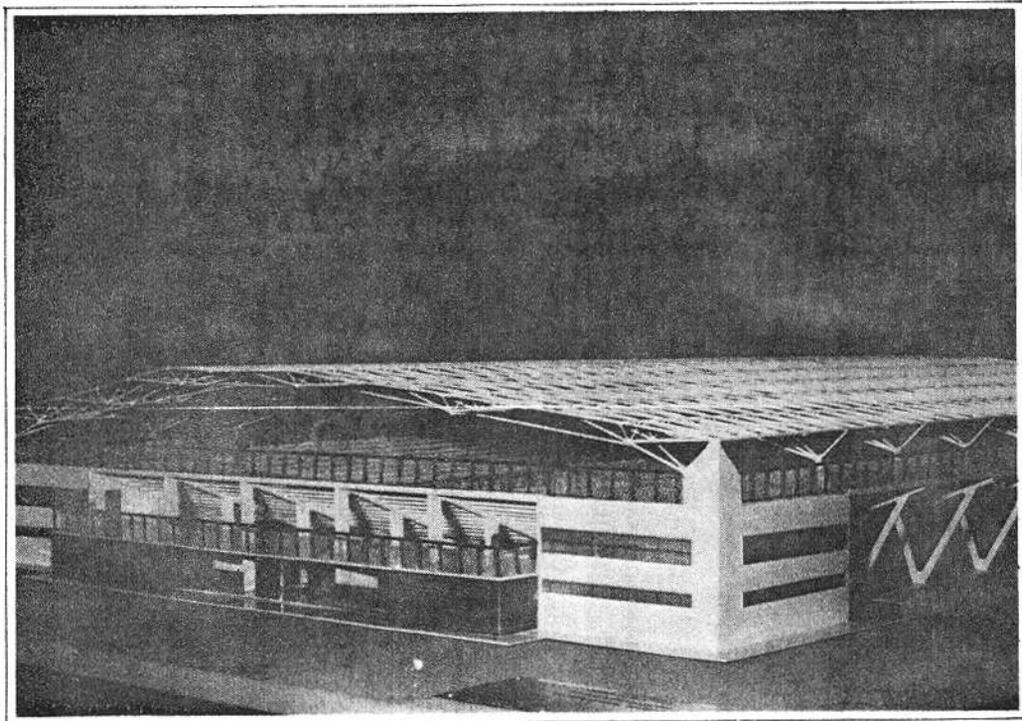
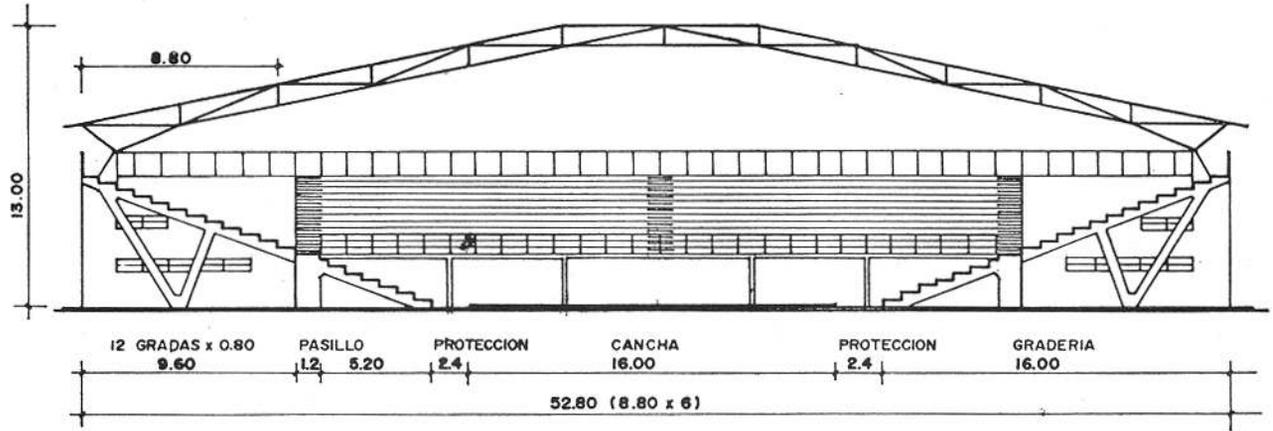
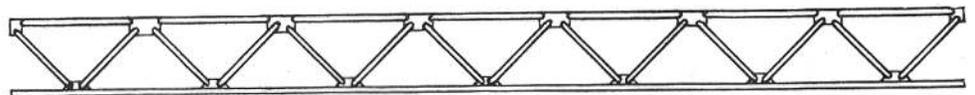


FIG. 7  
CLAVE



FIG. 8  
RIOSTRA



mediante soldadura y cuya base modular al ser ensamblada la trama, es un elemento romboidal tridimensional de cinco vertices.

## 2.1.- COORDINACION MODULAR

La coordinación modular supone la selección de una reducida cantidad de medidas correlacionadas entre si de modo que sea fácil su combinatoria, normalizando el proceso de fabricación de los componentes.

El modulo de crecimiento o estructura metálica tridimensional está definido por un modulo romboidal, el cual presenta las siguientes dimensiones tipificadas: en sentido longitudinal es de 8.40 m; 9.60 m., 10.80 m., hasta 12.00 m. de largo. En sentido transversal la dimensión corresponde a 1.20 m. o 1.80 m. y altura del elemento, con barras a 45°, de 0.60 m. y 0.90 m. respectivamente. Estas dimensiones son una generalidad del sistema (Fig. 5).

En el caso de estudio, se seleccionaron las siguientes dimensiones del modulo romboidal: 8.80 m. de largo, 1.80 m. de ancho y altura 0.90 m. Estas dimensiones fueron el resultado de la adaptación de las dimensiones de la cubierta a los requerimientos espaciales de la edificación, como son el ancho de las gradas, de los pasillos y de la cancha (según normas) en sentido transversal, y la altura de 13.00 m. en el centro de la cancha (Fig. 6). En sentido longitudinal el módulo estructural fue el resultado de combinaciones de 1.80 m. (ancho del módulo romboidal de la trama) obteniéndose luces de 7.20 y 10.80 m.

Los cerramientos tienen módulos resultantes de la subdivisión de las luces, adoptándose para las ventanas 1.80 m. de ancho y para las barandas exteriores 1.20 m. x 1.20 m. (Ver Foto).

## 2.2.- COMPONENTES DE LA CUBIERTA

Desde el punto de vista de su producción los componentes de la cubierta son:

1. Clave.
2. Riostra.
3. Barras de la trama.

4. Barras rigidizadoras.
5. Barras de conexión (Pendolón).
6. Barras adicionales (Codales).

1. Clave: es un elemento lineal compuesto por varias barras unidas mediante láminas de empalme (Fig. 7).

2. Riostra: es un elemento tipo cercha compuesta por dos cordones, (inferior y superior) con dos tipos de nodos de empalmes y barras conectoras inclinadas y su función es de rigidizar las tramas en sentido longitudinal. (Fig. 8)

3. Barras de la trama: son elementos tubulares que se unen a las láminas de empalme de la riostra y las claves para formar el módulo romboidal de la trama espacial (Fig. 9).

4. Barras rigidizadoras: están ubicadas en los ejes de apoyo de la cubierta en sentido transversal, son barras adicionales a la trama básica, se conectan a las riostras directamente en el nodo del cordón inferior y a las claves a través del pendolón (Fig. 10).

5. Pendolón: es un elemento formado por dos barras, y sirve de conexión entre las claves y las barras rigidizadoras, su función es la de disminuir las flechas (Fig. 11).

6. Codales: son barras adicionales que conforman el apoyo de la cubierta. La trama espacial varía en su forma de apoyo según el diseño de la edificación, éste puede ser corrido o puntual. En este caso se utilizaron apoyos puntuales y se diseñaron elementos combinados entre: una base tubular perteneciente a la cubierta y una base de concreto perteneciente a la estructura de la edificación. A esta base tubular se ha llamado arranque y esta formada por cuatro codales y una base de láminas. Estos codales al ser los elementos de transmisión de las cargas de la cubierta al soporte de concreto, están conectados en la línea de esfuerzos de los refuerzos transversales principales y secundarios; se incorporan a la trama en cuatro direcciones y están constituidos por barras de mas alto calibre que las de la trama básica. Los arranques se colocaron en la parte superior de la gradería en forma tal que no interrumpen el pasillo de circulación. (Fig 12).

FIG. 9  
MODULO ROMBOIDAL

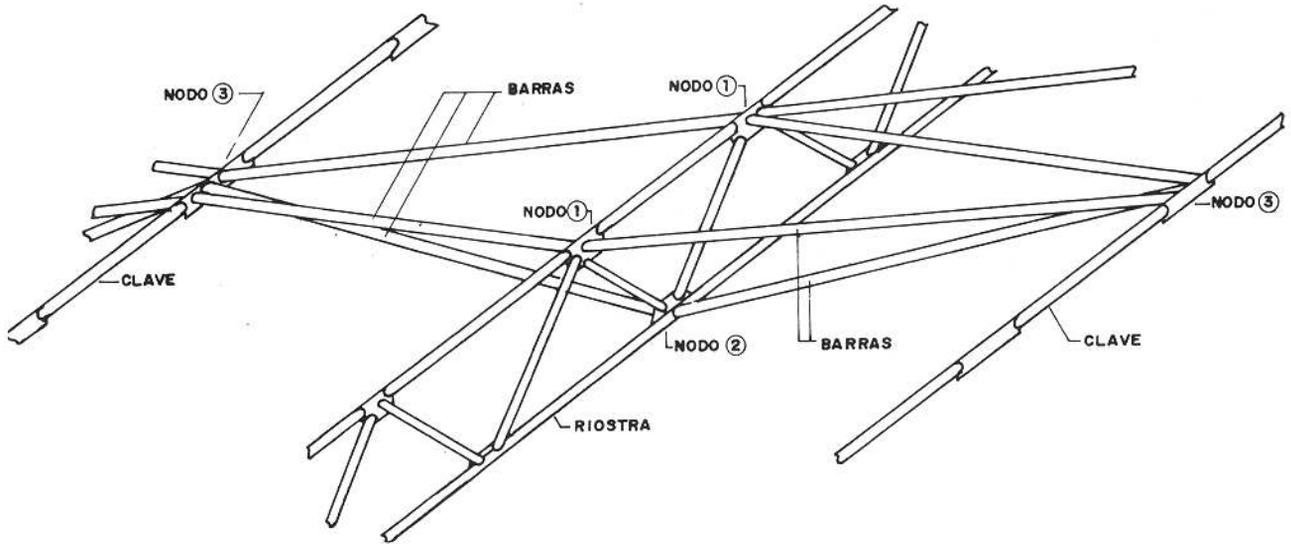


FIG. 10  
BARRAS RIGIDIZADORAS

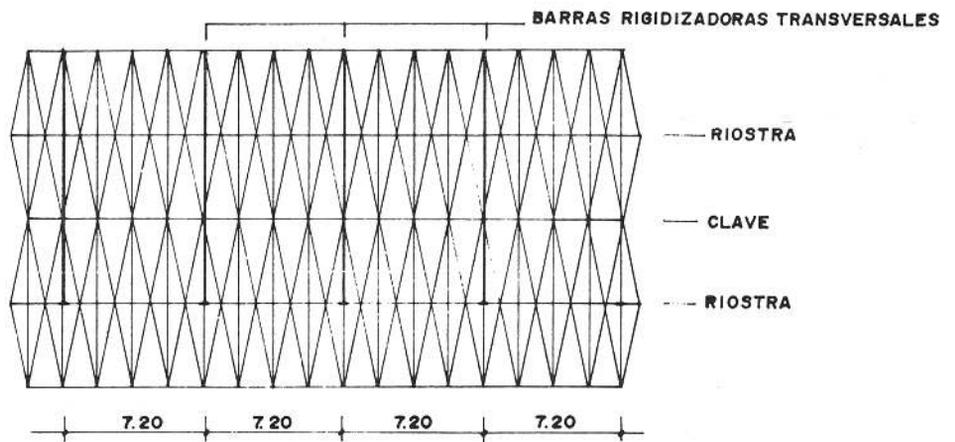
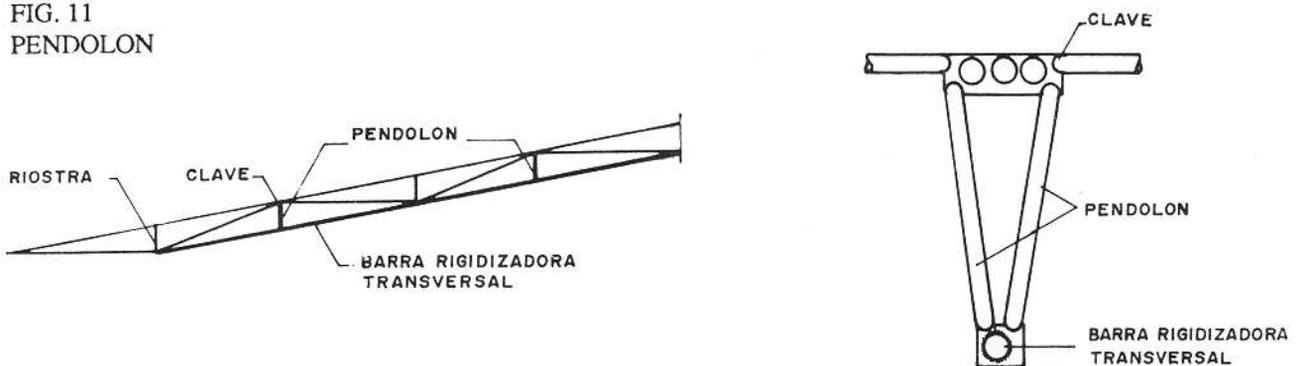


FIG. 11  
PENDOLON



La base del arranque está formada por una lámina metálica que se acopla con el cabezal del soporte de concreto por medio de pernos, y luego de colocado y ajustado, se termina con soldadura. (Fig. 13)

**2.3 .- UNIONES**

Se diseñaron tres tipos de nodos para la unión de las barras que conforman la trama. Estos nodos se realizan mediante soldadura de las barras a una lámina de acero conformándose unos nodos indeformables. Las láminas de empalme se preparan taller en forma serial y son incorporadas a los componentes. La ejecución de estos nodos se realiza en nivel ±0.00, en obra, antes de su colocación definitiva en el espacio.

Para el acoplamiento de las barras a los nodos, se cierran las puntas en forma semiesférica (mediante herramienta preparada especialmente para este sistema), se ranuran en el centro y se soldan a la lámina de empalme alrededor de la ranura por ambas caras. Las barras que se unen ortogonalmente a la lámina se soldan alrededor de su sección. Este sellado del tubo con soldadura, permite protegerlo interiormente de la corrosión. (Fig. 14).

**2.4.- CARACTERISTICAS Y UBICACION DE LAS BARRAS EN LA TRAMA SEGUN SU FUNCION**

En el caso de la cubierta que estamos analizando, se especifican cinco tipos de barras según las características de su sección transversal, como son:

- Barra A = ø 73.0 mm e=2.25 mm.**
- Barra B = ø 60.3 mm e=2.25 mm.**
- Barra C = ø 48.3 mm e=2.00 mm.**
- Barra D = ø 73.0 mm e=5.16 mm.**
- Barra E = ø 88.9 mm e=5.49 mm.**

Estas barras se encuentran conformando los diferentes componentes de la trama y su ubicación depende de las solicitaciones a que estén sometidas dentro del conjunto.

**Barras de la trama básica:**

**Barra A:** de ø 73.0 mm y e=2.25 mm., forman la superficie plana de la trama y también se colocan como refuerzos transversales en los ejes de apoyo, sustituyendo las barras del módulo romboidal que van en forma de zig-zag (Fig. 15).

**Barra B:** de ø 60.3 mm y e=2.25 mm., forman el eje de los módulos romboidales de la trama, excepto en los ejes de apoyo, van en forma de zig-zag (Fig. 16).

**Barra C:** de ø 60.3 mm y e=2.25 mm., forman las riostras y claves, que son los elementos rigidizadores longitudinales de la trama, sirven de unión entre las barras para conformar los módulos romboidales (Fig. 17).

**Barra D:** de ø 73.0 mm y e=5.16 mm., forman barras de refuerzo ubicadas en los apoyos. Estas barras forman parte del módulo romboidal, no es adicional, es una barra que sustituye a otra (Fig. 18).

**Las barras adicionales a la trama básica:**

En este grupo se encuentran: las barras rigidizadoras, los pendolones y los codales, colocados en los ejes de apoyo, están formadas de barras de las siguientes características: (Fig. 19).

Barra rigidizadora:	ø 73.0 mm., e= 2.25 mm	..... BarraA
Pendolón:	ø 48.3 mm., e= 2.00 mm	..... Barra C
Codales:	C1: ø 88.9 mm., e= 5.49 mm	..... Barra E
	C2: ø 60.3 mm., e= 2.25 mm	..... Barra B
	C3: ø 73.0 mm., e= 2.25 mm	..... BarraA

**2.5.- CANTIDAD DE BARRAS SEGUN SUS CARACTERISTICAS**

Si además de la sección transversal de las barras, se considera su longitud, se obtienen 21 tipos de barras diferentes conformando los distintos componentes de la trama, distribuidos de la siguiente manera :

COMPONENTES	TIPOS DE BARRAS
Barras de la trama:	9 tipos
Codales:	3 tipos
Pendolón:	1 tipo
Claves:	2 tipos
Riostras:	6 tipos
<b>Total</b>	<b>21</b>

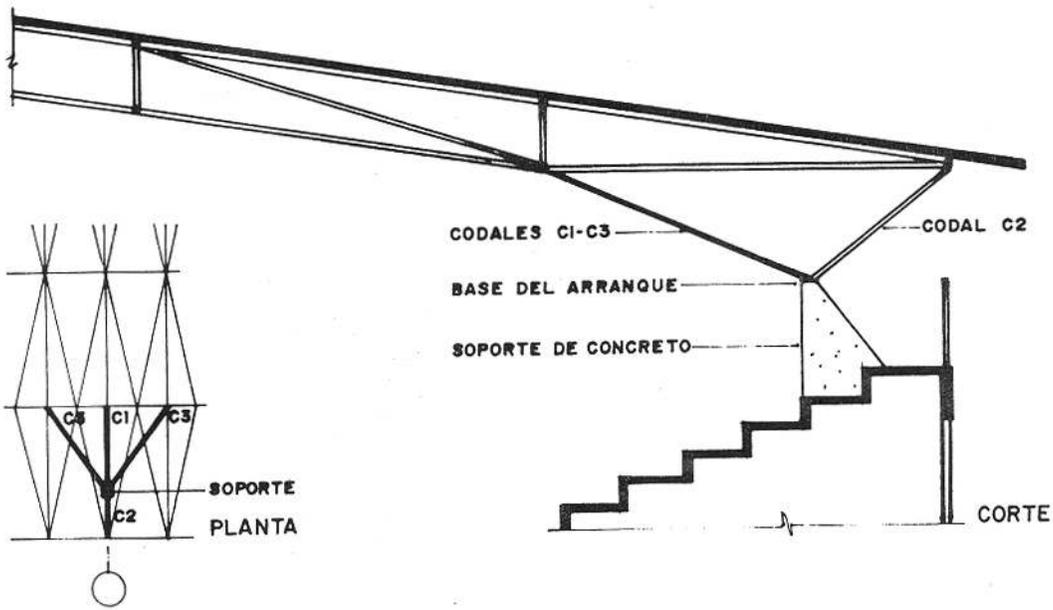


FIG. 12  
ARRANQUE

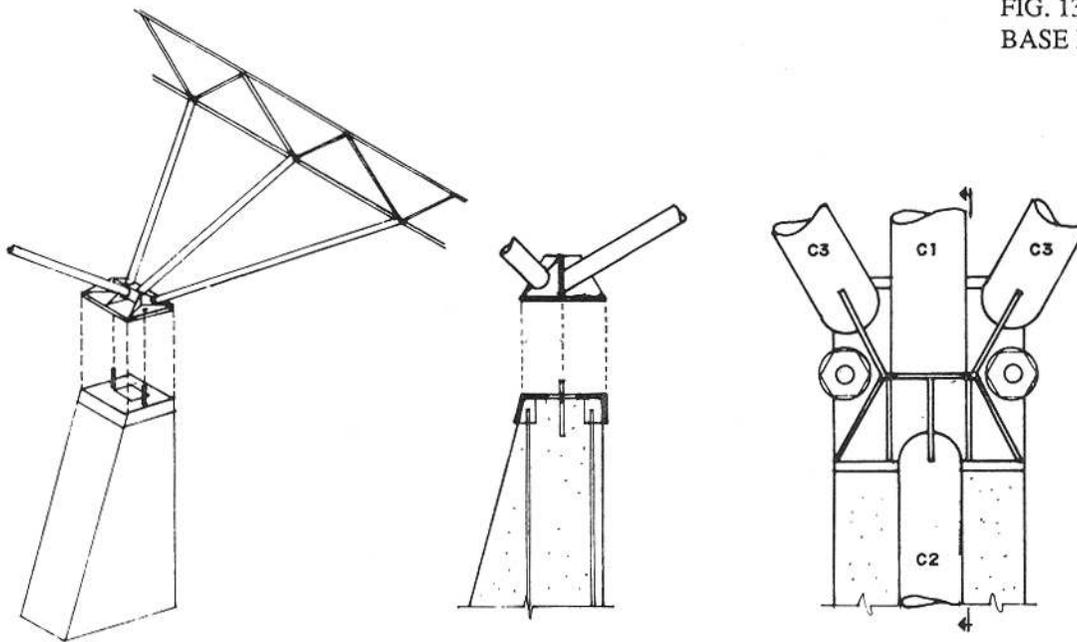


FIG. 13  
BASE DEL ARRANQUE

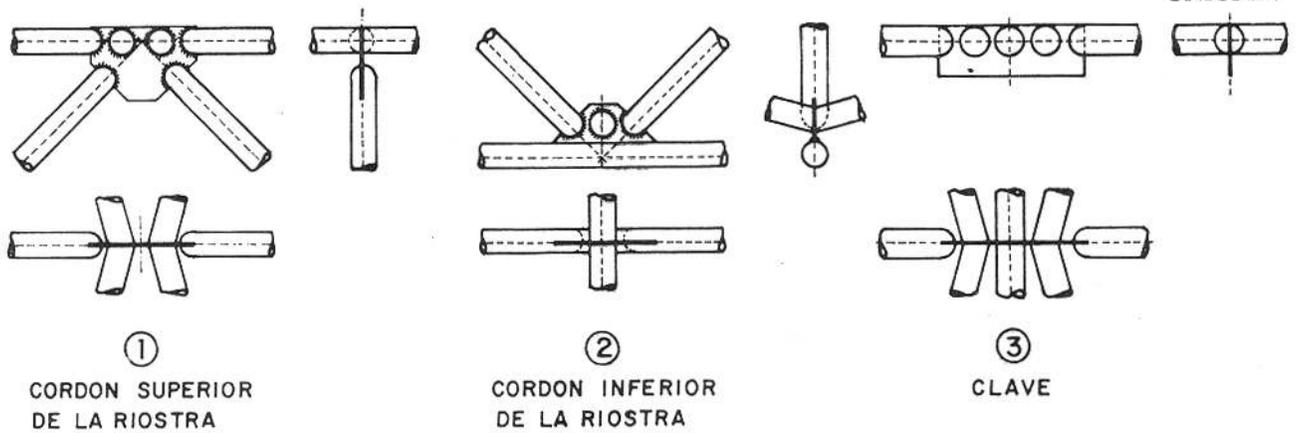


FIG. 14  
UNIONES

### 3.- TECNOLOGIA DE PRODUCCION Y MONTAJE DE LA CUBIERTA

La tecnología aplicada en la producción y ensamblaje de la cubierta es bifásica, La primera fase es producción en talleres en forma serial e industrializada de los componentes de la estructura espacial, tales como: riostras, claves, barras, codales y pendolones, los cuales son trasladados en paquetes a la obra. La segunda fase es la producción en la obra a nivel 0.00 de las tramas que forman la cubierta, conectando los diferentes componentes por medio de soldadura y luego montándolas en su posición final mediante gruas rodantes.

PRODUCCION	I Fase: Producción de componentes en el taller	
	<table border="1"> <tr> <td>I Etapa: Ensamblaje de componentes primarios en tramas pequeñas.</td> </tr> <tr> <td>II Etapa: Ensamblaje de las tramas de I etapa para producir tramas de mayor tamaño.</td> </tr> </table>	I Etapa: Ensamblaje de componentes primarios en tramas pequeñas.
I Etapa: Ensamblaje de componentes primarios en tramas pequeñas.		
II Etapa: Ensamblaje de las tramas de I etapa para producir tramas de mayor tamaño.		
MONTAJE	Montaje de las tramas de II Etapa en su nivel en el espacio. Unión entre ellas y fijación con los soportes de concreto.	

Es importante acotar que la construcción de la estructura de la edificación que sirve de soporte a la cubierta, se realiza previamente a la producción y montaje de la trama espacial.

Después de colocada la cubierta se procede a completar la edificación, en sus aspectos de cerramientos y acabados.

Fase: La producción de los componentes en taller se realiza mediante equipo y herramientas tales como: cortadoras de tubo, dobladora, sierra, soldadora, y herramienta acopladora de barras diseñada espacialmente para producir los nodos del Sistema Siemet, además de mesas de trabajo y equipo de pintura.

Estos componentes son llevados a la obra en paquetes identificados, listos para ser ensamblados; cada uno de ellos tiene su localización dentro de la trama; de allí la necesidad de tener documentación

detallada para producción en taller y para el ensamblaje en obra, separadamente.

I Fase: Producción de las tramas en la obra a nivel  $\pm 0.00$  colocando los componentes estratégicamente en la obra, se unen mediante soldadura y se elaboran las tramas.

Este proceso se hace en dos etapas secuenciales:

**I Etapa: ensamblaje de componentes**

**II Etapa: unión de las tramas primarias**

#### 3.1 TRAMAS DE LA I ETAPA

Las tramas de I Etapa se forman al unir varios módulos romboidales de 8.80 m. de largo, en sentido longitudinal de la cubierta, y se clasifican en tramas izquierdas y derechas según su ubicación final ( Fig. 20)

Estas tramas se forman al unir los componentes prefabricados preparados en taller que son: las barras de la trama, las riostras y las claves, con ayuda de caballetes preparados para tal fin. Posteriormente se depositan en el lugar destinado para ello mediante montacargas.

Para el caso de estudio, la cubierta se dividió para su producción en 30 tramas de I Etapa (Fig. 21).

Según sus componentes se obtuvieron 12 tipos de tramas. Según su posición: izquierda o derecha se obtuvieron 18 tipos (Ver tabla).

La diferencia entre unas tramas y otras obedecen a diversas circunstancias:

- de la ubicación de las barras de refuerzo de los ejes.
- de la inclinación de la superficie superior de la trama, ( la cumbrera presenta doble inclinación).
- del número de claves, las de la cumbrera presentan dos.
- de la ubicación en la cubierta, de centro o borde.

