

SUMARIO

	Pág.
Henrique HERNANDEZ	Problemas de investigación en Arquitectura 3
Alfredo CILENTO S.	Los años venideros: un escenario para la vivienda 5
Gladys MAGGI V.	Sistemas estructurales para edificaciones educacionales 9
Maria Elena HOBAICA	El Proyecto y la producción masiva de edificaciones 31
Ute WERTHEIM DE ROMERO	Sistema de organización y archivo de la documentación de sistemas constructivos 31
Carmen YANES	Sistemas mecanizados para la programación física de institutos de educación superior. Metodología para el análisis de carreras universitarias 67
Alfredo ROFFE	Las reglas del juego. Una aproximación al problema de la evaluación de proyectos de arquitectura 73
Josef DRAGULA	Desarrollo de los diseños de edificaciones, con originales conceptos estructurales, tecnológicos y arquitectónicos para producción masiva, serial e industrializada 78
José A. PEÑA	Diseño y análisis de edificaciones con sistemas constructivos industrializados en zonas sísmicas. Sistemas prefabricados y sistemas mixtos 86
Manuel GARCIA SAN EMETERIO	Perspectiva actual de la investigación y desarrollo de los plásticos reforzados en la construcción 103
Carlos BECERRA	Particularidades del sector construcción. Un modelo para su estudio 105
Gustavo FLORES	La tecnología, su transferencia y la industria de la construcción 110
Alberto LOVERA	Tecnología y producción en la industria de la construcción 116
Luis MARCANO GONZALEZ	Progreso tecnológico e industria de la construcción 125
Alfredo CILENTO S.	La racionalización del proceso de producción y circulación de la vivienda 128
Alberto ARANDA ROCHA	Estructura de costo en la producción de vivienda. Estudio de casos 135
Carlos ANGARITA	La maquinaria en la construcción. El valor que transfiere al producto 138

**FACULTAD DE ARQUITECTURA
Y URBANISMO.**

DECANO

Arq. Alfredo Cilento

**DIRECTOR DE LA ESCUELA
DE ARQUITECTURA**

Arq. Henrique Vera

**DIRECTORA ADJUNTA DE LA
ESCUELA DE ARQUITECTURA**

Arq. Josefina Baldó

**DIRECTOR DEL INSTITUTO
DE URBANISMO**

Arq. Hugo Manzanilla

**DIRECTOR DEL INSTITUTO
DE DESARROLLO
EXPERIMENTAL DE LA
CONSTRUCCION**

Arq. Luis F. Marcano G.

**DIRECTOR (E) DEL CENTRO
DE INVESTIGACIONES
HISTORICAS Y ESTETICAS**

Arq. Henrique Vera

**COORDINADOR DEL CENTRO
DE INFORMACION
Y DOCUMENTACION**

Arq. Ramón León

**PRESIDENTA DE LA COMISION
DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS**

Arq. Marta Valtmitjana

COORDINADORA GENERAL

Lic. Celina de Carvallo

**UNIVERSIDAD CENTRAL
DE VENEZUELA**

RECTOR

Dr. Edmundo Chirinos

VICE-RECTOR ACADEMICO

Dr. Miguel Angel Pérez

VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO

Dr. Genaro Mosquera

SECRETARIO

Dr. Tiburcio Linares

**IDEC
TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION I**

COMITE DE REDACCION

Raquel Gamus

Luis F. Marcano G

Alfredo Roffe

Alberto Lovera

Ute W. de Romero

Gemma Yáñez

DISEÑO DE PORTADA

Martha Sanabria

**DISEÑO, DIAGRAMACION
Y MONTAJE**

María Lorena Casanova

**APARTADO POSTAL 47.169
CARACAS 1041-A
VENEZUELA**

Teléfonos: 662.96.32

61.98.11 al 30

etx. 3032 - 3184

Depósito Legal: lf 84-65

Diciembre 1985

PRESENTACION

Esta Revista era una vieja aspiración del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción —IDEC—, de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela. Queríamos desde hace tiempo tener un vehículo para transmitir el resultado de nuestra labor de investigación y desarrollo en el campo de la industria de la construcción, y en particular de la producción de edificaciones. Al cumplir diez años de fundados hemos logrado concretar este anhelo. Queremos que esta Revista sirva no sólo para difundir nuestras propias reflexiones y resultados en el área de trabajo en que nos movemos. También deseamos que pueda servir de espacio para la discusión y confrontación de todos aquellos interesados en el tema de la producción de tecnología para la industria de la construcción.

La investigación tecnológica en la construcción requiere de una visión integral de la rama para iluminar los diferentes problemas con que se tropieza el progreso técnico en la industria de la construcción y en sus actividades conexas. Por imperar en ella una división del trabajo de tipo manufacturera, el desarrollo tecnológico toma vías particulares que se concentran en tres áreas: Las transformaciones que se dan en la manera de acometer el proceso de producción en su conjunto; las transformaciones que pueden lograrse en los diferentes sub-procesos de trabajo; las transformaciones que buscan afectar el manejo empresarial de las obras de construcción, haciendo más eficiente la puesta en concierto de todos los agentes y procesos que están implicados en una obra o conjunto de obras. En cada uno de estos ámbitos hay un campo inmenso para la investigación, para encontrar nuevas vías para el progreso tecnológico de la industria de la construcción.

El IDEC se ha asumido como una empresa de producción tecnológica en el terreno de la industria de la construcción de edificaciones. Investiga y procesa conocimientos que permitan producir tecnología utilizable en esta rama.

Para cumplir con nuestras labores requerimos de la discusión y la confrontación con todos aquellos que se mueven en el terreno de la industria de la construcción. Este contraste de puntos de vista es tal vez la más importante misión que le asignamos a esta Revista, que esperamos pueda ser un espacio fecundo para la difusión y discusión de los problemas de la tecnología y construcción.

PROBLEMAS DE INVESTIGACION EN ARQUITECTURA

Ideas expuestas por el Arquitecto Henrique Hernández en la ponencia presentada en las Primeras Jornadas de Investigación de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo realizadas en enero de 1985 (*).

La Arquitectura se ha caracterizado por ser una disciplina extremadamente compleja y heterogénea, aún la más pequeña edificación envuelve un extraordinario rango de factores que pueden ser considerados desde muy diferentes y hasta contradictorios puntos de vista.

La edificación se puede estudiar tomando en cuenta el comportamiento de los materiales que la constituyen ya sea desde el punto de vista resistente, de su comportamiento frente a la acción ambiental, como aislantes térmicos; o bien podríamos tratar de analizar la edificación como condicionador climático: su ventilación, sus niveles de iluminación, su orientación en cuanto a la captación de brisas, calor solar, su adecuación ambiental.

Por otra parte, las edificaciones se pueden estudiar desde el punto de vista funcional: su organización en relación a las actividades que se realizan en ellas; sus dimensiones locales; su contexto, sea éste natural o las otras edificaciones y los servicios urbanos; igualmente desde el punto de vista de localización o de indagación de por qué esa actividad se localiza y relaciona de una manera específica.

La edificación también puede ser vista a través de su proceso productivo, teniendo en cuenta los recursos y la tecnología utilizados, así como los aspectos socioeconómicos.

Por último, se puede considerar la intención significativa del diseñador; los mecanismos psicológicos del proceso de diseño; las circunstancias inmediatas del contexto sociocultural que llegó a producir esa configuración en particular, o trazar la historia de la morfología que hizo posible esa forma particular en un tiempo determinado.

Confrontando con todo este fenómeno y las diferentes perspectivas a través de las cuales se puede afrontar

el hecho arquitectónico, es curioso que la Arquitectura todavía se pregunte cuál es su área de investigación; sin embargo, al revisar los factores antes mencionados, encontramos que muchos de ellos han sido tratados por una serie de disciplinas de la Ingeniería, y casi todas esas áreas pueden enmarcarse dentro de lo que se ha llamado las ciencias de la construcción. El arquitecto ha ido así disminuyendo su campo de acción y por tanto de investigación.

Creo que uno de los problemas ha sido el de plantearse la pregunta con un enfoque esencialista, es decir, buscar que es la Arquitectura, cuál es exactamente esa categoría que le permite diferenciarse entonces de otras disciplinas. Esto puede ser producto principalmente de todo el proceso de reducción que ha venido sufriendo en el acomodo profesional de los últimos 200 años. También puede ser producto de que esa categoría inaccesible, indefinible, a la cual hemos llevado a la Arquitectura nos ha hecho precisamente imposible su definición o su tratamiento; es por ello que la pregunta del Profesor Juan José Martín (*) acerca de si es posible definir una teoría o un Paradigma de la Arquitectura, es una pregunta peligrosa.

Otro de los problemas que dificulta la claridad de una respuesta está en la búsqueda que ha venido haciendo el arquitecto para parangonar su actividad con otras actividades científicas. La búsqueda de un nivel científico para la Arquitectura, o lo que se ha llamado la metáfora de la analogía científica, que ha sido una constante en el trabajo del arquitecto. En el trabajo del Profesor Gustavo Flores (**) hemos visto cómo tanto el arquitecto como la Arquitectura permanentemente han

estado detrás de esa analogía, que puede ser útil o desviatoria, dependiendo del punto hasta el cual estas singularidades capturen los significantes de lo que se desea explicar.

La Arquitectura toma todo un discurso del lenguaje de las Ciencias que estaban en proceso de punta, en ese sentido es bastante significativa la influencia de la metáfora biológica en nuestros enfoques; posteriormente surge la importancia de la teoría del conocimiento. Las metáforas en relación al uso de los Sistemas es otro de los lenguajes adoptados por el arquitecto para explicar sus problemas; así mismo la semiótica, ha tenido influencia importante en el desarrollo de la teoría del lenguaje arquitectónico.

Creo que lo más importante sería plantear nuestra investigación considerando la naturaleza misma de las edificaciones; han habido pocos intentos para determinar la naturaleza de los objetos que se estudian y pienso que sin esta operación elemental no puede desarrollarse un método apropiado para su ejercicio, probablemente uno de los errores que se cometió fue el de tratar de entender a la Arquitectura como una Ciencia en lugar de plantearse cuál es el apoyo científico que requiere para resolver sus problemas.

En otras profesiones, como por ejemplo en la Medicina, notamos que su desarrollo ha estado fundamentado en un amplio campo de investigación científica que le ha dado la base y ampliado toda su teoría de conocimiento.

Todas sus investigaciones, sean bioquímicas, tecnológicas o de otra índole; todo ese cúmulo de investigaciones que hoy en día se llaman Ciencias de la Medicina, no están sujetas a una discusión de tipo teórico en cuanto a una especie de paradigma o de discusión sobre la definición de lo que es la Medicina; sin embargo, el papel que juega la investigación para ampliar toda su área de conocimiento ha sido fundamentalmente en el desarrollo de esta profesión.

Pienso que por más importante que pueda ser la discusión sobre la teoría misma del conocimiento o la construcción teórica que podamos hacer, lo fundamental

(**)Se refiere a la ponencia del Profesor Juan José Martín denominada "Tres consideraciones y un epílogo sobre la investigación en Arquitectura y Urbanismo", presentada en las Primeras Jornadas de Investigación de la FAU, Enero 1985.

(***)Se refiere a la ponencia del Profesor Gustavo Flores denominada "Hacia el modelo teórico de las edificaciones", presentada en las Primeras Jornadas de Investigación de la FAU. Enero de 1985.

está en definir una estrategia de cómo crear esa base de conocimientos científicos para la Arquitectura. De acuerdo a mi experiencia, habría que aislar la discusión de esa categoría inaccesible para tratar de entender el fenómeno específico de las edificaciones, partiendo del supuesto de que la base científica de los conocimientos que apoyen a esa profesión, será el instrumento que la haga avanzar.

Se tendría que comenzar por desarrollar la investigación dentro de la profesión de la Arquitectura como una actividad diferenciada, es decir, como una actividad concreta donde pueda existir una comunidad de arquitectos o de investigadores que bien pudieran ser también de otras profesiones— que trabajen en la resolución de problemas en ese campo que afecta a las edificaciones. En el momento en que comience a desarrollarse la actividad y haya un número suficiente de trabajos de investigación, se generarán discusiones que irán clarificando el problema del campo de la Investigación de la Arquitectura.

Se trata de un plan de aprender haciendo, de comenzar con la investigación de problemas concretos dándole una orientación general; esta actividad tiene que fundamentarse en las características de la actividad misma del arquitecto con un enfoque de globalidad de los problemas que ha sido precisamente el enfoque asumido cuando se emprende la práctica del diseño. De esta manera, cuando enfrentamos el problema ambiental de las edificaciones, lo hacemos con un enfoque diferente al de un físico ambiental, quien se orientaría a problemas de la física específicamente; mientras los arquitectos y la Arquitectura, lo enfocarían con una visión de conjunto.

En su práctica cotidiana y en su formación, el arquitecto está orientado a la resolución de problemas de diseño; pero el enfoque del problema del diseño ya no como diseño convencional de la práctica profesional establecida, sino el diseño como una experiencia, el diseño donde se plantean una serie de problemas a resolver y —basados en una primera idea de cómo se podrían resolver esos problemas— ir a su construcción

y a la evaluación de los resultados de las proposiciones iniciales; se trata de plantear el diseño con un enfoque experimental.

Esta visión de conjunto o de "experimento", que no es posible en la práctica cotidiana del diseño, exige unas condiciones de organización de recursos totalmente diferentes a la práctica profesional actual. Indiscutiblemente que ese costo enorme que significa el experimento en la Arquitectura que no es igual al de otras áreas tiene que estar ligado a un experimento útil, a una edificación que va a ser utilizada. Esto plantea que deben usarse una serie de mecanismos de predicción o de ajuste predictivo para garantizar los posibles resultados. En fin, se trata del desarrollo experimental, actividad que está mucho más cercana a la formación de los arquitectos; éste fue el enfoque que tuvo todo el desarrollo de "Diseño en Avance", y que posteriormente ha sido aplicado en la primera fase del IDEC para afrontar precisamente el área del desarrollo experimental, en la cual teníamos mucho más instrumentos para afrontar los problemas y al hacerlo con una visión de conjunto, se ha generado una cadena de interrogantes que nos han vinculado a una serie de disciplinas para la solución de los problemas; de esta manera se han ido ampliando las áreas de trabajo que nos preocupan.

Esa cantidad de variables de las cuales hablamos en el primer momento, se hacen presentes y aunque no todas han sido objeto de las distintas experiencias, han estado presentes como condicionantes y han permitido evaluar hasta qué punto los factores o la extracción de factores que estamos observando, pueden ser objeto del desarrollo de nuevos conocimientos.

Diría que en lugar de la Facultad definir campos, debería adoptar la orientación natural de la práctica de los arquitectos, lo cual serviría de base a su vez para la orientación y búsqueda de los problemas en una primera fase. Se trata de ir derivando de la experiencia de la práctica del Diseño la orientación de los campos de investigación y desarrollo tecnológico; cada experiencia deberá estar confrontada con una realidad, con

unos propósitos nacionales que son los que van a condicionar la posibilidad de la realización de los proyectos.

Como dijera anteriormente, el ampliar el diseño al diseño experimental como actividad diferenciada dentro de la profesión, va a tener dos consecuencias importantes:

1.- Va a promover la discusión de los problemas teóricos de la investigación, produciendo además un avance en ciertas áreas del conocimiento.

2.- Va a empujar desde el punto de vista de la docencia de la Arquitectura a una visión más de conjunto, donde las actividades de investigación pasan a formar parte de las posibles actividades de la práctica profesional.

Esto tiene importancia para la segunda fase en ese desarrollo de la investigación en la Arquitectura, porque en el momento en que formemos arquitectos con una visión y una base de conocimiento más científica, al confrontar su ámbito de trabajo van a tener más capacidad para afrontar nuevos problemas que las generaciones a las que nos ha tocado actuar en esta fase inicial de promover la investigación en Arquitectura.

Pienso que la calidad de la Arquitectura venezolana va a estar determinada por la capacidad que tengamos de crear una organización donde la investigación sea uno de los ingredientes fundamentales en el ejercicio de la profesión. Ese desarrollo profesional, tiene que verse a largo plazo, no es un desarrollo de resultados inmediatos; se plantea una urgencia de integrar la investigación y la docencia, o la investigación y la práctica, proceso de integración que es verdaderamente necesario. Siempre he defendido en la Facultad que es la única manera de hacer progresar la Arquitectura y fue uno de los postulados de la Renovación, el no continuar haciendo cambios de pensum en la escuela de Arquitectura simplemente por las modas de las tendencias arquitectónicas. Lo que hay que hacer es desarrollar el conocimiento en la Arquitectura con una base de conocimiento científico de manera que las transformaciones de la docencia deriven de la investigación sistematizada.

LOS AÑOS VENIDEROS: UN ESCENARIO PARA LA VIVIENDA (*)

Alfredo Cilento Sarli

1. La falta de políticas.

En Venezuela nunca ha habido realmente una política habitacional continua y coherente, tampoco una política de desarrollo urbano; y esto se ha acentuado en los últimos años.

En el campo de la vivienda, los sucesivos cambios de orientación, de Leoni a Herrera, e inclusive dentro de un mismo equipo de gobierno, han generado una situación errática en los objetivos y metas de las "políticas" adoptadas.

En el INAVI, por ejemplo, lo que parecía ser una orientación más o menos clara durante la presidencia de Leandro Quintana, cambió radicalmente con efectos negativos, cuando dicho Instituto fue entregado al grupo empresarial larense del Ing. Sidow. Cuando éstos fueron eyectados del INAVI, el nuevo equipo ya no pudo clarificar ningún objetivo. Esta falta es tan notoria, que para 1983 y 1984, dicho Instituto no dispone de asignación presupuestaria para iniciar nuevas viviendas, lo que arrastrará una regresión de los programas del INAVI, durante éste y los próximos tres años.

Si a esto se suma, el largo estancamiento de la liquidez y la situación de iliquidez real de la Banca Hipotecaria y el Sistema de Ahorro y Préstamo tendremos como resultado que al menos hasta 1985, el número de nuevas viviendas iniciadas, tanto por el sector público, como por el privado será mínimo.

2. Viviendas terminadas o viviendas iniciadas

En varias oportunidades he sostenido que el número de viviendas terminadas anualmente, es una medición del cumplimiento de programas, pero no es un indicador adecuado de su efecto sobre el desenvolvimiento de la industria de la construcción y la economía en general. Como es bien sabido, las inversiones en construcción, tienen un importantísimo efecto motorizador de la economía, por la vía de sus relaciones intersectoriales. El empleo generado y la diversidad de materiales y componentes demandados al sector manufactu-

rero, constituyen elementos dinamizadores fundamentales, en una economía como la nuestra. Las viviendas terminadas en un determinado período, son indicadores históricos del comportamiento del sector, pero el indicador fundamental para el aparato productivo, en relación a sus expectativas y mercado, lo constituyen las viviendas o nuevas obras que se inician.

Como el ciclo de producción en la construcción es muy largo, cuando se paraliza el inicio de nuevas obras, su efecto de freno al aparato productivo, es también muy largo y generalmente contracíclico, en relación a la reactivación de la producción de otros bienes y servicios. Esta situación fue comprobada durante la crisis ocurrida entre 1958 y 1963; período en el cual hubo no sólo devaluación, sino reducción de sueldos y salarios en la administración pública. Sería a partir de 1964 cuando comenzó a ampliarse el número de viviendas, y otras obras públicas iniciadas en el país; y a partir de 1967 cuando se da inicio al proceso de recuperación y posterior expansión del sector construcción.

3. La Expansión Inmobiliaria

A partir de 1970, durante el llamado período de expansión, el Estado desarrolló una "política" habitacional, de progresiva transferencia de su responsabilidad en la producción de viviendas, al sector privado. Esto se materializó con el inicio de los programas de desarrollo mixtos y los sucesivos decretos posteriores N° 346, 1540 y 214. El Banco Obrero y a partir de 1975 el INAVI, fueron perdiendo progresivamente su cuota de responsabilidad en ese campo. Las inversiones públicas en vivienda por parte del INAVI, no han llegado a superar el 2% de los ingresos del Estado.

De esta manera, los programas de vivienda se transformaron en programas de "venta de créditos" a cargo del sector privado. Mientras duró la expansión, avivada por el crecimiento sostenido del ingreso petrolero, la industria de la construcción suministró un número creciente de "unidades mercancía vivienda", que constituyeron vehículo simple para la expansión del aparato

financiero hipotecario y de promoción inmobiliaria, agentes fundamentales de la "política de venta de créditos". Así, buena parte del excedente generado por la renta petrolera, fue confiscado por y a través de la intermediación financiera e inmobiliaria.

4. La Crisis Financiera.

A partir de 1979 aumentaron las tasas de interés, creció la inflación y disminuyó sustancialmente la propensión al ahorro en instrumentos financieros de largo plazo. Obviamente, los entes financieros no pudieron, entonces, sostener un ritmo expansivo en la venta de créditos.

