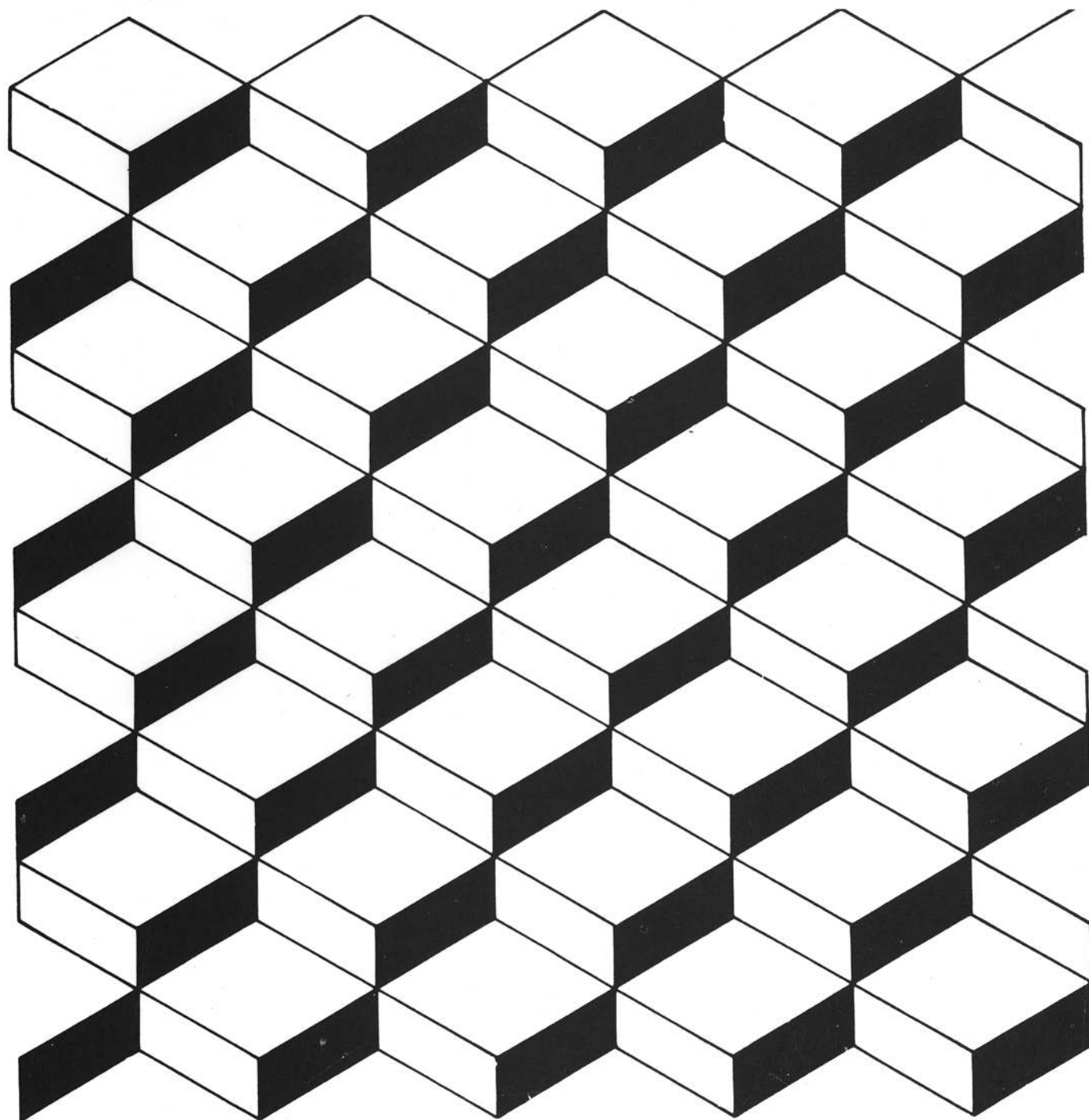


IDEC

TECNOLOGIA

Y

CONSTRUCCION



6

IDEC

TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION

Nº 6

1990

CONTENIDO:

La producción y comercialización de tecnología Luis F. Marcano G.	7
Pabellón de Venezuela en la Feria EXPO' 92, Sevilla, España Henrique Hernández O., Ralph Erminy y Marcel Erminy	17
Tapia Tradicional, hacia el rescate y mejora de una tecnología. Juan Borges R., Alexis Yanez	27
Radiografía de la Industria de la Construcción Alberto Lovera	45
El Grafismo Técnico: de los orígenes a la revolución industrial. Parte I Amparo Rama Vitale	63
¿Por qué un sistema de documentación? Ana Loreto	73
La primera parte de la fase II de la circulación. La forma general. Federico Villanueva	85
Sistema constructivo para cubiertas de plástico SICUP Alejandro Calvo	93
El proceso de investigación y desarrollo tecnológico en el sistema SICUP Carlos Angarita, Alberto Lovera	109

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

Marco Negrón

Director de la Escuela de Arquitectura

Juan José Rodríguez

Directora Adjunta de la Escuela de Arquitectura

Luis Millán

Director del Instituto de Urbanismo

Frank Marcano

Director del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción

Luis F. Marcano González

Presidenta de la Comisión de Estudios Para Graduados

José Balbino León

Coordinadora General

Alexis Méndez

Coordinador del Centro de Información y Documentación

Henrique Vera

INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCION

Director

Luis F. Marcano González

Coordinadora de Investigación

Gladys Maggi V.

Coordinadora Docente

Milena Sosa

Coordinadora de Extensión

Ana María Floreani

Consejo Técnico Miembros Principales

Henrique Hernández O.

Alfredo Cilento S.

Federico Villanueva

Gladys Maggi

José Manuel Martínez

Ildemaro León Morales

Miembros Suplentes

Ute W. de Romero

Antonio Conti

Gustavo Flores

Daniel Valero

Armando Azpúrua

Enrique Herrera

IDEC

TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION

Nº 6

Diciembre, 1990

Director

Luis F. Marcano González

Director-Editor

Ana Loreto

Comité Editorial

Alberto Lovera

Luis F. Marcano González

Alfredo Roffe

Ute Wertheim de Romero

Gemma Yáñez

Ana Loreto

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

61.98.11 al 30 Ext 3032 y 3184

Depósito Legal: pp85.0252

Suscripciones (un número anual):

Venezuela: Bs. 200,00

Extranjero: US\$ 10,00

Ejemplares atrasados Nº 1,2,3 Venezuela: Bs. 100,00

Extranjero: US\$ 5,00

Enviar cheque a nombre del IDEC.

Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UCV

Esta publicación contó con el

apoyo financiero

del Consejo de Desarrollo Científico

y Humanístico de la

Universidad Central de Venezuela.

LA PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE TECNOLOGIA LA EXPERIENCIA DEL IDEC

Luis F. Marcano González (*)

(*) Director e investigador del IDEC, FAU, UCV.

El IDEC nace a mediados de los años 70's como una institución de Investigación y Desarrollo (I y D), adscrita a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela. Su misión es la de contribuir al desarrollo de la tecnología para la construcción en Venezuela, específicamente en el área de las edificaciones. El grupo fundador del IDEC provino de la Sección de Diseño en Avance e Investigaciones del Banco Obrero (hoy Instituto Nacional de la Vivienda - INAVI -), la cual, durante los años sesenta, se convirtió en el organismo pionero del desarrollo de tecnología para la construcción de viviendas del sector público en el país.

Desde sus inicios el IDEC se plantea entre sus objetivos colocar en el mercado sus proposiciones tecnológicas para la construcción de edificaciones. Ello determina la creación de vínculos con el entorno (sobre todo con el sector público) y la disposición de ensayar las vías posibles para lograr sus objetivos. El camino recorrido así como las enseñanzas obtenidas son los aspectos que intentaremos describir en las próximas líneas. Perdón el lector de antemano lo apretado de la síntesis que aquí presentamos. Sin embargo ello nos permitirá exponer lo esencial del proceso, extraer algunas conclusiones sobre los resultados y destacar las iniciativas desarrolladas para mejorar los vínculos del IDEC con su entorno.

El Perfil Inicial del IDEC

De acuerdo a lo planteado por Roffé (1986), en el análisis que hace sobre los objetivos expresados en su Reglamento, el IDEC fue concebido como un organismo que podría ubicarse en cualquiera de los estadios de lo que él denomina el modelo Sábato (1975, 1982), es decir:

I. Como un laboratorio (u organismo) de investigación que produce fundamentalmente un conocimiento básico puro.

II. Como una empresa de tecnología en cuanto que produciría tecnologías para venta a terceros o como fábrica de tecnología en cuanto esa tecnología fuera utilizada por el mismo IDEC o sus filiales para la producción de bienes y servicios; y

III. Como una empresa de producción de bienes y servicios

Este amplio perfil de actividades del IDEC definido en su reglamento se debió a muchos factores. Siendo el más importante de todos ellos el institucional: el IDEC fue fundado en el seno de la Universidad este hecho, quizás hoy de menor trascendencia para nuevas instituciones, señaló la necesidad de hacer concesiones al enfoque tradicional de la investigación en la Academia.

Sin embargo, en la práctica, el perfil buscado desde sus comienzos fue el de una empresa de tecnología cuyos usuarios (o clientes) fueran entidades productoras de bienes y servicios (fundamentalmente públicos) que utilizaran las tecnologías desarrolladas por el IDEC en sus procesos de producción.

Por otro lado, la fundación del IDEC dentro del marco de la Universidad tiene un significado especial. Con el IDEC aparece por primera vez el concepto de desarrollo experimental en la universidad venezolana. Hasta el momento de su creación, los conceptos dominantes en el medio de investigación universitaria eran (y lo son aún en parte) los de la investigación básica (pura, fundamental, explorativa) y los de investigación aplicada (dirigida, tecnológica). Aunque ya para la época se venían desarrollando algunas

actividades de asistencia técnica, estas no eran sino un servicio a la comunidad y una fuente de obtención de recursos económicos utilizando la capacidad ociosa de algunos laboratorios, y no para satisfacer las necesidades de las unidades de mercadeo y producción de las empresas servidas, que usando un personal calificado y recursos técnicos más sofisticados podría desembocar en la mejora de productos y procesos existentes o en la generación de nuevos productos o procesos en la producción de bienes y servicios. El concepto de desarrollo experimental, como la generación de nuevos productos o procesos o el perfeccionamiento de productos o procesos existentes o simplemente el descubrimiento de nuevos usos o aplicaciones, fue institucionalizado en la Universidad por el IDEC. Quizás no sea tiempo aún para evaluar tal decisión, dejaremos para más tarde esta tarea.

La función de desarrollo experimental ha correspondido, en países desarrollados, a laboratorios industriales y plantas piloto vinculados a las empresas productoras de bienes y servicios. En el caso del IDEC existieron dos razones particulares para explicar su constitución dentro de la Universidad. En primer lugar, producto de la experiencia anterior de sus fundadores, era necesario realizar la I y D en construcción con garantía de continuidad. Sin que estuviera ésta sujeta a los vaivenes de los cambios políticos de la administración pública. La experiencia de la Sección de Diseño en Avance e Investigación del Banco Obrero (B.O.) fue rica en realizaciones y logros en el desarrollo de nuevas técnicas de construcción de viviendas. Ello se hizo evidente con el aumento de la capacidad de construcción del B.O. durante los años sesenta. Sin embargo, a partir de 1969, la Sección fue prácticamente desmantelada y su actividad se reorientó con el objeto de convertirla más en una unidad de investigaciones aplicadas para la vivienda que en una unidad de desarrollo de nuevas técnicas y procesos de construcción. Tal decisión se refleja hoy en día, entre otros factores, en la imposibilidad que tiene el INAVI de aumentar su capacidad de oferta de unidades de viviendas para los sectores de la población de más bajos ingresos. Es en busca de mejores condiciones y de mayor continuidad y estabilidad que se decide la constitución de esta unidad de I y D en el medio académico universitario. La segunda razón tiene que ver con las características más resaltantes de

una rama de actividad económica como la construcción y la forma cómo se dá su desarrollo tecnológico. Nos detendremos aquí a fin de exponer algunos aspectos de la dinámica de esta rama lo cual pensamos dará un marco adecuado para la mejor comprensión del significado de la actividad de I y D en la construcción.

La construcción: Características y Desarrollo Tecnológico

De acuerdo a los resultados del Proyecto INCOVEN (1986, 1987) y del trabajo de algunos autores, entre ellos Becerra (1985), Lovera (1985) y Villanueva (1987), podemos afirmar que la rama de la construcción es, desde el punto de vista de su división del trabajo, una manufactura predominantemente heterogénea. Es decir, la construcción no ha llegado al estadio de la gran industria maquinizada. Esto implica, que el papel de la fuerza de trabajo es fundamental, a diferencia de la gran industria en la cual el sistema de maquinaria es el eje central en torno al cual se organiza la producción. En esta manufactura la potencia fundamental del proceso de trabajo colectivo descansa en la habilidad, pericia y capacidad de los trabajadores mismos. En consecuencia, la rama de la construcción es amplia utilizadora de mano de obra y posee una tecnología general relativamente baja.

La productividad en construcción está condicionada por un gran derroche de fuerza humana de trabajo, que se sustrae a otros ámbitos de la producción de bienes y servicios. Es así como el valor de sus productos es comparativamente más elevado. Por lo tanto, las obras de construcción tienen un alto precio, consecuencia de la alta participación relativa de la fuerza de trabajo frente a los medios de producción, más la gran magnitud del trabajo cristalizado en cada obra completa.

Además, los productos de la construcción son el resultado de un largo período de trabajo continuo, cuyas múltiples jornadas culminan con la aparición de un producto parcial en la elaboración progresiva. Sólo al final de este proceso se tiene un producto listo para su consumo.

Por otro lado, los distintos procesos y subprocesos en que se divide el trabajo manufacturero de la

construcción se articulan entre sí y en su conjunto de una manera dominante heterogénea. Es decir, la forma de la manufactura donde el producto es resultado del ensamblaje de procesos independientes unos de otros. No se trata, entonces, de un proceso lineal sino de un conjunto de procesos parciales que al reunirse en una secuencia específica dan lugar al producto total (1).

Todo esto configura una breve existencia de la unidad de producción en contraste con la durabilidad de los productos de la construcción. El taller o unidad de producción dura lo que tarda en producirse la obra. Por supuesto, cuando hablamos de unidad de producción no nos estamos refiriendo a la empresa constructora, sino a la acción localizada de ésta, es decir, la empresa-obra. La empresa constructora para acometer una obra debe emplazarse en el lugar donde se va a llevar a cabo la obra. Con el fin de la obra desaparece esa unidad de producción. Esta breve historia de la unidad de producción tiene importantes consecuencias desde el punto de vista de las economías de escala, pues implica el montaje y desmontaje de la unidad de producción para cada obra. Además, esta brevedad de existencia de la unidad de producción está íntimamente relacionada con la vinculación de ésta con la tierra. Como se sabe, los productos de la construcción quedan fijados a la tierra una vez que culmina su producción. Su consumo se dá en el mismo sitio donde se producen. Por tanto, para cada nueva producción se requerirá un nuevo terreno. Hasta aquí las principales características de la construcción.

Vista en su conjunto, la construcción con sus características y en primer lugar como manufactura predominantemente heterogénea, tiene que enfrentar como primera prioridad de su proceso de producción la organización del trabajo colectivo. Como hemos señalado, por tratarse de una manufactura, la clave del proceso productivo está en la organización de la fuerza de trabajo. Pero, precisamente por las características que hemos mencionado, el desarrollo tecnológico en construcción puede presentarse en tres planos:

I. El desarrollo tecnológico del proceso general de producción. Es decir, cómo llevar adelante una obra para salvar los obstáculos que reducen la productividad, la eficiencia, el ritmo del flujo de factores, etc.

II. El desarrollo tecnológico de procesos o subprocesos de trabajos específicos. Cómo mejorar o introducir cambios en el ensamblaje de ciertas partes, cómo desvincular o independizar del trabajo en obra a ciertos procesos, etc.

III. El desarrollo tecnológico del manejo del negocio de la construcción. Se trata de la manera de administrar una obra, de resolver eficientemente la combinación de agentes y procesos involucrados. En una manufactura heterogénea donde deben ponerse en concierto tantas fases y tantos agentes distintos, a la vez de garantizar la colocación de los productos en el mercado, el manejo eficiente del proceso en su conjunto aparece como una tecnología importante a manejar en esta rama (2).

Experiencia en Desarrollo Tecnológico del IDEC

Dentro de estos tres planos el IDEC ha realizado proyectos de I y D con el fin de aportar progresos en cada una de las áreas descritas y en la rama en su conjunto. A continuación describiremos los aportes más importantes realizados por el Instituto en estos planos de desarrollo tecnológico en construcción.

I. La racionalización de producción de las edificaciones públicas:

Parte del discurso del IDEC desde su fundación recoge la preocupación en torno a la necesidad de desarrollar sistemas constructivos que permitan la construcción de edificaciones de uso colectivo en forma masiva. Tal preocupación no se ha quedado en palabras y las proposiciones no se han hecho esperar. Desde 1975 el Instituto desarrolló varios sistemas constructivos destinados a la producción de uso colectivo y en especial para el área educacional (IDEC, 1983). Esta acción se orienta dentro del primer plano de desarrollo tecnológico, es decir, del desarrollo del proceso general de producción. Las proposiciones y los proyectos realizados hasta hoy en esta área permiten al Instituto, a la hora actual, contar con una experiencia tecnológica muy poco desarrollada en Venezuela, aunque necesaria a fin de optimizar recursos, mejorar la productividad y aumentar la eficiencia en la producción de edificaciones de uso colectivo en el país. Las necesidades de escuelas, centros asistenciales y unidades de servicio

son crecientes y la producción poco sistemática ha hecho del aparato público y privado productor de estas obras muy poco eficientes hasta el presente. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos del IDEC en este sentido, la utilización de los resultados no han sido hasta ahora los requeridos por las exigencias de la población. Más adelante reflexionaremos sobre las razones de por qué los clientes o usuarios para los cuales se ha desarrollado estas tecnologías no la han empleado de una forma extensa.

II. La Transferencia de Tecnología

La construcción en Venezuela ha sido una constante importadora de tecnología desarrollada en otras latitudes. Es claro el dominio que la ingeniería venezolana ha adquirido de tecnologías desarrolladas en otros países. Sin embargo, tal asimilación ha sido muchas veces un proceso preñado de ineficiencia y poco adaptado a la realidad productiva de la rama. El IDEC ha desarrollado proyectos de I y D cuyo centro fundamental ha sido la transferencia de tecnología para la producción de edificaciones. Esta iniciativa se ha realizado en el plano del desarrollo general del proceso de producción y en el plano del manejo del negocio de la construcción. El Proyecto CONICIT/IDEC/CLASP (1983) tuvo como objetivo transferir no sólo un sistema constructivo para edificaciones educacionales sino también una manera de organizar la producción masiva de escuelas por parte de un promotor público: la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE). Igual suerte que los anteriores han sufrido los resultados de esta experiencia. Se concluyó el proyecto y los efectos de sus resultados no han sido aplicados por la institución contratante. No obstante, estamos convencidos tal como plantean algunos autores (Katz, 1976; Avalos, 1984; Avalos y Viana, 1988), que el proceso de transferencia de tecnología es complementario al de innovación tecnológica desarrollada localmente. En tal sentido, continuaremos realizando esfuerzos.

III. El desarrollo tecnológico de procesos y subprocesos de trabajo.

En este plano la experiencia es quizás mas reciente. Sin embargo, la realización de algunos proyectos destinados a desarrollar algunos materiales y

componentes o a incidir en procesos parciales de las obras ha sido una línea que ha tomado cuerpo dentro del IDEC. La observación del mercado de la construcción y de los submercados nos ha permitido formular un programa en este sentido denominado PROMAT (Hernández, 1986). Dicho programa está destinado al desarrollo de incentivos a la innovación en la producción y comercialización de materiales y componentes para la vivienda de los sectores de la población de más bajos ingresos, y ha servido de marco a distintos proyectos dentro de la Maestría de Desarrollo Tecnológico de la Construcción del Instituto. Así mismo, algunos proyectos de desarrollo de nuevos componentes en las líneas de madera, plástico reforzado con fibra de vidrio, acero y aluminio van en esta dirección. Es quizás en este plano donde se podrán obtener resultados más rápidos a mediano plazo, pues va dirigido a proponer productos o procesos al sector industrial de materiales y componentes para la construcción donde, a diferencia de la rama construcción, la mayoría de las empresas se encuentran en el estadio de mecanización más avanzada. No olvidemos, además, que el efecto de pequeños desarrollos constituye otra manera de obtener cambios técnicos en las actividades económicas (Parent, J., 1978), tal como ha sido evidente con la aparición de nuevos materiales y componentes en la construcción.

Esta línea de desarrollo nos ha permitido consolidar en su primera etapa la Empresa Tecnidec, S.A. (Marcano, 1986), adscrita al Instituto y creada con capital de la Fundación UCV en 1984, con el objeto de facilitar las relaciones comerciales del Instituto con su entorno. Más adelante analizaremos en detalle esta experiencia.

IV. Fundamentos para el Desarrollo Tecnológico

Las proposiciones tecnológicas del Instituto tienen fundamento en los proyectos de investigación avanzados en otras áreas de trabajo. El área de economía de la construcción ha sido responsable de la elaboración del diagnóstico más completo que se tiene en Venezuela sobre la actividad de construcción. Sus resultados han sido claves en la orientación y definición de la estrategia de vinculación del Instituto y su empresa con el mercado. Ha permitido comprobar y precisar muchas observaciones nacidas de un conocimiento significativo, aunque intuitivo, de la problemática de la construcción en el

país. Tales observaciones sirvieron de guía en un comienzo de vida del IDEC. Hoy muchas de estas hipótesis comprobadas con la investigación constituyen su marco conceptual. Muestra de ello son las afirmaciones hechas anteriormente sobre las características y el desarrollo tecnológico en construcción.

De la misma manera las exigencias de los usuarios de las edificaciones han sido un campo de desarrollo de investigaciones dentro del IDEC. Los requerimientos espaciales para la realización de actividades dentro de un edificio han sido objeto de estudio desde la fundación del Instituto. Mas recientemente las exigencias del confort térmico han dado origen a distintos proyectos dentro de este campo. Aspiramos atender otras exigencias con el fin de dar un sustento más sólido a las proposiciones técnicas de manera de adaptarlas más a las características y solicitudes de nuestra realidad física y social.

La Empresa Tecnidec (3)

El ordenamiento legal que norma las universidades autónomas venezolanas, dificulta la comercialización de los resultados de las investigaciones que se realizan en su seno, razón por la cual fue creada la Fundación UCV, a los fines de superar esta situación.

Para facilitar aún más al IDEC las posibilidades de colocación en el mercado los resultados de sus trabajos y la prestación de servicios inherentes al campo de su actividad, por Convenio UCV/Fundación UCV de fecha 25.10.83, se acuerda crear la empresa Tecnidec, para que se convierta en el vínculo del IDEC con los usuarios, estableciéndole los lineamientos generales de su objeto cual será "Comercializar los resultados de los trabajos de investigación y desarrollo, así como todas las actividades derivadas de los mismos, realizados por la Universidad a través del IDEC, de la Facultad de Arquitectura."

La empresa fue constituida el 27.03.84 y se estableció en sus Estatutos que el objeto de la misma será:

"Prestar servicios a constructores y productores de

insumos para la construcción en relación al mejoramiento de procedimientos, diseño de nuevos componentes o adaptación de productos, construcción de prototipos, producción piloto de materiales, componentes y sistemas constructivos; efectuar estudios en el área de la construcción en relación a la racionalización de procedimientos, normalización de costos, y en general, el desarrollo y comercialización de tecnología en el área de la construcción, así como toda clase de actividades de lícito comercio, ya que la enumeración de los objetivos antes señalados sólo tiene carácter enunciativo y no limitativo."

El objetivo de la empresa es bastante amplio y ello podría en el futuro desviar el campo de acción para lo cual fue expresamente creada. En consecuencia, fue conveniente precisar y acotar el carácter de Tecnidec y definir los lineamientos sobre los cuales sustentar su acción para alcanzar sus metas. Al respecto se definió para TECNIDEC su perfil. En tal sentido esta debe ser una empresa:

a. Comercializadora de tecnología, cuya fuente básica pero no única sea el IDEC.

En este campo su acción se orienta a promover y comercializar:

- Ideas potencialmente desarrollables
- Proyectos formulados
- Proyectos en ejecución con resultados parciales
- Proyectos en ejecución con prototipos
- Patentes y know-how

Negociar la ejecución de proyectos, según los distintos niveles señalados en los cuatro primeros puntos, constituye en sí mas que actividades de comercialización la obtención de financiamiento para el desarrollo de investigaciones cuyos resultados pueden quedar comprometidos total o parcialmente, de acuerdo a los convenios que se establezcan sobre el particular.

La comercialización de patentes y know-how no es otra cosa que la cesión o licenciamiento del uso de resultados de investigaciones cuya propiedad está protegida por la ley o cuando el conocimiento constituye secreto de fabricación.

b. Prestadora de servicios

En este campo se incluye la comercialización de procesos tecnológicos y la prestación de servicios de estudios y asesorías, que bien pueden agruparse en el área general de servicios, los cuales son generalmente trabajos donde se aplican conocimientos propios o adquiridos, cuya condición más importante es la correcta interpretación de los mismos.

c. Productora de bienes

La empresa dispone de una infraestructura que le permite realizar producciones a un nivel mayor que las consideradas de investigación y experimentales. Dada esta realidad, bien podría programarse y utilizarse tal capacidad dentro de las siguientes categorías:

• Producción de prototipos

Constituye característica actividad de apoyo a la investigación y por tanto tiene carácter prioritario. La producción de prototipos se hace de acuerdo con los investigadores y su costo es financiado por el proyecto. Podrá desarrollar esta actividad para terceros, es decir, entes o personas ajenas al IDEC.

• Producciones experimentales

Entendemos por producciones experimentales aquellas producciones en serie o uniformes, limitadas, expresamente contempladas en un proyecto, cuyo producto puede, en la mayoría de los casos, ser vendido o negociado, dejando siempre explicitado ante el adquiriente que se trata de productos en fase de experimentación, en salvaguarda de responsabilidades y del prestigio de la investigación.

Los costos de producción son con cargo al proyecto respectivo y los ingresos generados por la venta de los productos son considerados como financiamiento o ingresos propios del proyecto y no como resultado de una actividad productiva. La producción experimental está ceñida a los volúmenes que el propio proyecto señala, pues de lo contrario se corre el riesgo de pasar largos períodos sin precisar cual es el producto que puede considerarse acabado desde el punto de vista de la investigación programada.

- Producción comercial

La capacidad productiva de la empresa permanece en ocasiones total o parcialmente ociosa, por lo que resulta evidente que en tales circunstancias se puede dedicar la planta experimental a realizar producciones comerciales, originales o no, siempre y cuando no interfiera o minimice el apoyo que la planta brinda a los proyectos de investigación, cualquiera sea su etapa o nivel de ejecución. Esta actividad permite:

- Asegurar que el personal adquiera el dominio pleno en el manejo y operación de los equipos, además de mantenerlo permanentemente activo.
- Mantener los equipos en perfectas condiciones de operatividad.
- Generar ingresos que cubran por lo menos los gastos de la planta durante los períodos no utilizados en investigaciones.

d. Agente vinculante entre los usuarios e IDEC y otros entes prestadores de servicios en el área de construcción y afines.

Esta vinculación garantiza a los prestadores de servicios obtener el mérito y disfrutar del reconocimiento como generadores de las tecnologías.

En los convenios firmados entre los usuarios y Tecnidec y entre ésta y los prestadores de servicio, la autoría, propiedad de los resultados y condiciones de uso está perfectamente definido, con lo que se evitan en el futuro posibles conflictos legales.

Como empresa comercializadora, tiene claro que su acción es de simple intermediario y que el reconocimiento debe recaer sobre la institución bajo cuya coordinación se realiza la investigación o el estudio y el mérito científico o técnico en la persona o equipo que lo desarrolla. No sólo los beneficios materiales satisfacen las aspiraciones de los creativos técnicos, el prestigio es en casi todas las circunstancias lo más importante y por ello este aspecto debe ser especialmente atendido.

- e. Promotora de su propia imagen institucional y

comercial, al igual que de la imagen institucional y generadora de tecnologías de IDEC.

Siendo el IDEC su principal fuente de "productos" a comercializar; promover, resguardar y consolidar su imagen es importante.

Precisadas en esta forma las actividades básicas de TECNIDEC se evita, o al menos se reducen las posibilidades, que la empresa pueda en algún momento inclinarse a realizar investigaciones directamente con las negativas consecuencias que esto significa o dejarse llevar por una tendencia manufacturera, aprovechando las instalaciones e infraestructura disponible que conduciría inevitablemente a desvirtuar su objetivo esencial.

En la etapa a recorrer en el futuro inmediato todo el esfuerzo se concentra en la organización interna de la empresa y en conocer el mercado al cual debe servir, en precisar los "productos" con los cuales concurrirá a dicho mercado y la estrategia de comercialización a emplear. Muy importante es para la empresa conocer el inventario disponible de resultados comercializables y más importantes aún conocer la potencialidad "productora" del IDEC y de otros entes o profesionales a las cuales pueda ocurrir en caso necesario.

Se conoce por experiencia las limitadas posibilidades de comercializar tecnología de origen nacional, por lo tanto pareciera que una forma variable para la generación de recursos es la producción comercial con los controles y bajo las condiciones señaladas con anterioridad, con lo cual, sin renunciar ni desviar el espíritu mismo de ser de la empresa, su acción se traduzca en la generación de beneficios que al trasladarse a la investigación, constituya su mejor y real aporte y no meras intenciones y deseos.

La Resistencia al Cambio.

Roffé (1986) observa que los usuarios para los cuales el IDEC ha desarrollado una tecnología se han quedado como consumidores de productos elaborados por el Instituto (o su Empresa) y no como entidades productoras de bienes y servicios que utilizan estas tecnologías desarrolladas en sus procesos de

producción. La pregunta que surge es por qué no se ha producido la situación esperada. Pero dejemos al mismo Roffé responder esta pregunta:

"Probablemente una de las razones básicas es la llamada 'resistencia al cambio' (...). En este caso particular, se podría indicar que en el sector público (la mayor parte de los usuarios o clientes del IDEC (...)) pertenecen al sector público) quienes han tenido algún contacto relativamente continuo con los problemas en el área de organización y sistemas, concuerdan que la producción de nuevos manuales (descripciones de cómo hacer las cosas, del 'know-how') no es para nada suficiente si su implantación no se hace mediante programas de entrenamiento y seguimiento que pueden ser considerablemente largos, dependiendo de su complejidad, y aún así con resultados no siempre satisfactorios. Esto sucede con los manuales de organización y sistemas, pero también con los manuales, en otro sentido, de operación de métodos, sistemas, técnicas de proyectos y construcción que lógicamente forman parte de cualquier tecnología.

"Esta 'resistencia al cambio' sólo puede ser superada mediante esos programas de entrenamiento y seguimiento. Pero la aplicación de estos programas de entrenamiento requiere de decisión de ejecutarlos y llevarlos hasta donde sean necesario. Esta decisión, a su vez, implica un alto grado de convencimiento de quienes toman la decisión de la conveniencia de efectuar el cambio que se propone, y por otra parte implica que quienes toman esas decisiones y las mantienen deben estar en capacidad de hacerlo, en otras palabras, que se mantengan en sus posiciones de poder el tiempo necesario, o de no ser así, que esas decisiones sean recogidas y mantenidas por quienes los sustituyen.

"Se podría alegar que el alto grado de convencimiento de la bondad del cambio existe ya desde el momento mismo que se acepta la proposición del IDEC. Pero probablemente no es así, sino que existe sólo un relativo grado de convencimiento que necesita ser reforzado por el desarrollo de los trabajos contratados, antes de pasar a su aplicación en gran escala. Este hecho dejaría abierta la cuestión de si se han dado o no cambios en el grado de convencimiento.

"Pero supongamos que se diere ese salto relativo al alto grado de convencimiento y se aplicaran los programas de entrenamiento y seguimiento. La eficiencia de todo este proceso presupone: i) la existencia de un sistema disciplinario en la toma y aplicación de decisiones, lo que quiere decir que las decisiones se toman en el nivel que es necesario legal y funcionalmente, y que estas decisiones son acatadas y cumplidas por los niveles dependientes; ii) un cierto grado de racionalidad con apenas la capacidad de discernir entre alternativas, de manera eficaz y coherente con los objetivos del organismo en cuestión; iii) una continuidad administrativa, en el sentido del mantenimiento de ciertas decisiones

racionalmente tomadas, cuando se producen cambios de personas con capacidad de mantenerlas o cambiarlas.

"Sin embargo, estas premisas no se cumplen en Venezuela, por lo menos en la gran mayoría de los casos, aunque pueda que existan excepciones. En todo caso, en el campo en que se ha movido el IDEC no se cumplen una o dos de ellas, de todos modos el incumplimiento de las restantes produce el mismo efecto negativo.

"El incumplimiento de la tercera condición, la continuidad administrativa, es tan evidente que no requiere ninguna justificación. En cada período constitucional esta situación se hace cada vez más grave, hasta el punto actual que aún dentro del mismo período constitucional, cualquier cambio de jefatura lleva consigo la remoción, de la mayor parte de los cuadros de dirección subordinados, generalmente sujetos a la condición de libre nombramiento y remoción, y su sustitución por personal allegado al nuevo jefe.

"Esto se produce no sólo a niveles de presidencia y gerencias superiores, sino hasta los niveles inferiores, con el agravante de que normalmente los cuadros directivos adolecen de experiencia y conocimiento en los asuntos que les toca dirigir y sufren la compulsión de cambiar lo que encuentren a su paso" (4).

Hasta aquí esta lúcida exposición sobre la situación estructural de los adquirentes de tecnología. Hay quizás en este diagnóstico de Roffé la constatación de un clima o ambiente cultural hacia la tecnología no cultivado, tal como plantea Cilento (1986) al propugnar la necesidad de desarrollar una cultura tecnológica en el país. Pero es quizás a los centros de I y D a quienes corresponde la creación de tal clima, afrontando la tarea de influir a nivel de la formación profesional, formando conciencia, suministrando información y facilitando la práctica y entrenamiento sobre el problema tecnológico en el país. Y tal como concluye Roffé:

"En fin de cuentas, esos profesionales (...) (a quien va dirigida esta acción), son quienes de una u otra manera, tendrán en sus manos gran parte de las decisiones en un futuro no demasiado lejano" (5)

Reflexiones Finales

Terminar estas líneas sin detenernos a exponer algunas conclusiones parciales de esta experiencia, no sería justo para quienes nos han seguido hasta aquí. Pero aún así hemos estado tentados a dejarlas sin conclusión, invitando al lector, quizás más desprejuiciado,

a sacar sus propias conclusiones. Sin embargo, la tentación de opinar al respecto es mucha y asomaremos solamente dos elementos a guisa de consideraciones parciales sobre el proceso arriba descrito.

En primer lugar, insistir en la comercialización de productos y servicios desarrollados con tecnología propia parece ser el camino más conveniente, a pesar de los obstáculos señalados. Por supuesto que ello implicaría la necesidad de transitar por la vía de esta gestión, desde los estudios de mercado hasta la promoción de productos y servicios obtenidos. Una dinámica comercial que nos permitirá en el contexto actual demostrar que somos capaces de hacerlo y de hacerlo hasta el final. Sin embargo, ello obliga a fortalecer los instrumentos disponibles para ello, en especial la Empresa Tecnidec, S.A., con las repercusiones en la estructura interna del IDEC.

En segundo lugar, fortalecer los programas de formación de personal tanto en el pregrado como en el postgrado. Y por otro lado, continuar con más intensidad el hasta ahora tímido proyecto de cursos de extensión profesional con el fin de transmitir nuestros puntos de vista sobre el desarrollo de tecnología y corregir, con su discusión, nuestra visión aún parcial de la realidad del mercado de la construcción venezolano.

Por último, terminamos con una reflexión sobre nuestra realidad como centro de I y D. La actividad de la construcción es significativa en el país (entre el 8% y el 10% del P.T.B) nuestro tamaño como centro es todavía pequeño en términos relativos en comparación a lo producido anualmente por esta rama. Por lo tanto, nuestra misión de contribuir al desarrollo tecnológico de la construcción se encuentra todavía en la fase de creación opinión pública. Sin embargo, la medida del éxito o fracaso estará en la posibilidad de expandir nuestros puntos de vista y muy pocos creerán en nosotros si no somos capaces de transformar nuestros conocimientos y productos en capital. Difundamos nuestras ideas haciéndonos fuertes en el mercado. Esa es nuestra tarea inmediata.

REFERENCIAS

- (1) Sobre esta característica, Cfr. Equipo INCOVEN (1987)
- (2) Cfr. Equipo INCOVEN (1986), pp. 23 y 24
- (3) Esta parte se apoya en el documento elaborado por VALERO, D., (1988)
- (4) ROFFE: (1986). pp. 104 y 105
- (5) Ibid: pp. 105 y 106

BIBLIOGRAFIA

- AVALOS, I. (1984)
 "Breve historia de la política tecnológica", en: El caso Venezuela, una ilusión de armonía. NAIM, M., y PIÑANGO, R. (Coord.), Caracas: IESA.
- AVALOS, I., y VIANA H. (1988)
 "De la importación de tecnología a la gerencia de tecnología", en: Espacios, Vol. 7, Caracas. Nov.
- BECERRA, C. (1985)
 "Particularidades del sector construcción. Un modelo para su estudio", en: IDEC. Tecnología y Construcción N° 1, Caracas, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
- CILENTO, A. (1986)
 "Docencia para la innovación tecnológica", en: IDEC. Tecnología y Construcción N° 2, Caracas: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
- CONICIT/IDEC/CLASP (1983)
 La producción de edificaciones educativas de Venezuela. Caracas: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
- Equipo INCOVEN (1987)
 "La construcción manufactura predominantemente heterogénea", en: IDEC. Tecnología y Construcción N° 3, Caracas: UCV, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
- Equipo INCOVEN (1986)
 Investigación La Organización de la industria de la Construcción en Venezuela. Componentes y Relaciones. Informe Final, Mimeo, Caracas: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Instituto de Urbanismo, Sector de Estudios Urbanos.
- FLORES, G., (1985)
 "La tecnología, su transferencia y la industria de la construcción", en: IDEC Tecnología y Construcción N°1, Caracas: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
- HERNANDEZ, H., (1986)
 "Programa de incentivos a la innovación en la producción y comercialización de componentes para el hábitat popular (PROMAT)", en: IDEC Tecnología y Construcción N° 2, Caracas: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
- IDEC (1983)
 Sistemas Constructivos 1975-1980, Caracas: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, CONICIT.
- KATZ, J.M. (1976)
 Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente. México: Fondo de Cultura Económica.

LOVERA, A. (1985)

El ciclo del capital en construcción, Mimeo, Caracas: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción.

MARCANO, L. (1986)

"Comercialización de tecnología. Una experiencia: "TECNIDEC", en: IDEC Tecnología y Construcción N° 2, Caracas: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

PARENT, J. (1978)

"Evolution des Techniques et Analyse Economique", en: Historie des Techniques, GILLE, B., (Directeur), París: Gallimard, Encyclopedie de la Pléaide.

ROFFE, A. (1986)

"Algunos aspectos del proceso de comercialización de tecnología de la Construcción", en: IDEC Tecnología y Construcción N° 2. Caracas: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

SABATO, J.A. (1975)

"Empresas y Fábricas de Tecnologías", en: Sábato, J.A. (Compilador). El pensamiento latinoamericano en la problemática Ciencia-Tecnología Desarrollo-Dependencia. Buenos Aires: Paidós.

SABATO, J.A. y MACKENZIE, M. (1982)

La producción de tecnología. Autónoma o transnacional. México: Nueva Imagen.

VALERO, D. (1988)

"Comentarios sobre la definición de actividades de TECNIDEC y funciones de la Gerencia". Mimeo de uso interno, Caracas: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción.

VILLANUEVA, F. (1987)

"La circulación del capital en construcción", en: IDEC Tecnología y Construcción N° 3, Caracas: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

PABELLON DE VENEZUELA EN LA FERIA EXPO' 92 SEVILLA ESPAÑA*

(*) *Nota de la dirección: Dada la importancia del proyecto del Pabellón Venezolano en la EXPO 92 de Sevilla, hemos querido presentar la memoria descriptiva del Proyecto realizado por Henrique Hernández O., Ralph Erminy y Marcel Erminy. Asimismo, presentamos la descripción de la estructura utilizada en el Pabellón. Esta estructura es una aplicación del concepto de estructura transformable, (ESTRAN) desarrollado en el IDEC por Carlos H. Hernández M., con la asesoría de Wacław Zalewski.*

PABELLON DE VENEZUELA EN SEVILLA, EXPO' 92

El Pabellón de Venezuela ha sido concebido con un contenido metafórico del descubrimiento de América, dos hitos de ese gran acontecimiento histórico han orientado, su diseño.

El hecho extraordinario del ENCUENTRO de dos mundos, desarrollado a través de la analogía del ENCUENTRO Y LA PLAZA, lugar tradicional de concurrencia, adoptada como componente arquitectónico de entrada al Pabellón, desde donde el visitante podrá entrar a recorrer la geografía exuberante de Venezuela a través de la exhibición de un espectáculo audiovisual.

El cambio revolucionario de la imagen plana que el hombre tenía de la tierra y el nacimiento del mundo esférico, fenómeno virtual del espacio percibido y el espacio real, utilizado en el diseño de La Plaza, donde la percepción del espacio del visitante se modifica, creándose un ámbito de efectos ópticos que transforman el espacio real.

LA PLAZA DE LA REALIDAD VIRTUAL

La Plaza se ha concebido como un espectáculo visual en continua mutación, el espectáculo se inicia con el despliegue de velas que brotan en direcciones encontradas desde los fustes de un bosque de mástiles anunciando la apertura y cierre del Pabellón.

Treinta y seis mástiles a manera de palmera, conforman un cubo virtual envolvente creando un ámbito de efectos ópticos por el juego de la luz con los componentes cromáticos de La Plaza:

- El tamiz de luz
- El piso ascendente de inducción cromática de doble frecuencia
- El paso cromo-saturado

TAMIZ DE LUZ: Conjunto de mástiles que sostienen velámenes de color azul cobalto, verde cromo, rojo y gris, que ayudan a mitigar la luz solar y crear un clima de sombra fresca que facilite la percepción del acontecimiento cromático sobre La Plaza.

PISO ASCENDENTE DE INDUCCION CROMATICA A DOBLE FRECUENCIA: Está compuesto de módulos sucesivos de tres líneas de colores: Rojo, verde y azul que crean un tono general del cual emergen, por la superposición de otra frecuencia de líneas negras, una nueva gama de colores que no está inscrita en el soporte. Este acontecimiento cromático aparece y desaparece o se intensifica en la medida en que el observador se desplace; estableciendo así un diálogo tiempo entre el espectador y la obra. Creándose una relación distinta con el mundo cromático al cual estamos habituados a percibir y nos revela el color como una "situación mutante" que no necesita de la forma para su conmovedora y afectiva existencia.

EL PASO CROMO-SATURADO : Las cromosaturaciones son habitáculos o sitios de paso intensamente saturados de un único color, monocromías. El ojo está construido para descifrar la multiplicidad y la interacción cromática de la vida real. Cuando lo sometemos a una visión monocroma se produce una perturbación que nos hace "desinteresarnos" en la forma y nos revela el espacio como algo volumétrico y definido. Es decir las cromosaturaciones nos dan "otra información" del espacio que habitamos.

EL PABELLON COMO ACONTECIMIENTO CONSTRUCTIVO

La construcción del Pabellón se realizará bajo limitaciones de tiempo y urgencia en la fabricación, transporte y montaje, planteando un reto y una oportunidad a nuestra industria e ingeniería para

demostrar las posibilidades tecnológicas venezolanas. Como respuesta a ese reto, la cubierta del edificio será construida utilizando la tecnología de las estructuras transformables, consistente en un método constructivo concebido para facilitar todo el proceso de fabricación, transporte y erección.

Sus componentes, ensamblados en fábrica, se transportan y almacenan en forma de paquetes plegados, los cuales se despliegan y fijan en obra; para ser replegados y empacados nuevamente para su transporte de regreso a Venezuela.

Se ha diseñado una estructura de ALUMINIO TRANSFORMABLE, formada por cerchas, conectadas entre sí por bisagras que permiten, a todo el conjunto de ellas, plegarse en una dirección, sus componentes son tubulares de sección circular con nodos de aluminio extruido.

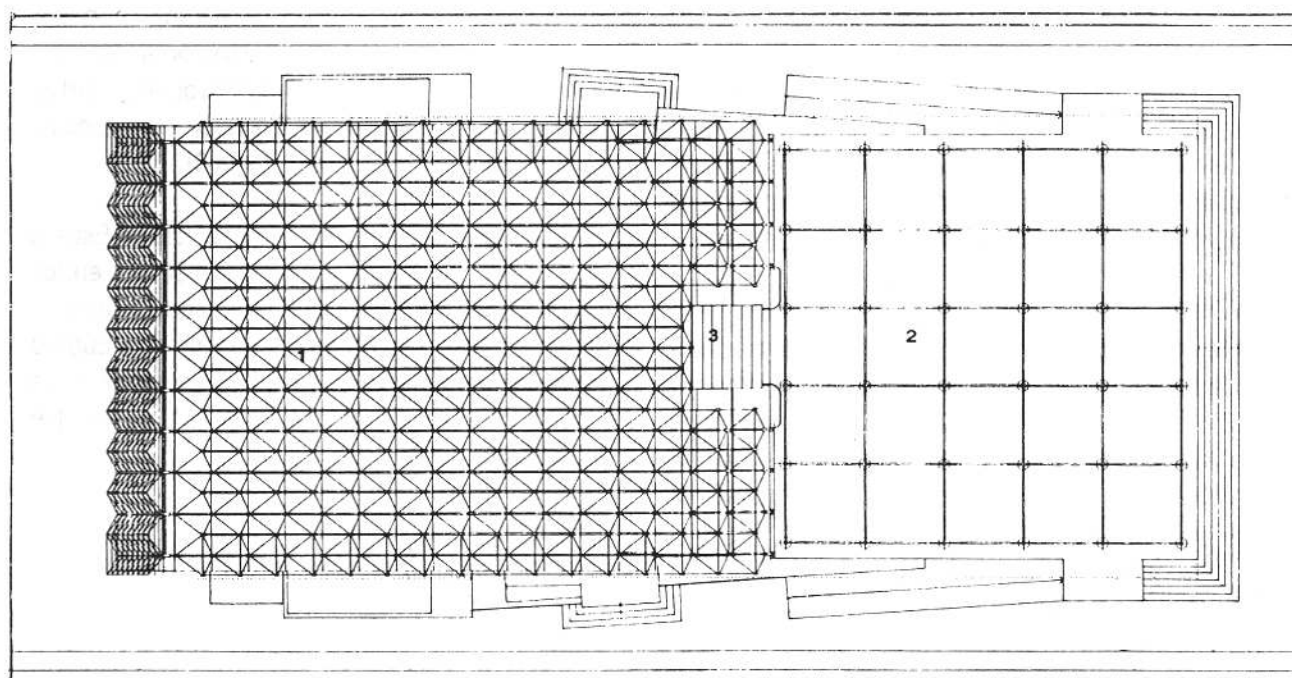
A la estructura se incorpora un sistema de paneles ligeros, diseñados para resolver el aislamiento térmico, el acondicionamiento acústico, así como el acabado interior y exterior de la Sala Audiovisual. Estructura que enmarcará al Pabellón, constituyendo una **ESCULTURA, SIMBOLO DE LA INDUSTRIA VENEZOLANA DEL ALUMINIO.**

DESCRIPCION GENERAL

El Pabellón está conformado por dos volúmenes: LA PLAZA exterior de acceso, ubicada al este de la parcela y EL EDIFICIO; al oeste de la parcela, constituido por la Sala Audiovisual, la Sala de Exposiciones e Información y los Servicios Conexos. (Planta 1)

LA PLAZA, (ver corte) lugar de encuentros a la sombra de colores, donde el visitante tendrá la oportunidad de experimentar uno de los acontecimientos cromáticos más fascinantes.

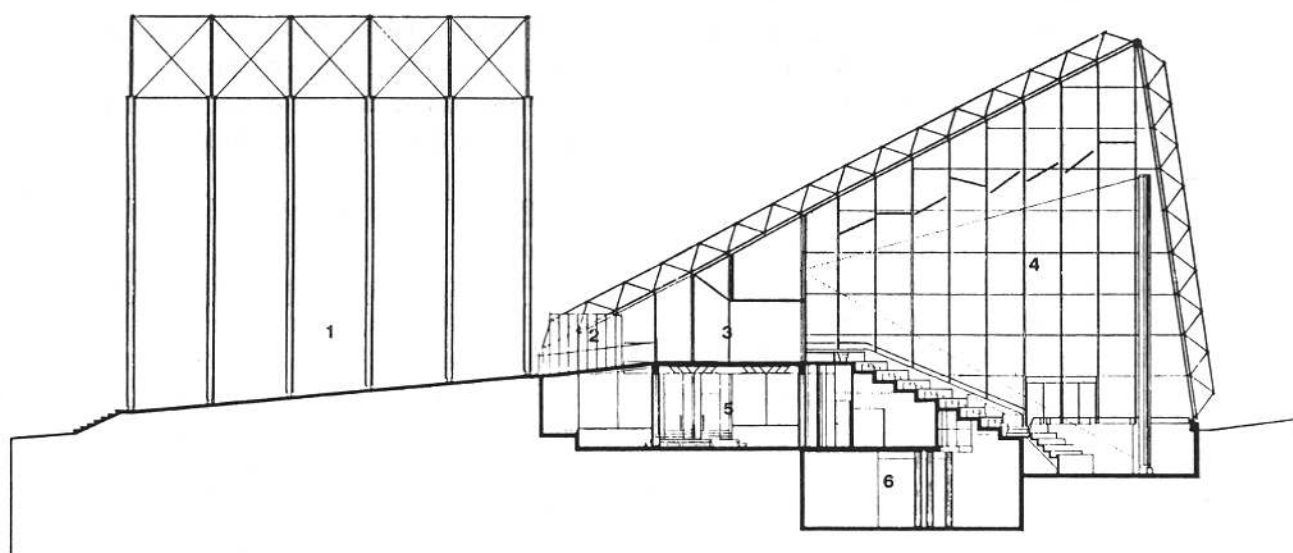
La superficie del piso formará una curvatura suave, ascendente, que facilitará el acceso al edificio, desde diversos puntos del perímetro de La Plaza se asciende hasta un dispositivo de entrada: EL PASO CROMO-SATURADO, que vincula La Plaza con la espera de la Sala Audiovisual.



PLANTA 1

- 1 - LA PLAZA
- 2 - EL EDIFICIO
- 3 - PASO CROMO-SATURADO

PABELLON DE VENEZUELA EXPO'92 SEVILLA PROYECTO HERNANDEZ HERMINY



CORTE

- 1 - LA PLAZA
- 2 - PASO CROMO-SATURADO
- 3 - SALA DE ESPERA
- 4 - SALA AUDIOVISUAL
- 5 - SALA DE EXPOSICION
- 6 - SALA DE MAQUINAS

PABELLON DE VENEZUELA EXPO'92 SEVILLA PROYECTO HERNANDEZ HERMINY

El pavimento de La Plaza llevará pintado la INDUCCION CROMATICA DE DOBLE FRECUENCIA, y su geometría estará conformada por secciones de arcos de grandes radios generando una superficie curva suave, que hará variar la relación visual del espectador al desplazarse sobre ella acentuando el efecto óptico de la pintura del piso y de los elementos verticales de los mástiles.

La Plaza tridimensionalmente, está configurada por 36 mástiles de 19,90 Mts. de altura y 4 Mts. de diámetro, cada mástil contiene en su interior un mecanismo que moverá, hacia su extremo superior, cuatro velámenes que se desplaza en direcciones encontradas, en colores azul cobalto, verde cromo, rojo y gris, constituyendo los elementos de sombra para La Plaza.

EL EDIFICIO, conformado por:

Sala Audiovisual: En este espacio se proyectará un film especial de gran formato (70 mm.) con las características de "IWERKS 870 THEATRE SYSTEM" para pantallas gigantes y sistemas de equipo de cine de alta resolución. (Planta 2)

A través de este Audiovisual se presentará la Venezuela actual, su naturaleza, su gente, sus ciudades, sus industrias, así como su potencial de desarrollo futuro.

La capacidad de la Sala Audiovisual es de 254 espectadores (250 butacas y 4 espacios para sillas de ruedas), dentro de una superficie de 560,70 M2. incluyendo el área de la Sala de Espera.

Sala de Espera: Es un recinto cerrado de 162,70 M2. que vincula La Plaza con la Sala Audiovisual, aquí el público espera el comienzo de cada función, lapso que será aprovechado para amenizar e informar al público con audiovisuales que se exhibirán periódicamente a través de monitores. El techo y la cara que da a La Plaza son acristaladas para permitir la vista hacia los velámenes de La Plaza.