Los pesos de las tramas de I Etapa en este caso varían entre 771 Kg. (T1a) y 1.112 Kg (T2b)

FIG. 15

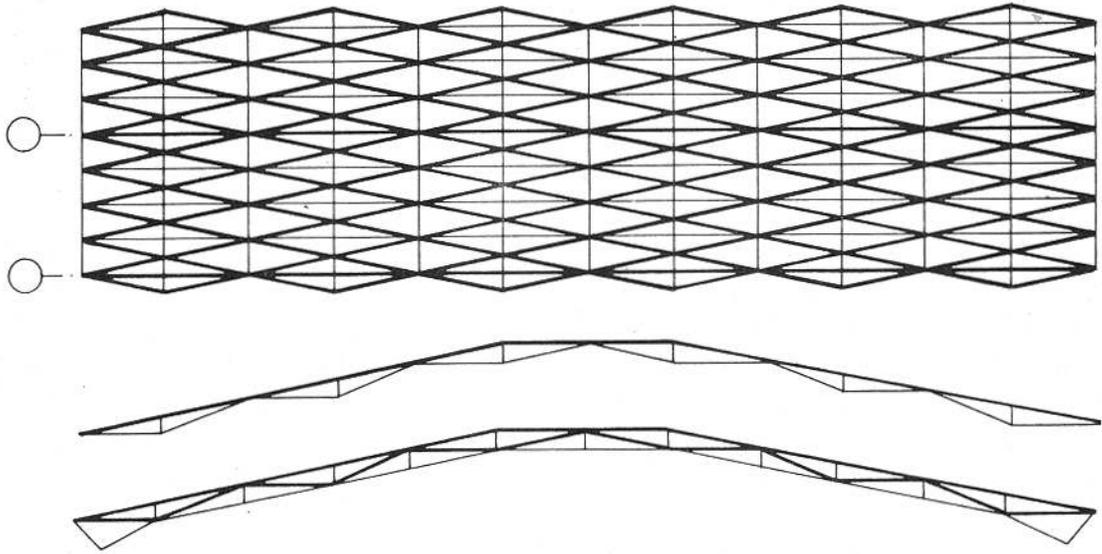


FIG. 16

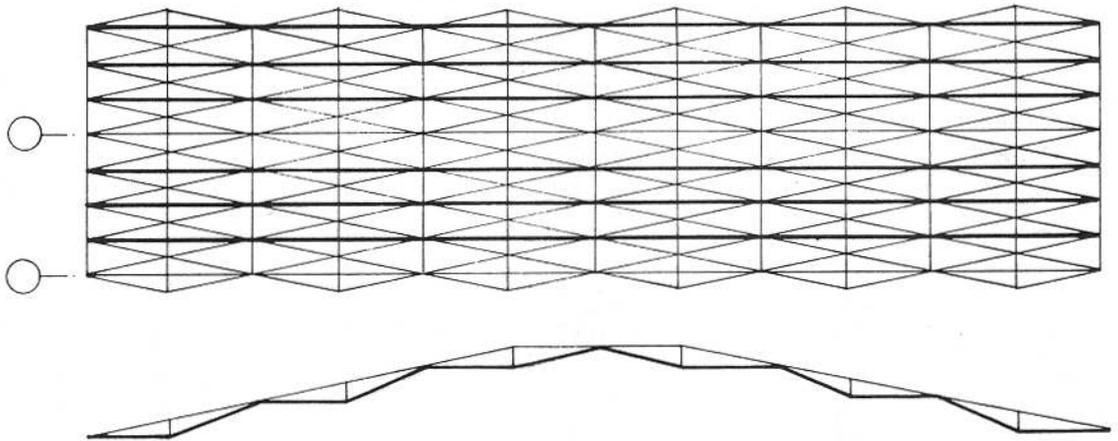


FIG. 17

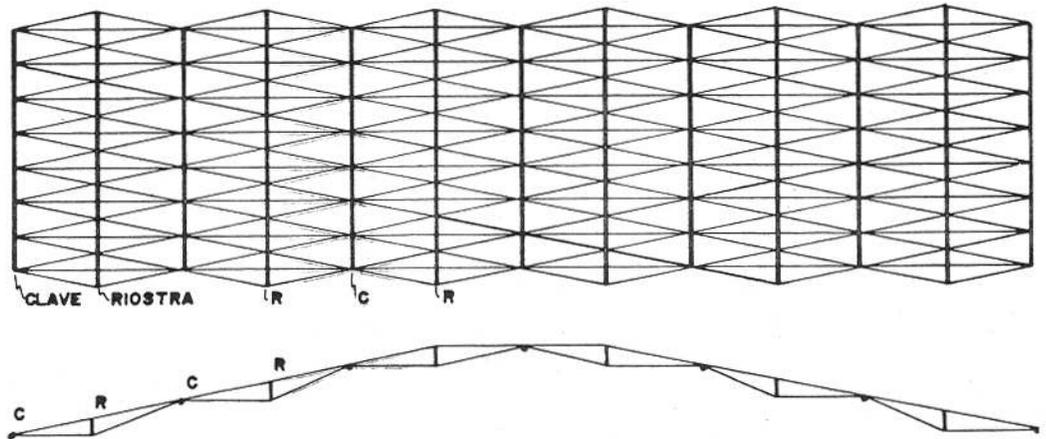


FIG. 18

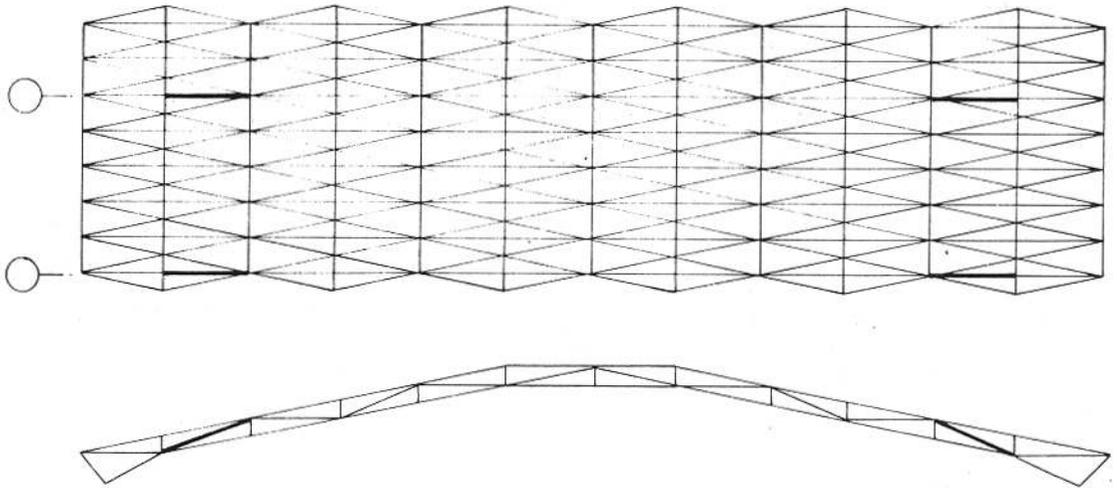
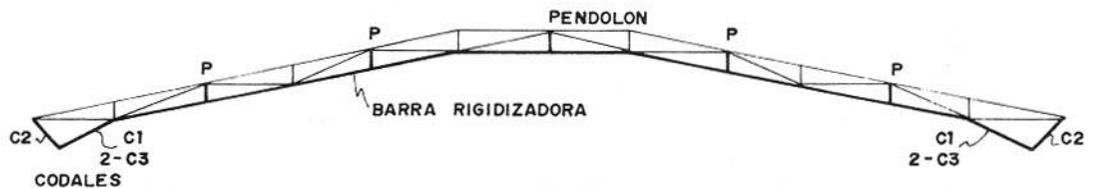


FIG. 19



**3.2 TRAMAS DE LA II ETAPA**

Estas se forman uniendo las tramas de I etapa en sentido transversal de la cubierta hasta completar su ancho total, en el caso de estudio se unieron 6 módulos de 8.40 m. para obtener una longitud total de 50.40 m. Todo este proceso se realiza con ayuda de caballetes (Fig. 22).

La división de la cubierta del Gimnasio en tramas de II etapa se hizo tomando en cuenta el proceso de montaje, considerando tener la menor variedad posible de tramas y que cada una de ellas tuviera al menos dos ejes de apoyo (Fig. 23).

**3.3 ORGANIZACION DE LA PRODUCCION EN LA OBRA**

Estratégicamente se colocan los paquetes de componentes en el centro del patio de maniobras, se

colocan dos frentes de soldadores a ambos lados para ensamblar las tramas de la I Etapa. Secuencialmente se ubica el depósito de dichas tramas a ambos lados según sean tramas de derecha o de izquierda. De este depósito pasan a ser ensambladas en un sitio externo a la edificación para formar las tramas de II Etapa (Fig. 24). Las tramas de I y II Etapas se pueden ir ensamblando simultáneamente de acuerdo a la cantidad de frentes de trabajo de que se disponga.

**3.4.- PROCESO DE ENSAMBLAJE**

1.- Unión de los componentes para formar las tramas de I Etapa en nivel  $\pm 0.00$ . Este proceso consta de varios pasos:

- Replanteo en la placa de pavimento de los puntos de colocación de los caballetes de apoyo y colocación de los mismos.
- Colocación sobre los caballetes de las Claves y de las Riostras.

FIG. 20  
TRAMA DE LA I ETAPA

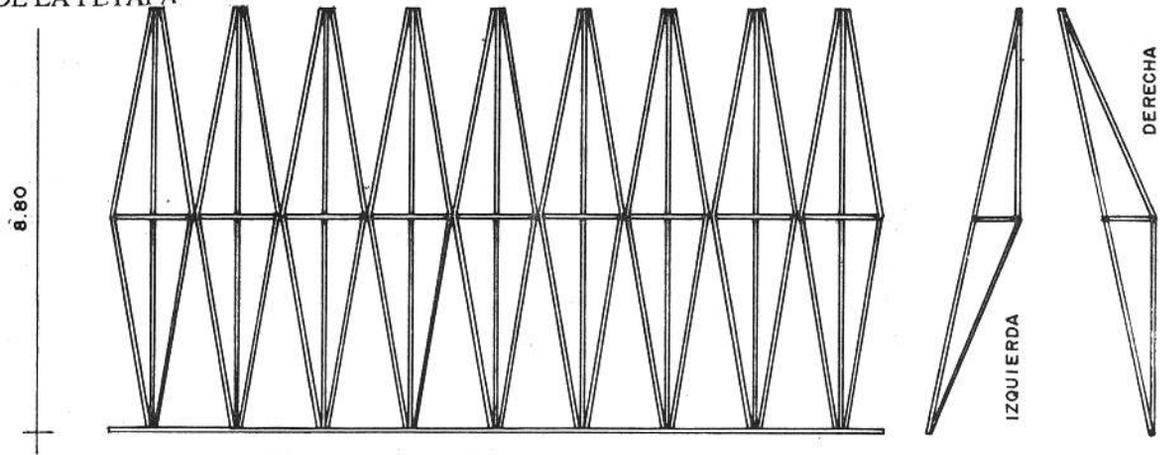


FIG. 21  
SUBDIVISION DE LA CUBIERTA  
EN TRAMAS DE I ETAPA

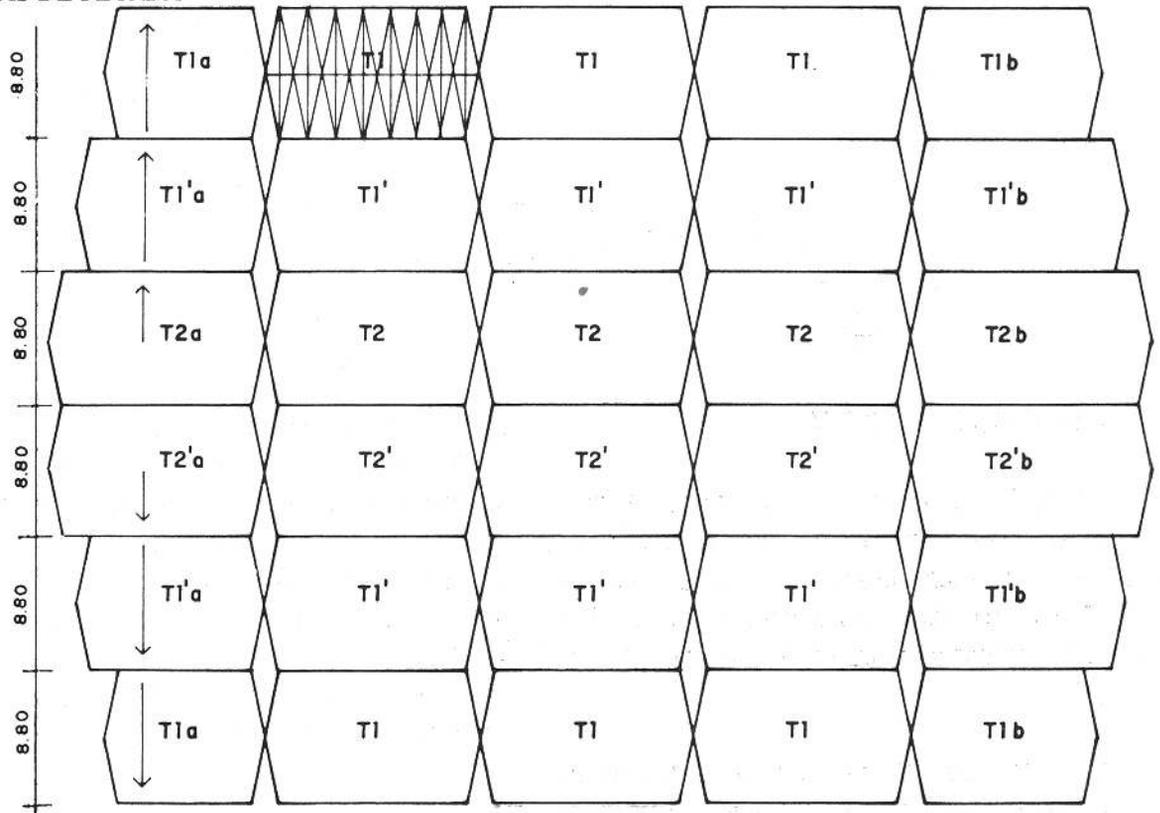


TABLA DE COMPONENTES DE LAS TRAMAS DE LA PRIMERA ETAPA

TRAMAS	T1		T1'		T2		T2'		T1a		T1'a		T2a		T2'a		T1b		T1'b		T2b		T2'b	
	DESC.	CANT.	DESC.	CANT.																				
COMPONENT. DE LAS TRAMAS	IZO. 3	3	IZO. 3	3	IZO. 3	3	DER. 3	3	DER. 1	1	DER. 1	1												
RIOSTRAS	R-1a 2	2	R-2 2	2	R-1 1	1	R-2 1	1	R-2 1	1	R-1a 1	1	R-1 1	1	R-1a 1	1	R-2 1	1						
CLAVES	C-1 2	2	C-1 2	2	C-1 4	4	C-1 2	2	C-2 2	2	C-1 1	1	C-2 2	2	C-2 1	1	C-1 1	1	C-1 2	2	C-1 2	2	C-1 1	1
BARRAS	B-1 32	32	B-1 32	32	B-1 16	16	B-1 16	16	B-1 24	24	B-1 20	20	B-1 16	16	B-1 16	16	B-1 20	20	B-1 32	32	B-1 16	16	B-1 16	16
	B-2 6	6	B-2 32	32	B-1a 16	16	B-1a 16	16	B-2 4	4	B-2 8	8	B-1a 16	16	B-2 10	10	B-2 8	8	B-2 6	6	B-1a 16	16	B-2 10	10
	B-2'a 6	6	B-2'a 6	6	B-2 6	6	B-2 6	6	B-2a 4	4	B-2a 8	8	B-2 6	6	B-2a 6	6	B-2a 6	6	B-2a 6	6	B-2a 6	6	B-2 7	7
	B-2'b 2	2	B-2'b 2	2	B-2b 6	6	B-2b 6	6	B-2'a 4	4	B-2'a 8	8	B-2b 6	6	B-2'a 2	2	B-2'a 2	2	B-2'a 2	2	B-2b 7	7	B-2b 7	7
	B-3a 2	2	B-3a 2	2	B-3 2	2	B-3 2	2	B-3a 2	2	B-3 2	2	B-3 2	2	B-3a 2	2	B-3 2	2	B-3a 2	2	B-3 2	2	B-3 2	2
			B-3a 2	2	B-3a 2	2																		
PESO (Kgs.)	1013		962		992		966		771		858		992		966		868		962		1112		1072	

FIG. 22  
TRAMA DE LA II ETAPA (TIIb)

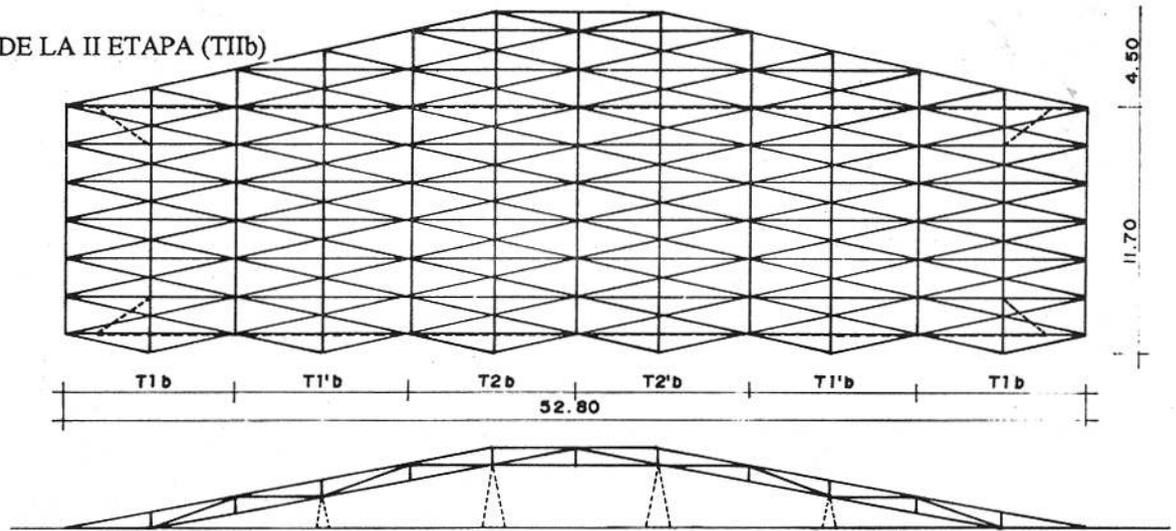
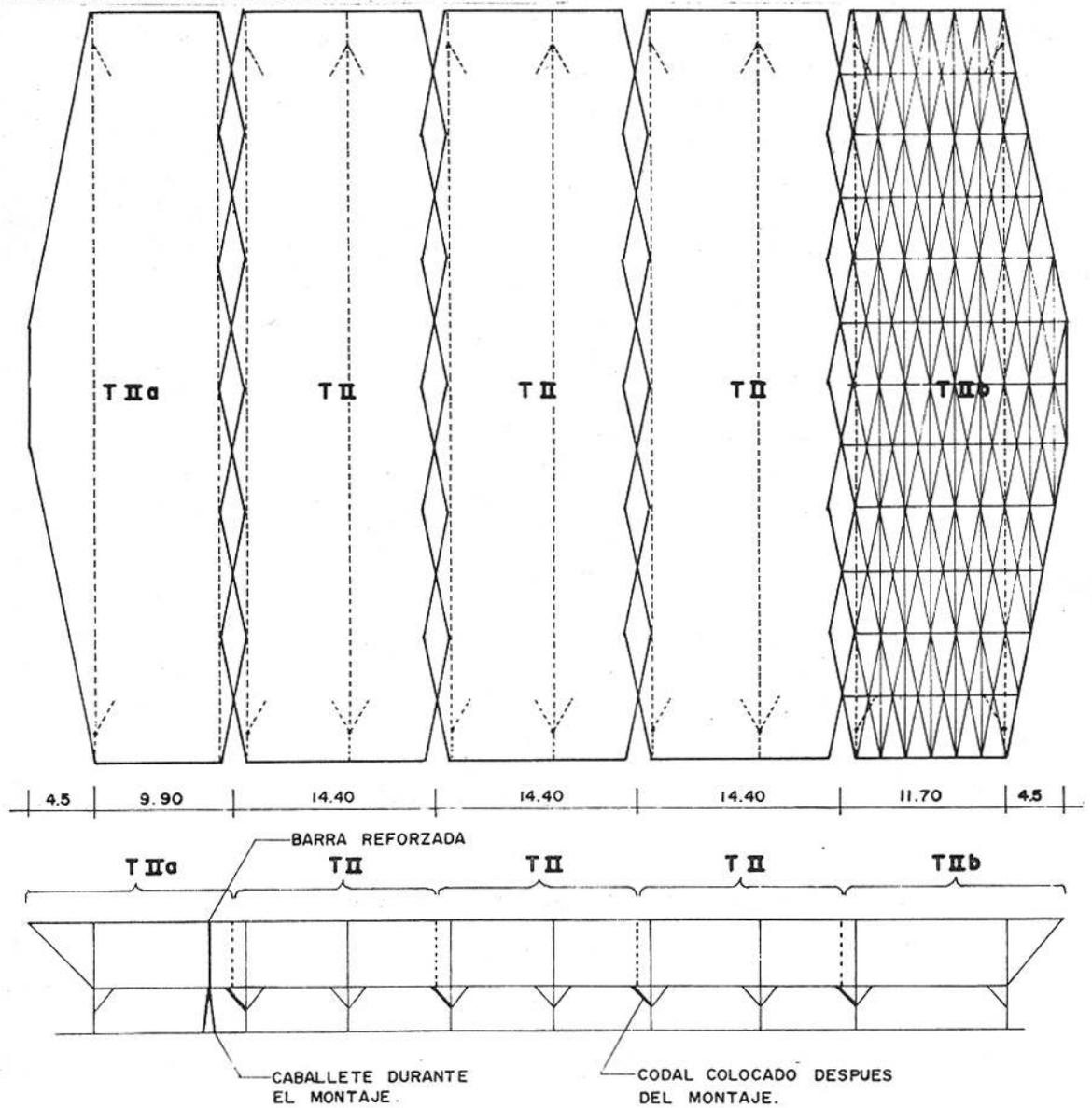


FIG. 23  
SUBDIVISION DE LA CUBIERTA EN TRAMAS DE II ETAPA



- Soldadura de las barras tubulares a las láminas de empalme correspondientes de manera que se conformen los módulos romboidales uno al lado del otro, secuencialmente hasta completar el ancho de la trama que se este armando ( Fig. 25).
- Al terminar el ensamblaje se deposita la trama en el lugar destinado para ello mediante montacargas.

**2.- Ensamblaje de tramas de II Etapa en nivel ± 0.00.**

Esta etapa incluye varios pasos:

- Replanteo en la placa de pavimento de los puntos de colocación de los caballetes de apoyo y colocación de los mismos.
- Colocación de las tramas de I Etapa sobre los caballetes.
- Soldadura de las barras de unas tramas a las claves de la siguiente trama.
- Colocación de Pendolones y las barras rigidizadoras transversales en los ejes de apoyo (Fig. 26).
- Izamiento de la trama mediante grua para cambiar los caballetes y colocar arranques ( Fig. 27 )

**3.- Montaje de las tramas de II Etapa sobre la**

estructura de apoyo a lugar transitorio en nivel +6.00 mediante gruas a ambos lados (Fig. 28-30)

**4.- Cambio de posición de las gruas y colocación de las tramas en su lugar definitivo sobre los soportes de la estructura, en el nivel +7.20 (Fig. 29-30)**

**5.- Finalmente fijación de las bases del arranque al cabezal del soporte a través de arandelas y tuercas.**

Después del ajuste dimensional se solda la lámina de la base del arranque con la lámina del cabezal del soporte. Se colocan las barras adicionales de unión entre las tramas de la II etapa, se unen las Riostras y las Claves, todo mediante soldadura.

**4.- CONSIDERACIONES GENERALES**

El sistema de estructura metálica tubular "SIEMET", permite adaptarse a una variedad de edificaciones con requerimientos propios, manteniendo su tecnología y su forma de producción industrializada. Es decir, cada aplicación requiere de un diseño particular de la cubierta

FIG. 24 ORGANIZACION DE LA PRODUCCION EN LA OBRA

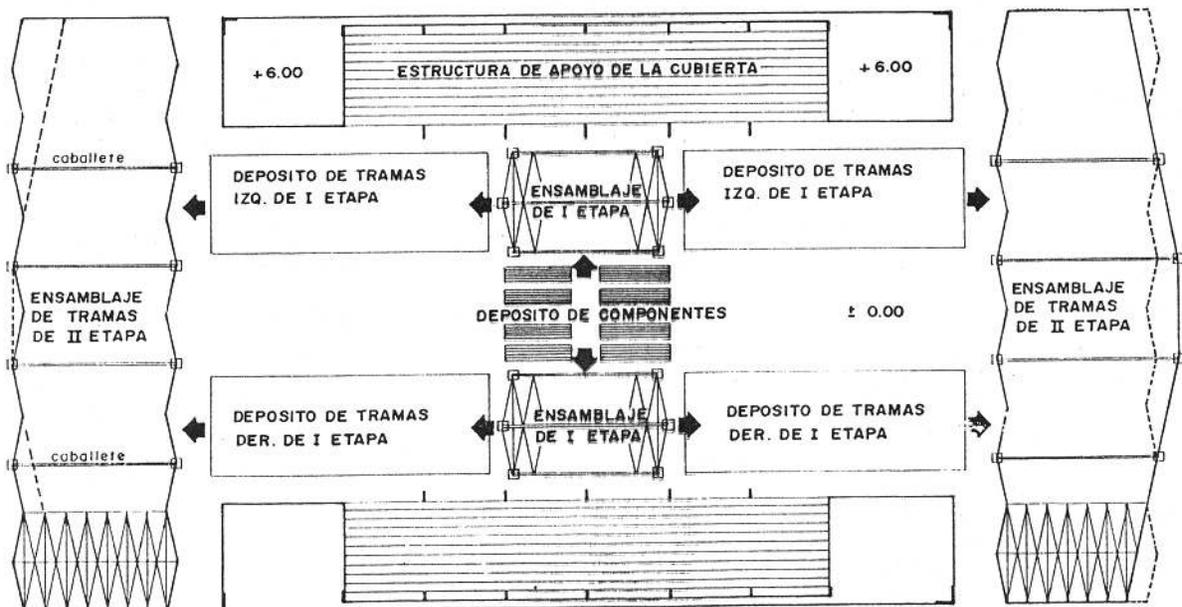


FIG. 25  
ENSAMBLAJE DE LAS TRAMAS DE I ETAPA

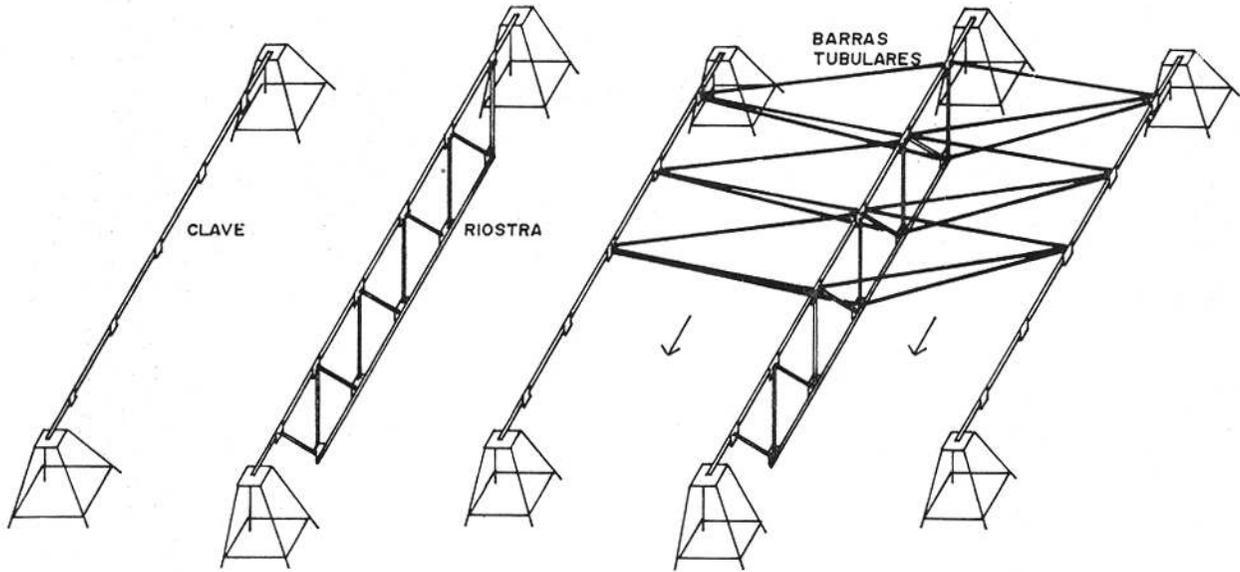


FIG. 26 ENSAMBLAJE DE LAS TRAMAS EN II ETAPA

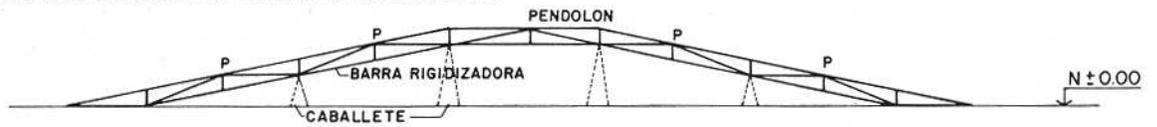


FIG. 27 COLOCACION DE LOS ARRANQUES

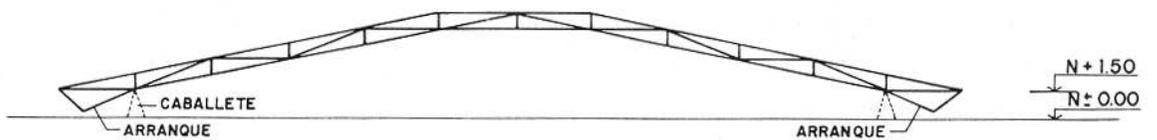


FIG. 28 MONTAJE DE LAS TRAMAS DE II ETAPA EN LUGAR TRANSITORIO

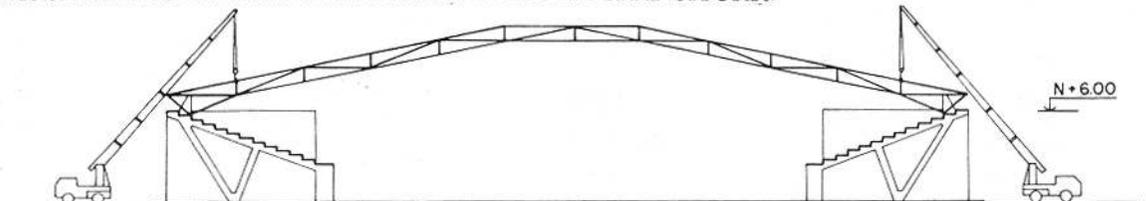
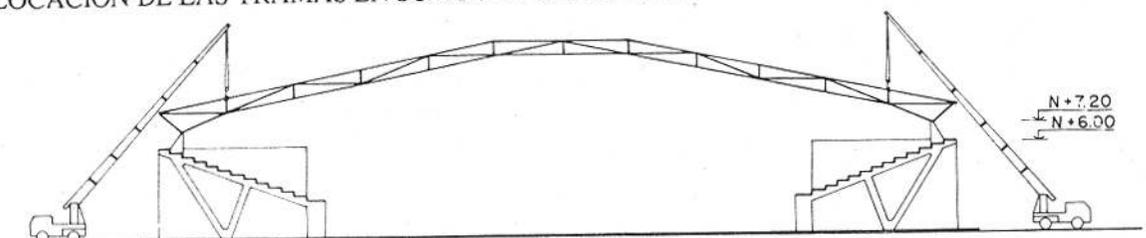


FIG. 29 COLOCACION DE LAS TRAMAS EN SU LUGAR DEFINITIVO



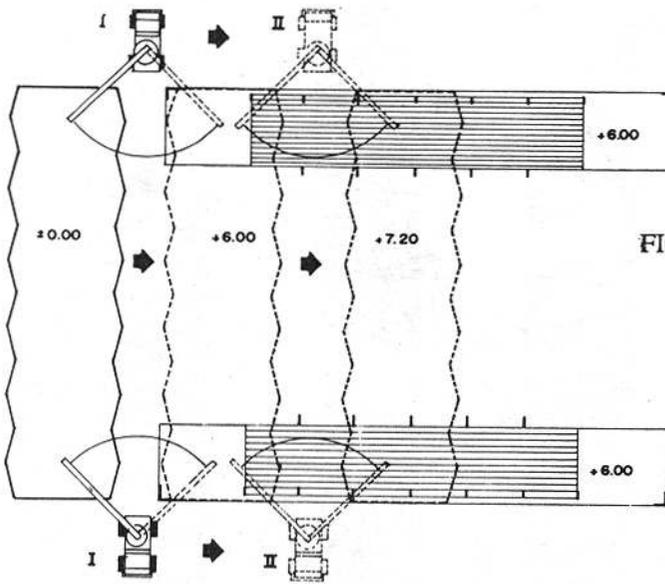


FIG. 30: MONTAJE DE LAS TRAMAS DE II ETAPA  
 I: EN NIVEL + 6000 (LUGAR TRANSITORIO)  
 II: EN NIVEL + 7.20 (LUGAR DEFINITIVO)  
 PLANTA.

para ajustarse a sus condiciones, lo cual se ha comprobado en las diferentes aplicaciones en proyectos y anteproyectos que se han realizado.