Las colocaciones de largo plazo (cédulas y bonos hipotecarios) se transformarán aceleradamente en colocaciones de corto plazo (certificados de ahorro y depósitos, y bonos quirografarios) y los bancos hipotecarios entrarán en crisis. Los ahorros en libreta en las Entidades de Ahorro y Préstamo, que en tiempos de tasas reales estables (la tasa real se calcula restando a la tasa de interés bancario, la tasa de inflación o el índice de crecimiento del costo de vida), se comportan en su conjunto como captación de largo plazo, comenzaron a transformarse en depósitos a plazo, los cuales tienen comportamiento menos estable. También es obvio que los depósitos y colocaciones de corto plazo, tienen mayor propensión a fugarse al exterior cuando las ventajas comparativas objetivas y también las subjetivas (confianza) son favorables. Los proyectos de viviendas mercancías que estaban en marcha en 1979, por lo largo del ciclo de producción característico de la industria de la construcción, se completarían dos o tres años después (entre 1980 y 1982), cuando la crisis de los entes financieros era generalizada. De esta manera, comenzó a acumularse una larga lista de espera de viviendas mercancía, instrumentos para la colocación de créditos de largo plazo, ahora cada vez más escasos. Se generó entonces un enorme inventario de viviendas "frías".

5. El "Salvataje" de los Bancos Hipotecarios

En agosto de 1981, el Banco Central liberó las tasas de interés, a fin de que la banca pudiera utilizar esta variable para mejorar su captación, afectada desde ese año por la fuga de capitales al exterior. Las tasas de interés subieron y la tasa pasiva real se hizo positiva, sosteniéndose precariamente la liquidez de los entes financieros. Pero al aumentar las tasas de interés, se redujo sustancialmente la demanda de créditos, es decir de potenciales compradores de créditos, cuyos ingresos no les permitían afrontar ahora las cuotas provenientes de tasas entre el 16 y el 18%, en los créditos de largo plazo. Para empeorar las cosas, aún con diferenciales del orden del 6% en relación al nivel de las tasas en el exterior, las colocaciones continuaban fugándose del país, y la liquidez de los bancos no crecía.

La intervención y presumible liquidación del B.T.V., agregaría mayor inestabilidad y desconfianza entre los potenciales colocadores de fondos y ahorros en los bancos y nuevos proyectos paralizados que se agregarían al inventario de unidades "frías" y sin terminar.

Este cuadro crítico para la industria de la construcción y promotores inmobiliarios, hubiera provocado en situación normal, la quiebra de la banca hipotecaria. Sin embargo, la gestión del gobierno había sido consecuente con la ideología de la "venta de créditos", y progresivamente, a partir de 1978, venía adquiriendo cédulas hipotecarias desvalorizadas por su bajo rendimiento, que los bancos hipotecarios se veían obligados a readquirir de los ahorristas que las rechazaban masivamente. Así, el Banco Central, Fondur y el S.S.O. llegaron a recomprar hasta diciembre de 1982 más de 12.000 millones de bolívares en dichas cédulas. Para la banca hipotecaria, cuyo capital consolidado, hoy en día, no supera los 2.000 millones de bolívares, este "AUXILIO" fue la salvación de un seguro naufragio.

6. El Subsidio de la Vivienda

Con el decreto N° 1134 del 16.7.81, apareció el subsidio habitacional como instrumento novedoso destinado a dinamizar la venta de créditos. Legalmente no se trata de un subsidio, sino de un préstamo a los compradores de viviendas de menos de Bs. 450.000, destinado a garantizar, con desembolsos futuros, el sostenimiento de altas tasas de interés en los entes financieros especializados. De esta manera, objetivamente, el subsidio habitacional es en realidad un subsidio a los entes financieros, del que poco beneficio real obtienen los compradores, pero que sirvió para mantener los altos precios de las viviendas y tasas activas elevadas. Por ello, tampoco ha tenido gran efecto en la disminución del inventario de viviendas "frías" que siguen siendo demasiado caras, a pesar del subsidio. En resumidas cuentas, el subsidio sólo ha permitido aumentar transitoriamente la capacidad de compra del sector que tenía posibilidades, pero no ha incorporado familias de estratos inferiores a la demanda solvente.

7. Viviendas Frías: Mercancía Inútil.

En dos artículos (Diario de Caracas: 9.7.80 y 7.2.82), había señalado que la Banca Hipotecaria y el Sistema Nacional de Ahorro y Préstamo, no podrían continuar sosteniendo y mucho menos expandiendo la oferta de crédito de largo plazo, debido a que a partir de 1977, la estructura de su captación de fondos se había modificado sustancialmente; y señalé que con captación de corto plazo, era imposible expandir la oferta de crédito de largo plazo. Personeros del BANAP y FONDUR, sostenían lo contrario.

A fines de 1982, el Dr. Díaz Bruzual y posteriormente el Interventor del BTV, nos daban la razón al señalar entre las razones para intervenir y liquidar dicho banco, la estructura corto plazista de sus captaciones. Esto a pesar de tratarse de un banco múltiple, condición distinta a la del resto de los bancos hipotecarios. Desde 1981, una gran porción de las viviendas termi-

nadas pasaron al depósito de viviendas frías, que según los datos de Fundaconstrucción podrían llegar a 100.000 a fines de este año, si se le suman las paralizadas.

La existencia de tal depósito de mercancías no realizables es un indicador de dos cuestiones muy importantes. La primera, confirma que el número de viviendas terminadas no es reflejo, dentro de una economía capitalista, de un mejoramiento de las condiciones de vida de la población, ni de la marcha futura de la construcción. La segunda, es la ratificación de que la construcción de viviendas en Venezuela, en el último decenio, ha tenido como fin fundamental, la generación de instrumentos o medios para la "venta de créditos", es decir, para captar de las capas medias y bajas la pequeña parte del ingreso petrolero que fuera distribuido hacia los sectores no rentistas de la población. Cuando no se pudieron vender más viviendas, se convirtieron en mercancías inútiles. Una crisis prolongada podría devolver a una parte del stock de viviendas frías, su valor de uso.

8. El Control de Cambios: Pre-devaluación.

En el artículo del 7.2.81, señalé la necesidad del control de cambios, como instrumento para independizar los mecanismos de ahorro interno, del movimiento especulativo de capitales, auspiciado por la libre convertibilidad de una moneda evidentemente sobrevaluada. Posteriormente, la fuga masiva de capitales "desconfiados" y una bajísima propensión al ahorro interno en instrumentos financieros, resquebrajaron la práctica de la ideología de la "venta de créditos". La tardía sustitución de la política de libre convertibilidad y paridad fija, se trató de presentar, como milagrosa panacea para la reactivación económica y de la industria de la construcción, la agricultura y la industria manufacturera nacional. Tal milagro operaría, mediante un concertado mea culpa que, en el bicentenario de El Libertador, generaría una euforia de producción y productividad, que transformaría la bancarrota fiscal, en

victorioso renacer de nuestra economía. La baja de las tasas de interés, en la coyuntura actual, también se presenta como un medio de reactivación acelerada, pero hay quienes piensan, que en la práctica, solo contribuirá a acentuar las maniobras especulativas en el mercado libre de divisas, e influirá negativamente en la posibilidad de retorno voluntario de capitales, lo cual es por demás utópico.

9. La falsa liquidez.

A partir del 18 de febrero de 1983, cuando se estableció el control de cambios, la liquidez monetaria (M1) comenzó a crecer lentamente, fundamentalmente por el crecimiento de los depósitos a la vista. "Tal comportamiento está asociado principalmente, a las necesidades de mantener saldos transaccionales que permitan al sector privado cubrir, en el momento oportuno, las operaciones cambiarias, tanto de orden especulativo, como aquellas relaciones con importaciones y servicios favorecidos por el mercado controlado, las cuales se normalizarían una vez que RECADI entrase en total funcionamiento. Esta interpretación imprime cierto carácter temporal a la acumulación de dichos saldos y, por consiguiente a la expansión de las reservas bancarias, lo que pone de manifiesto la notoria importancia que estos depósitos venían teniendo en el financiamiento de las divisas con anterioridad al control del cambios" (*).

Este párrafo proveniente de la máxima autoridad monetaria del país, no deja lugar a dudas en relación a la aparente liquidez de los bancos, en los actuales momentos (Nov. 1983) cuando todavía RECADI no ha comenzado a autorizar la entrega de dólares. Por ello esta liquidez transitoria, concentrada en los Bancos mayores del sistema, no se ha traducido, ni se traducirá, en un incremento de la oferta de créditos para la vivienda.

Por otra parte, dado su carácter de reserva para adquirir divisas, esa acumulación de saldos, se ha concentrado en los cinco bancos líderes, lo cual origina una dis-

tribución regresiva de la liquidez bancaria. Esta situación afecta la oferta de crédito del sistema bancario y a los bancos pequeños y regionales, lo cual ha liberado los temibles fantasmas de las corridas bancarias. La muy limitada capacidad crediticia de algunos bancos comerciales, hipotecarios y entidades de ahorro y préstamo, está de cierta manera comprometida y refrenada por la existencia del gran número de viviendas "frías" y paralizadas.

En resumidas cuentas, el fin principal de la "política de venta de créditos" fue colocar préstamos en el mercado, y objetivo marginal, producir las viviendas demandadas por la población afectada por la carencia habitacional. Las viviendas producidas al amparo de tal política, fueron cada vez más caras, más pequeñas y de menor calidad en términos de satisfacción de necesidades y expectativas. Los arquitectos, presionados por los intermediarios financieros e inmobiliarios, cayeron en una especie de batalla por lograr el mayor número de dormitorios, en el menor espacio permisible; pero nadie atacó las causas del crecimiento de precios. Otra vez un problema de producción y comercialización, se pretendió resolver a través de la simple manipulación del "empaquetado" del producto.

Una política así, tenía que generar sobre oferta o inadecuación frente a la demanda y las expectativas sociales de los usuarios. Cuando la economía se estancó y el ahorro y la capacidad de pago de las familias se redujo, éstas se insolventaron frente al mercado. En consecuencia, al inventario de viviendas-mercancías se incrementó, por falta de demanda real.

Esta situación subsistirá por un tiempo más y afectará el inicio de nuevos programas más adecuados a la demanda. Esto debido a que los entes financieros tendrán que dar prioridad, con la escasa captación no "caliente", a la demanda de créditos para la venta demorada de las viviendas "frías" y paralizadas. Al mismo tiempo, los promotores inmobiliarios, frente a un enfriamiento de la política de venta de créditos, tardarán un cierto tiempo en acomodarse a la nueva situación que se planteará a la promoción inmobiliaria

tradicional.

10. Un escenario posible.

—A menos que el Ayatollah Jomeini clausure el estrecho de Ormuz y quizás aún así, Venezuela será un país con dificultades por unos cuantos años más. Si cuando hubo abundantes recursos, no se avanzó y más bien se retrocedió en la solución de los problemas urbanos, no hay ninguna razón para pensar que en los próximos años las cosas van a mejorar drásticamente. Desde este punto de vista el escenario factible no es muy optimista.

El año que viene, con o sin acuerdo con el F.M.I., la deuda externa será refinanciada, pero el bolívar sufrirá una devaluación lineal y la tasa de inflación subirá más rápido que los salarios, acelerando la distribución regresiva del ingreso.

El fenómeno de concentración y monopolización, se acentuará, tanto en el aparato productivo como en el bancario. La liquidez se concentrará en pocos bancos privados, y las captaciones de corto plazo y alta tasa de interés mantendrán las tendencias restrictivas en el crédito a largo plazo.

—Las tasas de interés obviamente subirán y tendrán que sobrepasar la tasa de inflación, para que la tasa real no se haga negativa.

La propensión al ahorro disminuirá aún más y la promoción inmobiliaria mercantil, consecuentemente, tenderá a estancarse, pues la oferta de crédito bancario no podrá expandirse para acompañar, ni el aumento de los costos de construcción, ni la demanda no satisfecha de los sectores más necesitados.

Los 12.000 y pico de millones de bolívares en Cédulas Hipotecarias desvalorizadas, de 8 1/2 de interés, que ha adquirido el Gobierno para librar de la quiebra a la Banca Hipotecaria, no podrán ser rescatadas por los Bancos.

—En los próximos años no será posible y de ninguna manera pertinente, seguir subsidiando a la Banca Hipotecaria, habrá que eliminar, o en el mejor de los ca-

sos, modificar el subsidio habitacional y poner en práctica una reforma tributaria profunda, que peche más fuertemente al capital no productivo.

En estas condiciones, con el poder adquisitivo de los trabajadores drásticamente reducido, el financiamiento privado a la construcción y compra de viviendas se minimizará. Los Bancos Hipotecarios pasarán a ser departamentos de los Bancos Comerciales cabeza de los consorcios financieros. El fantasma de la iliquidez, llevará a la modificación de la Ley de Bancos y otras Instituciones de Crédito, para adoptar la figura de Banca Múltiple. Se generalizará la fusión y la compra de Bancos pequeños por las Instituciones líderes. Similar fenómeno sucederá en el Sistema de Ahorro y Préstamo.

—El Estado se verá obligado a canalizar ejecutivamente parte de los fondos de Cajas de Ahorros y Previsión, reservas por prestaciones sociales y otros fondos de reserva y depósito, hacia el financiamiento de vivienda sociales, término éste que deberá ser redefinido. El BCV, tendrá que retomar su atribución de fijar las tasas de interés activas y pasivas en las captaciones y créditos destinados a la vivienda social. Este sistema autónomo se basará en el otorgamiento de créditos condicionados al ahorro; y será administrado, a través del Sistema Nacional de Ahorro y Préstamo, con tasas de interés más bajas que en el mercado. Los fondos captados se centralizarán en el BANAP, cuya Ley y Normas Operativas deberán ser modificadas para adaptarse a los nuevos objetivos y eliminar sus deficiencias y enquistamientos.

—Los trabajadores presionarán una modificación de la Ley del Trabajo que reconozca a la vivienda como parte del salario y para que en contratación colectiva se reconozcan cláusulas específicas en tal sentido. Los aportes para viviendas de los trabajadores en la contratación colectiva también se centralizarán en el BANAP, en cuentas a nombre de los trabajadores.

—El Estado y la Sociedad en su conjunto tendrán que aceptar que más del 50% de las viviendas que se construyen en el país, son autoproducidos por los propios

usuarios y que el cuantioso valor agregado en ese proceso, aunque no registrado en las cuentas nacionales, es un factor motorizador importante de la economía.

Los industriales de materiales de construcción, deberán dejar de sentir pena en reconocer que buena parte de su producción está destinada a la construcción de ranchos y viviendas autoconstruidas; y por tanto deberán despojar esta actividad de su carácter semi-clandestino. Cemento, materiales de alfarería, agregados, láminas metálicas, tuberías, cables y muchos otros materiales y componentes son insumidos en la producción de viviendas en las áreas marginales. Este sub-mercado será reconocido y estimulado para ampliar y tecnificar la intervención de sus propias formas organizativas, así como empresas cooperativas, comunitarias y sociedades civiles en el proceso de producción de viviendas como valores de uso. El instrumento fundamental para tal fin será la entrega de lotes urbanizados.

—Consecuentemente, el Estado tendrá que intervenir drásticamente, a través de FONDUR, en la oferta de tierras urbanizadas, para canalizar el potencial de producción del sector informal. Un programa masivo de adquisición, por avenimiento o expropiación, será puesto por fin en práctica. Las tierras serán pagadas con parte de los 12.000 millones de bolívares en Cédulas Hipotecarias y con Bonos de la Deuda Pública a 15 ó 20 años y tasas de interés bajas, similares a las de la captación de ahorros y otros fondos para viviendas sociales del Sistema autónomo.

FONDUR deberá entregar tierras urbanizadas a los Promotores Sociales, Cajas de Ahorro, Institutos de Previsión, Sindicatos, Gremios, Sociedades Civiles, Cooperativas) y al INAVI a precios de costo. Parte de las tierras serán licitadas, conjuntamente con los proyectos respectivos, entre Promotores Inmobiliarios Mercantiles para viviendas de precios libres.

El MINDUR centralizará las decisiones de política, instrumentación, programación y de asignación de recursos para el Programa Nacional de Viviendas y Desarrollo Urbano, el cual deberá convertirse en Ley de la

República.

—La Promoción Social ocupará el espacio que tendrá que abandonar la promoción Inmobiliaria Mercantil, debido a la restricción del Crédito Hipotecario normal. La figura del Promotor Social, demandará profesionales de la ingeniería y arquitectura, especialmente en los campos de gerencia y desarrollo de programas de vivienda.

—El papel de los Institutos de Investigación y de los Colegios Profesionales deberá ser activo y de avanzada, tanto en la preparación y entrenamiento de profesionales en estos campos, como en la catalización de intereses distintos y conflictos, que pudieran surgir entre la función empresarial y la profesional, en la promoción inmobiliaria. En consecuencia, de deberá incorporar al Arancel de Honorarios Profesionales, la actividad de Gerencia de Proyectos y Desarrollos; y se deberá delimitar y reglamentar dicho campo de ejercicio profesional. Al mismo tiempo, se deberán organizar programas de adiestramiento y especialización, en las áreas de gerencia y promoción inmobiliaria, con dos fines básicos: contribuir a la actividad de promoción social de viviendas y ampliar el campo de ejercicio de la ingeniería y la arquitectura en una época de alto desempeño profesional.

POST SCRIPTUM. El 14 de noviembre de 1984, el ejecutivo nacional, dentro del marco de una "nueva política habitacional", promulgó los decretos N° 335 y 336, que sustituyeron a los anteriores: 1540 (CAP) y 214 (LHC). Estos decretos mantienen la misma política de estímulos a la "venta de créditos", modificando solamente las categorías o escalas de las viviendas a "favorecer", mediante la elevación de los precios de venta tope correspondientes a los distintos porcentajes de exoneración de Impuestos sobre la Renta y de refinanciamiento por parte del sector público. El Decreto 336 establece el llamado Fondo de Garantías Complementarios destinado a garantizar, a los entes financieros privados, la recuperación de los créditos hipotecarios concedidos, en la proporción en que éstas

SISTEMAS ESTRUCTURALES PARA EDIFICACIONES EDUCACIONALES(*)

Ing. Gladys Maggi V.

excedan del 70% del monto del avalúo que sirvió de base para su otorgamiento. Ambos decretos se producen en un contexto, completamente distinto al que dio origen al Decreto 1540 en Abril de 1976, cuando la liquidez del sistema financiero hipotecario era muy alta. El mantenimiento del mismo esquema y política, dentro de un escenario restrictivo en la oferta de créditos, de encarecimiento de los costos y de negativa propensión de ahorro, es indicativo de la reiterada miopía oficial frente a las causas del problema habitacional. De hecho se han confirmado mis apreciaciones de que el aparato productivo de viviendas se paralizaría, y en efecto, durante el primer trimestre de 1985, no se inició ninguna nueva vivienda, con crédito privado, en el país. La situación restrictiva también ha confirmado mi apreciación de que se producirán absorciones y fusiones entre entes financieros hipotecarios y de ahorro y préstamo. Pero la insistencia en una política de estímulos a la "venta de créditos" no pasará de ser un "saludo a la bandera": no tendrá ningún efecto...

Abril, 1985.

Introducción.

El IDEC, en el área de Desarrollo, ha afrontado proyectos de investigación dirigidos al desarrollo tecnológico de la construcción en Venezuela, específicamente en el campo de las edificaciones. Entre los objetivos orientadores de estas investigaciones, podemos mencionar:

—Incorporación de alternativas tecnológicas en el desarrollo de sistemas, componentes y materiales de construcción.

—Sistemas racionalizados para la producción masiva de edificaciones.

—Criterios de flexibilidad para la adaptación de las edificaciones a distintos requerimientos, y

—Efectividad funcional de las edificaciones ante las solicitudes a las cuales van a estar sometidas.

Dentro de este enfoque se han desarrollado sistemas constructivos, utilizando la tecnología del concreto y del acero, que nos han permitido incidir directamente en la producción de edificaciones para diferentes usos.

El objeto de este trabajo es analizar dos sistemas constructivos aplicados en edificaciones educacionales, ya construidas, con la finalidad de conocer su rendimiento en los aspectos de producción y montaje, así como su efectividad en la primera aplicación. Esto nos permitirá realizar los ajustes necesarios para optimizar su producción a mediano plazo y garantizar su competitividad en el mercado nacional.

El trabajo se organiza en cuatro fases. En la primera se plantean los criterios manejados en el diseño del sistema, así como la descripción de sus características dimensionales, estructurales, de producción y otras. Seguidamente se incluye una memoria de la primera aplicación del Sistema, donde se hace referencia a la información inherente a la propia edificación: ubicación, área de construcción, cliente, promotor, costos, contratistas, participantes, etc.

La tercera fase se refiere al análisis del proceso de producción, tanto de la estructura como de la edificación, considerando los diferentes factores que intervienen en

el proceso: mano de la obra, maquinaria, equipos e insumos.

En la cuarta fase se incluye, consideraciones generales y recomendaciones que pueden servir para nutrir el proceso de desarrollo de los sistemas.

Para el análisis se seleccionaron los sistemas estructurales:

Sistema Constructivo Aporticado de Concreto —SICAC—

—Sistema de Estructura Metálica Apornada —SIEMA—

A.1. Criterios y Características del Sistema SICAC

A.1.1. Criterios del Sistema

Tradicionalmente en las construcciones educacionales venezolanas, se han venido utilizando sistemas estructurales resistentes a momento, comúnmente llamados estructuras aporticadas, las cuales están constituidas por elementos rectos horizontales (vigas) ubicados en un mismo plano horizontal, conectados a elementos rectos verticales (columnas) mediante juntas monolíticas rígidas.

Estas estructuras tienen la ventaja de ofrecer la flexibilidad requerida para la organización de los diferentes ambientes, por cuanto los espacios para aulas tienen una exigencia de luz entre los apoyos del orden de los 7.20 mts.

Se ha propuesto el desarrollo de sistemas constructivos basados en estructuras aporticadas utilizando la tecnología de la fabricación.