Cabina de Proyección: Es un espacio situado entre la Sala de Espera y la Sala Audiovisual, suspendido a un nivel superior. Las entradas a la Sala de Audiovisual se hacen pasando por debajo de esta cabina. Este espacio se comunica a través de una escalera de caracol, tanto con la Sala de Espera, como el espacio de oficina.

Sala de Exposición, Información y Venta: En este espacio el visitante podrá informarse sobre aspectos específicos, sobre Venezuela, tendrá la oportunidad de asistir a una exhibición de objetos y libros de arte, como adquirir artesanías indígenas. (Planta 3)

Esta Sala estará ubicada, debajo de la Sala de Espera y se accederá a ella por entradas simétricas en los retranqueos Norte y Sur de la parcela, lo que permite un acceso fácil del público desde el Paseo, o del público que sale de la Sala Audiovisual. La conexión con La Plaza, se hace mediante dos rampas laterales que bajan de esta.

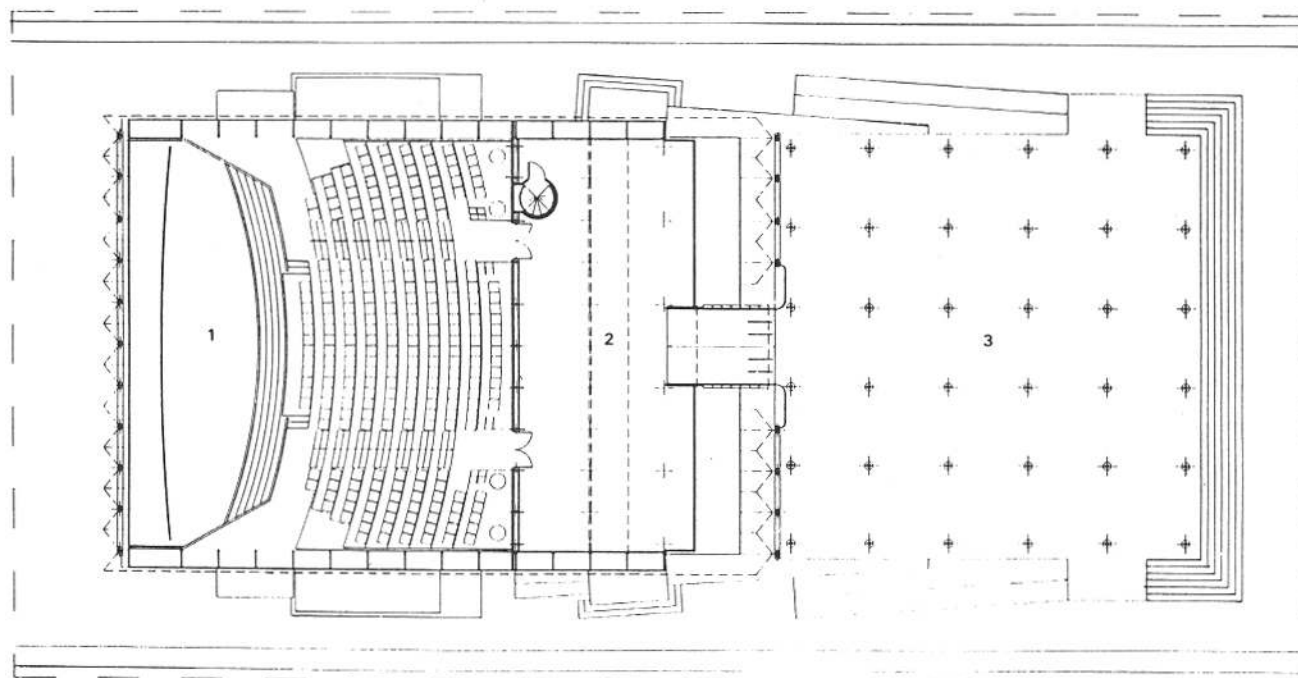
Las paredes Norte, Este y Sur de este espacio son acristaladas con los mismos paneles de cristal que delimitan la Sala de Espera situada encima de este espacio.

Desde estos espacios de Exposición pueden apreciarse los velámenes y el dispositivo de entrada a la Sala de Espera, por estar conectados espacialmente a través del la doble altura acristalada. Igualmente hacia ese costado se apreciará el plano vertical que delimita La Plaza, el cual cae sobre un espejo de agua, que tendrá un tratamiento cromático especial, como continuidad del diseño del pavimento de La Plaza.

Este espacio se integra con el área de oficinas administrativas y se comunica con los servicios sanitarios-vestuarios y por una escalera circular, con los cuartos de máquinas del nivel inferior.

Sala de Máquinas: En el sótano, debajo de la Sala de Exposición y las gradas de la Sala Audiovisual se han situado en forma centralizada todas las máquinas, tanto los equipos del sistema de aire acondicionado, como los equipos de electricidad. Los accesos están previstos desde la Sala de Exposición o desde los retranqueos de acuerdo a las características de cada equipo. La entrada de los equipos se hará por dos fosos simétricos ubicados en los retranqueos Norte y Sur, fosos que se utilizarán a su vez como espacio de ventilación. (Planta 4)

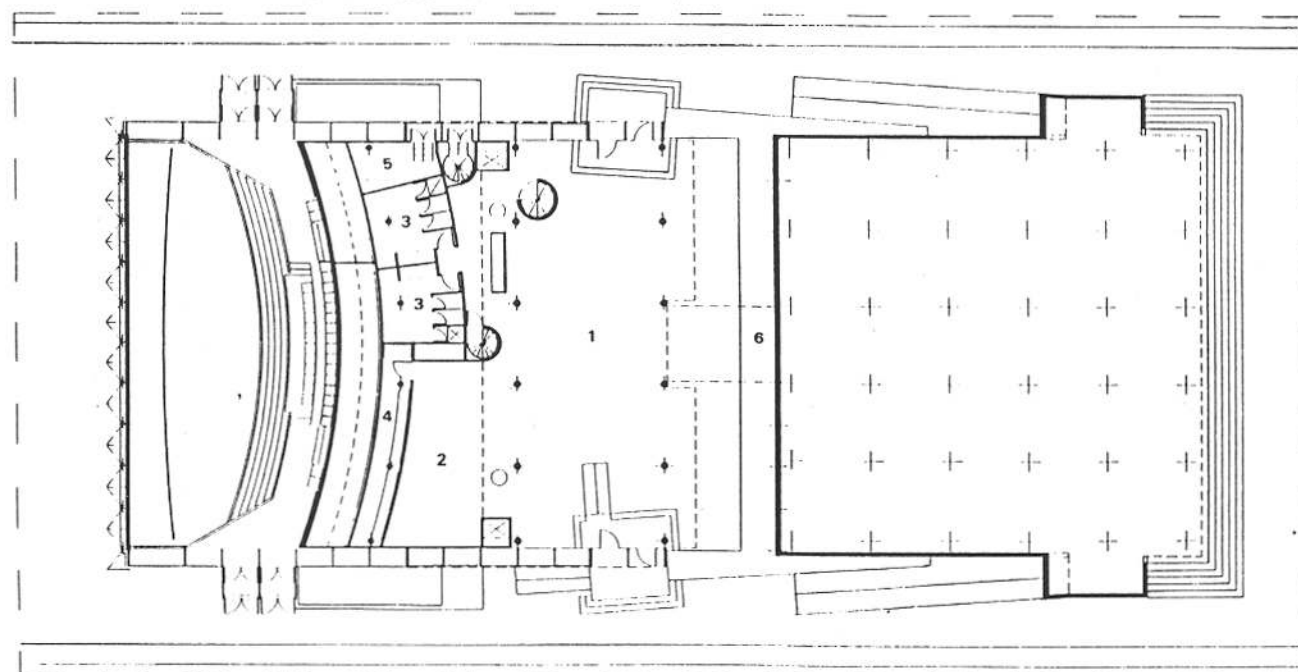
Los Retranqueos: Se utilizan para permitir la circulación alrededor del Pabellón, facilitando los movimientos de salida de la Sala Audiovisual y el regreso a La Plaza,



- 1 - SALA AUDIOVISUAL
- 2 - SALA DE ESPERA
- 3 - LA PLAZA

PLANTA 2

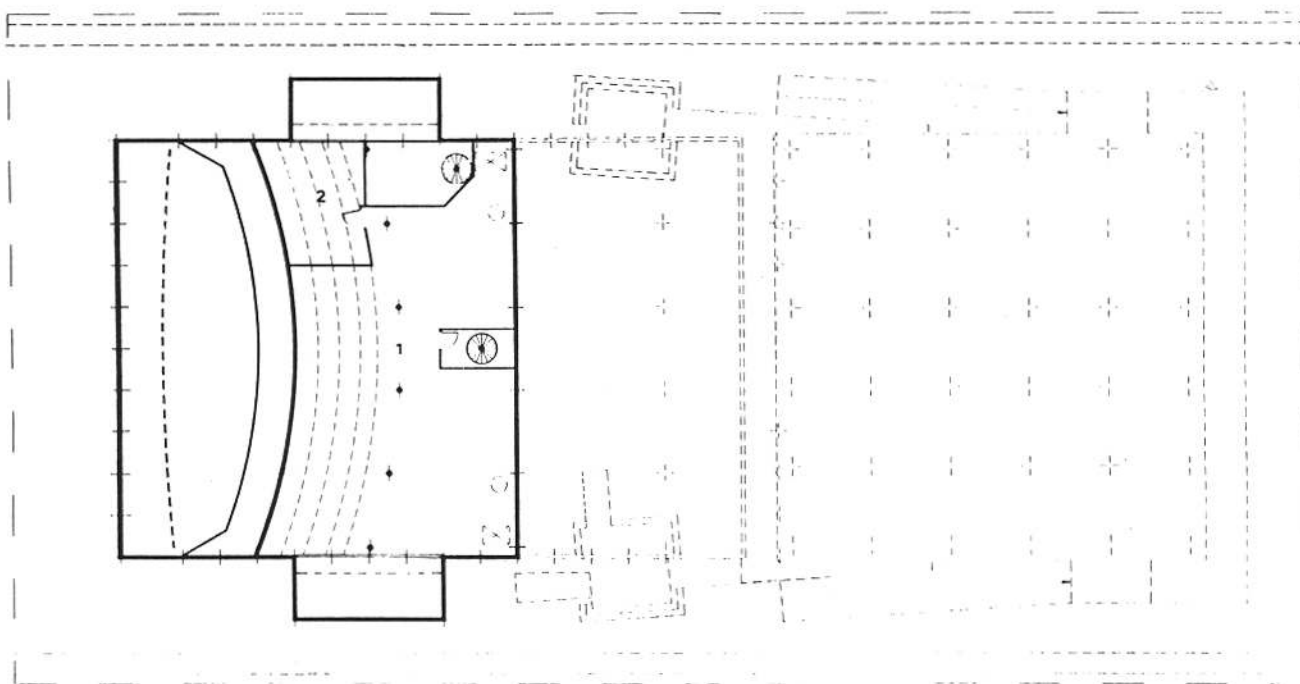
PABELLON DE VENEZUELA EXPO'92 SEVILLA PROYECTO HERNANDEZ HERMINY



- 1 - SALA INFORMACION, EXPOSICION Y VENTAS
- 2 - OFICINAS
- 3 - SANITARIOS
- 4 - DEPOSITO
- 5 - BASURA
- 6 - ESPEJO DE AGUA

PLANTA 3

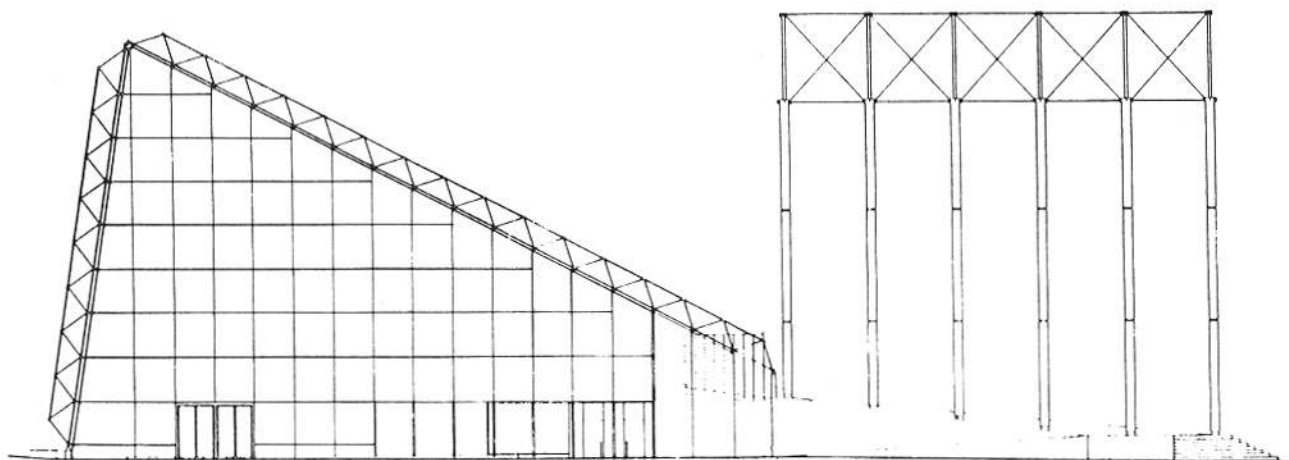
PABELLON DE VENEZUELA EXPO'92 SEVILLA PROYECTO HERNANDEZ HERMINY



PLANTA 4

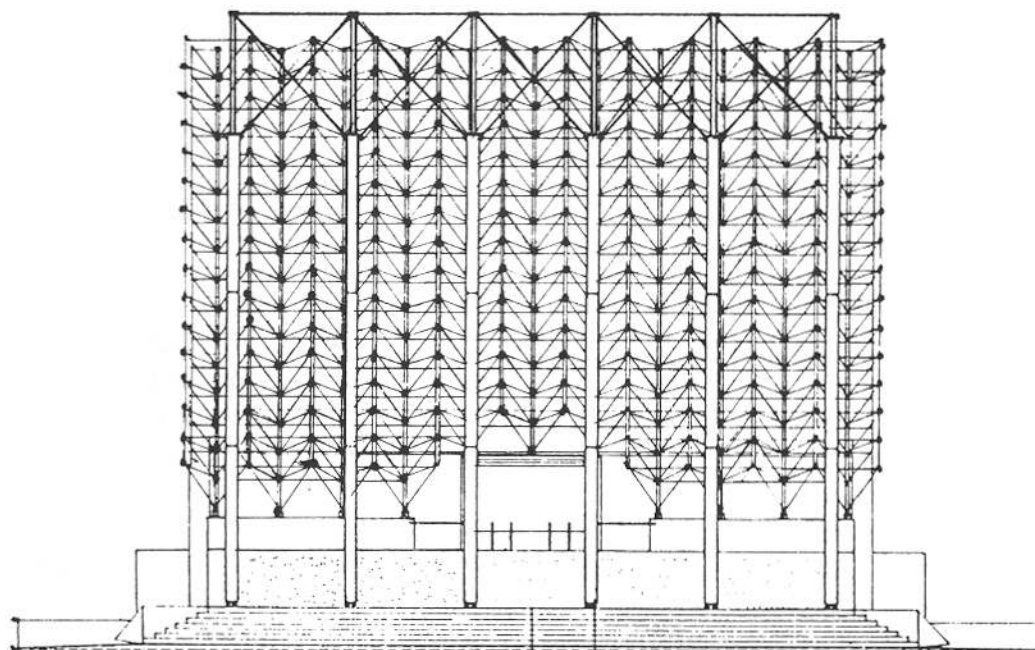
1 - SALA DE MAQUINAS
2 - CUARTO DE ELECTRICIDAD

PABELLON DE VENEZUELA EXPO'92 SEVILLA PROYECTO HERNANDEZ HERMINY



FACHADA NORTE

PABELLON DE VENEZUELA EXPO'92 SEVILLA PROYECTO HERNANDEZ HERMINY



FACHADA ESTE

PABELLON DE VENEZUELA EXPO'92 SEVILLA PROYECTO HERNANDEZ HERMINY

RESUMEN DE AREAS	M2.	M2.	M2.
LA PLAZA			420,20
EL EDIFICIO			1.242,20
Nivel Superior (+3,30)		635,90	
Sala Audiovisual y Piso	398,00		
Sala de Espera	162,70		
Cabina de Proyección	75,20		
Nivel Intermedio (-0,80)		346,50	
Exposición, Información, Ventas	224,55		
Oficinas	49,50		
Limpieza	20,40		
Vestuarios-Sanitarios	32,00		
Depósito	8,00		
Escalera y Circulación	12,00		
Nivel Inferior (-0,70)		259,80	
Sala Máquinas Aire Acondicionado	190,30		
Cuarto Electricidad	27,00		
Cuarto de Seccionamiento y Control	14,50		
Cuarto de Transformadores	21,00		
Vestíbulo Escalera	7,00		
SUB-TOTAL		1.242,20	
TOTAL			1.662,40

para lo cual se ha dejado una acera de 3.00 Mts. en la periferia de la parcela. La franja inferior restante de dos metros de ancho se utiliza en los linderos Norte, Este y Oeste para resolver los accesos a La Plaza y la salida de la Sala Audiovisual y crear dos volúmenes verdes con palma real.

ESTRUCTURA PARA EL PABELLON VENEZOLANO

El pabellón venezolano en la Feria Mundial de Sevilla Expo 92, será construido bajo limitaciones de tiempo, transporte y costo de mano de obra. La estructura será fabricada en Venezuela (los costos de construcción son mucho mas altos en España), luego transportada a Sevilla, erigida allí para ser utilizada por seis meses y después regresará a Venezuela para ser erigida nuevamente.

Como respuesta a estas limitaciones se propusieron dos estructuras desplegables, de aluminio, las cuales constituyen la estructura principal del pabellón venezolano.

La primera estructura es una estructura espacial desplegable en dos direcciones, la cual una vez desplegada conforma una red cúbica espacial. Cada cubo es triangulado en el plano superior por dos tensores y en el plano inferior por un panel rígido de techo.

La segunda estructura (finalmente escogida por su simplicidad) consiste en un grupo de vigas de celosía con longitudes de 14 y 18 metros, conectadas entre sí por bisagras, las cuales permiten que todo el grupo sea plegado en una dirección.

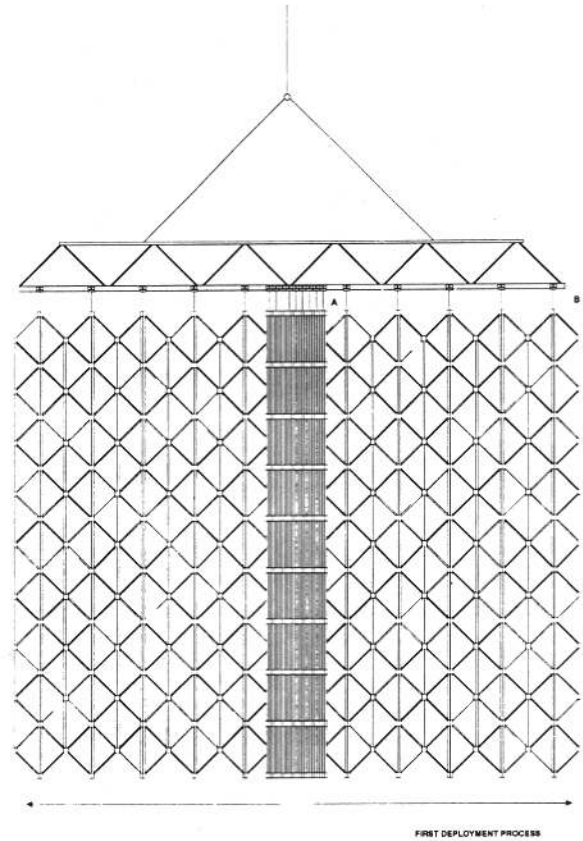
Las vigas de celosía están construidas con elementos de aluminio tubular (aleación 6261), conectados entre sí por juntas de aluminio (producidas por extrusión) extruídas (de 20 cm. de longitud). Cada junta tiene un tensor que conecta a las vigas de celosía entre sí.

Veintidos vigas de celosía son conectadas para constituir un paquete. Todas las vigas del paquete son paralelas entre sí, cuando el paquete tiene una configuración cerrada. Cada una de las vigas rotará 45 grados durante

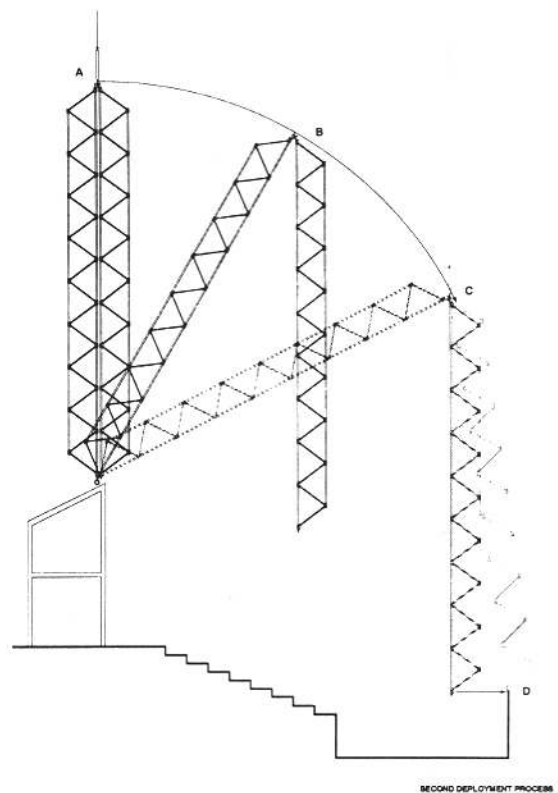
el proceso de despliegue, obteniéndose así una estructura en forma de acordeón. Esta estructura trabaja en una dirección. Para soportar las fuerzas de viento laterales que serán transmitidas por las vigas celosía verticales y por la cubierta, a la estructura, se necesitarán algunas conexiones perpendiculares a las vigas, a fin de dar rigidez al conjunto.

La estructura del pabellón estará constituida por dos grupos de vigas de celosía. El primer grupo está formado por veintidos vigas celosía de catorce metros de largo, las cuales una vez desplegadas cubrirán un área de 308 m². El segundo grupo está compuesto por dos paquetes de veintidos vigas celosía de dieciocho metros de largo, colocados uno sobre el otro y unidos en uno de sus extremos. En configuración cerrada, este grupo tendrá tres metros de alto, tres metros de ancho y 18.80 metros de largo (incluyendo el embalaje) y tendrá un peso de ocho toneladas. Todo el grupo será izado por una grúa en el extremo conectado, y desplegado en el aire como una puerta o cortina plegable (ambos paquetes paralelos al mismo tiempo). El extremo de cada viga celosía está conectado con un mecanismo que produce una union en forma de bisagra con la viga opuesta del segundo paquete y a la vez permite un giro de 45 grados. Cada uno de estos mecanismos cuelga de una polea montada sobre un rodillo, el cual se mueve sobre una viga horizontal que actúa como un riel, sobre el cual se efectúa el movimiento de despliegue.

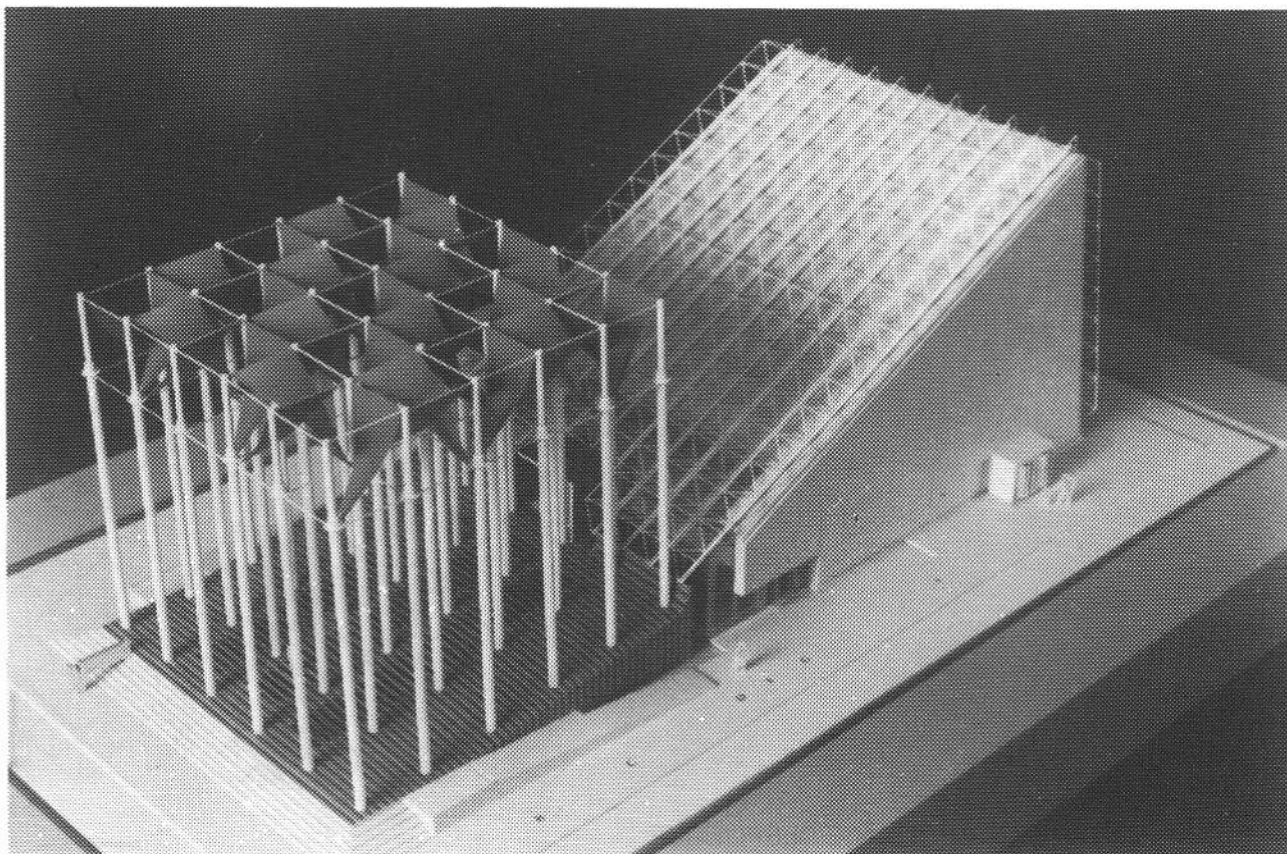
El grupo colocado en el centro de la viga se despliega en ambas direcciones opuestas (derecha e izquierda). Una vez que se ha culminado este primer proceso de despliegue, la estructura es estabilizada, colocándose algunas de las conexiones perpendiculares a las vigas de celosía. Uno de los bordes libres de la estructura es fijado entonces a un marco provisional de soporte, de modo que permita un movimiento de rotación. El borde superior conectado a la viga es desplazado. Los dos planos paralelos de vigas celosía comienzan a separarse. El plano fijado al marco de soporte provisional girará hasta alcanzar 27 grados de inclinación. El segundo plano estará en este punto en posición vertical y, con la ayuda de pequeños montacargas (winches), será forzado a alcanzar las conexiones de piso y luego fijado. El primer grupo de vigas de celosía será conectado al segundo grupo y así la estructura total tendrá estabilidad.



PRIMER PROCESO DE DESPLIEGUE



SEGUNDO PROCESO DE DESPLIEGUE

**EQUIPO DE DISEÑO****ARQUITECTURA**

Arq. Henrique Hernández
Arq. Ralph Erminy
Arq. Marcel Erminy

ESTRUCTURA

Dr. Wacław Zalewski (IDEC)
Ms. Carlos Hernández (IDEC)

INTEGRACION CROMATICA

Maestro Carlos Cruz Diez

INGENIERIA DE DETALLE**Coordinación**

Arq. Ana Loreto G. (TECNIDEC)

Estructura

Ms. Carlos Hernández (TECNIDEC)
Ing. Adolfo Mibelli (TECNIDEC-PROCAL)
Ing. Miguel Rodríguez (TECNIDEC-PROCAL)
Ing. Manuel Urdaneta (TECNIDEC)
Arq. Luis Ordoñez (TECNIDEC)
Dis. Ind. Efraín González (FUNDALUM)

Diseño de Paneles

Dra. Milena Sosa (TECNIDEC)
Arq. Beatriz Hernández (TECNIDEC)

Diseño Acústico

Arq. Bruno Tacconi (TECNIDEC)

Mecanismos de la Plaza

Ing. Electrónico Pedro Pinto (TECNIDEC)
Ing. Mecánico Manuel Urdaneta (TECNIDEC)

INSTALACIONES ESPECIALES**Sanitarias**

Ing. Belinda Fuentes (INELECTRA)

Eléctricas

Ing. Lucas Machuca (INELECTRA)
Ing. Artemio Da Silva (INELECTRA)

De Seguridad

Ing. Inés de Santiago (INELECTRA)

Mecánicas

Ing. Francisco Vidal (INELECTRA)

GERENCIA DE PROYECTO

Ing. Arturo Méndez Llamozas (INELECTRA)
Ing. Víctor García (INELECTRA)

SUPERVISION TECNICA (SEVILLA)

Arq. Félix Escrig Pallarés (D.C.S. S.L.)
Arq. Ricardo Huete F. (D.C.S. S.L.)
Arq. Tec. Feliciano Muños C. (D.C.S. S.L.)

"TAPIA TRADICIONAL" HACIA EL RESCATE Y MEJORA DE UNA TECNOLOGIA(*)

Juan Borges Ramos ()**
Alexis Yanez (*)**

- (*) Trabajo presentado en el Tercer Concurso Iberoamericano de Informes de la construcción "Técnicas y tecnologías aplicadas a la rehabilitación" del INSTITUTO EDUARDO TORROJA, Madrid.
- (**) Profesor Facultad de Arquitectura. Departamento de Tecnología de la Construcción. Universidad de los Andes Facultad de Arquitectura Mérida.
- (***) Agro-Artesano Constructor El Molino-Mérida.

1. INTRODUCCION

"La tradición no es siempre sinónimo de inmovilismo. Cada vez que un hombre se confronta con una nueva dificultad y encuentra una solución para resolverla, da un primer paso para establecer una nueva tradición. Cada vez que otro hombre aplica la misma solución la tradición se refuerza"
(H. Fathy)

Los pueblos situados en los páramos andinos venezolanos han venido deteriorándose en su riqueza patrimonial, ambiental y cultural, por la incorporación de materiales y técnicas constructivas extrañas a la forma tradicional de construir del habitante alto andino; el cual utilizó la tierra, piedra y madera, para construir sus viviendas con procedimientos constructivos como la tapia, el adobe y el bahareque.

La arquitectura andina construida desde la época prehispánica, en nuestra zona por los Timotocuicas quizás, con influencia de la expansión de los últimos 90 años del imperio Inca (por demostrarse, hay pruebas de que llegaron hasta Colombia y en nuestra región se encuentran ruinas de casas de piedra con nichos, similares a las construcciones Incaicas.), con una integración armónica al paisaje geográfico y al clima de la región, se ha visto en peligro de desaparecer por la incorporación de nuevas tecnologías y el empleo de estilos arquitectónicos extraños al país.

La Facultad de Arquitectura de la Universidad de los Andes ha realizado estudios con el Ministerio de Desarrollo Urbano a fin de normar las construcciones en los pueblos andinos y rescatar su patrimonio cultural.

Hace algunos años se debate sobre la inadecuación de la vivienda rural que se construye en los programas de vivienda para nuestro campesino, las tecnologías tradicionales han sido avasalladas por una vivienda que si bien cumple con dar un techo a familias campesinas desde el punto de vista de Sanidad y Seguridad Estructural, no es así en procurar un equilibrio funcional entre lo que es deseable desde el punto de vista técnico, métodos y materiales locales y lo que es abordable para las personas sin viviendas y para el país en general. Actualmente se trabaja conjuntamente con el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, para diseñar las viviendas y las tecnologías que se incorporarán o reincorporarán al medio rural andino.

La promoción de la acción individual y comunitaria, que en otros tiempos fue esencial en la vida del campesino, habitante de estos pueblos con tradición económica en la agricultura, en el proceso de construcción de su vivienda, ha sido marginada al imponer una vivienda, donde su participación en el proceso constructivo, y el aprendizaje que de éste puede obtener, ha sido minimizada.

El uso de materiales no acordes al medio donde se instalan estas viviendas, ha dejado para la historia, un material sólido, barato, de buena inercia térmica y el uso más sencillo de todos los materiales conocidos, la Tierra, (Concreto de Arcilla, ya que la arcilla contenida en toda tierra hace el papel de aglutinante y el aglomerado es la arena como en todo Concreto.)

Los avances tecnológicos de hoy y el interés por rescatar nuestro pasado, permiten redimensionar el uso de este material humilde y valioso que está en todos lados, a un costo muy bajo y que ha sido usado por el hombre desde tiempos inmemoriales para la construcción de su vivienda, vinculado a la vida y a su historia.

Actualmente en nuestro país no podemos excluir un nuevo desarrollo del concreto de arcilla como material

básico para la construcción, y se presenta ideal por la necesidad imperante de rehabilitar nuestros pueblos y de construir sus viviendas aledañas para una gran masa de familias que espera cada día ver resuelto su futuro lejano.

Nuestro trabajo tiene como objetivos:

- Rescatar y mejorar procedimientos de construcción, específicamente la Tecnología de la Tapia, utilizados en otros tiempos para la construcción de las viviendas en comunidades de la región andina, las cuales tienen un alto valor histórico y el incremento del turismo nacional e internacional hacia ésta región se hace cada vez mayor.
- Devolver una tecnología mejorada al campesino, habitante de estos pueblos, que renove su espíritu al emplear un procedimiento constructivo que no le es extraño y que su mismo empleo revivirá la acción individual y comunitaria (convite, cayapa, manovuelta) en la producción de su vivienda.
- Bajar los costos actuales de las viviendas que se construyen en los programas de vivienda rural que lleva a cabo la Dirección de Obras de Saneamiento del Ministerio de Sanidad, minimizando la subvención de costos de transporte con el uso de materiales locales.
- Generar una Tecnología con el uso del concreto de arcilla como material básico, que estimule la participación de la mano de obra al simplificar el proceso productivo.
- Diseñar los encofrados que serán el punto de partida para moldear el material concreto de arcilla.
- Diseñar nuevos componentes constructivos adicionando al concreto de arcilla nuevos materiales y, nuevos y viejos procedimientos.

El presente trabajo tiene las siguientes metas:

- Incorporar a los programas de vivienda rural en la región andina las tecnologías rescatadas y las mejoras incorporadas.
- Lograr un equilibrio ambiental y adaptación de la vivienda al medio al emplear materiales locales.
- Demostrar la factibilidad económica de las tecnologías desarrolladas en relación a la vivienda que se construye actualmente.

- Mejorar la calidad de la vivienda construida.
- Mejorar el "Estado del Arte" existente en el medio rural andino, en relación a la producción de la vivienda y observar las perspectivas de esta tecnología en el medio urbano.
- Generar tecnologías competitivas con materiales industrializados

2. ANTECEDENTES

La Casa de Nuestros Abuelos. La presencia del pasado es inevitable al pensar construir hoy una casa de tierra o concreto de arcilla, nos viene a la mente la casa de nuestros abuelos, una casa estable, segura, fresca y alegre construida con un conocimiento sencillo transmitido de generación en generación donde muchas veces se hacía con la participación espontánea de la familia o de los futuros vecinos, todos ayudaban y el trabajo pesado se hacía más ligero por la alegría del compartir, de participar desinteresadamente, de buena voluntad, en erigir la nueva vivienda.

La promoción de la acción individual y comunitaria, que en otros tiempos fue esencial en la vida del campesino en el proceso de construcción de su vivienda, ha sido marginado al traer de la ciudad nuevos materiales, técnicas y procedimientos constructivos que aunque siendo más costosos, son aceptados con gran facilidad porque vienen de "La Ciudad", produciéndose en el campesino, una negación a los valores que por generaciones ha tenido, en esa casa que permanece en el tiempo en un lugar que no es desconocido para el ni para el extraño, porque ahí están sus raíces, su vida....

El uso del Concreto de Arcilla en las construcciones es una tradición milenaria común a todas las culturas del mundo incluyendo la América Prehispánica. Plinio el Viejo lo refiere en su Historia Natural, en 1772 los Franceses contrataron créditos con los Romanos para introducir la tecnología de arcilla pisada en Inglaterra. Los Chinos lo usaron en la Gran Muralla y la Arquitectura Precolombina Incaica tiene obras arquitectónicas de incalculable valor. El uso del Concreto de arcilla en Venezuela estaba arraigado en nuestros indígenas antes de la llegada de los españoles, viviendas hechas de armadura de horcones, cañas atadas con bejucos y rellenas de concreto de arcilla conformaban una

tecnología constructiva conocida como bahareque, la cual fue aceptada en principio y aplicada en la construcción de las primeras casas coloniales.

"....Son las casas de Tapería de tierra con sus cimientos de piedra; hay cantidad de piedra para todo lo que se quisiera hacer. Empiezase ahora a hacer ladrillos y teja...", (1) reza la relación de 1579 refiriéndose a la ciudad de Trujillo en territorio de los Timoto-Cuicas donde el Concreto de Arcilla fue usado en la Tecnología de la Tapia.

No existía diferencia entre la arquitectura rural y urbana y la tecnología predominante, siempre fue la misma durante algo más de trescientos cincuenta años.

Los últimos 100 años. En 1872 la tecnología de "cal y canto" dominaba el "estado del arte", los muros y paredes se construían de sillería de piedra, adobe, tapia y adoboncitos. La techumbre de vigas y cuarterones de madera, cañabrava, píritu o carruzo, tejas y en ocasiones hierro galvanizado, y en el medio rural eran de paja.

La cal era el material básico de los morteros y comenzaba a tener un competidor en 1874 con la introducción del cemento el cual se importaba en su totalidad de Francia.

Sin embargo el concreto de Arcilla alcanza con el sistema de "Tapia y Rafa" (2), su máxima expresión, cuando se construyen los edificios más importantes de la época: El Capitolio decretado por Guzmán Blanco el 11 de Septiembre de 1872 a cargo del Ing. Luciano Urdaneta, El Palacio Federal 1876, hoy día la Casa Amarilla, y el último edificio de importancia en 1888 con Rojas Paul quien promulga un régimen de licitación pública para la construcción del Hospital Nacional de 1000 camas, hoy día el Hospital Vargas, todas éstas en Caracas. En Mérida y en otras ciudades importantes de Venezuela se construyeron un sin fin de casas con un valor constructivo y ornamental de gran riqueza, que hoy día muchas de ellas han sido rescatadas y restauradas como patrimonio cultural.

Con la importación y uso del cemento en las nuevas construcciones, a partir de 1891, comienza una nueva etapa en las obras a realizarse en Venezuela por el

Estado, quien ve y espera en el nuevo material lo que muchos soñamos, el material del futuro.

En 1909 se inaugura la primera fábrica de cementos en Venezuela, (3) convirtiéndose así en el primer incentivo para la introducción de la tecnología del concreto de cemento portland y en el primer material que compite con el concreto de Arcilla después de 350 años. Por supuesto el carácter industrial implícito en este nuevo material llega a cambiar totalmente la mentalidad hasta ahora artesana de los constructores en tierra a un pensamiento novedoso, industrial, productivo, y por el ciudadano común quien ve en el nuevo material de construcción la moda, la seguridad, la rapidez, el fácil mantenimiento, la durabilidad y el acabado.

Lo avasallante de esta nueva tecnología hizo olvidar muy rápidamente esos 350 años de tradición en la forma de construir, y los Profesionales de la Ingeniería y la Arquitectura, que según el Presidente del Colegio de Ingenieros Ing. Agustín Aveledo, el 1º de Diciembre de 1900 había 200 titulados (solo 3 Arquitectos), volcaron su aprendizaje hacia la nueva tecnología y se comenzó a descartar paulatinamente el uso del concreto de Arcilla en las construcciones.

A partir de 1912, comienza el dominio de la tecnología del concreto armado en la industria de la construcción venezolana y en 1926 es oficialmente desechado el uso del Concreto de Arcilla en la ordenanza de Policía Urbana y Rural, el artículo 116 dice:

"En la ciudad de Caracas, no se podrán construir paredes de ninguna clase de tierra, tapia, adobe crudo u otro material soluble en agua". (4)

Entre los años 1938 y 1940 hubo como un deseo de volver a la arquitectura de tierra, así el Dr. Luis Urbaneja describe sus ensayos realizados en la revista técnica del M.O.P. No. 77 de 1938 y el Colegio de Ingenieros en su revista de 1940 da algunos datos sobre tapia, pero no hay continuidad en lo que se desea con el material, desde lo que son normas de uso hasta los procedimientos de construcción.

La tecnología del concreto de Arcilla pasó a ser olvidada en las ciudades que comenzaban a desarrollarse y quedó relegada al medio rural,

básicamente en los Pueblos Andinos, que comienzan al sur del Tocuyo en el Estado Lara y terminan en la depresión del Río Táchira en el Estado Táchira (Niquitao, Mitibibo, Mucuchíes, San Isidro, San José de Acequías, El Molino, Mucuchachi, Canaguá, Bailadores, La Grita, San Pedro, Independencia y tantos otros) donde aún quedan vestigios de una tecnología noble y perecedera. En Venezuela con relación a otros países siempre ha existido un desfase tecnológico en técnicas y procedimientos constructivos, ahora bien, en relación a la tecnología del concreto de arcilla donde si teníamos tradición, nos encontramos igualmente desfasados ya que cortamos a principios de siglo nuestras raíces y hoy día tenemos un desfase de al menos 60 años, esto nos obliga a pensar, en analizar y estudiar técnicas constructivas para rehabilitarlas en sí mismas así como utilizarlas para rehabilitar edificaciones históricas que requieran de una restauración auténtica.

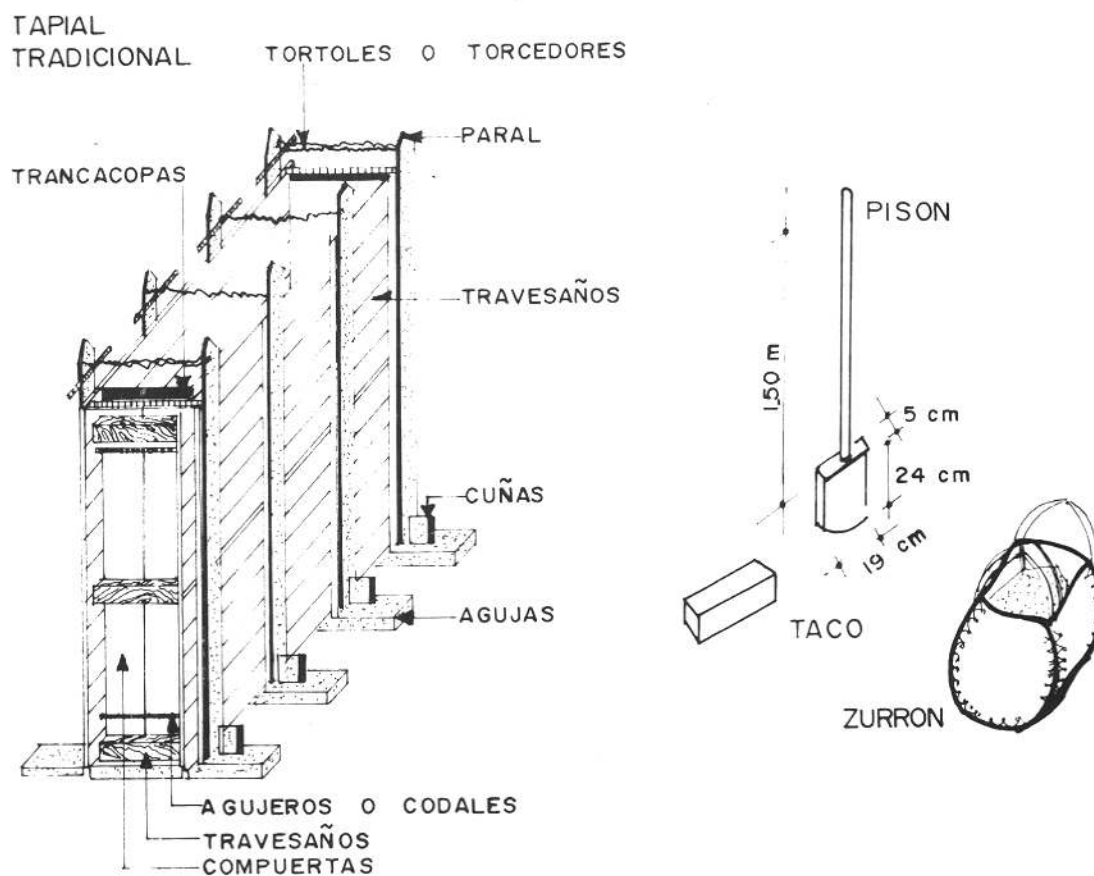
3. CONSTRUYENDO UNA CASA DE TAPIA TRADICIONAL

El Maestro Tapiero que aún subsiste en pocos pueblos andinos, nunca ha dibujado un plano, pero maneja un lenguaje (en pueblos apartados, un castellano que nos es ajeno), perfectamente entendible para su equipo de trabajo, conocen la altura que deben tener las paredes y sus espesores, pendientes de techos, requerimientos de uso de los materiales y más aún de como estructurar la casa para que resista los terremotos. La distribución de los espacios se realizaba según criterios de orden familiar vivencial, productivo y mágico-religioso, en orden a crecer orgánicamente.

3.1. UBICACION DE LA VIVIENDA

Los requerimientos para ubicar la vivienda en el campo hoy día no difieren mucho de lo que pensaron nuestros abuelos y sus maestros constructores, a diferencia de la vivienda de la ciudad donde no hay suficiente terreno para construir y donde muchas veces nosotros los arquitectos actuando dentro de un mercado formal ni pensamos en la conexión de la vivienda con su medio ambiente por pensar solo en lo limitante de la parcela (adquirida por la familia muchas veces más con criterio económico del bolsillo y no de su ubicación respecto a transporte, servicios, características del

TAPIA TRADICIONAL



Tortoleros o Torcedores:

Presionan los parales para evitar que el empuje de la tierra abra las hojas.

Paral:

De sección circular con diámetro aproximado de 6 cms. y altura de 2 mts. el paral lleva en su extremidad inferior una espiga de unos 10 cms. de altura, que entra en una caja en la perforación hecha en la aguja.

Travesaños:

De 12 x 5 cms. utilizados para unir las hojas. Constituidas por tablones de 25 cms. de espesor.

Cuñas:

Ajustan los parales a las agujas.

Agujas:

En número de 4, constituidas por cercos de 1.40 x 9 x 7.

Agujeteros o codales:

En número de cuatro, son estacas de madera o cabillas que mantienen la compuerta en posición.

Compuertas:

Formadas por tablones del mismo espesor y unidos por travesaños de 7 x 5 cms.

vecindario, trabajo y escuela) y la normativa de permisología vigente, antiguamente se pedía el consejo a los más viejos de la comunidad, la opinión del maestro cordelero y los "sueños" de la familia que habitaría la casa conformaba el inicio de una vida en armonía con su medio ambiente.

Es necesario poder considerar y ensamblar el mayor número de los siguientes requisitos:

- Ubicar el movimiento del sol para su mejor aprovechamiento al momento de orientar habitaciones, corredores, patios y el resto de ambientes de la vivienda, bien sea para calentar e iluminar los ambientes, o para captar energía y concentrarla con fines de irradiar calor hacia el interior de la vivienda.

"El patio interior aunque pareciera, contradictorio, está asociado al sistema de climatización de la vivienda, tradicionalmente, el patio inferior se ha concebido (desde el punto de vista del control climático), como un recurso que permite el enfriamiento de viviendas localizadas en ámbitos geográficos cálidos, tal es el caso de la vivienda de la baja Andalucía Española, éste patio permite un movimiento continuo del aire desde el exterior a través de las ventanas o aberturas perimetrales de la vivienda, hacia el interior fluyendo por la abertura del techo. Esta dinámica del movimiento del aire solo es posible por la existencia de aberturas o vanos perimetrales. En la vivienda paramera venezolana estas aberturas perimetrales no existen o están reducidas a su mínima expresión y generalmente cerradas por un pequeño paño de vidrio embutido en el muro. Esto impide la dinámica del movimiento del aire en el interior, donde éste espacio actúa entonces como un colector de luz solar, produciéndose una burbuja de aire caliente, que por no poder ser sustituida por flujos perimetrales de aire contribuye (durante el día) al calentamiento interior de la vivienda". (5)

- El mejor sitio será aquel que contemple las mejores visuales hacia el paisaje natural, centro poblado, vecinos o cualquier otro elemento que facilite la comunicación y permita realizar vida social.
- Suficiente terreno que permita ampliar la vivienda cuando sea necesario.
- Seleccionar terrenos que tengan protección natural de vientos, tormentas y terremotos; muchos árboles pueden controlar estos fenómenos naturales, no se recomienda

ubicar las viviendas en conos de deyección.

- Deben evitarse terrenos con mucha humedad, ya que no es conveniente ni para la familia que habitará la vivienda, ni para las paredes de ésta construidas con concreto de arcilla.
- La cercanía de árboles de raíz larga no es recomendable ya que desestabilizaría la construcción general y si se cortan las raíces, de cualquier manera podrán perjudicar, puesto que las raíces se pudren y puede presentarse desestabilización del suelo.
- La ubicación de la casa cerca de taludes naturales, o pedregales facilita la extracción y utilización de la tierra y la piedra como materiales básicos de la casa de tierra o concreto de arcilla.

3.2. EL EQUIPO DE TRABAJO

Al iniciar la construcción de una vivienda en tierra pisada (Tapia Tradicional) debe prepararse muy bien el equipo adecuado para realizar las labores necesarias de construcción, por un lado las personas que conformarán el grupo de trabajo y por el otro las herramientas adecuadas para la transformación de los materiales en los objetos a construir. El equipo de personas lo componen: **Maestros Cordeleros o Maestros Tapieros**, son los encargados de la dirección de los trabajos pero al mismo tiempo participan en las labores de mayor importancia para la construcción de los conjuntos de obra. **Pisoneros**, en número de tres, son los encargados de compactar el concreto de arcilla dentro del encofrado o "tapial", su experiencia permite controlar el punto de apisonado. **Zurroneros**, en número de tres, son los encargados de transportar el concreto de arcilla en bolsas de cuero o zurrónes hasta el tapial. **Tierrero**, es uno, y donde el terreno es muy pedregoso se emplean dos, a fin de poder separar la piedra de mayor tamaño a la que pueda ser abarcada al cerrar la mano.

3.3. SELECCION DE MADERAS

Escogencia: Tradicionalmente la escogencia de la madera se hace a través de la experiencia local transmitida de generación en generación, en nuestra zona, los andes venezolanos, la mayoría de las maderas son de especies latifoliadas en donde se encuentran variedades que no requieren preservantes, como el Cínaro (*Pepsidium Caudatum*), Anime y Guayacan entre otras, se usan las siguientes maderas:

- **En Trabas internas y cuñas para las paredes de tapia** se usan, Anime, Cínaro (*Pepidium Caudatum*), Pumarroso, Say Say (*Weimannia Glabra*), Cochinito (*Escallonia Floribunda*), estas maderas tienen la propiedad de ser durables dentro de las paredes de tierra (en algunas zonas de escasas maderas estas son reemplazadas por piedras laja largas).

- **En Dinteles** además de las anteriormente citadas para trabas y cuñas se usan, Cedro (*Cedrela Mexicana*), Peralejo, Laurel Amarillo (*Nectandra turbasensis*), Guayacan (*Guajacum Offinale*) y Vero (*Bulnesia Arborea*), las cuales son maderas de árboles grandes que dan los diámetros necesarios para dinteles.

- **Para Estructura de techo**, se usan por lo general, Say Say (*Weimannia Glabra*), Caja de escopeta, Granizo, Canelo o Lacre (*Canelo cupis*), Laurel amarillo (*Nectandra turbasensis*), Uvito amarillo y Naranjito, las cuales tienen la propiedad de ser duraderas en la estructura y de producir varas de gran longitud y derechas. Para la cubierta se usa generalmente carrizo o pito (*Chusquea spp.*) el cual es una gramínea muy resistente a esfuerzos de flexión y tracción, que se obtiene generalmente en las riberas de ríos y quebradas con diámetros que oscilan de 2 a 4 cm, y longitudes de hasta 5 m.

- **Para el Tapial** se usan maderas livianas e indeformables (en tablas y cuartones), como Ceibo (*Ceiba pentandra*), Caracolí o Mijao (*Anacardium excelsum*) y Pino Lazo. Un tapial construido en estas maderas permite producir de 15 a 20 viviendas sin deformarse (entre 600 y 800 usos).

- **Para los Pisones y Tacos** se emplean madera resistentes como el Cochinito (*Escallonia Floribunda*), Garrocho y Cínaro (*Pepidium Caudatum*).

- **Para Puertas y Ventanas** se usa generalmente Laurel Amarillo (*Nectandra Turbasensis*), Cedro, (*Cedrela Mexicana*), Pino Lazo, Pardillo (*Terminalia amazonia*), Vero (*Bulnesia Arborea*) y Caoba.

- **Para columnas:** se usan comunmente el Vero (*Bulnesia Arborea*), Pardillo (*Terminalia amazonia*) y Cínaro (*Pepidium Caudatum*).