El diseño de la edificación incide en el diseño de la cubierta en los siguientes aspectos:

- La geometría de la cubierta.
- La ubicación de los apoyos.
- El diseño de los soportes y los elementos de arranque.
- La forma y dimensiones del modulo base.
- Las dimensiones de las tramas y la subdivisión de éstas para su producción y montaje.
- La organización de la producción en la obra.

El sistema permite la realización de edificaciones que requieren cubrir luces de gran alcance (hasta de 90 m) sin apoyos intermedios. Permite adicionalmente incorporar grúas-puentes y polipastos en la misma estructura de la cubierta (en el caso de edificaciones para talleres y depósitos).

La tecnología de su producción utiliza equipos y procedimientos comunes de la industria Metalmeccánica pudiéndose realizar en cualquier taller de herrería, en cualquier zona del país. (Exceptuando la herramienta acopladora de tubos especialmente diseñada para realizar los nodos del sistema, pero que en caso dado presenta características sencillas y de fácil traslado.)

Las grúas utilizadas para el montaje son de características comunes que se consiguen en cualquier obra mediana. la mano de obra requerida contempla el empleo de soldadores y supervisores.

El sistema pretende ofrecer una construcción a un precio más racional por la utilización más eficiente del acero, por su diseño, por su forma de producción industrializada y por ser de tecnología nacional.

#### BIBLIOGRAFIA

BRODKA, et., al "Cubiertas Estructurales" Editorial Arkady Varsovia 1985.

CONTRERAS, Miguel A. "Elaboración de tecnología constructiva de cubierta en voladizo para hangares de 48-120 m." Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería. UCV. 1985.

DRAGULA, Josef. "Desarrollo de los Sistemas de Edificaciones, con originales conceptos estructurales, tecnológicos y arquitectónicos para producción masiva, serial e industrializada". Trabajo de ascenso, IDEC-FAU-UCV. 1985.

MAKOWSKY. "Estructuras Espaciales de acero". Editorial Gustavo Gill S.A. Barcelona. 1972.

Caracas, julio de 1989.

# LA GANANCIA A NIVEL DE EMPRESARIO CONSTRUCTOR

**"La organización de la Industria de la Construcción en Venezuela.  
Componentes y Relaciones" (INCOVEN)**

**(\*) Equipo de Investigación INCOVEN**

**Investigadores:**

Carlos Angarita	IDEC
Alberto Aranda	IU
Josefina Baldó	IU
Carlos Becerra	IDEC
Teolinda Bolívar	SEU
Ana Brumlik	SEU
Alfredo Cilento	IDEC
Giácoma Cuius	IDEC
Alberto Lovera	IDEC
Luis F. Marcano G.	IDEC
Juan José Martín	SEU
Daniel Valero	IDEC
Federico Villanueva	SEU

**Asesor:**

John Sudgen CONICIT

**Ingeniero de Sistemas**

Elizabeth Cavallin

**Asistentes de Investigación:**

Miriam Acacio	CONICIT
Frank Guere	CONICIT
Jenny Figueredo	IDEC

El Proyecto INCOVEN fue realizado con recursos aportados por la Universidad Central de Venezuela, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) (Proyecto S1-1142) y el Fondo de Desarrollo Urbano (FONDUR).

**(\*\*) IDEC:** Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UCV

**IU:** Instituto de Urbanismo, FAU-UCV.

**SEU:** Sector de Estudios Urbanos, Escuela de Arquitectura, FAU-UCV.

## Equipo de Investigación INCOVEN (\*) IDEC-IU-SEU(\*\*)

**CONTENIDO**

- 1 La Ganancia Bruta
- 2 La Ganancia Neta
- 3 Las Tasas de Ganancia
- 3.1 La tasa de ganancia de la Inversión en Capital Fijo R(k)
- 3.2 Las tasas de ganancia, una vez considerados los intereses correspondientes a la Inversión de Capital Fijo.

**1. LA GANANCIA BRUTA (GCB)**

La ganancia bruta a nivel del empresario constructor en la obra, la constituye el saldo positivo entre los pagos totales recibidos y los costos acumulados durante todo el tiempo de construcción de la obra. Los saldos negativos corresponden a pérdidas brutas en el proceso y como se demuestra en los casos analizados, su ocurrencia es la excepción.

En el Cuadro 1 puede observarse la ganancia bruta para un conjunto de 25 obras realizadas por 4 empresas encuestadas, cada una de éstas con características y objetivos bien diferenciados.

La empresa 01 es una empresa consolidada y de tradición reconocida; la empresa 02 es especializada en el tipo de obras encuestadas en las cuales aplicó técnicas constructivas de alta eficiencia; la empresa 03 es una empresa cooperativa de vivienda y la empresa 04 es de las denominadas "de oportunidad", "... es decir, aquella empresa constructora expresamente

**CUADRO 1**  
**COSTOS TOTALES, PAGOS TOTALES RECIBIDOS Y GANANCIA BRUTA**  
**POR EMPRESAS Y POR OBRAS (Bolívares)**

Empresa	Obra	CTC 1	PTC 2	GCB 3	% 4 = 3/1
01	31	10,403,231	10,692,469	289,238	2.8
01	32	101,353,829	115,546,020	14,192,191	14.0
01	33	74,585,811	79,358,056	4,772,245	6.4
01	34	9,492,525	9,555,122	62,597	0.7
01	35	12,645,066	13,845,316	1,200,250	9.5
01	36	36,566,680	40,094,476	3,527,796	9.6
01	37	14,318,972	15,279,880	960,908	6.7
01	38	12,863,299	16,918,367	4,055,068	31.5
01	39	7,563,334	10,245,494	2,682,160	35.5
01	40	5,639,596	7,053,223	1,413,627	25.1
01	61	28,809,902	26,079,872	(2,730,030)	(9.5)
01	62	42,426,192	45,585,856	3,159,664	7.4
01	63	25,529,496	27,901,726	2,372,230	9.3
01	64	9,430,604	9,638,655	208,051	2.2
01	65	7,822,595	10,660,300	2,837,705	36.3
01	91	18,227,110	18,258,054	30,944	0.2
Total emp.	01	417,678,242	456,712,886	39,034,644	9.35
02	41	1,746,778	2,858,389	1,111,611	63.6
02	42	402,994	447,000	44,006	10.9
02	42	386,429	526,740	140,311	36.3
Total emp.	02	2,536,201	3,832,129	1,295,928	51.10
03	01	14,001,071	13,196,198	(804,873)	(5.7)
03	02	19,499,326	20,508,816	1,009,490	5.2
03	03	3,279,432	3,650,483	371,051	11.3
Total emp.	03	36,779,829	37,355,497	575,668	1.56
04	04	14,836,694	16,461,100	1,624,406	10.9
04	05	28,006,006	30,893,776	2,887,770	10.3
04	06	10,879,080	13,571,890	2,692,810	24.8
Total emp.	04	53,721,780	60,926,766	7,204,986	13.41
TOTAL EMP.01+02+03+04		510,716,052	558,827,278	48,111,226	9.42

CTC Costo total nivel constructor

PTC Pago total nivel constructor

GCB Ganancia bruta

Fuente: INCOVEN: Resultados modelo 1

constituída para ejecutar una obra específica sin que se plantee trascender en sus actividades el lapso de construcción de dicha obra..." (1)

De las 25 obras analizadas, la identificada como 01 ejecutada por la empresa 03 presenta pérdidas. El carácter cooperativo de esta empresa, cuyo objetivo no es obtener ganancia puede explicar esta situación. La obra 61, ejecutada por la empresa 01 también presenta pérdidas para el empresario, pero ello se explica por situaciones excepcionales. En las primeras etapas de ejecución de la obra, en un momento de alta contratación de fuerza de trabajo, se dictó el Decreto 92 de fecha 15.05.74 estableciendo la inamovilidad laboral por 30 días, situación que se prorrogó por otros Decretos y se hace permanente, con las excepciones del caso, cuando se promulga la Ley Contra Despidos Injustificados el 08.08.74, lo cual obligó a la empresa a cargar con el peso de una nómina que incluía personal que correspondía a procesos de trabajo ya finalizados y en consecuencia no necesario en la obra.

Las variaciones extremas en la relación de la ganancia bruta con el monto de las distintas obras podrían obedecer en parte al hecho de que las empresas constructoras con varias obras en ejecución al mismo tiempo, centren su atención en el balance general de la empresa y no en el balance de cada obra, por lo cual se tolera, o al menos no se ejerce el control para que no ocurra, que porciones del costo de una obra sean cargadas a otra, con la consecuente distorsión de los costos totales de las obras involucradas, lo cual se reflejará en la ganancia de las mismas.

Es importante señalar que las mayores ganancias brutas en relación a los costos totales de obra, se aprecian en la mayoría de los casos en donde el desembolso en capital circulante propio del empresario constructor no existió o fue muy poco en relación al capital circulante total de la obra y viceversa. Más adelante se profundiza sobre estos conceptos.

La formación de la ganancia bruta asume características particulares en cada caso. La ganancia fluye en los pagos que realiza el promotor al constructor a lo largo del tiempo de la obra. En la parte de investigación "Los desembolsos de Capital del

Empresario Constructor" (2) se explican las características del flujo. Allí se identifican dos situaciones que consideramos extremas:

**a.-** Los casos en los cuales el constructor asume una parte sustancial del financiamiento para un cliente teóricamente promotor, que ha perdido su carácter de responsable del financiamiento de los costos de las obras. Aquí la ganancia del constructor va a aparecer, junto a intereses que corresponden al capital por él financiado, hacia el final del proceso de producción.

**b.-** Los casos en donde el constructor no realiza ningún tipo de desembolso y en el anticipo y en cada pago recibido por valuaciones viene incluida una parte del excedente o ganancia del constructor. De esta manera el promotor le adelanta al constructor la mayor parte de la ganancia que a este último corresponde. Esta situación adquiere su forma más perfecta en las obras construidas por "administración delegada", modalidad de contratación que establece para cada pago del promotor al constructor la reposición de todos los costos en los que ha incurrido, más un porcentaje de ganancia previamente convenido entre ambos agentes.

Del análisis de los flujos de costos y cobranzas de 23 obras en las que hubo ganancias encontramos que en 17 de ellas (74%) se presentaron los casos extremos: Doce obras (obras 02, 03, 04, 05, 31, 34, 37, 42, 43, 63, 64 y 91) (52%) en donde la ganancia se conformó al final del tiempo de construcción y cinco obras (obras 38, 39, 40, 41 y 65) (22%) en donde la ganancia se fue acumulando progresivamente desde el inicio de la construcción, al superar ampliamente los pagos recibidos a los costos acumulados. La situación primera es la predominante en el total de las obras analizadas (3). Los gráficos 1 y 2 ilustran claramente las dos situaciones señaladas.

En las 6 obras restantes (Obras 06, 32, 33, 35, 36 y 62) (26%) la ganancia comenzó a fluir, en general, en la segunda mitad del período de construcción. (Véase gráfico 3).

Tal como se señaló en un párrafo anterior, es práctica usual que el empresario constructor cuantifique el rendimiento de su empresa, en especial cuando ejecuta varias obras simultáneamente, en función de la ganancia

MILLONES DE Bs.

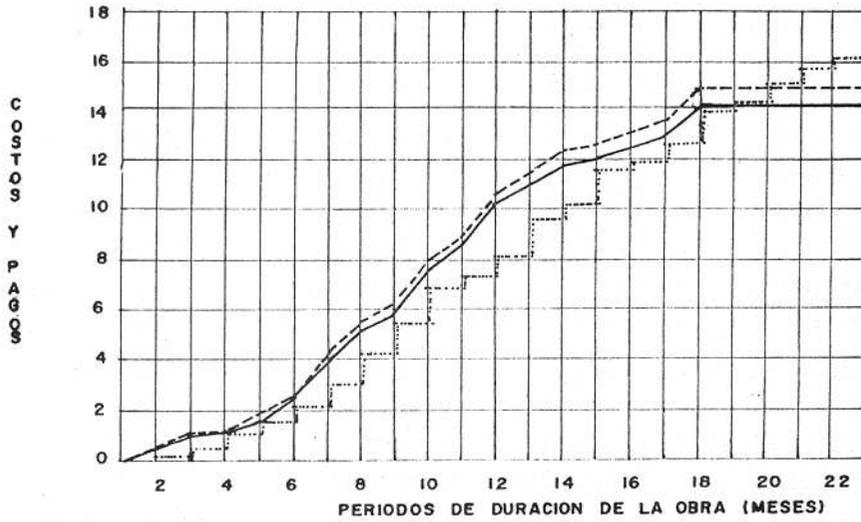


GRAFICO 1  
EMPRESA 04  
OBRA 04

MILLONES DE Bs.

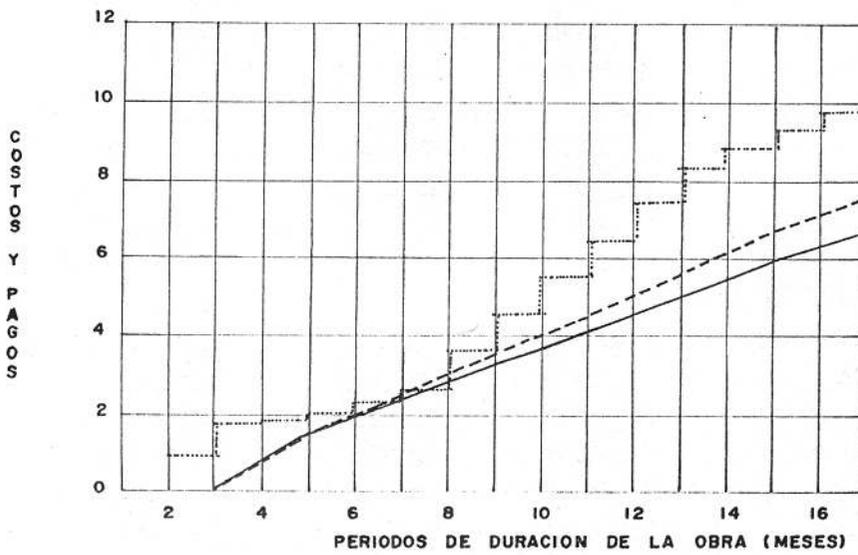


GRAFICO 2  
EMPRESA 01  
OBRA 39

MILLONES DE Bs.

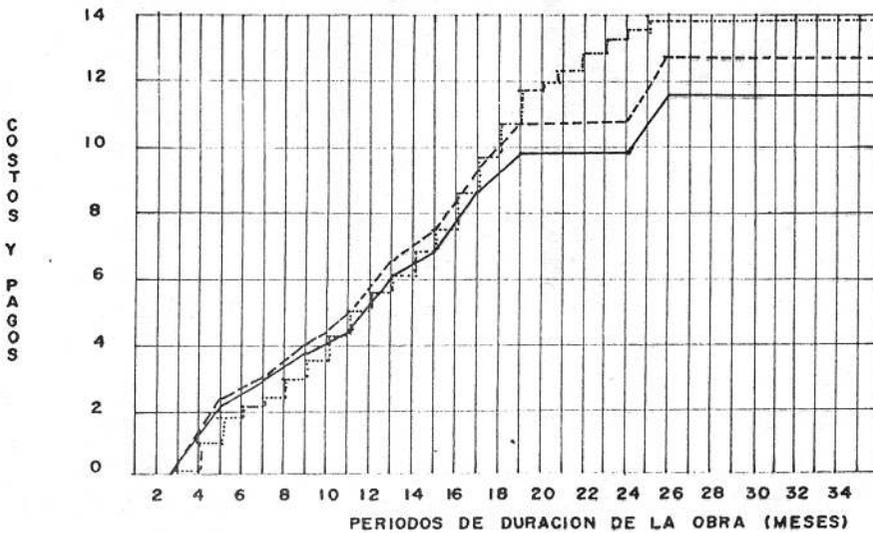


GRAFICO 3  
EMPRESA 01  
OBRA 35

— CTA 2 COSTOS TOTALES ACUMULADO SIN CONSIDERAR EL FACTOR MAQUINARIAS Y EQUIPOS  
 --- CTA COSTOS TOTALES ACUMULADOS  
 ..... PAC PAGOS TOTALES ACUMULADOS

global bruta, pues los beneficios que se derivan de cada obra tienen apenas una orientación referencial. Por otra parte el constructor está conciente del poco control ejercido para el correcto registro de los costos por obra.

Esta modalidad está inducida además por las prácticas impositivas y bancarias las cuales toman como soporte básicamente los balances generales de las empresas, sin considerar siquiera superficialmente la dinámica que los generó. La simple relación que establece que la ganancia del empresario, tanto a nivel de la empresa como a nivel de obras, es igual a los ingresos menos los costos, al no profundizar en la composición de estos últimos, conlleva a imprecisiones en los resultados que no permiten determinar el origen y cuantía de la retribución de su actividad y, en especial, la real proporción en que cada obra ha contribuido a ella. Debe señalarse que algunas empresas consolidadas aplican técnicas modernas de gerencia que corrigen esta situación.

## 2. LA GANANCIA NETA (GCN)

Esta parte de la investigación está orientada a penetrar en la composición de la ganancia de las obras para sincerarla, es decir, establecer una relación entre ingresos y desembolsos que se traduzca en una ganancia ajustada, más real, la cual para diferenciarla de la ganancia bruta llamaremos ganancia neta.

La ganancia bruta de cada obra, acumulada en formas diversas a través de los pagos recibidos por el constructor, experimenta cambios significativos cuando realizamos un estudio detallado de los costos de las obras. Allí encontramos que las contabilidades específicas de obra no incluyen las alícuotas de los costos debidos al funcionamiento global de la empresa y, por el contrario, incluyen aspectos que no pueden ser considerados costos, como más adelante explicaremos.

Para la precisión de los costos reales de las obras se procedió en dos sentidos:

a.- Estimar los costos que deben ser agregados, que son producto de la operación global de la empresa y no aparecen incluidos en la contabilidad específica de la obra.

b.- Determinar aquellos costos imputados a las obras que en estricto sentido no son tales, sino que constituyen elementos de ganancias, a los fines de hacer la deducción correspondiente.

Los costos de la operación general de las empresas constructoras están constituidos fundamentalmente por los gastos generales y los inherentes a la posesión y funcionamiento del parque de maquinarias y equipos. Estos, en la mayoría de los casos, no aparecen registrados en la contabilidad particular de las obras, sino en la contabilidad general de la empresa. Para determinar las alícuotas de estos costos que deben ser asignados a las distintas obras de cada empresa, se asumió el criterio de repartirlos en función de las ganancias brutas de las empresas y de las obras. De esta forma se cargaron mayores costos a aquellas obras de mayores ganancias y viceversa. (Véase al respecto el Cuadro 2 y el ejemplo expuesto en el Cuadro 3).

De los cálculos se obtuvo que los montos cargados a los costos de las obras por este concepto aumentaron, en promedio, los costos registrados en las contabilidades de cada obra en 6,72 %. (Véase Cuadro 4).

En las dos empresas donde los datos suministrados fueron suficientes para realizar los cálculos, se apreció una diferencia notable en los costos adicionales promedios para sus obras: 12.57% y 5.97%. Esta diferencia puede explicarse por las características de cada empresa. El menor porcentaje se obtuvo en una de las más antiguas de todas las empresas encuestadas (Empresa 01) de reconocida eficiencia constructiva, con un parque de maquinarias bastante depreciado contablemente y altos volúmenes de contratación. El mayor porcentaje, por el contrario, resultó de una empresa nueva (Empresa 04), de las que hemos denominado en la investigación "empresas de oportunidad", constituida expresamente para construir las obras que analizamos. Estas obras obviamente asumieron todos los costos de instalación de la empresa: dotación de locales, maquinarias, equipos, etc. (Véase Cuadro 4).

Los que llamaremos elementos de ganancias en los costos (EGC) constituyen parte del excedente global

**CUADRO 2**  
**GANANCIA BRUTA Y GASTOS GENERALES DE LA EMPRESA 01 (Bolívares)**

Años	A	B	C	D	E (B + C - D)
1973	12,534,000	2,475,000	4,335,000	1,412,000	5,398,000
1974	12,534,000	2,475,000	4,335,000	1,412,000	5,398,000
1975	12,534,000	2,475,000	4,335,000	1,412,000	5,398,000
1976	12,534,000	2,475,000	4,335,000	1,412,000	5,398,000
1977	12,534,000	2,475,000	4,335,000	1,412,000	5,398,000
1978	7,121,000	2,577,100	5,500,000	1,412,000	6,665,100
1979	7,000,000	1,700,000	4,100,000	1,412,000	4,388,000
1980	9,307,700	2,540,500	6,767,200	1,412,000	7,895,700
1981	15,172,507	1,633,898	6,452,935	1,412,000	6,674,833
1982	15,172,507	1,633,898	6,452,935	1,412,000	6,674,833

A Ganancia bruta de la empresa = GB

B Gastos por distribución de equipos

C Gastos generales registrados como tales en la contabilidad de la empresa

D Pagado a directores en 1981, se asumió como gasto fijo para todos los años considerados

E Gastos generales de la empresa (ajustados) = GE

NOTA: Para los años 1973 a 1976 se tomaron los mismos datos de 1977, primer balance disponible al momento de recabar la información.

Para el año 1982 se tomaron los mismos datos de 1981, último balance disponible al momento de recabar la información.

**CUADRO 3**  
**EJEMPLO DEL CALCULO DE LA ALICUOTA DE LOS GASTOS GENERALES DE LA EMPRESA ASIGNABLES A CADA OBRA (Bolívares)**

Empresa 01	Obra 33				
Años	A	B	C	D	E
1976	4	12,534,000	4,178,000	5,398,000	1,799,333
1977	12	12,534,000	12,534,000	5,398,000	5,398,000
1978	12	7,121,000	7,121,000	6,665,100	6,665,100
1979	12	7,000,000	7,000,000	4,388,000	4,388,000
1980	4	9,307,700	3,102,567	7,895,700	2,631,900
Totales	44		33,935,567		20,882,333

A Meses trabajados en la obra ( M (I) )

B Ganancia bruta de la empresa ( GB )

$$C = \frac{A \times B}{12}$$

D Gastos Generales de la empresa (GE)

$$E = \frac{A \times B}{12}$$

$$AGG = \frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL C}} \times \text{GCB (Ganancia bruta del constructor en la obra Véase Cuadro 1)}$$

$$AGG = \frac{20,882,333}{33,935,567} \times 4,772,245 = 2,936,612$$

**CUADRO 4**  
**COSTOS TOTALES Y ALICUOTAS DE LOS GASTOS GENERALES POR EMPRESAS Y POR OBRAS Y SU RELACION PORCENTUAL (Bolívares)**

Empresa	Obra	CTC ( 1 )	AGG ( 2 )	% ( 2 / 1 )
04	04	14,836,694	1,387,228	9,35
04	05	28,006,006	2,786,626	9,95
04	06	10,879,080	2,577,472	23,69
Total empresa 04		53,721,780	6,751,326	12,57
01	31	10,403,231	124,566	1.20
01	32	101,353,829	8,594,400	8.48
01	33	74,585,811	2,936,612	3.94
01	34	9,492,525	35,247	0.37
01	35	12,645,066	837,140	6.62
01	36	36,566,680	2,366,348	6.47
01	37	14,318,972	774,477	5.41
01	38	12,863,299	2,641,512	20.53
01	39	7,563,334	1,268,216	16.77
01	40	5,639,596	663,011	11.76
01	61	28,809,902	1(*)	0.00
01	62	42,426,192	1,699,911	4.01
01	63	25,529,496	1,396,923	5.47
01	64	9,430,604	100,832	1.07
01	65	7,022,595	1,465,117	18.73
01	91	18,227,110	15,139	0.08
Total empresa 01		417,678,242	24,919,452	5.97
Total empresa 04+01		471,400,022	31,670,778	6.72

CTC Costo total a nivel constructor

AGG Alícuota gastos generales

(\*) Por la foma de cálculo utilizada se asumió esta cuantificación

Fuente: INCOVEN. Resultados Modelo 1 y encuestas empresas

generado en la construcción que es anticipadamente apropiada por el constructor y además agentes que participan en el proceso productivo y los cuales podemos agrupar dentro de las siguientes categorías:

a.- Algunos de los pagos que reciben del constructor el capital financiero, el capital comercial, propietarios de la tierra y el estado, entre otros, los cuales vistos por el empresario constructor como agente particular constituyen costos. Los conceptos o renglones en los que están incluidos son principalmente: intereses, tasas, impuestos, contribuciones, primas de seguros, etc.

También constituyen elementos de ganancias contabilizados como costos parte de los pagos a directores de las empresas, los gastos de relaciones públicas y comisiones de todo tipo.

Todos ellos son contablemente asignados a los gastos generales de las empresas y de las obras y son parte integral de excedente apropiado por el constructor. Su peso en los gastos generales de la empresa y en los costos globales de las obras es bastante significativo.

Para una de las empresas encuestadas (empresa

01), los montos de los pagos realizados a los directores durante los años 1977 a 1981 representaron en promedio el 26.00% de todos los gastos generales de la empresa, con un mínimo de 20.86% en 1980 y un máximo de 34.33% en 1979. (Véase Cuadro 5).

La incidencia de los elementos de ganancia en los gastos generales de las obras es todavía más elevada en promedio (46.72%), observándose marcadas fluctuaciones de una obra a otra, desde un mínimo de 5.05% hasta un máximo de 77.62% (Véase Cuadro 6).

**b.-** La diferencia entre los montos contablemente asignados como depreciación de las maquinarias y los equipos que han participado en las obras y los montos de la depreciación que realmente corresponde por su uso en obra. En la parte de la investigación "EL CAPITAL FIJO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION" ya publicado (4), se explica detalladamente el origen de estas diferencias y se demuestra que "...existe un desgaste contable, correspondiente a las maquinarias y los equipos, que es cargado a los objetos mercancías de la industria de la Construcción, que no se corresponde a la depreciación o desgaste real del medio de trabajo empleado en la producción" (5).

La cuantificación de esta ganancia encubierta en los costos sólo pudo efectuarse para aquellas obras donde, a su vez, se pudo estimar el tipo, cantidad y tiempo de permanencia de las maquinarias y equipos empleados.

Una vez elaborados los cálculos necesarios se encontró que, en promedio, el 58.63% de los costos asignados a las obras por concepto de depreciación son elementos de ganancia, y en ningún caso, éste fue inferior al 41.80%. (Véase Cuadro 7 y ejemplo para su cálculo en Cuadro 8).

Si bien en las obras poco mecanizadas, el peso de esta ganancia encubierta no es significativo por la baja participación de los costos de maquinaria y equipos en los costos totales, en obras donde existe un empleo intensivo de maquinarias, como las viales por ejemplo, la magnitud de la ganancia si es relevante (6). En las obras de este último tipo encuestadas, los costos del factor maquinaria y equipos sobrepasaron, en promedio, el 15% de los costos totales. De allí que pueda deducirse

que para estas obras aproximadamente el 8% de sus costos totales constituyen ganancia.

Descontados de los costos de las obras los elementos de ganancia y sumados los costos correspondientes a las alícuotas de los gastos generales de la empresa, se obtuvo el monto de ganancia neta a nivel del empresario constructor para cada obra (Véase Cuadro 9). Como se puede apreciar, en general, la ganancia neta disminuyó respecto a la ganancia bruta ((Véase supra Cuadro 1) lo cual indica que los costos que no aparecen en las contabilidades específicas de las obras, producto de la

La disminución es mayor en la empresa 04. Esto es reflejo de lo anteriormente señalado en relación a que se trata de una empresa recién fundada a cuyas obras deben ser cargados los costos correspondientes a su constitución e instalación.