En el diseño de un sistema prefabricado hay que tomar en cuenta, las cargas actuantes y las solicitudes a las cuales van a estar sometidas las conexiones entre

(*) Artículo tomado del Trabajo: "SISTEMAS ESTRUCTURALES EN ACERO Y CONCRETO DESARROLLADOS EN EL IDEC Y CONSTRUIDOS EN EL PERIODO 1977-1984", Gladys Maggi V IDEC-FAU-UCV. Marzo 1985.

los elementos prefabricados; por ello es importante, no sólo la determinación del tamaño de las secciones y las cantidades de armaduras requeridas, sino también el diseño de las formas estructurales que permitan plantear elementos constructivos prefabricados que garanticen la seguridad requerida por el conjunto estructural.

La solución de las conexiones entre los elementos prefabricados debe ser capaz de resistir los esfuerzos debidos a las fuerzas horizontales, sin alterar las condiciones de resistencia y ductilidad, exigidas por las estructuras tradicionales. Entendiéndose por tradicionales las estructuras aporticadas vaciadas en sitio.

En el análisis estructural de los elementos constructivos se emplean los conocimientos de la estática que generalmente utilizamos en las estructuras aporticadas. Sin embargo, debe tomarse en cuenta en el diseño, que estos elementos pueden estar sometidos a esfuerzos adicionales durante el proceso de manejo y montaje de los mismos.

La tecnología seleccionada para la producción de los elementos prefabricados, influye de una manera determinante en las decisiones finales que deben tomarse en cuenta para la definición del sistema constructivo. En los sistemas constructivos prefabricados pueden utilizarse diferentes recursos para la ejecución de las conexiones, por ejemplo: pernos, soldaduras, armaduras rígidas, postensado, uniones húmedas, etc.

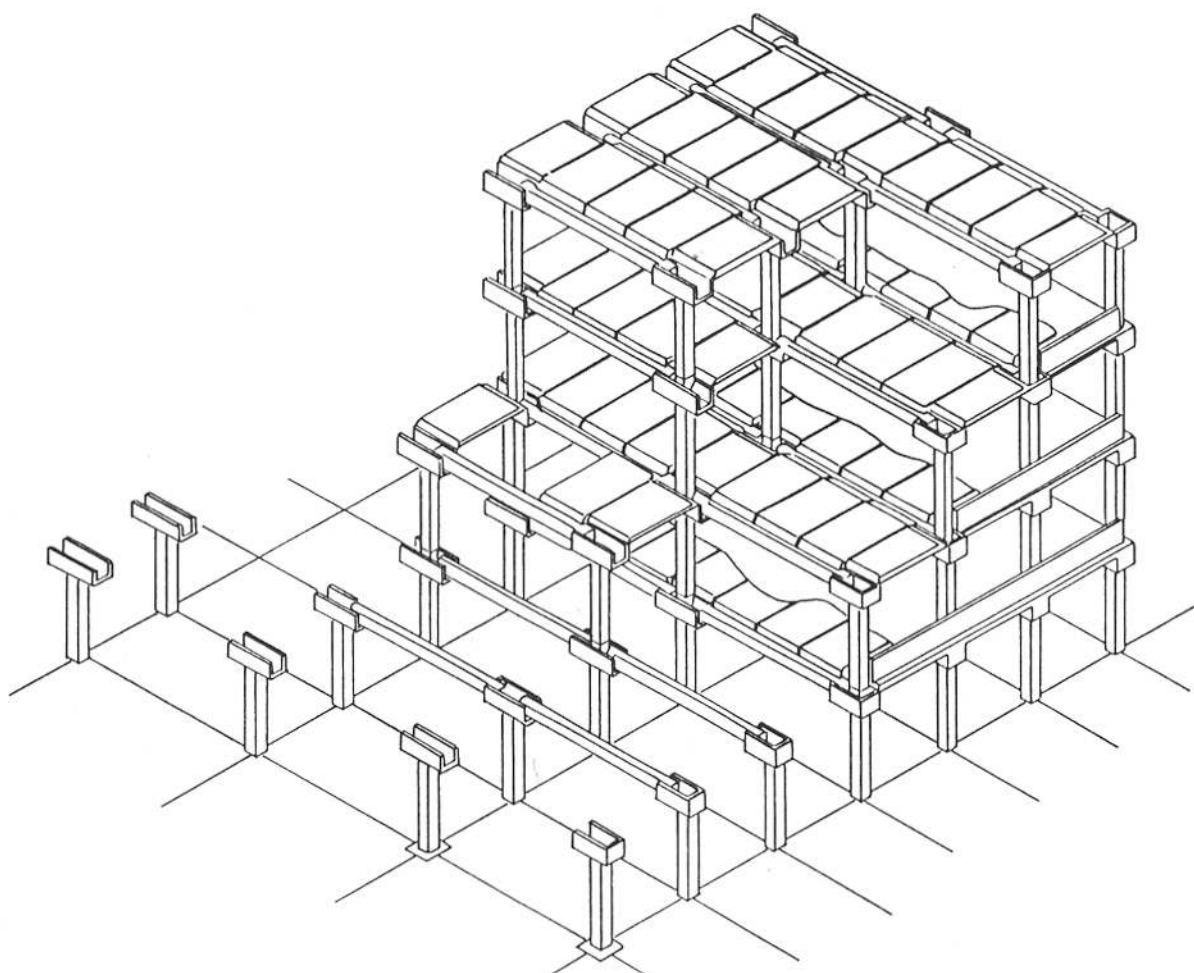
La tecnología utilizada para realizar las conexiones, plantea exigencias diferentes en cuanto a las tolerancias de los elementos prefabricados a unir. Dichas tolerancias influyen en la manera de producir los elementos prefabricados (moldes, controles, proceso.)

Las conexiones húmedas permiten, adicionar armaduras, solapar los aceros salientes de los elementos prefabricados, y vaciar concreto. En este tipo de conexión los elementos prefabricados sirven como encofrados. La conexión húmeda permite ser ejecutada con un control de calidad no excepcional.

La tipificación tanto de los elementos prefabricados como de las conexiones, trae como consecuencia, la

A _ SISTEMA CONSTRUCTIVO APORTICADO DE CONCRETO

• SICAC •



racionalización del material utilizado, el adiestramiento de la mano de obra y la normalización del control de calidad.

La tipificación que utiliza el menor número de elementos y de conexiones, trae como consecuencia la sencillez en la producción, el manejo y el montaje, de los elementos prefabricados.

Bajo estos lineamientos básicos expuestos, se ha desarrollado el sistema SICAC, el cual hasta el momento se ha aplicado en la construcción de edificaciones educacionales.

A.1.2. Características del Sistema SICAC

El SICAC es un sistema aporricado, prefabricado de concreto armado.

USO:

—Edificaciones educacionales y hospitalarias

MATERIAL:

—Concreto armado especificaciones.

$f_y = 5.000 \text{ Kg/cm}^2$ (mallas)

$f'_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ (concreto)

$f_y = 4.200 \text{ Kg/cm}^2$ (refuerzo)

MODULO DE DISEÑO:

—1,20 m. x 1,20 m.

MODULO ESTRUCTURAL:

—9,60 m. x 3,60 m.

—7,20 m. x 3,60 m.

LUCES:

—Transversal (de carga) = 9,60 m. y 7,20 m.

—Longitudinal: 3,60 m.

NUMERO DE PISOS:

—Hasta cuatro pisos

ALTURA DE ENTREPISO:

—3,60 m. con una altura libre a nivel inferior de viga de 3,00 m.

COMPONENTES ESTRUCTURALES:

—Losa prefabricada maciza de espesor 15 cm.

—Viga transversal prefabricada de sección trapezoidal. Hay de dos tipos.

—Viga longitudinal prefabricada de sección trape-

zoidal, o antepechos.

—Columnas prefabricadas de sección cuadrada, con capitel en su extremo superior.

—Escalera de dos tramos en acero, con escalones de concreto. Se hace necesario el desarrollo de una escalera de concreto armado.

UNIONES:

El sistema contempla uniones húmedas.

—Para la conexión columna-fundación se provee en la infraestructura, una cajuela que permite el empotramiento de las columnas de la planta baja.

—La conexión viga columna se realiza mediante el empotramiento de las vigas y de la columna del piso superior, en la cajuela prevista en el capitel de la columna del piso inferior.

—Conexión losa-viga, se diseñaron los bordes de la losa que permiten realizar la unión húmeda y se previeron dedos de concreto que permiten apoyarla temporalmente durante el proceso de montaje.

MAGNITUD DE LOS COMPONENTES:

—Elemento más grande: 4,06 m. x 1,80 m. x 0,60 m. (elemento vertical).

3,50 m. x 1,79 m. x 0,15 m. (elemento horizontal).

—Elemento más pesado: 2.200 Kg.

SOBRECARGAS:

—Tanto el entrepiso como el techo se diseñaron con las sobrecargas siguientes:

Carga viva = 300 Kg/m².

Tabiquería = 100 Kg/m².

Acabado de piso = 100 Kg/m².

SISTEMA RESISTENTE A CARGAS VERTICALES:

—Las cargas son soportadas por las losas que trabajan a flexión en una dirección y las transmiten a los pórticos transversales (vigas transversales y columnas-capitel).

SISTEMA RESISTENTE A CARGAS HORIZONTALES:

—Son resistidas por los pórticos transversales y los pórticos longitudinales, según la dirección en que actúa el eventual sismo.

PESO DE ACERO:

32,2 Kg./m²

PESO DEL CONCRETO:

29,7 cm./m²

PROCESO DE PRODUCCION:

—La producción de los componentes estructurales se realiza en planta fija o a pie de obra, según las características y ubicación geográfica de la edificación.

—Se ejecuta con moldes sencillos, elaborados con los medios de producción disponibles en la industria metalmeccánica nacional.

—Las losas se producen horizontalmente sobre postas de concreto y encofrados metálicos laterales.

—Las vigas se producen horizontalmente con encofrados de concreto.

—Columna-capitel, se producen verticalmente con encofrados metálicos.

PROCESO DE MONTAJE:

—El proceso de montaje debe planificarse en función de cada edificación, y se preve la utilización de torres-grúas.

—Las etapas del proceso son las siguientes:

Ejecución de las obras de infraestructura de acuerdo a las características del terreno, en las cuales es importante prever las aberturas correspondientes para la fijación de las columnas en la planta baja.

Colocación de las columnas en la planta baja.

Colocación de las vigas.

Colocación de las losas.

Colocación de armaduras adicionales sobre vigas y capiteles, y solape de las armaduras salientes de los elementos prefabricados.

Colocación de las columnas del nivel superior.

Vaciado del concreto en las conexiones de los elementos prefabricados.

CERRAMIENTOS:

—Los componentes de cerramientos exteriores e interiores no han sido desarrollados para el sistema.

Pueden utilizarse tabiquería de mampostería así como componentes livianos de cerramientos existentes en el mercado.

INSTALACIONES:

—Las instalaciones se diseñarán en forma convencional tomando en cuenta los requerimientos de la edificación. Debe considerarse el paso de las instalaciones sanitarias a través de las losas, para prever las aberturas correspondientes, en la prefabricación de dichos componentes.

DOCUMENTACION DEL SISTEMA (*):

- Memoria descriptiva
- Catálogo de componentes, uniones y detalles
- Especificaciones técnicas
- Material audiovisual

A.2. Aplicación del Sistema SICAC.

La primera aplicación del Sistema se hizo en el período Septiembre 1979-Septiembre 1981, en la construcción del Ciclo Básico Teresa Carreño (CBTC). El terreno, donado por el Ministerio de Educación (ME) a la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE), está ubicado en la Parroquia Santa Rosalía entre las Calles de Castán a Palmita y Cárcel a Monzón, con un área aproximada de 2.080 Metros cuadrados, un área de ubicación de la edificación de 1.360 metros cuadrados y un área de construcción de 4.970 metros cuadrados, distribuida en dos sectores de cuatro pisos cada uno.

La FEDE, adscrita al Ministerio de Desarrollo Urbano (MINDUR), actuó como cliente y promotor de la edificación CBTC. El financiamiento, tanto del proyecto como de la edificación, fue realizado por la FEDE estando bajo la responsabilidad de MINDUR la supervisión de la obra. El Proyecto fue desarrollado por el IDEC.

La edificación se ubica en un terreno estrecho del Centro de Caracas, entre construcciones aledañas, razón por la cual debía tener fachadas elegas. Este condición se aprovechó para incorporar al Sistema SICAC la

de paredes portantes en sustitución de los pórticos longitudinales. Estas paredes, además de servir de cerramiento, soportan los extremos de las vigas transversales y a su vez, resisten la acción de eventuales fuerzas horizontales longitudinales debidos al sismo.

Los elementos de la edificación que no corresponde al Sistema SICAC, fueron los siguientes:

La infraestructura de la edificación fue ejecutada en base a pilotes.

Para los cerramientos —exteriores e interiores— se utilizaron elementos prefabricados de concreto, tipo VIPOSA y ventanas vasculantes, tipo ALUDO.

La tabiquería de los sanitarios se realizó en mampostería.

Las instalaciones eléctricas, de gas y sanitarias, se diseñaron en función de los requerimientos de la edificación, y se ubicaron a la vista, colgadas de la estructura.

En un comienzo la FEDE realizó la contratación de las diferentes empresas que participaron en el proceso de trabajo de la obra por licitación. Posteriormente utilizó la modalidad de "Autorización" para la ejecución de las diferentes partidas, esto se debió a la falta de los requisitos mínimos (tres presupuestos) para someter a licitación.

Dadas las exigencias de la edificación, el promotor pensó que tener una mayor diversidad de contratistas ayudaba a acelerar el proceso de construcción, generando

la participación de veinte empresas en la obra, careciéndose de la debida coordinación entre los distintos procesos ejecutados.

La diversidad de las empresas participantes se agrupó en función del tipo de trabajo realizado dentro del proceso (Ver Cuadro N° 1), utilizando como base la documentación existente en los archivos de la FEDE, correspondiente a presupuestos, contratos de servicios, cuadro de cierre y valuaciones de obra de las diferentes partidas ejecutadas.

Para cada una de las empresas, se estableció su participación dentro del costo global de la obra —obra contratada, ajustes y obra ejecutada— y la partida (*) en el cual se ubica dentro de la misma. De la documentación en referencia se estableció la siguiente relación de costos:

—Costo de edificación (Incluye Proyecto)	2.847,78 Bs./m ²
—Costo de Construcción	2.782,60 Bs./m ²
—Costo de construcción sin gastos adicionales	2.267,24 Bs./m ²

* Se define como partida el conjunto de actividades que pueden denominarse en forma global dentro de la obra, por ejemplo: cerramientos, instalaciones sanitarias, etc.

EMPRESA	ACTIVIDADES	OBRAS CONTRATADA	AJUSTES	Unidad EJECUTADA	PARTIDAS
IDEC	Proyecto	323.958.01		323.958.01	Proyecto
MARPER	Pilotaje	321.630.00	30.778.50	352.408.50	Fundaciones y Estructura
MARPER	Fundac. y Estructura	3.206.943.13	1.008.970.03	4.215.913.16	
VARINUEVA	Escalones Escaleras	9.561.46		9.561.46	
VERMAY C.A.	Inst. Eléctricas	765.526.40	258.260.40	1.023.786.80	Inst. Eléctricas
VERMAY C.A.	Inst. Sanitarias	636.244.56	168.927.09	805.171.65	Inst. Sanitarias
	Incorporación Acued. InO's	77.300.00		77.300.00	
J. ABARCA	Inst. de Laboratorios	38.000.00		38.000.00	
VERMAY C.A.	Montaje Cerramientos	247.787.60	74.335.96	322.123.76	Cerramientos
ALUDO	Suministro y Montaje de Ventanas	247.813.36	66.860.80	314.674.16	
VIPOSA	Suministro Cerramientos	140.440.75	23.830.00	164.270.75	
VULKA PISOS	Albañilería	70.623.54	15.739.18	86.362.72	
CONSTRUCTORA PROYECTO 57	Albañilería	17.525.46	9.901.00	27.426.46	
INDUSTRIAS ELIECER	Puertas Metálicas	70.544.00		70.544.00	
IDEC	Piezas de Plástico	183.930.00		183.930.00	
ADOLFO DE LA ROSA	Inst. Cerramiento Escalera	2.465.22		2.465.22	
IMPERMEABILIZADORA URBIS	Paredes Azotea	10.817.60		10.817.60	
VULKA PISOS	Ladrillería Oficina	24.920.00		24.920.00	
SINYSIS	Cerramiento Biblioteca	26.462.95		26.462.95	
GOMA CARIBE	Suministro Goma Vulcanizada	1.163.250.00		1.163.250.00	
	Canchas, banos	132.128.00	20.109.65	152.237.65	
IMPERMEABILIZADORA URBIS	Impermeab. pisos, terrazas, canchas	287.285.00	49.270.00	336.555.00	
VULKA PISOS	Acabado de Piso	364.250.00	97.208.00	461.458.00	
CONSTRUCTORA OTORRORCA	Acabados	324.135.33	287.863.35	612.000.00	Acabados y Complementarios
CONSTRUCTORA KIMAS	Limpieza y remate estructura, portones, pedestales, escalera	170.943.75	57.861.00	228.804.75	
INDUSTRIAS ELIECER	Herrería de barandas y escaleras	66.365.00	9.561.40	75.926.40	
SINYSIS	Herrería	66.552.00		66.552.00	
INDUSTRIAS MINI	Herrería	52.777.45		52.777.45	
ESCUADRON SERV. GENERALES	Pintura y otros	43.799.92	20.600.00	64.399.92	
	Limpieza lamparas	7.535.00		7.535.00	
VERMAY C.A.	Obras Exteriores	620.481.92	187.543.54	808.025.46	Obras Exteriores
VULKA PISOS	Obras Exteriores	89.390.00	17.517.70	106.907.70	
ESCUADRON SERV. GENERALES	Jardinería	9.044.50		9.044.50	
GONZALEZ CARRASCO	Reparaciones de Viviendas y paredes laterales	1.244.372.03	507.60	1.243.864.23	Obras Adicionales
	Indemnización paralización de obra		104.704.00	104.704.00	
	Indemnización daños a terceros		1.123.024.29	1.123.024.29	
ANGEL ANGULO	Reparaciones antiguo "C.B.T.C."	62.889.06	13.052.86	75.941.92	
GUARDIANES DE VENEZUELA	Vigilancia	14.000.00		14.000.00	
TOTALES:		11.146.217.00	3.006.965.62	14.153.182.62	

Con la misma base documental, se agruparon los costos por partidas, lo que permitió establecer el peso porcentual de cada uno de ellos dentro de la totalidad de la obra, al igual que el número de empresas participantes en las diferentes partidas (Ver Cuadro N° 2 y Gráfico N° 1). Estas relaciones permitieron visualizar los siguientes aspectos.

Al costo por proyecto le correspondió el 2.29%, lo cual representa la incidencia más baja en el costo de la edificación, comparándolo con la otra edificación, de características similares en cuanto a su valor de uso, se observa un beneficio para el contratante por ser la incidencia media normal por el proyecto entre 6% y 8%.

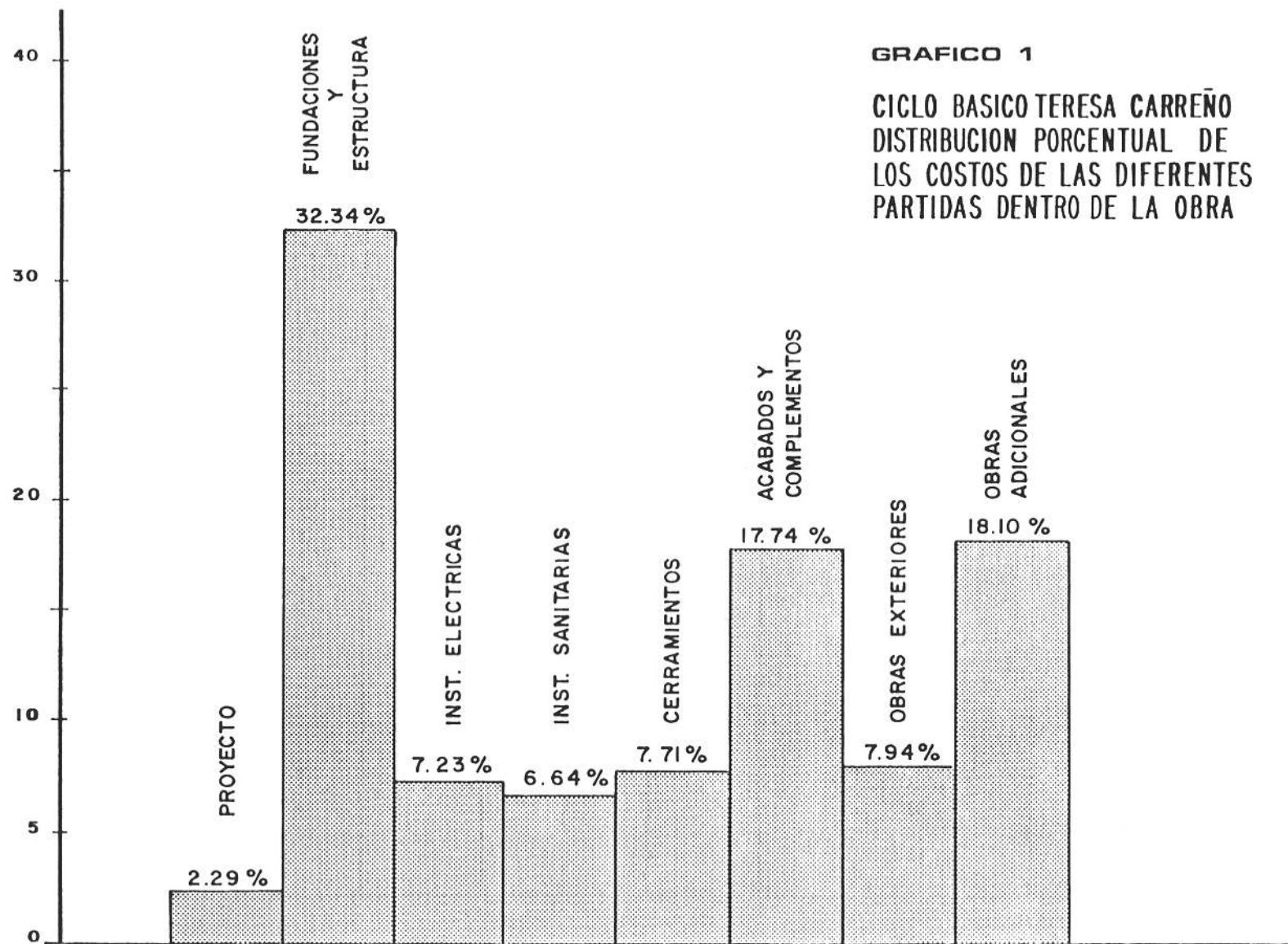
La incidencia más alta en el costo de la edificación CBTC, está representada por el 32.34% correspondiente a fundaciones y estructura. Para el análisis por partida no se pudo separar el costo de la infraestructura de la estructura, por cuanto en el contrato de la estructura se contempló una porción de la infraestructura.