Corte y Labrado: En los Andes venezolanos es tradición cortar las maderas en Luna menguante y en los Viernes de creciente, la cual debe descortezarse el mismo día.

Para el labrado se utiliza el serrucho, la cuchilla (especie de machete), azuelas, hachuelas, martillo, clavos y clavijas de madera.

Secado: En los pueblos andinos el secado de la madera se hace en forma natural, separando del suelo la madera cortada y cubriendo con helechos y paja para evitar el secado violento producto de los rayos del sol, que acarrearía a su vez rajaduras en la madera.

La madera no ha de estar completamente seca, a efectos de permitir y facilitar los trabajos de techos, por lo cual requiere de un mínimo de humedad.

Tratamiento: El tratamiento más antiguo de las maderas en los pueblos andinos es realizar mezclas de kerosene con ajo, o alquitrán. Actualmente se utiliza aceite usado o de desecho de motores, gasoil y creolina, así como productos químicos comerciales.

El preservante se aplica tradicionalmente con brocha, colocando de 2 a 3 manos de éste sobre la madera relativamente seca.

3.4.-CONSTRUCCION DE RANCHERIA

Es un pequeño espacio para ubicar la cocina y el comedor del equipo de trabajo, en algunos casos tiene espacios para dormitorio.

3.5.-REPLANTEO

Siendo accidentada la topografía de los Andes el inicio del replanteo es el "banqueo previo", y se termina con la extracción de la tierra, que en muchos casos, servirá para la construcción de las paredes o tapias. En terreno plano debe eliminarse la capa vegetal y se deposita en los alrededores para el futuro jardín, ésta puede variar entre 25 y 40 cm.

Se nivela y se procede al trazado, en la forma convencional (triangulación 3:4:5).

3.6.-EXCAVACIONES

Se excavan las zanjas con un ancho promedio de 85 cm. (igual a una vara, unidad de medida usual) y profundidad mínima de 42.5 cm. (1/2 vara).

Si el terreno no es plano, caso más común, se realiza un escalonado de adentro hacia afuera, es decir ubicando el centro de la vivienda sobre el punto más alto del terreno en forma simétrica, de manera que el escalonamiento permita obtener, el mayor desnivel en las esquinas, y por lo tanto la mayor altura del cimientito a fin de contrarrestar las fuerzas horizontales.

3.7.-FUNDACIONES

Por lo general se usa una fundación o cimentación corrida, la cual puede profundizarse, según desniveles, hasta 1.50 m., prolongándose por encima del nivel de piso, con lo que se conoce como encepado.

En las zonas donde no hay vialidad se hacen las fundaciones de piedra y barro, siendo de piedra y cemento (concreto ciclópico) en construcciones cercanas a las vías.

La piedra por lo general proviene del banqueo y replanteo o del trabajo de limpieza de terrenos para la agricultura.

Encepado: Conocido como sobrecimiento o cepa (cuando no existe cimientito) para paredes de tapias tiene la función de aislar de la humedad a las paredes de concreto de arcilla y recibir las cargas de tapias y techo, así como, repartirlas al suelo.

Se construye colocando el tapial en su posición y se procede a la construcción de puentes, utilizando piedras largas, y esquinas, con piedras que den cara o bonitas, teniendo cuidado de organizar su trabado, rellenando los intersticios con una mezcla de piedra y barro. La altura usual del encepado en viviendas de una planta es de 40 cms.

3.8.-CONSTRUCCION DE TAPIAS

Es la tierra el material básico para la construcción de tapias, y según las propiedades de sus constituyentes, la tierra utilizada como material es un producto compuesto, análogo al concreto ordinario, gracias a su cohesión interna, "la arcilla" hace el papel de argamasa, mientras que la "arena" hace de esqueleto interno.

El procedimiento constructivo utilizando la tecnología del concreto de arcilla lleva implícito parámetros que

van desde el uso de encofrados, herramientas, equipo, mano de obra y técnicas de planificación, que deben conocerse, así como manejar las interrelaciones que existen entre ellos para garantizar la eficiencia, optimización y calidad del objeto construido y aumentar la productividad para poder competir con otras tecnologías de buen rendimiento, existentes en el mercado.

Selección y Preparación de la Tierra: La tierra seleccionada debe ser bien escogida con mucho cuidado, evitando tierras muy arenosas.

- Se saca la tierra vegetal y se amontona a un costado, ya que puede recuperarse después para la siembra.

- Se excava la tierra y se rompen los terrones quitando las piedras demasiado grandes, sobre todo aquellas más grandes que un puño, ya que pueden afectar la resistencia del muro.

- La tierra debe ser preparada con tiempo a fin de garantizar el aireamiento y obtener así la desecación del material orgánico, lo que evitaría agrietamientos posteriores.

- La relación ideal de la mezcla es usar tierras con un 30% de arcilla y 70% de arena, con una relación de arcilla entre 20% y 40% se pueden hacer aún buenos muros.

- El agua facilita el movimiento de los granos de la tierra, es decir actúa como lubricante, entonces mucha agua impide compactar porque el agua no se puede comprimir, mientras que poca agua dificultará la compactación porque falta lubricante. La proporción de agua para la mezcla óptima es un índice que permite caracterizar el comportamiento de un suelo en presencia de agua y será la cantidad de agua necesaria para lubricar las partículas del suelo.

- La arcilla presente en la mezcla de tierra es susceptible siempre de presentar variaciones de volumen en caso de modificar la proporción de agua, ciclos alternos de humedecimiento y secamiento, en particular producirá un hinchamiento y una contracción de la

arcilla, originando desórdenes en la masa del material y por lo tanto variaciones en el volumen de la tierra.

- La tierra con un porcentaje medio de grava facilita la adherencia del material de revestimiento.

- Conociendo las proporciones óptimas se puede agregar más arena o grava en relación al contenido de arcilla en la mezcla, para esto, tradicionalmente se usa la prueba de la botella, la cual consiste en llenar una botella con la muestra de tierra hasta 1/3 de su capacidad y luego completar con agua. Se agita fuertemente la botella con la mezcla y el agua durante algunos minutos hasta que se mezclen bien todas las partículas, dejando la mezcla en reposo por 2 horas. De ésta forma podremos observar, midiendo el espesor de las capas que se formarán del material. El contenido de arcilla en la muestra quedará en la parte superior en forma gelatinosa y el material más pesado, arena y grava estará en el fondo de la botella.

- La humedad óptima en la mezcla la podemos determinar, elaborando una bola de la mezcla y dejándola caer desde la cintura, si se desintegra en múltiples partes es que está muy seca, si se aplasta en el suelo y no suelta partículas, es que tiene mucha agua; la humedad ideal en la mezcla será cuando de la bola solo se desprendan pocas partículas. El maestro tapiero y los pisoneros saben por la práctica, cuando a la tierra le sobra o le falta agua.

Por lo general las tierras en los andes venezolanos son ideales para éste tipo de construcciones, ya que su porcentaje de arcilla, arena y grava están entre las proporciones adecuadas (25 a 30% de arcilla y 70 a 75% de arena y grava, con variaciones de color que van del blanco al rojizo.

Transporte y Colocación del Concreto de Arcilla en el Tapial: En nuestra zona, para transportar el concreto de arcilla, utilizamos la "Perra o Zurrón", bolsa construida con la piel de bovinos de fácil adquisición, el cual es transportado por los zurroneiros.

El volumen de tierra contenida en el zurrón, es la proporción ideal para que el pisón pueda compactar hilando la tierra. Cada zurroneiro transporta la tierra de un pisonero.

El Tapial: Antes de realizar cualquier proposición de técnicas o tecnologías de construcción debemos conocer y analizar con profundidad los procedimientos tradicionales, sin el conocimiento del "estado del arte", en un determinado tiempo y lugar, poco podremos acertar en nuestras propuestas de racionalizar o simplificar un procedimiento constructivo.

El tapial es un encofrado mediano de madera movido hacia los lados y hacia arriba, conocidos actualmente como encofrados trepadores o deslizantes y es el "Tapial tradicional", tiene dimensiones en los andes venezolanos de 3 mts. de largo, alto comprendido entre 1.10 y 130 mts. y de ancho variable dependiendo de las necesidades de estructuración según altura de paredes.

El encofrado es muy versátil puesto que en las zonas rurales se puede fabricar con facilidad, tomando un árbol, y con éste elaborar sus partes, obteniendo las tablas y los cercos para la construcción del tapial.

El tapial permite, que en su fabricación, cualquier persona sin conocimiento de los sistemas de medida convencionales, pueda fabricarlo, utilizando como unidad de medida el codal, con el cual todas las partes del encofrado (fig.1) son múltiplos de éste.

La Tapia: Pared de tierra comprimida, apisonada o entibada dentro del tapial, constituye un procedimiento constructivo según el cual podemos construir paredes continuas presando "tierra semi-húmeda" "in situ". Son paredes con un alto valor agregado, ya que son al mismo tiempo, cerramientos eficientes, contienen armarios y muros de carga o muros portantes, los cuales transmiten las cargas al suelo a través de su superficie, por lo tanto, a fines de estructuración en los andes venezolanos, existe una lógica armonía en las viviendas, ya que el techo, es generalmente a cuatro aguas, distribuyendo su peso uniformemente a todo el perímetro del muro, minimizando la cantidad de carga a transmitir por superficie de muro.

En nuestros pueblos se planifica su construcción en los meses de verano, es decir Octubre y Abril. La vivienda típica campesina del páramo es de gruesos muros de tapia con un espesor mínimo de 50 cm. lo cual hace que se convierta en una pared altamente eficiente

a los efectos de captar, acumular y restituir el calor irradiante del sol.

Proceso Constructivo: Se arma y nivela el tapial comenzando por una esquina, generalmente en la que converge la pared más larga. La tradición señala la esquina de la vivienda queda al Este.

- Para mantener las paredes rectas y aplomadas, el tapial debe ser nivelado cada vez que se monta.

- Se procede a utilizar los mirones para alinear el tapial por el costado derecho.

- Luego de nivelado se colocan las piedras trabadas para la cepa o encepado, que se realiza con un mortero de tierra (barro) y alcanza una altura de 20 a 60 cm. dependiendo de la humedad del terreno, se le conoce también como alfombrado.

- Inmediatamente se procede al apisonado, o prensado a mano, de la tierra traída por los zurroneiros, realizándose de afuera hacia adentro, al inicio, y de adentro hacia afuera al final. Es importante apisonar muy bien las orillas o extremos de la pared.

- El tapiado o apisonado lo realizan los pisoneros que son tres por lo general, y son los encargados de golpear la tierra dentro del molde con un "pisón de madera y conformar el prensado a un ritmo de tres por uno, para realizar ésta labor se requiere de mucha experiencia puesto que el sonido producido por el pisón sobre la tierra pasa de un golpe sordo al iniciar el apisonado a un golpe seco, claro y resonante cuando la sección está lista para un nuevo relleno y así sucesivamente hasta completar el muro, es decir cuando no se producen asentamientos considerables al efectuar el pisado. Cada pisada determina claramente una hilada visible al desenconfrar, con espesores que varían entre 8 y 10 cm., medida determinada por la capacidad del zurron y que garantiza un buen compactado.

- Colocación de trabas. Existen varios tipos de trabas dependiendo de su ubicación:

Trabas sencillas o Llaves (madera rolliza de 1.20 m. a 1.50 m. de longitud y $\phi = 10$ a 15 cm.), durante el proceso de tapiado se colocan las trabas de manera

horizontal que permiten asegurar la unión y trabazón de cada tapialado, así como los "tacos" para realizar el remonte.

Trabas enclavijadas (madera rolliza de 1,20 m. a 1.50 m. de longitud y $\phi = 10$ a 15 cm.), se utilizan en la mitad del apisonado del enrase o cuando éste es muy alto (superior a 50 cm) así como también en paredes largas.

De igual manera se colocan las mochetas o zoquetes (madera rolliza de 50 cm. de largo y $\phi = 10$ cm.) los cuales servirán para la fijación de los marcos de puertas y ventanas.

- El tapiado se realiza en tres partes:

Se inicia con una primera fase que es la descrita anteriormente y que contiene al encepado, tiene una altura de 1.10 m. y debe terminarse en su totalidad la hila que contiene las tapias de la planta de la vivienda.

La segunda fase se conoce como el "remonte", el cual se realiza deslizando verticalmente el tapial apoyándolo en agujeros obtenidos previamente al extraer los tacos. Es la parte central de la pared donde van ubicadas las trabas internas, que pueden ser de madera o de piedra, se determinan los espacios o vanos para las ventanas y armarios a empotrar.

Por último, el enrase o sobretapia, es el desplazamiento final del tapial y determina la culminación de la tapia, permite alinear la altura y colocar dinteles de puertas y ventanas.

Las tapias deben siempre cruzarse en las esquinas o en la unión entre dos muros, por lo tanto hay que cambiar en cada hilera la dirección de trabajo.

- El desencofrado determina la finalización de un tapialado y se realiza:

a- aflojando los tortoles o torcedores

b- se sacan las paralelas de los agujeros o agujas para liberar las hojas o costados

c- concluye con la extracción de los agujeteros.

Las esquinas: Son las partes más débiles de una vivienda en tierra pisada, por lo tanto deben reforzarse. En los andes venezolanos se emplean las trabas enclavijadas las cuales pueden ser dos o tres y se asegura en el borde superior de la pared con el cuadril, el cual consiste en una diagonal de madera que impide la separación de los muros, al empujar la viga de limatesa que se apoya en la intersección de muros.

Protección de Tapias: Las tapias se protegen tradicionalmente con tejas luego de cada apisonado, para evitar que por alguna eventualidad el agua de lluvia lave el concreto de arcilla.

Es recomendable luego de curada la tapia, colocar un zócalo de un material impermeable (p.ej. pintura de concreto de azufre), a fin de impedir que el agua suba a la pared, así como aceras exteriores con pendientes hacia afuera que aleje el agua del muro.

Características Estructurales: El sistema estructural solo permite soportar y transmitir solicitaciones de cargas verticales por lo que, dentro de las mejoras a incorporar en este sistema, están el de prever su comportamiento ante cargas horizontales y disminuir la flexión del muro.

Según Antonio L. Picón *"De todas las construcciones de muros o paredes -dice- la que más resistió en esta ciudad (Mérida) al terrible empuje del movimiento del 28 de Abril de 1894, fue la de Tapias, y fueron éstas las que mejor se soportaron: ninguna cayó desde sus cimientos, y solo en las casas que perdieron los techos se vió que cayeran, se desplomaron o agrietaron las tapias laterales. (6)*

"Las edificaciones construidas en tapia, tanto para viviendas como para templos, respondían a una tipología constructiva y estructural la cual no varió desde las primeras construcciones en el siglo XVI hasta las últimas construidas en los primeros decenios de este siglo. Esta tipología estaba constituida fundamentalmente por muros perimetrales de tapia coronados por vigas de solera de madera, sobre las cuales se apoyaban las armaduras de madera de los techos de dos o más vertientes cubiertos generalmente de entablonados sobre los que se colocaba la techumbre de tejas curvas. Las armaduras triangulares de los techos estaban conformadas por pares, alfardas o viguetas inclinadas que se apoyaban en el vértice superior, sobre una viga de cumbrera perpendicular al plano de la armadura, y la cual constituía la intersección de las vertientes de los techos o limatesa.

Para contrarrestar los empujes horizontales producidos sobre los muros por los extremos inferiores de los pares se colocaban de muro a muro y de trecho en trecho (entre 2 y 3 metros), las vigas tirantes conectadas a las soleras. Cerca del vértice superior de cada armadura, se colocaba, a veces conectando a los pares, una pequeña viga tirante, viga collar o nudillo.

Los muros en una dirección se trababan con los muros transversales mediante piedras de gran tamaño que alternativamente se colocaban en la intersección, una vez en la dirección de un muro y la otra en la dirección del transversal. Para reforzar esta unión, se colocaba a nivel del plano superior de los muros y conectando a las soleras una viga diagonal tirante llamada cuadral o rinconera, que impedía la separación de los muros producida por el empuje de la viga inclina de la limatesa de dos vertientes o faldones de un techo de varias vertientes, que se apoyaba en la intersección de los muros. Estos a su vez soportaban en compresión su propio peso y las cargas de gravedad impuestas por los techos, justificándose el grosor de los muros como la manera de impedir el desarrollo de esfuerzos de tracción debidos a la flexión producida sobre la sección del muro por las cargas verticales excéntricas". (7)

3.9.-CONSTRUCCION DEL TECHO

La estructura de los techos de la vivienda campesina alto andina es generalmente de madera y se usa el sistema conocido de pares o péndolas y tirantes con pendolones los cuales equilibran las luces adecuadas para transmitir la carga de las vigas de cumbrera a las soleras o sobre soleras que rematan las paredes de tapia y reciben el resto de las cargas de cada péndola.

Nuestras casas tradicionalmente se arman de dos maneras: La forma llamada de cañón, empleada generalmente en las piezas principales, en que el techo se levanta sobre dos paredes de carga, con dos costados, faldones o vertientes para las aguas de lluvia; y la forma llamada de "media agua" o "colgadizo", en que el techo se apoya en su parte más alta sobre una sola pared y su respectiva solera (la sobretapia o enrase), y en la parte más baja, sobre pilares de madera que sostienen la otra solera.

La forma de media agua resiste más los esfuerzos horizontales, ya que la de cañón aunque más elegante tienden sus péndolas a desclavarse de la cumbrera ocasionando el hundimiento del techo.

Para asegurar los techos de cañón se usa generalmente el sistema de nudillos, pequeños tirantes entre péndola y péndola y colocando a mitad de cada faldón del techo un madero perpendicular a los pares o

péndolas y por debajo de éstas, que se conoce con el nombre de "cinta".

Las cubiertas son de tejas curvas o lomuda (árabe) y tienen por lo general cuatro faldones o cuatro aguas, aunque se encuentran techos con morfología muy variada debido a la adaptación orgánica del esquema de planta, se mantiene el orden geométrico, se conservan las pendientes y se integra a la estructura de la caja mural (paredes de tapia) mediante las formas de apoyo antes descritos. En techos a dos aguas generalmente se forman tímpanos cerrados hacia el exterior el cual a veces tiene pequeñas ventanas para la entrada de luz, siendo su cerramiento tradicional de bahareque.

Soleras: El entechado se inicia con la colocación de las soleras, conocidas también como durmientes, rematan las paredes de tapia y se encargan de recibir las cargas de tirantes y péndolas. Se emplean maderas escuadradas o madera rolliza desbastada en su plano de contacto con la tapia, con secciones de 20 cm. x 20 cm. en maderas escuadradas o diámetros $\phi=20$ cm. en maderas rollizas. Se anclan a las tapias generalmente en las esquinas usando clavijas de madera o cabillas que atraviesan la tapia en una profundidad no menor a 40 cm.

Aleros: Se colocan posterior a las soleras y se le da también el nombre de "garrabanete". Por lo general es recto, a fin de enviar las aguas de lluvia, por el cambio de dirección, lo más alejadas de las paredes de tapia, evitando que penetre la humedad en éstas. Los pares van separados, al igual que las péndolas de los faldones, 50 cm. entre uno y otro.

Envigado: Se inicia con la colocación de las vigas soleras, luego los tirantes y posteriormente los pares del alero. Seguidamente se colocan los pendolones, según la pendiente estimada (en nuestros techos se estima entre 20 y 30%), se colocan las vigas cumbresas y limatesas, para concluir con las péndolas o pares. Todas las uniones se realizan con clavos de acero de 5".

Cubierta: La cubierta es generalmente de teja árabe pegada con un mortero de barro con espesor de 5 a 7 cm. que se extiende sobre el encañizado de carruzo, el cual se fija a cintas clavadas a los pares o péndolas de

la estructura de techo. El mortero de barro se prepara con paja picada a fin de garantizar, además de un buen aislamiento, el efectivo pegado de la teja.

3.10.-CONSTRUCCION DE REVESTIMIENTOS

El revestimiento de la vivienda paramera tiene texturas rugosas como acabado final en las paredes exteriores ayudando a incrementar la superficie de absorción de energía calórica.

El material de revestimiento debe ser muy similar al concreto de arcilla utilizado en la construcción de las paredes de tapia a fin de que pueda adaptarse al proceso de encogimiento del muro y no se desprenda.

Recomendaciones para Acabados en Paredes de Tierra

- Barro preparado con mezcla de tierra arena-arcillosa cernida. No es recomendable para exteriores.
- Tierra arenosa usada en la misma tapia, con un porcentaje de cemento en volumen entre el 7% y el 10%, este revestimiento debe ser curado por lo menos durante una semana mediante humedecimiento periódico.
- Mezcla de yeso-arena-cal en relación volumen 1:1:1/10 respectivamente.
- Mortero de cemento-cal-arena en relación volumen 1:1:6 a 8 respectivamente.
- Proporción cemento-arena 1:12 más el 5 al 10% de cal en cemento.
- No se recomienda ningún mortero de tierra con cemento.
- En tierras con grava antes de fijar el revestimiento debe cepillarse el muro de tapia.

3.12 PINTURA O ENCALADO

La vivienda campesina tradicional es pintada con una pintura a base de: cal, agua y sal: la cual va formando diversas capas con el tiempo y ayuda a evitar la humedad en los muros.

Una excelente pintura para patios, frentes en general (exteriores):

- Cal aérea (apagada) 3 Kg.
- Polvo colorante (Oxidos metálicos) = color deseado
- Aceite de linaza = 1 litro
- Rendimiento 40 m²

4. MEJORAS AL SISTEMA

Estabilización del Concreto de Arcilla: El concreto de arcilla utilizado en todo muro de tapia requiere que sea muy bien estudiado puesto que de él depende en gran parte la calidad de las paredes. No todas las tierras permiten obtener un concreto de arcilla óptimo, por lo que requiere sea estabilizado con cal (Tapia Real), con cemento, asfalto, fibras vegetales, aceites o con azufre (procedimiento más completo). La cal tiene diferentes efectos sobre la tierra, las tierras arcillosas, por ejemplo, se ponen más livianas y se dejan trabajar mucho más fácilmente al agregar cal. El concreto de arcilla requiere un producto estabilizante que mejore su resistencia a la humedad.

Estabilización del material: El estabilizador tendrá por objeto unir las partículas de arena y arcilla entre sí a fin de evitar que la mezcla absorba agua, y evitar así las contracciones y dilataciones. Cuando se use como estabilizador el cemento (tipo Portland), se necesita un buen mezclado a fin de evitar los grumos, por otro lado seca muy rápido y la mezcla debe prepararse a medida que se necesite.

Añadiendo el 15% de cemento ordinario a la mezcla, con un contenido del 74% de arena, la solidez de un muro aumenta de 20 a 80 Kg/cm². El encogimiento disminuye a la mitad de lo que encogería una pared de tierra sin cemento, o sea 1 cm/3.6 m. en vez de 2.5/3.6 m. En mezclas estabilizadas con cemento, a fin de aumentar su resistencia se recomienda retrasar el secamiento aproximadamente una semana, por lo que debe resguardarse del sol durante el secado. Con la finalidad de obtener un volumen mayor de mezcla disponible durante la fabricación de muros, es recomendable agregar cal (viva o apagada) más el cemento, la resistencia final se mantiene y el tiempo de secado es más largo. Esto es recomendable sobre todo en suelos con más contenido de arcilla que arena.

Las mezclas estabilizadas por impermeabilización (betún), la cual consiste en envolver las partículas de arcilla en una capa impermeable con el fin de formar unos compuestos estables y volverlos insensibles a la acción de la humedad, no son eficientes en la construcción de muros de tierra pisada, ya que la

cantidad de agua es relativamente grande y esto no es recomendable en construcción de tierra comprimida, para la cual la tierra no debe estar muy húmeda; sin embargo puede utilizarse una mezcla a base de acetona y tolueno menos requerida de agua, la cual confiere a la mezcla la plasticidad necesaria para ser trabajada en muros de tierra comprimidos o tapias.

Se puede estabilizar químicamente la mezcla con cal ya que esta puede reaccionar con los silicatos y auluminatos para formar compuestos puzolánicos estables, disminuyendo la plasticidad de la tierra. Los silicatos de sosa son productos poco costosos y muy eficaces logrando el mismo efecto anterior.

La utilización de estabilizadores puede hacerse tanto en la ejecución de las tapias o muros de tierra comprimida como para la realización de sus revoques, resultando efectivos para los acabados los impermeabilizadores.

Las cenizas de madera pueden emplearse como estabilizadores de tierra. La ceniza blanca y de buena calidad, procedente de la combustión completa de la madera noble, parece ser más eficaz. Se pueden estabilizar los muros por armazón, lo cual consiste en agregar a la mezcla un material de cohesión (fibras, granos...), que permita asegurar, por un frotamiento de los elementos mezclados a la arcilla, una mayor firmeza. El azufre puede utilizarse para estabilizar la tierra, aumentar su resistencia, hacerla impermeable y alejar los insectos, solo que el proceso de elaboración de los componentes cambia radicalmente los procesos conocidos puesto que la mezcla deberá moldearse en caliente y con maquinaria semi-industrial para un mejor control del mezclado. Evidentemente el empleo del azufre conlleva un gran desarrollo en cuanto al material compuesto tierra-azufre se refiere.

La estabilización puede resultar costosa si se emplea en todo el volumen de concreto de arcilla a verter en las paredes de una vivienda, sin embargo, puede usarse solamente en los puntos más débiles de la vivienda como las esquinas, el encepado de muros, apoyo de ventanas y revestimiento de tapias.

TAPIAL. El encofrado o tapial es el elemento principal en el procedimiento constructivo puesto que el concreto

de arcilla es un material moldeable, por lo tanto el diseño o mejora de un buen tapial debe cumplir con los siguientes requisitos:

1. Estabilidad de volumen
2. Utilización reiterada
3. Fácil manejo, armado y desarmado
4. Poca adherencia y fácil limpieza
5. Versatilidad
6. Transportabilidad
7. Facilitar el llenado y apisonado
8. Autonivelantes y ligeros

Son pocas las modificaciones a realizar al tapial tradicional ya que es muy versátil y facilita el llenado y apisonado, sin embargo, sus mayores problemas se pueden resumir en lo siguiente:

- No permiten una nivelación eficiente, el maestro debe permanecer alerta ante el desplome del tapial.
- Deben preverse la colocación de los "tacos" en puntos específicos a fin de garantizar o tender hacia una autonivelación del "remonte" y el "enrase".
- Debe pensarse en el uso de un material de fácil limpieza, poco peso y usos reiterados, como el acero o el aluminio sobre todo en los planes de vivienda que lleva a cabo el Ministerio de Sanidad.

Normalmente se usa en la construcción de una vivienda, un solo tapial, sin embargo, es recomendable el uso de dos o más tapias, cuando se requiere, o bien, construir más rápidamente la vivienda o conjuntos de viviendas.

Un tapial fuerte para el encepado, construido de maderas resistentes, para soportar el maltrato de las piedras al encepar y a la vez por su peso, permite mantener a plomo el tapial. Un tapial liviano, construido con maderas ligeras que permita la movilización ágil, para el remonte. Por último un tapial pequeño para entrepaños y divisiones pequeñas.

TAPIA. Es evidente que al mejorar el concreto de arcilla se obtienen muros de mejor calidad, sin embargo pensamos que el espesor de la tapia se puede reducir a fin de aumentar los rendimientos, los cuales se han comprobado hoy en la construcción que muestra la fotografía (), entre 10 y 12 m²/día, al apisonar menor

volumen de la mezcla. Este se puede aumentar también, utilizando tapias de mayores dimensiones o un juego de tapias como se mencionó anteriormente, que permitan minimizar el tiempo de desencofrado y nivelado. Los muros de tapia son muy débiles, la resistencia a la rotura en comprensión de los muros construidos con concreto de arcilla, es un promedio de 8 Kg. /cm², los cuales, afectados por un coeficiente de seguridad de 10, darían un coeficiente de trabajo o esfuerzo admisible a la compresión de 0,8 Kg. /cm².

La resistencia de flexión disminuye y por lo tanto los espesores actuales se justifican, ahora bien, si rescatamos el uso de las "rafas" horizontales en materiales como piedra, ladrillo o concreto de azufre (8) (el cual permite buena adherencia y fraguado rápido, solo 5 minutos), aumentamos su resistencia a flexión y podríamos reducir el espesor de los muros. Ensayos realizados muestran un aumento de 5 veces la resistencia a la flexión en las probetas de concreto de arcilla con una simple impregnación, se estima que solo 6 cm. vaciados sobre el muro antes del remonte y antes del enrase, garantizan al menos 5 veces más la resistencia de la tapia a estas solicitaciones.

La incorporación de marcos de puertas y ventanas dentro del tapial antes del tapiado, ahorraría tiempo y garantiza una mayor colaboración a la transmisión de los esfuerzos, solo que hay un gran consumo de madera.

TECHOS. Las mejoras en la estructura de techos, deberán orientarse, hacia el diseño de juntas y uniones entre los diferentes componentes, simplificando de este modo el montaje y ensamblaje del mismo, así como de mejorar su eficiencia para resistir los empujes laterales producidos por movimientos sísmicos.

CUBIERTA. En la zona andina urge rescatar los tejares que existieron en otras épocas y que hoy están en abandono, por la incorporación de láminas de fibrocemento, zinc o acerolit, por otro lado en muchos pueblos, sobre todo los más altos (2500 a 3200 m.s.n.m.) escasea la madera, la cual es abundante a pie de monte andino, por lo cual para mantener el paisaje geográfico se propone incorporar una nueva tecnología como la del concreto de azufre, que permite con gastos muy bajos de energía impregnar tejas cruda de concreto de arcilla

con la mezcla incorporándole a la teja resistencia y durabilidad. La proposición de la mezcla para estos propósitos será de: una parte de azufre y una parte de arena fina más un 2% en peso del volumen de azufre utilizado del estabilizador (aceite vegetal sin refinar o hipoclorito).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Un proyecto piloto como el que tenemos la oportunidad y el compromiso de desarrollar en los meses venideros para el programa de vivienda rural, que promueve el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, daría la oportunidad de rescatar, las Tecnologías de la Tapia, Adobe y Bahareque para no deteriorar el patrimonio cultural en la arquitectura de nuestros pueblos andinos, sin embargo, el Artículo 1 de las resoluciones de la UNESCO sobre Restauración, establece el que no se concibe la restauración del monumento sino existen garantías de mantenimiento, esta resolución es válida para el rescate de la tecnología del Tapial y la Tapia, si no van a existir garantías de su utilización después de la elaboración de los prototipos.

- Rescatar a través del "convite" la alegría del trabajo de construir en tierra, con la música y la poesía implícitas en él, la "conversa", que enriquece la comunicación entre los participantes, significa enriquecer y enaltecer el folklore popular.

- El Concreto de Arcilla debe competir con las mismas herramientas que el concreto de cemento portland, es decir, tradicionalmente este último ha dispuesto de equipo (encofrados) y maquinaria cada vez más compleja a fin de aumentar su productividad y por ende mejorar su "Estado del Arte". Sin embargo a riesgo de parecer romántico, la armonía, la riqueza orgánica y el equilibrio ambiental obtenido de una vivienda en tierra pisada, hecha "con el tiempo", sin apresuramientos, no altera la pureza de las sonrisas.

- Si el concreto de arcilla dispone de la maquinaria adecuada (usar la misma que para el concreto de cemento portland) tendrá hoy día, las mismas oportunidades de ingresar al mercado de la industria de la construcción.

- La necesidad de actualizar normas y criterios respecto al uso del concreto de arcilla y los procedimientos constructivos es perentoria, ya que en el país se están realizando proyectos con mucha improvisación y desconocimiento de las propiedades del material. Los nuevos productos no podrán competir con los antiguos mientras las normas no estén basadas en el concreto de rendimiento.

- Es necesario rescatar, innovar y desarrollar tecnología, por lo tanto la investigación es necesaria aunque la construcción es una de las industrias con menos subvención para investigación. La investigación por lo tanto tiende a ser dispersa y desorganizada ya que no existe un marco adecuado que estimule e invite a mancomunar esfuerzos para organizar y distribuir la información disponible con el objeto final de apuntar una dirección a seguir en sucesivas investigaciones.

- Es imperativo conocer las necesidades del usuario, la demanda del mercado, así como la ubicación geográfica donde se insertará la vivienda, si queremos realizar innovaciones en técnicas y tecnologías constructivas.

- Para lograr la armonía del paisaje y preservar la tradición de la arquitectura a desarrollar para la vivienda alto andina de nuestros pueblos, es necesario:

- a - Utilizar en lo posible equipos y herramientas sencillas y en un mínimo que garantice la perfecta producción de la vivienda, por lo que el peso de los componentes., o el de partes del tapial no debe superar los 75 Kgs.

- b - Emplear al máximo los materiales locales.

- c - Respetar el medio ambiente natural así como el medio ambiente construido a pesar del gran cambio socio-cultural que el medio ambiente construido ha proporcionado a nuestros pueblos andinos en los últimos años.

- d - Crear escuelas rurales de construcción en tierra (Tapia, Adobe, Bahareque) y pensar en pequeños talleres de producción que incorporen al usuario en la elaboración de diversos componentes (adobes, tapiales, tejas), y que ayuden a:

- Preservar el patrimonio cultural y arquitectónico de nuestros pueblos andinos.

- Generar innovaciones a los sistemas de construcción a fin de mejorar el "Estado del Arte". Incorporar al campesino desde pequeño a una labor útil que puede realizar mientras descansa de su labor de agricultor, entre cosechas.
- Aprender a querer, apreciar y respetar su miedo ambiente construido.

6. GLOSARIO DE TERMINOS

AZUELA.

Herramienta de carpintería, compuesta de una plancha de acero con borde cortante y un pequeño mango de madera que se usa generalmente para desbastar.

CODALES .

Determinan el espesor de las paredes y se usan como guías para colocar las hojas del tapial sobre las agujas o agujeteros.

CONVITE.

Acción y efecto de convidar, invitar a otra persona o a un grupo de personas a participar en la construcción de la vivienda

CUARTON.

Pieza de madera de sección rectangular que resulta de aserrar longitudinalmente una troza y cuya menor dimensión es por lo menos 10 cm.

ENRASE.

Ultimo desplazamiento del tapial y determina la finalización de la tapia. Permite alinear y colocar dinteles de puertas y ventanas.

MADERA ROLLIZA.

Madera utilizada en forma cilíndrica, con o sin corteza.

MANO VUELTA.

Se usaba no solo para fabricar las casas, sino para trabajar toda la agricultura. Quien va a fabricar una vivienda o a limpiar un terreno para la siembra, convoca a los vecinos. Después según sus alcances económicos,

brinda unos tragos, o si es posible, comida. Quienes son así ayudados, quedan obligados a retribuir el servicio a los participantes.

MIRONES.

Jalones de madera (cuartón) que se usan para el replanteo o "encuadre"

PIEDRA BONITA O PIEDRA QUE DE CARA.

Se dice de aquellas piedras de buen aspecto y forma regular que a la vista del ayudante o del maestro facilitan la labor, el encaje entre piedras y una buena estética (cara) si queda vista hacia el exterior.

PIEDRA CONDENADA.

Se llama a la piedra que impacienta al maestro porque no armoniza con las demás en ninguna de sus caras, muchas veces es desechada y se pide al ayudante una nueva piedra y que ésta sea una piedra bonita. Hay gran satisfacción en el ayudante cuando la nueva piedra que selecciona es una piedra bonita.

PIEDRA PLANA LARGA.

Piedra muy delgada (laja) y ancha que se usa según el nivel tomado para el borde superior del cimiento, en la elaboración de Puentes para el paso de las aguas del Tapial, así como para el paso de las instalaciones.

TACOS.

Piezas de madera que permiten dejar orificios en la tapia para realizar el remonte o desplazamiento vertical del Tapial.

TAPIADO.

Serie de 15 a 18 tongadas de concreto de arcilla que conforman un bloque apisonado dentro del Tapial.

TRANCA COPA.

Barra de madera escuadrada que se utiliza para asegurar las compuertas.

ZURRONES.

Bolsas de cuero para transportar la tierra con un 0 de 40 cms. y 30 cms. de alto y capacidad de 30 a 40 Kg. de concreto de arcilla.

7. NOTAS

- (1) A Arellano Moreno, "Fuentes para la Historia Económica de Venezuela", Tomada de la "Casa Colonial etc". de "Carlos M. Moller. "El Farol", No. 192, Caracas 1961.
- (2) El Sistema de "Tapia y Rapa" consistía en muros de "Tapia" fabricados con tierra amasada y apisonada dentro de los moldes o encofrados de madera, con espesores a 40 cms. Los muros se reforzaban con piedras o machones de mampostería llamados "rafas" de forma trapezoidal, distanciados no más de 4 mts.
- (3) Fábrica de Cementos La Vega
- (4) Caraballo Ciro, "Tierra Cruda en la Arquitectura Tradicional Venezolana" p.p. 5. monografía S/F
- (5) Luengo F. Gerardo, "Arquitectura Alto Andina" El Orden Espacial p.p. 21 FA-ULA monografía Mérida 1985
- (6) Febres Cordero, Tulio, "Archivo de Historia y Variedades". Tomo II p.p. 165 Ed. Sur América. Caracas. 1931
- (7) Castillo William, "El Reforzamiento Estructural de Edificaciones de Tapia". Un Caso en los Andes Venezolanos. p.p. 2., Seminario Latinoamericano de Construcciones Sismoresistentes de Tierra, Lima, Mayo 1983
- (8) Material macromolecular (Termoplástico) obtenido por calentamiento del azufre y los agregados minerales ¿por qué es termoplástico?
A cualquier temperatura por encima del cero absoluto, las moléculas y trozos de moléculas están en movimiento continuo y desordenado, yendo de un sitio a otro enrollándose y desenrollándose. El movimiento total suma cero y el objeto conserva su forma.
Al aumentar la temperatura el movimiento molecular aumenta, las fuerzas de atracción se reducen, el material se dilata y se vuelve más blando para fluir fácilmente y adoptar una nueva forma.
Al enfriarse se vuelve progresivamente rígido, y a una temperatura crítica puede volverse duro, vítro y quebradizo o blando y flexible a las temperaturas ordinarias. El que un material sea duro y quebradizo o blando y flexible a las temperaturas ordinarias depende de si la temperatura de "transición a cristal" esté por encima o por debajo de las temperaturas de utilización; entonces la propiedad característica de los materiales termoplásticos es ésta, debida a la estructura lineal no interconectada que puede ablandarse y endurecerse reiteradamente calentando o enfriando.
Esta propiedad hace que el uso de este material en la construcción permita ser reciclado cuantas veces sea posible sin perder sus propiedades. Esto en un futuro sería además beneficioso para la construcción y el ambiente puesto que, las edificaciones construidas con este material y que requieran ser demolidas no acarrearían contaminación alguna, puesto que podrían reutilizarse para producir otros componentes constructivos y construir nuevas en otro lugar.
El concreto de azufre es un producto elaborado con agregados minerales (arena, piedra, pirla o cuarzo) y azufre y algún plastificante o estabilizador (Diciclopentadieno, polímero hidrocarbonato, aceites vegetales sin refinar, hipoclorito, o el metilciclopentadieno entre otros), para hacerlo trabajable debido a su alta viscosidad y retardar la formación de azufre ortorrómbico. Tiene un peso unitario que oscila entre 220 a 2440 Kg/m³. La temperatura de fusión del azufre se encuentra entre 112°C y 120°C y de la mezcla para el moldeado entre 125°C y 160°C ya que a más de 170°C la mezcla produce Hidrógeno sulfuroso, siendo este un gas tóxico.
La mezcla de concreto de azufre luego de ser moldeada, fragua entre 5 y 10 minutos obteniéndose el 90% de su resistencia en solo 6 horas. Su resistencia a la compresión oscila entre 500 y 600 Kg/cm² dependiendo de la calidad de los agregados. Si la relación azufre-agregado favorece el azufre la resistencia a la compresión tiende a disminuir; ensayos realizados mostraron que una proporción en peso de 70 a 75 % de agregados (arena + finos) y un 25 a 30 % de azufre + aditivo para las mezclas, garantizaban la estabilidad interna de las piezas.

8. BIBLIOGRAFIA

- Acosta Saignes, Miguel, "Historia del Folklore Venezolano". Edic. Facultad de Humanidades U.C.V. 1963.
- Aguirre T. Carlos "<Tapias> Arquitectura Popular de los Andes Venezolanos", Trabajos de Ascenso, Facultad de Arquitectura -U.L.A. Mérida 1983.
- Architecture D. Ajujoud, Hui N° 160. Bender Richard, "Dust to Dust" Marzo, 1972.
- Bardou y Arzoumanian, "Arquitecturas de Adobe" ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1979.
- Borges R. Juan, "Aspectos de Diseño y Producción de Componentes en Concreto de Azufre", tesis de ascenso, Facultad de Arquitectura, U.L.A. Mérida, 1983.
- Borges R. Juan, "Los Residuos Industriales en la Producción de Viviendas de Bajo Costo". Monografía. FA-ULA, Mérida 1986. / "Tecnologie per lo Sviluppo, Urbano e Suburbano in América Latina" E.A., Fiere de Bologna, Italia, 1987.
- Borges R. Juan, "La Actualización del Concreto de arcilla en Venezuela". Monografía FA-ULA, Mérida 1987.
- Caraballo Ciro, "Tierra Cruda en la Arquitectura Tradicional Venezolana". Monografía S/F.
- Castillo William, "El Reforzamiento Estructural de Edificaciones de Tapia". Un Caso en los Andes Venezolanos, Seminario Latinoamericano de Construcciones Sismoresistentes de Tierra, Lima, Mayo 1983.
- Cilento Sarli, Alfredo, "Seminario Programación y Producción de Viviendas en Venezuela". FA-ULA-Colegio de Ingenieros, Mérida, Octubre 1983.
- Cratere, "Construire en terre", éditions Alternative et Parallèles, 1979.
- Febres Cordero, Tulio, "Archivo de Historia y Variedades". Tomo II Ed. Sur América, Caracas, 1931.
- Fine Home Building N° 11 "Rammed Earth", pag. 21, Octubre/Noviembre 1982.
- Gasparini Graziano, "La Arquitectura Colonial en Venezuela". Ed. Armitano, Caracas, 1965.
- INTERTEC. International Newsletter: Earthen Buildings in Seismic Areas, Yuly 1987.
- Junta del Acuerdo de Cartagena. PADT-REFORT. "Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino", 3a. Edición, Lima, Perú. 1984.
- Kern Ken, "La Casa Autoconstruida". Ed. Gustavo Gili, Barcelona 1979.
- MINKA N° 9, Revista Peruana de Ciencia y Tecnología Campesina. Perú, Octubre 1982.
- Museo de Arte Contemporáneo de Caracas, "Las Arquitecturas de Tierra o el Porvenir de una Tradición Milenaria", guía de estudio N° 67, Caracas 1985.
- Museo de Bellas Artes de Caracas, "Venezuela 1498/1810", Caracas 1965.
- Van Lengen Johan, "Manual del Arquitecto Descalzo". Ed. Concepto, México 1983. Borges R. Juan, "Aspectos de Diseño y Producción de Componentes en Concreto de Azufre", tesis de ascenso, Facultad de Arquitectura. U.L.A. Mérida, 1983.



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.

RADIOGRAFIA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION (*)

Alberto Lovera ()**

(*) La versión original de este texto fue preparada para un libro del Programa Centroamericano de Apoyo Docente de la Confederación Universitaria Centroamericana CSUCA: Mario Lungo Uclés (Comp), **Lo Urbano. Teoría y Métodos**, Editorial Universitaria Centroamericana (EDUCA), San José de Costa Rica, Centroamérica, 1989.

(**) Sociólogo. Investigador y Profesor del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.

1. El Medio Ambiente Construido

Cuando observamos la silueta del territorio, aparte de las formas disímiles y variadas del medio ambiente natural, nos topamos -particularmente en las áreas más densamente pobladas-, con toda suerte de edificaciones, residenciales y no residenciales, asiento de un sinnúmero de actividades, plantas industriales, puertos, aeropuertos y plazas; pero hay más que siluetas, sólo por sus desperfectos o cuando son reparados, nos acordamos de lo que está sembrado en el sub-suelo: cloacas, gasductos, redes de diferentes servicios, que imponen su presencia cuando no funcionan o cuando estallan por mal mantenimiento; al igual que tomamos conciencia de la existencia de las vías cuando sentimos los efectos de sus roturas y desniveles.

He allí el medio ambiente construido, ese conjunto de objetos que sirven de soporte físico al proceso de producción y reproducción de una formación económico-social.

No siempre nos percatamos que estos objetos que constituyen el medio ambiente construido son productos, vale decir: resultado de procesos de producción (actuales y pasados). Y en nuestros días, en su mayoría, son el resultado de la producción de una rama particular de la economía: la industria de la construcción, aún sin desconocer el hecho que algunos de sus productos, en particular la vivienda de los sectores de bajos ingresos, es producida en una proporción sustancial bajo formas de producción no dominadas totalmente por la lógica de producción capitalista.

2. Sector Construcción e Industria de la Construcción

A los fines del análisis, es necesario establecer una distinción entre Sector Construcción y Rama o Industria de la Construcción (1).

El Sector Construcción comprende todas las actividades económicas dedicadas a la producción, circulación y consumo del medio ambiente construido. El incluye una variedad de ramas de diferente tipo: las de producción de insumos, materiales y componentes; las de producción de maquinaria y equipo para la construcción; así como las actividades comerciales y financieras vinculadas a sus productos; además, por supuesto, de la rama de la construcción propiamente dicha.

Este concepto de Sector Construcción es un recurso metodológico para el análisis que permite analizar una serie de actividades que convergen en la construcción, como si se utilizara un tabla de insumo-producto, aún cuando todas ellas no lo hagan exclusivamente con dicha rama. Es una manera de estudiar cómo se concretan las relaciones inter-sectoriales de la construcción con otras ramas y, la influencia de éstas sobre ella y viceversa.

La industria de la construcción comprende las actividades económicas referidas a la producción localizada de los productos que constituyen el medio ambiente construido. La Rama de la Construcción puede dividirse a su vez en sub-ramas, correspondientes a los tipos de productos de la industria de la construcción.

Es a la industria de la construcción que se refieren los datos macro-económicos que encontramos en las Cuentas Nacionales, los del conjunto del Sector Construcción deben extraerse de las estadísticas de cada una de las actividades que confluyen en la actividad de la construcción.

Nuestro análisis se centrará en el análisis de la Rama, mostrando cómo se pueden desentrañar los diferentes elementos que la componen de manera de entender mejor su funcionamiento; sólo nos referiremos al Sector Construcción como conjunto para enfatizar las

relaciones inter-sectoriales que establecen vasos comunicantes con la industria de la construcción, punto focal de nuestro interés.

3. Características de la Rama de la Construcción

Manufactura Dominantemente Heterogénea

La rama de la construcción es, desde el punto de vista de la división del trabajo que impera en ella, una rama donde el tipo de cooperación en el trabajo colectivo que domina en ella es el característico de la organización manufacturera. Ello quiere decir que la organización del trabajo descansa en la habilidad, pericia y capacidad de los trabajadores, que reunidos y organizados dan lugar a "un mecanismo de producción cuyos órganos son hombres" (2), a diferencia de la división del trabajo típica de la gran industria maquinizada, donde el sistema de maquinarias -y no la fuerza de trabajo- es el eje central en torno al cual se organiza la producción.

"En el proceso de trabajo de construcción encontramos un dominio de operaciones fundamentalmente manuales, dependientes de la fuerza, destreza y regularidad del obrero individual en el manejo de herramientas e, incluso, maquinarias específicas. Las relaciones técnicas y de propiedad de los obreros con sus herramientas, así como la evolución en la especialización, perfeccionamiento y multiplicación de éstas nos confirman el carácter manufacturero de la construcción". Igualmente, se llega a la misma conclusión al analizar el tipo de calificación de la fuerza de trabajo, combinación de obreros calificados y no calificados característica de la manufactura, así como a otros aspectos del tipo de organización del proceso de producción en dicha rama (3).

Pero no toda manufactura tiene las mismas características. En el caso de la construcción puede constatarse cómo hasta ahora ha tomado como forma dominante de división del trabajo la de manufactura heterogénea. Categoría que proviene del análisis que realizó Marx sobre la manufactura, en el cual diferenciaba la manufactura orgánica de la manufactura heterogénea. "La organización de la manufactura -señala-, presenta dos formas fundamentales que pese a su entrelazamiento ocasional, difieren esencialmente por su tipo y desempeñan también un papel enteramente distinto,

sobre todo en la ulterior transformación de la manufactura en la gran industria, fundada en la maquinaria. Este carácter dual dimana de la naturaleza misma del artículo producido. O se forma mediante el ensamblamiento puramente mecánico de productos parciales independientes [manufactura heterogénea], o debe su figura acabada a una secuencia de procesos y manipulaciones interrelacionados [manufactura orgánica]" (4). Al analizar el caso de la manufactura heterogénea puntualiza: "esta relación externa entre el producto terminado y sus diversos elementos hace que este caso (...) la combinación de los obreros parciales en el mismo taller resulte aleatoria. Los trabajos parciales bien pueden practicarse, a su vez, como oficios artesanalmente independientes" (5).

Al contrario, la manufactura orgánica "produce obras que recorren fases de desarrollo interrelacionadas, una secuencia de procesos consecutivos"; en esta forma de manufactura "la materia prima se encuentra simultáneamente y de una vez en todas sus fases de producción (...). De una sucesión temporal, los diversos procesos escalonados pasan a convertirse en una yuxtaposición espacial. De ahí que en el mismo espacio de tiempo se suministre una mayor cantidad de mercancías terminadas" (6).

Una observación detallada del proceso de trabajo en la industria de la construcción pone en evidencia su carácter dominante de manufactura heterogénea. La producción de la obra se presenta como una operación de ensamblaje a la cual concurren diferentes organizaciones empresariales de la rama para dar lugar al producto terminado, incluso, cuando se trata de una sola empresa, ella desmigaja el proceso en diferentes partes (acondicionamiento del terreno, estructura, instalaciones, acabados, etc.), de manera que se presentan como procesos independientes unos de otros, con características muchas veces disímiles entre unas partidas y otras de una misma obra en lo que a su composición técnica se refiere (partidas altamente mecanizadas al lado de aquellas donde predomina la mano de obra). Es por este tipo de división del trabajo que en la construcción de una edificación, por ejemplo, pueden no toparse nunca los trabajadores que se ocupan de las fundaciones con aquellos que se encargan de las instalaciones eléctricas. El trabajo que realiza

una cuadrilla en una etapa es un producto parcial independiente del que realiza el resto de las cuadrillas en otra etapa de la obra. El acoplamiento del ensamblaje de las partes lo asegura la dirección general de la obra y, su unidad como mercancía sólo aparece al final como producto del entrelazamiento de los productos parciales que se fueron realizando a lo largo del tiempo de trabajo. Sin embargo, el hecho que la construcción se nos presente como una manufactura predominantemente heterogénea, no excluye que nos encontremos muchos sub-procesos de trabajo que se acercan a la manufactura orgánica y también, en menor medida, al tipo de división del trabajo típicamente industrial e, incluso, en algunos procesos rasgos pre o semi-manufactureros (7).

La característica de la construcción con una división del trabajo manufacturera predominantemente heterogénea hace posible que determinados sub-procesos de trabajo se independicen de la obra de construcción, dando lugar a empresas especializadas en esos sub-procesos (pilotaje, instalaciones mecánicas, etc.) e, incluso, que tales labores sean resueltas ya no por la rama de la construcción propiamente dicha sino por empresas localizadas en otros ámbitos del Sector Construcción, con un funcionamiento separado de la producción localizada del medio ambiente construido (preparación de concreto pre-mezclado, fabricación de componentes constructivos en plantas, etc.). De allí que se pueda percibir un desmigajamiento, un "estallido" del proceso constructivo en diversos sub-procesos, unos acometidos en la propia obra y otros fuera de ella, lo que apunta a diferentes posibilidades de evolución tecnológica de los diversos sub-procesos de trabajo de la construcción, mientras unos permanecen anclados al lugar de la obra y, su progreso tecnológico se da manteniendo fundamentalmente el carácter de manufactura heterogénea, otros se convierten en manufacturas de tipo orgánico o procesos industriales independientes (8). En estos casos de "estallido" del proceso de trabajo original en procesos autónomos, se cumple lo que había destacado Marx al estudiar las posibilidades de evolución de la manufactura heterogénea, al indicar que "donde el producto no es más que un todo integrado de manera puramente mecánica por productos parciales, los trabajos parciales pueden recuperar su autonomía (...). Para establecer una división del trabajo más perfecta dentro de una manufactura, el mismo ramo de la

producción se desdobra en varias manufacturas - enteramente nuevas algunas de ellas- " (9). Indicación que muestra cuán fecundo es este enfoque para estudiar no sólo las características actuales de una manufactura como la construcción, sino para atisbar sus posibilidades de evolución, que no son iguales a los caminos que toma la transformación de una manufactura orgánica en industria maquinizada.

Baja Composición Orgánica del Capital

Aún en medio de la variedad de composición técnica entre unos sub-procesos de trabajo y otros, que ya fue indicada, la industria de la construcción presenta una baja composición orgánica del capital, entendiendo por ello que la proporción que divide el capital en su parte variable (valor de la fuerza de trabajo) y su parte constante (valor de los medios de producción), está por debajo de la composición orgánica del capital medio de la economía, mostrándonos, por tanto, una rama intensiva en mano de obra.