Determinar la ganancia neta por obras constituye un paso de avance en el conocimiento sobre el origen y formación de los beneficios del empresario constructor. Sin embargo, se hace necesario precisar las proporciones de dicho beneficio correspondientes a las remuneraciones del capital fijo y del capital circulante aportados por el constructor para la ejecución de las obras. Para eso se procedió a separar ambos componentes y a calcular la tasa de la ganancia que corresponde a cada uno, considerando determinadas variantes.

### 3. LAS TASAS DE GANANCIA

La ganancia neta del empresario constructor (GCN) constituye la retribución a la inversión realizada en capital fijo y a los desembolsos de circulante efectuados por éste durante el tiempo de ejecución de la obra. En consecuencia, se procedió a calcular la tasa correspondiente al capital fijo  $R(k)$  y la correspondiente a los desembolsos en circulante ( $g'$ ).

Con el propósito de homogeneizar los cálculos, los datos se dimensionaron a un "año promedio" de obra, resultando con ello ganancias netas y tasas de ganancias anuales. En la parte de la investigación "Los Desembolsos de Capital del Empresario Constructor" se explica con detalle la metodología empleada.

**CUADRO 5**  
**RELACION ENTRE LOS PAGOS HECHOS A LOS DIRECTORES Y LOS GASTOS**  
**GENERALES DE LA EMPRESA (Bolivares)**

Años	A	B	C
1977	4,335,000	1,412,000	32.57
1978	5,500,000	1,412,000	25.67
1979	4,100,000	1,412,000	34.44
1980	6,767,200	1,412,000	20.86
1981	6,452,935	1,412,000	21.88
	5,431,027 (*)	1,412,000 (*)	26.00

A Gastos generales contabilizados como tales por la empresa

B Pagado a Directores de la empresa en 1981. Se asumió como pago fijo para todos los años considerados

C % de B con respecto a A

(\*) Promedio del período

Fuente: INCOVEN. Encuesta empresa 01

La fórmula general utilizada para cálculo fue la siguiente:

$$GCN \text{ (Promedio anual)} = R (K) (CF) + g' (C)$$

CF = Capital fijo

C = Capital circulante desembolsado

### 3.1 La tasa de ganancia de la Inversión en Capital Fijo R (k)

Esta tasa de ganancia se asimiló a la retribución que correspondería a dicho capital si en lugar de emplearse en la adquisición de maquinaria y equipos, fuese colocado a interés en una institución financiera. Al efecto se tomaron como referencia las tasas de interés pasivas, es decir, las pagadas por los entes financieros a sus ahorristas para aquellos instrumentos de captación de ahorros a mediano y largo plazo, por pagar éstos las más altas tasas y no permitir su convertibilidad inmediata. Esta asimilación fue posible por las condiciones de baja inflación existentes en el período analizado.

La dotación de Capital Fijo y las formas que asumen para ello los desembolsos de capital del empresario

constructor, están ampliamente analizados en el capítulo de la investigación referente al tema (7).

Las tasas promedio resultantes para el período de construcción de cada obra se presentan en el Cuadro 10.

Las dos empresas a cuyas obras se les calculó las tasas de ganancia, por existir información suficiente, presentaron situaciones distintas en relación a la forma de las inversiones. La empresa 04 se inició en el mercado construyendo las obras que estudiamos y obviamente adquirió para ello las maquinarias y equipos necesarios. La empresa 01, por el contrario, de larga experiencia constructiva, estaba en posesión de un numeroso y diversificado parque de maquinarias al momento de afrontar la realización de las obras encuestadas.

Para cada obra se identificaron la cantidad y el tipo de las maquinarias empleadas. En las obras de la empresa 04 la información se obtuvo directamente de la encuesta. No fue así para la totalidad de las obras de la empresa 01, allí la información fue muy disímil: desde registros precisos del tipo, cantidad y tiempo de

**CUADRO 6**  
**ELEMENTOS DE GANANCIA EN LOS GASTOS GENERALES DE LAS OBRAS**  
**(Bolívares).**

Empresa	Obra	GG 1	EGC 2	% 3=2/1
04	04	86,854	18,744	21.58
04	05	283,536	14,509	5.12
04	06	192,630	9,728	5.05
Total empresa 04		563,020	42,981	7.63
01	31	123,491	62,007	50.21
01	32	5,265,148	2,124,026	40.34
01	33	4,981,033	2,962,537	59.48
01	34	716,620	106,112	14.81
01	35	797,258	618,808	77.62
01	36	1,741,492	1,090,956	62.64
01	37	1,236,655	383,593	31.02
01	38	799,466	381,025 (*)	47.66 (**)
01	39	217,472	144,011	66.22
01	40	443,382	92,723	20.91
01	61	837,827	465,717	55.59
01	62	1,915,745	649,957	33.93
01	63	1,772,912	997,114	56.24
01	64	391,506	85,266	21.78
01	65	820,849	166,872	20.33
01	91	1,227,059	769,098	62.68
Total empresa 01		23,287,915	11,099,822	47.66
Totales empresas 04+01		23,850,935	11,142,803	46.72

GG Gastos generales

EGC Elementos de ganancia en los costos

(\*) Calculado en función del promedio

(\*\*) Promedio de las demás obras de la empresa

Fuente: INCOVEN. Encuestas empresas

permanencia de las máquinas presentes en el sitio de la construcción, hasta obras en donde sólo pudo conocerse el monto en bolívares de los costos cargados contablemente por concepto de maquinarias y equipos.

En estos últimos casos los datos imprescindibles se obtuvieron con base en la información de los primeros, elaboración posible gracias a la similitud en las técnicas constructivas de todo el conjunto de las obras de la empresa.

En la industria de la construcción, cuando se analiza por obras, la magnitud de la inversión en capital fijo está

afectada por el tiempo de permanencia de la maquinaria y equipos en la obra. Esto obedece a que en ella, a diferencia de la industria estacionaria, los equipos deben ser trasladados a cada sitio de trabajo y permanecer allí sólo el tiempo durante el cual son requeridos por los procesos de trabajo donde participan. De esta forma es usual, para las empresas constructoras con varias obras en ejecución simultánea, que un determinado equipo pueda ser utilizado en varias obras en un mismo año.

El cálculo de la magnitud de la inversión en capital fijo en cada obra se obtuvo a través del estudio del

**CUADRO 7  
ELEMENTOS DE GANANCIA EN LOS COSTOS DE CAPITAL FIJO (Bolívares).**

Emp.	Obra	Costos de Maq. y equipos 1	Depreciación contable 2	Depreciación real 3	Elementos de ganancia 4	% [3/2] 5	% [4/2] 6
04	04	709,917	387,227	168,322	218,905	43.47	56.53
04	05	982,362	380,269	175,523	204,746	46.16	53.84
04	06	806,269	345,544	145,513	200,031	42.11	57.89
Total emp. 04		2,498,548	1,113,040	489,358	623,682	43.97	56.03
01	31	170,535	106,834	43,884	61,139	41.08	57.23
01	32	6,271,240	3,419,710	1,507,377	1,912,333	44.08	55.92
01	33	6,016,459	3,799,326	1,534,345	2,264,981	40.38	59.62
01	34	876,537	676,013	184,954	491,059	27.36	72.64
01	35	1,118,724	593,944	212,589	381,355	35.79	64.21
01	36	2,894,768	1,236,506	556,322	680,184	44.99	55.01
01	37	1,811,171	1,135,042	344,335	790,707	30.34	69.66
01	38	856,283	421,051	148,421	272,630	35.25	64.75
01	39	882,855	461,640	143,618	318,022	31.11	68.89
01	40	547,185	301,104	78,913	222,191	26.21	73.79
01	61	972,602	617,770	281,434	336,336	45.56	54.44
01	62	3,436,972	1,623,479	944,883	678,596	58.20	41.80
01	63	635,860	267,692	131,382	136,310	49.08	50.92
01	64	367,559	215,352	92,820	122,532	43.10	56.90
01	65	356,248	150,930	48,242	102,688	31.96	68.04
01	91	554,501	356,579	79,365	277,214	22.26	77.74
Total emp. 01		27,769,499	15,382,972	6,332,884	9,048,277	41.17	58.82
Total 04+01		30,268,047	16,496,012	6,822,242	9,671,959	41.36	58.63

Método de cálculo: Véase ejemplo Cuadro 8  
Fuente: INCOVEN. Encuestas empresas

comportamiento de los flujos de los costos del factor maquinaria y equipos a lo largo del tiempo de construcción. El tiempo estimado de permanencia del Capital Fijo en el sitio de la construcción fue obviamente inferior al tiempo total de ejecución de la obra. (8).

La inversión relativa a la provisión de capital fijo fue cuantificada a precio contable (PCF), de mercado (PMF) y de referencia (PMRF), calculados todos ellos para el año de inicio de cada obra.

El precio contable es el valor en libros de las maquinarias y equipos empleados o asignables a cada obra; el de mercado es el precio actual de esas mismas máquinas, y el de referencia, el precio de maquinarias nuevas, iguales o similares a las anteriores.

La inversión de capital fijo fue cuantificada para cada obra en dos variantes:

a) Considerando las maquinarias y los equipos que estuvieron presentes en el sitio de la construcción. (Véanse Cuadro 11 y su explicación en los Cuadros 12 y 13).

b) Considerando las alícuotas del parque de maquinaria y equipos y de otras inversiones de la empresa que, de acuerdo a criterios proporcionales, son asignables a cada obra ejecutada.

Para cada variante se calcularon los precios contables, de mercado y de referencia. Para ello se partió del análisis de los listados de activos fijos de cada

**CUADRO 8**  
**EJEMPLO DEL CALCULO DE LA DEPRECIACION CONTABLE Y REAL**

Empresa 01		Obra 61					
A	B	C	D	E	F	G	H
37.2	1	288,330.00	144	32	4,250.00	136,000.00	44,851.33
3.1	1	70,644.37	144	17	2,000.00	34,000.00	5,837.97
2.1 (*)	1	64,284.65	60	32	1,100.00	35,200.00	-
58	1	2,612.50	60	32	43.54	1,393.28	975.33
6	2	23,500.00	60	32	1,305.56	41,777.92	17,546.67
20	2	28,900.00	120	32	1,600.00	51,200.00	10,786.33
31.1	2	1,000.00	36	17	125.00	2,125.00	661.11
57	1	20,650.00	36	17	573.61	9,751.37	6,825.97
14	1	19,436.00	36	17	539.88	9,177.96	6,424.68
16	1	7,500.00	36	17	208.33	3,541.61	2,479.17
47.5	1	43,500.00	36	17	3,500.00	59,500.00	14,379.17
47.3	1	7,000.00	36	17	560.00	9,520.00	2,313.89
47.2	1	10,500.00	36	17	1,496.25	25,436.25	3,470.83
47.4	1	699.00	36	32	43.68	1,397.76	434.93
52	1	30,870.00	60	32	514.50	16,464.00	11,524.80
56	2	15,535.00	36	6	1,941.86	11,651.16	3,624.83
50	1	20,078.00	144	17	572.37	9,730.29	1,659.22
49.14	-	73,696.00	32	32	-	73,696.00	73,696.00
13.14	-	65,807.00	17	17	-	65,807.00	65,807.00
41	1	41,000.00	60	17	1,200.00	20,400.00	8,131.67
						617,769.60	281,433.90

A Identificación equipo

B Cantidad de equipos utilizados

C Precio de compra (Bs.)

D Vida útil (meses)

E Tiempo de uso en obra (meses)

(\*) Equipo totalmente depreciado para el momento de inicio de la obra

F Depreciación mensual según empresa (Bs.)

G Depreciación contable (Bs.) = E \* F

H Depreciación real (Bs.) =  $\frac{BE(C - 30 C/100)}{D}$ 

### IDENTIFICACION EQUIPO

37.2 Grúa torre pequeña: Potain 429  
 3.1 Silo 80 TN  
 2.1 Mezcladora grande con dosificador: Faure  
 58 Tobo para concreto: 0.5 m3.  
 6 Sambrón: Bonser Dumper  
 20 Minishovel: International  
 31.1 Bailarina  
 57 Dobladora y picadora de cabillas  
 14 Picadora de cabillas eléctrica: Hallto  
 16 Soldadora Lincoln 300 amp.

47.5 Cepilladora-machihembradora  
 47.3 Sierra de brazo  
 47.2 Sierra radial  
 47.4 Sierra de mano  
 52 Camioneta pick up: Ford  
 56 Bomba sumergible: Flaygt 4"  
 50 Equipo de topografía  
 49.14 Herramientas menores  
 13.14 Accesorios para encofrados  
 41 Elevador de personal: Alimak

**CUADRO 9  
GANANCIA NETA (Bolívares)**

Obra	PTC 1	CTC 2	AGG 3	EGC(GG) 4	EGC(CF) 5	GCN 6=1-(2+3)+4+5	% 7=(6/2)100
04	16,461,100	14,836,694	1,387,228	18,744	210,905	474,827	3.20
05	30,893,776	28,006,006	2,786,626	14,509	204,746	320,399	1.14
06	13,571,890	10,879,080	2,577,472	9,728	200,031	325,097	2.99
Total emp. 04		53,721,780				1,120,323	2.09
31	10,692,469	10,403,231	124,566	62,007	61,139	287,818	2.77
32	115,546,020	101,353,829	8,594,400	2,124,026	1,912,333	9,634,150	9.51
33	79,358,056	74,585,811	2,936,612	2,962,537	2,264,981	7,063,151	9.47
34	9,555,122	9,492,525	35,247	106,112	491,059	624,521	6.58
35	13,845,316	12,645,066	837,140	618,808	381,355	1,363,273	10.78
36	40,094,476	36,566,680	2,366,348	1,090,956	680,184	2,932,588	8.02
37	15,279,880	14,318,972	774,477	383,593	790,707	1,360,731	9.50
38	16,918,367	12,863,299	2,641,512	381,025	272,630	2,067,211	16.07
39	10,245,494	7,563,334	1,268,216	144,011	318,022	1,875,977	24.80
40	7,053,223	5,639,596	663,011	92,723	222,191	1,065,530	18.89
61	26,079,872	28,809,902	1	465,717	336,336	(1,927,978)	(6.69)
62	45,585,856	42,426,192	1,699,911	649,957	678,596	2,788,306	6.57
63	27,901,726	25,529,496	1,396,923	997,114	136,310	2,108,731	8.26
64	9,638,655	9,430,604	100,832	85,266	122,532	315,017	3.34
65	10,660,300	7,822,595	1,465,117	166,872	102,688	1,642,148	20.99
91	18,258,054	18,227,110	15,139	769,098	277,214	1,062,117	5.83
Total emp. 01		417,678,242				34,263,291	8.20
Total emp. 01+04		471,400,022				35,383,61	7.51

PTC Pago total nivel constructor (Ver Cuadro 1)

CTC Costo total nivel constructor (Ver Cuadro 1)

AGG Alícuota de los gastos generales de la empresa asignables a la obra (Ver Cuadro 4)

EGC (GG) Elementos de ganancia en los costos (gastos generales) (Ver Cuadro 6)

EGC (CF) Elementos de ganancia en los costos (capital fijo) (Ver Cuadro 7)

GCN Ganancia neta nivel constructor

empresa, depreciando y deflactando los precios originales de compra al año de inicio de las obras (Véanse Cuadros 14, 15 y 16).

Los cálculos de las tasas aplicando alícuotas evitan, en parte, la posibilidad de subestimar en algunas obras la inversión realizada, al no incluir maquinarias inactivas, no presentes en las obras, ya sea por falta de contratación de la empresa, reparaciones y/o traslados.

La cuantificación de la inversión a distintos precios permite, para una misma obra, calcular las tasas de

ganancia que resultarían para constructores que se inician en el mercado y que requieren comprar, nuevo o usado el capital fijo a emplear y las que resultarían para constructores ya establecidos que han acumulado capital fijo suficiente para afrontar la construcción sin necesidad de adquirir nuevas dotaciones.

Los resultados que se presentan en el cuadro 17 son muy ilustrativos respecto a lo anterior. La ganancia correspondiente a la inversión en capital fijo a precios del mercado de la empresa 04, representa en promedio el 27.86% de la ganancia neta, mientras que la empresa

**CUADRO 10**  
**TASA PASIVAS PROMEDIO DE INTERES POR OBRAS**

Obra	TASA	Obra	TASA
04	14.41	38	12.56
05	14.58	39	14.19
06	14.68	40	14.28
31	8.33	61	8.24
32	10.21	62	9.47
33	10.14	63	13.39
34	8.69	64	8.43
35	10.62	65	10.04
36	12.24	91	8.37
37	11.41		

Fuente: Gaceta Oficial y B.C.V.

**EJEMPLO PARA EL CALCULO LAS TASAS DE INTERES PASIVAS POR OBRAS.**

Empresa: 01

Obra: 33

Año	Tasas de interés pasivas A	Meses trabajados en la obra B	C = A * B
1973	8.00	-	-
1974	8.00	-	-
1975	8.00	-	-
1976	8.50	4	34.00
1977	8.50	12	102.00
1978	9.00	12	108.00
1979	12.50	12	150.00
1980	13.00	4	52.00
1981	14.25	-	-
1982	15.00	-	-
1983	15.00	-	-
<b>Totales</b>		<b>44</b>	<b>446.00</b>

$$\text{Tasa de interés promedio de la obra} = R = \frac{C}{B} = \frac{446.00}{44} = 10.14$$

01 en sólo el 3.92%. Si esta última empresa hubiese construido en las mismas condiciones que la primera, es decir, comprando para ello el capital fijo a emplear, el porcentaje promedio aumentaría, sin embargo, no hasta los niveles de la empresa 04, pues la experiencia constructiva y el dominio de la tecnología utilizada le permitiría alcanzar los mismos resultados con inversión menor y tiempo menor.

Esta situación demuestra una de las más importantes ventajas comparativas de las empresas con tiempo de establecidas, experticia tecnológica y propietarias de un parque de maquinarias, todo lo cual les permite una cómoda posición en un mercado cada vez más competitivo donde podrían ofertar precios imposibles de lograr por las empresas recién fundadas que no poseen de antemano capital fijo alguno.

**CUADRO 11**  
**INVERSION EN CAPITAL FIJO PRESENTE EN LA OBRA, CONSIDERANDO EL**  
**TIEMPO DE PERMANENCIA EN LA MISMA (Bolívares)**

OBRA	PCF	PMF	PMRF
04	705,146	705,146	705,146
05	880,278	880,278	880,278
06	506,219	559,416	648,899
31	91,005	124,574	158,730
32	1,534,744	1,972,959	2,246,238
33	2,162,221	2,779,600	3,019,269
34	674,217	886,726	942,881
35	444,941	644,692	819,654
36	496,170	916,527	1,328,008
37	638,131	1,178,760	1,490,163
38	187,904	347,097	504,584
39	162,171	976,904	1,485,684
40	82,384	496,580	747,911
61	482,287	599,104	677,568
62	472,311	607,170	726,413
63	82,761	246,502	429,299
64	192,023	246,851	320,325
65	33,573	202,363	402,937
91	150,192	193,077	207,851

PCF A precio contable

PMF A precio de mercado

PMRF A precio de referencia

Método de cálculo: Véanse Cuadros 12 y 13

Fuente: INCOVEN. Encuestas empresas

### 3.2 Las tasas de ganancia, una vez considerados los intereses correspondientes a la inversión en Capital Fijo.

La tasa de ganancia propiamente dicha está relacionada al desembolso de capital circulante del constructor. De acuerdo a la estructura de datos de los casos analizados este desembolso está compuesto por el circulante anual desembolsado directamente en obra y por el desembolso correspondiente a la alícuota de los gastos generales y otros costos de la empresa asignables a la obra.

El circulante desembolsado por el constructor en obra corresponde al desembolso promedio anual para la obra, calculado a partir del circulante total del constructor contenido en el precio de costo de la obra de acuerdo a las características del flujo de los pagos del

constructor y al constructor, que determinan una específica rotación del capital circulante en cada obra y con ella, el promedio de desembolso que efectúa el empresario constructor (9).

Tanto a nivel del circulante total del constructor contenido en el costo de la obra, como a nivel del desembolso de circulante efectuado por el empresario constructor, así como en la rotación de circulante que relaciona ambas variables, puede considerarse o no el efecto del capital circulante dispuesto por el constructor, es decir, del capital circulante que el cliente del constructor desembolsa a través de éste.

En el caso de considerarse el efecto de signo contrario del capital circulante dispuesto, la variable circulante total del constructor contenido en el precio del producto

## CUADRO 12

## NOTAS EXPLICATIVAS DEL CUADRO 11

A- Cálculo del precio de referencia considerando tiempo de permanencia de la maquinaria y equipos en obra (PMRF)

Ejemplo: Empresa 01 Obra 61

Año de inicio de la Obra: 1974.

Indice de precios año de inicio de la obra: 78.51 (1978 = 100)

Tiempo de duración de la obra: 38 meses

Código Equipo	Cantidad	Año de compra	Precio de compra (Bs.)	Meses de uso en obra	Indice precios años de compra	PMRF (Bs.)
37.2	1	1974	288,330.00	32	78.51	242,804.21
3.1	1	1976	70,644.37	17	84.95	29,208.18
2.1	1	1969	64,284.65	32	53.25	79,813.99
58	1	1977	2,612.50	32	93.34	1,850.46
6	2	1979	23,500.00	32	107.75	28,838.45
20	2	1974	28,900.00	32	78.51	48,673.68
31.1	2	1977	1,000.00	17	93.34	752.58
57	1	1977	20,650.00	17	93.34	7,770.38
14	1	1976	19,436.00	17	84.95	8,035.89
16	1	1975	7,500.00	17	80.60	3,268.26
47.5	1	1976	43,500.00	17	84.95	17,985.24
47.3	1	1975	7,000.00	17	80.60	3,050.37
47.2	1	1977	10,500.00	17	93.34	3,951.04
47.4	1	1977	699.00	32	93.34	495.11
52	1	1976	30,870.00	32	84.95	24,025.07
56	2	1977	15,535.00	6	93.34	4,126.35
50	1	1976	20,078.00	17	84.95	8,301.32
19.14	-	1974	73,696.00	-	-	73,696.00
13.14	-	1974	65,807.00	-	-	65,807.00
41	1	1970	41,000.00	17	57.34	25,114.03
						677,567.61

$$PMRF = \frac{A * B * C * D}{E * F}$$

A Índice de precios año inicio de la obra  
B Precio de compra de la máquina  
C Cantidad de máquinas utilizadas  
D Meses de uso de la máquina en obra  
E Índice de precios año de compra máquina  
F Meses de duración de la obra

B- Cálculo del precio de referencia sin considerar tiempo de permanencia de la maquinaria y equipos en obra (P.M.R.F')

Se agruparon los precios de las máquinas con igual tiempo de uso en obra

$$PMRF' = \frac{PMRF * F}{D}$$

4,126.35 * 38/6	=	26.133,55
107,437.29 * 38/17	=	240.153,94
426,500.97 * 38/32	=	506.469,90
139,503.00 * 38/38	=	<u>139.503,00</u>
		912.260,39 = PMRF'

## CODIGO EQUIPO

37.2	Grúa torre pequeña: Potain 429	47.5	Cepilladora-machihembradora
3.1	Silo 80 TN	47.3	Sierra de brazo
2.1	Mezcladora grande con dosificador: Faure	47.2	Sierra radial
58	Tobo para concreto: 0.5 m3.	47.4	Sierra de mano
6	Sambrón: Bonser Dumper	52	Camioneta pick up: Ford
20	Minishovel: International	56	Bomba sumergible
31.1	Bailarina	50	Equipo de topografía
57	Dobladora y picadora de cabillas	49,14	Herramientas menores
14	Picadora eléctrica de cabillas	13,14	Accesorios para encofrados
16	Soldadora Lincoln 300 amp.	41	Elevador de personal: Alimak

**CUADRO 13**

**NOTAS EXPLICATIVAS DEL CUADRO 11**

**A- Cálculo del precio de mercado sin considerar el tiempo de permanencia de la maquinaria y equipos en obra. (PMF)**

Ejemplo: Empresa 01 Obra 61  
 Año de inicio de la obra: 1974  
 Índice de precios año de inicio de la obra: 78.51 (1978=100)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
37.2	1	1974	288,330.00	12	86,499.00	201,831.00	16,819.25	-	288,330.00	288,330.00
3.1	1	1976	70,644.37	12	21,193.31	49,451.06	4,120.92	-	70,644.37	65,288.87
2.1	1	1969	64,284.65	5	19,285.40	44,999.25	8,999.85	44,999.25	19,285.40	28,433.74
58	1	1977	2,612.50	5	783.75	1,828.75	365.75	-	2,612.50	2,197.42
6	2	1979	23,500.00	5	14,100.00	32,900.00	6,580.00	-	47,000.00	34,245.66
20	2	1974	28,900.00	10	17,340.00	40,460.00	4,046.00	-	57,800.00	57,800.00
31.1	2	1977	1,000.00	3	600.00	1,400.00	466.67	-	2,000.00	1,682.24
57	1	1977	20,650.00	3	6,195.00	14,455.00	4,818.33	-	20,650.00	17,369.10
14	1	1976	19,436.00	3	5,830.80	13,605.20	4,535.07	-	19,436.00	17,962.57
16	1	1975	7,500.00	3	2,250.00	5,250.00	1,750.00	-	7,500.00	7,305.52
47.5	1	1976	43,500.00	3	13,050.00	30,450.00	10,150.00	-	43,500.00	40,202.29
47.3	1	1975	7,000.00	3	2,100.00	4,900.00	1,633.33	-	7,000.00	6,818.49
47.2	1	1977	10,500.00	3	3,150.00	7,350.00	2,450.00	-	10,500.00	8,831.74
47.4	1	1977	699.00	3	209.70	489.30	163.10	-	699.00	587.94
52	1	1976	30,870.00	5	9,261.00	21,609.00	4,321.80	-	30,870.00	28,529.77
56	2	1977	15,335.00	3	9,321.00	21,749.00	7,249.67	-	31,070.00	26,133.55
50	1	1976	20,078.00	12	6,023.40	14,054.60	1,171.22	-	20,078.00	18,555.90
49.14	-	1974	73,696.00	-	-	-	-	-	73,696.00	73,696.00
13.14	-	1974	65,807.00	-	-	-	-	-	65,807.00	65,807.00
41	1	1970	41,000.00	5	12,300.00	28,700.00	5,740.00	28,700.00	12,300.00	16,841.17
										<b>806,618.97</b>

A Código equipo  
 B Cantidad de equipos utilizados  
 C Año de compra  
 D Precio de compra (Bs.)  
 E Vida útil (años)  
 F Valor de rescate (30% de D) (Bs.)  
 G Valor a depreciar (D-F) (Bs.)  
 H Depreciación anual (G/E) (Bs.)  
 I Depreciación acumulada (Bs.)  
 J Precio de mercado en bolívars año de compra ((D-I) (Bs.)  
 K Precio deflactado año de inicio de la obra (Bs.)

J \* Índice de precios año inicio de la obra  
 K -----  
 Índice de precios año de compra

**B- Cálculo del precio de mercado considerando tiempo de permanencia de la maquinaria y equipos en obra. (PMF')**

$$PMF' = \frac{PMRF}{PMRF} * PMF = \frac{667,567,61}{912,260,39} * 806,618,97$$

**CUADRO 14**  
**CAPITAL FIJO A PRECIOS CONTABLES, DE MERCADO Y DE REFERENCIA DE LA**  
**MAQUINARIA Y EQUIPOS DE LAS EMPRESAS PARA EL AÑO DE INICIO DE LAS**  
**OBRAS (Bolívares)**

Emp.	Obra	A	B	C	D	E	F
4	04	1,627,406	2,983,389	2,983,389	2,983,389	5,414,756	22
4	05	2,887,770	2,983,389	2,983,389	2,983,389	7,429,960	31
4	06	2,692,810	3,585,668	3,962,479	4,387,687	7,178,307	28
1	31	289,238	3,308,104	4,528,346	5,688,661	31,335,000	30
1	32	14,192,191	6,968,224	8,957,862	10,533,159	46,945,417	58
1	33	4,772,245	6,968,224	8,957,862	10,533,159	33,935,567	44
1	34	62,597	6,968,224	8,957,862	10,533,159	22,646,167	26
1	35	1,200,250	8,062,754	11,682,434	14,201,955	23,490,567	34
1	36	3,527,796	6,574,488	12,144,434	16,082,921	34,885,622	44
1	37	960,908	6,574,488	12,144,434	16,082,921	21,877,417	34
1	38	4,055,068	6,574,488	12,144,434	16,082,921	32,511,956	40
1	39	2,682,160	1,842,718	11,107,228	18,256,727	19,252,542	16
1	40	1,413,628	1,842,718	11,107,228	18,256,727	21,781,293	18
1	61	-2,730,030	2,834,184	3,520,663	4,376,701	39,691,000	38
1	62	3,159,664	6,968,224	8,957,862	10,533,159	70,462,133	80
1	63	2,372,230	3,984,137	11,866,621	17,645,179	32,842,292	36
1	64	208,051	6,968,224	8,957,862	10,533,159	44,438,333	46
1	65	2,837,705	1,842,718	11,107,228	18,256,727	24,883,859	22
1	91	30,944	6,968,224	8,957,862	10,533,159	61,435,000	64

A Ganancia bruta del constructor

B Precio contable de la maquinaria y equipos de la empresa para el año de inicio de la obra

C Precio de mercado de la maquinaria y equipos de la empresa para el año de inicio de la obra

D Precio de referencia de la maquinaria y equipos de la empresa para el año de inicio de la obra

E Ganancia bruta de la empresa durante el período de ejecución de la obra

F Período de ejecución de la obra (meses)

Fuente: INCOVEN. Encuesta empresas. Listado de activos fijos de las empresas.