Entre las partidas que tienen una influencia mayor del 10% en el costo total de la obra, está la correspondiente a obras adicionales, incluyendo gastos por indemnizaciones, vigilancia y reparaciones realizadas a las viviendas y paredes aledañas a la edificación, la cual genera un aumento del 18.10% en el costo de la edificación.

De la información analizada, también se obtuvo la incidencia de las empresas participantes en la construcción de la edificación (Ver Cuadro N° 3), esto permitió visualizar las distintas partidas en las cuales operan las empresas contratadas.

CUADRO N° 2
RELACION PORCENTUAL DE LOS COSTOS DE LAS
DIFERENTES PARTIDAS DENTRO DE LA OBRA

PARTIDAS	COSTO BS.	DISTRIB. % CON RESPECTO A LA OBRA GLOBAL
PROYECTO	323.958,01	2,29
FUNDACIONES Y ESTRUCTURA	4.577.883,12	32,34
INSTALACIONES ELECTRICAS	1.023.786,80	7,23
INSTALACIONES SANITARIAS	940.471,65	6,64
CERRAMIENTOS	1.090.607,44	7,71
ACABADOS Y COMPLEMENTARIOS	2.511.458,96	17,74
OBRAS EXTERIORES	1.123.977,66	7,94
OBRAS ADICIONALES	2.561.334,58	18,10
TOTALES	14.153.478,22	100,00



CUADRO N°. 3

INCIDENCIA DE LAS EMPRESAS PARTICIPANTES
DENTRO DE LA EJECUCION DE LA OBRA

EMPRESA	OBRA CONTRATADA Bs.	DIST. % POR EMPRESA DENTRO DE LA OBRA	Fund. y Estruct.	Inst. Elect.	Inst. Sanit.	Cerra- mientos.	Acab. y Complem.	Obras Exteriores.	Obras Adicionales
IDEC	183.930,00	1,53				*			
MARPER	4.568.321,66	33,03	*						
VERMAY C.A.	3.179.107,69	22,99		*	*	*		*	
J. ABARCA	38.000,00	0,27			*				
ALUDO	181.012,56	1,31				*			
VIPOSA	164.270,75	1,19				*			
VULKA PISOS	689.648,42	4,99				*	*	*	
CONSTRUCTORA PROYECTO 57	7.625,46	0,06				*			
IND. ELIECER	146.470,46	1,06				*	*		
IMPERM. URBIS	243.936,00	1,76				*	*		
CONSTRUCTORA OTONIORCA	36.311,98	0,26					*		
CONST. KIMAS	228.764,75	1,65					*		
SINYSIS	93.014,95	0,67				*	*		
IND. MINI	52.777,45	0,38					*		
ESCUADRON DE SERVICIOS	82.844,42	0,60					*	*	
GONZALEZ									*
CARRASCO	1.243.664,23	8,99							
VARINUEVA	9.561,46	0,07	*						
ADOLFO DE LA ROSA	2.485,22	0,02				*			
GOMA CARIBE	1.163.250,00	8,41					*		*
ANGEL ANGULO	75.942,06	0,55					*		*
Otros	210.853,40	1,52					*		*
TOTAL COSTO CONSTRUCCION	12.601.792,92	91,12							

OBSERVACION: El costo total de la obra es de Bs. 13.829.520,21
incluyendo los gastos por indemnización correspondientes al

El porcentaje de obra ejecutado por las Empresas MARPER (33,03%) y VERMAY C.A. (22,99%) corresponden el 56,02% de la construcción, mientras que en el 35,10% restante participaron 18 empresas.

Algunas partidas fueron realizadas por una sola empresa como fue el caso de las instalaciones eléctricas; en otras por el contrario se observó la participación de una diversidad de empresas, como por ejemplo en los cerramientos, acabados y complementarios.

A.3. Análisis del Proceso de Producción del Sistema SICAC.

El proceso de producción está referido en primer término a la edificación, y en segundo lugar al sistema estructural (SICAC) propiamente dicho.

A.3.1. La Edificación

La información utilizada para el análisis de la edificación fue suministrada directamente por el IDEC, a través de la documentación técnico-administrativa del proyecto y seguimiento de la obra.

En el programa de la obra representado en el Diagrama N° 1, se observa la secuencia de las actividades y el tiempo de realización programado y ejecutado.

Es importante señalar que la fecha prevista como inicio de las actividades del programa de trabajo fue modificada en varias oportunidades por los inconvenientes enumerados:

- Problemas con el colector interdominiario que atravesaba el terreno donde se construiría la edificación.
- Paralización de los trabajos que se realizaban para la construcción de las fundaciones, por las malas condiciones del terreno.
- Interrupción de los trabajos por derrumbe de la pared del lindero norte.
- Excavación excesiva por parte del contratista, lo cual modificó las condiciones iniciales del proyecto de fundaciones.
- Inconvenientes en la ejecución del relleno del terreno,

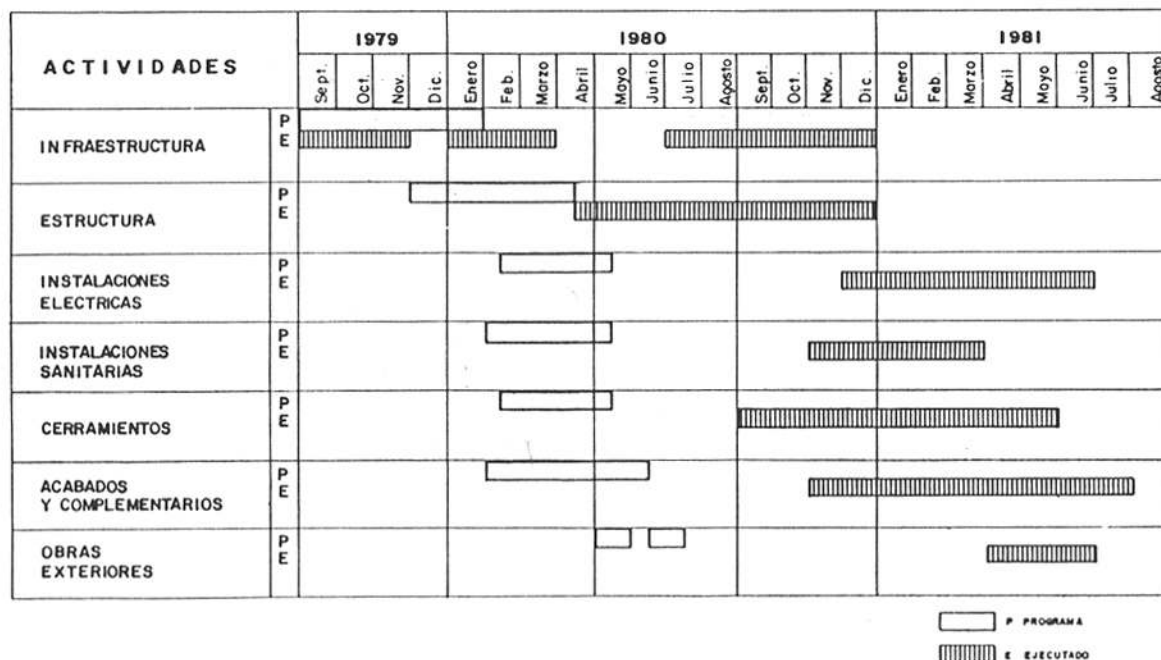
por no disponerse de un "préstamo" adecuado.

-Cambio en el proyecto de infraestructura para adaptarse a la nueva topografía del terreno, ya que el costo del relleno para conservar las condiciones iniciales resultaba elevado.

En el proceso de producción de la obra se contempla el análisis de los factores que intervienen en ella; fuerza de trabajo, maquinaria y equipo, materiales e insumos, así como la tecnología que define la intensidad con la cual intervienen cada uno de estos factores.

La fuerza de trabajo, constituida por la población mayor de 15 años con capacidad y disposición de trabajo, se utiliza en función directa de la diversidad de los insumos recibidos en la obra. La mano de obra utilizada en la construcción de la edificación CBTC, mostró un nivel medio de especialización técnica. A continuación, se muestra la mano de obra utilizada en algunas partidas consideradas, faltando por obtener información de la infraestructura y de las obras exteriores.

DIAGRAMA N° 1 - PROGRAMA DE LA OBRA



PARTIDA	MANO DE OBRA (1)	
	CALIFICADA	NO CALIFICADA
Estructura	1 Maestro de Obra 1 Gruero 1 Maestro Carpintero	5 Obreros 1 Ayd. de Carpin- tería
Instalaciones Sanitarias	1 Técnico 1 Maestro	7 Obreros
Instalaciones Eléctricas	1 Oficial	4 Obreros
Cerramientos	2 Maestros	14 Obreros
Acabados y Complementarios	1 Maestro Carpintero 1 Maestro	13 Obreros

(1) No se obtuvo ninguna información referente al gasto pagado en mano de obra.

La fuerza de trabajo adicional, conformada por el ingeniero inspector y el ingeniero asistente, ambos de MINDUR, encargados de la inspección de la obra, deberá tomarse en consideración para el análisis de la cuantía del capital variable utilizado.

Las maquinarias y equipos utilizados en el proceso fueron en su mayoría para la ejecución de la partida correspondiente a estructura:

Grúa telescópica sobre camión marca LORAYN MC 25 con capacidad nominal de 22,5 toneladas métricas, alquilada a un costo de 2.400 Bs. /día. Utilizada para el montaje de la estructura prefabricada.

Gandolas con capacidad máxima de 35 toneladas, alquiladas a un costo de 2.000 Bs./día. Utilizadas para el transporte de componentes estructurales desde la planta de prefabricación al sitio de la obra.

Andamios colgantes móviles, utilizado para el trabajo de armado y encofrado de las juntas verticales entre muros. Equipo propiedad de la empresa contratista Trompo para el mezclado del concreto.

A.3.2. La Estructura

El análisis del proceso de producción de la estructura está basado en la documentación recopilada directamente de la planta de prefabricación (sub-contratista) y del IDEC, a saber:

-Producción de la estructura prefabricada

-Seguimiento de la obra

-Documentación técnico-administrativa del proyecto.

Previo a la construcción de la edificación se realizó un prototipo de dos módulos, de 7,20 m. x 7,20 m. en planta y de un piso de altura, el cual permitió realizar ajustes en los medios de producción y del proceso de montaje.

La producción de los componentes estructurales se realizó en planta fija, debido a las limitaciones de espacio encontradas en el terreno, por cuanto la edificación ocupada el 90% del área; en otras condiciones la producción de los componentes puede realizarse a pie de obra.

La empresa sub-contratada, PRECAST DE VENEZUELA, C.A., ubicó la planta de prefabricación en San Sebastián, estado Aragua, y la instalación la realizó en un lapso de tres meses, con una capacidad promedio de producción de 50 m²/día de estructura.

La maquinaria y el equipo utilizado en el proceso estuvo constituido por una grúa, una dosificadora, cuatro encofrados metálicos para columna, nueve encofrados de concreto para vigas, dieciocho encofrados metálicos sobre pistas en concreto para losas y muros.

En este proceso se estudió la distribución de la producción de los componentes estructurales (Ver Cuadro N° 4) obteniéndose una producción total de 1.093,73 m³ para los 1.380 componentes estructurales utilizados en la edificación, durante el lapso de 8 meses (Febrero/Septiembre).

Es notorio observar que durante el primer mes, la producción alcanzó el 20,70% de la producción total; mientras que a un ritmo promedio de producción de 11,39% se cubre el 79,30% restante, en un período de 7 meses.

CUADRO N° 4

FUENTE: PLANTA DE PRODUCCION
Cálculos propios.

DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION DE LOS COMPONENTES ESTRUCTURALES

AÑO 1980 MESES	COMPONENTES								DISTRIBUCION % CON RESPECTO A LA PRO- DUCCION TOTAL.
	COLUMNA CAPITEL	VIGA	VIGA 7,20m.	LOSA CAPITEL	LOSA VIGA	LOSA BORDE	MURO	PRODUCCION m ³ /mes	
Febrero	42	18		25	133	8	41	226,45	20,70
Marzo	12	13		27	49	9	36	118,02	10,79
Abril		40		25	64	26	32	143,21	13,09
Mayo	4	20		27	76	27	34	145,83	13,33
Junio	17	20	15	13	48	17	11	108,26	9,90
Julio	22	40	33	9	32	12	8	116,57	10,66
Agosto	40	16		13	40	12	44	134,21	12,27
Septiembre	23	4		6	35	19	43	101,19	9,26
TOTALES	160	171	48	145	477	130	249	1.093,73	100,00

Analizando el plan de producción inicial de los componentes estructurales (Ver Cuadro N° 5), y tomando como base el tiempo promedio de elaboración de las componentes establecido por la Empresa sub-contratada, el cual fue 2.7 meses, obtenemos un ritmo de producción de 392,61 m³/mes. En la realidad, la elaboración de los 1.380 componentes, se realizó en un período de 8 meses para producir 1.093,73 m³.

FUENTE: Empresa Contratista Marper
Cálculos propios.

CUADRO N° 5

**PLAN DE PRODUCCION INICIAL DE LOS
COMPONENTES PREFABRICADOS**

COMPONENTES	PESO (Kg.)	ENCOFRADOS	TIEMPO (días)	TOTAL COMPONENTES	VOLUMEN (m3)
COLUMNA CAPITEL	2.200	4	40	160	148,00
VIGA 7,20 m. (Cap. Cap.)	1.850	4	4	16	12,29
VIGA 7,20 m. (Cap. Muro)	1.850	4	39	156	119,81
VIGA 5,40 m.	1.360	1	48	48	27,12
LOSA CAPITEL	1.950	3	48	144	116,64
LOSA VIGA	2.140	8	56	448	400,06
LOSA MURO	960	3	43	128	51,58
MURO	1.850	4	60	240	184,56

TOTAL

1.060,06

En este proceso de producción se observaron demoras debido a la escasez de insumos (cemento) en la zona, y no por aspectos inherentes al sistema estructural.

Con respecto a la recuperación del capital invertido por la Empresa subcontratada (PRECAST DE VENEZUELA C.A.) en la producción de los componentes prefabricados, se solicitó realizarlo no en función del montaje en obra, sino del volumen producido en planta; por cuanto se llegó a la situación de haberse producido un 80% del total de los componentes a utilizarse, y los requerimientos del proceso de montaje demandaban el 20% del 80% producido, quedando el resto en depósito. Ante esta situación, la FEDE le reconoció a la Empresa Contratista (MARPER) un pago equivalente al 35% de la producción.

En el estudio del montaje de la estructura para el edificio CBTC, se consideraron las siguientes variables:

- Disponibilidad de áreas para el depósito de los componentes prefabricados en sitio.
- Maniobrabilidad de las diferentes grúas existentes en el mercado.
- Factibilidad de suministro de los componentes diariamente.

De la evaluación de estos tres aspectos se llegó a desarrollar una alternativa que permitió la simplificación de las etapas de montaje; siendo los elementos de la alternativa los siguientes:

-Utilización de una grúa telescópica sobre camión con capacidad nominal de 22.5 toneladas métricas.

-Montaje por bloques verticales, para la cual se definieron en la edificación ocho zonas.

-El montaje se realizó en forma escalonada, manteniendo la grúa en posición fija para cada bloque.

-Con respecto al suministro de los componentes desde la planta de prefabricación a la obra, hubo que coordinar su envío en función de los requerimientos del montaje, debido a la falta del área necesaria para el almacenaje de un volumen mayor de competentes. Inicialmente esta coordinación no se cumplió, causando retardos en el proceso de montaje.

Por disponerse de una sola vía de acceso para la entra-

da y salida de los materiales y maquinarias, no hubo posibilidad de tener dos frentes de trabajo para realizar paralelamente el montaje en los dos sectores de la edificación.

Esta condición fue impuesta básicamente por el terreno, ya que la empresa tenía capacidad técnica para afrontar una mayor productividad en el montaje.

-Estimación de una capacidad de montaje de 60 m²/día
Por medio de visitas a la obra, el IDEC realizó un se-

guimiento del montaje de la estructura con el uso de planillas de rendimiento, en las cuales se incluyó la cantidad de obra ejecutada, personal y tiempo empleado para cada una de las actividades definidas en el seguimiento, tipo de maquinaria utilizada, insumos, días no trabajados y observaciones del montaje. A continuación se muestra un resumen de algunos de los aspectos considerados:

MANO DE OBRA	1 Maestro de obra 1 Gruero 1 Maestro-Carpintero 1 Ayudante de Carpintería 5 Obreros
MAQUINARIA Y EQUIPOS	1 Grúa Telescópica sobre camión Gandolas Andamios Colgantes Móviles 1 Trompo
TIEMPO DE MONTAJE POR COMPONENTES	Columna 20 minutos Muro 20 Minutos Viga 6 Minutos Losa 4 Minutos

Luego se estudió la distribución del montaje de los componentes estructurales (ver Cuadro N° 6 y Diagrama 2), obteniéndose un rendimiento bajo en los tres primeros meses, debido a:

Retardo en el suministro de los componentes estructurales, así como, la no previsión en la adquisición de los materiales de construcción (cabillas, mallas, madera).

Falta de coordinación en la secuencia de entrega de los componentes transportados a la obra y su requerimiento en el proceso de montaje.

No se previó en el montaje de los componentes el tiempo utilizado en encofrar, armar y vaciar las juntas entre ellos.

No se previó el tiempo de remoción y compactación del área donde se ubicaba la grúa.

CUADRO N° 6
DISTRIBUCION DEL MONTAJE DE LOS
COMPONENTES ESTRUCTURALES

FUENTE: Seguimiento en obra realizado por el IDEC
Cálculos Propios.

AÑO 1980 MES	SEMANAS	COMPONENTES							TOTAL COMPONENTES	DISTRIB. % CON RESPECTO AL TOTAL
		COLUMNA CAPITEL	VIGA 5,40m.	VIGA 7,20m.	LOSA CAPITEL	LOSA VIGA	LOSA BORDE	MURO		
Abril	3	4		7	3	15	4	25	58	4,5
Mayo	4	8		13	6	26	12	22	87	6,3
Junio	4	13		19	9	35	18	47	141	10,22
Julio	5	21	2	40	21	82	36	41	243	17,61
Agosto	4	38	10	30	33	89	15	27	242	17,54
Septiembre	4	36	16	24	27	90	16	39	248	17,97
Octubre	5	36	18	30	38	108	21	42	293	21,23
Noviembre	1	4	2	8	8	32	8	6	68	4,93
TOTALES	30	160	48	171	145	477	130	249	1.380	100,00

DIAGRAMA Nº 2 - PROGRAMA DE MONTAJE

ACTIVIDADES		1981																																				
		Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Sept.				Oct.				Nov.								
		-	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
MONTAJE ZONA 1 SECTOR 001	P E																																					
MONTAJE ZONA 2 SECTOR 001	P E																																					
MONTAJE ZONA 3 SECTOR 001	P E																																					
MONTAJE ZONA 4 SECTOR 001	P E																																					
MONTAJE ZONA 5 SECTOR 002	P E																																					
MONTAJE ZONA 6 SECTOR 002	P E																																					
MONTAJE ZONA 7 SECTOR 002	P E																																					
MONTAJE ZONA 8 SECTOR 002	P E																																					

 P PROGRAMADO

 E EJECUTADO

A. 4. Consideraciones Generales y Recomendaciones del Sistema SICAC.

En el desarrollo del trabajo se han incluido una serie de observaciones que constituyen parte de las conclusiones, sin embargo, pueden complementarse diciendo:

1. La consideración de la edificación Ciclo Básico Teresa Carreño, como un prototipo permitió ensayar, estudiar y realizar ajustes necesarios al Sistema SICAC, con el fin de optimizar su producción en serie a mediano plazo. Las modificaciones realizadas durante el proceso de trabajo de la obra, permitieron lograr los objetivos inicialmente planteados para el sistema.