Esta situación se presenta no sólo en las formaciones sociales subdesarrolladas que ocupan un lugar periférico y dependiente en el circuito mundial capitalista, tal hecho también es constatable en los países centrales altamente desarrollados, lo que indica que los obstáculos con los cuales se topa el desarrollo de las fuerzas productivas, el desarrollo tecnológico, en la rama de la construcción tiene razones que van más allá de la situación de los países con menor grado de desarrollo.

Vinculación de la producción y del producto a la tierra

Uno de los elementos característicos de la rama de la construcción en su vinculación a la tierra. En general, los productos de esta rama son inmóviles, fijos al terreno, del cual no se separan una vez producidos - como sucede en la producción agrícola-, en nuestro caso, ellos son consumidos en la misma base territorial donde se producen.

En la industria de la construcción la tierra tiene un papel clave no sólo como lugar de trabajo sino como medio de producción, jugando en muchos casos varios lugares en el proceso de trabajo, así "en un mismo

proceso de producción, la tierra pasará de ser objeto de trabajo -movimiento de tierra para una represa-, a ser instrumento, medio de trabajo en sentido estricto - cuando contribuye junto a la infraestructura incorporada a ser soporte resistente-, para finalmente actuar como medio de trabajo general -al agregarse a toda la estructura resistente de la obra en cuestión-" (10). Pero, además, la tierra entra en las esferas de la circulación y del consumo junto al resto del producto de la construcción, lo cual significa que para cada nuevo proceso de producción se requiere un nuevo terreno.

De otra parte, cada producto requiere adaptarse al terreno donde se apoya, por tanto, las características morfológicas y geológicas tendrán un significado innegable, aunque variable, según el tipo de producto, lo que pone de manifiesto el papel de la Renta del Suelo, Diferencial I, lo que puede llamarse la construibilidad del terreno, en la producción de los productos de la construcción (11). Esta adaptación al terreno da como resultado una cierta singularidad de cada proceso productivo, singularidad que puede relativizarse con avances técnicos, más no eliminarse. Al ser ello así, la producción en serie se ve limitada, al menos en lo que se refiere a los aspectos que tienen que ver con la conexión de los productos con el terreno y con las redes de servicios.

Volviendo al aspecto de la renta del suelo, aunque no este el lugar para una exposición en extenso de ello (12), sí es necesario algunas acotaciones adicionales. Al existir propiedad privada sobre la tierra que se requiere para producir el medio ambiente construido, tierra que por otro lado, en cuanto situación, construibilidad y valoración social, no es reproducible sin más por los capitales individuales, ello implica que "el propietario jurídico del suelo está en capacidad de exigir una porción de valor, la renta, para permitir el acceso a la tierra de los agentes que tienen que ver con el espacio construido: (...) el productor tendrá que desprenderse de una determinada fracción de valor para poder disponer del suelo para el proceso de producción (...)". Ello tiene como consecuencia lo siguiente: "Con respecto a la producción, la transferencia de valor hacia el terrateniente puede traducirse bien sea en una deducción de las ganancias de los capitales comprometidos en la construcción, lo que en sí mismo

es un obstáculo para la acumulación, o bien puede repercutir en ciertas características de la rama, como son una super-explotación de la fuerza de trabajo por ella empleada y/o una composición orgánica de capital anormalmente baja: las dos circunstancias se traducen en general en dificultades para la innovación técnica, la cual debilita las condiciones de competencia por parte del capital frente a otras formas de producción, y en especial pone en duda las condiciones de acumulación desigual por parte del gran capital." (13).

Largo ciclo de producción y durabilidad de los productos

La industria de la construcción está caracterizada por un ciclo de producción particularmente largo, con diferencias según la sub-rama y el tipo de producto del cual se trate. Ello está relacionado con el débil desarrollo de las fuerzas productivas en la rama y con el carácter complejo de los productos de aquella.

Ya hemos hecho referencia a la baja composición orgánica del capital en la industria de la construcción. Agreguemos que son productos discretos, metáfora tomada de las Matemáticas y la Estadística, pues como en el caso de las variables discretas, los productos de la construcción no son susceptibles de fraccionarse sin afectar su valor de uso y, en la producción deben esperar a completar su totalidad para ser lanzados a la circulación y al consumo, excepción hecha de sub-mercados donde esto puede llegar a relativizarse como en la vivienda autoproducida de las barriadas populares (14). Una interrupción en el ciclo de producción de tipo continua (textiles o cemento, por ejemplo), puede permitir lanzar al mercado un volumen de producción ya elaborada y, aún sin interrupción, este tipo de ramas lanza continuamente a la circulación las mercancías producidas. En las ramas de producción de tipo discreta (maquinarias, buques, computadoras, construcción, etc.), sólo después de un largo proceso se tienen mercancías que lanzar al mercado y, una interrupción del ciclo deja inacabada la unidad del producto, su valor de uso. Se puede adquirir y utilizar una parte de la producción de telas de una fábrica que ha cerrado abruptamente sus puertas, pero es impensable el consumo de un vehículo sin motor o una edificación sin instalaciones ni cerramientos, siempre pensando en

estas mercancías a la luz de su valor de uso y no como insumos.

El caso de la construcción es, pues, asimilable a las ramas cuyos productos no pueden fraccionarse sin afectar su valor de uso, a aquellos de naturaleza discreta. Aún con una duración del proceso laboral diario similar a otras ramas, en nuestro caso la diferencia la establece la duración del acto de producción, a saber: "La duración de los procesos laborales repetidos que se necesitan para suministrar el producto terminado, para enviarlo como mercancía al mercado, o sea, para transformarlo de capital productivo en capital mercantil" (15).

El largo ciclo de producción en la construcción, variable según el tipo de producto y la talla del mismo, unido al carácter complejo de este tipo de mercancías, conduce a que éstas tengan una gran durabilidad en el tiempo, justificada en parte por el enorme volumen de trabajo invertido en ellas y, por tanto, el volumen considerable de valor que contienen.

El largo ciclo de producción en la rama de la construcción la hace, a su vez, muy sensible a las variaciones del ciclo económico general, presentando normalmente altibajos repetidos y pronunciados en su actividad. Dadas las características de la producción antes anotadas -ciclo largo, productos no fraccionables- es frecuente que los cambios en las condiciones de producción y circulación (cambios de precios de los insumos, caída de la demanda, alza de las tasas de interés, etc.), se operen cuando se está en el período de producción, con los consecuentes impactos sobre el desenvolvimiento de la rama, además de hacer compleja y lenta la respuesta de la rama a los cambios en las condiciones de producción y circulación (16).

La Forma de la Demanda

El carácter más o menos singular de cada proceso constructivo tiene una conexión con la forma que presenta en la actualidad la demanda de los productos de la rama en la mayoría de las formaciones sociales. Persiste una demanda discontinua, con diferencias según el mercado del cual se trate. Puede ser una demanda discontinua y dispersa, como es actualmente la de la vivienda, es decir, la demanda solvente fluctúa

con los cambios en la estructura de distribución del ingreso y, existen miles de demandantes muy dispersos y diversos en condiciones de pago y ubicación geográfica, aparte de grandes sectores que permanecen, dado sus ingresos, imposibilitados de formar parte de la demanda solvente. En otros sub-mercados, el de las grandes obras civiles, la demanda se halla concentrada en pocos clientes, especialmente en el Estado, pero también es discontinua porque depende del presupuesto de gastos del sector estatal y de sus prioridades no siempre claramente determinables y sujetas, muchas veces, a la discrecionalidad de los funcionarios públicos encargados de su establecimiento y ejecución.

Esta situación de la demanda sería relativizable mediante planes de inversión a largo plazo para las diferentes sub-ramas y/o mediante una planificación económica obligante para todos los sectores de la economía. Pero, en general, hoy no es así, tanto en edificaciones como en obras civiles la continuidad está siempre amenazada.

Sumado a estas características de la demanda, buena parte de la producción funciona por encargos o pedidos que dependen de las necesidades y posibilidades siempre cambiantes de los demandantes, pero ello no tendría que constituirse en factor que gravitara con mucho peso en la rama, si no se sumara a otras características de la industria de la construcción, pues industrias como la de construcción aeronáutica, naval y de grandes maquinarias especializadas, funcionan con un régimen de pedidos sin que el desarrollo de las fuerzas productivas en esas industrias se haya topado con los obstáculos que ha vivido la rama de la construcción.

Productos y Componentes de gran volumen y peso

La inmensa mayoría de los productos de la construcción -incluidos buena parte de sus componentes-, tienen gran volumen y peso, siendo en la actualidad y en la mayoría de los casos, la relación valor/peso muy baja. Ello determina radios de transporte de los componentes muy cortos y establece un límite al área de acción territorial de las empresas. Estas características de volumen y peso levantan obstáculos al almacenamiento y al transporte del todo evidentes (17).

Aún cuando, el desarrollo de los componentes livianos ha abierto posibilidades para relativizar la significación de estos factores, ellos siguen teniendo una importancia innegable en el conjunto de la rama, implicando límites técnico-económicos que no se pueden ignorar.

Breve Existencia de la Unidad de Producción

Hemos indicado ya cómo los productos de la construcción quedan fijados a la tierra una vez que culmina su producción. Su consumo se da en el mismo sitio donde se produce. Por tanto, cada nueva producción requiere de un nuevo terreno. Pero esto tiene otras consecuencias.

Algunas de las fases del proceso productivo de la construcción no pueden trasladarse a talleres o fábricas sino que deben realizarse en la propia obra. El acondicionamiento del terreno y buena parte del ensamblaje parecen poder mecanizarse más no industrializarse. Aún con todas las fases de la producción que han sido llevadas fuera de la obra (preparación de concreto, producción de componentes, etc.), queda una parte significativa del producto que debe ser resuelto en la obra misma.

Constrastando con la durabilidad de los productos de la rama, la unidad técnica de producción es perecedera en poco tiempo. Dura lo que tarda en producirse la obra. El taller manufacturero específico sólo se constituye para cada obra y sólo durante el tiempo total de producción de ésta. Cuando hablamos de unidad de producción no nos estamos refiriendo a la empresa constructora sino a la acción localizada de ésta, lo que podemos denominar empresa-obra o taller-obra, unidad técnica de producción de aquella para una obra específica. La empresa constructora para acometer una obra debe emplazarse en el lugar donde se va a llevar a cabo la obra. Con el fin de la obra muere esa unidad de producción. "No sólo se constituye el taller manufacturero específico únicamente durante el tiempo de producción de la obra, sino que los diversos procesos de trabajo parciales en que se descompone no actúan simultáneamente y con la misma intensidad durante todo ese tiempo. Por tanto el taller-obra manufacturero va variando en su composición por los trabajos parciales y en la magnitud de éstos a lo largo de todo el tiempo de la obra" (18).

Esta breve historia de la unidad de producción, junto a la obligada dispersión geográfica de la producción que se deriva de una similar ubicación de la demanda a la que debe buscar la empresa constructora en donde está enclavada, marcan e influyen en la organización empresarial y del proceso de trabajo que adopta la rama, incluido el hecho de que el capital fijo debe trasladarse de obra en obra, con las consiguientes trabas para aprovechar las economías de escala. Esto le plantea a las empresas constructoras una serie de exigencias particulares en el manejo de la maquinaria y equipo que, en muchas obras, debe combinar complejidad técnica del capital fijo con posibilidad de ser transportado a los diferentes puntos donde se manifiesta la demanda de obras, dispersamente localizada; incluso en los sub-mercados donde los demandantes están concentrados -obras públicas-, la producción debe ir a diferentes puntos del territorio (19).

Adicionalmente, la movilidad obligada del taller-obra para cada caso implica resolver una articulación específica de dotación y puesta en funcionamiento de materiales, mano de obra y equipo, en este sentido, cada obra es singular, aún en el caso de un diseño repetitivo, pues la conexión con la tierra y los servicios crea particularidades en cada obra. En cada una de ellas hay problemas específicos que resolver, cada obra puede traer nuevos problemas desde el punto de vista constructivo a los cuales hay que dar respuesta. El sistema organizativo y productivo para acometer una obra de construcción no está dado de una vez para siempre, como en una rama de producción en serie, en nuestro caso, a los principios generales de la producción de un cierto tipo de obra, habrá que agregarle lo que cada obra plantea como reto constructivo (20).

La Empresa Constructora y las Obras de Construcción

Las características de dispersión geográfica de la producción y la demanda y, el hecho de verse obligada la rama a un taller-obra manufacturero constituido para cada proceso constructivo, ponen de relieve las exigencias que desde el punto de vista de organización empresarial esto implica, ya no sólo en cuanto a la obra tomada como unidad, sino a la actividad de la empresa constructora como ente de acción permanente. En

efecto, una empresa constructora acomete normalmente varias obras, cada una de las cuales se le presenta como un problema diferente a resolver, como fue indicado anteriormente. La empresa constructora deberá moverse simultáneamente en dos planos: requiere, como toda empresa, un establecimiento central para el manejo de sus negocios, para atender las labores administrativas y las tareas comunes como organización empresarial (administración y contabilidad, mantenimiento, relación con los suplidores y clientes, etc.). Pero a la vez, debe desplegarse como empresa en cada obra; debe funcionar simultáneamente como empresa constructora general y como la constructora de cada obra, como si se tratara de una casa matriz y sus filiales. De allí la importancia que toman las tareas de organización de la producción como fundamentales, esto se hace más relevante si se toma en cuenta que en cada obra hay que resolver los complejos problemas que plantea toda manufactura heterogénea, con su infinidad de procesos independientes que hay que poner en concierto para llevar a cabo con éxito cada construcción que se acometa.

Es por estas razones que hay que destacar que el manejo eficaz de la organización de la producción en su acepción más general y no sólo como manejo del proceso de trabajo, se nos presenta en esta rama como una de las tecnologías más importantes de poseer, más aún en una rama en la cual el camino principal del progreso tecnológico no es la inversión en capital fijo. De hecho, existen empresas que lo que venden es servicios de manejo sistemático de procesos de producción complejos, como la construcción. Al respecto Jorge Sábato ha insistido en tomar en cuenta la importancia todas las tecnologías implicadas en una determinada rama. "Si se divide en etapas el proceso generalmente complejo que permite producir y comercializar un bien o un servicio -nos dice-, se suele atribuir una tecnología a cada una de esas etapas y es así que es corriente hablar de tecnología de estudio de mercado, tecnología de diseño y de cálculo, tecnología de "lay-out" y de montaje, tecnología de producción propiamente dicha (o de proceso), tecnología de distribución y venta, etc. En los trabajos académicos se suele asignar mayor importancia relativa a las tecnologías de proceso, pero ello no siempre es así en la vida real, y según sean las circunstancias, cualquiera de las otras tecnologías que intervienen pueden tener

igual o mayor importancia que la de proceso" (21). Esta consideración tiene no sólo importancia en relación a la fase de producción propiamente dicha sino a la fase de circulación del producto, a la cual nos referiremos más adelante, que requiere de un manejo adecuado de todo un conjunto de factores sin los cuales la producción puede toparse con problemas para su realización y continuidad.

El Lugar de la Construcción en la Economía Nacional

La industria de la construcción es una rama de demanda final y con múltiples relaciones inter-sectoriales con el resto de la economía. Esto la hace muy sensible a todo lo que acontezca en el panorama económico, producción en la construcción tal como se presentan en la actualidad, hacen que los trabajadores que fluyen a la rama estén sometidos a condiciones de trabajo peores que las de la mayoría de la clase obrera-industrial, esta situación se da, en los países capitalistas desarrollados, apoyados en buena medida en las condiciones de trabajo de los trabajadores inmigrantes; en nuestros países, sacando provecho de la abundancia de mano de obra, en las condiciones más extendidas de sobre-explotación, en parte debido a la debilidad o ineffectividad de la organización sindical, en parte a las condiciones mismas del desarrollo capitalista de nuestras formaciones sociales que crean un ejército industrial de reserva particularmente abundante. Mientras sea posible mantener a la mano de obra en esas condiciones de trabajo y a costos bajos de remuneración, ello seguirá levantando obstáculos al desarrollo de las fuerzas productivas en la rama de la construcción.

Es necesario, sin embargo, tener presente que el volumen y sobre todo las exigencias técnicas de cierto tipo de obras, puede moderar esta tendencia al uso generalizado de la mano de obra. Lo mismo puede pensarse si llegaran a ponerse límites a los sobre-explotación de la fuerza de trabajo.

Los fenómenos que tienden a perpetuar el peso de la mano de obra en la industria de la construcción, hay que matizarlos según las sub-ramas de que se trate, pues lo que adquiere una forma generalizada y radical en la construcción de edificaciones, es más moderado

en la sub-rama de obras civiles, sin dejar de ser importante. Si esta configuración factorial de la rama tiene una importancia innegable en nuestros países subdesarrollados, que ocupan lugares periféricos y dependientes en el circuito capitalista, no hay que olvidar que se encuentra también presente, bajo otras formas e intensidades, en los países desarrollados, lo cual no deja de llamar la atención como elemento de análisis de las trabas que encuentra en todas las formaciones sociales el avance técnico en la rama de la construcción.

4. El Ciclo del Capital en la Construcción

Hasta aquí nos hemos referido fundamentalmente al proceso de trabajo, pero para entender la manera como opera la rama de la construcción, hay que seguirle la pista al proceso que siguen los capitales involucrados tanto en la producción como en la circulación, es decir al ciclo del capital en la rama (25).

La esfera de la producción comprende la transformación del capital mercantil -bajo la forma de medios de producción y fuerza de trabajo-, en capital productivo. El proceso de producción aparece como la unidad del proceso de trabajo y del proceso de valorización. Proceso de trabajo en tanto actividad de producción de valores de uso: Proceso de valorización en tanto proceso de conservación y acrecentamiento del valor mediante la producción de esos valores de uso que se materializan en las mercancías de la rama. En el régimen capitalista se da entonces un sometimiento del proceso de trabajo para convertirlo en medio del proceso de valorización.

La esfera de la circulación comprende a su vez dos fases, en medio de las cuales se da el proceso de producción. La primera fase de la circulación corresponde a la transformación del capital de su forma dinero a su forma mercancía para obtener los elementos del capital productivo: medios de producción y fuerza de trabajo. En esta fase el capitalista aparece como comprador, es la fase de compra. Operado el proceso de producción nos encontramos con la segunda fase de la esfera de la circulación: la fase de venta, en la cual se da la transformación del capital de su forma de mercancía a su forma dinero (26).

Un rápido recorrido por el ciclo que describe el capital en la construcción nos permite constatar lo que puede aportar este tipo de análisis.

Primera Fase de la Circulación: La Fase de Compra

La primera fase de la circulación corresponde, como dijimos, a la transformación del capital productivo de su forma dinero a su forma mercancía para obtener los medios de producción y la fuerza de trabajo.

Los medios de producción que se requieren en la construcción son básicamente: materiales y componentes, maquinaria, equipo y herramientas, materiales auxiliares (lubricantes, combustibles, etc.) y, proyectos y tecnología. La fuerza de trabajo, por su parte, está compuesta por una variedad de oficios, desde el ayudante hasta el maestro de obra, además del personal administrativo y técnico. Igualmente, debe asegurarse el acceso al terreno donde va a realizarse la obra.

La compra de los medios de producción y de la fuerza de trabajo implican gastos debidos al propio proceso de compra. Son costos de circulación para cambiar de forma al capital dinero en mercancías aptas para la producción. Seleccionar los medios de producción, reclutar la fuerza de trabajo, hacer los pedidos, recibir las entregas, requiere tiempo, fuerza de trabajo y otros gastos, sin los cuales las funciones de la circulación no pueden cumplirse a cabalidad. Toda esta actividad requiere, además, gastos de contabilidad y control que también consumen medios y fuerza de trabajo, incluido el cálculo de precios de las mercancías que deben adquirirse.

Otros gastos de circulación provienen del almacenamiento de los insumos, aunque se busque reducir al mínimo este almacenamiento, su magnitud dependerá de: 1) la distancia y el tiempo del transporte de los mismos; 2) la dispersión geográfica de los proveedores; 3) la ubicación misma de la obra en relación a los sitios de aprovisionamiento.

Dado el extendido tiempo de producción en la industria de la construcción, la incorporación de los

insumos no se realiza en esta rama mediante una compra e incorporación instantánea de todos ellos. Van entrando a todo lo largo del proceso productivo, teniéndose que salvar la madeja de problemas que implica la heterogeneidad y diferente grado de desarrollo de los productos de las ramas de producción de materiales de construcción. Esta secuencia de suministro debe ser resuelta de manera eficiente, a riesgo en contrario de aumentar el tiempo de circulación y con él el tiempo total de rotación del capital.

La forma de compra de los materiales no presenta en la construcción una diferencia sustancial con respecto a otras ramas: compra al contado o a crédito, fuera de los casos de suministro directo por parte del cliente o del promotor, el ejecutante directo de la obra recibe los materiales en forma mercantil.

Para obtener el terreno para la construcción el promotor se vale de diversas formas que van desde la compra pura y simple hasta la asociación con el propietario del terreno, pasando por el alquiler en el caso de ciertas construcciones para el uso industrial y comercial. La renta pagada o su capitalización bajo la forma de precio del suelo va a circular junto al producto, toda vez que una vez realizada la construcción es inseparable de su base territorial. La industria de la construcción funciona en este caso como vehículo para la realización de la renta.

Para llevar a cabo una construcción se requiere igualmente obtener herramientas, maquinarias, instalaciones fijas -tanto en la obra como en la sede de la empresa- y, medios de transporte. Cada tipo de capital fijo tiene formas variadas mediante las cuales se pueden obtener. En el caso de las instalaciones provisionales, éstas se incluyen normalmente como parte de la obra misma o mediante la adquisición o arrendamiento de construcciones prefabricadas fijas o móviles. Para la sede de los locales para oficinas, depósitos, talleres, ello se realiza mediante los mecanismos normales que operan en el mercado inmobiliario: arrendamiento y compra. En el caso de la obtención de herramientas, maquinaria y equipos de transporte, las formas de circulación son variadas: compra al contado (sobre todo para herramientas y equipos menores), compra a crédito, alquiler y arrendamiento con opción a compra (leasing).

En la industria de la construcción al estar separados diseño y producción, el proyecto y la selección tecnológica son adquiridos como un insumo, lo cual implica un proceso largo de interacciones entre el equipo que lo elabora y su destinatario -la empresa-, quien lo utiliza como elemento organizador de la obra. Como en la industria de la construcción no estamos frente a una rama de producción en serie maquinizada, en cuyo caso la mayoría de los procedimientos y detalles de diseño están implícitos en el propio organismo productivo, la elaboración y adquisición del proyecto para cada obra no se puede obviar. Esto implica problemas que alargan esta fase de la circulación. Aparte del tiempo y los recursos que se requieren para dotarse de proyecto y tecnología, dentro de los gastos y el tiempo de circulación deben contarse los requeridos para la aprobación de los permisos exigidos por diferentes instituciones del Estado.

Tanto en la compra de del capital fijo como en la de los materiales, se supone que ya se han operado previamente otros procesos de producción en aquellas ramas que ponen a disposición mercancías aptas para transformarse en capital productivo. Las interrupciones en otras ramas, la producción insuficiente o las perturbaciones en la esfera de la circulación, bien se trate de obstáculos en el comercio nacional o de inconvenientes en el mercado de importación, tienen consecuencias innegables en el flujo del proceso de producción en la rama de la construcción propiamente dicha. De manera que desde la esfera de la circulación en su fase de compra se pueden crear entramamientos al ciclo completo y al transcurrir normal de la esfera de la producción.

La adquisición de la fuerza de trabajo, último elemento a considerar en la fase de compra de la circulación, aparece en el mercado como mercancía de su poseedor dispuesto a venderla, porque el obrero no puede utilizarla dado que carece de los medios de producción. La venta de la fuerza de trabajo se da bajo la figura del salario, monto de dinero que el trabajador utiliza para su consumo individual para reproducirse a sí mismo y poder ofrecer de nueva su fuerza de trabajo en el mercado.

Las formas de salario que se presentan en la construcción son el salario por tiempo y el salario por

piezas o a destajo, este último tiene un peso específico muy importante en la rama objeto de nuestro estudio. Existen formas mixtas de ambos tipos de salarios (salario básico por tiempo más prima por pieza producida, subcontrato de mano de obra que establece la tarea específica a realizar). En la construcción al terminar cada obra e, incluso, cada fase de la misma, el comprador de la fuerza de trabajo despide a toda o parte de su mano de obra, aún cuando se disponga a reiniciar un nuevo proceso productivo, una forma de reducir la utilización de la fuerza de trabajo a su período indispensable.

La Esfera de la Producción en la Construcción

Recordemos que en la esfera de producción discurren simultánea y solapadamente el proceso de trabajo y el proceso de valorización. El valor de la mercancía producida estará compuesto por el valor de los componentes del capital productivo más el producto del valor adicional creado en el proceso por el trabajo vivo. Se produce un plusvalor porque se paga los medios de producción y el valor de los medios de vida necesarios para la reproducción de la fuerza de trabajo (bajo la forma de salario), pero la fuerza de trabajo crea un valor superior al necesario para su propia reproducción. La unidad del proceso de trabajo y del proceso de valorización es la que permite entender por qué tras el proceso de trabajo, el producto resultante contiene un valor acrecentado. Es que el proceso de trabajo está al servicio de la creación de un plusproducto y de un plusvalor que genera un excedente.

El recorrido del capital en la esfera de la producción representa el tiempo de trabajo. En la construcción es característico un tiempo de producción largo. Ello está determinado por la naturaleza discreta de los productos de la construcción y por el bajo desarrollo relativo de las fuerzas productivas del trabajo en la rama.

El período de producción incluye el proceso de trabajo, pero es mayor que éste. En efecto, entre el momento en que el capital toma la forma de capital productivo y el momento en que toma la forma de producto (capital mercantil) no siempre está en proceso laboral. El tiempo de producción se compone tanto del período en el cual el capital está en acción en el proceso

de trabajo, como por el período en el cual es un producto inacabado que debe ser sometido a nuevos procesos para ser terminado o tiene que esperar la acción de procesos que dependen de la naturaleza (en el caso de la construcción, el fraguado o el secado).

Si entendemos por jornada laboral "a la extensión del tiempo de trabajo durante el cual el obrero debe gastar diariamente su fuerza de trabajo, durante el cual debe trabajar diariamente" y, por período de trabajo "el número de jornadas laborales conexas requerido en una rama determinada de los negocios para suministrar un producto terminado"; cuando estamos frente a una esfera de producción de tipo discreto, como la construcción, "el producto de cada jornada laboral es aquí sólo un producto parcial que se sigue ejecutando día a día, y que sólo recibe su figura terminada, sólo es valor terminado de uso al final de un período más o menos prolongado de tiempo de trabajo" (27). De allí el porqué en la rama de la construcción el tiempo de trabajo es largo, aunque la jornada laboral no sea en la mayoría de los casos muy diferente de la de otras ramas.

Destaquemos algunos de los elementos del proceso de trabajo o proceso laboral en la construcción, tanto su elemento subjetivo: la fuerza de trabajo, como sus elementos objetivos: los medios de producción (objeto y medios de trabajo).

Cuando se analiza el objeto de trabajo de la industria de la construcción se constata el impacto que tiene sobre la organización de la producción el hecho de la presencia de materia bruta y materia prima con toda una gama de grados de transformación, desde las más simples hasta los componentes pre-fabricados. Esto tiene un efecto muy concreto: así como hay insumos que vienen preparados para su ensamblaje en obra, una buena parte de ellos debe todavía sufrir transformaciones en el mismo sitio de la obra. Aunque la tendencia, en la búsqueda de acortar el tiempo de producción, es a la reducción del trabajo a pie de obra al mínimo, todavía persiste en buena parte de las sub-ramas, con diferencias según el grado de desarrollo de la construcción en cada economía, un porcentaje considerable de transformación en el propio taller-obra de materia bruta y materia prima simple en componentes pre-ensamblables, lo que alarga el proceso de producción.

Entre las condiciones objetivas del proceso de trabajo se destaca la tierra. Puede en un mismo proceso actuar como objeto de trabajo (de un movimiento de tierra) y como medio de trabajo, siendo medio de trabajo general, pues brinda al trabajador el lugar donde estar y al proceso laboral el campo de acción donde desenvolverse (28). La diferencia de la construcción con otras ramas es que en este caso la tierra, como condición general de producción, permanece unida al producto en la circulación y el consumo, lo que significa que se requiere una base territorial distinta para cada proceso de trabajo, lo que conspira contra la continuidad de la producción en la rama.

En cuanto a los medios de trabajo y, en particular al capital fijo, es necesario anotar que la significación de éste varía entre unas sub-ramas y otras, aún cuando en la rama en su conjunto la significación de la maquinaria y el equipo es inferior a la presencia de ellos en promedio de las ramas económicas. En la sub-rama de edificaciones la participación del capital fijo es menor que en la de obras civiles. Pero, incluso al interior de una sub-rama y entre diferentes fases o procesos de trabajo parciales, su significación puede presentar diferencias sustanciales. Un análisis del índice de mecanización por procesos de trabajo parciales puede evidenciar esto.

La participación de la fuerza de trabajo en la construcción se deriva de las características de ésta como manufactura, del hecho que el proceso productivo se basa en las habilidades del obrero. La vinculación de la mano de obra en el proceso de trabajo se efectúa previa demostración de su destreza en el oficio para el cual es requerida. De allí la frecuencia del trabajador temporal, a prueba. Si su demostración de competencia no resulta satisfactoria, será despedido o trasladado dentro de la misma obra a desempeñar otras tareas. Ello implica una rotación de la fuerza de trabajo muy intensa.

Al tener la construcción una división del trabajo de manufactura predominantemente heterogénea, que implica procesos de trabajo parciales relativamente independientes, se abre la posibilidad de asumir cada uno de estos sub-procesos de trabajo como una unidad, despidiendo a los obreros al final de cada fase, lo que hace que se

minimice la posible existencia de capacidad ociosa de la fuerza de trabajo a lo largo del proceso de producción, situación ésta que se complementa con la remuneración por piezas o ajustes, todo lo cual implica una inserción de la fuerza de trabajo en el proceso de producción con un rendimiento, en términos del tiempo neto de producción/tiempo de trabajo, apreciablemente alto, lo cual sirve para compensar las interrupciones del proceso constructivo. Se trata, a fin de cuentas, de una forma de trabajo con una alta tasa de explotación de la fuerza de trabajo, por la prolongación de la jornada de trabajo y por la intensificación de éste, precisamente por la combinación de las formas de contratación de la fuerza de trabajo (salario mixto por tiempo y por pieza, a destajo o sub-contrato de mano de obra) y sus implicaciones en la producción.

La Segunda Fase de la Circulación: La Fase de Venta

En la esfera de circulación, dijimos, pueden distinguirse dos fases, la fase de compra -ya analizada- y, la fase de venta, en la cual se da la transformación del capital en forma mercantil a su forma de dinero. Llevado este movimiento cíclico a una escala temporal tendremos, dentro del tiempo total de circulación del capital, un tiempo de compra y un tiempo de venta. Considerando ambas fases, la metamorfosis más difícil es la que lleva al capital mercantil a su forma dinero y, por ello constituye normalmente la fracción más prolongada del tiempo de circulación (29).

Cuando nos referimos a la circulación en la rama de la construcción, hay que tener presentes varios elementos adicionales. En primer lugar, que por tratarse de una rama que produce una variedad de productos, la circulación de ellos va a ser relativamente distinta según la forma como se articulan en cada uno de ellos la producción y la circulación y, el destino de dichos productos (no es lo mismo la circulación de una vivienda que la de una represa hidro-eléctrica, para señalar dos casos extremos). En segundo lugar, los productos de la construcción se encuentran fijados a la tierra, de tal manera que junto al producto circula la renta del suelo o su capitalización. En tercer lugar, que dado que están fijados a la tierra, los productos de la construcción entran dentro del grupo de mercancías cuya circulación

ocurre sin su movimiento físico, de allí que "lo que aquí se mueve realmente es el título de propiedad de la cosa, no es la cosa misma" (30). En cuarto lugar, como los productos de la construcción contienen un alto valor (que se refleja en sus precios) y son de consumo prolongado, hace que "habitualmente entren en la esfera del consumo antes de completar su transformación de formas-mercancía a formas-dinero del capital comercial. Por ello, en la circulación de estos objetos el papel del capital financiero es clave y el dinero del comprador final actúa como medio de pago más que de compra. Así mismo, el valor de uso prolongado de los objetos permite la posibilidad de su retorno como mercancías al ciclo del capital comercial, desde la esfera del consumo y también su constitución como garantía de préstamo, en la circulación del dinero" (31).

En el caso de las edificaciones, dada la singularidad de sus formas de circulación, ellas hacen posible el retorno a la circulación de un determinado producto bajo otra forma: edificaciones residenciales que son transformadas en comercios, locales comerciales que se venden como vivienda, etc. Cambios de uso que están asociados a la captación de los incrementos de la renta del suelo por medio del alquiler o la venta del producto revalorizado por dicho cambio de uso (32).

La fase de venta de la circulación de muchos de los productos de la construcción se lleva a cabo simultáneamente con su consumo, dado que se trata de un consumo prolongado y no de un consumo-destrucción como en el caso de los productos perecederos. A partir de esta circunstancia se desarrollan formas de créditos (financiamiento a mediano y largo plazo). El tiempo de venta de una edificación residencial puede llegar a 20 o 30 años, el de ciertas obras civiles puede ser más extenso aún, según sea el tipo de la forma de venta. De allí que se creen las condiciones para que aparezcan fracciones especializadas de capital destinadas al financiamiento de este largo período de la circulación, incluidas las instituciones financieras internacionales que financian obras civiles y ciertos programas de edificaciones.

Las formas de circulación en su fase de venta en la construcción son muy variadas (33): la venta a plazo, el arrendamiento, el arrendamiento con opción a compra

(leasing inmobiliario), la venta al contado, bastante conocidas, por lo que no requieren mayor explicación. Pero, igualmente, nos encontramos en la segunda fase de la circulación de los productos de la construcción con: la venta anticipada, que es utilizada cuando las obras se realizan por pedido o encargo, tanto en las obras solicitadas por el Estado como en los casos en los cuales el mercado de la vivienda domina la producción por encargo y no la oferta a un mercado anónimo (34).

En esta forma de venta anticipada o por encargo, la forma de pago comprende un anticipo y pagos parciales a través de valuaciones periódicas sobre las fracciones de obra ya realizadas, con lo cual se solapa la esfera de la producción con la fase de venta de la circulación. Otra forma de circulación es mediante el cobro de tarifas por la utilización de los productos, en especial para aquellos que sirven de base para la prestación de servicios públicos, de manera de ir recuperando sus costos; no hay que perder de vista, sin embargo, que estas obras de construcción que realiza el Estado frecuentemente implican una realización incompleta de la mercancía, en los casos en que están subsidiadas, dado que aunque se haya pagado completa la obra a la empresa constructora, los consumidores finales de la obra no pagan por su utilización sino una fracción de su precio. Finalmente, también se presenta la circulación de los productos de la construcción mediante la concesión, el beneficiario de aquella se cobra la obra mediante tarifas de uso de las instalaciones construídas durante el período que dura la concesión (peaje de autopistas, por ejemplo) (35).

Las formas de circulación presentadas indican la variedad de mecanismos de transformar la mercancía-construcción en dinero para asegurar el reflujo del capital en su ciclo. Formas variadas que tratan de minimizar los obstáculos con que se topa esta metamorfosis del capital en una rama que sólo tras un prolongado tiempo de producción puede obtener un producto utilizable, que no se transforma en dinero sino mediante un difícil esfuerzo en la fase de venta.

5. El Papel del Capital Prestado

Tanto por las características de su producción, como por las de su circulación y consumo, la rama de la

construcción requiere que el crédito juegue un papel de primer orden para el desarrollo de las relaciones capitalistas en su seno. "La ejecución de obras que exigen un período considerablemente prolongado de trabajo y se efectúan en gran escala -señalaba Marx-, sólo pasa completamente a manos de la producción capitalista cuando la concentración del capital ya es muy importante y, por otra parte, el desarrollo del sistema crediticio le ofrece al capitalista el cómodo recurso de adelantar, y por ende también de arriesgar, capital ajeno en lugar del propio" (36). Con diferencias, según se trate de edificaciones u obras civiles, el capital a préstamo entra como un componente importante en el conjunto de los capitales involucrados en las operaciones de producción del medio ambiente construido.

Así como el hecho que la circulación de cualquier mercancía se deje en manos del capital comercial, en vez de ser asumido directamente por el capital industrial, no supone una transformación sustantiva de los mecanismos estructurales que operan en el ciclo del capital, sino más bien una distribución funcional del mismo en varios agentes, el hecho que se trabaje con capital ajeno lo que significa es una distribución diferente de la ganancia entre los capitales involucrados. Sin embargo, ésto que es cierto considerado a escala social, es relativo cuando se considera el capital individual. Si antes de que se complete el ciclo en la circulación de un cierto tipo de mercancía, desde el punto de vista del capitalista individual que la ha producido, él recupera un volumen de capital capaz de relanzar la producción, porque otro agente se encarga de que se realice en el mercado, para ese capitalista individual el ciclo se ha completado y aumenta la velocidad de rotación de su capital a cambio de lo cual una parte de su ganancia ha sido transferida al capital comercial, que funciona para él como un comprador de su producto. El sistema crediticio tiene un papel semejante, permite poner en funciones productivas capitales que de esa forma no tienen que esperar que se complete todo el ciclo, a cambio de lo cual una parte de la ganancia toma la forma de intereses para remunerar el capital a préstamo.

Pero, el papel dinamizador del crédito y del capital comercial en el tiempo de rotación de los capitales individuales no es homologable a su papel cuando se

considera su influencia a escala social, a este nivel el crédito y el comercio sólo modifican la rotación si además de acelerar la producción aceleran la circulación, lo cual no siempre es fácil de lograr en ramas como la construcción. En efecto, si los mecanismos referidos aligeran el tiempo de rotación de los capitales individuales, a escala social el ciclo del capital debe completarse, lo que significa que hasta tanto la circulación no hay concluido realmente, quedan grandes masas de dinero cautivo destinadas a la amortización de los productos de la construcción que se pagan a mediano y largo plazo. Mientras no haya contracción del mercado las consecuencias no son evidentes, pero aparecen cristalinas en los períodos recesivos, cuando las perturbaciones en el crédito, en el comercio y en la producción, dejan ver que la rotación de los capitales individuales pueden llegarse a dar sin que se haya completado el ciclo del capital social en una rama, lo que crea serios problemas para los mecanismos del crédito sigan operando de la forma que lo hacen en épocas de expansión económica, sobre todo en lo que se refiere al financiamiento a largo plazo (37).

El papel del crédito asegura, entonces, la posibilidad de financiar la circulación, tanto en su fase de compra (crédito para adquisición de los elementos del capital productivo), como en su fase de venta (créditos a los compradores). Ambos tipos de préstamos permiten financiar la prolongada producción y circulación característica de la rama de la construcción, posibilitando a su vez que entren a operar empresas sin una alta concentración de capitales.

6. Promotores y Constructores

Si el ciclo del capital se compone tanto del proceso de producción como de sus dos fases de circulación, la comprensión de la dinámica de la producción debe captarse de manera de dar cuenta del ciclo completo. En cada rama o sub-rama la organización empresarial toma una fisonomía particular para dar respuesta a la forma como se da en ella la producción-circulación. En una rama de productos de tipo discreto, con un tiempo de producción y circulación prolongados, no cabe esperar la misma organización empresarial que en una rama de producción continua y tiempos de producción y circulación más bien cortos. Aunado, en el caso de la

construcción, al papel de la tierra en el proceso de producción-circulación. Para entender la forma como opera la construcción es menester poner en claro el papel que juegan la producción por encargo y la figura del promotor.

La producción por encargo o pedido juega roles diferentes según las sub-rama a la que nos refiramos e, incluso, depende del sub-mercado del cual se trate. En el caso de la producción de la vivienda, la producción por encargo está más relacionada a una forma de producción transicional entre la producción simple de mercancías (autoconstrucción) y la producción manufacturera destinada a la venta. Es una forma mediante la cual los propios usuarios ejercen un papel activo en la construcción, solventando una serie de obstáculos (tierra, financiamiento) (38). Pero, de otra parte, la producción por encargo tiene un rol muy diferente en otras sub-ramas (obras civiles) e, incluso, en la de las propias edificaciones para otros usos. En este caso la producción por encargo no está relacionada necesaria ni principalmente con las formas atrasadas de producción sino con la forma como se expresa la demanda. Es difícil que haya una oferta para el mercado de cierto tipo de obra (edificaciones para actividades específicas privadas o estatales, puentes, vías, etc.), sin que previamente se hayan manifestado los demandantes. Aunque la demanda pueda tener una talla considerable, hasta el punto que justifique la existencia de empresas especializadas en un determinado ramo, es difícil que esas empresas puedan anticipar la demanda. El demandante -Estado o empresas- juega un papel central, manda a construir y adquiere la construcción. Quien controla técnicamente la obra es la empresa constructora, pero el control económico queda en otras manos. Este tipo de demanda anticipada no es privativa de la construcción, también se presenta en otras ramas de producción de productos complejos (industria aeronáutica, naval, cierto tipo de maquinaria, etc.).

A lo anterior hay que sumar que en la construcción cada proceso productivo requiere de un nuevo terreno, ello implica que para invertir en la rama hay que inmovilizar sumas considerables de dinero para adquirir la base territorial o encontrar quien lo haga. Cuando la producción es por encargo, el demandante se encarga

de esto, pero en los casos de los sub-mercados en los cuales hay una demanda anónima posible de anticipar (caso de edificaciones residenciales, comerciales, financieras o recreacionales), el problema de la tierra debe ser resuelto por quienes controlan o ponen en acción la operación inmobiliaria.

En una rama de tiempo de producción y circulación largos y que tiene como condición de producción un terreno diferente para cada proceso, tendrá que dar lugar a un capital capaz de soportar y organizar toda la operación. Esto significa un capital (y su agente concreto) que adquiera el terreno, garantice el capital de circulación para adquirir los elementos del capital productivo y para colocar el producto en el mercado. Ello implica, a su vez, la obtención del financiamiento necesario. De allí que es muy probable que control económico y técnico de la producción estén separados.

Las categorías control económico y control técnico (39), nos parecen adecuadas para desentrañar la forma como se desenvuelve la actividad de la construcción, aun cuando en ciertos casos tal separación no coincide con diferentes agentes. Cuando hablamos de Control Técnico de la Producción nos referimos a "la capacidad de regular la puesta en acción de los medios de producción [y de la fuerza de trabajo], desde el punto de vista del proceso de trabajo". Por Control Económico de la Producción se entiende el dominio sobre los medios de producción desde el punto de vista económico, lo que implica poder desencadenar el proceso productivo, definir sus características y detentar la disponibilidad económica sobre el producto (40).

En la industria de la construcción la figura del promotor tiene precisamente las funciones inherentes al control económico de la producción. Es un agente que juega un papel central en la esfera de la producción. El hecho que se encargue de adquirir la tierra y realizar el producto no lo convierten en rentista o comerciante como elemento determinante, el promotor utiliza la propiedad de la tierra con fines capitalistas, buscando la realización y la acumulación y reproducción del capital. En la mayoría de los casos el promotor puede jugar el papel central en la producción debido precisamente a que controla la propiedad de la tierra y es capaz de reunir capital propio y ajeno para financiar la producción y la circulación.

De este conjunto de elementos se deriva que, en la construcción ciertos agentes pueden controlar y desencadenar un proceso de producción concreto aún cuando no dirijan el proceso de trabajo. Esto tiene variadas consecuencias: las sobre-ganancias derivadas de la renta del suelo (y en ciertos casos de una productividad mayor en el proceso productivo), son apropiadas por quien tiene el control económico de la producción (y la propiedad sobre la tierra). De otra parte, las empresas constructoras se les facilita un mercado más continuo porque los obstáculos de la base territorial y de buena parte del financiamiento son resueltos por otros agentes, que a su vez, al encargarse directa o indirectamente de la circulación hacen posible que la rotación del capital de las empresas constructoras sea más breve; es más, el promotor normalmente va pagando fraccionadamente la mercancía que está produciendo el constructor, mediante el sistema de valuaciones de obra realizada.

En efecto, si en términos de rotación del capital del empresario constructor, éste tuviera que soportar hasta el final de la obra para reponer mediante la venta el capital desembolsado, tendría que presentarse en la rama una importante concentración de capital, unos capitales individuales de enorme magnitudes, pero más bien lo que encontramos, fuera de excepciones muy particulares, son empresas con una media de capital menor al de otras ramas. El hecho es que aunque la rama de la construcción se encarga de la producción de productos de naturaleza discreta, el constructor presenta sus desembolsos como si se tratara de una producción continua. El reponer su capital mediante la entrega parcial de la obra haciendo uso de valuaciones, una forma de venta anticipada del producto, presentándose en muchos casos que el capital realmente desembolsado por el constructor es menor que el capital dispuesto gracias al aporte del promotor. Para que esta forma de flujo de costos y pagos opere se requiere de la existencia de agentes que lo aseguren, de allí el papel del promotor y del financista (41).

Estas categorías de control económico y control técnico de la producción, junto a las formas características del flujo de costos y pagos entre promotor y constructor, permiten analizar no sólo los casos típicos de la promoción inmobiliaria para la venta al mercado

anónimo, sino también cómo el rol de promotor puede ser jugado por el cliente (Estado, empresas o unidades familiares), cuando contrata a una empresa constructora para que realice una obra que aquel requiere, asumiendo aquí también el papel de hacer rotar más rápidamente el capital del constructor, controlando económicamente la operación inmobiliaria.

7. El Consumo de los Productos de la Construcción

Queda por considerar otro plano del análisis, la esfera del consumo de los productos de la industria de la construcción. Esfera donde se hace efectivo el valor de uso de estas mercancías.

Lo característico de los productos de la construcción es, desde este punto de vista, su consumo prolongado y fraccionado, variable según el caso que estemos analizando. No debe perderse de vista que, aparte del valor de uso de cada producto, como conjunto el medio ambiente construido da lugar a valores de uso complejos, efecto de una sucesión de procesos de producción, pero difícilmente reproducibles por un capital individual por importante que él sea. En efecto, la aglomeración urbana da lugar a un tejido urbano, como la llama Henri Lefebvre (42), o a un sistema de soportes materiales, como lo llama Emilio Pradilla (43), que resultan de la urdimbre de diferentes productos de la construcción, cuyo valor de uso complejo sólo se hace efectivo por esa reunión particular y articulada de ellos.

El consumo de los diversos productos de la construcción está mediado, como cualquier otro bien, por las diferencias que establece la ubicación de las clases sociales en nuestra sociedad, que establece una participación diferenciada y desigual en la distribución del producto que explica la apropiación jerarquizada de los valores de uso, según las estructura de distribución del ingreso.

En el estudio de las formas de consumo pueden diferenciarse los productos de consumo productivo y no productivo (individual y colectivo). A partir de esta distinción es posible establecer una taxonomía mucho más variada, sobre la cual algunos investigadores han trabajado, pero sobre la cual no podemos extendernos aquí (44).

Palabras Finales

Queda por aclarar un aspecto. Es un hecho que la construcción es una de las ramas que tropieza con más obstáculos para la instauración en su seno de las relaciones capitalistas. Ciertamente ésta no es una situación homogénea en toda la rama, en algunas subramas (construcción de edificaciones) este hecho es más pronunciado, en otras (obras civiles) más tenue. De manera que hoy, al analizar la industria de la construcción nos encontramos con una rama que, aunque determinada por las formas capitalistas de producción, presenta en su seno un conjunto de formas de producción atrasadas, cuya fisonomía toma contornos particulares cuando funcionan al interior de una formación social dominada y determinada por las relaciones de producción capitalistas. Es particularmente en la producción de edificaciones donde estas formas de producción arcaicas están más enraizadas, cuyas razones son diversas y están plasmadas en diferentes investigaciones (45). Si aquí referimos la existencia de estas formas de producción es para que se tenga presente al analizar la forma de producción característica del capitalismo en la rama, la existencia de otras formas de producción, cuyo peso cuantitativo es innegable en la construcción.

Si el centro de nuestra atención está focalizado en la producción capitalista en la construcción, es por el significado teórico-metológico que tal opción comporta. A la luz de la producción de mercancías es como puede observarse con más claridad las formas de producción dominadas relativamente por la lógica de la producción de valores de uso.

Ante la necesidad de escoger un camino que esclarezca las características y tendencias principales de la producción y circulación en la industria de la construcción, nos pareció lo más adecuado seguir el enfoque que afirma que "en todas las formas de sociedad existe una determinada producción que asigna a todas las otras su correspondiente rango [e] influencia, y cuyas relaciones por lo tanto asignan a todas las otras el rango y la influencia. Es una iluminación general en la que se bañan todos los colores y [que] modifica las particularidades de éstos. Es como un éter particular que determina el peso específico de todas las formas de

existencia que allí toman relieve" (46). La producción capitalista siempre que puede transforma toda producción en producción de mercancías y, uno de sus medios es arrastrar a toda producción, independientemente de su forma de producción específica, al torrente de la circulación capitalista para que se enfrenten como mercancía unas con otras (47). Y no es un decir, muchos de los estudios del sub-mercado de vivienda de las barriadas muestran como este mecanismo opera en el mercado de compra-venta de esas viviendas, a pesar de las especificidades de tal sub-mercado (48).

De otra parte, es principalmente en la producción de edificaciones -y sobre todo en la producción de vivienda-, en donde las formas más atrasadas persisten. En general, la construcción ha tomado el camino de la producción de mercancías y, la tendencia de toda la rama es en esa dirección, con los matices y características según la sub-rama y el tipo de producto. De allí nuestro enfoque que sin olvidar la variedad de formas de producción, pone énfasis en aquella que establece el peso específico de las demás.

Hemos querido presentar un conjunto de elementos que permitan el análisis de la industria de la construcción desde diferentes aristas, cada una de las cuales abren caminos para la investigación. Es un enfoque producto del trabajo colectivo (49), basado en el estudio de esta rama en la formación social venezolana, pero que a nuestro modo de ver es un camino teórico-metodológico fecundo para otras formaciones sociales. Es una síntesis apretada de una realidad muy compleja, pero la tiranía del espacio no permitía sino abordar los elementos fundamentales, aquellos que nos parecieron de mayor utilidad para que la investigación en este campo progrese sobre la base de los trabajos que en cada país se puedan adelantar, enriqueciendo el camino hasta ahora recorrido, para explorar aquellos tópicos que aún quedan en la penumbra, para mostrar lo común y diverso en las formaciones económico-sociales latinoamericanas, para que el conocimiento de su modo de funcionamiento y de las fuerzas sociales y políticas que se mueven en ellas, nos permitan abrirle caminos a su transformación.

NOTAS:

- (1): Cfr. IDEC-IU-SEU, FAU, UCV, Visión de la Industria de la Construcción en Venezuela, 01/01/82, Proyecto de Investigación "La Organización de la Industria de la Construcción en Venezuela. Componentes y Relaciones, mimeo, Caracas, 1982.
- (2): Karl Marx, El Capital, Siglo XXI Editores S.A., 4a., México, 1977, Tomo I, Vol.2, p. 412.
- (3): IDEC-IU-SEU, FAU, UCV, Equipo de Investigación INCOVEN, "La Construcción como Manufactura Dominantemente Heterogénea", IN: Tecnología y Construcción, N° 3, IDEC, FAU, UCV, Caracas, 1988.
- (4): Karl Marx, Op. Cit., p. 416
- (5): Ibidem, p. 417
- (6): Ibidem, pp. 418 y 419
- (7): Al respecto, Cfr. IDEC-IU-SEU, FAU, UCV, Equipo de Investigación INCOVEN, "La Construcción como Manufactura Dominantemente Heterogénea" y "La Forma Heterogénea de Desarrollo Tecnológico de la Construcción", IN: Tecnología y Construcción, N° 3 y N° 4, respectivamente.
- (8): Cfr. IDEC-IU-SEU, FAU, UCV, Investigación "La Organización de la Industria de la Construcción en Venezuela. Componentes y Relaciones". Informe Final, mimeo, Caracas, 1986.
- (9): Karl Marx, Op.cit., p. 430.
- (10): J.J. Martín, El Proceso de Producción del Medio Ambiente Construido (Una Vía para su Análisis), IDEC-IU-SEU, FAU, UCV, La Organización de la Industria de la Construcción en Venezuela. Componentes y Relaciones. Proyecto de Investigación, DI/04/82, mimeo, Caracas, 1982, p.34.
- (11): Cfr. Alberto Lovera, Desarrollo Urbano y Renta del Suelo en Valencia, mimeo, Caracas, 1978.
- (12): Cfr. Federico Villanueva, "La Cuestión de la Renta Urbana. Una Introducción", IN: Urbana, N° 5, Instituto de Urbanismo, FAU, UCV, Caracas, 1984; Mario Lungo, El Problema de la Tierra Urbana: Un Ensayo de Síntesis Teórica, Cuadernos de Investigación, N° 2, CSUCA, San José de Costa Rica, 1986; Maite Martínez Pardo (Comp.), Estudios sobre la Renta del Suelo, Comunidad de Madrid, Consejería de Ordenación del Territorio, Medio Ambiente y Vivienda, Madrid, 1985.
- (13): Samuel Jaramillo, Producción de Vivienda y Capitalismo Dependiente: El Caso de Bogotá, CEDE, Facultad de Economía, Universidad de Los Andes, Bogotá, s/f., pp.17-18.
- (14): Cfr. al respecto: Alberto Lovera, "Indagaciones sobre la producción de vivienda en los barrios de ranchos, IN: Revista Interamericana de Planificación, N° 65, México, 1983
- (15): Karl Marx, Op.cit., Tomo II, Vol.4, p.277
- (16): Cfr. Samuel Jaramillo, Op.cit., pp. 19 y ss.
- (17): Cfr. Germán Bode Hernández, Hacia la industrialización del Sector Construcción, Instituto Cubano del Libro, La Habana, 1972.
- (18): IDEC-IU-SEU, FAU, UCV, Investigación "La Organización de la Industria de la Construcción en Venezuela. Componentes y Relaciones". Informe Final, p. 21.
- (19): Cfr. Guillermo Vitelli, Competencia, Oligopolio y Cambio Tecnológico en la Industria de la Construcción. El caso Argentino, ONU/CEPAL/BID, Buenos Aires, 1976.
- (20): Equipo IDEC-IU-SEU, FAU, UCV, Op.cit. Informe Final, p.23.