Elaboración y cálculos propios

será CTT y el desembolso del circulante del constructor sera CAD. Cuando estas variables son positivas para una obra, indican que existe efectivamente un desembolso de circulante del constructor, mayor al circulante ajeno dispuesto. Cuando son negativas representan los montos netos de la disposición de circulante ajeno por el constructor, una vez descontados sus desembolsos.

Cuando no se considera el efecto del capital circulante ajeno dispuesto por el constructor, las variables de circulante total y de circulante desembolsado se

denominan CTTX y CADX, respectivamente, y serán positivas en la medida que exista algún aporte de capital circulante del constructor.

Los datos asociados a las variables CADX y CAD, resultados del procesamiento del Modelo de Costos y Pagos (Modelo I) empleado en la investigación, se presentan en el Cuadro 18. Las dos variables, CADX y CAD, se relacionan a diferentes tipos de tasas de ganancia. Estas y otras variables se introdujeron en los cálculos con el propósito de cuantificar con mayor precisión la ganancia generada en las obras. Estamos

**CUADRO 15**  
**ALICUOTA DEL CAPITAL FIJO DE LA EMPRESA ASIGNABLE A LAS OBRAS**  
**(Bolívares).**

OBRA	PCA	PMA	PMAF
04	895,005	895,005	895,005
05	1,159,541	1,159,541	1,159,541
06	1,345,098	1,486,451	1,645,960
31	30,535	41,799	52,509
32	2,106,582	2,708,075	3,184,307
33	979,918	1,259,714	1,481,243
34	19,261	24,761	29,115
35	411,966	596,914	725,649
36	664,843	1,228,102	1,626,380
37	288,767	533,412	706,400
38	820,006	1,514,720	2,005,949
39	256,718	1,547,399	2,543,429
40	119,594	720,870	1,184,880
61	1 (*)	1 (*)	1 (*)
62	312,469	401,689	472,328
63	287,718	857,137	1,274,521
64	32,624	41,939	49,314
65	210,140	1,266,646	2,081,960
91	3,510	4,512	5,305

PCA A precio contable = A \* B / E (Véase cuadro 14 )

PMA A precio mercado = A \* C / E (Véase cuadro 14)

PMAF A precio de referencia = A \* D / E (Véase cuadro 14)

(\*) Por la forma de cálculo utilizada se asumió esta cuantificación.

concientes que los constructores no las emplean, por lo menos explícitamente, en la cuantificación del beneficio obtenido, pero ellas no permiten comparaciones entre obras en términos uniformes.

El segundo componente del desembolso de capital circulante por el constructor, corresponde a la alícuota de gastos generales y otros costos de la empresa asignables a la obra. Esta alícuota de los costos en circulante fue asignada a cada obra de acuerdo a la participación de ésta en la formación de la ganancia de la empresa, en forma similar a la descrita para las asignaciones del capital fijo de la empresa a cada obra.

De esta manera se obtuvo para cada obra, el circulante total del constructor contenido en los costos de la obra, correspondiente a la operación de la empresa constructora (AGG). Para transformar este

total en el desembolso real , se ajustó el circulante total de este origen contenido en los costos del producto anual de obra y se le aplicó la rotación anual que presentó el resto del circulante del constructor, desembolsado en la obra. Es decir, que el desembolso de circulante a nivel de la empresa asignable a cada obra será:

$$\frac{AGG(I) * 12/m(I)}{NCX (I)} \quad (1)$$

De esta fórmula , se deriva que:

$$g'(C) = \frac{GCN - R(k) CF}{C} \quad (2)$$

g' (c) = Tasa de ganancia

GCN = Ganancia neta a nivel del constructor en la obra (Véase cuadro 9)

R(k)CF = Monto de la ganancia correspondiente a la inversión en capital fijo en la obra y de la empresa

**CUADRO 16**  
**ALICUOTA DE OTRAS INVERSIONES Y ACTIVOS DE LA EMPRESA ASIGNABLE A LAS OBRAS (Bolívares)**

Obra	PCR	PMR
04	1.240.869	1.269.171
05	2.299.606	2.322.055
06	2.091.047	2.069.306
31	33.951	61.267
32	2.007.097	4.114.792
33	718.395	1.451.945
34	8.577	16.470
35	198.375	414.499
36	429.937	1.196.936
37	162.364	364.602
38	473.343	1.232.291
39	142.539	562.804
40	74.190	294.957
61	1 (*)	1 (*)
62	421.444	825.794
63	225.013	647.203
64	26.087	48.420
65	172.157	633.542
91	3.901	7.257

PCR A precio contable

PMR A precio de mercado

(\*) Por la forma de cálculo utilizada se asumió esta cuantificación

Fuentes: INCOVEN. Encuesta empresas. Elaboración y cálculos propios

Notas: Los cálculos fueron realizados estableciendo la siguiente relación:

El monto total de otras inversiones y activos de la empresa durante el período de construcción de la obra, es a la alícuota de otras inversiones asignables a la obra, como la ganancia bruta de la empresa en el mismo período es a la ganancia bruta de la obra:

Por no conocerse con precisión la composición de las otras inversiones y activos de la empresa, no fue posible calcular los precios de referencia de los mismos.

asignable a la obra en todas sus variantes: A precios de mercado y de referencia (Véase cuadro 17 columnas C y C')

C = Capital circulante desembolsado en la obra.

$$g'C = \frac{GCN * 12/M(I) - R(k) CF}{AGG * 12/M(I) + \frac{CAD}{NCX(I)}} \quad (4)$$

Esta fórmula genérica al incorporar las variables mencionadas se transforma en las relacionadas con CADX y CAD respectivamente:

$$g'CX = \frac{GCN * 12/M(I) - R(k) CF}{AGG * 12/M(I) + \frac{CADX}{NCX(I)}} \quad (3)$$

Las tasas de ganancia asociadas a la variable CADX, son las que mas se aproximan a la práctica habitual del constructor, pues el beneficio se calcula con base en los desembolsos propios de circulante del constructor, sin considerar la actuación en sentido contrario a las disposiciones de circulante proveniente de su cliente.

**CUADRO 17**  
**RELACION ENTRE EL MONTO DE LA GANANCIA ASOCIADO A LA INVERSION EN**  
**CAPITAL FIJO EMPLEADO EN LA OBRA ( A PRECIOS DE MERCADO Y DE**  
**REFERENCIA) Y LA GANANCIA NETA**  
**(Bolívares).**

Emp.	Obra	A	A	B	$C = \frac{A*B}{100}$	$C' = \frac{A' *B}{100}$	D	$E = \frac{100 C}{D}$	$F = \frac{100 C'}{D}$
04	04	705,146	705,146	14.41	101,612	101,612	474,827	21.40	21.40
04	05	880,278	880,278	14.58	128,345	128,345	320,399	40.06	40.06
04	06	559,416	648,899	14.68	82,122	95,258	325,097	25.26	29.30
Total empresa 04					312,079	325,215	1,120,323	27.86	29.03
01	31	124,574	158,730	8.33	10,377	13,222	287,818	3.60	4.59
01	32	1,972,959	2,246,238	10.21	201,439	229,341	9,634,150	2.09	2.38
01	33	2,779,600	3,019,269	10.14	281,851	306,154	7,063,151	3.99	4.33
01	34	866,726	942,881	8.69	75,318	81,936	624,52	112.06	13.12
01	35	644,692	819,654	10.62	68,466	87,047	1,363,273	5.02	6.39
01	36	916,527	1,328,008	12.24	112,183	162,548	2,932,588	3.83	5.54
01	37	1,178,760	1,490,163	11.41	134,497	170,028	1,360,731	9.88	12.50
01	38	347,097	504,584	12.56	43,595	63,376	2,067,211	2.11	3.07
01	39	976,904	1,485,684	14.19	138,623	210,819	1,875,977	7.39	11.24
01	40	496,580	747,911	14.28	70,912	106,802	1,065,530	6.66	10.02
01	61	599,104	677,568	8.24	49,366	55,832	(1,297,978)	-(*)	-(*)
01	62	607,170	726,413	9.47	57,499	68,791	2,788,306	2.06	2.47
01	63	246,502	429,299	13.39	33,007	57,483	2,108,731	1.57	2.73
01	64	246,851	320,325	8.43	20,810	27,003	315,017	6.61	8.57
01	65	202,263	402,937	14.04	28,398	56,572	1,642,148	1.73	3.45
01	91	193,077	207,851	8.37	16,161	17,397	1,062,117	1.52	1.64
Total empresa 01					1,342,502	1,714,251	34,263,291	3,92	5,00

- A PMF = Capital fijo en obra a precio de mercado considerando tiempo de permanencia (Véase Cuadro 11)
- A' PMRF= Capital fijo en obra a precio de referencia considerando tiempo de permanencia (Véase Cuadro 11)
- B Tasa de interés promedio durante el período de ejecución de la obra (Véase Cuadro 10)
- C Monto de la ganancia asociado a la inversión en capital fijo, a precio de mercado, durante el período de ejecución de la obra
- C' Monto de la ganancia asociado a la investigación en capital fijo, a precio de referencia, durante el período de ejecución de la obra
- D Ganancia neta del constructor (Véase Cuadro 9)
- (\*) No cuantificable por existir pérdida

**CUADRO 18**  
**CIRCULANTE DESEMBOLSADO POR EL CONSTRUCTOR Y ROTACION ANUAL**

Obra	CADX	CAD	NCX
04	1,327,530.73	1,104,392.32	5.80
05	1,036,699.52	534,792.89	8.69
06	73,491.40	-568,090.74	16.04
31	478,228.09	418,521.88	3.04
32	848,442.64	-7,683,276.67	11.99
33	226,020.94	-5,004,143.90	30.64
34	228,775.86	-159,152.95	11.83
35	144,566.50	-1,028,859.68	16.13
36	90,111.45	-3,841,044.60	23.73
37	452,813.43	-265,284.12	2.69
38	10,108.15	-2,493,899.63	2.97
39	3,365.33	-1,552,356.55	56.03
40	48,600.88	-558,897.36	26.20
61	3,115,108.61	3,115,108.61	1.91
62	1,061,757.71	-1,763,947.16	3.53
63	1,103,668.80	805,124.08	4.16
64	569,438.92	409,767.74	3.09
65	5,696.56	-1,232,579.10	22.92
91	703,600.76	685,739.01	2.19

CADX Circulante desembolsado por el constructor sin considerar el circulante dispuesto

CAD Circulante desembolsado por el constructor considerando el circulante dispuesto

NCX Rotación anual de CADX

Fuente: INCOVEN: Resultados Modelo 1

El Cuadro 19 muestra las tasas de ganancia resultantes en función de las variantes de la inversión en capital fijo explicadas anteriormente. Del análisis de los resultados se derivan las siguientes observaciones: De las 18 obras analizadas en las cuales hubo ganancia neta, sólo en las de la empresa 04 (obras 04, 05 y 06) resultaron tasas negativas.

En la obra 05, el excedente total no alcanzó a retribuir la tasa correspondiente a la inversión del constructor en capital fijo en ninguna de sus variantes.

En las obras restantes (04 y 06) existieron ganancias asociadas a la inversión en capital circulante cuando no se consideran las alícuotas de otros activos de la empresa asignables a las obras.

Estos resultados se deben en gran parte al hecho comprobado en las encuestas de que aproximadamente 1/3 de la inversión global de las empresas en activos

fijos fue realizada en elementos no directamente vinculados a las obras y por otro lado, pudiera ser reflejo de capacidad ociosa de maquinarias y equipos de la empresa.

En las obras de la empresa 01 se aprecia una notable fluctuación en las tasas resultantes, desde el 9.55% hasta 6.803.75%. Lo anterior obedece a los distintos comportamientos de las variables CADX y NCX, las cuales a su vez, actúan en distinto sentido: una baja inversión en circulante se asocia a una alta rotación anual y viceversa.

Las tasas de ganancia más altas se obtuvieron en las obras en donde el CADX es más bajo en relación al circulante total (CTTX) (Obras 33, 36, 39, 40 y 65), y por el contrario, las tasas más bajas se obtuvieron en las obras donde el CADX es más alto en relación al circulante total. La dispersión de los resultados es tal que dificulta estructurar grupos afines.(10)

**CUADRO 19**  
**TASAS DE GANANCIA DEL CAPITAL CIRCULANTE DESEMBOLSADO POR EL**  
**CONSTRUCTOR, SIN CONSIDERAR EL CIRCULANTE DISPUESTO**

Obra	TG2	TG2'	TG4	TG6	TG6'	TG8
04	10.79	10.79	10.79	-3.63	-3.63	-3.34
05	-0.37	-0.37	-0.37	-33.04	-33.04	-32.76
06	40.18	30.96	45.67	-268.80	-285.25	-256.46
31	21.18	20.60	21.74	21.54	21.36	22.19
32	179.77	176.97	184.26	130.09	125.21	157.84
33	652.15	642.51	676.98	654.88	645.97	695.63
34	92.51	89.64	99.78	123.68	123.51	124.19
35	253.36	241.96	266.39	229.45	221.06	255.60
36	586.16	543.23	630.02	439.20	397.64	567.56
37	62.36	55.96	73.49	68.14	58.79	77.34
38	208.20	201.06	215.42	99.35	77.07	165.28
39	6,235.40	5,880.48	6,803.75	5,444.81	4,750.06	6,630.36
40	976.67	921.86	1,067.01	863.42	762.21	1,042.72
61	-21.13	-21.34	-20.82	-19.54	-19.54	-19.54
62	31.81	30.82	32.93	26.63	26.04	30.75
63	55.11	53.09	56.91	41.25	36.65	52.17
64	10.62	9.55	11.42	12.90	12.79	13.36
65	2,138.13	2,068.71	2,196.55	1,550.48	1,268.26	2,075.85
91	25.96	25.78	26.47	28.11	28.16	28.16

TG2 Considerando el capital fijo a precios de mercado  
 TG2' Considerando el capital fijo a precios de referencia  
 TG4 Considerando el capital fijo a precios contable  
 TG6 Considerando el capital fijo asignable (de const. y otros)  
 TG6' Considerando el capital fijo asignable (de const. y otros) a precios de referencia  
 TG8 Considerando el capital fijo asignable (de const. y otros) a precios contables.  
 Fuente: INCOVEN: Resultados Modelo I

Se aprecia que las mayores tasas resultaron de obras de bajo monto y corto plazo de ejecución. Las menores tasas se produjeron en las obras de más largo tiempo de ejecución, donde coinciden bajas velocidades de rotación y altos desembolsos de circulante (CADX). No se observa relación entre los montos de las obras y las tasas resultantes.

Se trata, en el fondo, de reconocer que la categoría "tasa de ganancia" es difícilmente aplicable en el caso del empresario constructor, por cuanto su desembolso fundamental de capital es la inversión en capital fijo,

mientras que el desembolso de circulante se encuentra fuertemente limitado en cuanto a su monto por la forma general de la primera parte de la circulación del producto, con anticipos y valuaciones de obra ejecutada. De allí que una altísima tasa de ganancia suele corresponder a un monto ínfimo de desembolso de circulante y que esa misma tasa no podría mantenerse para desembolsos mayores en relación al costo total de la obra.

Las tasas de ganancia asociadas a la variable CAD son las que reflejan la proporción de beneficio del empresario constructor en relación a su aporte efectivo

**CUADRO 20**  
**TASAS DE GANANCIA DEL CONSTRUCTOR CUANDO DISPUSO DE CAPITAL CIRCULANTE AJENO PERO ESTE FUE MENOR A LA INVERSION EN CAPITAL FIJO**

OBRA	TG1B	TG1'B	TG3B	TG5B	TG5'B	TG7B
04	-	-	-	-	-	-
05	-	-	-	-	-	-
06	231.47	93.09	1,991.73	4.56	4.33	4.74
31	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-
34	40.66	36,71	55,81	-	-	-
35	-	-	-	55,281.24	371.25	-
36	-	-	-	-	-	-
37	47.31	36.20	101.22	65.40	52.93	167.07
38	-	-	-	119.28	61.33	-
39	-	-	-	244.77	89.57	-
40	-	345.02	-	149.93	75.75	-
62	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-
64	-	-	-	-	-	-
65	-	-	-	127.51	59.01	-
91	-	-	-	-	-	-

TG1B Con la inversión en capital fijo a precios de mercado

TG1'B Con la inversión en capital fijo a precios de referencia

TG3B Con la inversión en capital fijo a precios contable

TG5B Con la alícuota de la inversión en capital fijo de la empresa asignable a la obra y la alícuota de otras inversiones y activos de la empresa asignables a la obra a precios de mercado

TG5'B Con la alícuota de la inversión en capital fijo de la empresa asignable a la obra a precios de referencia y la alícuota de otras inversiones y activos de la empresa asignables a la obra a precios de mercado

TG7B Con la alícuota de la inversión en capital fijo de la empresa asignable a la obra y la alícuota de otras inversiones y activos de la empresa asignables a la obra a precios contables

Fuente : INCOVEN: Resultados Modelo I

de capital circulante. Ellas constituyen un primer nivel de aproximación a la cuantificación de los beneficios reales. Sin embargo, se hace necesario indagar en aquellas obras (la mayoría) donde no hubo desembolso de circulante por parte del empresario constructor, limitándose su inversión solamente el aporte de capital fijo. Vista esta situación se creyó conveniente cuantificar una tasa global que relacionara la ganancia neta con la inversión neta del constructor, es decir, su inversión en

capital fijo menos el circulante dispuesto en el proceso (Véase cuadro 20). Las altísimas tasas resultantes en algunas de las obras y para algunas de las variantes utilizadas, son muestra de que el aporte real en capital fijo, al sustraérsele el circulante ajeno dispuesto, es prácticamente nulo. Los datos de las obras estudiadas muestran las dos situaciones descritas:

a) El constructor aporta capital circulante.

**CUADRO 21**  
**TASAS DE GANANCIA CORRESPONDIENTES AL CAPITAL CIRCULANTE**  
**EFFECTIVAMENTE DESEMBOLSADO POR EL CONSTRUCTOR**

Obra	TG1	TG1'	TG3	TG5	TG5'	TG7
04	12.74	12.74	12.74	-4.28	-4.28	-3.95
05	-0.65	-0.65	-0.65	-58.21	-58.21	-57.72
06	-	-	-	-	-	-
31	24.08	23.43	24.73	24.50	24.29	25.24
32	-	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-
36	-	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-
39	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-
62	-	-	-	-	-	-
63	73.05	70.38	75.44	54.68	48.59	69.16
64	14.67	13.19	15.77	17.82	17.67	18.46
65	-	-	-	-	-	-
91	26.63	26.45	27.16	28.84	28.83	28.90

TG1 Con la inversión en capital fijo a precios de mercado

TG1' Con la inversión en capital fijo a precios de referencia

TG3 Con la inversión en capital fijo a precios contables

TG5 Con la alícuota de la inversión en capital fijo de la empresa asignable a la obra y la alícuota de otras inversiones y activos de la empresa asignables a la obra a precios de mercado

TG5' Con la alícuota de la inversión en capital fijo de la empresa asignable a la obra a precios de referencia y la alícuota de otras inversiones y activos de la empresa asignables a la obra a precios de mercado

TG7 Con la alícuota de la inversión en capital fijo de la empresa asignable a la obra y la alícuota de otras inversiones y activos de la empresa asignables a la obra a precio contables.

Fuente: INCOVEN: Resultados Modelo I

El cuadro 21 muestra los resultados de las tasas de ganancia cuando realmente existieron desembolsos de circulante por parte del empresario constructor (Obras 04, 05, 31, 63, 64 y 91). En ellas se observa un comportamiento similar a las tasas resultantes cuando se consideró todo el circulante desembolsado para la obra, obviando el circulante dispuesto, siendo estas últimas menores por cuanto consideran todo el circulante desembolsado por el constructor (Cfr. Cuadro 19). Al relacionar el monto de la inversión en circulante del

empresario constructor con el circulante total de la obra, se aprecia que en la medida en que esta relación es mayor las tasas resultantes son menores y viceversa.

b) El empresario constructor no aporta capital circulante.

En la investigación se detectó que en 12 de las 18 obras (67%) consideradas para este análisis, no hubo desembolsos de capital por parte del empresario

**CUADRO 22**  
**GANANCIA DEL CONSTRUCTOR CUANDO DISPUSO DE CAPITAL CIRCULANTE**  
**AJENO EN MAYOR CANTIDAD QUE LA INVERSION EN CAPITAL FIJO**

OBRA	TG1C	TG1'C	TG3C	TG5C	TG5'C	TG7C
04	-	-	-	-	-	-
05	-	-	-	-	-	-
06	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-
32	2,561,154.10	2,533,252.30	2,605,895.91	2,065,978.52	2,017,355.21	2,342,586.62
33	2,149,232.20	2,124,929.76	2,211,834.45	2,156,121.40	2,133,658.38	2,258,874.73
34	-	-	-	298,368.44	279,990.05	299,532.24
35	520,008.42	501,427.48	541,221.99	-	-	523,656.53
36	1,154,428.80	1,104,063.64	1,205,880.60	980,027.21	933,277.98	1,132,610.68
37	-	-	-	-	-	-
38	856,289.23	836,508.93	876,283.88	-	-	737,439.94
39	1,486,230.57	1,414,034.70	1,601,841.20	-	-	1,568,198.74
40	716,843.15	-	775,990.34	-	-	760,082.35
62	521,052.89	509,760.56	533,824.04	462,309.27	455,619.71	509,050.37
63	-	-	-	-	-	-
64	-	-	-	-	-	-
65	1,035,464.08	1,007,303.52	1,059,162.26	-	-	1,010,201.34
91	-	-	-	-	-	-

TG1C Con la inversión en capital fijo a precios de mercado

TG1'C Con la inversión en capital fijo a precios de referencia

TG3C Con la inversión en capital fijo a precios contables

TG5C Con la alícuota de la inversión en capital fijo de la empresa asignable a la obra y la alícuota de otras inversiones y activos de la empresa asignables a la obra a precios de mercado.

TG5'C Con la alícuota de la inversión en capital fijo de la empresa asignable a la obra a precios de referencia y la alícuota de otras inversiones y activos de la empresa asignables a la obra a precios de mercado.

TG7C Con la alícuota de la inversión en capital fijo de la empresa asignable a la obra y la alícuota de otras inversiones y activos de la empresa asignables a la obra a precios contables.

Fuente: INCOVEN: Resultados Modelo I

constructor y que en 9 de las 18 obras (50%) el circulante aportado por el cliente del constructor llegó inclusive a sobrepasar la inversión inicial realizada por el constructor en capital fijo (Véase cuadro 22).

carácter de empresario. El excedente generado en el proceso -la ganancia neta- en la mayoría de los casos, reponer la totalidad de la inversión inicial e inclusive la sobrepasa varias veces en algunas obras.

Sintetizando el análisis descrito, se concluye en:

- El empresario constructor siempre efectuó una inversión en capital fijo. Esta inversión le confiere su

- Cuando el constructor no llega a reponer con el excedente generado la totalidad de la inversión inicial en capital fijo, puede establecerse la relación INVERSION/BENEFICIO. Al efectuarla resultaron

altísimas tasas asociadas a inversiones de montos insignificantes.

- Puede no existir desembolso de circulante por parte del constructor. Este puede cubrir todos los costos con los pagos que recibe de su cliente. En los casos en donde existió desembolso propio del constructor en circulante, la relación INVERSION/BENEFICIO fue en general inversa a la relación CIRCULANTE TOTAL DEL CONSTRUCTOR CONTENIDO EN LOS COSTOS DEL PRODUCTO/CIRCULANTE TOTAL CONTENIDO EN LOS COSTOS DEL PRODUCTO. Pareciera que el promotor controla el monto del desembolso del constructor en el sentido de permitirle mayores tasas cuando éste es menor y viceversa.

-La actual situación de inflación y altas tasas de interés refuerzan la tendencia a que el constructor no desembolse circulante y, vía el circulante ajeno dispuesto, cubra en el menor tiempo posible la inversión inicial realizada en capital fijo. Esto refuerza obviamente las ventajas comparativas de operación de las empresas constructoras con parques de maquinarias y equipos adquiridos en el pasado.

#### NOTAS:

(1) Véase: INCOVEN: "El Capital Fijo en la rama de la Construcción". IN: IDEC Tecnología y Construcción N° 2. IDEC-FAU-UCV. Caracas, 1986.

(2) Villanueva, Federico: "Los Desembolsos de Capital del Empresario Constructor" ( mimeo). FAU-UCV. Caracas ,1989.

(3) Sin embargo, en el análisis de casos de flujo de costos y pagos para el constructor, se evidenció que, en las empresas estables, predomina la disposición de fondos del promotor por parte del constructor. Véase: Villanueva. op. cit..

(4) INCOVEN: Op. cit.. p.27

(5) INCOVEN: Op. cit.. p.26

(6) INCOVEN: Op. cit . Cuadro 7. pp.20-21

(7) INCOVEN : Op.cit..

(8) Véanse: INCOVEN: Descomposición de costos de obras de construcción. Curvas normalizadas del flujo de costos totales y por factores. (mimeo). IDEC-FAU-UCV. Caracas, 1986, y Descomposición de costos de obras de construcción. estructura de costos por procesos de trabajo y factores en viviendas multifamiliares. (mimeo). IDEC-FAU-UCV. Caracas, 1987

(9) Véase: Villanueva. Op. cit.

(10) Véase : Villanueva. Op.cit.

# UNIDEC

LA PRIMERA EMPRESA UNIVERSITARIA

INNOVACIONES  
TECNOLOGICAS  
EN  
LA  
CONSTRUCCION  
DE  
EDIFICACIONES

- materiales,  
componentes,  
procesos y  
sistemas  
constructivos
- estudios y  
asistencia  
técnica
  - economía de la  
construcción
  - habitabilidad
  - desarrollo  
experimental
- cursos de  
extensión

Tecnología  
desarrollada por el IDEC:  
Instituto de  
Desarrollo  
Experimental de la  
Construcción. P.B.  
Facultad de  
Arquitectura y  
Urbanismo UCV.Los  
Chaguaramos.  
Teléfonos: Central  
619811 al 30,  
exts. 3032 y 3184.  
directos:(Fax) 6629632  
6627169  
Telex: REDIF VC 29344  
Apartado Postal: 47.169  
Caracas 1041-A  
Venezuela

# LA FASE I DE LA CIRCULACION EN EL CICLO DEL CAPITAL DINERO DE CONSTRUCCION (\*)

Federico Villanueva B. (\*\*)

(\*) El presente texto corresponde al primer capítulo del trabajo "LA CIRCULACION DEL CAPITAL EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION", cuya introducción general se publicó en "TECNOLOGIA Y CONTRUCCION " N° 3.

(\*\*) Profesor Agregado-Investigador del Sector de Estudios Urbanos FAU-UCV. Coordinador de los Talleres Vivienda I y II dictados en la Escuela entre 1986 y 1989.

## LA FASE I DE LA CIRCULACION

En el ciclo del capital dinero,  $D-M \xrightarrow{F_t} \dots P \dots M' \rightarrow D'$  la primera fase del ciclo corresponde a la primera fase de circulación, donde el capital dinero se cambia por capital mercancías con forma apta para producir.

La fase I de la circulación en el ciclo del capital de la industria de la construcción es la compra de mercancías que esta industria requiere para producir. Compra del objeto general de trabajo, de ciertas condiciones particulares para organizar la producción, de los instrumentos de trabajo, de los objetos de trabajo y de la fuerza de trabajo.

La disponibilidad de estos factores del proceso de producción en el mercado es para la construcción, como para cualquier otra industria, la expresión de la generalización de la forma de mercancía de los productos del trabajo y del carácter social y abstracto de todos los trabajos privados y concretos.

\* Utilizamos aquí la simbología propuesta por MARX en el Libro Segundo de EL CAPITAL, para designar las formas funcionales del Capital Industrial.

D = Capital - Dinero

M = Capital Mercancías

P = Capital Producción

.... = Metamorfosis productiva real

-- = Metamorfosis por acto de cambio o circulación

Para los poseedores de la fuerza de trabajo o del objeto general de trabajo y para las ramas manufactureras, industriales o de producción simple de mercancías que ofrecen las condiciones particulares para organizar la construcción o los instrumentos de trabajo o los objetos de trabajo, las compras de la industria constituyen la venta de sus mercancías y en el caso de producción capitalista de estas, la venta es la Fase II de la Circulación en el ciclo de esos capitales dinero.

Buena parte de las industrias concretas de producción y de las empresas comercializadoras de maquinarias, equipos, herramientas, materiales o componentes a las que la industria de la construcción compra los bienes que van a constituir su capital productivo, pertenecen, con esta industria, a lo que se denomina comunmente "el sector construcción". Estas y otros poseedores del conjunto de factores necesarios para el trabajo de construcción, aparecen en el mercado como vendedores a la industria de la construcción.

La industria de la construcción, por su parte, es la compradora de todos estos factores y aparece en la forma de empresas constructoras o de empresas promotoras que están operando en una o más unidades manufactureras básicas o talleres-obra.