2. La coordinación de la edificación CBTC, se vio negativamente afectada por la falta de planificación de las actividades por parte de los contratistas y del cliente, sumado a esto la cantidad de empresas participantes. Por lo tanto, es importante la ejecución organizada de los trabajos a través de la coordinación de las obras, lográndose así, la maximación y optimización del uso de los recursos.

3. El análisis realizado sobre el sistema estructural, nos plantea la necesidad de desarrollar los otros componentes del sistema, como son los cerramientos y las instalaciones. De igual forma, es necesario elaborar los manuales, instructivos y catálogos correspondientes, que constituyen el paquete del sistema constructivo a ser utilizado en forma global.

4. Con respecto a la producción de los componentes estructurales, se plantea:

Es recomendable la utilización de encofrados de concreto para la producción de vigas. Sin embargo, deben tomarse las previsiones contra el desgaste de los encofrados, tales como la utilización de recubrimientos epóxico y aristas biceladas, obteniéndose así, un mejor acabado de los componentes.

Es necesario establecer un control de calidad en los encofrados de las losas, especialmente en las piezas de unión y de fijación, a fin de garantizar la geometría del componente, por cuanto el deterioro sufrido en su uso, ocasiona variaciones en la longitud de las losas,

dificultando las tolerancias previstas para el proceso de montaje.

El sistema está constituido por losas de 1,80 mts. de ancho y las mallas de acero existentes en el mercado tienen un ancho de 2,40 mts., diferencia que se traduce en una subutilización del material de acero, por lo cual se recomienda estudiar el redimensionado de las losas.

La fijación de los encofrados para las columnas se realizó mediante uniones atornilladas, lo cual trajo como consecuencia el escape del carato a través de las mismas, por lo tanto se recomienda diseñar los encofrados con uniones rígidas.

5. En el transporte de los componentes estructurales, desde la planta de prefabricación hasta el sitio de la obra, es preciso considerar varios aspectos:

El embarque de los componentes en la gándola debe ser cuidadoso para evitar su deterioro.

Las losas de ancho 1,80 mts. traen como consecuencia la subutilización de la capacidad de la gándola, la cual tiene un ancho de 2,50 mts., por lo tanto se recomienda realizar un ajuste en las dimensiones del componente.

La capacidad de la gándola es de 35 toneladas, lo cual limita a 12 unidades el transporte de las columnas-capitel. Es aconsejable reducir las dimensiones del capitel, aumentando la efectividad del uso de la gándola.

6. Con respecto al proceso de montaje del sistema estructural, tenemos:

Debido a las irregularidades en el acabado y a la falta de horizontalidad en la base de la columna, se presentaron inconvenientes con la nivelación de los componentes, debiendo ésta realizarse con la ayuda de tacos de madera. Se recomienda un mayor control en el encofrado y en el manejo de las piezas, para evitar el deterioro.

En el proceso de montaje se observaron inconvenientes para la colocación y nivelación de los muros, debido a la interferencia de los aceros salientes del componente, a la diferencia en las dimensiones del componente y a las limitaciones características del terreno.

Es importante señalar que la incorporación del componente muro como parte del sistema, obedeció circuns-

tancialmente a la existencia de fachadas ciegas en la edificación. Es recomendable para futuras proyectos con el sistema estructural SICAC, prever terrenos no colindantes a otras construcciones, por cuanto no se utilizaría el componente muro, lo cual redundaría en la eficiencia del sistema.

Es recomendable que el vaciado del "topping" para la nivelación del piso de 3 cm. para cubrir las irregularidades en la superficie de la losa.

Se propone estudiar la posibilidad de cambio de modulación del sistema a 7,20 m. x 7,20 m., así como el ajuste de las dimensiones de las losas; con lo cual se disminuye la cantidad de componentes por módulo y por ende, el número de operaciones en el proceso de montaje.

B.1. Criterios y Características del Sistema SIEMA

B.1.1. Criterios del Sistema

El desarrollo del sistema constructivo SIEMA, tiene su origen en el proyecto de investigación CONICIT-IDECLASP (1), realizado por un equipo multidisciplinario, durante el período marzo 1978-noviembre 1979.

Uno de los objetivos fundamentales de este proyecto, fue el de diseñar un sistema constructivo industrializado para edificaciones educacionales y comunales, incorporando la transferencia de la tecnología y los procedimientos administrativos.

Se establecieron para ello cinco fases de acción:

1. Análisis de la información existente en cuanto a la normalización de edificaciones educacionales en Venezuela(*)

2. Desarrollo de un sistema constructivo industrializado y negociación con productores nacionales (*).

3. Construcción de dos prototipos que constituyen una Escuela Básica Experimental para 420 alumnos, ubicada en Guarenas, estado Miranda.

—El primero, con tecnología externa, construida con componentes importados del sistema CLASP, aloja un pre-escolar para 60 alumnos y una primaria para 240 alumnos.

—El segundo, con tecnología interna, construido con

(1) Proyecto auspiciado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), realizado por el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), en colaboración con el Programa Especial del Consorcio de Autoridades Locales (CLASP) de la Gran Bretaña y con la participación del Ministerio de Educación (ME), del Ministerio de Desarrollo Urbano (MINDUR), del Instituto Nacional de la Vivienda (INAVI) y la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE).

(*) Información tomada de: Segundo Foro Internacional CLASP, Lisboa, 18 al 22 de Mayo de 1981, ponencia de la delegación venezolana (Profesores: Alfredo Cilento S. y Gustavo Flores M.).

componentes del nuevo sistema del ciclo básico.

4. Programa de entrenamiento por un año para dos profesionales del IDEC en la sede del Grupo de Desarrollo del CLASP en Gran Bretaña, como parte del acuerdo de transferencia de información tecnológica. Realizado entre 1978-1979.

5. Diagnóstico de la situación actual de la producción de edificaciones educacionales en Venezuela y proposición de una alternativa de los procesos de diseño y construcción de dichas edificaciones.

B.1.2. Características del Sistema.

El Sistema SIEMA es un método de construcción basado en el ensamblaje en sitio de componentes estandarizados producidos industrialmente por distintos fabricantes.

Para garantizar la adecuada flexibilidad en el diseño, los componentes están coordinados dimensionalmente mediante un sistema de retículas.

USO:

—Edificaciones educacionales y asistenciales

MATERIAL:

—Acero y losa de concreto

Especificaciones PS-25 (perfiles)

SIDOR CS-28 (cabillas)

$f'c = 250 \text{ Kg./cm}^2$ (concreto)

MODULO DE DISEÑO:

—0,60 m. x 0,60 m.

MODULO ESTRUCTURAL:

—7,20 m. x 3,60 M.

7,20 m. x 2,40 M.

LUCES:

—Principal (de carga): 7,20 m. - 5,40 m. - 3,60 m. 2,40 m. - 1,80 m.

—Secundaria: 3,60 m. - 2,40 m.

NUMERO DE PISOS:

—De uno a tres pisos

ALTURA DE ENTREPISO:

—3,15 m. para una altura libre de 2,40 m.

COMPONENTES ESTRUCTURALES

—Columna tubular cuadrada. Existen cuatro tipos

—Cerchas conformadas por angulares y cabillas.

Existen ocho tipos, de acuerdo a la luz y a la función.

—Cruces de San Andrés conformadas por cabillas. Existen dos tipos.

—Losa de concreto armado, de espesor 10 cm., vaciada en sitio con la utilización de lámina metálica como encofrado colaborante.

—Escalera de dos tramos, conformada por una estructura metálica con escalones compuestos por una formleta metálica y concreto. Pueden ubicarse tanto en el interior como en el exterior de la edificación.

UNIONES:

—Apernadas y soldadas

Pernos A-308

Soldaduras E-60 XX

MAGNITUD DE LOS COMPONENTES:

—Elemento más grande: 7,20 m x 0,60 m.

—Elemento más pesado: 208,40 Kg.

SOBRECARGAS:

—Entrepliso

Carga viva: 300 Kg./m²

Acabado de piso: 80 Kg./m²

Tabiquería liviana: 50 Kg./m²

Servicios: 35 Kg./m²

—Techo

Carga Viva: 100 Kg./m²

Impermeabilización: 50 Kg./m²

SISTEMA RESISTENTE A CARGAS VERTICALES:

—Las cargas son soportadas por losas trabajando a flexión en una dirección y transmitidas a través de las estructuras articulada (cerchas de cargas y columnas) a las fundaciones.

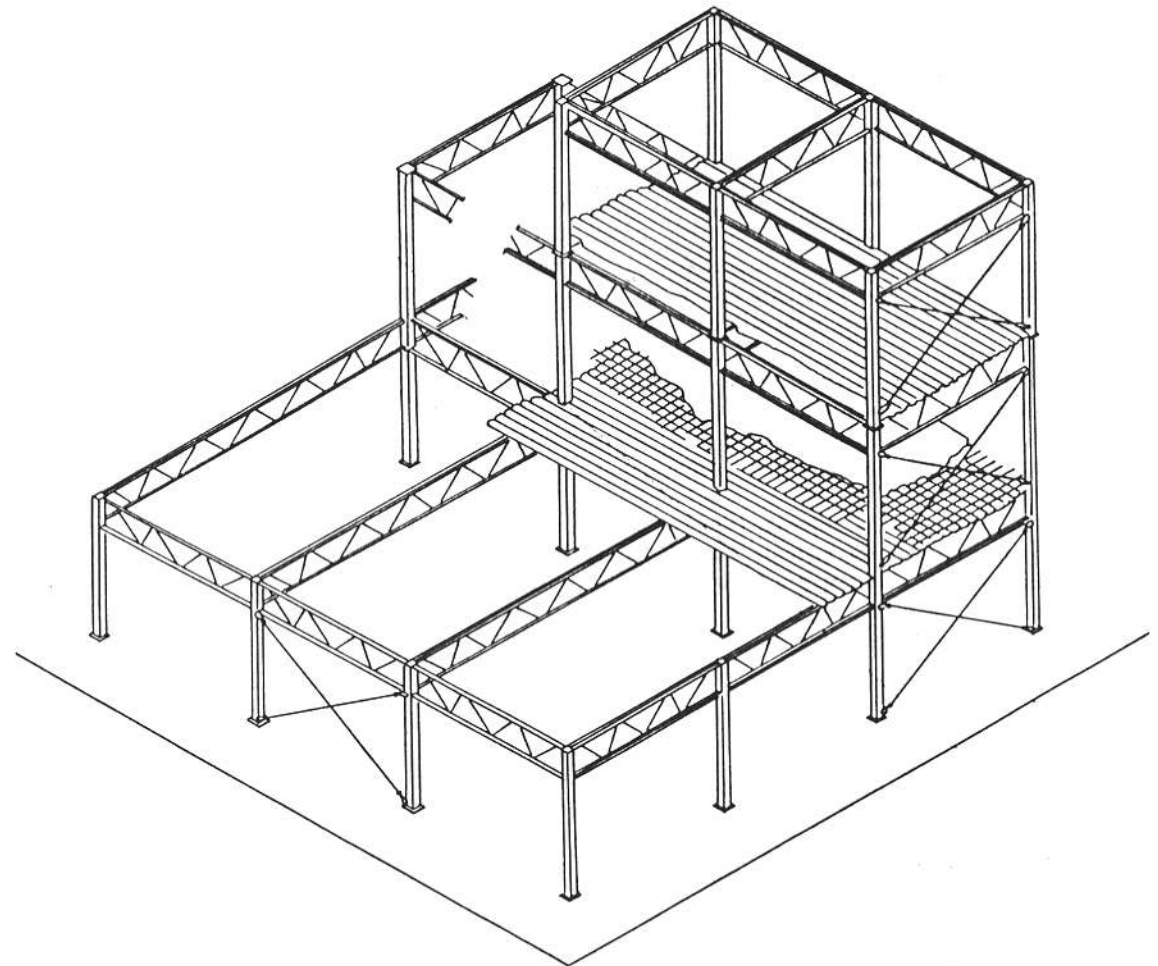
SISTEMA RESISTENTE A CARGOS HORIZONTALES:

—Columnas tubulares y cruces de San Andrés.

—La separación de las columnas de fachada, así como los espacios donde se ubican los arriostres, deberán ser siempre igual o menor a 3,60 m. La cantidad de arriostres dependerá del análisis sísmico de cada

B _ SISTEMA DE ESTRUCTURA METALICA APERNADA

• SIEMA •



edificación.

PESO DEL ACERO:

—16,22 Kg./m²

PROCESO DE PRODUCCION:

—Los componentes de acero se producen en talleres metalmeccánicos medianamente especializados.

PROCESO E MONTAJE:

—Consta de las siguientes etapas:

-Ejecución de las obras de infraestructura de acuerdo a las características del terreno. Es importante prever las aberturas correspondientes para la fijación de los anclajes.

-Colocación de las columnas de planta baja.

-Colocación de las cerchas del primer piso,

-Colocación del encofrado metálico, lámina de borde y vaciado del concreto, para la losa del primer piso.

-Colocación de cerchas del segundo piso.

-Colocación columnas del tercer piso

-Colocación del encofrado metálico, lámina de borde y vaciado del concreto, para la losa del segundo piso.

-Colocación de la losa de techo o cubierta.

-Colocación de las arriostres para la rigidización de la edificación.

CERRAMIENTOS:

—El sistema de cerramientos no está incluido dentro del sistema. Puede utilizarse cualquier tipo de tabiquería liviana existente en el mercado.

INSTALACIONES:

—Se diseñarán en forma convencional y se colocarán a la vista.

El espacio correspondiente a la altura de la cercha puede ser utilizada para el paso de las instalaciones.

DOCUMENTACION DEL SISTEMA: (*)

—Memoria Descriptiva

—Catálogo de componentes, detalles y uniones

—Especificaciones técnicas.

B.2. Aplicación del Sistema SIEMA

La primera aplicación del sistema se realizó durante el período 1980-1982 con la construcción de la Escuela Básica Experimental de Guarenas, en un terreno ubicado en esa misma localidad. El terreno, donado por el Instituto Nacional de la Vivienda (INAVI), tiene un área aproximada de 7.000 metros cuadrados, en el cual se ubican varias edificaciones para un total de 2.740 metros cuadrados de construcción. Una de estas edificaciones constituye el prototipo del Sistema SIEMA, la cual cuenta con un área de construcción de 1.010 metros cuadrados, desarrollada en dos niveles.

En la construcción de la edificación prototipo se utilizaron elementos que no forman parte del Sistema SIEMA, los cuales se describen a continuación:

—La infraestructura se ejecutó en base a una losa de fundación corrida, de quince centímetros de espesor.

—En la construcción de la losas de techo y entrepiso, se utilizaron semilosas prefabricadas tipo OMNIA, y un vaciado en sitio.

—En los cerramientos internos y externos, se utilizó el sistema IMPAC-PANEL, cuyos componentes están constituidos por un relleno de poliestireno y malla de alambre por ambas caras, recubiertas con una capa de mortero. En los cerramientos de los sanitarios se utilizó mampostería.

En una primera fase de construcción, el Ministerio de Desarrollo Urbano (MINDUR), actuó como promotor y se hizo cargo de la obra, posteriormente fue comisionada la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE), quien actuó como cliente y promotor.

Para la construcción de la edificación, la FEDE realizó la contratación de las empresas constructoras, bajo condiciones de contrato fijo.

En el proceso de trabajo de la obra se observó una descoordinación en la realización de las diferentes actividades, motivada tanto por la desorganización interna de las empresas participantes, como por la falta de un plan general de obra por parte del promotor.

Tomando como base la documentación contentiva en los archivos de la FEDE, correspondiente a contratos de servicio, presupuestos y valuaciones de obra, se procedió a la determinación, por una parte, de los costos de la edificación prototipo, y por la otra de los costos de la infraestructura y del sistema estructural SIEMA.

Una vez clasificada la información en referencia, se obtuvieron los costos por partida de la edificación, los cuales se anexan a continuación:

PARTIDAS	COSTO BS. (1)
Obras preliminares y movimiento de tierra	105.153,74
Obras de Concreto y refuerzo metálico	525.316,28
Instalaciones Eléctricas	157.593,78
Instalaciones Sanitarias	193.379,50
Estructura metálica (suministro y montaje;	404.401,40
Impermeabilización	92.254,03
Obras varias y ornamentos	24.596,44
Cerramientos, tabiquería	291.860,90
Revestimientos y acabados	439.113,43
Herrería y latonería	69.897,93
	2.303.562,27

De los resultados obtenidos en las distintas partidas de obras globales de la edificación prototipo, se extrajeron los costos de las actividades contenidas en la infraestructura y estructura. Estos costos están referidos al proceso de producción, suministro y montaje de los componentes del sistema.

(*) Ute W. de Romero, Análisis del Proceso de Trabajo en la Escuela Experimental de Guarenas —Sistema Constructivo VEN-UNO- IDEC-FAU-UCV, Caracas, Junio 1982.

(*) Localizada en los Archivos del IDEC.

PARTIDAS

Movimiento de tierra
Obras de concreto y refuerzo
metálico en la losa de fundación,
entrepiso y techo
Estructura metálica
Impermeabilización

COSTO Bs.

96.989,21

525.316,28

404.401,40

92.254,03

Obteniéndose un costo de construcción para la estructura SIEMA de 1.011,85 Bs/m², y un costo total de la edificación de 2.280,75 Bs./m².

De la información analizada se obtuvieron las diferentes actividades de las empresas participantes en la construcción de la edificación (VER CUADRO N° 7).

Se observó la realización de algunas actividades por una sola empresa, como fueron los casos de obras preliminares, obras de concreto, impermeabilización

entre otras; y en otras por el contrario se observó la participación de varias empresas como por ejemplo en los cerramientos e instalaciones sanitarias.

La segunda aplicación del Sistema SIEMA, se realiza en la construcción de la Sede del Banco del Libro "Centro Bibliotecario Andrés Bello". Edificación desarrollada en tres pisos, para un área aproximada de construcción de 1.500 metros cuadrados. La construcción de esta edificación se inició en Agosto de 1984.

EMPRESA	ACTIVIDADES									
	OBR. PREL. Y MOV. DE TIERRA.	OBR. DE CONCRETO Y REF. METALIC.	INSTALACION ELECTRICA.	INSTALACION SANITARIA.	ESTRUCTURA METALICA.	IMPERMEABIL- ZACION.	OBR. VARIAS Y ORNAMENTOS.	CERRAMIENTOS	REVESTIMENT. Y ACABADOS	HERRERIA Y LATONERIA.
IMGECIL	*	*	*	*	*					
CONREMI			*	*	*	*	*	*	*	*
FELIPE SOJO							*			
MOINCA				*						
K.S.K.										
SINYSIS								*		*

CUADRO N° 7
ACTIVIDADES POR EMPRESA EN LA
EDIFICACION PROTOTIPO SIEMA. (1)

(1) ROMERO, Op. cit.

B.3 Análisis del Proceso de Producción del Sistema SIEMA.

El Proceso de producción se referirá en primer lugar a la edificación prototipo, y luego a la infraestructura y estructura SIEMA.

B.3.1. Edificación Prototipo.

La base documental obtenida en la FEDE utilizada para el análisis del proceso de producción de la edificación, no permitió la desagregación en los factores mano de obra, equipos, maquinarias e insumos, razón por la cual se dificultó la determinación de la cuantía de los mismos, sin embargo, podemos incluir algunos comentarios al respecto.

La mano de obra utilizada en la ejecución de la edificación prototipo fue muy diversa, variando en función de las diferentes actividades. Para los efectos del análisis, se desconoce, la cantidad y calificación de la fuerza de trabajo empleada y por lo tanto, su costo.

Igualmente se desconoce la información detallada de los equipos y maquinarias utilizadas por las diferentes empresas para la ejecución de cada una de sus actividades. Pero en términos generales podemos mencionar que para algunos trabajos como excavaciones, vaciados de placas, cerramientos, y acabados entre otros, se requirieron los siguientes equipos, grúa HYCO con cauchos, tractor, trompo para el mezclado del concreto, vibradores de mano y algunas herramientas.

B.3.2. Infraestructura y estructura SIEMA

La información utilizada para el análisis del proceso fue obtenida del seguimiento de obra. En el Cuadro N° 8 se desglosan los factores del proceso de trabajo fuerza de trabajo, maquinarias equipos y herramientas, materiales e insumos— para cada actividad, así como el tiempo de ejecución de las mismas.

En el programa de obra representado en el Diagrama N° 2, se observa la secuencia de las actividades y el tiempo de realización programados y el ejecutado.

Analizando el Diagrama podemos observar que la duración total de la obra fue de 9.5 meses, en el cual se incluye un período de inactividad de 4 meses, para un total de tiempo real de trabajo de 5.5 meses. Esto demuestra una pérdida del 42% del tiempo de ejecución, lo cual incide directamente en un incremento del costo, debido a la subutilización de la mano de obra y equipo contratados.

B.4. Consideraciones generales del Sistema SIEMA.

En el desarrollo de este trabajo se incluyen observaciones que constituyen parte de las conclusiones. No obstante puede agregarse lo siguiente:

—Los lineamientos estructurales utilizados en el desarrollo del Sistema SIEMA, se fundamentaron en la incorporación de transferencia de tecnología, utilizando insumos nacionales. La primera aplicación del Sistema, en la Escuela Básica Experimental de Guarenas —EBEG—, considerada como prototipo, permitió ensayar y realizar los ajustes requeridos al Sistema

SIEMA, para su mejor efectividad en próximas aplicaciones.

—La falta de planificación del proceso de producción repercutió negativamente en la optimización de los recursos utilizados; situación manifiesta en el aprovechamiento de sólo el 58% del tiempo total de ejecución, para el montaje de la estructura.