- (21): Jorge A. Sábato, "Empresas y Fábricas de Tecnología", IN: Jorge A. Sábato (Comp.), *El Pensamiento Latinoamericano en la Problemática Ciencia-Tecnología-Desarrollo-Dependencia*, Paidós, Buenos Aires, 1972, p. 209.
- (22): Sobre los productos de la construcción de consumo productivo y no productivo, Cfr. Federico Villanueva, *Los Elementos Básicos del Medio Ambiente Construido. Los Objetos Mercancías Urbanos*, La Organización de la Industria de la Construcción en Venezuela. Componentes y Relaciones. Proyecto de Investigación, DI/08/82, IDEC-IU-SEU, FAU, UCV, mimeo, Caracas, 1982.
- (23): Banco Mundial, *La Industria de la Construcción (Problemas y Estrategias en los Países en Desarrollo)*, Editorial Tecnos, S.A., Madrid, 1985, p.19.
- (24): Banco Mundial, Op. cit., p. 48. Para el caso venezolano, Cfr. Luis Carlos Palacios/ Irene Layrisse de Nicolescu, "Venezuela: Acumulación y Crisis. Una Revisión del Rol de la Construcción", IN: *Urbana*, N° 6, Instituto de Urbanismo, FAU, UCV, 1985
- (25): Aquí no podemos indicar sino los elementos básicos de un tema tan complejo, Cfr. Alberto Lovera, *El Ciclo del Capital en la Construcción*, IDEC, FAU, UCV, Caracas, 1985.
- (26): Sobre los aspectos teóricos del ciclo del capital, Cfr. Karl Marx, Op.cit., T. II.
- (27): Karl Marx, Op. cit., Tomo II, Vol.4, pp.279-280.
- (28): Karl Marx, Op.cit., Tomo I, Vol. I, p. 219.
- (29): Cfr. Karl Marx, Op.cit., Tomo III, Vol.4, Cap. V y XIV.
- (30): Ibidem, p. 178
- (31): Federico Villanueva, Op. cit., p. 5
- (32): Cfr. Federico Villanueva, "op. cit.", IN: *Urbana*, N° 5.
- (33): Para la descripción de las formas de venta en la construcción, nos apoyamos en los trabajos (inéditos) del Proyecto INCOVEN del IDEC-IU-SEU, FAU, UCV.
- (34): Sobre la producción por encargo y producción para la venta, Cfr. Teolinda Bolívar/Alberto Lovera, "La Industria de la Construcción en Venezuela", IN: Emilio Pradilla (Comp.), *Ensayos sobre el Problema de la Vivienda en América Latina*, Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco, México, 1982. También: Samuel Jaramillo, Op.cit.
- (35): Un desarrollo más extenso sobre las formas de la segunda fase de la circulación de los productos de la construcción se encuentra en: Alberto Lovera, *El Ciclo del Capital en la Construcción*, ya citado.
- (36): Karl Marx, Op. cit., Tomo II, Vol. 4, pp. 284-285.
- (37): Cfr. IDEC-SEU-IU, *Visión de la Industria de la Construcción en Venezuela*, ed. cit., pp. 22 y ss. y pp. 60 y ss.
- (38): Cfr. Teolinda Bolívar/Alberto Lovera, Op.cit.
- (39): Samuel Jaramillo, Op. cit., p. 35.
- (40): Ibidem.
- (41): IDEC-IU-SEU, Investigación "La Organización de la Industria de la Construcción en Venezuela. Componentes y Relaciones. Informe Final", ed. cit., pp. 32-33.
- (42): Cfr. Henri Lefebvre, *La Revolución Urbana*, Alianza Editorial, Madrid, 1972.
- (43): Cfr. Emilio Pradilla, *Contribución a la Crítica de la "Teoría Urbana (del espacio" a la "crisis urbana")*, Universidad Autónoma Metropolitana. Xochimilco, México, 1984.
- (44): El trabajo más importante que conocemos en esta línea es: Federico Villanueva, *Los Elementos Básicos del Medio Ambiente Construido Urbano. Los Objetos Mercancías Urbanos*, ed. cit.; cfr. también: Emilio Pradilla, Op.cit.
- (45): Cfr. Teolinda Bolívar/Alberto Lovera, Op.cit.; Teolinda Bolívar, *Barrios de Ranchos y Reproducción de la Fuerza de Trabajo en Venezuela*, mimeo, Caracas, 1979; Alberto Lovera, "Indagaciones sobre la Producción de Vivienda en los Barrios de Ranchos", IN: Op.cit.; Emilio Pradilla, *Capital, Estado y Vivienda en América Latina*, Fontamara, México, 1987.
- (46): Karl Marx, *Elementos Fundamentales para la Crítica de la Economía Política (Grundrisse) 1857-1858*, Siglo XXI Editores, 13a., México, 1984, pp. 27-28.
- (47): Karl Marx, *El Capital*, Tomo II, Vol.4, p.130.
- (48): Cfr. Teolinda Bolívar, "Los agentes sociales articulados a la producción de los barrios de ranchos", IN: *Coloquio*, Vol.1, N° 1 (Vivienda), Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, UCV, Caracas, 1989; Alberto Lovera, "Indagaciones sobre la Producción de Vivienda en los Barrios de Ranchos", IN: Op.cit.
- (49): Enfoque producto del Equipo Investigación IDEC-IU-SEU, FAU, UCV, del cual formamos parte, Proyecto "La Organización de la Industria de la Construcción en Venezuela. Componentes y Relaciones" (INCOVEN), cuyos resultados están siendo publicados principalmente en la revista *Tecnología y Construcción* del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, IDEC, FAU, UCV.

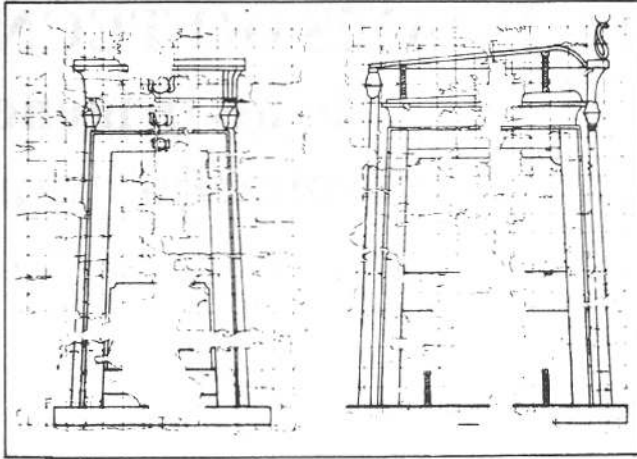
EL GRAFISMO TECNICO: de los orígenes a la revolución industrial

Amparo Rama Vitale (*)

(**) Investigador del IDEC FAU UCV hasta 1985
Profesor Investigador-Asistente del IDEC- FAU-
UCV.

El grafismo técnico nace con la división social del trabajo y con la formación de un excedente económico que lo posibilita. Muchos son los ejemplos de la existencia de documentos dibujados que contienen suficiente información para la producción en las sociedades china, egipcia y mesopotámica. Las llamadas sociedades tributarias o dominadas por el modo de producción asiático, revestían especiales características que hicieron que en su seno comenzaran a desarrollarse los basamentos fundamentales de la representación gráfica. La existencia de un sector letrado, vinculado al poder supraterritorial (Faraón o Emperador dinástico) separado de los medios de producción, que coordinaba la realización de las obras, fue la base para impartir órdenes de producción a través de representaciones gráficas, o bien para la transmisión de un conocimiento. Era el caso de los mandarines chinos que a través de los exámenes imperiales habían accedido al aparato de estado. Pocos de estos documentos quedan en la actualidad dado el tipo de materiales sobre el cual se realizaban tales grafismos, sin embargo, los pocos conservados, permiten visualizar la génesis y el significado de las formas de presentación gráfica en esas sociedades. Las grandes obras hidráulicas, la construcción de los templos religiosos, el levantamiento de las defensas del territorio en una extensión de más de cinco mil kilómetros en China, etc., expresaban sociedades de clases altamente pobladas y donde la

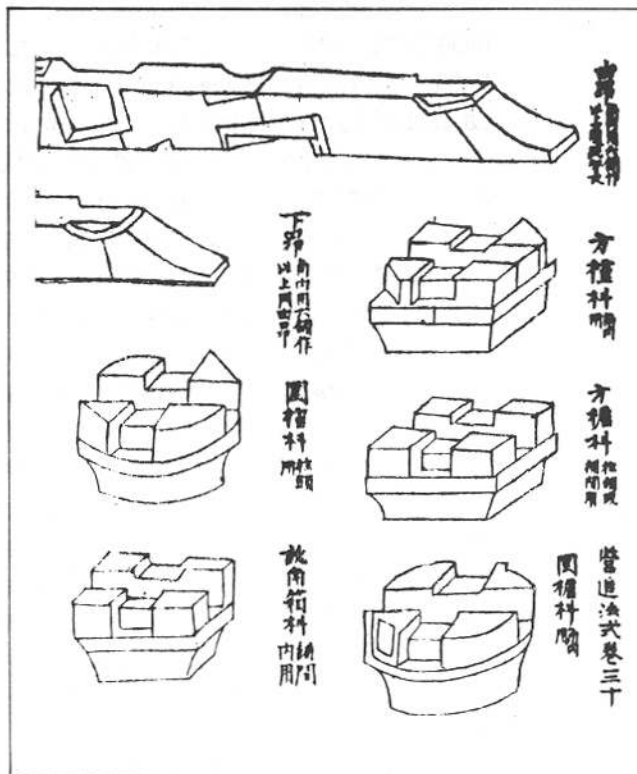
Representación
de un naos,
papiro de
GUR'AB.



necesidad de coordinación central de tales tareas, requería un sector social altamente capacitado para la toma de decisiones. En tales sociedades existía una importante división del trabajo, que si bien no significó una separación del producto de sus medios de producción, era, sin embargo, la base para la formación de tareas diferentes que concluían en las grandes obras del Estado.

El nivel y la forma de las representaciones gráficas que en tales sociedades se desarrollaron, expresaron las determinaciones sociales y las restricciones técnicas que allí se presentaban.

Vigas y
capiteles,
Tratado de los
Métodos de la
Arquitectura
(1097-1145)



Nos interesa señalar la actitud modestamente pragmática y al mismo tiempo eficaz con que se resuelven los problemas de la representación técnica en sus orígenes. Los comienzos ofrecen las bases más seguras para observar cuáles elementos se han observado, cuáles se han modificado y cuales se han perdido. Desgraciadamente, como hemos dicho anteriormente, los documentos de este tipo que se han conservado han sido muy pocos, dada la caducidad del material. Mas cierto aún es que su valor

se ha limitado a la función de medidor entre el objeto imaginado y el objeto real, y en tal sentido terminadas las construcciones su conservación era innecesaria.

Una de las primeras imágenes que nos señalan el uso de documentos técnicos para la construcción de grandes obras es una escultura, la estatua de Gudea, donde vemos reproducido un plano para la construcción de un ziguarat con una especie de escala. Un documento aún más interesante, en este caso egipcio, es el dibujo de Naos (1) del cual se conservan el alzado lateral y frontal. Este dibujo está realizado con tinta negra sobre una retícula en rojo y no posee ninguna otra indicación adicional. La ausencia de cualquier otro tipo de indicaciones hace pensar que la retícula tenía como función permitir el replanteo del edificio en su conjunto y de cada uno de los elementos que lo conforman.

Aún suponiendo la existencia de una vista superior, hoy extraviada, para la construcción era necesario determinar la verdadera magnitud de los elementos inclinados. Como lo indica la propia existencia de este dibujo y el sabio griego Eudemo de Rodas: "la geometría fue descubierta por los egipcios como resultado de las medidas de sus tierras y estas medidas eran necesarias debido a las inundaciones del Nilo que constantemente borraban las fronteras". (2) Si bien no era una ciencia teórica provista de teoremas y demostraciones,

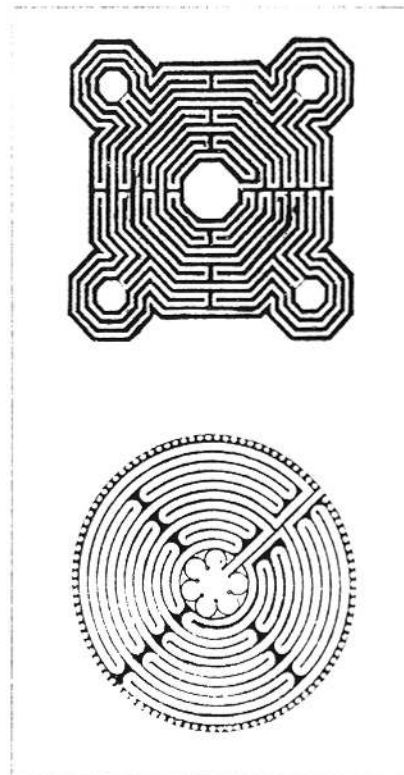
tiene que haber permitido subsanar las carencias de datos adicionales de este dibujo en el momento de la construcción por medio de trazados auxiliares utilizando escuadras y compás.

El dibujo no ha sido el único instrumento utilizado; Needhan señala que para la reconstrucción de la muralla china en 1197, el gobernador manda realizar una porción de la misma para evaluar los costos, la mano de obra necesaria y la cantidad de material que debe preverse. (3). Es lo que hoy llamaríamos un prototipo. En China, cien años antes, es publicado un tratado de arquitectura realizado por varios autores en el que aparecen representados capiteles y vigas según el sistema de proyección perspectiva caballera, este tipo de detalles y sobre todo su forma de representación es poco frecuente en esta época (4). Este tratado, como muchos otros, no están aportando nuevas soluciones técnicas, sino que de hecho recogen y organizan una serie de procedimientos tradicionales en la construcción: en este caso, los ensamblajes de vigas y capiteles de madera. Sin embargo, es interesante observar que este tipo de representación es la más frecuentemente utilizada por los maestros carpinteros y por otros artesanos cuya habilidad no es precisamente el dibujo, pero que sin embargo requieren de él; manuales de este tipo contribuyeron a difundir en toda China los conocimientos de algunos talleres artesanales, pero también sirvieron para que los mandarines, alejados de la producción, tuvieran un conocimiento de los procesos técnicos existentes.

No es sino hasta el feudalismo cuando se comienza a producir un conjunto importante de modificaciones en las formas de representación gráfica. Básicamente, los cambios que se suceden en el aparato productivo y en la estructura social que le es propia, facilitan y al mismo tiempo impulsan dichos cambios. Las invasiones germánicas del siglo V, las presiones moras en todo el sur de Europa, la incapacidad de reconstruir el imperio de occidente con los merovingios y los carolingios - a pesar del leve renacimiento político-cultural que ello significó - y las invasiones normandas

de los siglos IX y X, contribuyeron a conformar un nuevo cuadro político, social, cultural y religioso. Los feudos unificados bajo relaciones de servidumbre-seguridad entre los campesinos y los señores, con lazos de vasallaje entre los propios señores, y relaciones de legitimación entre los señores feudales y la iglesia, fueron instancias productivas, sumamente autónomas, tanto en términos de la producción agropecuaria como de la producción artesanal.

En esas sociedades la iglesia se estructura durante varios siglos como el más importante centro



Laberinto de la catedral de Reims

Laberinto de la catedral de Chartres

cultural. La existencia de un excedente creciente comienza a perfilar un lento desarrollo de las ciudades que se instalan cerca de las antiguas ciudades romanas y bajo las seguridades que les brindan los señores feudales y la Iglesia. A partir del diezmo que obtienen de los campesinos y de los señores, invierten en construcciones religiosas produciéndose un florecimiento de la actividad artística, permitiendo el lento desarrollo de artesanos especializados en los trabajos de la piedra, madera, metales, cerámica, etc. Ello expresa una monetarización en el propio seno del feudalismo desde sus comienzos. Con posterioridad al período de Carlomagno, los centros de producción

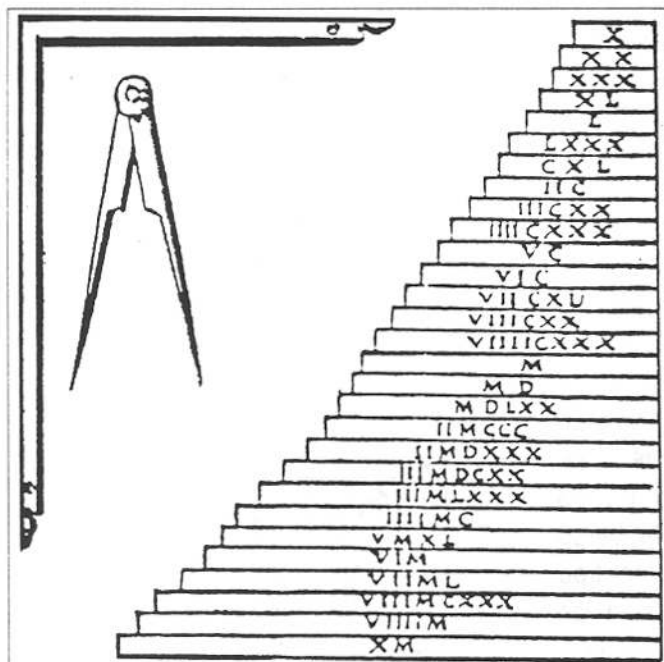
artesanal se trasladaron a los monasterios, permanecieron allí circunscritos al trabajo de los monjes, quienes se organizaron en talleres de acuerdo a las diversas especialidades. Hauser señala, - refiriéndose a un libro de Boissonade - que algunos monasterios se transformaron en verdaderos centros culturales y artesanales, y toma como ejemplo de ello, el monasterio de Saint Riquier, el cual poseía ya para el siglo IX, un verdadero trazado de calles con los talleres agrupados por oficios. (5)

los conventos y las iglesias y, por lo tanto, sus archivos. Otro tipo de obras podían no requerir documentos gráficos o en todo caso, finalizadas estas, perdían toda significación, como fue, probablemente, en el caso de la construcción de castillos. En cambio, la envergadura de una construcción religiosa, su incidencia social y la necesidad de conservar las ideas directrices durante el largo tiempo de ejecución, condujo al uso, no sólo del dibujo, sino de maquetas y modelos y a su posterior conservación.

La disponibilidad de dinero y el surgimiento paulatino de hombres libres, fue conformando un

El conjunto de dibujos de Villard de Honnecourt, de 1250 aproximadamente, nos permite afirmar la

Escala para la elaboración de campanas de la obra "Pirotechnia" de Biringucio, cuaderno (1540)



mercado laboral que permitió la formación de las logias. Estas comunidades estables en su estructura pero libres en su movilidad, agrupaban artistas, artesanos bajo la dirección del arquitecto y del maestro de obra, responsable de las tareas administrativas. Con florecimiento de las ciudades y el aumento de la capacidad adquisitiva de la "burguesía", los artesanos se desvinculan en las logias ambulantes y se instalan en las ciudades agrupándose en gremios. Mientras las logias eran organizaciones multidisciplinarias con una estructura jerárquica, los gremios son asociaciones de artesanos independientes, con una misma especialidad, que se organizan para protegerse de la competencia.

Algunos documentos de esta época se han conservado gracias a la mayor protección que gozaban

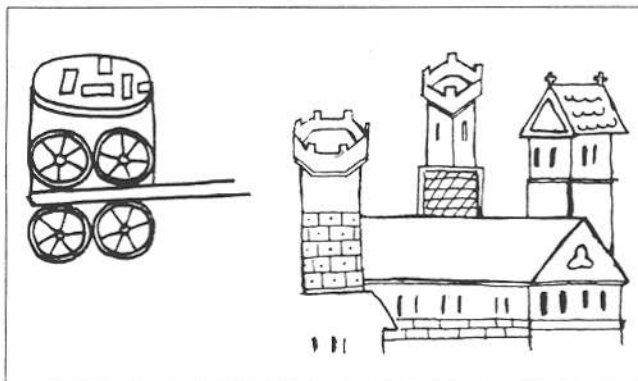
movilidad que los arquitectos de la época poseían. En sus apuntes figuran dibujos de construcciones ubicadas en Laon, Reims, Chartres y Lausana, que Honnecourt como otros arquitectos realizaban, como parte de un proceso de aprendizaje. Como se decidía emprender la construcción de una iglesia o catedral, se constituía un "consejo de fábrica" cuya función era vigilar la buena marcha de los trabajos, de los contratos, velar por la administración de la construcción, llevar los libros de cuentas y pagar a los "burgueses". El "consejo de fábrica" convocaba a varios arquitectos para que presentaran sus respectivas ideas. Estas podían ser originales o modelos

de otras iglesias, tomados de sus cuadernos de apuntes. La elección, por parte del consejo responsable de la construcción, generalmente estaba influida por el temor de correr los riesgos que implicaba una solución original, aún no sometida a la dura prueba de su materialización. (6)

Junto con una planta de distribución de las distintas capillas sin dimensiones ni detalles, el arquitecto presentaba una propuesta de diseño de fachada. Los planos de esta época no incluyen ningún tipo de detallamiento constructivo; el arquitecto provee una información global que será detallada por los artesanos de cada especialidad; sobre la base de sus conocimientos el artesano tiene una gran libertad de participación en la obra.

Cuando el proyecto era finalmente dimensionado, el arquitecto rediseñaba la fachada tomando como base la longitud de la misma y utilizando para su trazado las reglas de proporción, áurea o divina, y sirviéndose de la regla y el compás. Dirá más tarde Kepler (1571-1630): *"la geometría tiene dos grandes tesoros: uno es el teorema de Pitágoras, el otro es la división de una línea en una proporción extrema y una media. Podemos comparar el primero a una medida de oro; el segundo lo podemos llamar una joya preciosa"*. (7). Más allá del gusto que esta aseveración denota por la geometría durante el Renacimiento, ésta se desarrolló como un instrumento poderoso del diseño desde la Edad Media. La proporción áurea permitía un equilibrio visual a partir del cual se adoptaban las dimensiones relativas de las partes en función de las longitudes del terreno de implantación. La falta de conocimientos teóricos sobre resistencia de los materiales, se observa en los frecuentes derrumbes de las obras durante y después de su construcción. Por otra parte, quien realizaba una donación para la construcción, deseaba que su colaboración permaneciera en un lugar visible y no enterrada en las fundaciones. Esta situación debe haber contribuido a la inestabilidad de las iglesias medievales. Las reglas de proporciones permiten obtener un equilibrio visual que era asimilado a un equilibrio estructural. A falta de un conocimiento más científico, esta proporcionalidad, unida a un conocimiento práctico, producto de un largo proceso de prueba y error, permitía la construcción de estas obras maestras aunque en muchos casos este proceso condujera a graves errores dado que los esfuerzos no varían en forma lineal.

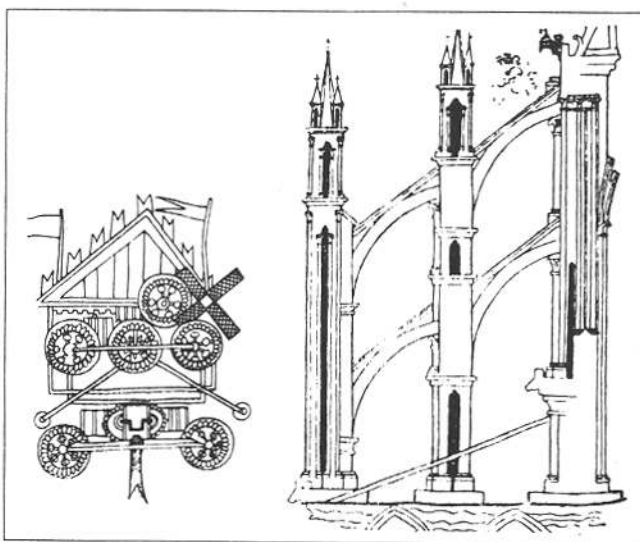
En las oficinas de arquitectura que se instalan a pie de obra durante la construcción de la edificación, encontramos tablas de dibujo, escuadras, compases y punteros; en estas oficinas se realizan los dibujos necesarios para la obra, así como



Transporte de materiales para la construcción de un templo (siglo XII)

Representación de una ciudad, Cuaderno de Villard de Honnecourt (=1250)

plantillas para el corte de los materiales y todos los modelos o maquetas necesarios. En estos dibujos no aparece el uso de la retícula como mecanismo para el replanteo de la obra, sino que aparecen las primeras acotaciones las cuales son replanteadas por medio del uso de escalas de proporción o multiplicando por determinado número y utilizando cuerdas como compases. Estas construcciones demuestran una serie de conocimientos, muchas veces mantenidos como secretos de cada oficio, sobre los materiales, las proporciones, las formas de trazado, que excluyen todo tipo de cálculos y demostraciones. Entre los instrumentos utilizados para el trazado geométrico, se destacan escuadras romanas y del primer período medieval las cuales no poseen el lado correspondiente a la hipotenusa. Son falsas escuadras con brazos de longitud desigual y cuyos bordes no son paralelos entre sí aunque perpendicularmente dos a dos. Este instrumento permitía obtener ángulos como 60, 30, 54, 26 y por falta de perpendiculares de sus lados, se obtenían los ángulos que la diagonal forma con los lados de un rectángulo que obedece a la proporción áurea (8)



Pilares y arcos botantes, Arquitectura gótica del siglo XIII, Cuaderno de Villard de Honnecourt (= 1235)

La Tracción a viento de Guido de Vigevano

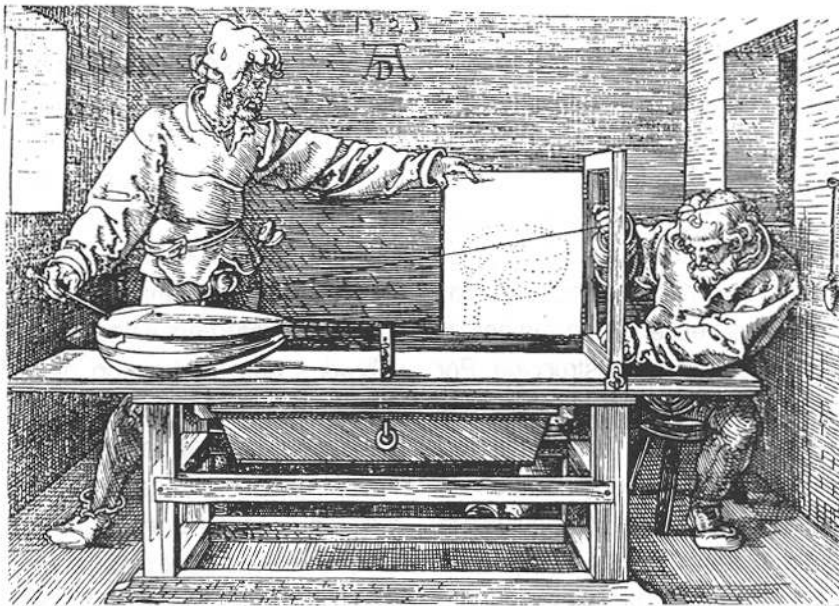
La presencia del arquitecto y de estas oficinas en la obra, así como el surgimiento en el siglo XIV del maestro de obra, van señalando la paulatina división del trabajo en las construcciones. La presencia de los arquitectos queda establecida en las firmas realizadas a través de logotipos en los pisos de las catedrales (9), y en las representaciones que lo muestran con el bastón de medir y el modelo de la iglesia. (10)

La construcción de las iglesias requería de un estudio previo y el desarrollo por lo tanto de un instrumento que permitiera comunicar el contenido del proyecto, aunque este es aún incipiente. Sin embargo, otro tipo de oficio

permitió su adopción. Podemos por lo tanto afirmar que los módulos y las tablas de proporción utilizadas en la Edad Media, pero presentes a lo largo de la historia desde que el hombre tuvo la necesidad de medir la realidad que lo rodeaba, no son dimensiones arbitrarias.

El uso de estos instrumentos se visualiza en la fabricación de campanas, cañones y barcos, así como en la construcción de iglesias. En el caso de la fabricación de campanas, observamos que las reglas dimensionales están vinculadas al deseo de obtener determinada sonoridad. La tonalidad está dada en función de la masa y accesoriamente del perfil de la misma. "La escala de

Instrumentos para la realización de Perspectivas, Albrecht Dürero, Nuremberg 1525.



como el de los carpinteros sigue manteniéndose inalterado, ya que no se requieren mayores trazados previos por cuanto las medidas deben ser tomadas en las misma obra al haberse finalizado los trabajos de alzado de los muros de piedra.

Los módulos y las tablas de proporción son los instrumentos que extraídos de largos años de experiencia práctica, desarrolla cada oficio y que permitirán más tarde la definición de un patrón universal de medición. Es importante señalar que existe una estrecha relación entre la definición de los módulos y el comportamiento de los materiales. Si bien el conocimiento de las propiedades de los mismos es totalmente empírica, un proceso lento de sucesivas pruebas y errores, sin que medie ninguna base teórica,

Bonaccorso da en función de la masa, la dimensión del "módulo" que es el espesor del metal en el lugar donde el péndulo golpea la campana. A partir de este módulo y utilizando la escala, es decir, una serie de relaciones de proporción, se define y se representa el perfil de la campana para la posterior realización del molde". (11)

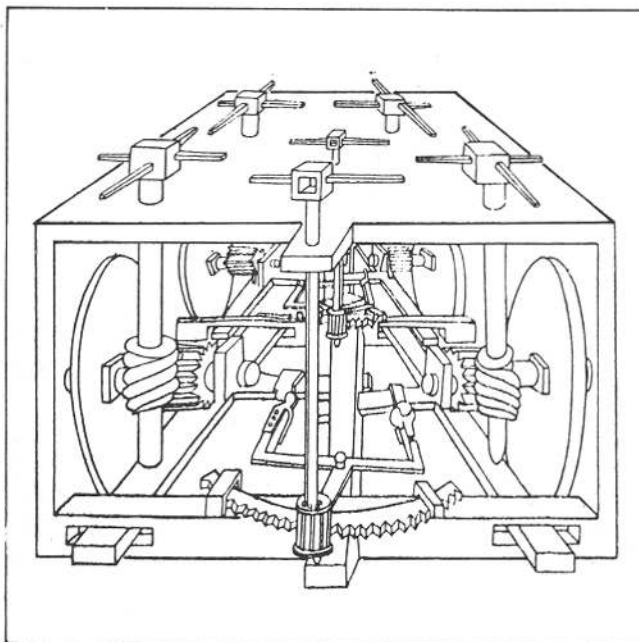
En la producción de cañones realizada a partir de la tecnología desarrollada para la fabricación de campanas, los módulos están más asociados al suministro de proyectiles lo que conduce a establecer una gama definida de módulos para las bocas de los cañones, esta adopción se realiza en el siglo XV. Entre las representaciones gráficas de la Alta Edad Media que se conservan, está el cuaderno de Villard de Honnecourt y sus dibujos de máquinas de 1260, así como el compendio

de máquinas de guerra de Guido de Vigevano de 1327-30. Estos dibujos realizados a mano suelta son representaciones globales sin ningún tipo de datos adicionales. Demuestran el desconocimiento de las reglas de la perspectiva, que recién comenzará a desarrollar los pintores del Renacimiento. Con el objeto de hacer más comprensibles los dibujos se recurre a artificios, algunas veces muy forzados, como voltear ciertos elementos más fáciles de visualizar en una determinada posición, incluso se combinan, simultáneamente en una misma representación, vistas y perspectivas. En uno de los dibujos de arquitectura más delicados de Villard de Honnecourt vemos surgir el recurso de oscurecer los vanos huecos.

Paulatinamente los dibujos comienzan a ser más abundantes debido a la generalización en el uso del pergamino y del papel (introducido en Europa en el siglo XII), lo cual libera al dibujante de la preocupación económica. De esta manera el papel y el pergamino que estaban casi exclusivamente destinados a la copia y al miniado de manuscritos invaden otro tipo de actividades. Antes debido a la escasez y al costo, estos materiales eran reutilizados en varias oportunidades.

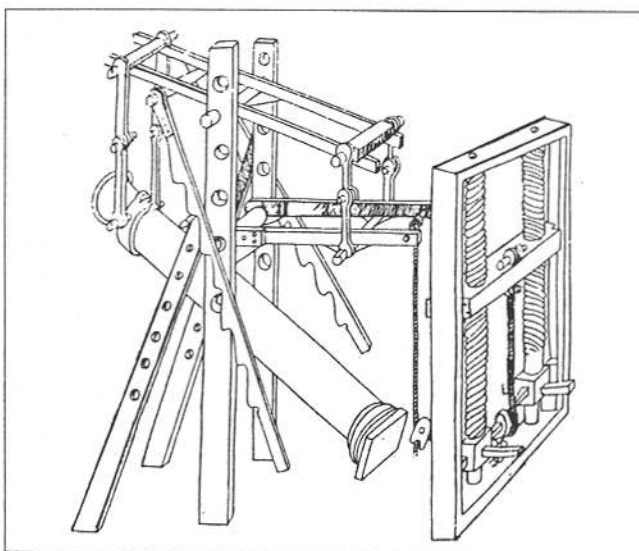
La cantidad de documentos conservados aumenta también debido a la multiplicación de los talleres y de las obras desde el siglo XV. El aumento del volumen de los trabajos en el Renacimiento, los cambios en las técnicas, el ritmo más rápido de las construcciones, conduce a modificaciones y ajustes en la estructura de producción y en la estructura social.

El deterioro del régimen feudal repercute en el aumento de la libertad y movilidad de la población, en el incremento del comercio en las ciudades vinculadas a las rutas marítimas. Este aumento



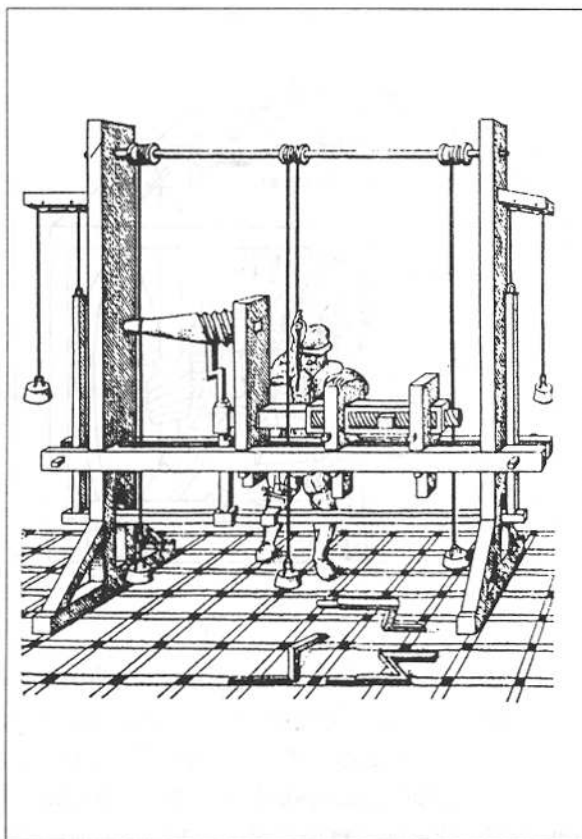
Carro móvil de
Francesco di
Giorgio, 1475

del circulante conduce al crecimiento de las ciudades que comienzan a construir su segunda y tercera generación de murallas. Son las ciudades soporte y expectadores del surgimiento de los estados modernos que favorecerán su desarrollo. Estos intentarán asegurar un excedente y para ello impulsarán el intervencionismo económico y crearán fuertes barreras proteccionistas. Estos dos elementos caracterizaron el pensamiento mercantilista que permitió la alianza entre la burguesía naciente y la monarquía y que abrió las puertas del capitalismo y la industria moderna. Es este un proceso que recorre tres siglos, los grandes viajes de navegación, la Reforma, el florecimiento de las ciudades de Italia, el descubrimiento de América que condujo a la modificación de los circuitos comerciales, la declinación de Italia y el



Aparatos de
izamiento de
Fransceco di
Giorgio, 1475

Torno de Jacques Besson del "Teatro de Máquinas", 1578.

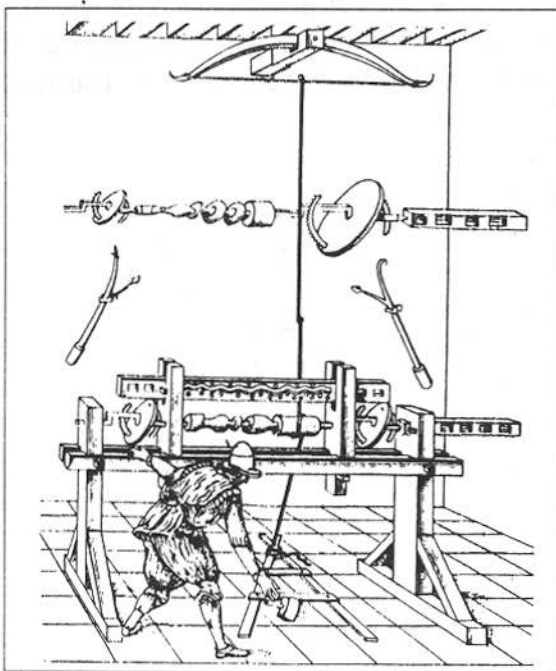


desarrollo de Portugal y España, el surgimiento del Imperio británico, la Revolución Industrial y la Revolución Francesa.

Durante este período los avances técnicos se realizan sobre todo en el campo de la minería, la guerra y la navegación y a partir de dos elementos que limitan

universales a partir de experiencias prácticas se encuentra limitada por la ausencia de ciertos conocimientos científicos. Sin embargo, estas limitaciones no impidieron que se desarrollara en los hombres de esta época un profundo espíritu renovador y una frondosa imaginación que rompiendo con las concepciones teológicas de la Edad Media abrían las puertas del desarrollo de las ciencias físicas.

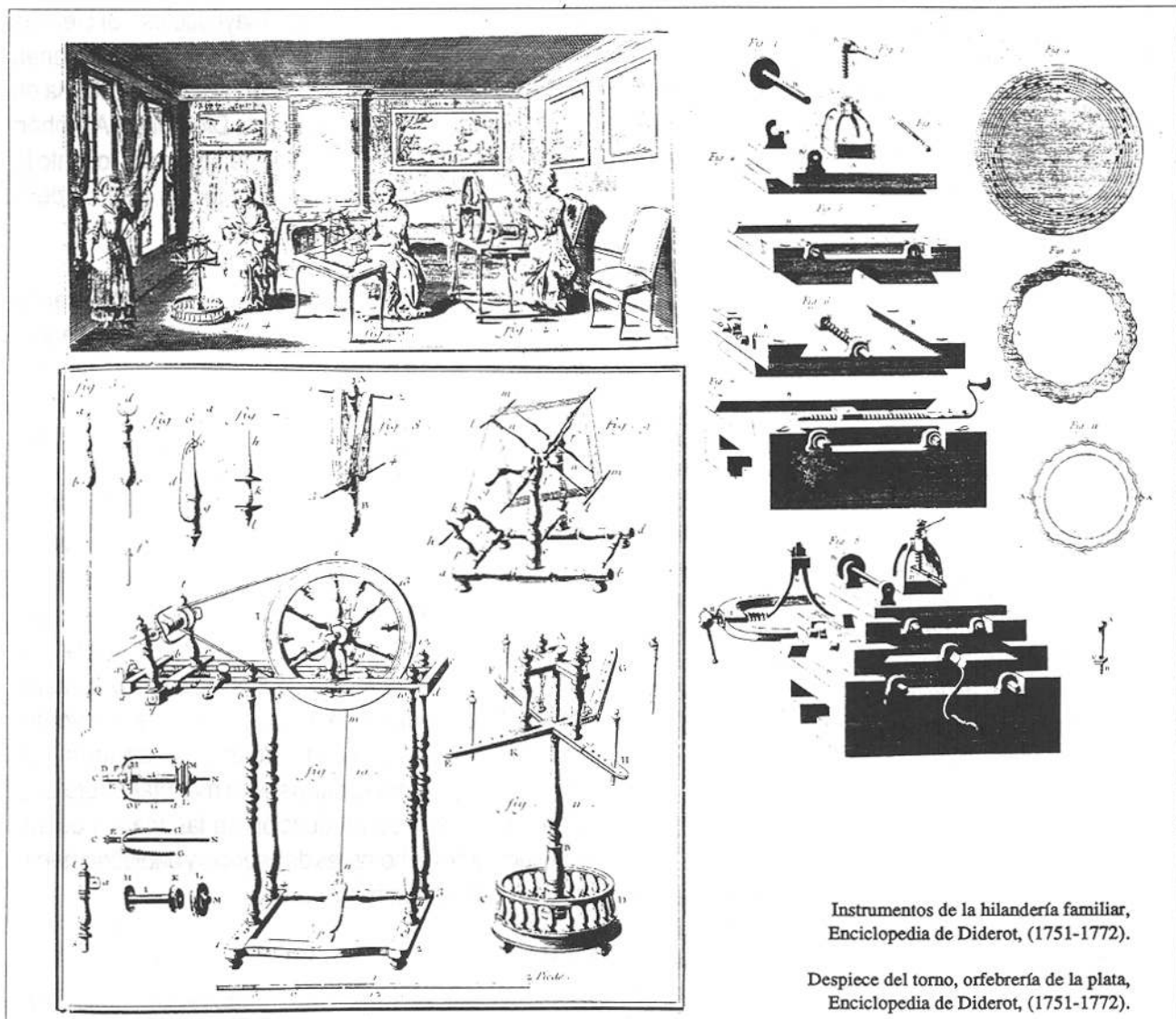
Torno de carpintero de Jacques Besson del "Teatro de Máquinas", 1578.



el sistema tecnológico vigente: el agua como fuerza motriz y la madera como combustible y materia prima para la fabricación de instrumentos, aunque como combustible, comienza a ser sustituida por el carbón. En este contexto todo el mundo conceptual de la Edad Media comienza a ser sometido al cuestionamiento de un espíritu racionalista naciente y puesto a prueba a través de la experimentación.

Esta preocupación por encontrar leyes universales se encuentra presente ya en los trabajos de Leonardo Da Vinci que intenta averiguar el comportamiento de ciertos materiales en forma más sistemática, como la resistencia de una barra de acero de diferentes longitudes o el Francesco di Giorgio Martini que estudia la relación entre el diámetro, la longitud y el espesor de los cañones y la cantidad de pólvora y peso de los proyectiles. Esta búsqueda de leyes universales a partir de experiencias prácticas se encuentra limitada por la ausencia de ciertos conocimientos científicos. Sin embargo, estas limitaciones no impidieron que se desarrollara en los hombres de esta época un profundo espíritu renovador y una frondosa imaginación que rompiendo con las concepciones teológicas de la Edad Media abrían las puertas del desarrollo de las ciencias físicas.

Un salto sensible en las formas de representación se produce a lo largo de este período signado por el desarrollo de la perspectiva, la concreción de una forma propia de representación de la arquitectura y por los primeros pasos que se dan en la representación de los mecanismos, que culminará al finalizar este período con la invención de la geometría descriptiva por Monge. El espíritu racionalista que impregna esta época conduce al desarrollo de un método de representación del espacio unitario y universal. Este descubrimiento es formulado por Brunelleschi y por Alberti en el Tratado de la pintura de 1435. En esta búsqueda Durero desarrolla varios métodos sumamente



Instrumentos de la hilandería familiar,
Enciclopedia de Diderot, (1751-1772).

Despiece del torno, orfebrería de la plata,
Enciclopedia de Diderot, (1751-1772).

laboriosos para obtener imágenes perspectivas de diferentes objetos.

La influencia de la perspectiva se deja sentir en uno de los tratados más sorprendentes por la calidad de su representación; el "Tratado de la Arquitectura Civil y Militar" de Francesco di Giorgio Martini publicado en 1475. En él puede observarse como el descubrimiento de la perspectiva contribuye a clarificar la representación y a reafirmar el dibujo global en el marco de un mayor perfeccionamiento técnico. Aunque en los dibujos de Francesco di Giorgio no aparece aún ningún tipo de detallamiento, este ya comienza a aparecer en algunos de los croquis de Leonardo da Vinci.

A este tratado se suceden la "De Re Aedificatoria" de Alberti (1485), el "Tratado de Fortificaciones" de

Durero (1527), la "Pirotechnia" de Biringuccio (1540), "De Re Metallica" de Agrícola y el primer "Theatre de Machines" de Jacques Besson (1578) entre otros.

Esta recolección de planchas grabadas de Besson es sumamente interesante en tanto introduce no solamente las máquinas sino que intenta mostrar como son operadas. Para ello utiliza la perspectiva representando el conjunto de la máquina ubicada en un espacio también perspectivado y al operario trabajando con ella.

No tendría sentido seguir enumerando todos los tratados, enciclopedias o diccionarios que a lo largo de estos tres siglos acompañan e impulsan el desarrollo tecnológico en cuanto un posible análisis de su contenido gráfico requeriría el acceso directo a las fuentes, lo cual está fuera de nuestro alcance. Sin embargo es importante señalar, a fines de este período, la aparición

de la "Enciclopedia Razonada de las Artes y los Oficios" de Diderot y D'Alembert (1751-72). La enciclopedia agrupa un conjunto de grabados acompañados de sucintos comentarios. El propio d'Alembert explica con qué criterios se realizaron y el orden que se adoptó para la organización del diccionario:

"Enviamos dibujantes a los talleres. Realizamos croquis de las máquinas y de los instrumentos: no omitimos nada de lo que se veía nítidamente. En el caso en que una máquina mereciera la realización de detalles por la importancia de su uso o por la multiplicidad de sus partes, pasamos de lo simple a lo compuesto. Comenzamos por ensamblar en una primera figura todos los elementos que se podían percibir sin confusión. En una segunda figura, se ven los mismos elementos con algunos otros. De esta manera hemos formado sucesivamente la Máquina más compleja, sin ninguna dificultad para la vista ni para el espíritu. Es necesario algunas veces ir del conocimiento de la obra al de la máquina y otras veces descender del conocimiento de la máquina al de la obra". (12)

En cuanto a la organización dice:

"He aquí el método que se ha seguido para cada arte. Hemos tratado de: 1- la materia, los lugares donde se encuentra, como se prepara, las buenas y malas calidades, los diferentes tipos, las operaciones por las que pasa, antes de emplearlas o cuando se las coloca en obra. 2- los principales trabajos que se realizan y la manera de hacerlos. 3- dar el nombre, la descripción y la figura de los instrumentos y las máquinas, representando los elementos despiezados y ensamblados; el corte de los moldes y de otros instrumentos para conocer su interior, los perfiles, etc. 4- se explicó y representó la mano de obra y las principales operaciones en una o varias planchas, algunas veces se ven las manos solas del artista, otras el artista en acción, trabajando en la obra más importante de su arte. 5- recogimos y definimos lo más exactamente posible los términos propios del arte." (13)

La mayoría de las láminas de despiece están realizadas utilizando la perspectiva caballera y para referir los elementos simples al conjunto ensamblado

se utilizan letras minúsculas y mayúsculas. Si bien las piezas no están acotadas casi todas las planchas tienen al pie representada una escala gráfica. Por su forma de representación la Enciclopedia de Diderot y d'Alembert anuncia los dibujos industriales de hoy, y por lo tanto la ruptura con las formas de representación gráficas de la arquitectura.

El conjunto de las enciclopedias y diccionarios que se publican a lo largo del siglo XVI, XVII y XVIII, período en el que paralelamente empiezan a fundarse las academias como la Royal Society de Londres y la Academie des Sciences de Paris y durante el siglo XVII el surgimiento de escuelas de formación técnica demuestran la profunda transformación social que se ha producido. Si bien durante la Edad Media un primer esbozo de separación entre concepción y realización había comenzado a producirse, esta todavía le concedía al artesano un gran poder asentado sobre un conocimiento celosamente conservado y la propiedad de sus instrumentos de trabajo. A esta dicotomía naciente concepción-realización, se añaden las modificaciones propias del sistema manufacturero que reúne los medios de producción en las manos de los ingenieros y de los hombres de negocio y paulatinamente el conocimiento también.

CITAS

- (1) Daumas, A. "Historie General des Techniques". Tomo I p.177 Paris, P.U.F. mencionado por Yves Deforge "Le Grafisme Technique" p.2 Atelier Reproduction des Théses Université Lille III. 1976
- (2) Eudemo de Rodas Citado por A.D. Aleksandrov y otros en "La matemáticas: su contenido, métodos y significado" pág. 39. Alianza Editorial 1974.
- (3) Needham, J. Citado por Yves Deforge Op. Cit. pág. 6
- (4) Deforge, Yves. "Le Grafisme Technique" pág. 7. Ed. Atelier Reproduction des Théses Université Lille III, 1976.
- (5) Boissonade citado por Hauser "Historia Social de la Literatura y el Arte."
- (6) Sobre el proceso de construcción de las iglesias y catedrales en la Edad Media pueden verse las obras citadas en (4), (9), (10) las cuales en su mayoría hacen referencia al libro de Pierre Du Colombier "Les Chantiers des Cathédrales".
- (7) Kepler, citado por Dan Pedoe "La geometría en el Arte. Pág.63. Colección Punto y Línea ed. Gustavo Gili S.A. 1979
- (8) A. Sené, citado por Bertrand Gille "Historie des Techniques" pág. 1450. Ed. Encyclopédie de la Pléiade 1978.
- (9) Jantzen, Hanz. "La arquitectura Gótica" Ed. Nueva Visión 1959 Pág. 92
- (10) Panofsky, Erwin. "Arquitectura Gótica y Escolástica" Ediciones Infinito Bs. As. 1959 pág. 25.
- (11) Deforge Yves Ob. Citada pág. 33
- (12) D'Alembert, citado por Bertrand Gille "Histoire des Techniques" pág. 1438 Ed. Encyclopédie de la Pléiade 1978
- (13) Idem pág. 1433

¿POR QUE UN SISTEMA DE DOCUMENTACION? (*)

Ana Loreto(**)

(*) Primera parte del trabajo de ascenso a la categoría de asistente. Agosto 1982

(**) Investigadora del IDEC-FAU-UCV.

INTRODUCCION

La documentación requerida para la construcción de edificaciones no sólo debe verse como una serie de documentos descriptivos de la edificación, sino también como un instrumento que relaciona todos los aspectos de la edificación y que facilita la comunicación entre los diferentes personajes que intervienen en el proceso de producción de las edificaciones.

Actualmente la práctica profesional de arquitectos, ingenieros, etc., responde a una concepción individualizada de la edificación, lo que en muchos casos dificulta una realimentación de la información obtenida tanto en el proceso de concepción como en el de construcción de la edificación.

Esta visión, aunada al crecimiento de las presiones y demandas de la sociedad con respecto al déficit de edificaciones, combinado con un mayor grado de especialización y subdivisión de los procesos de construcción, da como resultado un proceso complejo, desagregado en pequeños cotos de intereses encontrados en los cuales no existe continuidad y cuyas experiencias no son revertidas a nuevas situaciones de una manera racional y sistemática.

La cantidad de información generada sobre este tema, la aparición de nuevos materiales y nuevos procesos de producción y organización en obra que obligan a pensar en nuevas formas organizativas, tanto de la producción en si misma, como de los procedimientos administrativos y de gestión, que

permitan realizar un salto cualitativo y cuantitativo en la producción de edificaciones.

El instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) se ha abocado al estudio de estos aspectos, abordando el problema de la producción masiva de edificaciones con un enfoque integral.

Una de las áreas de estudio de dicho instituto está referida a la producción de proyectos para la producción masiva de edificaciones, a través de cuyo análisis se ha obtenido como resultado la proposición de un sistema de documentación.

Este sistema ha sido concebido para clasificar la información relacionada a la concepción de sistemas constructivos y construcción de edificaciones.

Se ha estructurado con la finalidad de permitir la organización de información de distinta naturaleza producida por la industria de la construcción, facilitando su clasificación y registro.

Aunque su uso puede generalizarse a una gran variedad de casos, está básicamente orientado a organizar información de componentes, sistemas constructivos y edificaciones que tienen un proceso de producción masivo.

ANTECEDENTES

La coordinación es una característica clave cuando nos referimos a procesos de producción masiva y es importante constar con un sistema de documentación que organice y unifique la información, de acuerdo a objetivos y criterios comúnmente aceptados.

Se han realizado a nivel internacional, algunos intentos por desarrollar sistemas de documentación que se adecúen a estas necesidades.