Para cierto tipo y magnitud de productos, difícilmente puede asimilarse al constructor con una empresa capitalista y este más bien es o un productor simple de mercancías o un pequeño productor de construcción para su propio consumo. En otros casos el carácter capitalista de la empresa constructora o del cliente promotor es perfectamente claro y lo que varía es su escala y diversidad de obras y con ella su capacidad de utilizar la forma de empresa para superar la discontinuidad del trabajo en cada taller-obra.

Entre compradores y vendedores, en formas con distinto grado de institucionalización, que pueden llegar a implicar la sustantivación de fracciones independientes de capital en empresas, aparecen las variantes del financiamiento o crédito para las compras de la industria de la construcción.

El conjunto de agentes implicados en la compra-venta de los capitales-mercancías con una forma apta

para construir se relacionan a través de varios sub-mercados específicos.

La estructuración de los distintos mercados concretos dependerá de las necesidades de continuidad del proceso de producción de la industria de la construcción y del tipo de suministro requerido para cada factor específico. Aspectos que se relacionan con el desarrollo, las condiciones y los costos de los medios de transporte y comunicación. También con el desarrollo y las condiciones de las formas de crédito disponibles para los distintos tipos de compra, que permitan independizar al comprador de su disposición de dinero propio y de la venta de sus propios productos.

Así mismo, la estructuración dependerá de las condiciones de obtención o de producción, más o menos especializadas y que requieran de mayores o menores lapsos, de los distintos factores que intervendrán en el trabajo de construcción.

De esta manera, tanto las condiciones de las demandas específicas como las de las ofertas propias de cada tipo de elemento, determinarán las peculiaridades de cada sub-mercado concreto.

Algunos factores, como buena parte de sus instrumentos de trabajo y de sus materiales simples y complejos, serán obtenidos por la construcción en un mercado abierto. Otros factores como los proyectos, cierta parte de los componentes y algunos materiales y equipos especiales, se obtendrán por encargo. Otros, como la tierra, tienen un mercado oligopólico especial. Mención aparte merece el "mercado" de créditos de distinto tipo para el financiamiento de la compra de las diversas clases de medios de producción y de la compra de la fuerza de trabajo, por parte de la industria de la construcción.

Ciertas producciones o industrias dependen casi exclusivamente de la industria de la construcción, como única compradora de sus productos. En cambio para otras producciones o industrias la construcción es solo uno de sus compradores y no el más importante.

## LOS GASTOS DE COMPRA

La circulación del capital social en general y, dentro de ella, la compra de las mercancías con forma apta

para construir implican que una parte de la capacidad de trabajo de la sociedad se destine necesariamente a este fin, de manera tal que pueda mantenerse la mayor parte del capital social en la forma funcional del capital productivo, en el proceso de valorización. En muchos casos, el desarrollo de la división del trabajo sustantiva en fracciones comerciales particulares a buena parte del capital necesario para las transacciones de compra-venta. Es así como para la fase de compra de la industria de la construcción aparecen empresas comercializadoras de maquinarias, equipos, herramientas, materiales y componentes, en muchas ocasiones independientes de los capitales productivos de este tipo de bienes.

La Fase I de la circulación en el ciclo del capital dinero de construcción supone, además de que una parte del capital de compradores, intermediarios y vendedores se mantenga al margen de la producción, un conjunto de gastos de circulación propiamente dichos. En la rotación ininterrumpida de los ciclos del capital de construcción, una parte del capital de la industria como compradora y del capital de sus proveedores aparece siempre bajo las formas funcionales de dinero y mercancías, características de la circulación. Y el conjunto de las compras necesarias para construir implican costos adicionales, de circulación, para vendedores y compradores.

Estos gastos de circulación, en cada tipo de transacción concreta, pueden corresponder al productor-vendedor, al intermediario o al comprador, en distintas proporciones para los diversos tipos de gastos, de acuerdo a las prácticas comerciales establecidas para el caso, usualmente basadas en las características productivas de las industrias involucradas. Es así como la carga principal de gastos de almacenamiento de insumos para la construcción suele corresponder a los distribuidores o productores de dichos insumos, mientras que los costos de transporte a obra pueden ser desembolsados en buena parte por el empresario constructor. Claro está, que todos ellos van a sumarse al precio de los insumos puestos en obra.

Los gastos de circulación, en su mayor parte no añaden valor alguno al producto comercializado, pero

todos los necesarios como costos en una organización social donde la forma de valor es la de precios de producción o de precios monopólicos, aumentan el precio de los bienes o servicios comprados por la construcción, en una magnitud función de los desembolsos y de la parte de las inversiones asignables a cada producto y en el excedente que corresponde a estos desembolsos e inversiones.

Para los empresarios individuales, sean vendedores de sus productos como medios de producción para la industria de la construcción, o sean compradores de la propia industria, los gastos de circulación que les correspondan no se diferencian de sus otros costos, en términos de las ganancias que permiten apropiarse y de las formaciones de los precios de costos generales de los productos.

Por ello, es difícil determinar, al menos en el caso de las empresas constructoras y más en su contabilidad por obras, la incidencia de todos los gastos de compra, aunque parte de ellos aparezcan dentro de los gastos generales de la empresa o de la empresa-obra. Examinemos algunos casos de obras cuya información se obtuvo a través de encuestas y pasantías en el proyecto INCOVEN (1)

En la Tabla I, podemos observar que en la mayor parte de las obras (14/19=74%) los gastos generales de la empresa constructora asignables a la obra superan a los gastos generales en obra. El promedio de los primeros, en relación al costo total de obra, es del 8.10%, mientras que los segundos, respecto al mismo costo total representan un promedio menor, del 2.97%.

Esto se corresponde con lo anteriormente expuesto sobre la forma centralizada de empresa constructora que opera en varios frentes de trabajo, como compradora fundamental de los factores necesarios para el trabajo de construcción.

Vemos que en las 19 obras para las que poseemos información suficientemente desagregada, los gastos generales, sumados los de la empresa-obra a los asignables de la empresa, representan como promedio el 11.07% de los costos de la obra.

**TABLA 1**  
**GASTOS GENERALES DE OBRA Y ASIGNABLES DE LA EMPRESA A LA OBRA (\*)**

OBRA	TIPO	GASTOS GENERALES		PORCENT. SOBRE COSTO TOTAL Y		
		OBRA	ASIGNABLES	PORCENTAJE TOTAL		
04	VIVIENDA MULTIFAM.	68,110	1,387,228	0.46 +	9.34 =	9.8
05	VIVIENDA MULTIFAM.	269,027	2,786,626	0.96 +	9.95 =	10.91
06	VIVIENDA MULTIFAM.	182,902	2,577,472	1.68 +	23.69 =	25.37
31	INDUSTRIAL	61,484	124,566	0.59 +	1.19 =	1.78
32	INDUSTRIAL	3,141,122	8,594,400	1.99 +	8.48 =	10.47
33	INDUSTRIAL	2,018,496	2,936,613	2.71 +	3.94 =	6.65
34	INDUSTRIAL	610,508	35,247	6.43 +	0.37 =	6.80
35	INDUSTRIAL	178,450	837,140	1.41 +	6.62 =	8.03
36	INDUSTRIAL	650,536	2,366,348	1.78 +	6.47 =	8.25
37	INDUSTRIAL	853,062	774,477	5.96 +	5.41 =	11.37
38	INDUSTRIAL	486,236	2,641,512	3.78 +	20.54 =	24.32
39	INDUSTRIAL	73,461	1,268,216	0.97 +	16.77 =	17.74
40	INDUSTRIAL	350,659	663,011	6.22 +	11.76 =	17.98
61	EDIFIC. NO RESID.	372,110	1	1.29 +	0.00 =	1.29
62	EDIFIC. NO RESID.	1,265,788	1,699,911	2.98 +	4.01 =	6.99
63	EDIFIC. NO RESID.	775,798	1,396,923	3.04 +	5.47 =	8.51
64	EDIFIC. NO RESID.	306,240	100,832	3.35 +	1.07 =	4.32
65	EDIFIC. NO RESID.	653,977	1,465,117	8.36 +	18.73 =	27.09
91	URBANIZACION	457,961	15,139	2.51 +	0.08 =	2.59
				M	2.97 +	8.10 = 11.07

(\*) Los gastos generales de la empresa para el período de obra, se asignaron de acuerdo a la participación de las ganancias de la obra en la ganancia total de la empresa para el período.

Sin embargo, de acuerdo a la información obtenida de las entrevistas, una parte de los gastos de compra realizados por los constructores no aparecen especificados, en la medida que fueron simplemente recargados a los costos de los materiales.

Por otro lado, los gastos generales incluyen tanto gastos de compra como gastos de producción y de venta del producto de la empresa constructora.

Los gastos generales en obra incluyen gastos correspondientes a la producción, como gastos de instalación, supervisión y otros varios. Pero también incluyen gastos de compra como administración, depósito y transporte.

A su vez, los gastos generales de la empresa, una parte de los cuales se asignaron a la obra de acuerdo a la participación de esta en la formación de la ganancia general de la empresa, incluyen gastos que no pueden asignarse sino al conjunto de compra, producción y venta; como secretaría, personal, procesamiento de datos, dirección administrativa, etc. También gastos netamente de producción como la dirección de construcción y gastos netamente de ventas, como cobranza de valuaciones. Por último, una parte de los gastos generales de la empresa constructora como compras y contabilidad de suministro, pueden considerarse como netamente perteneciente a la Fase I de la Circulación en el ciclo del capital dinero de construcción. (Ver Tabla 2)

**TABLA 2**  
**EJEMPLO DE DISTRIBUCION DE LOS GASTOS GENERALES DE UNA EMPRESA**  
**CONSTRUCTORA (POR PARTIDAS)**

PARTIDA	PORCENTAJE
Elaboración de Presupuestos y Análisis de Costos	17.43
Administración y Contabilidad	24.06
Procesamiento de Datos	18.74
Pagos Personal	12.88
Cobranza Valuaciones	9.54
Compras	5.48
Secretaría	4.80
	7.07
-----	
<b>TOTAL GASTOS GENERALES EMPRESA</b>	<b>100%</b>

Es por todo ello que los porcentajes de gastos generales presentados en la Tabla 1 no pueden considerarse más que indicativos de la participación de los gastos de compras dentro de los costos de la obra de construcción.

Los gastos de circulación están compuestos de la misma sustancia que los de producción: Trabajo humano cristalizado y trabajo humano vivo. Medios de circulación y fuerza de trabajo empleados en la compra-venta. Los medios de circulación pueden conservar su forma material e irse usando en muchas transacciones sucesivas, siendo en esto comparables a los capitales fijos de la producción. Aquí se incluyen las edificaciones, instalaciones, equipos y maquinarias necesarias para para comercializar.

También hay medios de circulación que se consumen en cada transacción y de los que constantemente deben repornarse nuevos ejemplares. Aquí se incluyen todo tipo de materiales empleados en comercialización. Por último, el circuito de comercialización requiere de trabajadores, el pago de cuya fuerza de trabajo es constituyente de los gastos de comercialización.

Para cada comercializador individual, como para cada productor, aparecen también como "gastos"

aquellas partes del excedente de las que el no se apropiará, sino que deberá a pagar a otros. Desde renta del suelo hasta intereses, pasando por primas de seguros, impuestos y aranceles. Así, por ejemplo, aparecerán dentro de los costos de los importadores y distribuidores de maquinarias y equipos para la construcción, los aranceles de aduana y las primas de seguro. También los pagos de renta o de renta capitalizada y de seguros dentro de los costos de las empresas distribuidoras de materiales de construcción. Las actividades genéricas para las que se emplean los medios de circulación y la fuerza de trabajo de comercialización son de diversa índole: Los propios actos de compra-venta, la publicidad, la contabilidad, la conservación y almacenamiento de mercancías y el transporte. Algunas de ellas constituyen procesos de producción que se dan dentro del proceso de circulación y para este.

En el intercambio entre la industria de la construcción y sus proveedores nos encontramos con todos estos tipos de gastos de comercialización, incluyendo los de publicidad y relaciones, recepción de pedidos y despacho de mercancías para productores e intermediarios; los de selección, colocación de pedidos y recepción de entregas para la industria de la construcción; los de selección y reclutamiento de la

fuerza de trabajo para la empresa constructora; los de contabilidad y control repetidos en cada eslabón de la cadena de comercialización; los de almacenamiento, conservación y transporte de medios a emplear por la construcción distribuidos en proporción variable entre los distintos agentes productores, intermediarios o de la industria propiamente dicha.

## ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Los gastos de almacenamiento, movilización interna y conservación de mercancías están constituidos por el trabajo materializado y el trabajo vivo que se utilizan para guardar las mercancías, reducir su disminución cuantitativa en los casos aplicables y evitar el deterioro de su calidad. Pueden incluir procesos de producción continuados en la circulación, como el embalaje, pero mayormente son gastos no productivos.

En una interpretación muy amplia, este tipo de gastos aparecen relacionados con la forma de la reserva de capital dinero del productor comprador para el pago de la fuerza de trabajo, que se corresponde indirectamente con una reserva de bienes de consumo. Pero la forma general y directa de este tipo de gastos a nivel del productor-comprador aparece a consecuencia de las existencias de capital-mercancías apto para producir, pero que aún no es capital productivo más que en forma latente. Esto incluye existencias de materiales y materias auxiliares, así como maquinarias y equipos no empleados, relacionándose en este último caso con la diferenciación entre tiempo de producción y tiempo de trabajo propiamente dicho.

En la industria de la construcción, la cuestión del suministro, almacenamiento o existencia de inventarios de capital constante es fundamental para garantizar la continuidad del proceso de producción particular de cada empresa constructora, en una o más obras que ella simultáneamente realice. (2). La relación entre la obra o las distintas obras en ejecución por una empresa y sus proveedores es relevante ya que la distancia y la dispersión pueden afectar el suministro continuo, propiciando la tendencia a incrementar las existencias en almacén, con las consecuencias que se derivan en gastos y en capital desembolsado e inmovilizado. Por

otra parte, las dificultades de almacenamiento en el propio sitio de la obra para materiales delicados o de gran volumen y peso, obligan, además de las consideraciones de capital desembolsado, a reducir al mínimo las existencias, incentivándose más bien la eficiencia del circuito de compra, transporte, suministro, almacenamiento y entrada al proceso productivo.

La minimización de existencias de medios de producción en manos del productor-comprador, característica en la industria de la construcción, suele compensarse con grandes existencias de estos medios, disponibles a la venta, en manos de productores y distribuidores de ese tipo de bienes. Estas existencias en manos de vendedores se corresponden con el desarrollo capitalista de las fuerzas productivas, en la medida que son mercancías buscando comprador, ya que la producción, más que función del consumo es función de la capacidad productiva del capital. La situación puede llegar a un punto donde el almacenamiento y las existencias sean involuntarias, excedan lo socialmente necesario y sus costos no pueden ya transmitirse al precio de los productos.

La minimización de existencias de medios de producción en manos del productor de construcción, supone también, como arriba anotamos, el desarrollo del circuito logístico en el que el transporte, con la parte de los gastos de comercialización que le corresponde, es el componente fundamental.

Los gastos de circulación en transporte están constituidos por el trabajo materializado y el trabajo vivo que se emplean para desplazar de lugar a los distintos tipos de mercancías. El transporte es una actividad productiva de un servicio y como tal, los gastos que le corresponden no sólo suponen la formación de precio de costo de los productos desplazados y los desembolsos, inversiones y excedentes consecuentes apropiados, sino también la producción de valor y de valor excedente en los productos transportados.

Los costos de transporte de los medios de producción y de la fuerza de trabajo necesarios para construir son función, como los del transporte de cualquier mercancía, del desarrollo de los medios de transporte y comunicación disponibles, de las condiciones que estos presenten, de

la continuidad y regularidad del servicio, de las cantidades de bienes transportados y de las características materiales de lo transportado.

En construcción, el taller-obra se desplaza de localización en cortos lapsos de tiempo (3) y sus múltiples proveedores están relativamente dispersos.

Por otra parte, existe una gran variación en las condiciones de accesibilidad de las distintas localizaciones de los diferentes tipo de obras y obras específicas.

Un ejemplo muy conocido es el crecimiento de los costos de transporte en el caso de obras cuya localización sea lejana de los centros urbanos. También el de los sobrecostos por acarreo de materiales en las zonas menos accesibles de los barrios de ranchos.

Hemos mencionado que el empresario constructor, como agente controlador de la tecnología fundamental de organización del trabajo colectivo manufacturero y como principal interesado en el perfeccionamiento del circuito de suministro de los medios que necesita, suele asumir buena parte de la responsabilidad del trabajo de transporte de estos medios a la obra, sea directamente o contratando empresas transportistas.

No poseemos cifras confiables que reflejen este fenómeno ya que los gastos y recargos por transporte van a aparecer siempre como costos para el constructor, independientemente de que la actividad sea realizada bajo su control o bajo el control de su proveedor. Las contabilidades de obras de que disponemos en el Proyecto INCOVEN no son suficientemente explícitas en este sentido, presentando buena parte de los gastos de transporte asociados a los costos de materiales y solo una parte especificada dentro de los gastos generales de obra o de la empresa.

Como referencia presentamos la Tabla 3, donde puede observarse la participación de los costos de transporte dentro de los gastos generales de obra en 16 casos. Vemos allí que este tipo de gastos representan como promedio el 45% de los gastos considerados como generales en obra.

Por otro lado, los equipos para transporte de diversa índole constituyen una parte del parque de maquinarias

y equipos de las empresas constructoras, particularmente en los casos de empresas especializadas en productos cuasi-continuos que requieren desplazamiento constante del taller-obra, como carreteras o en los casos de grandes subcontratistas semi-industriales que requieren desplazar rápida y confiablemente sus maquinarias y equipos entre distintas obras donde se les subcontrata un solo proceso específico, como el pilotaje.

El análisis del transporte como gasto de circulación en las compras de la industria de la construcción, no puede desvincularse de la caracterización de ésta como manufactura dominante heterogénea y de la determinación de esta característica estructural de la producción de la industria a partir de su vía fundamental de desarrollo tecnológico.

Resumiendo diremos que la forma fundamental de desarrollo tecnológico en construcción ha implicado la separación de obra de algunos procesos de trabajo parcial, antes integrantes de la manufactura, y la conversión de la división del trabajo interna, en el caso concreto, a una división del trabajo en particular, donde se intercambian verdaderamente mercancías, a través de un acto de circulación.

En la construcción, como manufactura predominantemente heterogénea la articulación del trabajo colectivo depende más de una acción exterior que de la naturaleza técnica combinada de los trabajos. Esto es lo que fundamenta el "estadillo" de algunos procesos de trabajo parcial, sustituyendo en esos casos a la organización general del trabajo colectivo manufacturero, por una relación de mercado entre producciones independientes

Esta desarticulación o "estallido" de ciertos trabajos parciales o algunas de sus fases u operaciones, independizándolas de la manufactura matriz y desarrollando sus fuerzas productivas al margen de esta, en manufacturas o industrias independientes, implica que los productos de estas últimas se transporten hacia el taller-obra de construcción y allí se ensamblen, monten o instalen, en una típica articulación manufacturera heterogénea.

TABLA 3

Nº OBRA	DE TIPO	% DE LOS GASTOS EN TRANSPORTE DENTRO DE LOS GASTOS GENERALES EN OBRA
31	INDUSTRIAL	69,20
32	INDUSTRIAL	48,95
33	INDUSTRIAL	62,84
34	INDUSTRIAL	40,19
35	INDUSTRIAL	57,52
36	INDUSTRIAL	53,57
37	INDUSTRIAL	35,82
38	INDUSTRIAL	95,47
39	INDUSTRIAL	72,60
40	INDUSTRIAL	37,14
61	EDIF.NO RESIDENCIAL	33,33
62	EDIF.NO RESIDENCIAL	67,30
63	EDIF.NO RESIDENCIAL	8,49
64	EDIF.NO RESIDENCIAL	21,69
65	EDIF.NO RESIDENCIAL	8,27
91	URBANIZACION	13,24
		M= 45,35

El papel genérico del transporte como proceso de producción de un servicio de desplazamiento, que continúa a la producción del bien desplazado dentro del proceso de circulación y para este, aparece muy claramente en la obra de construcción cuando se trata del transporte como una actividad central, interactuante dentro del trabajo colectivo de la obra, como condición previa a la fase orgánica de ensamblaje in situ de bienes cuya producción se desarticuló de la manufactura construcción en el camino del desarrollo tecnológico heterogéneo de esta.

#### COMPRA DEL PROYECTO Y DE LA TIERRA

Hemos establecido la materialidad y los tipos de gastos de circulación correspondientes a la compra de las mercancías necesarias para construir. Nos resta especificar algunas características de la obtención de los medios de producción concretos y de la fuerza de trabajo que van a utilizarse en la construcción.

Algunas condiciones generales de producción como la tierra, objeto general del trabajo de construcción, o el proyecto y parte de la tecnología presentan o una oferta restringida o un período de producción, en condiciones de utilización, relativamente largo a partir de un encargo. Su obtención, entonces, es asumida generalmente por el agente de la industria de la construcción cuyo papel es el control del negocio en su totalidad. Es decir, el cliente promotor.

Este encargará el producto al empresario constructor de acuerdo a las especificaciones del proyecto y deberá proveer el suelo donde se ejecutará la obra.

El proyecto de obra y la tecnología en el contenida suelen ser insumos particulares específicos de cada producto de construcción (4). Por tanto, deben encargarse en cada caso.

El proyecto de obra puede ser un producto complejo que requiere una articulación heterogénea de varios

subproyectos. También buena parte de los proyectos requieren de una calificación jurídica o aprobación que califique su valor de uso como condición general de producción.

Ambas características suelen determinar un relativamente largo período de producción del proyecto listo para ser aplicado y suponen la previsión de estos lapsos por parte del cliente-promotor, cuyo instrumento básico de encargo de la obra al empresario-constructor es precisamente el proyecto.

En cierto tipo de obras complejas y de gran escala, el proyecto puede llegar a relacionarse con el capital que ejerce el control financiero a mediano plazo e incluso a largo plazo y que a través del proyecto y la tecnología controla también las características de la producción y del producto. Esta situación es frecuente en grandes obras de infraestructura y en las obras civiles de los complejos industriales.

En algunos proyectos de ingeniería a cargo de empresas consultoras u oficinas técnicas, se contrata también la selección de tecnologías y de los niveles técnicos del trabajo. Pero la mayoría de los proyectos de edificaciones asumen la técnica media o normal para un momento dado, no pasando de ser una descripción del producto que no se ocupa de las formas en que este se produce. Este yacer sobre la técnica media convierte a este tipo de proyectos en factores regresivos para el desarrollo de la tecnología de construcción, en la medida que impiden al empresario constructor, que es quien va a aplicar la tecnología, utilizar cualquier técnica que aumente la eficiencia del trabajo, si esta altera la forma del producto que le fue encargado por el cliente promotor. Por su parte a este último le tiene sin cuidado la forma del proceso de trabajo propiamente dicho, en la medida que se haya planteado el negocio global dentro de los márgenes de tiempo y de costos que le permita la técnica convencional o media.

Sin embargo, es bastante frecuente que para productos relativamente complejos, dentro del proyecto se incluya un sub-proyecto de organización general del trabajo colectivo, en la forma de organización del desarrollo de obra a través de técnicas de programación con grafos, como el CPM, el MPM, el PERT, el PDM o el KMPA. Para una manufactura como la construcción,

este control de la organización del trabajo colectivo, es la tecnología clave de producción y está indisolublemente ligada al proyecto.

Otras formas de incorporación de la tecnología a la obra de construcción, como el desarrollo de investigaciones específicas, están vedadas a las empresas constructoras y promotoras promedio y a la amplia mayoría de los talleres-obra. Teóricamente estos desarrollos pueden socializarse a través de instituciones públicas o privadas estrechamente vinculadas al conjunto de los constructores, pero esta vía ha tenido un escaso desarrollo en nuestro país, donde tampoco hay tradición de venta en mercado abierto, de tecnologías desligadas de productos concretos.

Queda entonces la forma más común y generalizada de incorporación de tecnologías a la construcción a través de productos que la contienen objetivada: maquinarias, equipos, componentes y materiales que siempre implican unas maneras de trabajar con ellos y en algunos casos instrucciones de formas técnicas y organizativas de aplicación del elemento en obra. Pero aquí ya entramos en el campo de la forma de compra de tecnología que queda para el empresario constructor.

Hemos dicho que el suelo se requiere como condición material u objeto de trabajo genérico para todos los productos de la industria de la construcción y que su disposición suele corresponder al cliente-promotor y no al empresario que controla el proceso de producción.

El suelo, como todo recurso natural, no tiene valor pero presenta un precio que corresponde a una relación compleja derivada del valor: la capitalización de la renta. (5)

La capitalización o venta del recurso es la vía de entrada y salida al papel social de terrateniente y la importancia y normalidad que revista este fenómeno depende del tipo genérico de renta que se trate para cada formación económica-social. En Venezuela la renta urbana se presenta fundamentalmente capitalizada en el precio de los terrenos, que rara vez se alquilan. En la mayoría de los casos, el promotor deberá comprar la tierra, que circulará de esta forma en la Fase I del ciclo del capital dinero de construcción. Pero también en

buena parte de los casos, cuando el promotor no sea el usuario del producto de construcción o el representante del consumo colectivo de este, la circulación de la renta continuará con la del producto de construcción en la Fase II de la Circulación del ciclo, actuando así el promotor de terrateniente intermediario.

En grandes obras de infraestructura territorial puede ocurrir que las tierras pertenezcan previamente a alguna de las formas de propiedad estatal de distintos niveles que existen en el país. O que su precio de expropiación, fundamentado en los usos a que se encuentran sometidas, sea relativamente muy bajo dentro del precio de la obra.

Sin embargo, en las obras urbanas de superficie, públicas o privadas, la disposición de la tierra es una cuestión tan principal y específica que escapa al conjunto de investigaciones comprendidos dentro del Proyecto INCOVEN hasta el presente. Aún dentro de las prácticas y procedimientos de adquisición del Estado promotor, suelen pagarse altos precios ajustados a los de un mercado que, por definición, es de oferta restringida para cada tipo de condiciones diferenciales. El papel tradicional de la propiedad del suelo urbano, sumada al nuevo papel adquirido en una economía inflacionaria y con restricciones de los campos de especulación, potencian cada vez más la importancia del insumo tierra para la industria de la construcción.

El peso de la tierra dentro del precio final de la obra puede fácilmente llegar al 20%, sobre todo si consideramos la capitalización del incremento de la renta obtenido de la realización del producto de construcción.

En la ciudad de Caracas, por ejemplo, desde hace varios años se viene manejando la falta de disposición de tierras por el Estado y los costos de su adquisición como una de las barreras fundamentales que impiden el desarrollo de los servicios comunales.

La necesidad de la separación terrateniente-promotor se fundamenta en la división en agentes diferenciados de dos tipos de condiciones que difícilmente pueden coincidir en un solo agente capitalista, sobre todo si consideramos que la promoción inmobiliaria tiende a ser una actividad continua: por una parte la disposición

de terreno adecuado y por la otra, la concentración de capital en la forma de disposición de crédito, y la capacidad de gestión del negocio de construcción en su conjunto.

Son las dificultades para la disposición de tierras con las condiciones de localización requeridas para los distintos tipos de obras, las que imponen una previsión muy anticipada de su búsqueda, que solo puede corresponder al agente promotor y no al constructor. Es más, la escasez de tierras calificadas estructural y jurídicamente, así como el complejo y dilatado proceso de su calificación jurídica de no existir esta previamente, pueden restringir la continuidad del proceso de producción de la construcción mucho más allá que las condiciones técnicas.

La generalización de la forma de compra para la disposición del suelo conoce de contadas excepciones en nuestro país, usualmente vinculadas a obras provisionales, de baja inversión o de elementos mayormente recuperables, localizados en terrenos alquilados. Aquí se incluyen algunas industrias, autocines, estacionamientos, parques de diversiones, depósitos, viveros, etc.

En algunas obras no urbanas, como vías de penetración o pequeñas obras hidráulicas, el Estado puede llegar a disponer de tierras privadas, a cambio simplemente de ejecutar la obra.

Pero la forma general de disposición de la tierra es por compra y esto afecta marcadamente a los desembolsos del empresario promotor, sobre todo en la medida que necesite tierras urbanas de alto precio, que deberán pagarse con capital propio antes de que comience la producción.

La negociación entre terrateniente y promotor asume formas complejas, basadas en primer lugar en la diferencia que suele existir entre el precio al que el primero ofrece su terreno y el precio al que el segundo aspira a comprarlo, buscando ambos el máximo beneficio propio. En segundo lugar, están las formas de asociación entre el propietario del terreno y el empresario-promotor.

Aunque la forma de compra pura y simple por el promotor privado pueda implicar un cierto diferimiento

del desembolso cuando opera sobre la base de una opción de compra que solo se hará efectiva al tener oficio de uso o el proyecto aprobado, esto no suele bastar al promotor. Es por ello que los promotores privados han desarrollado formas de asociación con el propietario de la tierra, que superan las dificultades implícitas en la compra pura y simple.