—El costo global de la edificación EBEG, se vio afectado en un sobre costo generado por los inconvenientes afrontados en la obra, entre otros:

-Falta de coordinación entre las actividades que realizaron los diferentes contratistas, ocasionaron solape de actividades que debieron estar desfasadas en el tiempo.

-Falta de inspección en la obra, que permitiera tomar decisiones a la prontitud requerida.

-Inexactitud en la ejecución de algunas partidas —e.j. nivelación de la losa de fundación— ocasionó un aumento en el volumen de obras en otras —nivelación del acabado de piso—.

La segunda aplicación del Sistema SIEMA, se está realizando, actualmente, con la construcción de la Sede Centro Andrés Bello para el Banco del Libro; edificación de 1.500 metros cuadrados.

CUADRO N° 8

RESUMEN DE LOS FACTORES DEL PROCESO DE
TRABAJO Y TIEMPO
en la ejecución de la infraestructura y estructura (1)

(1) ROMERO, Op. Cit.

FASES DE DESARROLLO	ACTIVIDADES	FECHA INICIO	FACTORES DEL PROCESO DE TRABAJO			TIEMPO E INCIDENCIA (días háb.)
			FUERZA DE TRABAJO	MAQUINARIAS Y EQUIPO HERRAMIENTAS	MATERIALES E INSUMOS	
EXCAVACION 1	Nivelación	21.10.80	1M. Obra 2 obreros	Método Manguera		8 6,67%
	Excavación y rasante		1 operador 3 chof., camión 1M. Obra 6 obreros	1 retroexcavador 3 cam. 18m3 c/u. 4 picos, palas pisón, guías.		
	Replanteo		1 fotógrafo 2 asistentes	1 Teodolito Miras, Jalones		
LOSA FUNDACION 2	Vaciado concreto Pobre, excavación	31.10.80	1M. obra 2 albañiles 5 obreros	1 Mezcladora palas, cepillos vibrador.	* Concreto, acero de refuer- zo.	41 34,16%
	Replanteo e Instalaciones Sanitarias		1M. obra 1 plomero 2 albañiles 4 obreros 3 obreros	Calafatrador Cinzel Martillos Cucharón		
	Encofrado losa fundación, mallas y refuerzos		5 obreros	Listones madera estacas, cerruchos, mar- tillo, nivel de burbuja, etc.		
	Vaciado de losa		12 obreros	Camión motor bomba, regla vi- bradora, vibrador de mano, palas.		
ANCLAJES 3	Abertura de bucos a losa, ubicación anclajes	30.01.81	5 obreros	Compresores eléc- tricos, cinzel, martillos, picos, etc.	Acero (91 unidades)	16 13,33%
	Replanteo		1 fotógrafo 2 ayudantes	Teodolito miras		
	Nivelación y alineación de columnas		5 obreros	Aparato de nivel miras, flaves, etc.		
COLUMNAS CERCHAS TENSORES 4	Nivelación y edo- cación de columnas Cerchas y tensores	09.03.81	5 obreros	(Grúa Hyco) guayas, perro palanca.	Componentes de acero (91 Unds.) (1.010m2)	17 14,17%
LOSAS 5	Montaje de losas OMNIA	21.04.81	5 obreros	Grúa Hyco guayas, perros palancas.	Concreto acero de refuerzo (1.010 m2)	30 25,00%
	Apuntamiento, colo- cación, conectores y malla en losas		3 obreros	Puntal hierro madera, nivel		
FLASHEO 6	Colocación de flashing techo y entrepisos	12.06.81	1 soldador 1 asistente	Máquina soldadora	Lámina metálica.	8 6,67%

FUENTE: FEDE
C.A. - C.A. - C.A. - C.A. - C.A.

TOTAL
DÍAS HÁBILES
(TABLA ADJ.)

120

EL PROYECTO Y LA PRODUCCION MASIVA DE EDIFICACIONES

Resumen del capítulo 2, punto 3

Arq. María Elena Hobaica

INTRODUCCION

Las reflexiones que expresamos a continuación constituyen parte del trabajo "EL PROYECTO Y LA PRODUCCION MASIVA DE EDIFICACIONES", que fuera realizado a los fines de ascenso al escalafón universitario en el año 1982. Se plantea como hipótesis de dicho trabajo que los PROYECTOS DE ARQUITECTURA se articulan necesariamente en un marco global de referencia, dentro del vasto ámbito del quehacer constructivo.

En efecto, la elaboración de proyectos debe afrontarse como expresión y parte de una compleja actividad que concierne al SECTOR CONSTRUCCION EN VENEZUELA.

El abordar el sujeto de estudio con una visión de conjunto, plantea una variante respecto a la óptica habitual del proyectista, así como a su formación y práctica profesional más frecuente. Según ésta, el diseñador competente en un determinado campo, realiza en equipo, la síntesis de información y conocimientos que implica la elaboración de un proyecto. No obstante, su acceso a las fuentes de información que incumben al proyecto, se efectúa en forma indirecta a través de los medios puestos a su alcance por quienes han definido y elaborado esta información, previamente en su propio campo. De hecho ocurre que a fuerza de recibir estos conocimientos reiteradamente, el proyectista llega a asumirlos como parte de su acervo personal.

Esta situación se corresponde con un proceso de producción de edificaciones cuya complejidad lo ha llevado a diversificarse, en una multiplicidad de actividades y protagonistas, que participan activamente en su ámbito particular, a la vez que son entes pasivos en relación a la esfera que rebasa su radio de acción específico.

En nuestro interés está pues, vislumbrar lo que ocurre fuera de nuestros predios, para así afrontar el proyecto en la producción masiva de Edificaciones como un proceso mental y operativo, que como tal debe contem-

plar la diversidad de factores que intervienen en su definición. Una revisión del proceso global en estos términos deja abierta la posibilidad de introducir cambios a distintos niveles, a través del establecimiento de relaciones más dinámicas entre los participantes en el proceso de producción de Edificaciones.

El proyecto en la producción masiva de edificaciones

El Sector de la Construcción en Venezuela presenta una estructura organizativa, que tiene un alto grado de adaptabilidad a las distintas coyunturas económicas. Las empresas constructoras, han desarrollado formas operativas que permiten rápidos ajustes a las fluctuaciones de la demanda. No obstante, se manifiesta una creciente desproporción entre las necesidades globales de determinado tipo de edificaciones y la capacidad constructiva de la Industria de la Construcción. Esta, que cuenta con los mecanismos para amoldarse a la construcción unitaria, a un ritmo discontinuo de producción, resulta inoperante para producir masivamente, con el nivel de continuidad que se precisaría, para superar cuantitativamente los alarmantes déficits de Edificaciones habitacionales y públicas que se acumulan día a día en nuestro país (*).

La magnitud y complejidad de este problema ha dificultado la consecución de soluciones viables. Entre otras causas la falta de un conocimiento global y objetivo de todos los factores que inciden en el Sector Construcción, por parte de los agentes que afectan al proceso de producción de edificaciones e igualmente por ausencia de una política estatal coherente.

Sin embargo, el inicio de un conjunto de experiencias orientadas a la producción masiva de edificaciones, se remonta a los años 60, cuando en parte, bajo la influencia de los ensayos europeos y norteamericanos, se bus-

ca dar respuesta a las necesidades habitacionales de medianos y bajos recursos, mediante el desarrollo de sistemas constructivos. En estos primeros planteamientos tuvo una amplia participación la Sección de "Diseño en Avance" del Banco Obrero presentando significativos aciertos, ya que se introdujeron novedosos conceptos de "racionalización", — "producción en serie", "normalización" y otros. Aunque quizás lo más importante fue que se sentaron las bases del desarrollo en el campo de las edificaciones y su producción, aun cuando hoy en día, estemos por recorrer un largo camino hacia la industrialización de la construcción.

Por otra parte, los errores o desaciertos cometidos en estos primeros intentos de introducir técnicas constructivas avanzadas para aumentar la productividad, han sido asimilados y sistematizados a través de un proceso, que nos ha llevado a dar un paso adelante en lo que respecta a la orientación de nuestras investigaciones. Estas actualmente, se plantean la producción masiva de edificaciones como enfoque integral:

"Se concibe la producción de edificaciones como un sistema complejo donde la edificación es el producto de múltiples factores estrechamente relacionados entre sí. Por tanto, la producción masiva de edificaciones sólo podrá mejorarse mediante una estrategia que incida en la organización de la Industria de la Construcción, promueva cambios sustanciales en los procedimientos de gestión, en el desarrollo tecnológico y en un sistema más adecuado de información, lo cual a su vez significa replantear la concepción del diseño y su organización" (*).

Ubicados en este contexto, expondremos ciertos lineamientos que consideramos pueden contribuir a la superación de algunas de las trabas actuales a la produc-

(*) V. Las Edificaciones y su producción. Henrique Hernández y Alfredo Cilento. Caracas. 1977.

(*) Henrique Hernández. Introducción del programa de construcción y vivienda. Caracas 1982.

ción masiva de edificaciones, para lo cual nos referiremos a los cambios organizativos que requiere la producción a gran escala, así como su incidencia sobre la concepción del diseño.

En el proceso convencional de producción de Edificaciones, los protagonistas (cliente, proyectista, contratista, etc.) sólo se unen temporalmente durante el lapso de la ejecución de la obra. Las operaciones y métodos de construcción son los usualmente conocidos, por lo que la asociación de los participantes en las distintas etapas del proceso es casi innecesaria. Así mismo, los vínculos con las diversas ramas de la industria que suministran los productos para la construcción, son indirectos. Al avanzar el desarrollo Industrial en la construcción, esta situación varía sustancialmente. En efecto, la tendencia es a una interrelación más estrecha con las Industrias conexas del Sector. Progresivamente un volumen cada vez mayor de actividades se traslada a las fábricas que producen elementos de construcción. Ello trae como consecuencia, una transformación de las tareas realizadas en la obra y una dependencia mayor de los productos provenientes de las otras ramas industriales, así como de su calidad, disponibilidad y uniformidad.

De ahí, que el paso de los procedimientos convencionales de construcción a otros más avanzados, implica un cambio total de los métodos técnicos y organizacionales.

Un aspecto fundamental a tomar en cuenta en la reorganización para la producción masiva de edificaciones, es la coordinación de las distintas entidades vinculadas al proceso. Para ello se sugiere una armonización entre la programación, investigación, desarrollo, diseño y la ejecución del producto final.

La integración de estas distintas funciones, usualmente dispersas en la organización convencional, constituye el mecanismo correcto para lograr un proceso evolutivo y continuo de producción. A tal efecto, se plantean los siguientes organismos:

- Centros de investigación y desarrollo.
- Unidades de Programación.

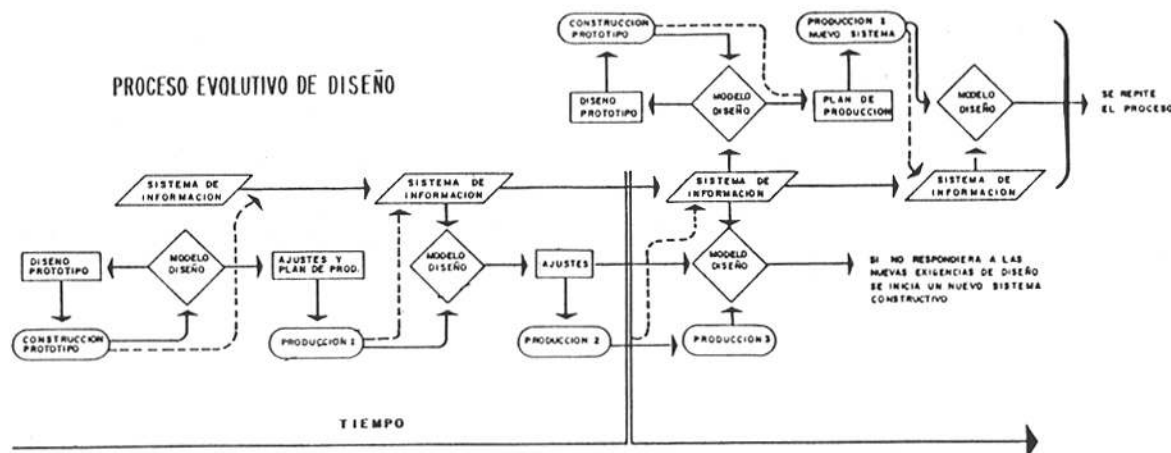
—Equipos de Proyecto y Construcción.

La constitución de Centros de Investigación y Desarrollo, es el factor que va a permitir la incorporación gradual del avance tecnológico en el proceso de producción de edificaciones. Para ello, se realizan actividades de desarrollo que abarquen desde estudios y ensayos sobre materiales y componentes, hasta el diseño y la producción de sistemas y procedimientos constructivos. Los criterios y políticas a seguir en el proceso de desarrollo, provienen de la Investigación continua y sistemática del Sector de la Construcción en la Economía Nacional. Como resultado, y en función a las políticas definidas, se efectúan proposiciones tanto de componentes, como de sistemas constructivos; los cuales deben pasar por un proceso de diseño pre-producción, evaluación y control de calidad. Este proceso evo-

lutivo en el cual el diseño pasa a ser una función integrada, presenta etapas cíclicas y no secuenciales, admitiendo la introducción en forma continua de nueva información.

En el gráfico expuesto a continuación (*), se esquematiza dicho proceso, el cual se inicia con la recabación y sistematización de información requerida para las primeras pruebas de diseño; a continuación se efectúa un modelo de diseño que debe contemplar los aspectos de producción y distribución, para a partir de éste, construir un prototipo en el cual se realizarán todos los ajustes necesarios durante su ejecución, en base a objetivos, exigencias y normas.

(*) Diagrama del proceso evolutivo de diseño.



A partir de la evaluación del prototipo, se genera un proceso de retroalimentación con el objeto de efectuar las correcciones necesarias. Este ciclo puede repetirse cuantas veces sea necesario, hasta que se considere que el componente o el sistema constructivo cumple cabalmente con las condiciones requeridas, y es apto para su producción.

En dicho centro se prepara la información necesaria para el diseño y construcción de Edificaciones, es decir, los catálogos, guías y manuales que utilizarán los proyectistas, los cuales deben ser permanentemente actualizados. También se prestarán servicios de asesoría a los equipos de proyecto y construcción.

Así mismo, el Centro debe funcionar en estrecha colaboración con las Industrias productoras de insumos para la construcción, coordinando las cotizaciones y licitaciones de materiales y componentes. La situación óptima, sería la de mantener una oferta permanente de innovaciones que pudieran ser absorbidas por estas industrias, a fin de garantizar la evolución y el progreso del proceso de producción de edificaciones.

La unidad de programación, que puede o no formar parte integral de dicho centro, tiene a su cargo la formulación de los programas de construcción y el control de su factibilidad, la designación y el control de su factibilidad, la designación de los equipos de proyecto, su aprobación, y la aprobación de los contratos.

La existencia de estos organismos centralizados de Investigación y Desarrollo, podrían depender de Instituciones Estatales competentes, encargadas de definir los lineamientos, objetivos y directrices en la aplicación de las distintas políticas.

Este nuevo orden organizativo debe ocasionar a su vez, cambios importantes en el proyecto y la construcción de Edificaciones. Las actividades de diseño y desarrollo de componentes y sistemas constructivos realizadas previamente a la ejecución en obra de la edificación, implica la simplificación de los procedimientos y operaciones constructivas. Las actividades de la obra se reducen fundamentalmente a la preparación del terreno, y el ensamblaje de los elementos constructivos de

acuerdo a las especificaciones del proyecto correspondientes. Todo ello va a propiciar el desarrollo de novedosas y eficientes formas de organización, planificación y control de obra, con miras a obtener una mayor y mejor productividad.

Una consecuencia importante de esta reorganización, consiste en el establecimiento de relaciones más estrechas entre el proyecto y la producción. Como es sabido, en el proceso convencional de producción de Edificaciones únicas, el equipo de Proyectos trabaja separado de la construcción; por lo cual las relaciones entre quienes conciben y quienes construyen las edificaciones son de tipo indirecto. La nueva organización, por el contrario, exige una mayor integración entre las etapas de proyecto y construcción, lo cual trae consigo un sinnúmero de ventajas. Al combinarse los roles del constructor y el proyectista, éste asume responsabilidades directas, lo cual le permite intervenir en la toma de decisiones gerenciales y de organización (*).

En este sentido, un aspecto que se considera fundamental, pero que aún ha sido estudiado a cabalidad, lo constituye la búsqueda de mecanismos de interrelación e integración entre las ejecuciones en obra y la producción de objetos intermedios para la edificación, lo cual requiere cambios a niveles administrativos e institucionales de cierta envergadura.

La conexión entre Proyecto y Construcción resulta un campo de estudio importante para plantearse modalidades organizativas, en función de objetivos de efectividad y calidad en la producción masiva de edificaciones.

Una experiencia interesante que ha sido desarrollada en forma muy preliminar, es la modalidad proyecto-construcción, que consiste esencialmente en el desa-

rollo simultáneo del proyecto y la construcción, integrándose así a todos los participantes en el proceso constructivo, desde la fase misma del proyecto hasta su ejecución.

Los roles del proyectista y del constructor se combinan, responsabilizándose ambos por el proceso global. El proyectista asume responsabilidad directa pasando a ser director de obra, lo cual le permite tomar decisiones gerenciales que respondan a criterios de organización eficaces y a adoptar los cambios que sean necesarios.

El proceso proyecto-construcción se rige por un programa estratégico constituido básicamente por tres planes:

—Plan de requerimientos de habilitabilidad que establece las relaciones geométricas, así como las especificaciones y exigencias generales de acuerdo a los usos de las edificaciones.

—Plan de costos que propone una distribución preliminar de los recursos de acuerdo a índices de costos.

—Plan de actividades que establece programas y procedimientos, señalando tiempos y relaciones entre las distintas operaciones.

El proceso está dirigido por un equipo integrado por arquitectos, ingenieros, productores, constructores, inspectores y representantes de los usuarios.

Los productores y constructores son incorporados mediante su selección, en función a los requerimientos, dejándose libertad a los ofertantes para plantear soluciones de acuerdo a las variantes definidas en el llamado.

El proceso proyecto-construcción, al promover la continuidad e integración de las distintas áreas que participan en la producción de edificaciones, es terreno apto para que se origine una retroalimentación de información y conocimientos, además de una evaluación permanente.

La planificación de las actividades en obra, implica una eficiente coordinación de las mismas, lo cual a su vez redundará en mejoras, reducciones de costos y mayor productividad.

Por otra parte, el proyecto así vinculado al proceso

(*) En el IDEC se realizó un proyecto de investigación CONICIT-IDECLASP entre Mayo 1978 y Noviembre 1979, en el cual se propuso una alternativa para la reorganización institucional y administrativa del proceso de diseño y construcción de edificaciones por parte del Sector Público.

constructivo, se elabora a partir de una información idónea ya evaluada, la cual se le suministra a los proyectistas en forma de catálogos, guías y manuales, que como ya dijimos, se preparan en los Centros de Desarrollo. Esto tiene la ventaja de que el proyecto se apoya en un cuerpo de conocimientos cuya certeza científica y técnica puede ser comprobada. Por lo tanto, los proyectistas podrán diseñar las Edificaciones a partir de datos físicos y económicos ciertos, referidos a una diversidad de componentes y sistemas constructivos.

De tal forma, el proyecto sostenido por la certeza científica y manteniéndose dentro del marco de la creatividad a través de la síntesis para conformar la edificación requerida, podrá concentrar sus esfuerzos en donde realmente se logre progreso en función de una acción colectiva.

De acuerdo al procedimiento seguido en el "Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), que funciona en París, Francia, los problemas constructivos se deben plantear en relación a un conjunto de pruebas exigidas. De esa forma se considera válida cualquier solución que responda al conjunto de exigencias previamente definidas. Para ello, se requiere conocer los mecanismos para verificar si los componentes y/o edificaciones podrán satisfacer correctamente dichas exigencias.

Las exigencias en su conjunto, han sido reagrupadas en: exigencias de habitabilidad, exigencias de durabilidad y exigencias económicas, las cuales, sumadas a las condicionantes naturales y climáticas, configuran al conjunto de datos para plantear el problema. Para responder a ésta problemática, se debe disponer de conocimientos científicos suficientes sobre el comportamiento físico de los componentes y/o sistemas constructivos en su conjunto. Igualmente se requieren reglas o normas de calidad destinadas a asegurar el cumplimiento de las exigencias térmicas, acústicas, de estabilidad, durabilidad, costos y otras. La variabilidad de las exigencias y los límites de calidad permisibles deben ser función de las condiciones económicas y sociales del lugar donde se apliquen.

Igualmente, un aspecto que entra en el campo de las exigencias, lo constituyen los principios de coordinación dimensional: indispensables para efectos del acoplamiento de los elementos en el momento de ensamblaje de las edificaciones. El estudio y la sistematización en este sentido, deben ser permanentes ya que en la medida en que se avance en la industrialización de la construcción será primordial un proceso de normalización y racionalización de los objetos, tanto intermedios como finales a producir.

En fin, es de señalar que un proceso de producción masiva de edificaciones, implica una diversidad de cambios que afectan al sector de la construcción en su globalidad.

Por último, llamaremos la atención sobre la importancia de las modificaciones que ocurren en el proceso de diseño al plantearse una reorganización de la producción como la reseñada, a diferencia del proceso convencional, en el cual la etapa de proyecto es una sola, acotada y definida con un principio y un fin.