El SFB desarrollado en Escandinavia (1), revisado por los franceses en 1973 SI/SFB, y posteriormente por los ingleses 1977 CI/ SFB, es el sistema de clasificación de documentos que más se acerca a la esfera de la construcción práctica, ya que fue concebida para resolver los problemas de clasificación relacionados con la

concepción y construcción de edificaciones y engloba en un único sistema de clasificación, documentos de distinta índole: planos, catálogos, libros...; otro ejemplo resulta ser el Código de la Industria de la Construcción BIC desarrollado en Inglaterra (2) por el CLASP y el Departamento de Arquitectos del condado de Nottinghamshire, diseñado para ser aplicado a la documentación de proyectos, utilizándose inicialmente en el área de edificaciones educacionales, posteriormente ampliando y generalizando a una gran variedad de casos.

A nivel nacional, la Sección de Diseño en Avance e Investigación del Banco Obrero (3) inició, en los años 60, estudios relacionados con la racionalización de la documentación de proyectos, ensayándose estos aspectos por primera vez en el proyecto de vivienda de San Blas en la ciudad de Valencia.

Posteriormente estas experiencias son recogidas por el grupo de investigación del IDEC, para la realización del proyecto de "Racionalización de la Documentación de Proyectos" a través de un Convenio con el INAVI.

El desarrollo del Sistema de documentación fue realizado por un grupo de interdisciplinario, y posteriormente ha sido aplicado a varios de los proyectos de diseño de edificaciones y desarrollo de sistemas constructivos realizados por el IDEC.

Los objetivos básicos considerados para el desarrollo del sistema de documentación fueron los siguientes:

- 1 Estructurar la documentación de proyectos de acuerdo a un enfoque integral del proceso de producción de las edificaciones.
- 2 Adecuarse a una estructura fragmentaria de la industria de la construcción, permitiéndose así la incorporación de la información generada por dicha industria.
- 3 Adopción de un lenguaje que simplifique y aclare la comunicación entre los diferentes participantes del proceso de producción de edificaciones.
- 4 Facilitar el proceso de realimentación de la información en el proceso de producción de la edificación, a través de

un registro adecuado y racionalizado de dicha información.

- 5 Reducir el tiempo de elaboración de la documentación de proyectos, simplificando el sistema de representación de la información.
- 6 Incorporar técnicas y métodos que faciliten el proceso de definición de la estructura de costos de las edificaciones y del control de los procesos productivos.

LA PRODUCCION MASIVA DE EDIFICACIONES

Para lograr un desarrollo acorde de la industria de la construcción es necesario afrontar el proceso de diseño de edificaciones como una actividad vinculada a los procesos productivos.

Una de las múltiples trabas que afectan la posibilidad de optimización de los procesos productivos en el campo de la construcción masiva de edificaciones, es la concepción que se tiene sobre las edificaciones y por ende sobre su proceso de diseño y construcción. Alfredo Cilento (1) en su trabajo sobre la industria de la Construcción en Venezuela, señala que "tanto los métodos de diseño como la documentación de proyectos, responden a una concepción individualizada de la edificación y a un enfoque productivo basado en la repetición del proceso de diseño total o parcialmente", afirma que generalmente no existe una continuidad en el proceso de toma de decisiones para el diseño y construcción de las edificaciones, desapareciendo la posibilidad de reciclaje y realimentación de la información.

Esta situación que no parece grave para un proyecto individual, resulta desastrosa cuando nos referimos a producción masiva de edificaciones. Por lo tanto, es necesario enfrentar esta producción con un enfoque integral que, a diferencia de una concepción individualizada, se extiende más allá del diseño de la edificación misma y su relación con el medio ambiente.

Ello permitirá un análisis más exhaustivo de todos los factores que condicionan de una u otra forma el proceso de gestión y producción de edificaciones y por

tanto, se crearán las bases para proponer alternativas de desarrollo más coherente con las necesidades reales en materia de edificaciones.

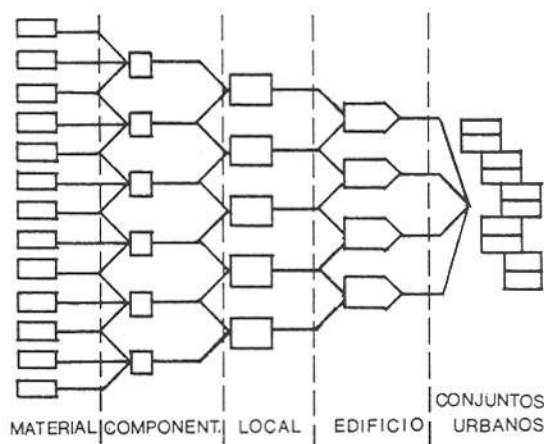


Fig. A

Frente a un problema de primer orden que confronta el país, como es el creciente déficit de edificaciones, se han generado diferentes respuestas por parte del sector público y privado. Estas pueden englobarse a grandes rasgos en dos tipos de enfoques, aquel que considera a las edificaciones como un sistema constituido con elementos que se ensamblan de acuerdo a las necesidades particulares de cada caso y aquel que parte del resultado, es decir, de una edificación tipo que se repite indefinidamente en diferentes contextos.

Independientemente del nivel de industrialización utilizado en cada caso particular, en ambas tendencias existe un factor común, la aplicación del criterio de repetición de procesos productivos, ya sea a nivel de componentes y partes de la edificación o a nivel de la edificación misma.

La descomposición de una edificación en partes puede o no materializarse en componentes industrializados de mayor o menor complejidad, pero en todo caso, plantean a la edificación como un sistema de relación como un sistema de relaciones donde todos los elementos y detalles se confrontan en forma coordinada dentro de la unidad de producción. (fig

De esta manera los diferentes elementos se consideran como componentes básicos que se combinan sumatoriamente hasta conformar edificaciones.

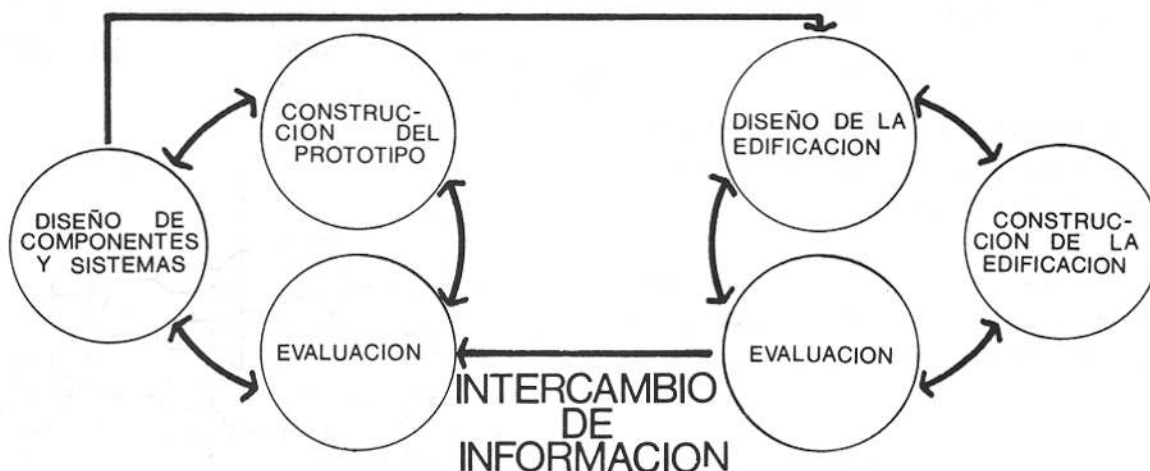


Fig. B

PROCESO DE DISEÑO DE EDIFICACIONES

Esta visión, a diferencia de otros enfoques, nos permite delimitar dos fases en el proceso de diseño de edificaciones.

- 1 El diseño de los elementos que constituyen la edificación.
- 2 El diseño de la edificación partiendo de la combinación de dichos elementos.

El diseño de los sistemas o componentes constructivos es un proceso vinculado directamente a los procesos productivos de la industria de materiales y componentes, permitiendo, por un lado, una realimentación continua dentro del mismo proceso de diseño a través de la ejecución de prototipos, evaluaciones teóricas, estudios de los procesos de producción...etc., y por otro lado,

una realimentación en función de los resultados de sus aplicaciones en los diferentes proyectos para lograr de esta manera, un mejor ajuste a los requerimientos de las edificaciones.

El diseño de edificaciones se constituye como un proceso de logística aplicaciones de los diferentes sistemas constructivos. De esta manera, se descarga al diseñador de la edificación del trabajo que representa el desarrollo de estos aspectos que generalmente no puede estudiar con la profundidad suficiente debido al tiempo, costo, recursos y conocimientos requeridos para dicha tarea.

Estos dos procesos, claramente diferenciados, guardan una relación de transmisión de la información en función de sus resultados, interesando a los diseñadores de edificaciones, los sistemas y

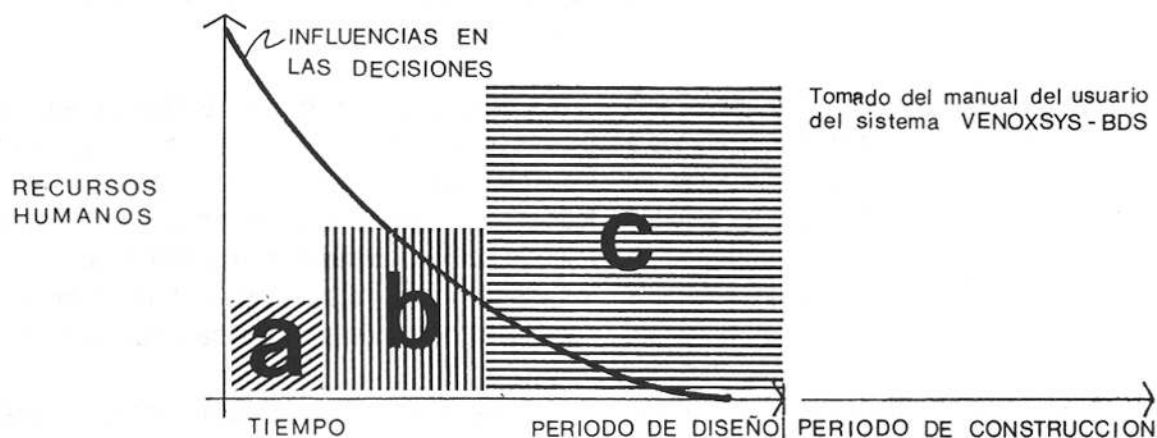


Fig. C

componentes producidos por los industriales y a éstos, el estudio de las aplicaciones de sus sistemas en los diferentes casos. (fig. B).

Es conveniente aclarar que estas dos fases pueden adecuarse a diferentes modalidades de trabajo, solapándose o no en función de los diferentes casos.

El proceso de diseño de las edificaciones tiene un tiempo de desarrollo limitado y por lo tanto, debe tenderse a un mayor aprovechamiento de los recursos disponibles.

Generalmente en dicho proceso se diferencian tres etapas secuenciales.

diseño de la edificación, como son, distribución y distribución de los espacios, relaciones con el entorno, estudios de comportamiento e implantación de la edificación, además permite la producción en avance de ciertos componentes, pudiéndose solapar el proceso de diseño detallado con la construcción de la edificación. (fig. D)

TIPOS DE INFORMACION

En cada fase del proceso de diseño de edificaciones, descritas anteriormente, se produce una información que debe ser transmitida de la manera más clara y racional a los demás participantes. Para que esto sea posible es conveniente definir que tipos de

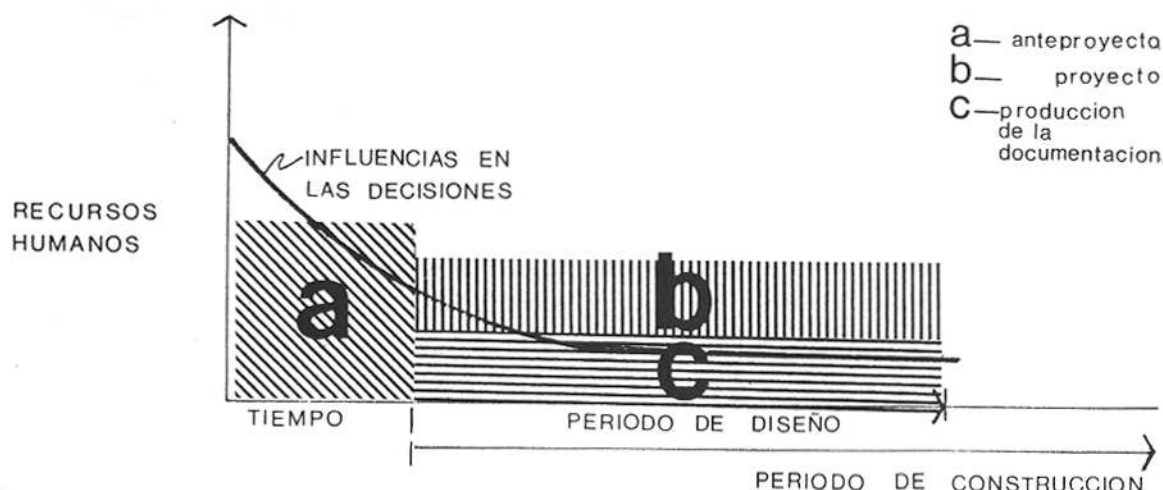


Fig. D

- a. el diseño esquemático o anteproyecto.
- b. el diseño detallado o desarrollo del anteproyecto
- c. la producción de la documentación, cómputos, especificaciones y detalles constructivos.

Anteponiéndose estas etapas al proceso de construcción de la edificación. (fig. C).

Al diferenciarse el diseño de edificaciones del diseño de componentes constructivos se simplifica el proceso, debido a que parte de la información del proyecto como son los elementos constructivos, aspectos de producción, etc., estarán previamente definidos y elaborada la documentación correspondiente, lo que permite una mejor distribución de los recursos para profundizar en el desarrollo de áreas importantes en el

información se generan en los diferentes procesos de diseño, a quien está dirigida y cuales son sus características básicas.

Podemos identificar dos grupos de información:

1. La información detallada de sistemas y componentes constructivos.
2. La información de proyecto. (edificación)

El primer conjunto de información agrupa varios aspectos; en primer lugar contempla información general de tipo descriptiva, que incluye características dimensionales, ambientales, posibilidades de combinabilidad, costos... etc. Esta información esta dirigida al grupo de proyecto, permitiéndoles realizar una evaluación y selección acertada en función de los

requerimientos de la edificación a ser diseñada. En segundo lugar la información detallada de los componentes para su producción, que incluye información sobre costos, materiales, edificaciones, equipos para la producción, etc. Esta información está dirigida a los productores de dichos componentes, ya sea para una producción en sitio o de elementos prefabricados, según la modalidad del caso. En tercer lugar está la información del ensamblaje y posibilidades combinatorias de los componentes necesarios para una instalación en obra. Esta información está dirigida a los contratistas, y profesionales encargados de la coordinación y su previsión de la obra.

El segundo conjunto de información se refiere a la ubicación de los componentes del sistema constructivo en un proyecto determinado, contemplando todos los aspectos de dibujos, especificaciones generales, plan de obra, costos, cómputos...etc. Esta información está dirigida a los contratistas, inspectores, etc., y en sus aspectos generales a los promotores o clientes, financistas... etc.

Las características más importantes de estos conjuntos de información son:

A. Con respecto a la información del sistema constructivo.

1. es información potencialmente reutilizable en los distintos proyectos.

2. es información detallada que debe ser cuidadosamente elaborada.

3. su vida útil es prolongada.

B. Con respecto a la información del proyecto.

1. su uso esta restringido a un solo caso.

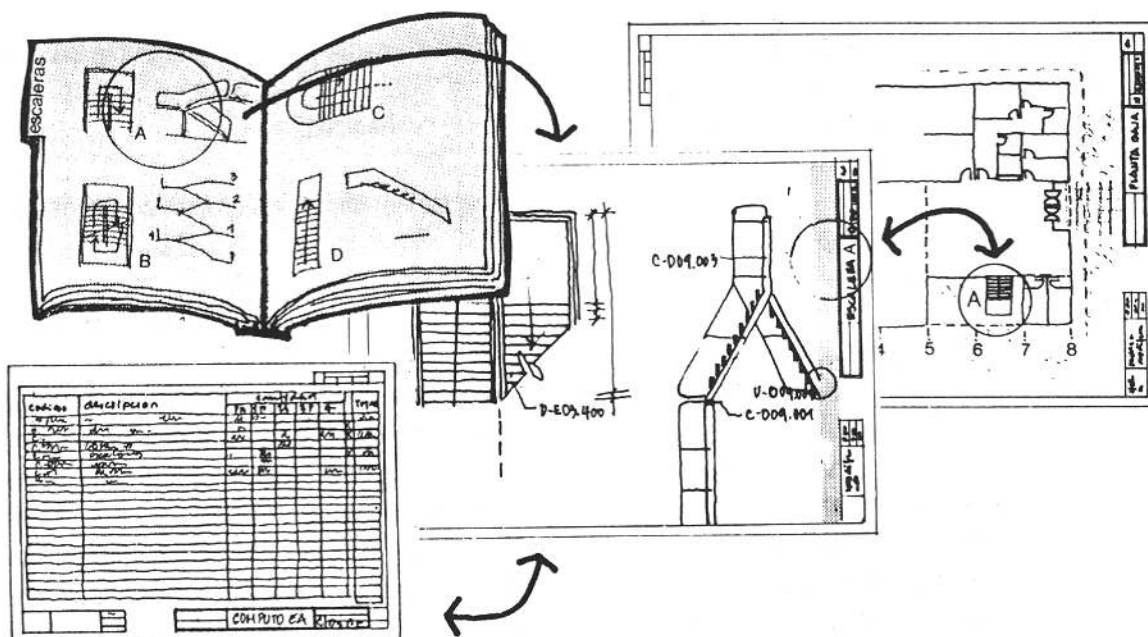
2. es información general que no reviste características especiales para su elaboración.

3. su vida útil se restringe a un solo proyecto.

En los casos de información referida a una edificación "tipo" de carácter respectivo, que será ubicada en diferentes contextos, su documentación adquirirá las características del primer conjunto de documentos.

ORGANIZACION DE LA DOCUMENTACION

Cuando se trata de organizar o clasificar información, uno de los aspectos que no debe perderse de vista es cómo ésta opera en la práctica, cual ha sido la estructura utilizada por la mayoría de los usuarios y cuales son sus ventajas e inconvenientes. Si en función de esta práctica desarrollamos una estructura jerárquica de niveles de información, que se correspondan con las necesidades de los usuarios, su implementación se realizará de una manera natural; en cambio si tratamos de modificar la estructura sin considerar estos aspectos, el sistema de documentación propuesto puede convertirse en un



instrumento complicado que más que facilitar el manejo de la documentación, lo dificulte.

Es conveniente adoptar una estructura lo suficientemente flexible que permita organizar la información de diversas maneras a través de un esquema de referencias cruzadas, facilitando relacionar la información de igual índole y permitiendo acceder a la información a diferentes niveles.

La documentación puede ser organizada de diferentes formas en función de las necesidades de cada caso. Por ejemplo, al organizar la información de acuerdo a las partes que conforman la edificación, cada subcontratista obtiene un paquete de documentos específicos, relacionados con su trabajo en particular.

En el caso de un conjunto de edificaciones podemos organizar la documentación por edificio, en paquetes independientes, o si son muchos los componentes que se repiten en cada edificio, es posible separar la documentación de componentes y referirla a cada edificio.

También podemos agrupar la información por niveles o zonas de uno o varios edificios, etc., para facilitar la inspección de un área de la edificación.

Cuando requerimos información sobre un componente en particular, por ejemplo una escalera, podemos buscar documentación a nivel general, en catálogos, o a nivel específico sobre una escalera en particular, o sobre algún detalle de escalera como pueden ser sus acabados o tipos de baranda, etc. Una estructura adecuada debe permitir relacionar cada uno de estos documentos entre sí y además con el resto de los aspectos de una edificación.

Esto puede lograrse a través de una estructura jerárquica donde se agrupe la información por "aspectos", considerando a cada uno de ellos como un concepto identificable que relaciona ítems de información en base a características comunes.

Cada aspecto conforma una clase que puede a su vez subdividirse en niveles más específicos, agrupados de acuerdo a dichas características.

Los niveles de desagregación dentro de las clases deben estar claramente diferenciados, de manera que se excluyan mutuamente para evitar posibles confusiones clasificando aspectos en casillas que no se correspondan, dificultando de esta manera la recuperación de la información.

Este tipo de estructura, a diferencia de una estructura meramente secuencial, permite la inclusión de nuevos conceptos en cualquiera de los niveles de desagregación sin afectar el orden implantado.

Esta estructura tiene un límite enmarcado por sus posibilidades de utilización.

La complejidad de esta estructura está determinada por dos aspectos; el primero se refiere a como y por quién será manejado el sistema de documentación, es decir, el establecimiento de los límites de su utilización, y el segundo a los diferentes niveles de desagregación de la información.

Diseñar un sistema de documentación que pueda ser utilizado para la clasificación de documentos referidos a la producción de edificaciones, tanto en bibliotecas generales o especializadas, institutos de investigación, como en oficinas de proyectos o contratistas etc., resulta extremadamente complejo, debido a que las necesidades de los usuarios son altamente divergentes. A diferencia de los Centros de Investigación donde el usuario está al margen del proceso de clasificación de la información al cual nos referimos, se caracteriza por la inherencia del usuario en la clasificación y búsqueda de la información. Esto no significa que necesariamente todos los participantes en el proceso de producción de edificaciones realizarán estas tareas, pero es necesario considerar esta posibilidad. Por ejemplo, el grupo de diseño puede organizar la información de proyectos, basándose en la información proveniente de los proveedores de materiales y componentes constructivos, que a su vez pueden adoptar el mismo sistema. Una empresa constructora puede organizar igualmente su información de costos, de obras, etc.

Cada forma de ordenar la documentación implica uno o varios métodos de búsqueda de la información. Si no existiera un orden preciso en el almacenaje de los

documentos, el usuario tendría que revisarlo uno a uno hasta encontrar el que necesita; al existir un orden buscará solo el grupo preciso de documentos reduciéndose así, el tiempo de búsqueda.

La decisión de cual arreglo es más conveniente depende de la cantidad de información a procesar y de cuantas personas utilizarán el sistema, para que el tiempo y costo invertido en su preparación no resulte exagerado en comparación a su utilización.

Es importante aclarar que tratar de conciliar un sistema de documentación que cubra las diferentes aspiraciones y propósitos de los usuarios es una tarea imposible y que en la mayoría de los casos no se justifica, por tanto, la cantidad de posibilidades de ordenar la información debe ser limitada dentro de márgenes lógicos.

El sistema de documentación propuesto por el IDEC organiza la información de acuerdo a los dos conjuntos de documentos anteriormente descritos.

SISTEMA DE DOCUMENTACION DEL IDEC

Este sistema de documentación, asignado para la clasificación de la información dos tablas:

- EL NIVEL FUNCIONAL**
- EL NIVEL DE AGREGACION.**

a) Nivel Funcional

Básicamente el nivel funcional agrupa a los elementos que conforman la edificación de acuerdo a su "naturaleza funcional". Contempla dos niveles de clasificación. Un nivel general, que agrupa aspectos ó items de igual índole y un nivel específico que se refiere a cada aspecto ó items en particular como por ejemplo, una ventana, una columna.

TABLA NIVEL FUNCIONAL

b) Nivel de Agregación.

Esta clasificación plantea básicamente a los niveles de agregación como diferentes niveles de complejidad de los componentes, de esta manera, cada nivel de

agregación es una combinación de niveles de agregación más simples.

TABLA NIVEL DE AGREGACION

Es importante clasificar la información en base a criterios de uso común que permitan a los distintos profesionales implicados en el proceso, el acceso a la información sin error de interpretaciones. La clasificación y almacenamiento de la documentación requiere de dos condiciones suplementarias: la terminología y los formatos de la documentación.

El problema de la terminología se presenta tan pronto como hay intercambio de información. Para la definición de una terminología adecuada es necesario establecer de antemano una normalización de los criterios, reglas para la identificación o denominación de la documentación. El segundo aspecto es la importancia de la normalización de los formatos de los documentos, que facilitará el manejo y reproducción de la documentación.

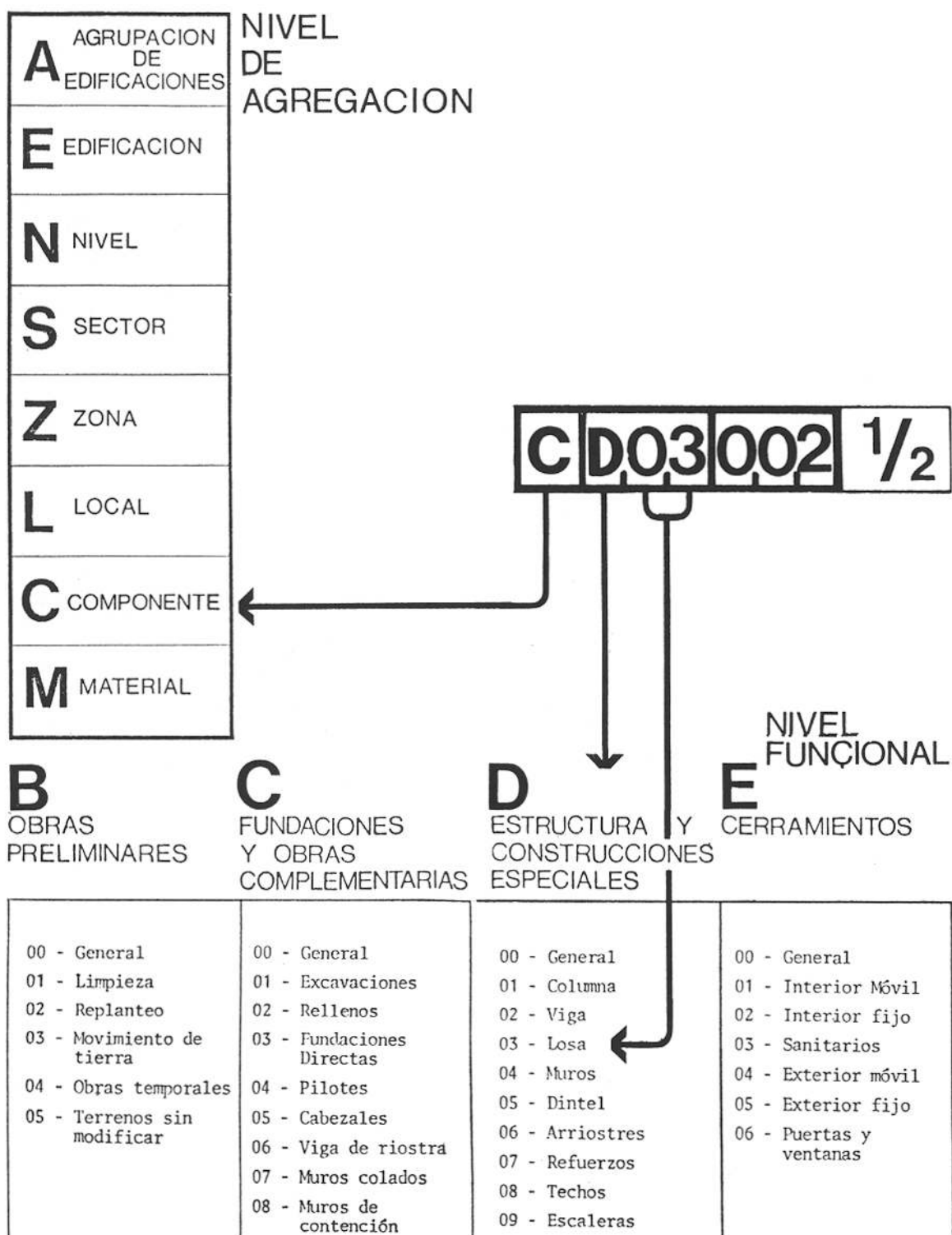
Por normalización d criterios entendemos todos los aspectos que deben ser estudiados y definidos previamente para que exista un acuerdo sobre el significado y la ubicación de cada aspecto dentro de una tabla de clasificación.

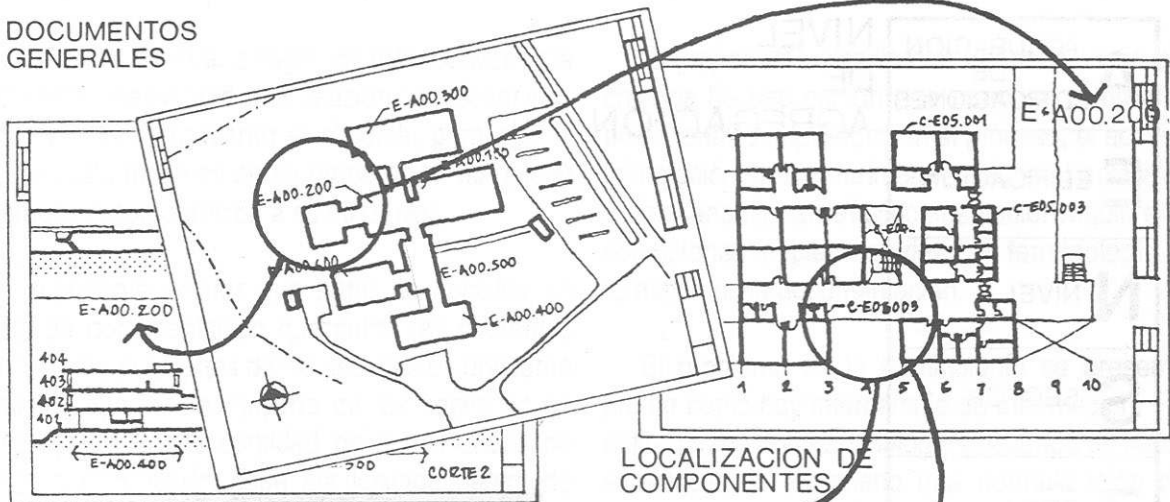
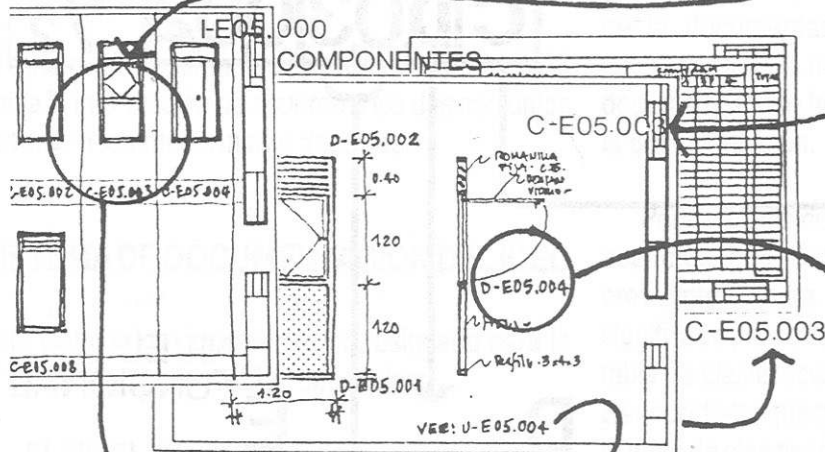
Es importante que todos los aspectos tengan cabida en la tabla de clasificación. Aunque al principio nos resulte dificultoso ubicar algunos aspectos en las tablas, el dejarlos fuera de la clasificación traería mayores dificultades, ya que confundiría al usuario. Además hay que considerar que posteriormente estas tablas pueden ser ajustadas y corregidas.

EL CODIGO

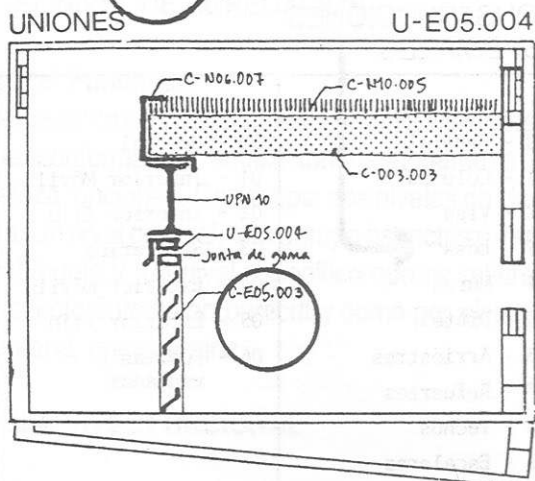
En ocasiones resulta difícil ser preciso en el uso de una palabra para clasificar correctamente un documento, siendo más conveniente la utilización de símbolos.

Un código es un instrumento que agiliza la comunicación ya que representa la posibilidad de utilizar un lenguaje único sin errores de interpretación, además, facilita el almacenaje ya que puede proveer una

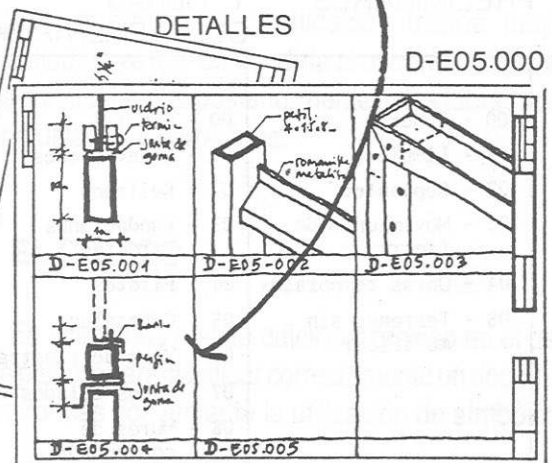


DOCUMENTOS
GENERALESLOCALIZACION DE
COMPONENTESRELACIONES
ENTRE
DOCUMENTOS

UNIONES



DETALLES



secuencia lógica, y es indudable la ventaja que representa la utilización de códigos para el procesamiento de datos a través de computadoras.

Para una mejor y rápida identificación del significado del código es conveniente que este acompañado de su descripción, evitando el ir continuamente al listado de codificaciones.

El sistema de referencia ó código empleado para relacionar la documentación de la producción masiva de edificaciones puede ser descrito a grandes rasgos como un código nemotécnico estructurado en base a casillas.

Este código se utiliza para identificar documentos e información, esto significa que a través de sus caracteres se accede al contenido semántico de la información.

Además se utilizan para registrar, organizar y almacenar y relacionar los documentos de manera lógica y estructurada. Es pues el único conductor de la documentación.

FORMATOS

Por último nos referimos a la necesidad de tender hacia una normalización de los formatos y de las normas para la elaboración de la documentación, adoptando ciertos criterios guías que permiten una lectura clara y rápida de la información. Para esto es conveniente considerar dos aspectos: la elaboración de la documentación y el manejo de esta documentación.

Aunque hoy en día las computadoras son un auxiliar para la representación gráfica, en la mayoría de los casos se utiliza el dibujo manual. Estos dibujos son minuciosos y detallados, siendo su proceso de ejecución bastante lento, y al término de la obra estos generalmente son almacenados nuevamente debido a su especificidad.

Si entendemos la producción de edificaciones como un proceso dinámico en el cual día a día se suceden cambios, debido a la aparición de nuevas técnicas, materiales, etc., y donde el proceso de toma de decisiones no está limitado solamente a la etapa de proyecto, sino que se da también a lo largo del proceso

de construcción, lo más conveniente sería adoptar métodos de representación gráfica que se adecúen a esta dinámica.

Un documento claramente rotulado ayudará a una fácil y rápida clasificación. Su dimensión es importante para efectos del almacenamiento, reproducción y distribución de la información.

Almacenar documentos gráficos de diferentes tamaños realmente originan problemas. Para solucionar este aspecto se ha adoptado el tamaño doble oficio ya que representa grandes ventajas para su reproducción y almacenamiento (3).

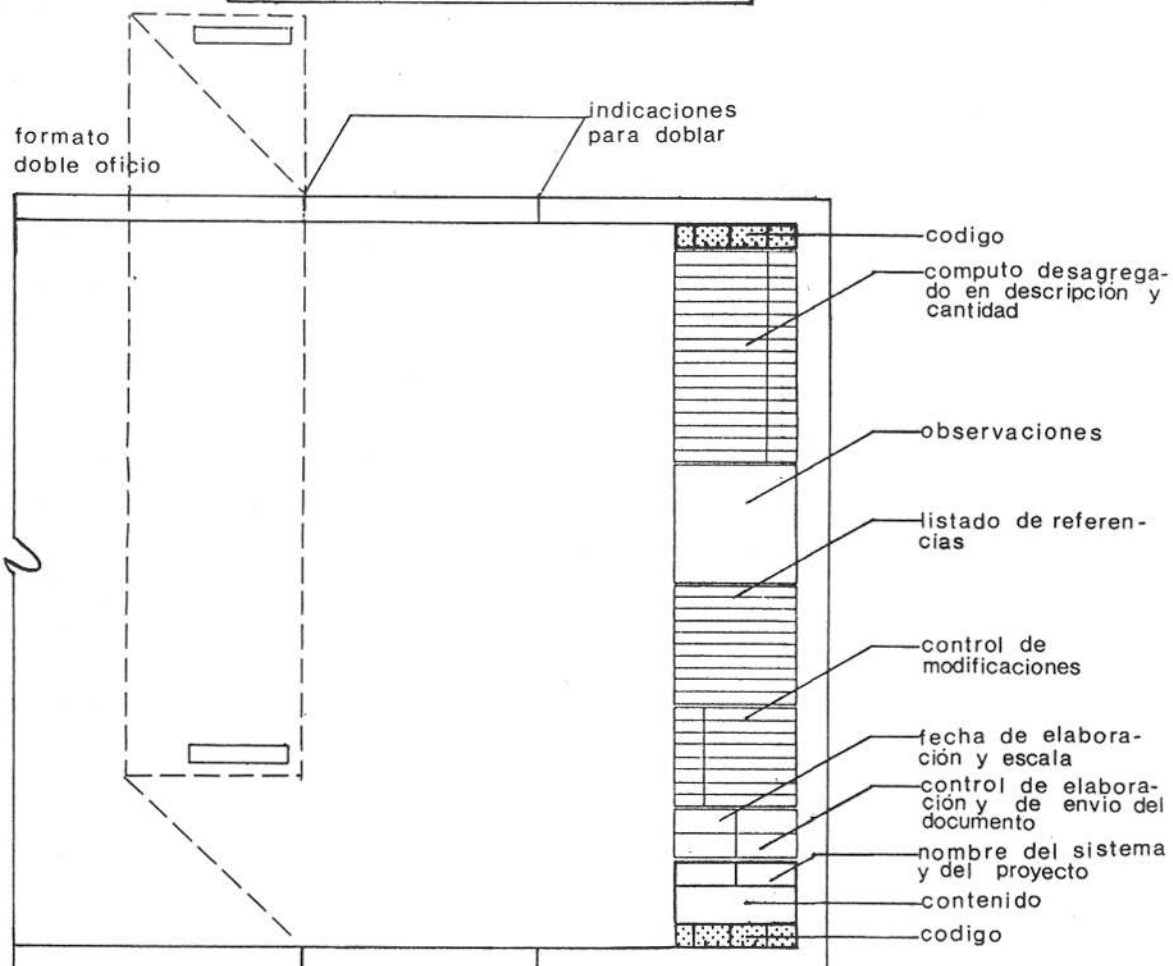
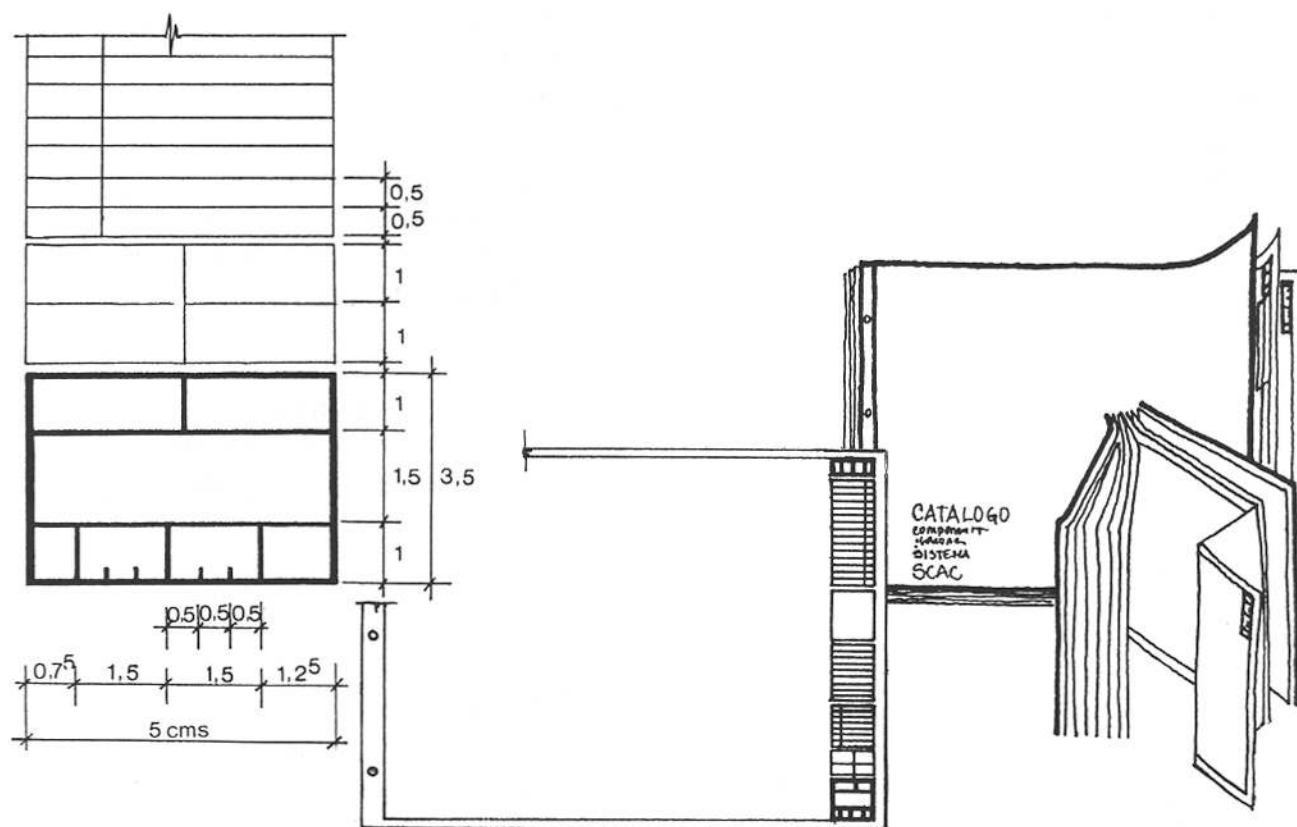
Este formato permite organizar los documentos en carpetas doble oficio u oficio.

La información complementaria como son los listados índices, especificaciones, planillas de cómputo y costos, pueden estar contenidos en otros documentos lo que puede facilitar la organización de los paquetes de documentos.

Cada documento suministra a través del sello tres informaciones:

- 1 Información sobre el contenido del dibujo, suministrada a través del código y la descripción. Permite clasificar y recuperar la información.
- 2 Información sobre aspectos adicionales que generalmente son importantes para el uso de la oficina que los produce, como son la fecha, notas, nombre del dibujante, etc.
- 3 Información técnica, como son cómputos, listados de referencias y control de las modificaciones del documento.

Es importante el establecimiento de normas sobre escalas, acotamientos, rótulos, etc., para que al conjugar diferentes grupos de documentos exista una cierta unidad que ayude a la comprensión de la información. De esta manera, por ejemplo la documentación producida por la industria de los materiales, puede ser simplemente anexada a un proyecto sin necesidad de dibujarla nuevamente, conformándose paquetes de información intercambiable, según los requerimientos de cada proyecto.



LA PRIMERA PARTE DE LA FASE II DE LA CIRCULACION (*)

Federico Villanueva ()**

(**) 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.

(*) El presente texto corresponde al segundo capítulo del trabajo "LA CIRCULACION DEL CAPITAL EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION", cuya introducción general se publicó en "TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION" Nº 3 y cuyo 1er. capítulo se publicó en "TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION" Nº 5.

La Fase II de la circulación en el ciclo del capital dinero, $D-M^{\text{Mp}} \dots P \dots M'-D'$, es la de la venta del producto valorizado $M'-D'$. En el caso de la industria de la construcción, para algunos productos y formas de producción, esta fase puede descomponerse en una primera parte, de circulación del producto parcial entre el constructor y el productor, y en una segunda parte, de circulación del producto terminado desde el promotor al usuario consumidor.

La forma general. Encargo y venta de los productos parciales.

Hemos mencionado dentro de las características fundamentales de la producción de construcción que van a influir en la circulación del producto, (1) que este es de tipo discreto, resultado de un largo período de trabajo, cuyas múltiples jornadas van arrojando un producto en elaboración progresiva, aún no completo, y que solo al completarse será capaz de pasar al consumo social en la forma genérica que le corresponda. Hasta entonces el producto parcial o semi-elaborado tiene un valor de uso como objeto de trabajo sobre el cual puede continuar desarrollándose el proceso hasta completar el producto discreto, y un valor que depende del trabajo, vivo y cristalizado que en él se haya acumulado, susceptible de aparecer discursivamente en un precio, parte descompuesta del precio del producto completo.

* 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 productividad real

Lo expuesto es la base material principal para que aparezca una primera parte diferenciada en la Fase II de la circulación, entre el constructor y el cliente que le encarga el producto, y para que la forma habitual de esta parte de la circulación sea la venta del producto parcial o semi-elaborado mediante el sistema de anticipo y valuaciones de obra ejecutada.

Además, también como característica fundamental de la producción, hemos mencionado la imposibilidad material de que en el mismo taller-obra los procesos de trabajo se sucedan lineal y continuamente sobre nuevos ejemplares del objeto de trabajo, y que los distintos procesos y sub-procesos de trabajo integrantes de la manufactura no aparecen en la mayoría de las obras a lo largo de todo el tiempo de producción, sino más bien durante períodos específicos y aún los procesos de presencia más prolongada varían su escala de producción e importancia relativa a lo largo del período en que aparecen en obra.

Suponiendo un mínimo de especialización de los productores en algunos procesos específicos, como de hecho existe y más que mínima, la anterior característica haría absurda la presencia de productores parciales cuyo proceso haya concluido simplemente a la espera de la culminación del producto discreto total, para que con él circulara su parte. Esta es base material adicional para la realización de una primera parte de la circulación en la venta del producto parcial, antes de que el producto discreto global sea completado.

Por otra parte, a la posibilidad técnica de venta del producto parcial se suma, dentro de una industria cuyos productos finales poseen un alto valor y un alto precio y dentro de la organización particular dominante en la industria de la construcción en Venezuela y muchos otros países, la necesidad económica del constructor productor, en la medida que no posee una gran concentración de capital capaz de sostener todos los desembolsos progresivos necesarios hasta completar el tiempo de producción del producto discreto y menos hasta completar su tiempo de circulación.

El sistema de pago por valuaciones de obra ejecutada permite al empresario constructor, bajo cuyo control se da el proceso de producción, unidad del proceso de

trabajo y del proceso de valorización, vender progresivamente los productos parciales de y dentro de los distintos trabajos concretos que componen a la manufactura construcción.

Bajo la denominación de producto parcial nos referimos, por un lado, a partes diferenciables cualitativamente por ser productos finales de distintos procesos o sub-procesos de los que integran la heterogeneidad de la construcción e incluso productos de operaciones diferenciadas integrantes de algún sub-proceso de trabajo, y por el otro lado a partes diferenciables cuantitativamente del conjunto del producto parcial de un mismo tipo de proceso, sub-proceso u operación de obra. Productos parciales de estos dos tipos combinados se relacionan como obra ejecutada en el sistema de valuaciones.

La venta del producto parcial presupone el encargo previo, de una parte o de la totalidad de la obra, contratada de manera tal que permita la relación periódica del trabajo ejecutado medido en unidades físicas de las distintas partidas y sub-partidas en que se descompone el proceso general de trabajo y su producto, convertidas a través de precios unitarios convenidos, en el precio aplicable al producto parcial.

En términos generales el encargo es un pedido, un convenio anticipado de compra-venta, previo a la existencia de la mercancía producto. Puede incluir una verdadera compra anticipada cuando la mercancía aún no se haya comenzado a producir o solo exista potencialmente en los elementos materiales que servirán a su producción, pero la forma dominante es que solo se pague una vez que exista la mercancía.

En el caso particular del pedido o encargo en la industria de la construcción, el primer pago o anticipo es generalmente contra una fianza, existiendo la mercancía potencial solo en el proyecto, base del convenio o contrato de compra donde se han fijado los precios globales y unitarios del producto y sus partes. Luego, los pagos subsiguientes se efectúan a medida que el producto discreto va existiendo potencialmente en el producto parcial semi-elaborado. Usualmente, de estos últimos pagos se va descontando el primero y así mismo una parte adicional del precio convenido por el

producto parcial presentado. El pago final de lo acumulado en estas últimas retenciones suele efectuarse cuando ha transcurrido un cierto lapso desde la finalización del producto, que permita comprobar su calidad y/o funcionamiento. Además existen disposiciones jurídicas generales que extienden el lapso de responsabilidad del productor y de los profesionales que lo respalden, para cubrir vicios ocultos de construcción que puedan manifestarse posteriormente, cuando la obra haya entrado al consumo.

A medida que se va pagando por el producto parcial semi-elaborado, este como condición general para que pueda continuarse el trabajo, pasa a pertenecer al comprador, quien nunca ha cedido el control del objeto general del trabajo, desde que era apenas suelo construible. Esta particularidad, ya mencionada en la parte de la Fase I de la circulación referente a la compra del suelo, (2) independiza al productor constructor de la necesidad de resolver la disposición de este. El constructor va a producir sobre un terreno suministrado por quien va a comprarle el producto. Por lo tanto, junto al precio del producto que aparece en la primera parte de la Fase II, entre el constructor y quien le encarga, no va a aparecer la capitalización de la venta del suelo o precio del suelo, que acompañará al precio del producto en cualquier otra venta a partir de la segunda parte de la Fase II de la circulación, desde las manos del cliente del productor.

Quien vende el producto parcial a medida que lo elabora es quien controla el doble proceso de trabajo y de valorización, es decir, el productor contratado o contratista al que se le ha encargado el trabajo total o partes especializadas de este.

El comprador es el promotor ejerciendo su función mínima, el vendedor es el empresario constructor en su forma más pura, y el contrato entre ellos es la forma del encargo o pedido en la industria de la construcción, mientras que los pagos efectuados constituyen la concreción de la forma general de la primera parte de la Fase II de la circulación en el ciclo del capital dinero de construcción.

La forma general de circulación del producto desde las manos de quien dirige el proceso de producción, es

que se pague al constructor en la medida que entrega productos parciales, de acuerdo a un encargo previo. Como toda forma general, esta manera dominante de cambiar el capital mercancía producto por dinero, tiene sus variantes y excepciones.

Variantes y excepciones a la forma general

La forma habitual de relacionar el producto parcial es a través de valuaciones, de acuerdo al avance de la ejecución de las partidas y sub-partidas que integran el contrato de obra. Pero también pueden relacionarse etapas completas de obras como productos parciales, en la variante del sistema de valuaciones denominada "escala de pagos". Esta suele emplearse en los contratos de conjuntos de edificaciones prefabricadas, de complejas obras industriales y de cierto tipo de grandes obras de infraestructura, en los cuales convenga más definir verdaderas etapas diferenciadas de obra que dividir las en el conjunto de las partidas, de difícil separación, que integran cada etapa y la misma obra completa.

Puesto que la unidad física de medición del producto parcial es mayor y supone mayor tiempo de producción, la utilización de la "escala de pagos" requiere de la empresa constructora mayores desembolsos y consecuentemente, mayor concentración de capital que la necesaria para operar dentro del sistema de valuaciones por partidas. De esta manera la operación por escala en pagos es una de las condiciones que dificulta el desarrollo de cierto tipo de sistemas constructivos, cuando los beneficios de la racionalización e industrialización de la mayoría de los procesos en planta se contrarrestan con la dificultad de reconocer el pago de los productos parciales hasta que no estén ensamblados o al menos entregados para su ensamblaje en obra.

En todo caso, la escala de pagos es apenas una variante dentro de la forma general de la primera parte de la circulación del producto. El mismo tipo de variante se presenta en los casos de pequeñas obras, usualmente contratadas informalmente, donde se conviene cualquier forma de pagos parciales, no necesariamente vinculada mas que de un modo general a relaciones de partes del producto. Por ejemplo, el contratista de una pequeña

obra de ampliación puede trabajar con un anticipo sin fianza alguna, un pago a mitad de obra y otro a su finalización. Sin embargo, cuando el constructor no recibe anticipo ni pagos parciales, ya estamos entrando en una variante de la propia forma general definida.

Esto puede ocurrir en pequeñas obras encargadas "a toda costa" donde el contratista solo sea pagado al entregar el producto completo. Pero los casos más importantes de este tipo de excepción corresponden a constructores de obras medianas hasta muy grandes, cuyo convenio de encargo o contrato contemple el diferimiento del pago hasta la finalización de la obra o incluso hasta el mediano y en ocasiones largo plazo, una vez que la obra esté terminada.