El promotor va a operar generalmente con capital dinero a préstamo, que va a serle suministrado por el capital financiero de la producción. Pero este es un préstamo hipotecario cuya garantía inicial es precisamente la tierra y, por lo tanto, no puede cubrir la adquisición de esta. Como el promotor intenta reducir sus desembolsos de capital propio al máximo recurre entonces a la asociación del propietarios de la tierra, sobre la base de repartir el incremento de la renta capitalizada que la propia construcción permitirá. Al terrateniente esta asociación le conviene porque puede obtener un precio mayor por su tierra, esperando un lapso relativamente corto.

Las formas de asociación terrateniente-promotor son variadas, pero todas se fundamentan en diferir y aumentar el pago al primero de estos agentes. Existe la asociación accionaria del terrateniente dentro de la promotora-obra, para su participación en el conjunto de las ganancias de promoción. También formas de otorgar al terrateniente un porcentaje de las ventas del producto de construcción, a cargo de la promotora. O de entregarle una parte del producto, para que él se encargue de su venta.

Estas formas de asociación también existen entre el promotor privado y el Estado, en los llamados desarrollos mixtos, donde la responsabilidad de proveer en terreno queda en manos del Estado.

Excluyendo al proyecto con su tecnología asociada y a la tierra, la compra del resto de los medios de producción, instrumentos y objetos del trabajo, así como la compra de la fuerza de trabajo para la construcción, corresponden en forma general al empresario constructor como agente que controla el proceso de producción.

## LA COMPRA DEL CAPITAL FIJO

Es muy amplio el conjunto de medios de producción diferentes al objeto general de trabajo-tierra y producto en elaboración- que pueden utilizarse en los distintos tipos de obras de la industria de la construcción.

Una parte está constituida por las herramientas, máquinas, equipos e instalaciones que van a emplearse como capitales fijos y que pueden potencialmente usarse en distintas obras específicas. Las ramas que producen, comercializan o explotan estos medios de trabajo se vinculan mercantilmente con la obra, a través de la mediación de la empresa constructora que adquiere o alquila sus productos para emplearlos en una o varias obras.

En Venezuela no se producen la mayoría de los capitales fijos que emplea la industria de la construcción. De allí que en el origen de buena parte de las maquinarias y equipos aparezca un proceso relativamente complejo de importación, con una serie de gastos de comercialización característicos: fletes, gastos de carga y descarga, pago de gestiones, obtención de divisas, impuestos, aranceles, seguros, intereses por cartas de crédito, etc., usualmente correspondientes a empresas especializadas en la función de importación y distribución, frecuentemente asociadas a empresas financieras.

El taller-obra de construcción suele tener una duración menor a la de los equipos que en él se emplean y éstos deben ser transportables, montables y desmontables para condiciones variables (6). El transporte de maquinarias y equipos mayores puede corresponder a empresas de transporte especializadas, a distribuidores que ofrecen sus productos "colocados en sitio", o a las propias empresas constructoras cuando estas son grandes sub-contratistas semi-industriales o contratistas especializados en obras para que los equipos tienen uso casi continuo.

Por otra parte, el almacenamiento y conservación de maquinarias y equipos corresponde a su propietario, sea una empresa constructora o una empresa arrendadora, implicando una serie de gastos, desde

renta del suelo a personal especializado, sobre los que no podemos extendernos aquí.

Aunque la participación de la depreciación del capital fijo en la formación de los costos del producto de construcción sea relativamente baja (7.42% como promedio en las obras analizadas en el proyecto INCOVEN), la inversión en capital fijo frente al desembolso de capital circulante para las construcciones vistas como un todo es algo mayor (17.39% como promedio o en las obras analizadas por INCOVEN) y para el empresario constructor como agente específico puede constituir la mayor parte de su aporte de capital (82.24% como promedio en los casos analizados). (7)

De allí que las compras de medios de trabajo-instrumentos, maquinarias, equipos, herramientas e instalaciones-necesarios para los distintos procesos en las obras de diversa naturaleza que realiza la industria, requieran de un tratamiento particular.

Sobre esta compra de medios de producción que participan como capitales fijos de la construcción, existe una parte específica dentro del proyecto "La Organización de la Industria de la Construcción en Venezuela" (INCOVEN) (8).

Allí se explica como las formas de compra y sustitución de equipos derivan del período de vida de estos y de las formas de declinación de sus valores con el tiempo, unidas a la característica discontinuidad del trabajo realizado en los talleres-obra constituídos en cada ocasión.

Ello fundamenta que la compra del capital fijo se realice y deba analizarse a nivel de la empresa constructora, como entidad de actividad relativamente continua en distintos, sucesivos y/o simultáneos talleres-obra. Que las formas de alquiler de equipos y maquinarias se hayan desarrollado, para superar la discontinuidad de la demanda por cada empresa constructora, en sus variantes de arrendamiento comercial, arrendamiento intraempresarial, arrendamiento interempresarial, y arrendamiento financiero o leasing. Que el capital financiero juegue un importante papel no solo en las formas de alquiler, sino en los procesos de compra de capital fijo a través de los sistemas de letras de cambio, cartas de crédito, avales

u otro tipo de garantías, sobre todo considerando, como decíamos anteriormente, que la mayor parte del capital fijo empleado en la construcción venezolana se ha venido importando de otros países.

En el mismo informe del Proyecto INCOVEN, se hace referencia a la posible asociación de la obtención de capitales fijos, con otros insumos como la tecnología del proyecto, e incluso con la compra de mano de obra especializada cuando el arrendamiento incluya a los operarios de la maquinaria.

En el presente trabajo no vamos a extendernos sobre estos y otros aspectos de la compra del capital a emplear como fijo en construcción, sino que desarrollaremos el análisis de la compra de los otros medios de producción y de la fuerza de trabajo, que van a transferir su valor al producto como capitales circulantes, aunque entre ellos existan diferencias fundamentales en cuanto a su papel en el proceso de valorización.

"Los elementos del capital circulante se fijan se un modo tan constante en el proceso de producción -si éste ha de ser continuo- como los elementos del capital fijo. Lo que ocurre es que los elementos del primero, fijados así, se renuevan constantemente en especie (los medios de producción por otros de la misma clase, la fuerza de trabajo mediante su compra constantemente), mientras que, tratándose de los elementos de capital fijo, durante el tiempo en que funcionan no hace falta renovarlos ni es necesario renovar tampoco su forma.

En el proceso de producción aparecen siempre constantemente materias primas y auxiliares, pero siempre nuevos ejemplares de la misma clase, tan pronto como los antiguos se consumen en la elaboración del producto terminado. Así mismo, aparece siempre, constantemente, en el proceso de producción la fuerza de trabajo necesaria, pero gracias a la constante renovación de su compra, y no pocas veces mediante una sustitución de personas. En cambio, los edificios, las máquinas, etc. siguen funcionando, sin sustitución en los repetidos procesos de producción a través de las reiteradas rotaciones del capital circulante." (9)

De acuerdo a la naturaleza de su participación en la producción podemos diferenciar dos tipos de capital

circulante, aquel que mantiene su magnitud de valor en el proceso -constante- y aquel que se valoriza reproduciendo su propio valor más un excedente -variable.

### **LA COMPRA DE CAPITAL CIRCULANTE CONSTANTE**

Dentro del conjunto de medios de producción diferentes al objeto general de trabajo -tierra y producto en elaboración-, está el sub-conjunto de los medios que van a transferir su valor al producto como capitales circulantes: Las materias brutas, las materias primas y las materias auxiliares que se utilizan en los distintos tipos de procesos y en los diversos procesos específicos que integran los múltiples trabajos constituyentes de la obra.

En la medida que las obras, según su naturaleza y dimensión, incluyan un número mayor de trabajos parciales, mayor será también la diversidad de objetos de trabajo que en ellas intervienen.

La lista de materiales de construcción es muy extensa e incluye materias primas complejas o componentes a ser suministrados y colocados, montados o ensamblados en obra.

Hay materiales básicos como el asfalto, el cemento, el acero, la piedra, la arena y la madera, algunos de ellos elaborados en procesos industriales complejos y otros apenas extraídos y con un procesamiento manufacturero preliminar.

Hay pequeños componentes modulares, como los bloques de arcilla o concreto, que a fuerza de percibirse como adquiribles en mercado abierto, se presentan como materias primas básicas.

Hay componentes "tradicionales", como las piezas sanitarias o los herrajes y cerraduras, para los que prácticamente no existen tecnologías dominantes o de transición que puedan sustituir su producción externa por trabajos en obra. Aquí se incluyen equipos o sistemas bastante complejos, que se suministran, colocan o ensamblan en obra, como ascensores, bombas o dispositivos de ventilación mecánica, que permiten la utilización de la obra una vez que esta entra en la esfera del consumo.

También hay componentes de transición como las losas estructurales, tabiques y cápsulas sanitarias, cuyo suministro e instalación compete, con mayor o menor éxito con tecnologías que dan origen en obra a productos equivalentes. Aquí están comprendidos los conjuntos de partes de distinto tipo que integran los variados sistemas, más o menos integrales, abiertos o cerrados, pesados o livianos, de prefabricación de edificaciones y otras construcciones.

Las materias primas, materiales y componentes constructivos, tiene una forma de incorporación característica en la industria de la construcción. Aunque algunas pueden fluir casi regularmente a lo largo del tiempo de una obra, otras se incorporan sólo en el segmento de obra que incluye el trabajo concreto o proceso que las utiliza. Las necesidades de distintos insumos son variables entre obras y entre distintos momentos de una misma obra. Es la irregularidad de flujo la que diferencia a la obra de construcción, de las producciones de la gran industria, donde aún para productos discretos, existen regularidades procesuales que permiten una planificación más sencilla.

A esto se añade que los distintos tipos concretos de elementos que van a constituir el capital circulante constante de construcción, provienen de ramas productoras de materiales que tienen diferente naturaleza técnica y de circulación, según el elemento concreto de que se trate.

A consecuencia de las anteriores características, la circulación y consumo de los insumos para el proceso de construcción se deberá realizar dentro de una compleja secuencia preestablecida. Esta "logística" organizativa del ciclo productivo está determinada por las variaciones en los tiempos de circulación de los distintos insumos: colocación de los pedidos, despachos del producto, tiempo de comercialización del distribuidor, transporte al sitio de la obra y movilización a los puestos de trabajo. Al variar la ubicación geográfica de los productores y comercializadores, los tiempos de circulación de cada insumo o componente, son distintos y obviamente son afectados con más frecuencia que los insumos de otras ramas industriales por imponderables de distinto tipo.

Los diferentes elementos concretos del capital circulante constante son consumidos en distintos

momentos de proceso productivo. Su ingreso a la esfera de la producción en cada fase debe ser coordinado eficientemente a modo de reducir el tiempo de circulación parcial de cada pedido-suministro, así como el tiempo de circulación acumulado y en consecuencia al tiempo de rotación total. Todo esto conduce a que la vigilancia del tiempo de circulación del capital circulante constante sea factor esencial en el control de las obras, influyendo notablemente en la importancia atribuida a las técnicas de programación con grafos tipo PERT o CPM, en la ejecución de obras.

La dispersión de las empresas productoras de insumos, consecuencia entre otras de la dispersión del mercado de la construcción y de las obras, conforma una complicada red de transporte y suministro. Ya hemos dicho que dadas las características en cuanto a volúmen y dificultades de almacenaje, no es posible mantener en depósito grandes cantidades de materiales y componentes, situación esta que implicaría además la inmovilización de masas importantes de capital productivo. Todo ello conduce a que los insumos de la construcción sean consumidos rápidamente en el proceso productivo, manteniéndose los inventarios de las empresas casi en cero.

Si analizamos los datos del Banco Central de Venezuela relativos a fuentes y usos fondos de las empresas constructoras encontraremos que el inventario es generalmente inferior al 1% del total de usos de fondos de las empresas. Esto confirma que el tiempo de producción, y por consiguiente el tiempo de rotación está condicionado de modo especial a la garantía de suministro de los insumos y su oportunidad de entrega (tiempo de circulación de la Fase I). Si el consumo de los insumos se realiza de inmediato y los inventarios son nulos, el transporte de materiales y componentes es fundamental y crítico.

Como las obras no constituyen un mercado de localización permanente, donde la organización del transporte correspondería fundamentalmente a los vendedores, la empresa constructora se ve obligada a

aceptar cualquier cargo por transporte, dentro de sistemas tarifarios por zonas impuestos por los distribuidores, o bien a organizar su propio sistema de transporte complementario. En ambos casos, el peso del factor transporte es superior a lo que generalmente se supone.

Una parte del capital circulante constante puede obtenerse con créditos otorgados por las empresas productoras de materiales y componentes o por las empresas comercializadoras de ellos. Estos créditos pueden ser relevantes y reducir los requerimientos de crédito bancario o de desembolsos de capital propio del constructor. Sin embargo, las empresas monopólicas o cartelizadas productoras de insumos restringen y tienden a eliminar el crédito a corto plazo en la comercialización de sus productos, exigiendo el pago de contado contra entrega. Tal es el caso de la industria del cemento.

En algunos contratos del Estado, una parte del capital circulante constante es suministrada directamente por el organismo promotor contratante mediante convenios de suministro. Así el Estado se ha reservado en ciertos contratos, en determinadas coyunturas, el suministro de cemento y cabillas, o en el caso de INAVI, por ejemplo, viene suministrando las piezas y accesorios sanitarios y los ascensores, desde la década de los sesenta. Aún así, los convenios de suministro y la modalidad de contratos "seriales", no han sido suficientemente utilizados por el sector público en Venezuela.

La modalidad de contratos "seriales" se refiere a un sistema de compras anticipadas y suministro de componentes constructivos en la producción masiva de edificaciones institucionales, para asegurar la continuidad de producción, aprovechar economías de escala y promover el desarrollo de industrias productoras de componentes (10).

El suministro de los elementos materiales del capital circulante constante por parte del promotor también

aparece en las empresas privadas. El empresario promotor puede comprar los materiales y componentes utilizados en algunos procesos de construcción. El grado máximo de desarrollo de esta tendencia lo encontramos en la construcción por conjuntos de sub-contratos de mano de obra con herramientas y maquinaria menor, usualmente coordinados por el contratista general para el empresario promotor que aporta la maquinaria mayor y los materiales y componentes.

### LA COMPRA DEL CAPITAL CIRCULANTE VARIABLE

Luego de la Fase II de la Circulación, las dos formas de capital circulante se separan:

"Una parte del dinero en que vuelve a convertirse la mercancía se transforma en reserva de producción (capital circulante constante). Según los distintos plazos de compra de los elementos materiales que la forman, puede ocurrir que una parte se convierta antes, y otra después, de dinero en materiales de producción, pero tarde o temprano toda ella acabará sufriendo esta transformación. Otra parte del dinero obtenido por la venta de la mercancía seguirá existiendo bajo la forma de reserva de dinero, para irse invirtiendo poco a poco en el pago de la fuerza de trabajo incorporada al proceso de producción. Esta parte forma el capital circulante variable." (11)

Esta forma general es válida para el empresario constructor cuando va vendiendo su producto parcial en la que denominamos primera parte de la Fase II de la Circulación en el Ciclo del capital dinero de construcción. Parte del pago obtenido va a constituir la reserva de dinero para ir comprando la fuerza de trabajo necesaria, usualmente semana a semana.

Claro que, de no cubrir el pago por el producto parcial los costos en que ha incurrido el productor, éste deberá desembolsar capital dinero propio para comprar el circulante variable, ya que de la fuerza de trabajo todo el financiamiento que obtendrá es el constituido por el hecho de pagar al finalizar la semana de trabajo. En estas condiciones, como la forma principal de crédito a la producción se da través del cliente promotor con el sistema de valuaciones, el empresario constructor se ve obligado, si no puede o quiere desembolsar dinero

propio, a recurrir a otras formas de crédito para pagar la fuerza de trabajo.

Cuando se trata de un desfase con el cobro por el producto parcial suele operarse con el descuento de la valuación de obra ejecutada. Pero también se utiliza el crédito bancario no hipotecario a corto plazo.

Si analizamos los datos del Banco Central relativos a fuentes y usos de fondos en las empresas constructoras, observaremos una gran dependencia del préstamo a corto plazo que en 1972 era el 52.3% de las fuentes de fondos, en 1973 el 43.2%, en 1974 el 36.6%, en 1975 el 45.5%, en 1976 el 45.2%, el 1977 el 52.3% y en 1979 el 36.6% para un promedio de 46% (12). Buena parte de estos fondos se destinan a pagos por la fuerza de trabajo.

La compra o primera fase de la circulación, del capital circulante variable para la construcción está determinada por la peculiar estructura del proceso de trabajo en esta rama de la producción. En la medida que la producción de una obra está compuesta de múltiples trabajos diferentes, que no se dan simultáneamente sino en forma parcial y donde para cada uno existe una forma diferenciada de flujo que no se da regularmente para cualquier período de la obra, en esa misma medida la compra de fuerza de trabajo para realizar los distintos trabajos concretos presentará un flujo heterogéneo, diferente en términos cualitativos y cuantitativos para cada momento de obra, donde coinciden total o parcialmente diferentes procesos de trabajo y también magnitudes de obras distintas dentro de un mismo tipo de proceso.

Adicionalmente a esta heterogeneidad en el flujo, la compra de la fuerza de trabajo presenta en la industria de la construcción algunas otras características específicas. Las dos formas de salario tradicionalmente utilizadas en construcción son el salario por tiempo y el salario por piezas, designado habitualmente como salario a destajo.

El salario por tiempo remunera el tiempo de trabajo, bien sea en forma diaria, semanal, quincenal o mensual. El principio general que rige esta forma de contratación de la fuerza de trabajo es el de "a igual trabajo igual salario". Las obvias diferencias en el precio real de cada

obrero dependerán de su entrenamiento, condiciones físicas y rendimiento, existiendo un "tabulador general de salarios y oficios" que establece el salario mínimo correspondiente a cada oficio según clasificación por destreza y especialidad. Esta es una forma de racionalizar dentro de la contratación colectiva, el criterio de igual salario para igual trabajo.

El salario por tiempo, como forma más avanzada del pago por el trabajo, puede funcionar perfectamente en producciones donde un organismo externo al trabajador mismo impone la cooperación y el ritmo de producción. Pero esto no existe en construcción, que por definición es una manufactura. De aquí, la importancia del salario por piezas en dicha rama de la producción.

Como en toda manufactura, la fuerza productiva principal de la construcción es la combinación de habilidades en el trabajo colectivo. Esto hace a la industria de la construcción muy dependiente del trabajo relativamente calificado, cuya ausencia o dificultad de obtención puede determinar la desaparición o el encarecimiento extremo de ciertas técnicas. El mismo fenómeno puede también afectar en términos generales a la calidad de lo construido e imponer, junto a las condiciones de trabajo y de remuneración, la necesidad de importación de mano de obra, tal como ha venido ocurriendo en nuestro país.

En la gran industria, el salario por piezas se utiliza para la intensificación de trabajo y con ella, para el aumento de la cuota de plusvalía por la vía de la plusvalía absoluta. En las manufacturas como la de construcción, el salario por piezas garantiza obtener de la fuerza de trabajo la productividad media y con ella la cuota media, por la vía de la plusvalía relativa.

El salario por piezas es parte de la tecnología manufacturera fundamental de organización general del trabajo, junto a la supervisión y a las técnicas de programación de obras con grafos.

El pago por piezas, sea en salario diario o semanal, está en relación con la capacidad individual del trabajador para producir una cantidad determinada de obra, de unidades de ésta o de partes de ellas. En este caso, el salario por unidad de tiempo varía y para los efectos de prestaciones sociales y otras reivindicaciones laborales

se establece un nivel de remuneración aplicable a partir del promedio de los salarios recibidos durante un determinado período de tiempo. Salario por tiempo y salario por piezas pueden combinarse cuando se paga un salario base por tiempo y sobre él, primas por piezas. En construcción se presenta además, otra forma combinada de ambos tipos de contratación de la fuerza de trabajo. Se trata de la sub-contratación a través del sistema de "ajustes". En este caso, se subcontrata la mano de obra para una partida específica, conjunto de partidas o totalidad de la obra y el subcontratista a su vez contrata por tiempo, la mano de obra. El subcontratista o ajustero-patrono intermediario- es pagado por piezas, según el monto de la obra ejecutada por unidad de tiempo. Con esta forma el pequeño capital absorbe parte del salario de los trabajadores directos.

Tanto en el salario a destajo como en los subcontratos de fuerza de trabajo se incluye frecuentemente como parte del contrato de compra de la fuerza de trabajo, la disposición por parte del contratado de algunas herramientas simples y maquinarias menores, generalmente propiedad de la fuerza de trabajo calificada. Esto se corresponde no sólo al grado de cooperación manufacturera de la construcción, sino también a la bajísima participación de capital fijo - apenas herramientas- en algunos procesos concretos.

Uno de los elementos más característicos de la compra de la fuerza de trabajo en la construcción se refiere a la terminación de las obras y su relación con el fin del contrato del trabajador. En este sentido la construcción es una de las pocas actividades económicas en la cual al término del proceso de producción o de una parte de éste, el patrono está legalmente capacitado para despedir a la totalidad o a parte de la fuerza de trabajo, aún cuando la empresa se disponga a reiniciar un nuevo ciclo productivo, incluso en el mismo lugar. El despido queda encubierto con la terminación de las obras, la empresa traslada sus instalaciones y equipos a otro sitio y literalmente abandona a sus obreros. Esta particularidad afecta la forma de circulación del capital variable y al precio real de la fuerza de trabajo necesaria para la producción de unidades similares del producto.

Otra característica de la compra de la fuerza de trabajo en construcción se deriva de su propia esencia

como manufactura; del hecho de que el proceso de producción se basa en las habilidades del obrero. Esta condición, inherente a su carácter de manufactura, conlleva a que en la construcción la vinculación al proceso de trabajo de la mano de obra, se efectúe previa demostración de su destreza en la ejecución del oficio para el cual es requerida. Así el obrero para ser contratado debe probar en el trabajo concreto lo que dice saber hacer. De allí que sea frecuente la contratación temporal, a prueba, de la fuerza de trabajo. Si su demostración de competencia no resulta satisfactoria, será desincorporada de inmediato o trasladada a desempeñar otros oficios dentro de la misma obra, donde su rendimiento sea aceptable.

Obviamente la rotación (13) de la fuerza de trabajo en construcción es mucho mayor que en las otras ramas de la producción de bienes y servicios. La empresa constructora mantiene así un personal fijo mínimo limitado generalmente a personal administrativo, técnico y a la fuerza de trabajo especializada de mayor nivel y responsabilidad en el proceso de producción. Así el resto de personal temporal se paga con capital variable a medida que el proceso productivo lo requiere y en la misma forma que el capital circulante constante, manteniéndose además en su nivel mínimo las reservas de capital variable destinadas al pago de las prestaciones sociales de la fuerza de trabajo. Por ello, la relación de trabajo, habitualmente vinculada al pago por piezas y en todo caso a un producto parcial de un tipo de trabajo concreto parcial, aparece en la realidad y en la conciencia de los agentes del proceso como un salario "a destajo", es decir eventual.

Esta peculiar forma de circulación del capital variable en la construcción tiende a minimizar para la empresa la posible existencia de capacidad ociosa de la fuerza de trabajo a lo largo del proceso de producción, situación esta que se complementa con la remuneración por piezas o por ajustes. Esta situación indica una inserción de la fuerza de trabajo en el proceso cuyo rendimiento, referido al tiempo neto de trabajo contenido en el tiempo de producción, es apreciablemente alto. Sirve para compensar por una parte a las interrupciones de la continuidad del proceso de producción, y por la otra, a las dificultades para el incremento de la plusvalía relativa por la vía de los avances tecnológicos. Se trata de una

forma de trabajo con una alta tasa de explotación en términos de extracción de plusvalía absoluta por prolongación de la jornada de trabajo y por intensificación de este, y de plusvalía relativa por la garantía de la magnitud de producto en un tiempo dado.

A diferencia de las otras ramas industriales, en las cuales una mayor inversión de capital fijo implica una más alta productividad de la mano de obra y una dependencia de esta mano de obra para su funcionamiento continuo, en la industria de la construcción la seguridad del empleo, de las prestaciones sociales y de otros beneficios de la contratación colectiva se encuentra mucho más atrasada, privando la racionalidad de la "rotación" de la fuerza de trabajo, disfrazada de motivaciones geográficas y peculiaridades productivas. En todo caso, en construcción es particularmente difícil un incremento sustancial de la plusvalía relativa por medio del aumento absoluto del capital fijo en aras de una mayor productividad (14).

Como en toda industria, en la construcción los pagos a la fuerza de trabajo incluyen pagos directos de salario y pagos indirectos al trabajador, a recibir directamente por él en la liquidación, o a recibir eventual o socialmente. Sólo que los pagos directos en construcción, al existir las formas de salario anteriormente descritas, suelen incluir un salario base por tiempo y sobre éste, unas primas por piezas. Pero esto es común a muchas ramas industriales. Lo realmente característico de construcción aparece en los pagos indirectos al trabajador. Algunos de estos pagos no son disfrutados más que eventualmente por este o se realizan de forma socializada: los pagos de seguro social y sindicales efectuados por el patrón. Pero es en los pagos indirectos acumulados, a ser recibidos directamente por el trabajador en algún momento de su trabajo en la empresa, donde se muestra la peculiaridad de la industria de la construcción.

La liquidación de la mayor parte del personal en la medida que va terminando su trabajo dentro de la obra, hace que buena parte del salario indirecto, en forma de antigüedad, cesantía y prestaciones sociales, deba considerarse en construcción como parte del circulante a desembolsar a lo largo de la obra, a diferencia de otras ramas industriales donde sólo eventualmente se liquida a una pequeña parte del personal en el ciclo anual de la producción.

Esta parte del salario indirecto en construcción tiene una forma de flujo como circulante, diferente a la del salario directo, que como dijimos fluye semanal y proporcionalmente hacia el conjunto del personal de obra. Aparece en cada semana como los pagos de liquidación del personal que ha terminado su período en la obra y puntualmente en los pagos extraordinarios decembrinos al conjunto del personal.

El monto de los salarios indirectos frente al salario global recibido directamente por el obrero, es variable y para las obras analizadas en donde se pudo obtener ese tipo de información, representa en promedio el 24.62%, como puede observarse en la Tabla 4.

**TABLA 4**

CODIGO EMPRESA	CODIGO OBRA	SALARIOS DIR. %	SALARIOS INDIR.%
04	01	72.87	27.12
04	02	72.20	27.80
04	04	83.43	16.57
04	05	75.62	24.38
01	06	76.76	23.24
01	31	77.49	22.51
01	32	74.69	25.31
01	33	77.39	22.61
01	34	86.18	13.82
01	35	76.74	23.26
01	36	70.40	29.51
01	37	77.78	22.22
01	38	66.21	33.79
01	61	65.60	34.40
01	62	74.66	25.34
01	63	77.40	22.60
01	64	80.28	19.72
01	65	70.98	29.02

Para algunas de estas obras, se precisó la descomposición de los salarios indirectos pagados directa e indirectamente al trabajador. Ver Tabla 5.

Basándose en este tipo de cifras, las empresas constructoras suelen manejar un índice por el que multiplican el salario de los trabajadores para obtener los pago totales que en realidad han de efectuar con capital circulante variable.

En cuanto a los gastos de compra de la fuerza de trabajo, están constituidos por aquellos relativos a la

selección y reclutamiento, a la elaboración de nóminas y sobres de pago, a la parte de contabilidad que corresponde a los sueldos y salarios directos e indirectos, etc. Todos ellos gastos de circulación a cargo del comprador, es decir, de la industria de la construcción, debido a la naturaleza de la reproducción de la mercancía fuerza de trabajo, distinta a la producción de una rama capitalista cualquiera.

Respecto a los gastos de conservación y a los gastos de transporte de la fuerza de trabajo, estos tienen ciertas características peculiares en la industria de la construcción.

La organización y responsabilidad del transporte de la fuerza de trabajo al taller-obra en medios urbanos, suele corresponder a la propia fuerza de trabajo o al sub-contratista de mano de obra. Otra cosa sucede cuando las obras se localizan en zonas aisladas y distantes de áreas urbanas. Entonces no sólo el transporte al trabajo, sino el conjunto de condiciones materiales requeridas para la reproducción de la fuerza de trabajo, deben ser ofrecidas por el capital de construcción, que puede tener que llegar a operar grandes campamentos con múltiples servicios, como un sustituto a las condiciones urbanas.

Aún en el medio urbano, las condiciones de vida en el tiempo de no-trabajo que puede ofrecer la construcción son diferentes a las de industrias y manufacturas de localización permanente, usualmente concentradas en zonas que, al menos en teoría, poseen servicios como comedores, áreas deportivas, asistenciales, etc., justificados por la misma concentración de trabajadores.

En cambio, ya hemos hablado de la dispersión y corta permanencia del taller-obra de construcción, que deberá ofrecer, en la mayoría de los casos, algunas condiciones de vida para la fuerza de trabajo en la propia obra. Estas condiciones de comedor, baños y vestuarios, por ejemplo, suelen ser bastante más precarias e insuficientes en la obra de construcción que las que ofrecen individualmente industrias y manufacturas de localización permanente que además cuentan con la posibilidad de otros servicios colectivos a nivel local, inexistentes o no utilizados para obras que se localizan en zonas de la ciudad consumidas

**TABLA 5**

AÑO OBRA	SALARIOS DIRECTO		SALARIOS		INDIRECTOS %		SALARIO TOTAL%
	% SALARIO BASICO	PAGADOS DIRECTAMENTE PREST. SOC.	BONOS/OTROS	PAGADOS INDIRECTAMENTE SEG. S. O.	COTIZ. Y OTROS		
76	72.87	21.17	5.84	Sin inform.	Sin inform.	100	
82	83.43	4.20	1.17	0.97	Sin inform.	100	
82	75.62	16.38	3.03	4.95	Sin inform.	100	
82	76.76	12.68	3.90	6.64	Sin inform.	100	
76	77.20	16.57	2.81	2.85	0.57	100	

fundamentalmente por personas de ingresos superiores a los de los obreros de la construcción.