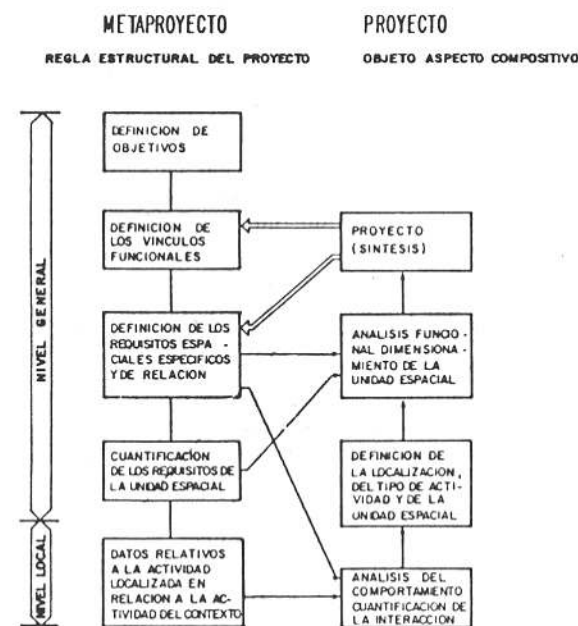
Las nuevas formas organizativas en las cuales lo fundamental es la interrelación entre todas las fases del proceso requieren a su vez que el diseño que acompaña a las distintas fases, tenga un carácter de continuidad. Con esto se quiere decir; que en el marco organizativo de la producción, en el cual se enlazan los procesos productivos de los productos intermedios y finales debe haber, a su vez, una conexión según la cual cada proyecto correspondiente, constituye un acto definitorio del proyecto precedente. Por ejemplo, el proyecto de un componente que se va a producir en serie, no puede dejar de vincularse con los proyectos que prevén su aplicación.

En este sentido, se están desarrollando estudios que buscan vías de evolución para el proyecto, inserto en este nuevo proceso organizativo de la producción. El término utilizado para definir el enlace entre la sucesión de acciones de proyecto es el METAPROYECTO:

"Acción de proyecto que hace elecciones, pero que al mismo tiempo implica una flexibilidad que participa de las acciones de proyecto que la seguirán, es decir, de

las ulteriores elecciones que serán efectuadas a otro nivel operativo" (*).

(*) Enrico Mandolesi. Edificación. Biblioteca de Arquitectura y Construcción. Ediciones CE.AC. Barcelona. 1982.



SISTEMA DE ORGANIZACION Y ARCHIVO DE LA DOCUMENTACION DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Ute Wertheim de Romero

Es preciso resaltar la importancia de estos conceptos, como vehículo de una verdadera integración entre todos los factores que hacen posible la producción de edificaciones.

Julian Salas Serrano, quien se ha ocupado de este tema, plantea la idea del metaproyecto, como una nueva vía entre la industrialización de la construcción y el proyecto.

"El metaproyecto es fundamentalmente un proyecto abierto que no llega a formalizarse en un todo concreto, pero que especifica las prestaciones y servicios que el proyecto final debe cumplir".

Así como estas, otras proposiciones referentes al tema de las edificaciones y su producción, son objeto de estudio por quienes conciben la posibilidad de evolución y progreso en este campo cuya complejidad lo ha mantenido por momentos a la zaga del Desarrollo Tecnológico. No bastante, aún son numerosos los obstáculos que interfieren frente a los cambios que se requieren para responder las crecientes necesidades de construcciones a distintos niveles.

La producción masiva como solución a los graves problemas de edificaciones habitacionales y públicas requieren para su puesta en práctica, de un esfuerzo conjunto, en el cual deben involucrarse todos los que participan de alguna forma en el proceso de la edificación. Para ello es fundamental que las perspectivas futuras se basen en un proceso de investigación prolífico y continuo, del cual se desprendan las políticas y lineamientos más convenientes para el desarrollo tecnológico de la Industria de la Construcción.

París, Francia, nov. 1984

(**) Julián Salas Serrano. Alojamiento y Tecnología: Industrialización abierta. Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento. 1980.

El presente trabajo constituye una versión simplificada de la Memoria para el ascenso al escalafón de Asistente, de la Arq. Ute Wertheim de Romero, realizada en el IDEC-FAU, en el año 1981.

RESUMEN

Este trabajo proporciona las bases de los Manuales de procedimientos a ser utilizados en el Sistema de Documentación, acordes a la producción de edificaciones formada por partes, que mediante distintos ordenamientos, permiten conformarse de acuerdo a diferentes programas en distintas ubicaciones geográficas.

Constituye el desarrollo de dos de los capítulos contentivos del **MANUAL PARA LA UTILIZACION DE LA DOCUMENTACION DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS** — la organización, el almacenamiento y recuperación de la información —.

Se refiere al campo del manejo de la información en el desarrollo de instrumentos para mejorar los medios de obtención y transmisión de la información, documentación de los proyectos y utilización de medios de programación y control mecanizado.

Este Sistema de Documentación incluye un Sistema de Codificación, cuya estructuración, permite organizar y clasificar la información de acuerdo a los requerimientos de los usuarios en las distintas fases del Proceso de Producción de Edificaciones.

Exposición de motivos.

El aspecto de la Industria de la Construcción, al cual nos referimos en este trabajo, abarca al "Proceso de Producción Masiva de Edificaciones" contemplado a través de un "enfoque sistémico" que permite una interacción de los aspectos de diseño-producción-construcción, lo cual requiere a su vez, desde el punto de vista de la "transformación de la información", un eficiente **Sistema de Documentación**.

Todas las alternativas de desarrollo a la problemática existente, como objetivos planteados en el campo de la producción de edificaciones, implican mecanismos de comunicación entre los distintos participantes en este

proceso. Para lograr su funcionamiento, se requiere de un SISTEMA DE INFORMACION efectivo, completo de fácil operabilidad a todos los niveles, aplicable a los campos vinculados con la industria de la construcción, a nivel nacional e internacional.

Para esto, se hace necesario el desarrollo de instrumentos para mejorar los medios de obtención y transmisión de la información, documentación de los proyectos y utilización de medios de programación y control mecanizado.

Sistema de Información.

"Se entiende por Sistema de Información: la red de información que proporciona los medios a través de los cuales la información y los datos son procesados y transmitidos de su origen al usuario" (1).

La necesidad de la producción masiva de edificaciones, plantea una organización de la producción diferente, donde el Diseño y la Documentación se adecúan a un proceso industrial.

Esta transformación implica cambios fundamentales en los mecanismos de producción y administración de la política de edificaciones, y conlleva la necesidad de adoptar nuevas formas para afrontar el problema de diseño implícito en los nuevos enfoques. Estas, introducen nuevos factores que producen cambios en la producción de las edificaciones en cuanto a volumen, velocidad y organización. Estos cambios se traducen en un proceso de producción, en el cual las etapas pasarían a ser las siguientes:

- 1) Desarrollo de los Sistemas Constructivos.
- 2) Aplicación de los Sistemas Constructivos, mediante el diseño de proyectos de acuerdo a cada caso específico.

La utilización de un Sistema de Documentación para el desarrollo de Sistemas Constructivos y su aplicación a

(1) Definición: Tomada del listado de términos más comunes para el procesamiento de Sistemas de Información de: Bárbara Frautschi.

Proyectos, tiene por objeto proporcionar a los participantes en todas las etapas del proceso, un sistema común y de fácil operabilidad, adaptable a las nuevas tecnologías utilizadas en la Industria de la Construcción.

Sistema de Documentación.

"Se entiende por documentación la recopilación, almacenamiento y organización de los materiales o los documentos de información, registrados para una óptima asequibilidad; incluye las actividades que constituyen la preparación y reproducción de materiales, así como su distribución, archivo y mantenimiento" (2).

Funciones que debe cumplir un Sistema de documentación.

- Operar por medio de la utilización de un lenguaje común como sistema de referencia que permita identificar cada documento.
- Establecer relaciones entre documentos.
- Mecanizar las operaciones hasta donde sea posible dentro del proceso.
- Facilitar el manejo del Sistema de Archivo.
- Permitir organizar la documentación según los distintos niveles de complejidad y necesidades de cada persona que intervenga en el proceso.
- Permitir obtener la información específica con mayor rapidez.
- Flexibilidad para intercambio de componentes.

Antecedentes.

Entre los años 1962 y 1968, el Banco Obrero (INAVI), a través de la Sección de Diseño en Avance e Investigación inició estudios destinados a establecer un sistema racionalizado de documentación para los proyectos, efectuándose un primer ensayo en el "proyecto de viviendas de San Blas" en Valencia.

En el año 1975 el IDEC inició un estudio de "Racionalización de la Documentación de Sistemas Constructivos y Proyectos", mediante un convenio suscrito con el

Instituto Nacional de la Vivienda (INAVI).

La falta de una bibliografía al respecto y la poca experiencia en el tema, nos condujo a la elaboración de un marco teórico, el cual desarrollamos en forma teórico-práctica a través de aplicaciones a Sistemas Constructivos y Proyectos, con el fin de desarrollar un Sistema de Documentación de carácter dinámico con una organización acorde a los nuevos enfoques de producción de edificaciones propuestas por el Instituto. Nos fijamos entre otros objetivos los siguientes:

Facilitar la forma del manejo de la documentación, y el cómputo a través de la documentación. Proporcionar la información específica a cada persona que interviene en el proceso y ejecución de la edificación, permitiéndose así ubicar la misma en las diferentes etapas que intervienen en el proceso de producción. La utilización de medios de programación y control mecanizado. Obtener un sistema de Archivo eficiente y poder reproducir los documentos con mayor facilidad.

Para la realización de dicho estudio se seleccionó un sistema constructivo convencional, el cual nos permitió implementar todo el proceso y ofrecer una salida utilizable para la elaboración de los programas constructivos de edificaciones, en cualquier lugar del país y cualquier empresa. Así mismo, prevaleció la necesidad de aplicar criterios más racionales en el diseño, elaboración y documentación de los proyectos y en la obtención y transmisión de la información para obtener mejores resultados en la utilización del Sistema.

Como ejemplo para obtener los resultados del análisis, se eligió un proyecto del Sector Público (INAVI), utilizando la serie EFGG'H, que constituye un conjunto de edificaciones de cuatro pisos cada uno, para vivienda multifamiliar. Este conjunto fue construido en la unidad de Ordenamiento N° 1 en Valencia, Edo. Carabobo (1977). El estudio de Racionalización de la Documentación de Proyecto arrojó los siguientes resultados:

— Disminución en el costo de producción de la edificación.

— Simplificación del proceso de diseño, permitiendo una mayor flexibilidad en el diseño de nuevas soluciones.

nes.

— Tipificación de los componentes, permitiendo la utilización en otros proyectos.

— Utilización racional de los elementos que intervienen en el proceso de producción de la edificación.

— Eficiencia en el control del proceso de producción.

— Facilidad en el cambio de especificaciones de cualquiera de los componentes.

— Factibilidad en la elaboración del cómputo, a través de la documentación, así como la utilización de medios de programación y control mecanizado.

— Obtención de la información específica requerida en todas las etapas por cada una de las personas que intervienen en el proceso de diseño de Sistemas Constructivos y en su posterior ejecución, dado a la facilidad de la forma de manejo de la documentación.

Paralelamente al desarrollo de la segunda etapa del proyecto mencionado, se realizaron pruebas utilizando el Sistema de Codificación propuesto a otros proyectos desarrollados en el IDEC.

Con esta experiencia, se realizan ajustes al Sistema de Documentación propuesto, y se ajustó el Sistema de Codificación utilizado actualmente; también se determinaron los criterios para la elaboración de los planos de proyecto, formatos, planillas, contenido y otros.

Algunos de estos proyectos ya han sido construidos utilizando el Sistema de Documentación propuesto, aplicaciones que nos demuestran su eficacia.

No obstante, el **Manual para la utilización de la Documentación**, está sujeto a los ajustes exigidos a través de sucesivas aplicaciones, y continuas evaluaciones.

Este trabajo resume en forma general, algunos de los aspectos relevantes requeridos para el desarrollo del Sistema de Documentación, cuyo resultado, se expone a través de **EL MANUAL PARA LA UTILIZACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS**. De los cuatro capítulos contentivos de este manual, se desarrollan dos de ellos, denominados:

CAPÍTULO I: "Organización de la Documentación de los Sistemas Constructivos"

CAPÍTULO IV: "Archivo de la Documentación de los

(2) Definición: Tomado del listado de términos más comunes para el procesamiento de Sistemas de Información de: Bárbara Frautschi.

Sistemas Constructivos".

El Manual para la utilización de la Documentación de Sistemas Constructivos, se caracteriza por el tipo de información, la transmisión y forma de la documentación; quienes intervienen en el desarrollo del proceso y por consiguiente quienes producen y necesitan los documentos; la organización de la documentación, su utilización, el flujo de la información y archivo, actualización y retroalimentación, así como el sistema de referencia y la elaboración de la documentación. Está constituido por cuatro capítulos:

I. Organización de la Documentación

II. Elaboración de la Documentación (*)

III. Codificación de la Documentación (**)

IV. Archivo de la Documentación

En este trabajo se desarrollan los Capítulos I y IV.

MANUAL PARA LA UTILIZACION DE LA DOCUMENTACION

CAPITULO I

Organización de la Documentación de Sistemas Constructivos

Procedimiento.

A. Estructura de la documentación.

La organización de la documentación responde a un criterio de racionalización y se fundamenta en la definición de diferentes etapas de información, las cuales han sido llamadas NIVELES DE AGREGACION, cuyo contenido varía según los requerimientos y grados de complejidad de cada Sistema Constructivo o proyecto. A su vez se organiza por el nivel funcional el cual se denomina CLASE.

1. Nivel de Agregación.

Los niveles de agregación corresponden a los distintos grados de complejidad de los componentes de los Sistemas Constructivos, los cuales al combinarse entre sí, proporcionan respuestas a un problema dado de información del Sistema. En otras palabras, el Nivel de Agregación se mide por el grado de complejidad, equivalente al número de componentes diferentes que tiene un elemento: simple o compuesto al ser utilizado en la edificación. Mientras mayor sea el número de componentes, mayor será su grado de complejidad.

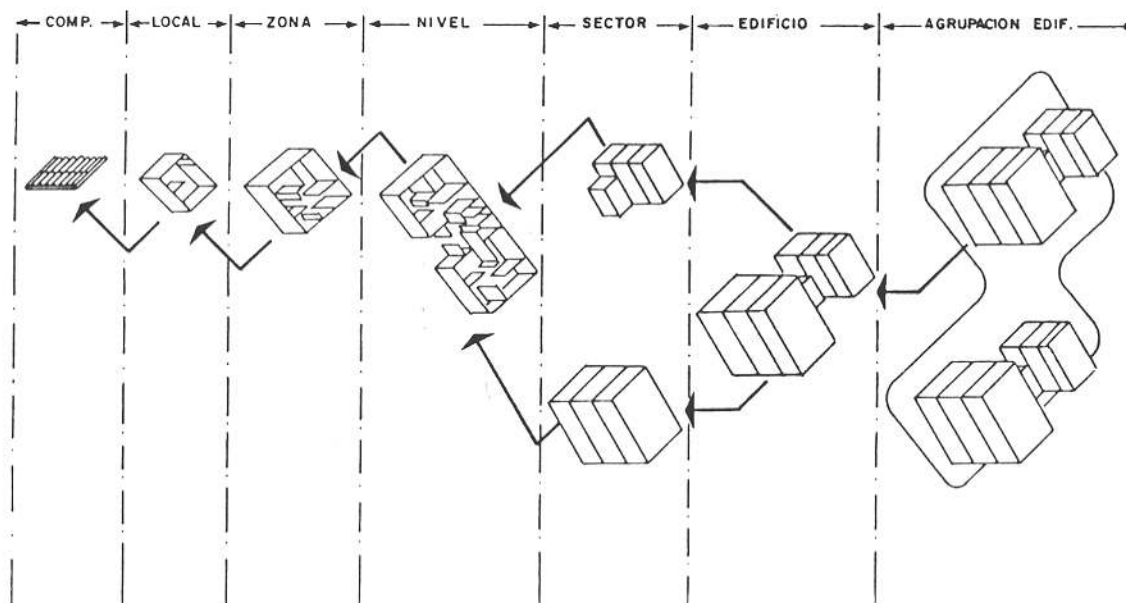
La tipificación de estos componentes o elementos que conforman una edificación, la define el diseñador, según criterios que considere más apropiados para cada caso particular.

Cada unidad de información, está contenida en una hoja de manera de lograr flexibilidad en la organización, efectuándose ésta de distintas formas según la etapa del proceso de producción para el cual se requiera.

La utilización de los Niveles de Agregación en la documentación de los Sistemas Constructivos y proyectos, debe responder a las necesidades de transmisión de información de cada caso particular, por lo tanto se requerirán grados de complejidad distintos según los aspectos que se desee expresar, se fijarán los límites de cada nivel de agregación a criterio del diseñador.

Entre los Niveles de Agregación utilizados más frecuentemente, tenemos los siguientes: Material, Componente, Local, Zona, Sector, Nivel, Edificación, Agrupación de Edificación.

NIVELES DE AGREGACION

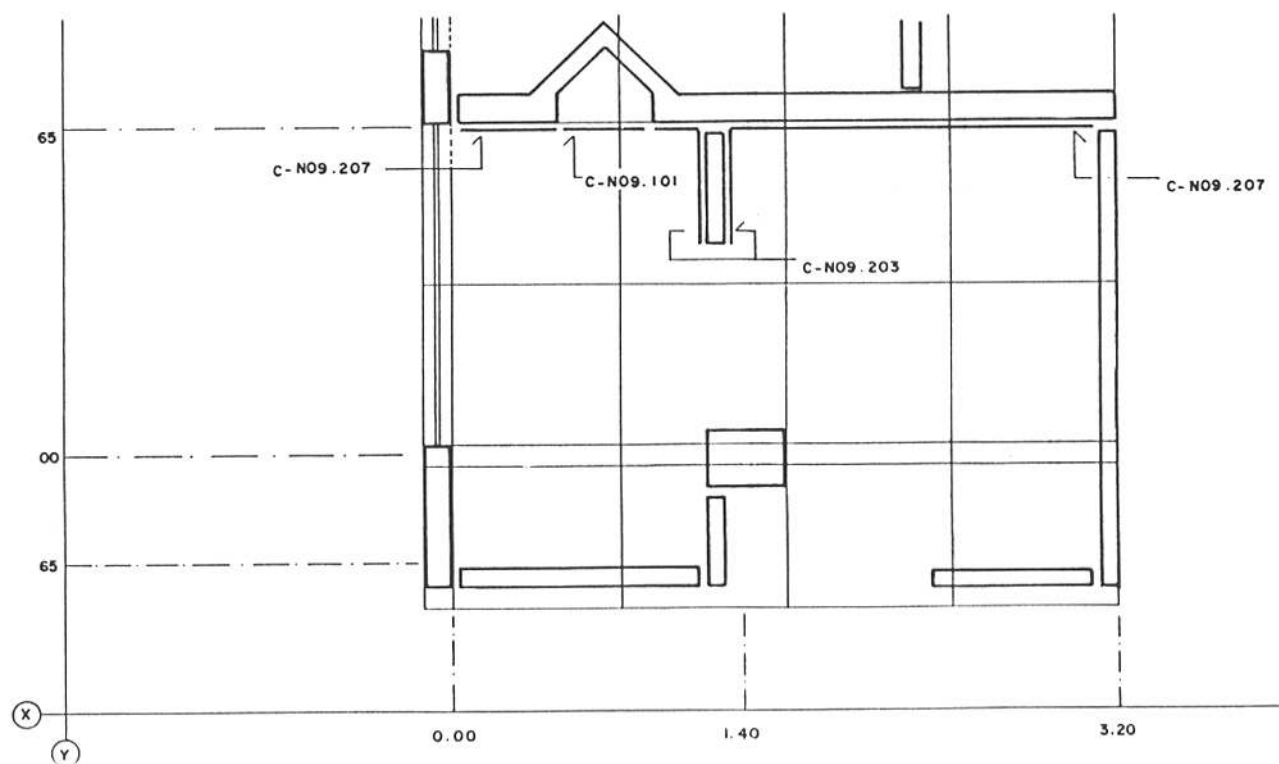


(*) Ver Trabajo Ascenso de Arq. Amparo Rama, IDEC, 1981.

(**) Ver Trabajo Ascenso de Arq. Ana I. Loreto, IDEC, 1982.