Se trata entonces de una fusión de funciones capitalistas genéricas que suelen aparecer separadas dentro de la organización de la industria de la construcción. La función del empresario constructor se ha combinado con la función del financista a la producción y, en el extremo, con la función del financista a largo plazo del pago del propietario final.

Tenemos aquí a los encargos o contratos a suma global, "llave en mano", donde el capital que financia la construcción del producto discreto total es de o aparece asociado con el empresario que dirige el proceso de trabajo y de valorización. En otros casos, el financiamiento asociado a la dirección del proceso de producción, puede extenderse hasta el largo plazo, cuando el producto discreto global ya haya pasado a realizar su valor de uso en el consumo. Mayoritariamente, estas formas de circulación del producto entre constructor y cliente corresponden a obras donde el cliente promotor que encarga es el Estado.

La fusión entre el constructor y el financista aparece abierta y formalmente cuando las licitaciones de construcción estatales incluyen cláusulas de financiamiento durante la construcción o por lapsos mayores, permitiendo solo competir a empresas constructoras ya asociadas a empresas financieras u obligando a las que no lo estén a recurrir al crédito bancario nacional o internacional, garantizando los préstamos mediante el aval del Estado o mediante la figura de "cesión del contrato".

Cuando el Estado avala a una empresa constructora con el fin de garantizar el financiamiento a la producción de una obra determinada, se reserva generalmente el derecho de actuar como fideicomisario del crédito a través de una institución bancaria pública. De esta forma puede intervenir en la administración del crédito, objeto de garantía estatal a través del aval que pasa a ser un instrumento indirecto del financiamiento. Por su parte la cesión de contrato implica, como su nombre apunta, que este es cedido al organismo financiero que pasa a administrarlo. En ambas formas, de aval y de cesión de contrato, el capital productivo y el capital financiero se asocian estrechamente con un claro dominio del segundo sobre el primero.

A los efectos de la empresa constructora, es decir del productor, los pagos se darán de acuerdo a la forma general de circulación, en la medida que va avanzando la elaboración del producto. Solo que pagará directamente el capital financiero asociado que administra el contrato y no el cliente promotor como en otros casos donde el crédito a la construcción implica un préstamo escalonado a través del promotor, para que este vaya pagando al constructor por el producto parcial.

En las licitaciones de construcción con cláusulas de financiamiento que hace el Estado, fundamentalmente para grandes obras civiles e industriales, suele participar el capital financiero internacional. Usualmente a través de la asociación entre empresas constructoras nacionales e internacionales, bajo la forma de consorcios empresariales con apoyo financiero externo. Comúnmente resulta ganador en estas licitaciones el consorcio que ofrece condiciones más ventajosas de financiamiento, lo que hace dominar a los aspectos financieros sobre los de tecnología de construcción propiamente dichos.

Obviamente, en los casos donde se establece formalmente la fusión de la función de control de proceso de producción con la función de financiamiento, los denominados costos financieros, es decir la parte del excedente en forma de intereses que corresponden al capital financiero que aporta los fondos durante la producción y más allá de esta, van a incidir aumentando el precio que pagará el cliente-promotor por el producto el financista, que será superior al precio que este le ha

venido pagando al constructor, si es que este último constituye una empresa asociada y no es el propio financista.

El mismo fenómeno, del empresario constructor actuando además como financista, puede observarse también, aunque no abiertamente, en otros encargos del Estado promotor donde no aparecen cláusulas de financiamiento. Los contratos del Estado están sujetos a limitaciones generales por leyes de presupuesto y de crédito público, y a restricciones emanadas de los sistemas de control previo y posterior por los organismos contralores, entre otras muchas restricciones, como las dificultades de financiamiento en etapas racionalmente coherentes de obras de largo tiempo de producción no perfectamente planificadas. Por estas y otras razones de diversa índole, la asignación de fondos estatales y los pagos a las empresas constructoras pueden verse afectados, impidiendo el normal discurrir de los pagos parciales escalonados por relación de obra ejecutada. Entonces, de hecho, el constructor se ve forzado a financiar al Estado promotor y el conocimiento de esta posibilidad va a inflar los precios que el contratista está dispuesto a acordar por su producto en sus convenios con el Estado. Sea cuando va a financiar el mismo o sea cuando deba obtener financiamiento ajeno por su cuenta.

El descuento es el tipo fundamental de financiamiento directo que puede obtener el constructor en su venta del producto, dentro de la forma general de encargo y pagos parciales por valuaciones de obra ejecutada.

En la medida que la aceptación de una valuación de obra no represente el pago inmediato de esta, caso muy frecuente con el Estado como promotor, la valuación aceptada, pero aún no pagada, se transforma en una letra de crédito y como tal puede ser descontada ante el sistema financiero.

Los anticipos y valuaciones aprobados por el cliente son instrumentos de pago negociables con ciertas restricciones que inducen a la participación del capital bancario en el financiamiento directo y a corto plazo de la primera parte de la circulación del producto.

Los intereses bancarios en el descuento de valuaciones varían de acuerdo a la reputación del

promotor público o privado, a si la valuación está vencida o nó, a las relaciones del empresario constructor y a la coyuntura financiera.

Sobre la base de las diferencias entre las perentorias necesidades de compra y pago de las mercancías con forma apta para continuar la producción y el período real de circulación efectiva del anticipo y las valuaciones como instrumentos de pago, el sistema de instrumentos de pago que es la valuación como hasta aquí la veníamos describiendo, se transforma en un sistema de instrumentos de crédito, complementario al que opera en la relación promotor-financista y en las cadenas interfinancieras.

Hemos mencionado anteriormente algunas de las razones que hacen frecuente el retraso de los pagos del gobierno a los productores de construcción. Estos retrasos llegan a constituir una verdadera "endemia", casi genérica en este sub-mercado de la industria. En estas condiciones, el capital bancario suministra el capital-dinero necesario mediante el sistema de descuentos, bien de anticipos y valuaciones parciales o bien de contratos completos, a lo que ya nos hemos referido. Todo ello en condiciones muy ventajosas para el banco, pues el préstamo es al corto y muy corto plazo, permite el cobro de intereses relativamente altos y los adelantos quedan garantizados por el anticipo, la valuación o el contrato aprobados. Este tipo de descuentos forman parte de las relaciones estructurales que someten al capital productivo de construcción al control del capital financiero.

La permanente demora de los pagos por parte del cliente público y la subsiguiente necesidad de financiamiento, aunada a otros factores como el escaso uso del sistema de licitaciones públicas con la consecuente ausencia de competencia entre las empresas constructoras, se traduce en un incremento de los precios de los productos y explica como el costo de obras similares resulta inferior para el cliente privado que para el cliente público. En la medida que el sobrecosto aludido en el sector público sea captado a través de los intereses, no resulta extraño que el sector financiero auspice la permanente demora en los pagos del gobierno y apruebe líneas de crédito destinadas a los descuentos de sus instrumentos de pago.

Volviendo a la forma general de circulación del producto, reafirmamos que el encargo y la venta del producto parcial en la medida que se va relacionando son lo característico para el capital productivo. Tan característico que la forma de excepción hasta ahora explicada, solo es tal cuando convierte al empresario constructor en financista de la producción e incluso del consumo.

La verdadera excepción a la forma general se da cuando no existe el encargo. Sea porque el producto es un valor de uso para el constructor y por lo tanto, no es una verdadera mercancía que va a entrar en la circulación. O sea porque el empresario constructor es al mismo tiempo el promotor intermediario y su producto va a circular hacia el usuario en las formas que corresponden a la que hemos denominado segunda parte de la Fase II de la circulación en el ciclo del capital dinero de construcción.

Dentro de la construcción para el propio consumo o autoconstrucción existen diversas variantes y escalas.

Por una parte la autoconstrucción semi-artesanal de la vivienda en desarrollos no controlados de las poblaciones de más bajos ingresos. Los estudios realizados sobre este fenómeno en Venezuela (3) indican que en buena parte de la construcción de ranchos existe, combinada en proporción variable con la verdadera autoconstrucción, la contratación de pequeños constructores y, con ella, el encargo informal y diversas variantes de pago a cuenta, por producto parcial o por el producto encargado total. Usualmente las partes contratadas corresponden a las de mayor dificultad tecnológica y que requieren una mayor calificación relativa de la fuerza de trabajo, como las fundaciones y estructuras más consolidadas y las instalaciones sanitarias o eléctricas. Cuantitativamente este es el tipo de autoconstrucción más importante dentro del producto total de la industria de la construcción en el país, en la medida que los ranchos de barrio alojan a más de la mitad de nuestra población urbana y tienen una tasa de crecimiento superior a la de cualquier otro tipo de vivienda primaria.

Por otra parte existe una insignificante autoconstrucción de las empresas constructoras para

su propio consumo como tales empresas o para el consumo individual de sus dueños. Desde talleres, depósitos y edificios-sede, hasta viviendas.

Pero la variante de aparente autoconstrucción más importante, después de la de vivienda para pobladores urbanos de bajos ingresos, es la de las "empresas no constructoras que construyen", tal como aparece en los cuadros morfológicos del sector construcción, en los Informes Económicos del Banco Central. Solo que aquí se trata más de autopromoción que de autoconstrucción, La figura corresponde a empresas cuya rama de actividad no es la construcción, pero que contratan construcciones, fundamentalmente para su propio consumo. No es probable que se ocupen de la dirección del proceso de trabajo y de valorización directamente, sino más bien que utilicen los servicios de un contratista general o de diversos sub-contratistas, a los que encargan la producción y pagan de acuerdo a la forma general, por su producto parcial en elaboración progresiva.

Sin embargo, desde el punto de vista teórico y también observable en la práctica, sobre todo de personas naturales, un usuario o cliente que posea los conocimientos profesionales necesarios, puede encargarse eventualmente de dirigir el proceso de construcción, efectuando las compras y pagos de las mercancías aptas para producir y coordinando el trabajo colectivo en obra.

Mientras esta sea para su propio consumo, estaremos dentro de la excepción de la forma general de circulación del producto por no constituir esta mercancía. Pero, tanto en esta variante como en la de la autoconstrucción de ranchos o de la empresa constructora, el producto, como todo producto de construcción, conservará su valor de uso por largo tiempo y consecuentemente podrá ingresaren cualquier momento a la circulación de mercancías, en las formas generales de venta o de alquiler, aunque en principio esa no fuese la intención de su producción. En ese caso la excepción de la forma general de la primera parte de la circulación del producto se transforma en una excepción del segundo tipo, al encargo: Cuando el constructor coincide con el promotor intermediario.

La fusión entre las funciones del empresario constructor y las del empresario promotor, suele ocurrir con alguna

frecuencia. El promotor no solo va a controlar las formas discursivas, de realización, de la valorización en el negocio en su conjunto, sino que también va a encargarse directamente del proceso de trabajo y de valorización, usualmente con la excepción de algunos pocos sub-contratos. Este control no es eventual ni en productos para el propio consumo, sino un sistema empresarial de trabajo para el mercado. En estos casos el financiamiento a la producción puede ser también del propio promotor-constructor, pero fundamentalmente suele provenir de otro capital especializado en esa función, sobre la base de garantía hipotecaria.

La forma extrema de esta excepción a la forma general de la primera parte de la circulación del producto, la encontramos cuando el promotor y al mismo tiempo constructor que opera por su cuenta y no por encargo, llega a financiar, a largo plazo, al usuario del producto. Esto puede ocurrir cuando el mismo promotor otorgue al comprador el préstamo hipotecario a largo plazo, como sucedió en Venezuela con la producción de vivienda para el mercado, antes de la creación del sistema hipotecario. También cuando el promotor-constructor capitalice el producto como un capital a préstamo, es decir financiero, en forma de mercancía que se alquila al usuario. Este último es el único caso donde el producto de construcción, siendo mercancía no va a pasar por venta alguna.

En todos los casos cuando el promotor opera sistemáticamente como constructor o cuando el autoconstructor eventualmente lance el producto a la circulación, no existirá la forma general de encargo y pagos parciales para una primera parte diferenciada de la circulación del producto, desde manos del constructor a las de quien le encarga. Más bien, la circulación del producto tendrá una sola parte, cuyas formas generales, por venta o alquiler, coinciden con las propias de la segunda parte de la Fase II de la circulación del producto, del promotor intermediario hacia el propietario o usuario final.

Por el contrario, cuando el cliente promotor va a ser el usuario consumidor final o el representante de los consumidores finales, y haya encargado la obra al constructor, pagándole por sus productos parciales, la forma de la única parte de la circulación del producto,

corresponderá a la forma general descrita para el constructor, desde este al cliente que le encarga. Este es el caso general cuando el promotor es el Estado.

Notas:

(1) Villanueva B., Federico: "La Circulación del Capital en la Industria de la Construcción" en IDEC TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION N° 3, 1987.

(2) Villanueva B., Federico: "La Fase I de la Circulación en el Ciclo del Capital Dinero de Construcción" en IDEC TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION N° 5, 1989.

(3) Rosas Meza, Iris: "Construcción y calidad de la vivienda de los barrios" en IDEC TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION N° 4, 1988.



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 tecnológico
- 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

SISTEMA CONSTRUCTIVO PARA CUBIERTAS DE PLASTICO SICUP[®]

Participantes:

Responsable de Proyecto
Arq. Alejandro Calvo L.

Producción en Planta
Arq. Luis F. Trujillo

Estudio de Producción
Arq. Domingo Acosta

Estudio Económico
Econ. Miguel Ignacio Purroy

Modelos
Antonio Domínguez

Redacción y Montaje
Arq. Ana I. Loreto

Fotografía
Arq. Félix Molina
Arq. Alejandro Calvo L.

INTRODUCCION

Coherente con el planteamiento de contribuir para que la industria de la construcción utilice los productos elaborados en el país y enmarcado dentro de una línea de investigación en el campo de componentes livianos, el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC, ha venido promoviendo el uso de los plásticos reforzados como material para la producción de componentes industrializados para edificaciones.

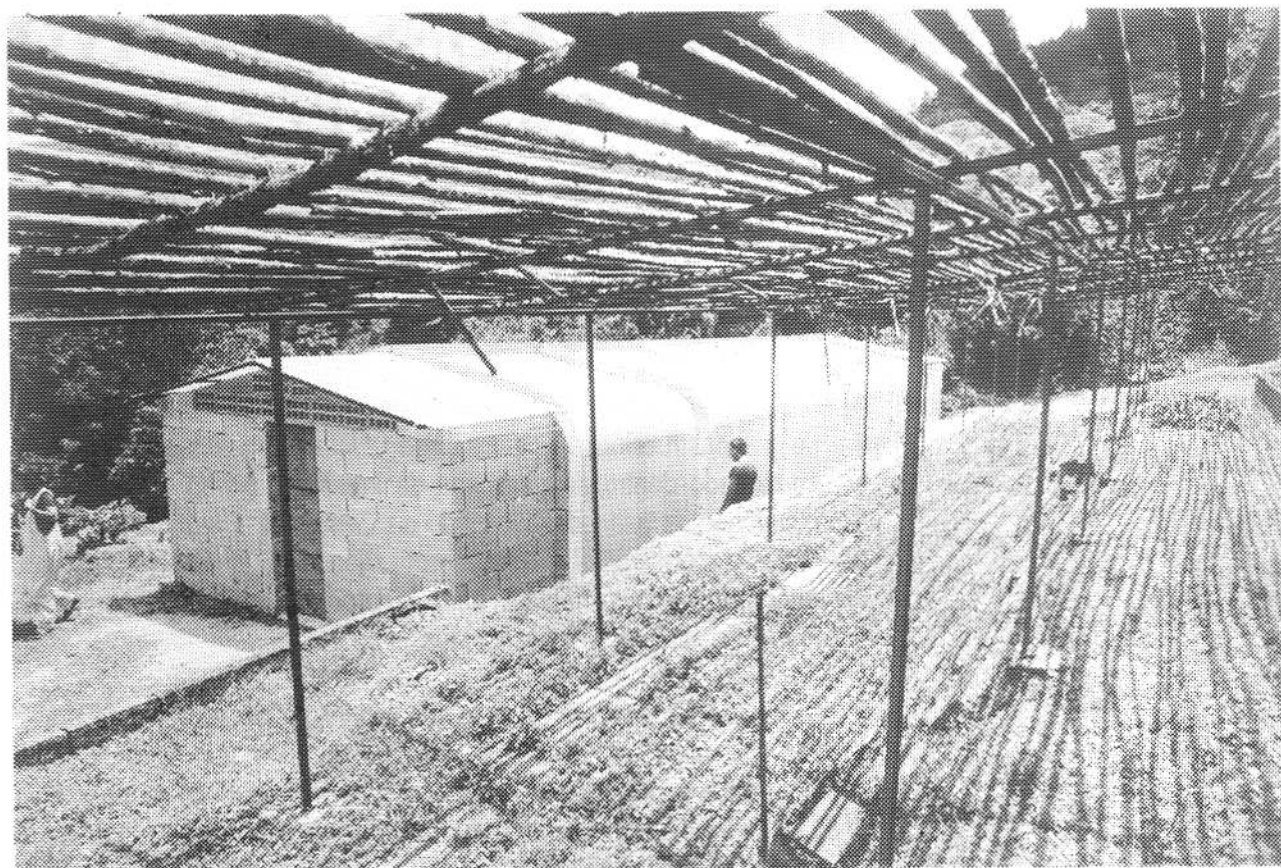
Es basado en estos criterios que se inicia el desarrollo del SICUP con la finalidad de ofrecer al mercado un sistema constructivo de cubiertas autoportantes de plástico reforzado con resultara económico, y los suficientemente sencillo como para ser instalado por personas sin previa experiencia.

Paralelamente al inicio de este trabajo surgió por parte del Fondo Nacional del Café FONCAFE, la solicitud de que le fuera diseñado un vivero-propagador a ser utilizado en su programa de lucha contra la roya, enfermedad que actualmente afecta gravemente el cultivo del café en el país.

Con base a experiencias anteriores realizadas en el IDEC y a la construcción y evaluación de un vivero para la Facultad de Agronomía de la U.C.V., se inicia en Junio de 1984 el desarrollo del SICUP. Para el mes de Agosto del mismo año se construyó el primer prototipo y es a partir de Septiembre que se inicia la línea de producción piloto en la Planta Experimental del IDEC, ubicada en la estación Jaime Henao Jaramillo de la Facultad de Agronomía de la U.C.V. con un pedido de FONCAFE para suministro de 24 viveros-propagadores de 67 m² cada uno.

La venta del SICUP se realiza a través de la Empresa Universitaria TECNIDEC S.A. creada para comercializar las tecnologías desarrolladas por el IDEC.

Ya evaluada esta primera etapa de producción piloto y aplicaciones se procede actualmente al desarrollo de algunos componentes que permitirán ampliar sus posibilidades de utilización.



1

C- 8 INFORMACION

EL Nacional - Martes 26 de Febrero de 1985

2

Viveros para combatir la roya diseñaron arquitectos de la UCV



El Vivero diseñado por el IDEC para combatir la roya.
(Foto José Armando Estrella)

• Asdrubal Barrios

La roya es una plaga temida en todo el mundo, porque donde llega arras. Pocas veces en Venezuela se han hecho campañas fitosanitarias tan enérgicas como la desplegada para evitar que la roya entre al país y arras con los cafetales. Pero finalmente tenemos al hongo entre nosotros y hay que implementar medidas para repelerlo.

Es así como los investigadores Alejandro Calvo y Luis Fernando Trujillo, a instancias de una solicitud de Foncafé (fondo Nacional del Café), diseñaron unas estructuras modulares muy novedosas y sencillas, en las cuales se va a experimentar con plantas resistentes a la plaga.

Alejandro Calvo y Luis Fernando Trujillo trabajan para el Instituto Experimental de la Construcción (IDEC) que junto con el Instituto de Urbanismo son los dos centros de investigación adscritos a la Facultad de Arquitectura de la Universidad Central de Venezuela.

En el IDEC se desarrollan tecnologías para la construcción a base de plástico, metal, madera y concreto. Funciona desde hace 10 años y la planta piloto está ubicada en el núcleo "El Laurel", cerca de la Cortada del Guayabo.

El novedoso sistema de construcción a base de polietileno, reforzado con fibra de vidrio, además de servir para instalaciones agropecuarias, también se

utiliza para viviendas provisionales, tiendas de campaña y para cualquier otro uso provisional por el estilo.

El modelo diseñado para Foncafé estuvo listo a mediados del año pasado, informó el arquitecto Alejandro Calvo. Luego de hacer los ajustes, despachamos las primeras 25 unidades que se están instalando en Táchira, Trujillo y la Colonia Tovar, comentó.

Foncafé, en vista de los buenos resultados que se esperan alcanzar, pidió otras 50 unidades que serán despachadas en los próximos días.

Hay capacidad instalada suficiente en la planta piloto como para atender cualquier demanda. Se trata de una tecnología desarrollada totalmente en el país, con materia prima también nacional, salvo uno que otro material importado.

Previamente se hizo un ensayo en el núcleo "El Laurel", donde la Facultad de Agronomía experimenta con café y se lograron óptimos resultados, según dijo Alejandro Calvo.

La roya es una plaga muy invasiva y destruye los cafetales en un dos por tres. En las pacas de Táchira, Trujillo y la Colonia Tovar se le va a combatir con técnicas biológicas a partir de plantas resistentes.

En el núcleo "El Laurel" se logra un rendimiento en la producción de café de hasta 60 quintales por hectárea, mientras que el promedio nacional es de 5 a 10 quintales.

-Se va hacia la tecnificación de este importante cultivo, comentó Alejandro Calvo.

Una de las unidades diseñadas fue instalada en el núcleo para iniciar las investigaciones y combatir la roya.

El proceso de fabricación del Sicup (así se llama el proyecto aquí descrito) es algo artesanal, pero es el utilizado en fibra de vidrio, tanto para la fabricación de carros como de lanchas.

Para obtener los híbridos no atacables por la roya, se requieren ciertas condiciones de temperatura y luminosidad, y estas ventajas las ofrecen las estructuras de polietileno y fibras de vidrio.

-Ha sido una respuesta muy rápida a un problema que está preocupando a los estrategas de la producción agrícola, refirió el investigador.

Además son instalables estas unidades a muy bajo costo. Sale a 500 bolívares el metro cuadrado; con gran rapidez y sin necesidad de recurrir a mano de obra especializada.

Son láminas muy livianas, modulares y acoplables con sólo utilizar tornillos y tuercas: no se oxidan, son de fácil transporte y sencilla construcción.

En un camión se han llegado a montar hasta seis viveros de 67 metros cuadrados, que es el tamaño estándar. Pesan tres kilos cada uno. Ya el IDEC dio la idea, ahora corresponde a la empresa universitaria Tecnidec comercializarla. Ya está patentada. Es una patente de la Universidad Central de Venezuela.

Noticias Universitarias

Rafael S. Borges

Sistemas de Viviendas Provisionales

Sistema de Construcción de Polyester reforzado con fibra de vidrio, que puede ser utilizado como viviendas provisionales e instalaciones agropecuarias, está siendo promovido por el Instituto Experimental de la Construcción (IDEC), de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela.

El Sistema permite construir cubiertas autoportantes, es decir que no existen estructuras adicionales para sostenerlo y es de bajo costo; se puede instalar con rapidez y no es necesaria mano de obra especializada para levantarlo.

El Sistema de Cubiertas de Plástico (SICUP) como se denomina este tipo de construcción, cuenta además con componentes tales como ventanas, cúpulas, cerramientos, etc., que complementan la cubierta básica y permiten ajustar el sistema a una solución particular.

Por sus características técnicas y su bajo costo el SICUP se ha adaptado a una serie de usos entre los que podemos mencionar: instalaciones de emergencias, agropecuarias, militares, depósitos y viviendas provisionales. Actualmente se estudian nuevos usos.

El IDEC ha iniciado su aplicación con el Fondo Nacional del Café, donde se ha utilizado el sistema adaptándolo a formas de vivero para el cultivo experimental de cafetos resistentes ala Roya. Igualmente, conjuntamente con el Instituto de Estudios Avanzados se edificaron tres galpones para la propagación de plantas de yuca y papas.

La facilidad del transporte y la sencillez del montaje de este Sistema de Cubiertas de Plástico (SICUP), permite su instalación en lugares de difícil acceso y escasa mano de obra.

Los profesores Alejandro Calvo y Luis Fernando Trujillo, investigadores del IDEC, dieron a conocer a los asistentes de las Jornadas de Investigación realizadas recientemente, todos los detalles de este novedoso sistema de construcción en nuestro País.

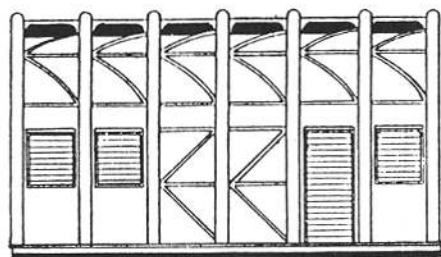
Por sus características técnicas y su bajo costo, esta cubierta se adapta a una amplia gama de usos como por ejemplo:

Instalaciones agropecuarias
Instalaciones de emergencia
Instalaciones militares
Instalaciones industriales
Viviendas provisionales.

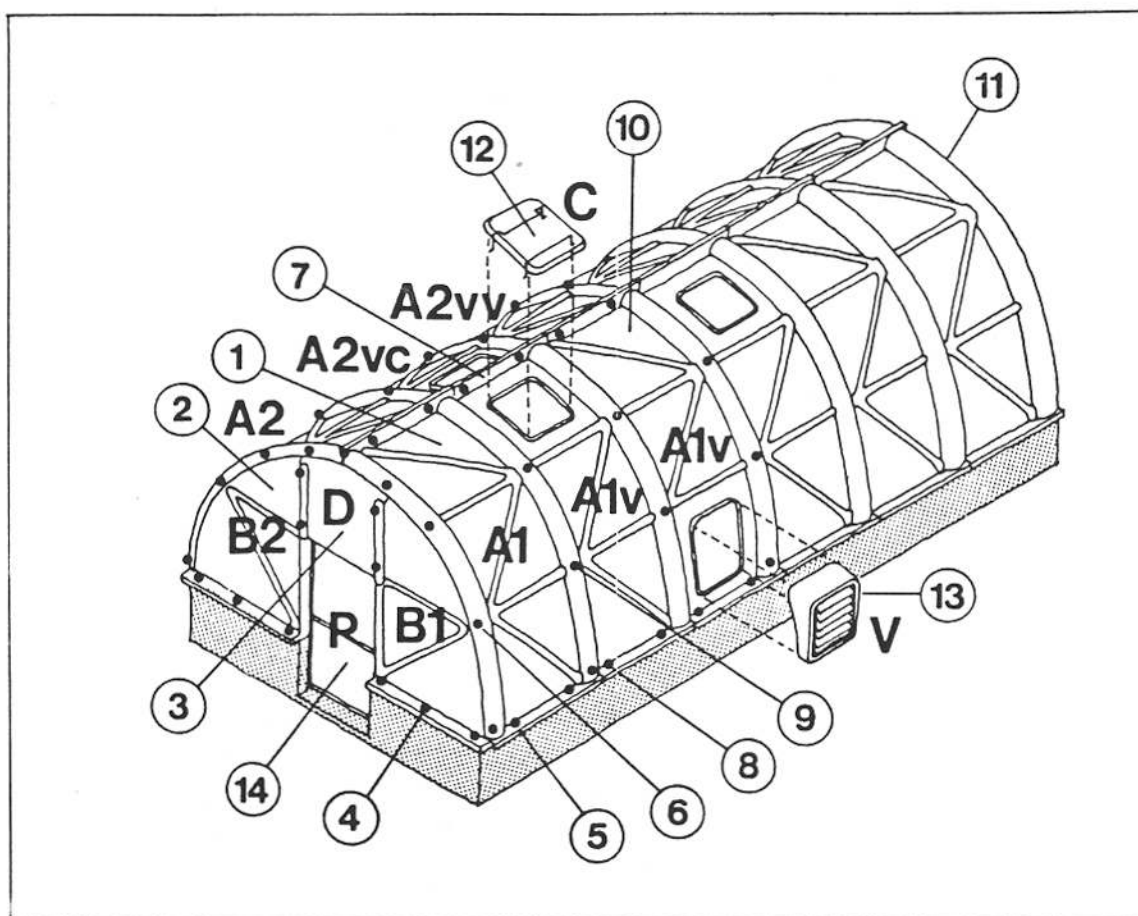
Su facilidad de transporte y sencillez de montaje lo hacen particularmente útil en lugares de difícil acceso o de escasa mano de obra.

Otro aspecto importante de señalar es que la tecnología de producción utilizada es de fácil asimilación por parte de pequeños productores por ser tecnología de carácter manufacturero ligeramente mecanizada que requiere poca mano de obra especializada y su inversión inicial se corresponde a las posibilidades de la pequeña industria. Además existe en el país una capacidad instalada que puede asumir la producción de este sistema ante la posibilidad de una comercialización de la patente.

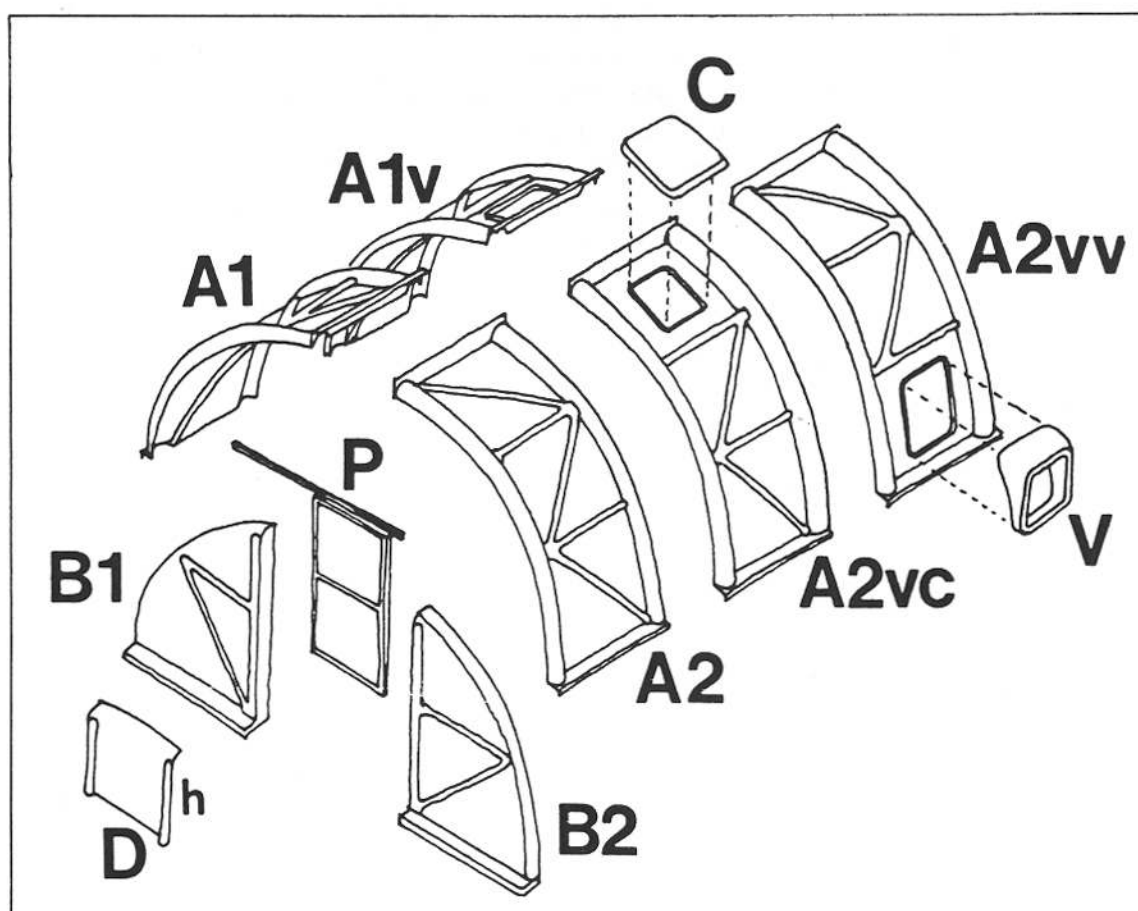
El aspecto más significativo de esta experiencia es que se cumplió un ciclo completo: diseño, experimentación, producción, comercialización y evaluación, permitiendo ensayar una producción en serie, su factibilidad de comercialización a través de empresas universitarias, estableciendo vínculos con el sector privado y constatando a su vez la capacidad que posee la Universidad de dar respuestas adecuadas y rápidas a problemas concretos, incorporándola de una manera efectiva al progreso del país.



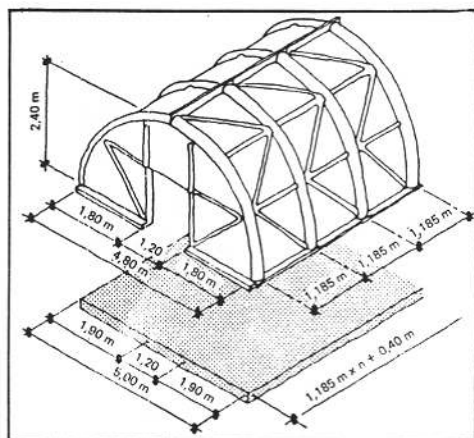
1. Vivero Experimental anterior al SICUP.
2. Noticia de prensa, Nacional, 26/2/85
3. Noticia de prensa, Universal, 22/2/85
- 4 y 5. Vivero de la Facultad de Agronomía



1



2



1. Isometría del Sistema
2. Componentes del Sistema
3. Dimensiones

DESCRIPCION DEL SISTEMA

El material utilizado en la fabricación de los componentes del Sistema SICUP es resina de polyester reforzada con fibra de vidrio (P.R.F.V.).

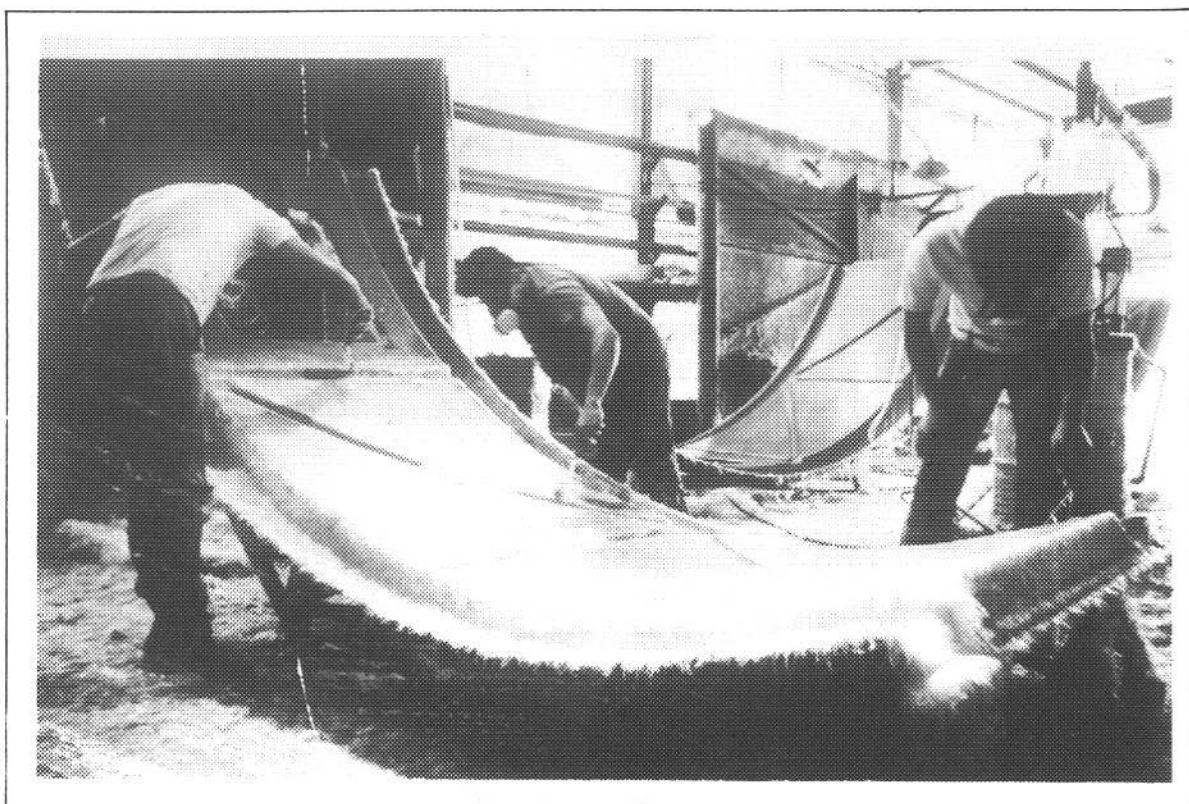
Las características propias de este material, como son su gran resistencia y capacidad de ser moldeado en formas convenientes que aumenten su momento de inercia, fueron aprovechadas para lograr una cubierta autoportante con una relación muy baja de peso respecto al área cubierta sin necesidad de recurrir a estructuras adicionales de soporte.

Para esto se adoptó la bóveda de medio cañón como criterio estructural básico. Esta forma permite obtener una buena resistencia estructural a partir de una lámina muy delgada y al mismo tiempo crecer espacialmente en un sentido mediante la repetición de elementos idénticos.

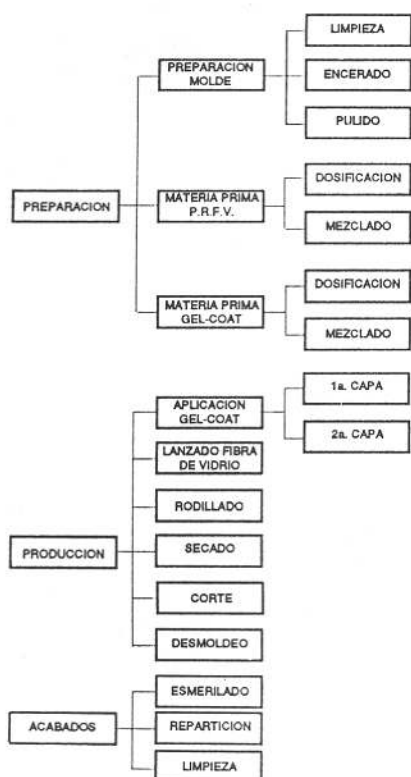
La cubierta SICUP está formada por una serie de componentes básicos que se ensamblan mediante solapes para formar sucesión de secciones de bóveda con un radio de 2.40 mts. Estos se apoyan directamente a nivel de piso o bien sobre un muro o elemento horizontal previamente construido.

El SICUP cuenta además con otros componentes como ventanas, cúpulas, cerramientos, etc., que complementan la cubierta y que permiten ajustar el sistema a cada solución particular.

Gracias a las características del P.R.F.V., la cubierta SICUP no requiere de ningún tipo de mantenimiento, solo se recomienda una limpieza periódica con agua y jabón para eliminar la capa de polvo depositada en su superficie.



PRODUCCION DE COMPONENTES EN P.R.F.V.



PRODUCCION

En los programas experimentales de producción realizados en una primera etapa se pudo constatar, que en un ciclo de dos días, con jornada de ocho horas, un técnico lanzador de fibra con cuatro ayudantes, contando con cuatro moldes del componente básico y un molde para cada uno de los componentes restantes, produjeron tres cubiertas de 70 m² cada una. Con base a esta experiencia previa, se han diseñado planes de producción que permiten lograr mayores niveles productivos aumentando la cantidad de moldes y coordinando de una manera eficiente las distintas etapas del proceso.

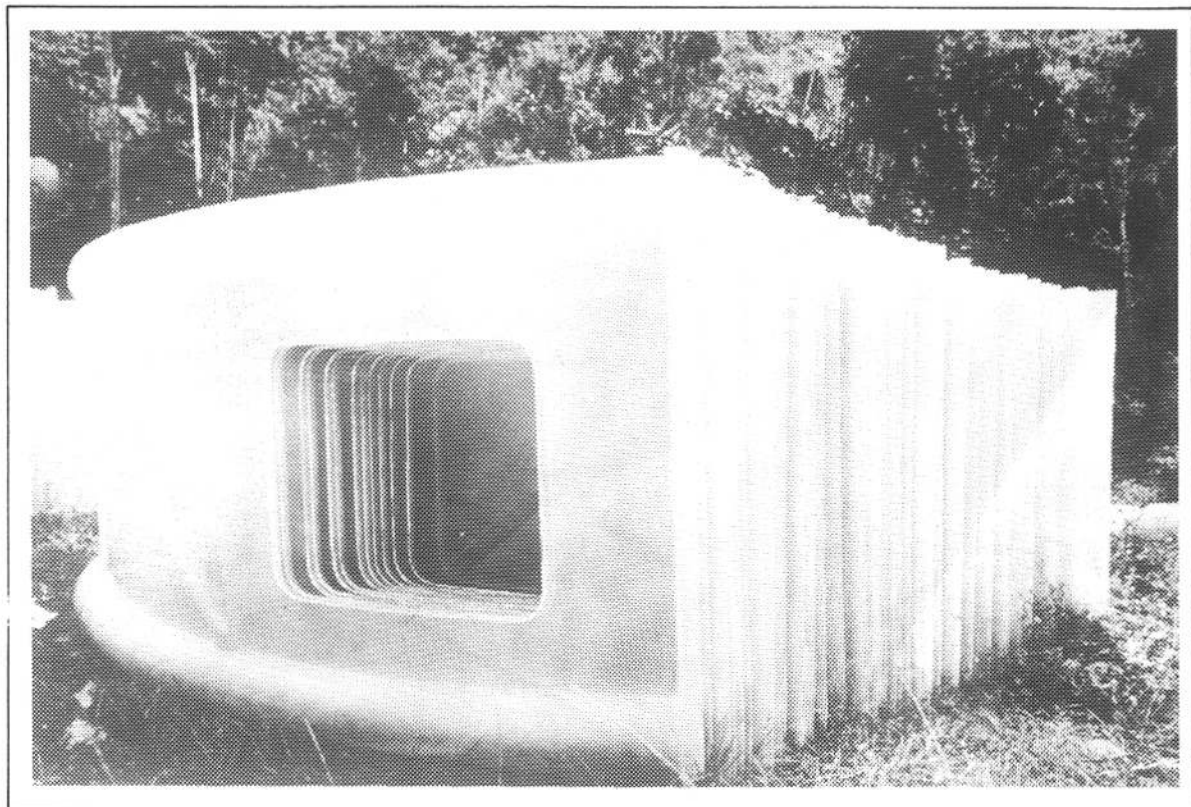
El proceso de trabajo debe estar organizado con base a operaciones en estaciones de producción para mantener la uniformidad deseada en el proceso. De esta manera se agrupan operaciones de acuerdo a la secuencia de producción, uso de maquinarias y de herramientas y balanceo de la línea para que en cada estación de trabajo los tiempos de ejecución sean más o menos iguales evitando retrasos o excesivos tiempos desocupados de mano de obra.

1. Aplicación del P.R.F.V.
2. Desmoldeado del componente.
3. Acabado componente



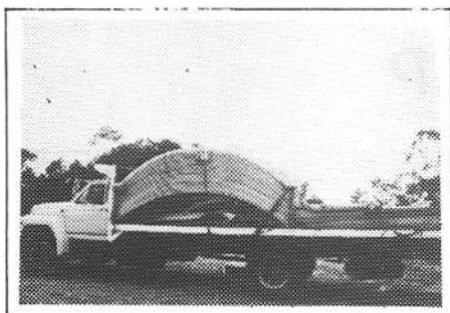


1



2

3



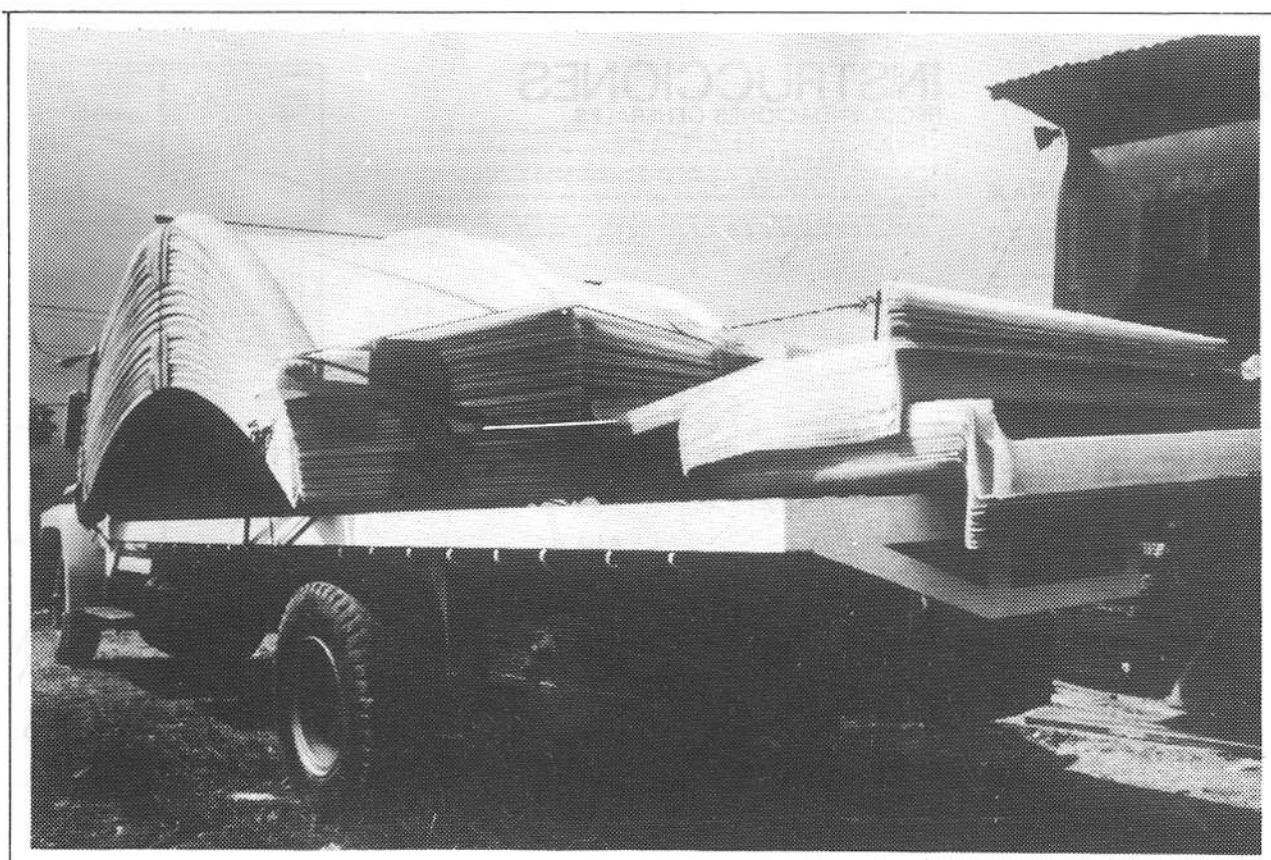
TRANSPORTE

Para el diseño del SICUP fue considerado como factor importante facilitar al máximo el manejo y transporte de los componentes del sistema. Es por esto que las dimensiones de dichos componentes, así como su reducido peso, hacen posible que puedan ser movilizadas por una sola persona ya que en el caso de las piezas de mayor tamaño su peso no excede los 15 kg.

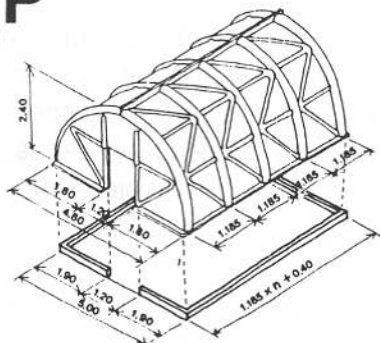
Así mismo la forma de estos componentes permite que sean colocados uno dentro de otro conformando pilas que facilitan el almacenaje y transporte. Por ejemplo, en un camión con una bodega de 6 x 2.40 mts. pueden transportarse hasta seis cubiertas de 70 m² cada una con todos sus accesorios.

- 1. Manipulación de componentes
- 2. Almacenaje de componentes
- 3 y 4. Transporte de cubiertas

4



SICUP
DIMENSIONES



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

MATERIAL UTILIZADO

MATERIAL UTILIZADO	El material utilizado en la fabricación de los componentes del sistema SICOP es resina de políester reforzada con fibra de vidrio (FRP). Esta elección se debe a que dicho material cumple con las características de livianez, resistencia y durabilidad requeridas por el sistema. Además, el uso de dichos componentes y la fabricación racional del FRP han permitido lograr una cultura económica y al mismo tiempo de alta calidad.
ECONOMÍA DEL MATERIAL	La cultura SICOP está formada por una serie de componentes que se ensamblan mediante solapas y se apoyan directamente a una sujeción de acero, lo que genera una estructura racional y económica.
CONCEPTO ESTRUCTURAL	La cultura SICOP está formada por una serie de componentes que se ensamblan mediante solapas y se apoyan directamente a nivel de piso o bien sobre un muro o elemento horizontalmente.

ECONOMIA DEL MATERIAL

CONCEPTO ESTRUCTURAL

RESO DE LA COMISIÓN

PESO DE LA CUBIERTA	La cubierta SICUP tiene un peso de 5 kg. por metro cuadrado de superficie en planta, pudiéndose llegar a 3,6 kg. si ello fuera necesario sin perder las características básicas de la cubierta.
UNIONES	Todas las uniones del sistema son por soldadura, sin necesidad de recurrir a juntas especiales y selladores, evitando de esta manera la posibilidad de filtraciones.

LINES

Los sellos de los puertos del sistema son por colores, sin necesidad de recurrir a juntas especiales y selladores, evitando de esta manera la posibilidad de filtraciones.

TRANSPORTE

Las dimensiones de los componentes del sistema SICUP, así como su peso, que no excede los 15 kg. en las piezas de mayor tamaño, permite que éstas puedan ser puestas en marcha por una sola persona, necesiándose ocasionalmente otra para la colocación del componente en la cubierta.

El diseño de los componentes permite apilarlos, lo cual facilita el almacenaje y transporte. En un camión con un baúte de 8 x 2,40 mts. se pueden transportar hasta 6 cubiertas de 60 m² cada una con todos sus accesorios.

MONTAJE

la simplicidad en el proceso de ensamblaje del SICUP permite que cuatro personas sin experiencias previas y siguiendo las instrucciones suministradas monten una cubierta de 60 m² en un día de trabajo.

EQUIPO NECESARIO

destornilladores
llave ajustable
2 prensas
escalera de 3 mts. aproximadamente

MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO
Gracias a las características del PPRV, la cubierta SICUP no requiere de ningún tipo de mantenimiento. Solo se recomienda una limpieza periódica con agua y jabón para eliminar la capa de polvo depositada en la superficie de la cubierta. Esto es particularmente recomendable en los casos en que se utilicen cubiertas traslúcidas, como por ejemplo viveros, a fin de no perder capacidad de permeabilidad luminosa.

SICUP

SISTEMA CONSTRUCTIVO DE CUBIERTAS DE PLÁSTICO

EL SICUP es un sistema para construir cubiertas a loscopantes de PPRV* a bajo costo, con gran rapidez y sin necesidad de un mano de obra especializada. El sistema está constituido por una serie de componentes básicos que al ensamblarse forman una bóveda de medio cáñon, con un radio de 2,40 mts y crecimiento longitudinal en base a un módulo de 1,185 mts. El SICUP cuenta además con otros componentes como ventanas, cúpulas, cerramientos, etc. que complementan la cubierta básica y que permiten ajustar el sistema a una solución particular.

USOS

Por sus características técnicas y su bajo costo el SICU® se adapta a una amplia gama de usos como por ejemplo:

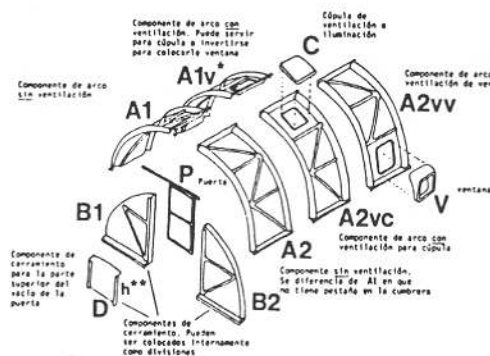
- instalaciones agropecuarias
- instalaciones de emergencia
- instalaciones militares
- viviendas provisionales
- depósitos

5, facilidad de transporte y sencillez de montaje lo hacen particularmente útil en lugares de difícil acceso o con escasez de obra.

* Plástico reforzado con fibra de vidrio

COMPONENTES DEL SISTEMA

El sistema de cubierta SICOP está constituido por dos tipos de componentes: componentes básicos tipo A con sus variantes, que conforman la cubierta propiamente dicha y los componentes secundarios que comprenden todos los elementos restantes del sistema.



- Los componentes A1 y A2 tienen una pesilla de solape en la cumbre igual a la que tienen en el extremo donde se unen por lo tanto el componente A1 puede ser invertido y ser utilizado indistintamente para colocarse vertical o como DETALLE 1 y 5.
- La dimensión B del componente D es variable y dependerá de la altura a que se encuentren los apoyos de la cubierta; la altura que se quiera dar al umbral de la entrada.

SICUP

MONTAJE

El montaje del sistema consiste esencialmente en ir reuniendo las distintas variantes del espectro de la A, para formar una sucesión de arcos que rematar en los extremos en los componentes B y D. Se completa el montaje de la A, alianza con la colocación de los componentes se unidos que se relacionan como en ejemplo.