**EL SECTOR CONSTRUCCION**

Así como vimos que hay trabajos parciales independientes de la obra de construcción pero desarticulados a partir de esta, que dan origen a diversas materias primas y componentes que allí se utilizan, hay también producciones de instrumentos de trabajo y de insumos para la construcción que provienen de avances tecnológicos completamente independientes de la obra propiamente dicha y que pueden imponer nuevas formas de trabajar dentro de algunos procesos parciales en el conjunto de las obras de cierto tipo.

Las manufacturas e industrias que proveen los elementos materiales necesarios para construir, sean desarticuladas o "estalladas" de las obras o sean de origen independiente, aparecen como vendedoras de sus productos en la Fase I de la Circulación en el ciclo del capital dinero de la industria de la construcción.

Como tales, no forman parte de la industria o rama de la construcción propiamente dicha, pero buena parte de ellas, con las empresas de distribución y comercialización de sus productos y con la propia industria, constituyen lo que se ha denominado corrientemente el "sector" construcción.

Dentro del "sector" construcción suelen incluirse, junto a la industria de la construcción, a un conjunto de industrias, manufacturas y empresas comercializadoras que le suministran medios de producción de distinto tipo: Medios de trabajo, incluyendo maquinarias, equipos y herramientas y objetos de trabajo, incluyendo materias brutas, materias auxiliares y materias primas

de distintos grados de elaboración dentro de las que se comprenden los componentes.

Este concepto del "sector" construcción es utilizado habitualmente en las formas discursivas de la conciencia de los agentes de la producción, en la superficie de la estructura social y específicamente en los estudios, diagnósticos y planes de desarrollo referentes a la actividad de construcción, particularmente en trabajos sobre el desarrollo de tecnologías y en trabajos sobre el tipo de capitales y sus grados de concentración y de dominio sobre la actividad de construcción. Por ejemplo, el concepto resulta de utilidad descriptiva para ocuparse de la vía de desarrollo tecnológico de la construcción por desarticulación o "estallido" de alguno de los trabajos parciales que contribuyen a la formación del producto común. Pero el concepto de "sector construcción" no es suficientemente preciso.

La independencia de los procesos realizados por las industrias y manufacturas que proveen a la construcción con respecto a los procesos de obra propiamente dichos, está múltiplemente determinada. Por una parte, están las diferenciaciones en el desarrollo tecnológico y en el nivel técnico de unos y otros procesos. Por otra parte, está la importancia del tipo de relación mercantil que los proveedores establecen con la industria, sea por encargo o en mercado abierto y la importancia de la dependencia de las manufacturas o industrias proveedoras de la construcción como mercado, que puede ser total o tan parcial que difícilmente permita incluir a la manufactura o industria de que se trate bajo la denominación del "sector" construcción.

Cuando un proceso de trabajo parcial de la manufactura-obra de construcción ha estallado a una manufactura o industria independiente, pero cuyo único

mercado lo constituyen los encargos para un conjunto de obras de construcción, la filiación entre esa producción y la industria de la construcción es neta y definida. Más cuando la industria independiente y muy diferenciada tecnológicamente no ha estallado de la obra, sino que posee un desarrollo propio desarticulado desde su origen y mucho más cuando se relaciona con la construcción en un mercado abierto, donde esta última industria solo adquiere una parte relativamente pequeña del producto de la primera, la situación es mucho menos clara y resulta difícil utilizar el concepto de sector.

Pensemos, por ejemplo, en la carpintería, la industria del vidrio o la industria de productos de acero. En esos casos, la relación de las industrias con la de construcción es un encadenamiento intersectorial cualquiera y la vinculación técnica de la construcción con las producciones que le suministran sus insumos aparece en su forma más general o social.

Con esto indicamos que el concepto de "sector construcción" tiene limitaciones en su rigurosidad teórica e inconsistencia frente a la contabilidad macroeconómica convencional.

Aún así, el análisis de la circulación en la industria de la construcción está indisolublemente ligado al de la articulación de la industria dentro del "sector". Debido a esto, una de las investigaciones derivadas del Proyecto INCOVEN se refiere precisamente a la producción y distribución de insumos para la construcción. (15)

Las manufacturas e industrias que suelen comprenderse dentro del "sector" construcción son muy vulnerables al comportamiento de la industria propiamente dicha. Esta vulnerabilidad se potencia frente a una industria de construcción de escala relativamente limitada y con un comportamiento generalizado o centralizado en función de variables macroeconómicas o de política, mas que frente a una industria constituida en múltiples y diversificados sub-mercados relativamente independientes. Esta última conformación es característica de sociedades desarrolladas, con un amplio mercado diversificado para los productos de construcción, mientras que la primera es característica de formaciones económico-sociales como la nuestra.

En nuestras condiciones, la concentración y centralización de capitales en algunas industrias del "sector" construcción, como respuesta a la vulnerabilidad ante el comportamiento de la industria de la construcción pueden, y suelen tener consecuencias nefastas en cuanto a la diversidad de instrumentos e insumos disponibles, a sus calidades y a sus precios.

Por otra parte, las industrias del "sector" tienen la ventaja de arrojar productos no vinculados localmente y como ha podido observarse en nuestro país en los últimos años de crisis de la industria de la construcción, pueden exportar estos productos para el uso de la industria de la construcción de otros países.

#### NOTAS

(1) INCOVEN: "La Organización de la Industria de la Construcción en Venezuela". Proyecto de Investigación de la F.A.U.: Instituto de Urbanismo, Sector Estudios Urbanos, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción.

(2) Ver Villanueva, Federico "La Circulación del Capital en la Industria de la Construcción" en TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION N° 3 IDEC FAU U.C.V. 1987

(3) F. Villanueva OP. CIT.

(\*4 F. Villanueva OP. CIT.

(5) Villanueva Federico "La Cuestión de la Renta Urbana: Una Introducción en Revista URBANA N° 5 I.U. FAU U.C.V.

(6) Villanueva F. "La Circulación del Capital en la Industria de la Construcción", en TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION N° 3 IDEC FAU U.C.V. 1987

7) Villanueva F. "Los Desembolsos de Capital del Empresario Constructor". (MIMEO) 1989

(8) Equipo de Investigación INCOVEN (IDEC-IU-SEU) "El Capital fijo en la rama de la Construcción", Revista "Tecnología y Construcción", IDEC, FAU, UCV, N°2, (1986)

(9) MARX, C., Op. cit., Vol. II, p. 148 y ss.

(10) Ver Proyecto CONICIT/CLASP. Informe Final, Volúmen II

(11) V. MARX, C., El Capital, Crítica de la Economía Política, Ediciones del Fondo de Cultura Económica, Vol. II, p. 262, ss.

(12) BANCO CENTRAL DE VENEZUELA. Informe Final 1979, p. 153, 154 y 155

(13) "Rotación" en el sentido de vinculación y liberación de capital variable, es decir, de movilidad interempresarial.

(14) Lo referente al desarrollo de las fuerzas productivas en construcción está contenido en las partes del proyecto INCOVEN dedicadas a la tecnología de construcción.

(15) Becerra, Carlos. Proyecto de Investigación "INSUMOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION" IDEC CDCH 1986.

# ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL(\*)

**Ernesto C. Curiel C. (\*\*)**

(\*) Ponencia presentada en el Congreso Internacional Energía, Ambiente e Innovación Tecnológica. Caracas, Octubre 1989.

(\*\*) Profesor Asistente. Escuela de Arquitectura (FAU). y Universidad Simón Bolívar desde 1977. Investigador Area Desarrollo Experimental ID EC FAU, UC.V. desde 1986.

## RESUMEN

Diseñar y construir edificaciones es fundamentalmente un acto de acondicionamiento ambiental. El concepto de ambiente entendido como totalidad, pasa a ser origen y destino de cualquier proyecto de desarrollo tecnológico. La revalorización de las determinantes del contexto y su incidencia en el diseño de edificaciones en el trópico, es fundamental en la generación de nuevas técnicas e investigaciones en el área de Energía, Ambiente e Innovación Tecnológica.

## INTRODUCCION

La oportunidad de tratar el tema de la arquitectura bioclimática en el marco de un Congreso sobre "Energía, Ambiente e Innovación Tecnológica", resulta propicio para complementar la discusión estrictamente técnica, con algunas otras consideraciones relativas a los problemas de contexto en las que esas técnicas se generan.

Los estudios, investigaciones y avances en el campo académico en torno a las relaciones clima-edificación, han contribuido a evidenciar, aún más, la pronunciada brecha que separa los logros de estos últimos de la práctica profesional de la arquitectura. Sin embargo, las argumentaciones sobre la mayor o menor relevancia que pueda otorgarse a las determinantes climáticas en la práctica del diseño de las edificaciones, se encuentra, en buena medida, fuera de el campo específico de la

materia; circunstancia que obliga a remitir la discusión hacia consideraciones de carácter más general. En efecto, el tipo de respuesta técnica que damos a determinada demanda del contexto va a depender de cómo entendemos y valoramos a este último; es decir, cómo entendemos y valoramos la realidad inmediata. Cómo inciden ciertas valoraciones del entorno en el desarrollo de la arquitectura bioclimática, constituye el tema de la presente ponencia.

## 1. AMBIENTE Y ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL

El término ambiente normalmente se asocia a los sistemas naturales y a los problemas de su preservación, cuando en realidad tiene una connotación más amplia y compleja. Para el Centro de Estudios Integrales del Ambiente (CENAMB) de la UCV, este término se encuentra vinculado, incluso, a la noción de totalidad, lo que viene a convertirlo en un vocablo poco menos que indefinible. Por el contrario, el concepto asociado a la expresión " acondicionamiento ambiental", tiene una connotación más operativa, se refiere a la facultad de adecuar cualquier acción humana a las particularidades de cada entorno. Cuando esta acción consiste en diseñar y construir edificaciones, el enfoque ambiental, holístico, global, resulta particularmente importante debido a el número y a la diversidad de variables que intervienen en el proceso. La ausencia de tal perspectiva da lugar a respuestas limitadas en unos aspectos, hipertrofiadas en otros, pues responden precisamente a enfoques parciales. Son respuestas que se alienan al aspecto económico, o al formal, al productivo o al puramente técnico.

Si algún aporte específico debe ofrecer el arquitecto, si algún rol le toca desempeñar con propiedad, es precisamente el diseño "ambientalmente acondicionado" de edificaciones a partir de esa visión de conjunto que este profesional, quizás más que ningún otro, debe poseer. Son numerosas las especialidades que ofrecen un considerable nivel de profundizaciones en muchas de las variables que inciden o debiera incidir en el diseño de edificaciones, niveles a los que difícilmente puede aspirar acceder el arquitecto sin desvirtuar la naturaleza integral de su profesión. No obstante, también

es mucha la información pertinente al diseño que permanece represada en esas especialidades, tal y como si hubiesen sido generadas para consumirse en sí misma. Esto ocurre al no existir "puentes" que difundan esa información de manera que puedan ser aplicadas a la práctica del diseño. Un ejemplo de que ello es posible, lo constituye precisamente la arquitectura bioclimática que, nutriéndose de datos provenientes de fuentes tan disímiles como los que puede ofrecer la fisiología, la termodinámica, la biomedicina o la meteorología - información de por sí desarticulada desde la perspectiva de los requerimientos del arquitecto- ha sido procesada y facilitada su incorporación al desarrollo de una arquitectura mejor adaptada. Ese esfuerzo puede hacerse extensivo a otros requerimientos, tanto a aquellos provenientes de los usuarios de las edificaciones (térmicos, acústicos, lumínicos, antropométricos, psíquicos, sociales) como de aquellos otros provenientes de su contexto (biosistémicos, geológicos, edáficos, climáticos, energéticos, técnicos, económicos, culturales, etc.)

Lo anterior supone contar, por una parte, con un sistema de recopilación, ordenamiento y análisis de información que permita reproducir con cierta precisión una situación particular y por otra, el desarrollar la capacidad necesaria para conciliar las diversas respuestas que exigen, a un mismo producto de diseño, el universo de requerimientos antes mencionado; un producto de diseño que pueda acoplarse a las particularidades de su entorno.

Es cierto que una de las dificultades para lograr estos objetivos proviene no tanto del número y diversidad de las variables que intervienen, como de las modificaciones que permanentemente se producen en muchas de ellas: evolucionan los recursos técnicos, cambian las condiciones económicas, se modifican los mercados, etc. Pero también es cierto que existe otra gama de variables bastante estables que son precisamente las naturales: es poco probable que pueda modificarse, por ejemplo, el hecho de que una localidad deje de pertenecer a una zona sísmica, o que puedan modificarse sus condiciones geológicas o edáficas, ni las leyes físicas que obligan a las edificaciones a adaptarse a esas condiciones; que puedan variar las particularidades del clima o su acción específica sobre

los materiales. Igualmente ocurre con los requerimientos de los usuarios de las edificaciones, con los requerimientos del hombre como biosistema: el cuerpo humano es un organismo homeotermico que necesita mantener su temperatura interna muy próxima a los 37° C y esto no va a variar, ni la manera en que un tipo de clima actúa sobre las sensaciones de confort térmico; no van a variar sus exigencias en cuanto a niveles de luminosidad, ni sus umbrales de tolerancia al ruido o sus requerimientos antropométricos. Coincidentalmente, estas mismas variables ofrecen la posibilidad de ser cuantificadas, lo que ha su vez permitiría al arquitecto, posteriormente, dimensionar en función de ellas. En otros términos, definir los umbrales dentro de los cuales debe estar inscrita la respuesta de diseño. De hecho, esos umbrales ya han sido definidos en sus respectivos campos de especialización, lo que se ha dificultado en su incorporación como determinantes de diseño.

De poder acceder en forma expedita a esa información, sería posible establecer "relaciones típicas" (Le Corbusier), ciertos patrones de diseño propios a cada contexto. En el caso de la arquitectura, la inexistencia o desconocimiento de esas "relaciones típicas" es lo que ha favorecido en nuestro medio, la incorporación indiscriminada de conceptos de diseño ajenos, lo cual conlleva a una mayor dependencia tecnológica, a un consumo excesivo e injustificado de energía y a la pérdida de los valores propios de una arquitectura nacional.

## 2. ENERGIA E INFORMACION

Al vincular los conceptos de energía y ambiente como lo sugiere los objetivos del Congreso, se evidencia el doble condicionamiento de los términos. En el caso de la arquitectura bioclimática, la acción de los factores ambientales sobre el hombre impone en ocasiones, la necesidad de recurrir a cierto consumo energético; consumo que representa a su vez, determinado impacto ambiental. Una respuesta de diseño que descuide uno de estos dos aspectos, da lugar a una arquitectura "contaminante".

Aquí conviene recordar que los tres flujos que caracterizan a cualquier proceso viviente, son los de materia, energía e información. La materia y el flujo de

energía con el cual cuenta actualmente el planeta, son sustancialmente los mismos que exhibía antes que surgieran las primeras formas de vida. La evolución de su paisaje, responde a los flujos de información que han permitido reorganizar esa materia y energía de una manera distinta; es la información que corre entre especies congéneres o de una generación a otra lo que ha dado lugar a la actual estructura y dinámica de la biosfera. Por ello, cuando hablamos de una arquitectura "contaminante", no solo estamos haciendo referencia al consumo excesivo, irracional, e injustificado de energía que supone ciertos modos de diseñar y hacer funcionar las edificaciones. Es igualmente contaminante al constituirse en símbolos que emanan una información extraña y contraria a las reales necesidades de el contexto natural y social en la que se inscribe. De allí que difícilmente se pueda hacer abstracciones de la naturaleza de los "flujos de información" cuando se analizan aquellos problemas referidos a la energía. "La tecnología se parece al material genético: lleva el código de la sociedad que lo concibió y, dado un medio favorable, trata de reproducir esa sociedad" (Amulya Reddy).

De hecho, en la situación que nos ocupa, a los técnicos en sistemas de climatización, iluminación artificial o ventilación se les solicita su colaboración una vez que ya han sido tomadas las decisiones en cuanto a la configuración del edificio, a su orientación, tipo de materiales, de acabados o de cerramientos, que son decisiones que condicionan las cargas térmicas o la disponibilidad de luz natural en sus espacios. Sin embargo, sobre estas decisiones van a tener un mayor peso las modas internacionales de turno, la inmediata rentabilidad económica o política, o cualquier otra consideración. Aún en el caso de viviendas marginales, con tendencia a resolver más racionalmente el problema climático que el sector formal, existe en ellas la tendencia a reproducir en el tiempo los modos distorsionados de construir que muestran las élites.

Luego, es importante destacar que la racionalización del consumo energético en las edificaciones, es tanto un problema técnico como ideológico.

Una de las dificultades para permeabilizar la práctica profesional de la arquitectura del "flujo de información" que se genera en esta u otras especialidades, proviene

también de la tendencia en la profesión a tratar más con imágenes que con conceptos. La imagen de un edificio rigurosamente diseñado conforme a las exigencias de un contexto, aún atendiendo a sus valores formales, difícilmente tendrá aceptación frente a otro que mimetice las imágenes de la arquitectura en boga, por muy ajena que esta última resulte.

De allí la importancia por establecer las "relaciones típicas" a las que se hace mención y el tratar de incorporarlas a proyectos concretos, a fin de traducir esos conceptos en imágenes. Paralelo a ese esfuerzo, es necesario también revalorizar la obra de arquitectos locales como C.R. Villanueva, T. Sanabria, G. Legorburu, F. Vivas, quiénes han contribuido en la práctica a esbozar esas imágenes .

### 3. INNOVACION TECNOLOGICA Y ARQUITECTURA BIOCLIMATICA

A propósito de innovaciones técnicas y de distorsiones en la "información", el concepto de acondicionamiento ambiental contribuye también a desmitificar el hecho tecnológico. A desmitificarlo en el sentido que obliga -antes de pensar en las soluciones- a pensar en el problema; a no darle más relevancia al instrumento que al problema que se desea resolver con ese instrumento; a entender que los desarrollos e innovaciones tecnológicas en el área de la construcción, no tienen porque ser particularmente elaborados o sofisticados en si mismo, aunque si deban serlo en cuanto a su capacidad de adecuación a determinado contexto. Es un enfoque que conduce finalmente a la innovación de "tecnologías apropiadas", que de acuerdo a la definición establecida por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), son "aquel conjunto de técnicas organizadas en sistemas de producción y distribución en los cuales la naturaleza, calidad y cantidad de bienes son los más adecuados para cada contexto social, cultural y ecológico... las opciones tecnológicas deben definirse y seleccionarse dentro de criterios inspirados en el contexto específico de cada realidad particular... Las tecnologías apropiadas pueden ser al mismo tiempo modernas, tradicionales, empíricas, endógenas, exógenas, intermedias, suaves, duras, etc."

La importancia de la definición para el tema que nos ocupa, se evidencia más claramente al sustituir la expresión de "tecnología apropiada" por la de "edificaciones apropiadas."

Siendo consecuente con lo tratado, pensamos que parte de las innovaciones tecnológicas a desarrollar en el área de arquitectura bioclimática, debieran estar orientadas entonces a desarrollar "técnicas" docentes y divulgativas que garanticen una mejor formación profesional.

Regresando al problema planteado en la introducción referente a las dificultades para trasladar las innovaciones, el producto de las investigaciones a la práctica profesional, tenemos que esto es algo posible de observar, incluso, dentro del mismo campo académico. Más concretamente, en la actividad docente de nuestras Escuelas de Arquitectura; los conocimientos que se imparten en las materias teóricas, muy rara vez son exigidas, evaluadas o tomadas en cuenta en las materias donde se practican los ejercicios de diseño. Los contados aportes por parte de quien suscribe la presente ponencia sobre el tema, han estado orientados precisamente en ese sentido. A continuación se da un breve recuerdo de los contenidos de algunos de ellos:

- Arquitectura en climas de Venezuela.

En este trabajo se ofrece una primera aproximación al establecimiento de patrones y criterios de diseño para tres situaciones climáticas extremas que presenta el país: cálido seco costero, cálido húmedo y montano. Para cada una de ellas se da una descripción de sus variables climáticas, se establecen las temperaturas efectivas y las zonas de confort para las localidades estudiadas, en las que se analiza cómo afecta el clima a los pobladores de esas regiones. A partir de ese análisis se dan recomendaciones generales de diseño: primero, a escala de la edificación, tanto en aquellos aspectos referidos a la configuración, orientación, distribución de espacios, alturas, etc., como a aquellos otros referidos a su envolvente, en las que se dan algunas pautas tanto para las pantallas diáfanos como para las pantallas opacas. Luego se ofrecen otras recomendaciones a escala del conjunto de edificaciones.

El trabajo fue complementado posteriormente con un instructivo destinado a facilitar a los estudiantes de

arquitectura el procesamiento, comprensión y aplicación de la información climática correspondiente a la localidad en que se desarrolla su ejercicio de diseño.

- Evaluación del comportamiento climático del Edificio Sede de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV.

Este edificio, diseñado por Carlos Raúl Villanueva, uno de los arquitectos venezolanos que mejor ha dominado el diseño en los trópicos, es coincidentalmente el edificio donde se forman y se han formado buena parte de los arquitectos del país.

Al formular la hipótesis de que una construcción en el Valle de Caracas, con las características que muestra esta obra, garantiza en las aulas y otros espacios de la torre el confort térmico requerido -sin necesidad de recurrir a sistemas activos de climatización- y practicar la evaluación y sondeos correspondientes a su comprobación, constituía básicamente una manera de hacer notar a sus usuarios las bondades de tal arquitectura, a tener la oportunidad de confrontar proposiciones teóricas con la vivencia inmediata; de hacer resaltar que uno de los méritos fundamentales de Villanueva fue, casualmente, el haber tropicalizado los postulados del Movimiento Moderno Europeo dentro del cual se formó; el de haber enseñado que una arquitectura que aspire a mostrar cierta identidad nacional, debe comenzar por el dominio del control climático.

- Pérdidas de calor corporal por radiaciones

De las primeras discusiones que se dan en la ejecución de un proyecto de arquitectura, es la de cómo satisfacer los requerimientos de confort térmico.

Comúnmente la respuesta se orienta a resolverlo o bien en términos de sistemas de acondicionamiento mecánico, para lo cual consideraciones sobre adaptación al clima se mediatizan, o en términos de sistemas pasivos de acondicionamiento natural, en cuyo caso tales consideraciones tienen un gran peso en decisiones tan importantes como la distribución, orientación, configuración, localización de espacios, tamaño y disposición de aberturas, elementos de protección solar,

etc. No obstante, en la mayor parte del país y durante un buen número de meses, las temperaturas efectivas se encuentran por encima de la zona de confort, aún en aquellos espacios que han sido diseñados tomando en cuenta las mejores consideraciones de diseño sobre acondicionamiento natural en los trópicos.

Bajo tales condiciones y, cuando los recursos lo permitan, los usuarios cubren esa deficiencia instalando equipos de aire acondicionado, para lo cual deben aislarse del ambiente exterior, desvirtuando el criterio original de diseño y abandonando una serie de previsiones que, si bien no resultan suficientes, acercan considerablemente a las condiciones deseadas.

Lo anterior indica que son escasos los recursos de acondicionamiento térmico disponibles para cubrir ese vacío que separa las técnicas de acondicionamiento natural de las del aire acondicionado, circunstancia que obliga a optar por respuestas extremas y en ocasiones opuestas.

La experiencia consistió entonces en explorar la opción de sistemas que facilitan las pérdidas de calor corporal por radiación; sistemas que podrían cubrir la diferencia, en ocasiones pequeñas, entre el mejoramiento climático logrado por recursos naturales y el óptimo deseado, sin necesidad de recurrir a soluciones radicalmente distintas como el aire acondicionado, en el que las pérdidas de calor corporal se dan, mayormente, por conducción hacia una masa de aire a baja temperatura. Los fundamentos teóricos de la hipótesis, lo constituyen trabajos de autores como L. Guyton, P. Wakely y V. Chang para quienes la pérdida de calor por radiación, bajo determinadas condiciones, oscilan entre 45% y 60%, mientras que aquellos otros por conducción varían, para las mismas condiciones entre 18% y 30%.

Dado el carácter eminentemente docente de la experiencia, se construyó una cámara de simulación climática en la que era posible reproducir condiciones de altas temperaturas efectivas y ensayar en ella los efectos sobre el confort térmico que ejercían superficies de láminas a bajas temperaturas. Estudiantes de los cursos Clima y Diseño tenían la oportunidad de constatar "in situ" lo efectivo del sistema. Obviamente la factibilidad

de aplicar estos conceptos en la práctica, tropieza con dificultades como las del factor forma, el debilitamiento exponencial de la radiación ( $R = \frac{AI}{d^2}$ ) el diferencial de temperatura requerido entre el cuerpo emisor y el receptor, así como el desarrollo de métodos que permitan estimular el ahorro efectivo de energía por este procedimiento.

En todo caso al tomar contacto con la teoría y práctica de los mecanismos y estrategias fisiológicas de adaptación al clima, contribuye a asimilar la noción de que los sistemas pasivos o activos de climatización, son en última instancia sistemas complementarios, prótesis de los sistemas fisiológicos que en su proceso de adaptación no aceptan estrategias opuestas.

## CONCLUSIONES

En nuestro medio, el impacto ambiental producto de un excesivo consumo de energía en las edificaciones, es tanto un problema técnico como un problema de valoraciones. Revertir tal tendencia requiere de un conjunto de acciones que pueden resumirse en:

- a) Precisar los criterios generales de diseño para cada zona climática;
- b) Divulgar estos criterios en forma accesible a los diseñadores;
- c) Programar un sistema de normalización acorde con los requerimientos climáticos de las edificaciones;
- d) Propiciar proyectos específicos que traduzcan los criterios expuestos a imágenes;
- e) Revalorizar la arquitectura tropical existente;
- f) Incorporar, sistemáticamente, en los cursos de diseño arquitectónico los aspectos bioclimáticos.

## BIBLIOGRAFIA

- \* **Building Research Station**  
Building overseas in warm climate. England: Her Majesty's Stationer y Office. 1968 (Digest 92)
- \* **Curiel Carias, Ernesto C.**  
Arquitectura en regiones de Venezuela.  
FAU-UCV, 1982.
- \* **Esteban Saiz, J. L.**  
La arquitectura popular como base de una arquitectura bioclimática. En: Informes de la Construcción, v. 38, N° 385, 1986.
- \* **González, E., Oteiza, I., Echeverría, A.**  
Clima, Diseño y Vivienda. Maracaibo: LUZ, 1987 (Conferencia)
- \* **Herrera, A.**  
Desarrollo, Tecnología y Medio Ambiente. Trabajo presentado en el Seminario "Ecotécnicas de Asentamiento Humano en el Trópico Húmedo". La Habana: CEPAL, PNUMA. CIFCA. CECOMDEVY, 1978
- \* **Italian Commission for Nuclear and Alternative Energy Sources.** National Institute of Arquitectura.  
Bioclimatic Architecture. Italia: De Luca Editore, 1983.
- \* **Koenigsberger, O.H. "et.al"**  
Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales. Madrid: Peraninfo, 1977
- \* **Lagier, H.**  
Análisis del sistema venezolano de normalización en el sector construcción. Trabajo presentado en las IV Jornadas de Investigación del IDEC. Caracas: IDEC-FAU-UCV, 1985.
- \* **León, José B.**  
Consideraciones teóricas sobre la ciencia ambiental. Caracas: FAU-UCV, 1984.  
Trabajo de Ascenso.
- \* **Proyecto Clima y Arquitectura. Maracaibo: LUZ.** Instituto de Investigaciones de Arquitectura y Sistemas Ambientales, 1981. 3 V.
- \* **Saini, B. S.**  
Architecture as a Bio-Science. En: Ekistic 186, 1971.
- \* **Wakely, P.**  
Clima y Arquitectura. Maracaibo: LUZ, 1978.

# PROPUESTA DE UNA GUIA PARA PROYECTOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO EN CONSTRUCCION

(\*) Profesor Agregado. Investigador en el Area de Desarrollo Experimental del IDEC , FAU, UCV.

**Ute Wertheim de Romero (\*)**

## RESUMEN

Se presenta la definición de un modelo flexible de interpretación propuesto como procedimiento a seguir, que facilita la formulación y el desarrollo de los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico referido al diseño de componentes constructivos, a través de un esquema no rígido de los pasos del proceso de investigación y desarrollo, indicando las fases y etapas de ejecución de dichos proyectos.

El esquema adaptable permitirá implementar todo el proceso y ofrecer una salida para mejorar los resultados deseados en el desarrollo de proyectos de investigación, los cuales serán evaluados a través de la calidad del producto final.

## INTRODUCCION

El planteamiento que a continuación se expone constituye un capítulo del trabajo titulado: REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS, cuyo objetivo general consiste en detectar los aspectos más resaltantes para el desarrollo de los proyectos de Investigación y Desarrollo Tecnológico en el campo de la construcción referidos al diseño de componentes constructivos y fortalecimiento de los instrumentos (pautas y lineamientos) indispensables para el desarrollo de esos productos.