SECUENCIA DE MONTAJE

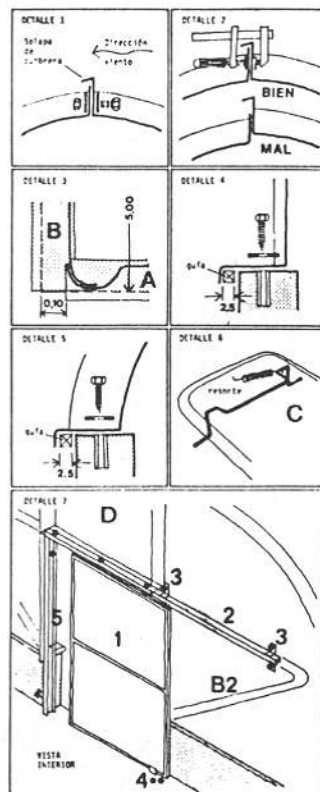
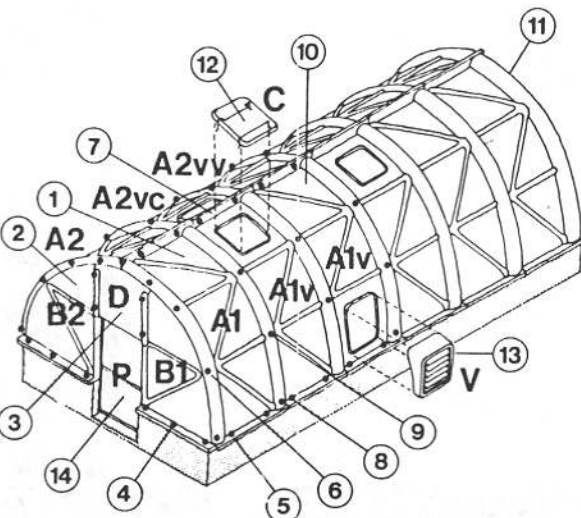
1 Se comienza el montaje de la cubierta a partir de uno de los extremos de la base previamente construida, colocando el primer arco formado por los componentes A1 y A2 a 10 cm de la esquina. Ver DETALLE 3. Perforar y atornillar según DETALLE 1 y 2. No atornillar al muro o losa.

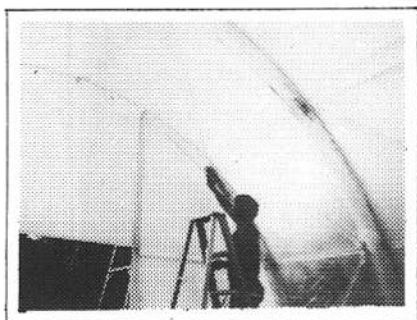
- 2 Para cerrar el extremo se colocan los componentes B1 y B2 por debajo de A1 y se ensamblan empujando lateralmente para que queden bien encajados. No apretar.
- 3 Colocar el componente D sobre B1, B2, y por debajo de A1 y A2. Ajustar con pinzas hasta ajustar correctamente. Apretar B1 y A1 y B2 en los puntos indicados.
- 4 Fijar el conjunto formado por B1, B2 y B3 al muro o base cuidando de mantener la distancia de 2,5 cm entre auxiliares con la guía de montaje suministrada. Perforar con la media pulgada (12,7 mm) el aluminio y B3, colocar el "rampal" y apretar (ver DETALLE 4).
- 5 B1 en igual forma por A1 y A2. Ver DETALLE 5.
- 6 Perforar y apretar A1 y A2 y B1, D y B2 en los puntos indicados.
- 7 Continuar el montaje colocando la pieza A2w sobre la pieza B2 y luego A3w sobre A1 para formar el segundo punto de apoyo en el aluminio y la cubierta según DETALLE 1 y 2.
- 8 Fijar al muro el arco formado por A2w y A3w perforando y apretando según DETALLE 3.
- 9 Colocar el arco formado por A2w y A3w al primer apoyo por encima de la cubierta.
- 10 Continuar el montaje apretando los pines (7) y (8) hasta llegar al otro extremo de la cubierta.
- 11 Repetir los pasos (2) a (3) para completar al otro extremo de la cubierta.
- 12 En los casos donde se requiera el uso de la tuerca C, introducir los pines de este componente en los agujeros correspondientes de los componentes. Colocar el soporte que mantiene abierta la cubierta. Ver DETALLE 6.
- 13 En los casos donde se requiera el uso de la ventana W, colocarla sobre el componente A2w y unirle a él con tornillos o remaches según convenga. Es recomendable, al colocar la pieza A2w, colocar la ventana y el arco al tipo de sellador que se requiere en la aplicación.
- 14 Colocación de las puertas correderas. P. Invertir las ruedas del panel 1 en el riel 2. Colocar el "rod" por debajo de la pieza D. Sustituir provisionalmente con alfileres el Colocar la pieza A2w al primer apoyo y apretar al piso mediante "rampal". Ajustar los tornillos del riel 2 al aluminio. Ajustar la tuerca C al aluminio en los puntos indicados. Colocar la guía de puerta 5. Perforar y apretar en los puntos indicados. Ver DETALLE 7.

INSTRUCCIONES

RECOMENDACIONES GENERALES

- [illegible]





3

MONTAJE

El montaje del sistema consiste básicamente en el ensamblaje del componente básico en sus diversas variantes los cuales conforman una sucesión de arcos que permitan en los extremos con elementos de cierre. Se completa el montaje con la colocación de los componentes secundarios como: puertas, ventanas, cúpulas de ventilación, etc.

La unión entre los diferentes componentes del sistema se realiza mediante solapes que se aseguran con tornillos galvanizados. Este de junta evita recurrir a selladores o detalles complicados, haciendo prácticamente imposible la posibilidad de filtraciones.

Para garantizar la correcta colocación de las piezas en el menor tiempo posible se elaboró un instructivo que describe el sistema, sus elementos y la secuencia del montaje.

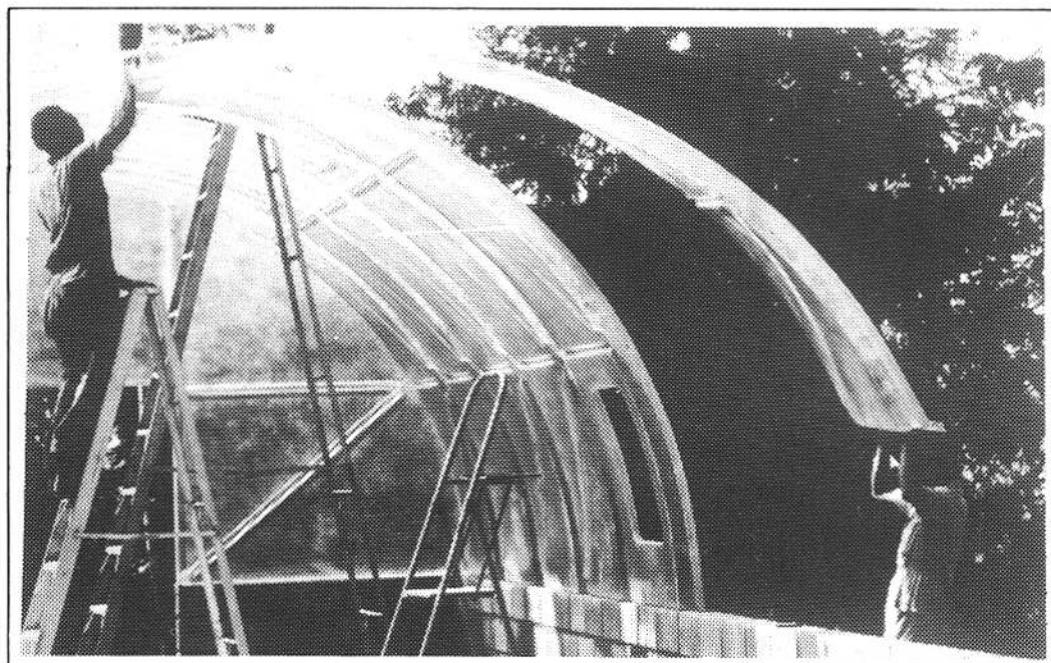
La simplicidad en el proceso de ensamblajes del SICUP permite que en cuatro personas sin experiencia previa y siguiendo las instrucciones suministradas puedan instalar una cubierta de 70 m² en un día de trabajo.

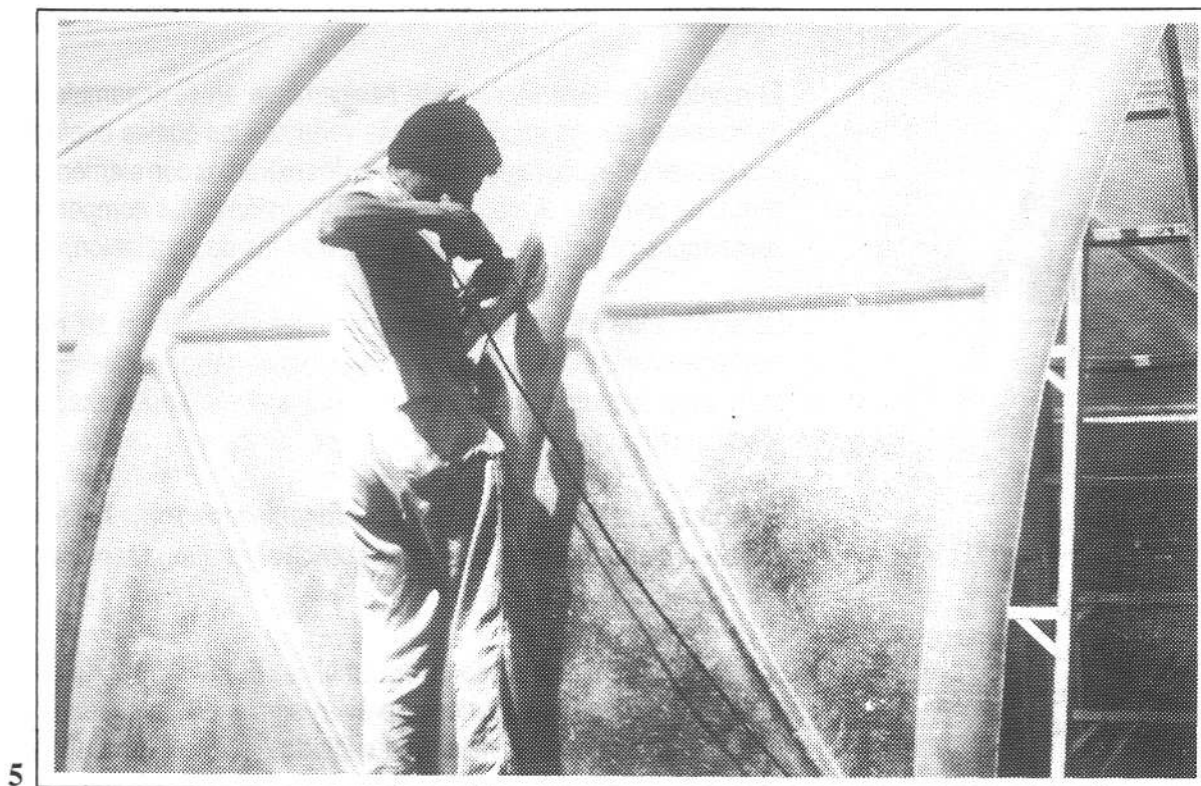
El equipo necesario para esta tarea es un taladro eléctrico, destornilladores, llave ajustable, dos prensas y una escalera de aproximadamente tres metros.

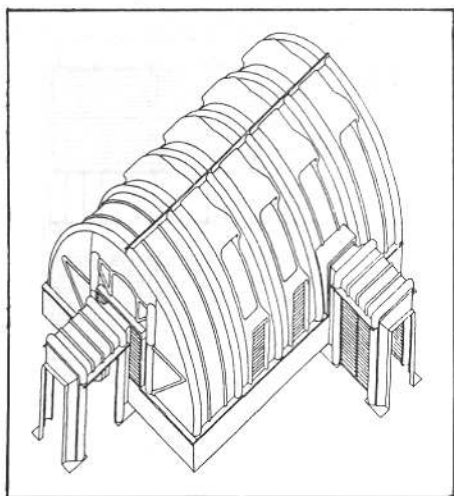
Hasta el momento se han instalado aproximadamente 2.000 m² de cubiertas en diferentes regiones del país con personal de la zona no capacitado sin haberse presentado problema de montaje alguno.

- 1 y 2. Manual de montaje.
- 3. Fijación de componente secundario.
- 4. Colocación de arcos.
- 5 y 6. Fijación entre arcos.

4







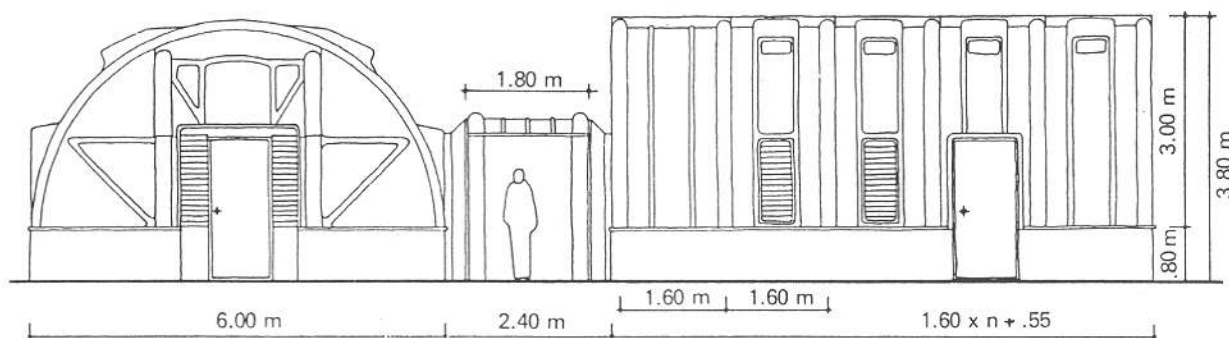
APLICACIONES

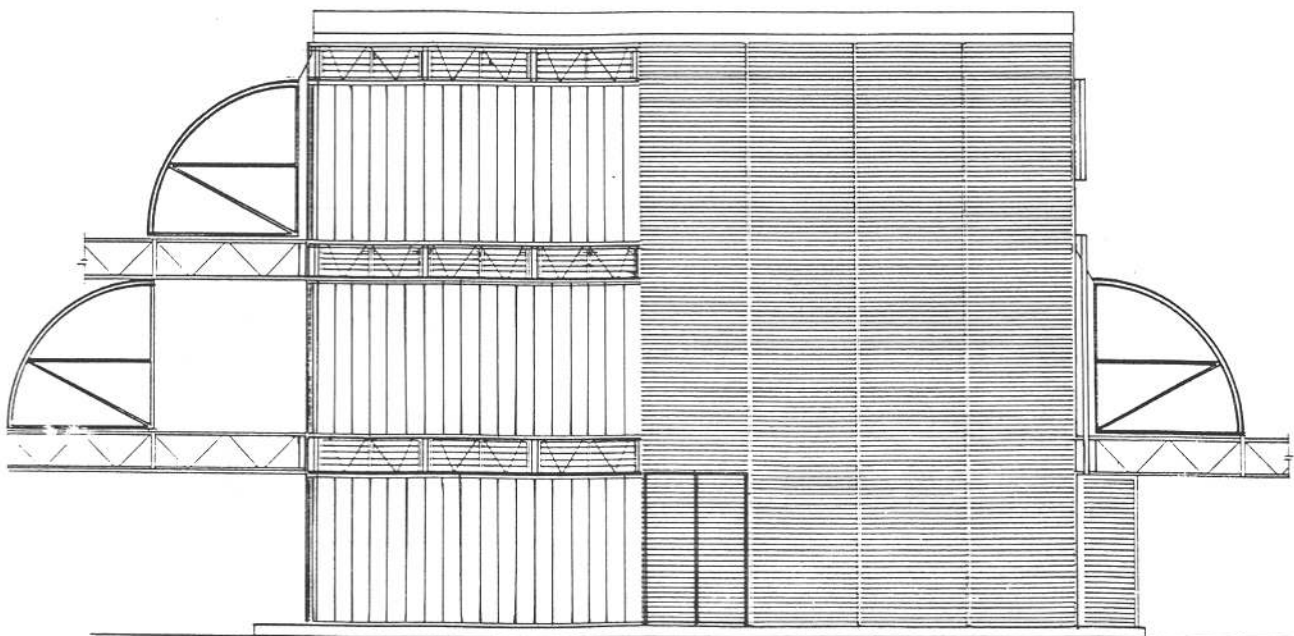
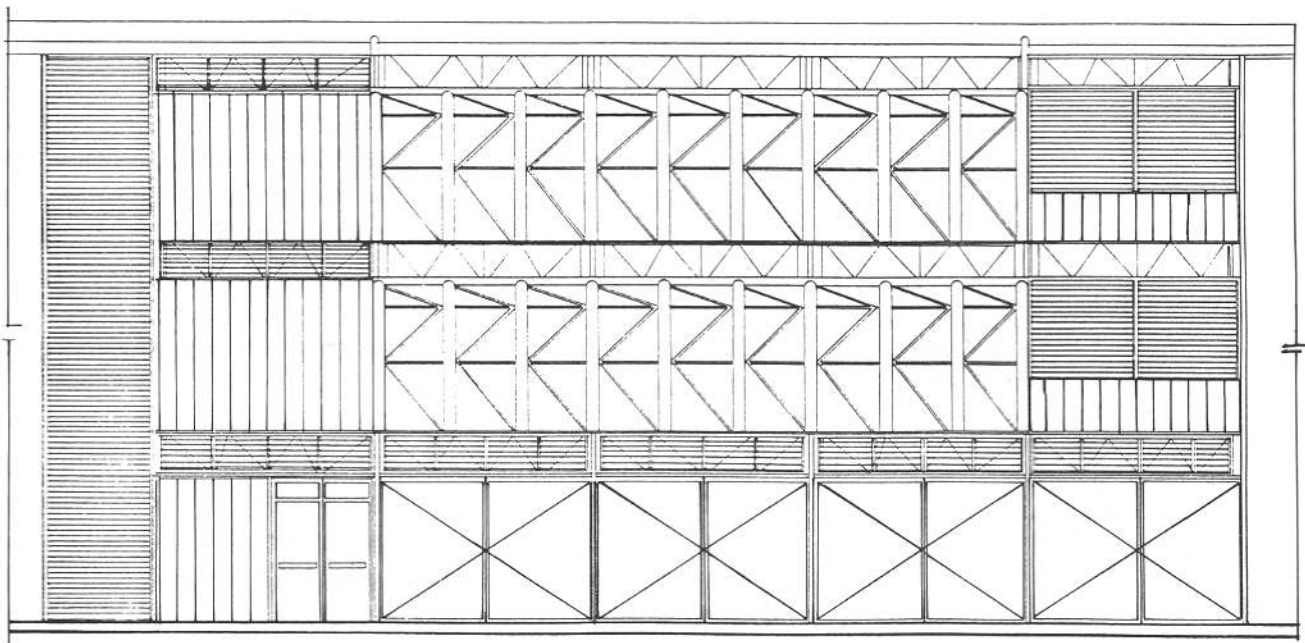
Hasta el momento han sido instalados 2.000 m² de cubiertas para uso agrícola, de las cuales tres viveros se instalaron en la estación Jaime Henao Jaramillo de la Facultad de Agronomía, tres viveros en el Instituto Internacional de Estudios Avanzados IDEA, destinados a realizar investigaciones de cultivos y 24 viveros para FONCAFE.

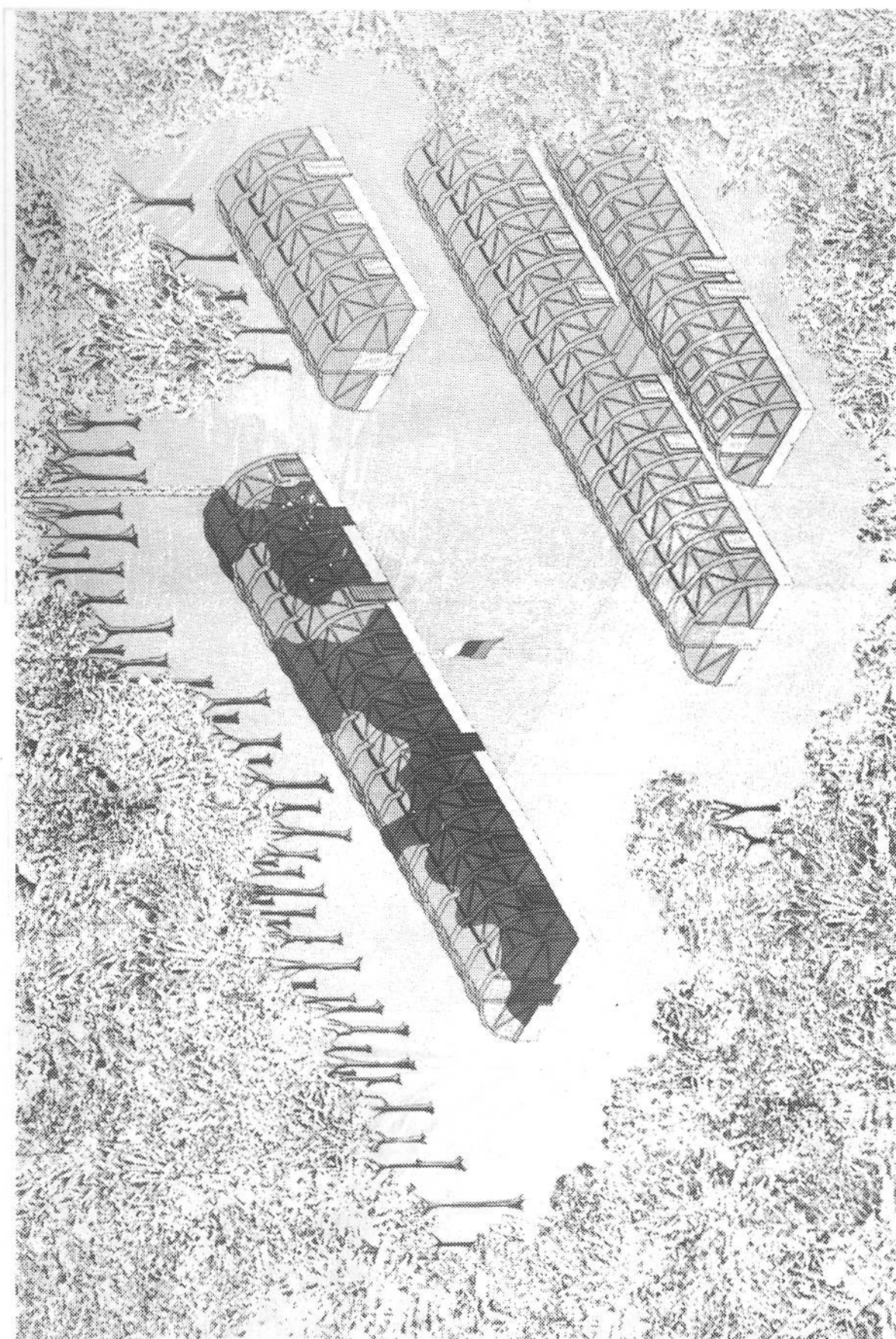
Actualmente, se está desarrollando en el IDEC un proyecto para instalaciones militares.

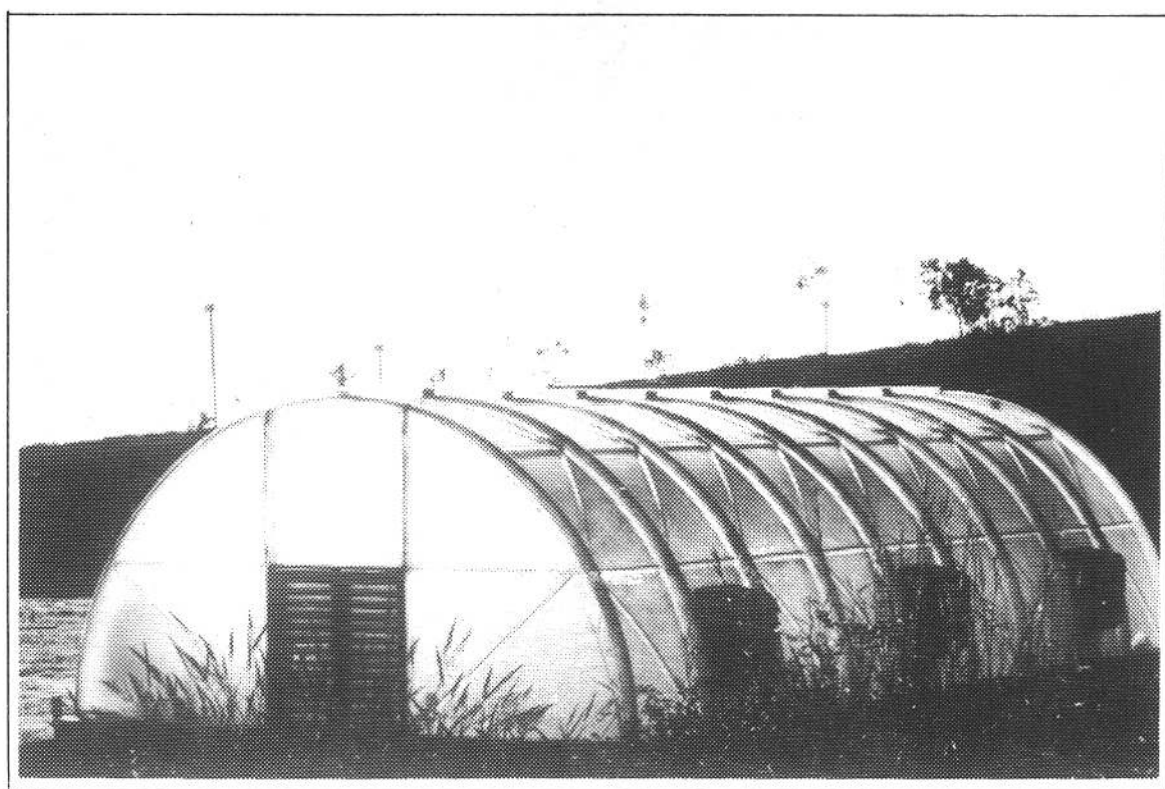
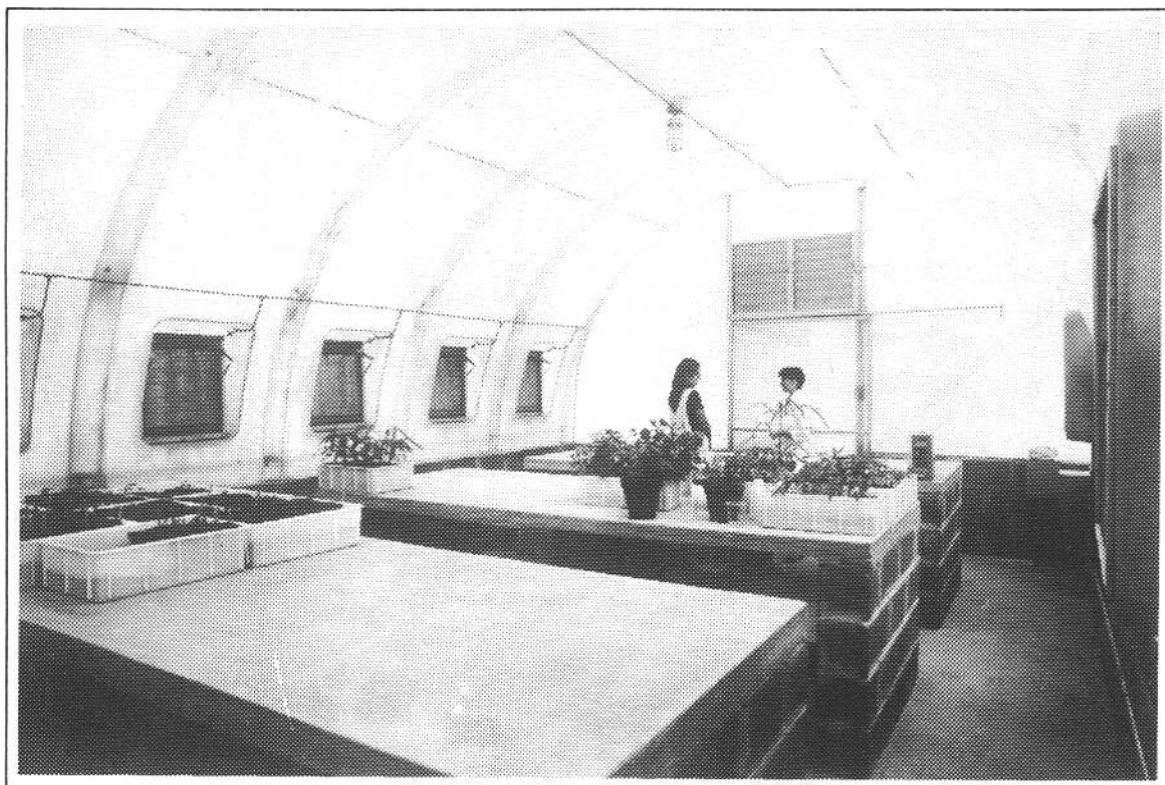
Adicionalmente a estos usos algunos componentes del SICUP se han utilizado como elementos de fachada, como remate de edificios, unidades de servicio, para cubrir terrazas, en edificaciones tanto de oficinas como viviendas. Aunque estos usos no representan una demanda significativa, nos permite ejemplarizar la versatilidad del

DIMENSIONES









EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN EL SISTEMA SICUP®

Carlos Angarita(*)
Alberto Lovera()**

A la memoria de Alejandro Calvo

Introducción

El éxito de un proyecto de investigación y desarrollo tecnológico depende en gran medida del cumplimiento de una serie de fases interactuantes. A su vez, cada nuevo desarrollo se nutre de la acumulación de conocimientos y experiencias que se potencian con su sistematización. Sin embargo, en el área de la construcción no es lo más frecuente que los diseñadores de tecnología hagan explícito el proceso que los conduce a la obtención de un determinado resultado, produciéndose así, en algunos casos, una pérdida significativa de la experiencia acumulada, que de estar al alcance de otros, e incluso de quienes han llevado a cabo el proceso de desarrollo, les ahorraría muchos esfuerzos, facilitaría la acumulación de experiencias y redundaría en el avance del propio proceso de investigación y desarrollo tecnológico. Esta situación forma parte de las dificultades y/o los caminos particulares que toma en la construcción la penetración de los avances científicos y técnicos, tema sobre el cual no nos podemos detener, pero donde se han operado cambios significativos (1).

En el caso del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), particularmente en sus primeras fases, no cabía esperar una solución completamente satisfactoria al problema de un proceso

(*) Profesor, Investigador del IDEC FAU UCV,

(**) Profesor, Investigador del IDEC FAU UCV,

riguroso de investigación y desarrollo en el campo de la construcción. La solidificación de un enfoque más sistemático, analógico con el de otras áreas del desarrollo tecnológico, con los matices del caso debido a las características de la actividad de la construcción, debió pasar por todo un proceso de decantamiento. Gracias a la asimilación y reflexión de su propia experiencia ha abierto la puerta a la entrada de la rigurosidad en su trabajo de investigación y desarrollo. Lo aquí analizado es parte de ese proceso.

El Sistema Constructivo de Cubiertas de Plástico (SICUP 1) constituye uno de los productos más exitosos que han salido del trabajo del IDEC, el primero que fue comercializado a través de la empresa de dicho Instituto, TECNIDEC S.A.. Precisamente por ello resulta importante realizar un primer intento de reconstrucción y análisis del proceso de desarrollo de dicho sistema. Esta reconstrucción no habría sido posible sin la colaboración prestada por Alejandro Calvo, responsable del proyecto y diseñador del sistema, con quien sostuvimos numerosas entrevistas y discusiones que nos permitieron el conocimiento del proceso seguido.

Fases del proceso metodológico de proyectos de desarrollo tecnológico

Antes de entrar de lleno en nuestro análisis del SICUP, presentaremos las principales fases que en general se establecen en la metodología de investigación y desarrollo, que nos servirán más tarde para reconstruir el proceso del caso específico estudiado.

En general, los textos relativos a la Metodología de Investigación y Desarrollo Tecnológico identifican cinco grandes fases o etapas que deben cumplirse a lo largo de la ejecución de un proyecto concreto. Las fases que a continuación describiremos no responden exactamente a ninguno de los modelos teóricos disponibles, constituyen más bien una síntesis de los esquemas planteados por diferentes autores (2).

Las fases que debe recorrer un proyecto de desarrollo tecnológico son a grandes rasgos las siguientes: 1) Fase Conceptual; 2) Fase de Definición; 3) Fase de Producción; 4) Fase de Operación; 5) Fase de Evaluación.

Las relaciones entre las distintas fases y pasos no deben interpretarse linealmente, la forma como se presentan persigue el objetivo de ordenarlas para el análisis. La investigación y el desarrollo de tecnología es un proceso complejo donde existen constantemente vueltas atrás, retroalimentaciones, solapes y saltos entre las fases.

1. Fase Conceptual

Partiendo de la existencia de una necesidad manifiesta o implícita, que proviene de un cliente externo o del diseñador mismo, este último evalúa la posibilidad de asumirla en función de sus recursos: experiencia previa, tiempo, habilidad, prioridad, etc.

En esta fase se pueden identificar los siguientes pasos:

1. Establecimiento de la necesidad a resolver: el problema
2. Descripción detallada del problema
3. Evaluación de la conveniencia y posibilidad de afrontar la solución del problema
4. Asumpción del problema
5. Exploración de las opciones de solución
6. Evaluación de las opciones de solución y escogencia de una (primer nivel de estudio de factibilidad técnica y económica).

2. Fase de Definición

En esta fase existe una constante retroalimentación del proceso. Nutriéndose de los resultados de los ensayos realizados, se evalúa y se afina la solución escogida. Puede que esta solución se abandone y se adopte una que no haya sido considerada anteriormente. Puede ocurrir también que se abandone definitivamente el proyecto.

Una vez escogida provisionalmente una opción de solución se somete ésta a un análisis detallado, evaluando sus virtudes o defectos para solucionar el problema (segundo nivel de estudio de factibilidad técnica y económica). Se incluyen en esta fase la ejecución de modelos y prototipos, estos últimos si la producción será en serie, para finalizar con el diseño detallado del producto y del proceso de producción.

En esta fase se pueden identificar los siguientes pasos:

1. Anteproyecto
2. Proyecto detallado del producto: especificación de partes y componentes, análisis de costos.

3. Diseño del proceso de producción: escogencia de opciones de proceso, selección del más adecuado, especificación de fases y operaciones, especificaciones de locales, maquinarias, herramientas, mano de obra e insumos.

3. Fase de Producción

El proceso de producción diseñado en la fase anterior es sometido a prueba. Se realiza una producción experimental o producción piloto que conduce a modificaciones del proceso de producción hasta alcanzar el definitivo. Se diseña la fase de distribución del producto y se analiza su consumo. Se estima el lapso de obsolescencia tecnológica y duración física del producto. En esta fase se pueden identificar los siguientes pasos:

1. Producción Experimental
2. Definición detallada del proceso de fabricación definitiva
3. Diseño del empaque, almacenamiento y transporte del producto
4. Evaluación del producto y su proceso

4. Fase de Operación

Producción de manuales e instructivos del montaje, operación, mantenimiento y reparación del producto.

5. Fase de Evaluación

Seguimiento y control del producto y del proceso en el tiempo. Generación de ideas y recomendaciones para futuras modificaciones del producto y/o del proceso.

El sistema de cubiertas de plástico SICUP

1. Descripción

El SICUP es un sistema industrializado de construcción de cubiertas y cerramientos formado por piezas estructurales de plástico reforzado con fibra de vidrio.

El diseño estructural corresponde a una bóveda constituida por láminas autoportantes en forma de secciones de bóvedas de 1/4 de circunferencia de 2,40 mts. de radio y 1,185 mts. de ancho, unidas por solape. Los distintos componentes del Sistema, y sus dimensiones se aprecian en la Figura 1.

El Sistema fue originalmente diseñado para viveros y puede ser empleado para otros usos agrícolas,

instalaciones de emergencia, pequeños y medianos galpones industriales y depósitos.

El Sistema fue desarrollado por el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), adscrito a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Dicho Sistema es comercializado por la empresa universitaria TECNIDEC S.A..

Antecedentes

El SICUP es un producto de una línea de investigación y desarrollo tecnológico que parte de la hipótesis siguiente:

Es posible utilizar los plásticos reforzados con fibra de vidrio en la construcción para elaborar componentes constructivos industrializados. Estos componentes pueden cumplir conjuntamente funciones estructurales y de cerramiento, ser livianos, autoventilantes y permitir eficientemente la iluminación y ventilación naturales.

Esta línea de investigación se inició en el IDEC en 1978, y su primer producto lo constituyó el Sistema Constructivo denominado SIEC 1, consistente en «un sistema de construcción capaz de simultáneamente techar y cerrar un área, rápida y fácilmente, a partir de piezas muy ligeras y resistentes totalmente terminadas en fábrica, las cuales conforman por sí mismas, una vez montadas, la estructura, techo y fachada, así como el sistema de iluminación y ventilación natural, todo ello en una sola operación» (3).

El segundo producto fue un sistema constructivo de fachadas y techos autoventilantes para viviendas unifamiliares de un sólo nivel, llamado SIEC 2. Los componentes de este sistema fueron modificados para techar un vivero por solicitud de la Facultad de Agronomía de la UCV.

El resultado presentó fallas estructurales, pero resultó satisfactorio en relación a la posibilidad de cumplir con las condiciones ambientales necesarias para un vivero: radiación, temperatura y humedad.

El Proceso del Desarrollo del SICUP

A continuación presentamos las fases que se cubrieron en el desarrollo del SICUP, siguiendo el esquema metodológico esquematizado anteriormente.

1. Fase Conceptual

La necesidad fue planteada por un cliente: el Fondo Nacional del Café (FONCAFE), que tenía un problema a resolver: propagadores para el cultivo de cafetos resistentes a la roya. El cliente estaba en disposición a financiar su solución dentro de parámetros muy precisos: producir 24 viveros de Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) de un área determinada y a un precio fijo por unidad.

El IDEC asume el compromiso de producirlos en función de su experiencia acumulada en la línea de investigación en PRFV, experiencia que le permite contar con personal especializado en el diseño y producción de componentes, la existencia de una planta experimental con la infraestructura necesaria para la producción, y la constatación previa de la factibilidad técnico-económica de la utilización del PRFV (4).

Es obvio que la motivación para aceptar la solicitud del cliente está constituida por la posibilidad de contar con el financiamiento para continuar el desarrollo de la línea de investigación planteada, este interés priva por sobre cualquier otro.

Se exploraron dos posibilidades de solución del problema:

1. Diseño de una estructura metálica con cubiertas de polietileno.
2. Diseño de una «piel autoportante» en PRFV.

Conjuntamente se efectuó un proceso de documentación para precisar los problemas de la producción de viveros: dimensiones y exigencias ambientales.

Se evaluaron las opciones y se escogió la segunda para ser desarrollada.

2. Fase de Definición

Esta fase se limitó al diseño del producto, asumiendo el diseño de la línea de producción empleada para el IDEC

Los criterios básicos de diseño del producto fueron los siguientes:

1. Aprovechar las características del material: resistencia, moldeabilidad, bajo peso, para lograr una estructura autoportante con una relación de peso / área cubierta muy baja.
2. Utilización de la bóveda de medio cañón como forma estructural, cuyo funcionamiento está suficientemente probado desde épocas muy antiguas y que permite una aceptable resistencia estructural con láminas muy delgadas. A lo anterior se une la ventaja que ofrece la sucesión de secciones idénticas de bóvedas para el crecimiento longitudinal.
3. Los componentes del Sistema debían ser fácilmente transportables y manipulables, exigiéndose a la vez que su almacenamiento ocupara poco espacio.
4. El montaje de los componentes debe poder ser realizado con rapidez y por mano de obra no calificada.

La solución planteada constituyó un avance respecto al sistema IDEC 1, pues a diferencia de éste, donde los componentes de estructura y cerramientos son diferentes, en el SICUP 1 los componentes cubren ambas funciones simultáneamente.

No debe pensarse que el producto final del proceso de diseño fue resultado lineal de las primeras ideas, estuvo sometido a un proceso continuo de correcciones hasta llegar al diseño definitivo. Uno de los inconvenientes para describir el proceso mediante el cual se llegó al diseño final proviene de la ausencia de un registro sistemático de las diferentes opciones de diseño que se barajaron. A estas alturas esto no se podría reconstruir sino mediante un trabajo especial dedicado a ese aspecto por demás complejo.

Paralelamente al proceso de diseño del producto final, se utilizó el vivero constituido con las piezas modificadas del SICUP, para hacer mediciones de temperatura y humedad que se utilizaron como insumos para el diseño.

Luego de proyectadas varias opciones, se construyeron modelos de las piezas a pequeña escala.

Producto de ello se efectuaron modificaciones en la geometría de las mismas hasta llegar a la fabricación de moldes a escala natural de cada una. A estos moldes también se le efectuaron modificaciones hasta obtener los definitivos.

Conjuntamente, se fueron diseñando las formas de amarre de las piezas entre sí. Y para resolver problemas de fragilidad estructural, de altura interna del vivero y de costos, se ideó un muro perimetral en bloques de concreto que servirían de apoyo de las piezas de PRFV.

Una vez definidos los componentes del sistema y su forma de unión, fueron sometidos a pruebas de carga e impactos. Se construyó un prototipo, el cual puso en evidencia lo eficaz de la solución incluido su proceso de montaje, adoptándose sin modificaciones como producto final.

Se pasó a la producción de 24 viveros asumiendo sin modificaciones -como ya señalamos-, la línea de producción existente en el taller de PRFV de la Planta Experimental del IDEC.

3. Fase de Producción

De la información recogida del testimonio de quien fuera responsable del Proyecto, el Arq. Alejandro Calvo, se desprende que en la construcción del prototipo se tomaron datos de producción, fundamentalmente mediciones del tiempo de manufactura de las piezas y del consumo de materiales. Sin embargo, hasta donde sabemos, durante la producción de los 24 viveros no se llevó registro detallado de la producción.

La producción de los 24 viveros no puede calificarse totalmente como una producción piloto o producción pre-industrial, pues no se llevó a cabo durante su desarrollo una experimentación de formas de producción con sus evaluaciones y modificaciones en función del análisis riguroso de lo que iba ocurriendo. Sin embargo, la experiencia acumulada, aún cuando no fue registrada sistemáticamente, sino fragmentariamente, sirvió de base para un estudio posterior del proceso de producción que condujo a un diseño mejorado de dicho proceso de producción. Este estudio se basó en la organización del proceso en base a operaciones en estaciones de producción, cambiando el concepto anterior de «producto

fijo» por el de «línea de producción» (5).

Existe un estudio pormenorizado de viabilidad económica a escala industrial (6). Este estudio establece que se puede pasar a la producción masiva y que, debido al resultado satisfactorio en los aspectos de producción con el nuevo diseño del proceso de producción, los principales esfuerzos deberían concentrarse en las áreas administrativa y comercial. Este estudio implicó un ajuste en los precios del producto que habían sido asumidos en la producción a pequeña escala que se llevó a cabo.

Las exigencias del producto en relación al diseño del empaque, almacenamiento y transporte estaban implícitas en los criterios de diseño. Su resultado, al ser satisfactorio, hizo innecesarias nuevas correcciones referidas a este aspecto.

El Sistema se sigue produciendo a pequeña escala contra pedidos. Además de la construcción de viveros, sus componentes han sido utilizados como cubiertas y cerramientos de fachada de otras edificaciones.

4. Fase de Operación

Como ya mencionamos, el diseño del SICUP tuvo como criterio básico la rapidez en el montaje por mano de obra no calificada. Para ello se diseñó un manual con las instrucciones necesarias. Este instructivo de montaje se vende como parte del producto e incluye: forma de transporte y almacenaje, recomendaciones generales, secuencia de ensamblaje, mano de obra y equipos necesarios. Incluye también recomendaciones para el mantenimiento de la edificación. Es interesante destacar que hasta el momento, los clientes han preferido la compra del producto incluyendo su instalación en sitio, a pesar de la facilidad del montaje del sistema.

5. Fase de Evaluación

La aplicación del SICUP 1 como vivero ha demostrado ser eficiente. Los usuarios han reportado mejoras significativas y a costos aceptables en el cultivo controlado de las especies vegetales que han efectuado en su interior. Estos mismos usuarios califican la edificación construida con el SICUP 1, como un local especializado, intermedio entre el laboratorio propiamente dicho y la siembra en el campo.

El seguimiento efectuado a los viveros comercializados, han constatado que el tiempo y la intemperie originan erosión superficial de la resina y el afloramiento de la fibra de vidrio y con ello, obviamente, el deterioro de la edificación y la pérdida de luminosidad interior. Estos problemas han logrado disminuirse por las mejoras que se han alcanzado en la producción industrial de las resinas y por los ensayos propios efectuados en la dosificación resina-fibra para la construcción de los componentes.

El Sistema ha sido sometido a pruebas térmicas para determinar la temperatura interior de los locales. De estas pruebas se han derivado recomendaciones relativas a el color de los componentes y a las formas mas adecuadas de ventilación mecánica de los locales.

A raíz de los últimos estudios y de la experiencia adquirida, se han diseñado modificaciones en los componentes del Sistema para adaptarlo a otros usos. Ello ha dado lugar al SICUP 2, diferente al anterior en las dimensiones de las bóvedas y en el apoyo directo de los componentes al piso, esta variante no ha sido utilizada.

La otra variante del sistema, la denominada SICUP 3, fue diseñada y producida a solicitud expresa de la Armada Venezolana para la construcción de un puesto militar fronterizo. Las características del sistema inicial hicieron atractiva su aplicación: facilidad de transporte aéreo de sus componentes por su forma de almacenaje y poco peso, y la rapidez en el montaje. Para satisfacer las nuevas exigencia de uso, los componentes iniciales fueron modificados hasta alcanzar mayores luces y altura interior de las edificaciones.

A excepción de las pruebas y evaluaciones que se han realizado al sistema, hay un ámbito de comportamiento del mismo que requerirá del transcurso de un tiempo mayor para poder demostrar que la composición físico-química de las piezas y el mantenimiento adoptado garantizan una durabilidad adecuada y competitiva frente a otras opciones que ofrece el mercado.

Consideraciones Finales

El análisis del desarrollo del SICUP ratifica cómo el proceso que va entre la identificación de una necesidad,

hasta el diseño de una producción industrial, no es lineal, es más bien un proceso de interacción constante. De igual manera, aunque la secuencia de las fases no es indiferente, ellas se solapan y retroalimentan mutuamente. Una falla en uno de los pasos o un salto entre ellos ocasiona errores que se manifiestan posteriormente.

Se hace manifiesto que el proceso de diseño de tecnología no parte de cero, ni es producto de una inspiración alejada a la experiencia acumulada, a otras investigaciones propias o ajena, a soluciones similares adoptadas por otros investigadores y diseñadores, etc. La producción de tecnología es el resultado de la confluencia organizada de estos y otros factores, como lo han puesto en evidencia diferentes autores (7).

Uno de los problemas que se pueden identificar en el desarrollo del SICUP 1, desde el punto de vista de la metodología de investigación y desarrollo, es la ausencia de un registro sistemático de los pasos y decisiones a lo largo de su desarrollo. Al contar fundamentalmente con el resultado final, se dificulta la reconstrucción del proceso, y con ello la posibilidad de evitar futuros errores, de trillar los mismos caminos o derivar nuevas líneas de las opciones desechadas. En este mismo sentido, la falta de un registro sistemático de tiempo, costos, cantidades, actividades, operaciones, etc., del proceso de producción trajo inconvenientes a la hora de realizar los estudios de producción y viabilidad económica del proyecto. Sin embargo, la realización de estos estudios obligó a sistematizar muchos de los elementos cuyo registro se había descuidado anteriormente.

Así como son imprescindibles los prototipos del producto y sus evaluaciones, se requiere de un prototipo del proceso de producción o producción piloto, lo que implica un mecanismo de control y modificaciones hasta adecuarlo a los resultados más convenientes. Como se indicó, este proceso se llevó a cabo después de las primeras aplicaciones del SICUP 1, lo cual ha permitido un mejoramiento del proceso. Actualmente se está en condiciones de ofrecer a quien esté interesado en su producción industrial de un «paquete tecnológico» completo.

5	7
NUMERO ANTERIOR	PROXIMO NUMERO
El programa de ajustes y la tecnología Alfredo Cilento S.	Descentralización de la construcción pública Alfredo Cilento S.
Proceso de construcción para viviendas de bajo costo basado en técnicas de capas de mortero armado Gladys Maggi V., Henrique Hernández	Validación experimental de un modelo de térmica de edificaciones en clima tropical húmedo María Elena Hobaica
La cubierta espacial SIEMET, sus componentes tecnología de producción y montaje Sonia Cedrés de Bello, Josef Dragula	Indice de calidad estructural sismo resistente Héctor Gallegos, Raúl Ríos
La ganancia a nivel de empresario constructor INCOVEN	Los residuos industriales en la producción de viviendas de bajo costo Juan Borges Ramos
La fase I a nivel de la circulación en el ciclo del capital dinero de construcción Federico Villanueva B.	Consideraciones arquitectónicas en el comportamiento sismo-resistente de viviendas de altura media Luisa Teresa Guevara Pérez
Acondicionamiento Ambiental Ernesto Curiel	El grafismo técnico: de los orígenes a la revolución industrial. Parte II Amparo Rama Vitale
Propuesta de una guía para proyectos de investigación y desarrollo en construcción Ute Wertheim de Romero	

IDEC
TECNOLOGIA
Y
CONSTRUCCION
Normas para autores

IDEC, TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN es una publicación que recoge trabajos (Artículos, Ensayos, Revisiones y Avances de Investigación) inscritos dentro del campo de la Investigación y Desarrollo de la construcción.

ARTICULO: Describe resultados de un proyecto de investigación científica o de desarrollo experimental.

ENSAYO: Trata aspectos relacionados con el campo de la construcción, pero no está basado en resultados originales de investigación.

REVISION: Artículo solicitado por invitación del Comité Editorial y comenta la literatura más reciente sobre un tema especializado.

AVANCES DE INVESTIGACION: Dará cabida a comunicaciones sobre investigaciones en marcha, realizadas por estudiantes de postgrado o por aquellos autores que consideren la necesidad de una rápida difusión de sus trabajos de investigación en marcha.

Las colaboraciones deben ser enviadas por triplicado al Comité Editorial, quien las someterá a revisión crítica de dos árbitros. La aceptación del trabajo será notificada oportunamente por el Comité al interesado, ella se basará en la calidad del contenido y en la presentación del material. Se aceptarán trabajos escritos en castellano, portugués o inglés. El hecho de someter un trabajo implica que el mismo no ha sido presentado en otra revista.

Los trabajos deben ir acompañados de un resumen en español. El autor debe también indicar un título completo del trabajo y debe indicar igualmente un título más breve para ser utilizado como encabezamiento de cada página.

Los manuscritos deberán ser concisos y concretos en su estilo y en uso de abreviaturas. Deberán estar mecanografiados a doble espacio en papel tamaño carta, con amplios márgenes (los laterales no menos de 3 cm. y el superior e inferior no menos de 2 cm.), páginas numeradas (inclusive aquellas correspondientes a notas, referencias, anexos, etc. La extensión de las contribuciones no podrá superar las 25 cuartillas, (3.750 palabras escritas por un solo lado del papel y las copias deberán ser claramente legibles. El autor (o los autores) deben asimismo anexar una síntesis curricular en no más de cuatro líneas cada una.

Los diagramas y gráficos deben hacerse preferentemente en tinta china o en copia de óptima calidad, claramente legibles. Las figuras y fotografías deben identificarse en el reverso a lápiz con el número que le corresponde. Todas las ilustraciones deben ser referidas como "Fig." o "Gráfico" numeradas correlativamente según orden de aparición en el texto (no por número de página). Debe presentarse una lista de figuras junto con las leyendas de cada una. Mecanografiadas a doble espacio y en hojas separadas al artículo. Cada tabla debe también presentarse en hojas apartes, estas no deben duplicar el material del texto o de las figuras. En caso de artículos que contengan ecuaciones o fórmulas, estas deberán ser escritas a máquina o dibujarse claramente en tinta china para su reproducción en clisé. No se consideraran artículos con fórmulas, ecuaciones, diagramas, figuras o gráficos con caracteres o símbolos escritos a mano o poco legibles.

En general es conveniente acompañar el texto con una lista de todos sus anexos: figuras, fotografías, tablas, etc. e identificar cada número de página del trabajo (incluyendo gráficos, fotos, planos, etc.) con el nombre del autor en el margen superior derecho.

Las referencias bibliográficas deben estar alfabéticamente y si incluyen notas aclaratorias, estas deberán ser numeradas correlativamente, por orden de aparición en el texto. Tanto las notas como las referencias bibliográficas deberán ir al final del manuscrito

Esta revista no tiene propósitos comerciales y no produce beneficio alguno a sus Editores.

Favor enviar artículos a: IDEC TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION
Apartado 47169
Caracas 1041-A
Venezuela

IMPRESO EN JUNIO DE 1992
A PARTIR DE ARTE FINAL
EN LA IMPRENTA UNIVERSITARIA
DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL
DE VENEZUELA