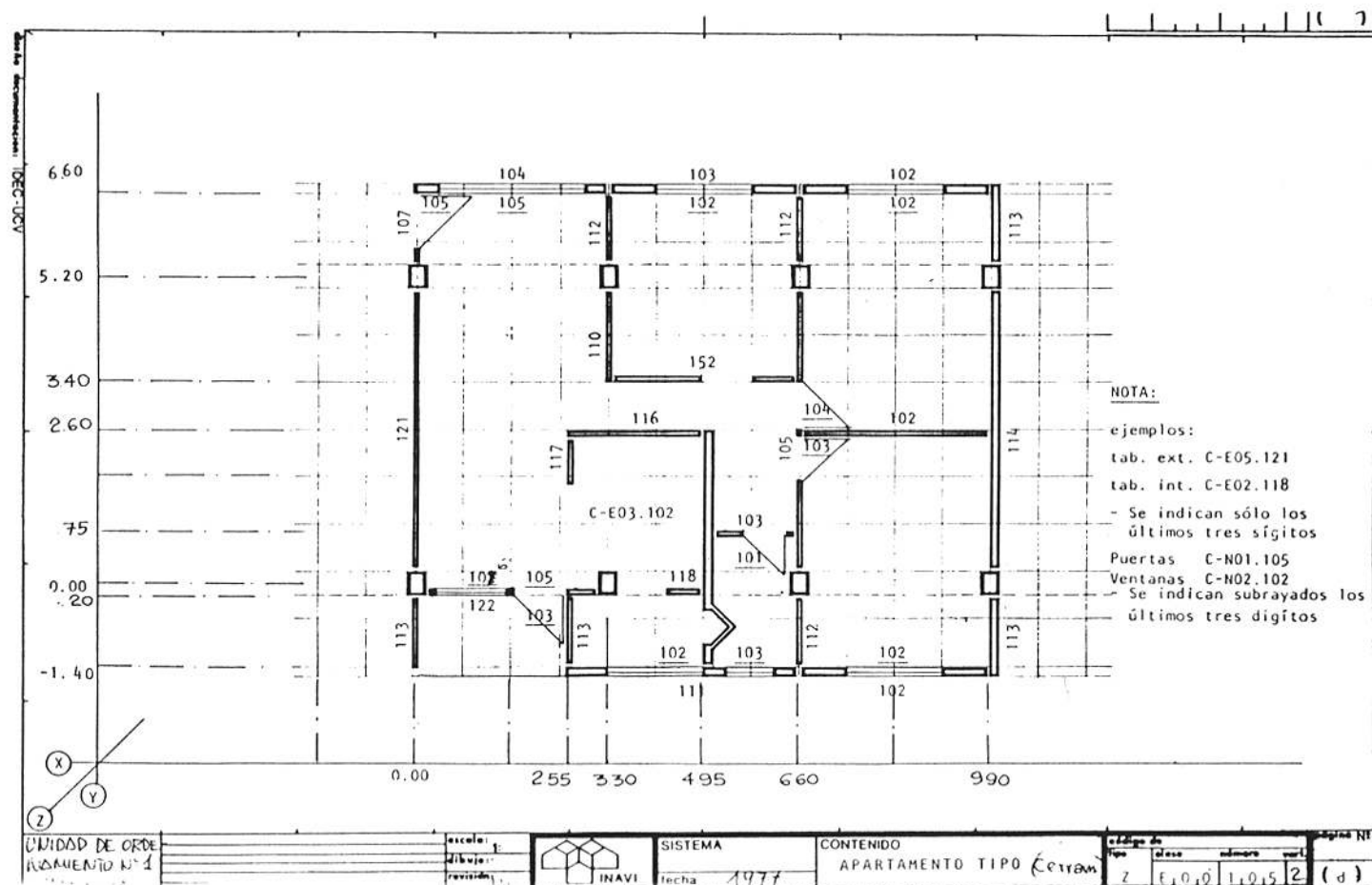
Local (L)

Se define como local a un recinto que cumple una función específica dentro de una edificación. Puede estar formado por varios componentes simples o complejos o por un conjunto de componentes complejos. Ejemplo: un sanitario, un aula, etc.



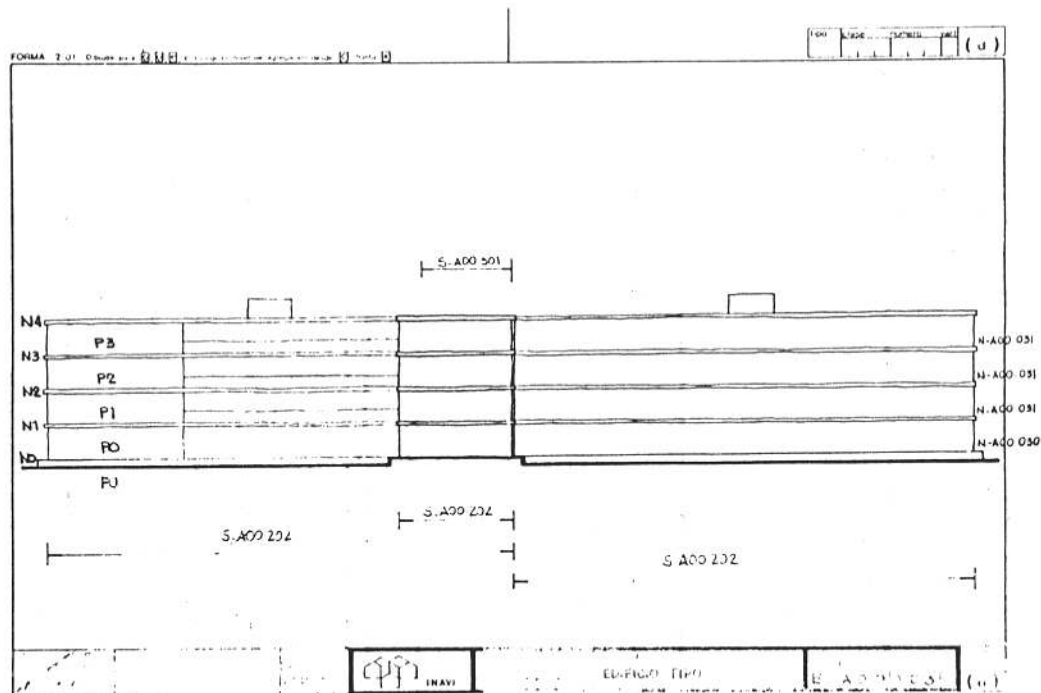
Zona (Z)

Se refiere a una información que abarque un aspecto de la edificación, seleccionado a fin de cumplir con una función específica, o a una forma constructiva. Esta puede estar formada por varios conjuntos de componentes complejos. Ejemplo: un apartamento, equipos en la zona de laboratorios, plafond, losa de techo, etc.



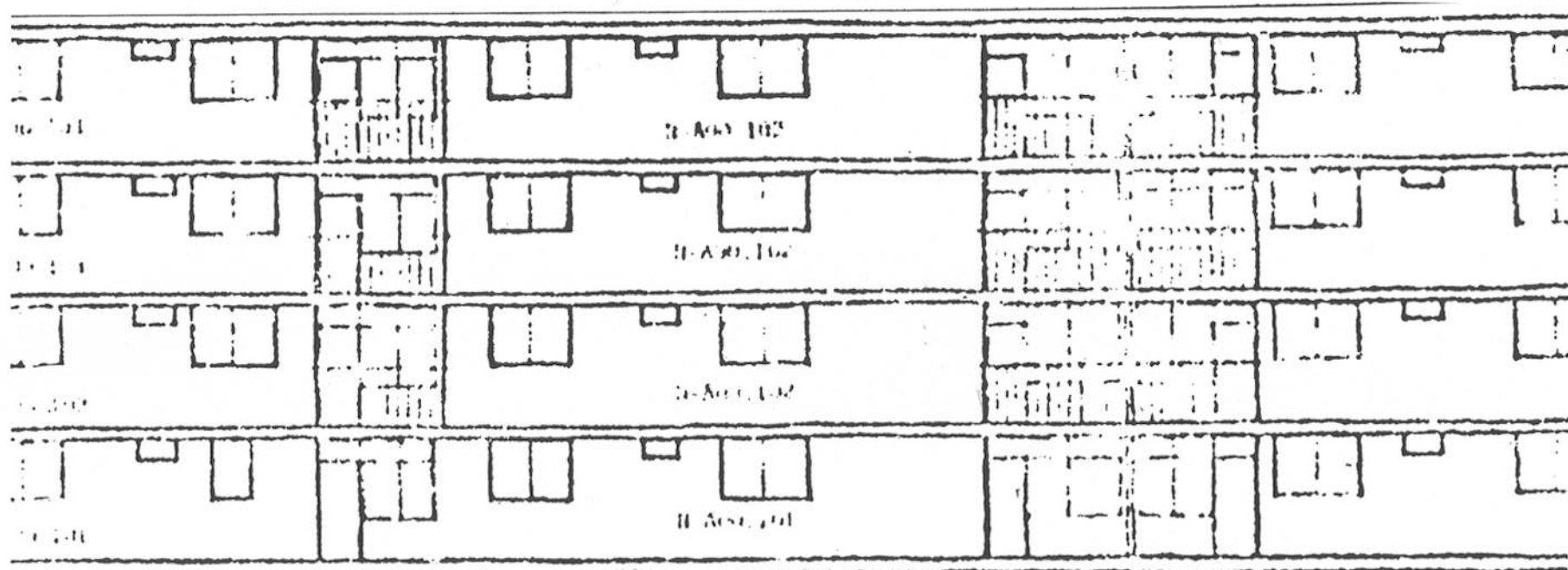
Sector (S)

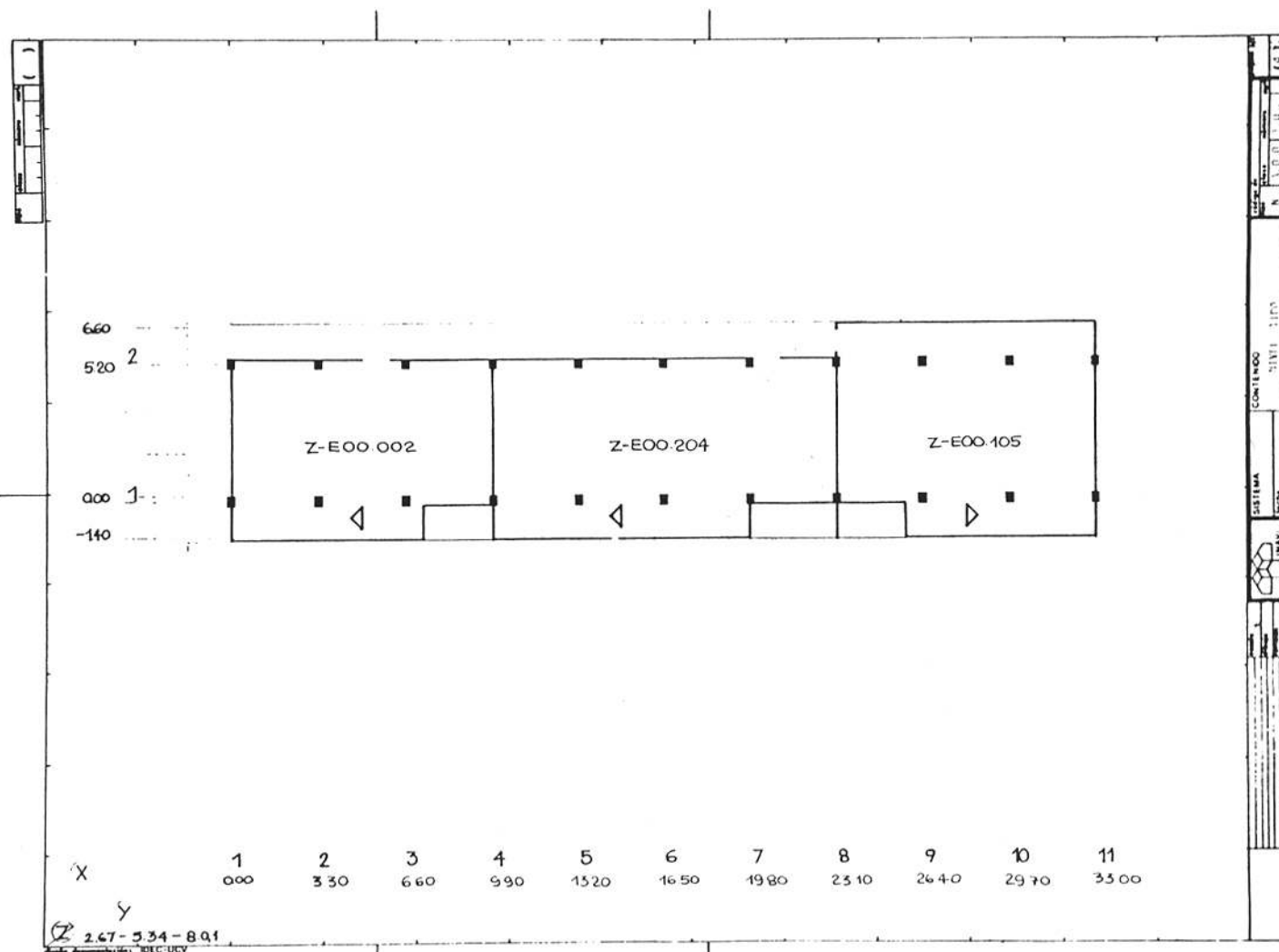
Cuando se refiere a una información que abarque gran parte o a niveles determinantes dentro de la edificación, también es aplicable a una división imaginaria de una edificación, por razones prácticas como: tamaño de la hoja, información a comunicar, etc. Su nivel de complejidad es mayor a la de una zona. Ejemplo: sector de vivienda, de servicios, de comercios, de oficina, o una edificación administrativa dentro de un conjun-



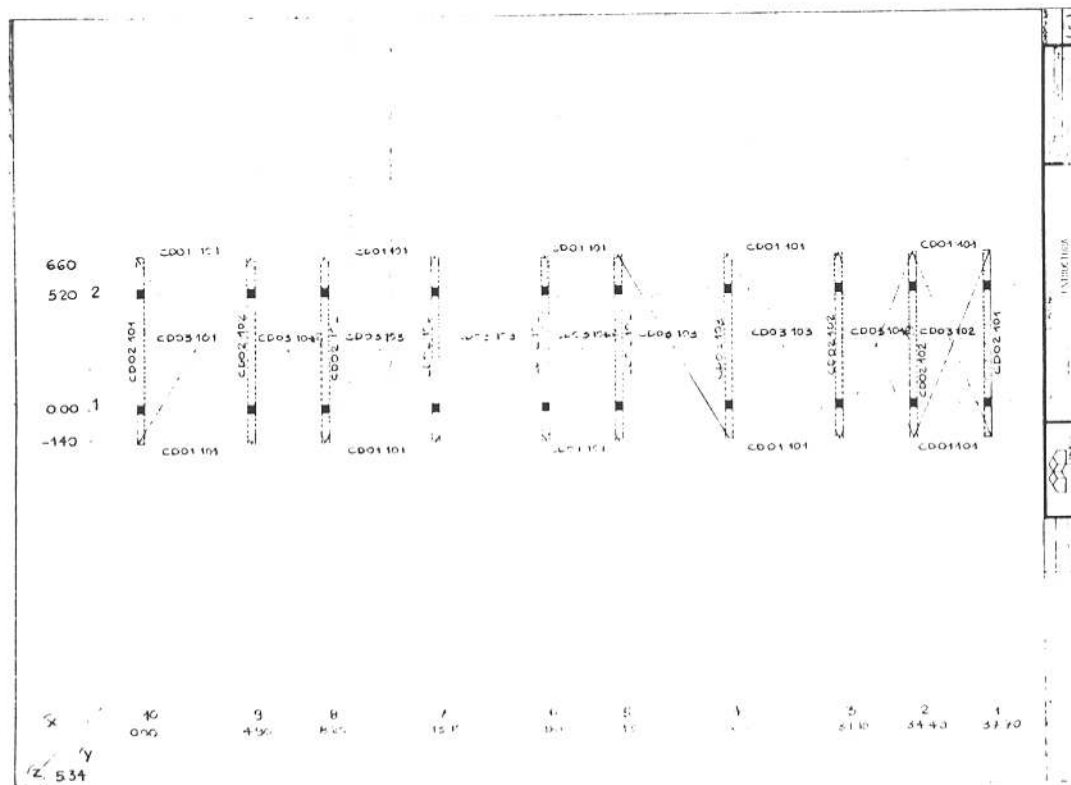
Nivel (N)

Se refiere a la documentación que abarca una determinada información sobre una cota o cotas (Z) definidas. Se caracteriza por ser representada en forma de planta, la cual puede abarcar una zona, un sector o toda una edificación, según el tipo de información que se desea expresar. Su nivel de complejidad puede variar entre un sector y una agrupación. Ejemplo: nivel o planta de un edificio (PB, 1° piso, planta tipo, etc.) indicando los tipos de apartamentos, indicando la ubicación de los elementos estructurales, etc.



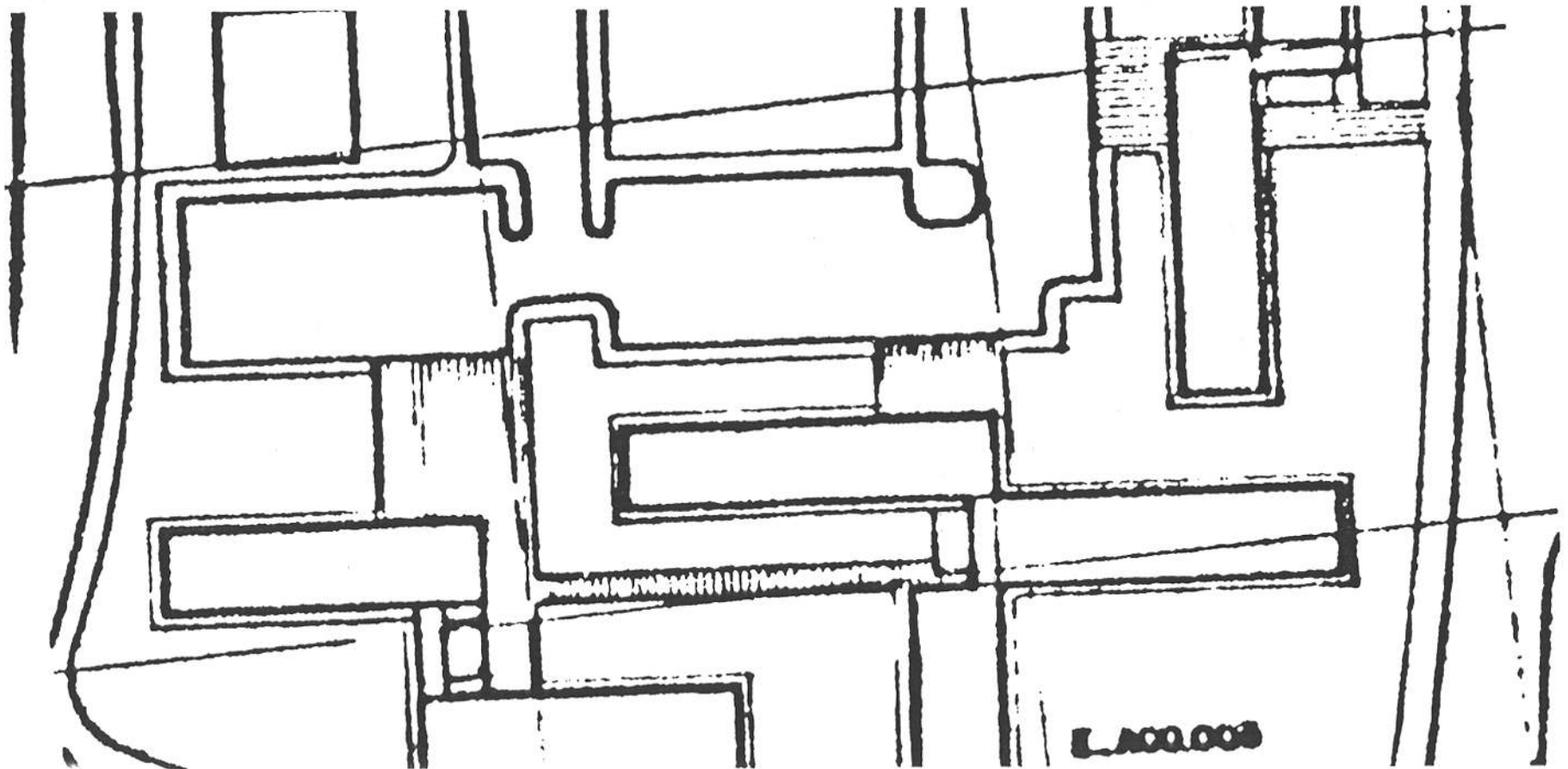


Se llama edificación al tipo de información que incluye la totalidad de la edificación o a elementos determinantes de ella o del sitio, ya sean de su interior o de obras exteriores. Ejemplo: la armazón o estructura general, edificio de vivienda, cortes generales de un edificio, etc.



Agrupación de Edificación (A)

Se denomina a un conjunto de varias edificaciones.
Ejemplo: conjunto de viviendas, un centro comercial,
una universidad, etc.



2. Nivel Funcional o Clase.

La documentación contempla información que se organiza de acuerdo a la agregación de los mismos, según su función, descrita por la **CLASE**. Estas constituyen las siguientes:

Infraestructura:

- general
- obras preliminares
- fundaciones y obras complementarias.

Todos aquellos elementos ligados al terreno: las fundaciones unen la edificación al terreno y desempeñan un papel de transmisión de las cargas al terreno, y las obras complementarias, que condicionan al terreno para la implementación de la edificación, pero no tiene una función de soporte.

Primarios:

- soportes y construcciones especiales
- cerramientos.

Se refiere a los elementos que conforman básicamente las edificaciones: los de soporte, mediante las cuales se ordenan las relaciones resistentes del sistema y de cerramiento, los cuales definen los espacios habitables.

Servicios:

- instalaciones sanitarias
- fuerza eléctrica e iluminación
- ventilación
- calefacción
- comunicación y seguridad
- mecanismos y transporte
- gas
- basura

Todos aquellos componentes por medio de los cuales se prestan los servicios a las edificaciones.

Secundarios:

- acabados y complementarios
- accesorios

Estos complementan los elementos primarios.

Equipos y Artefactos:

- equipo y maquinaria
- mobiliario.

Comprenden todos aquellos objetos, fijos o móviles, independiente de las edificaciones. Estos niveles funcionales, se desagregan, según tablas complementarias, resumidas en el anexo de este trabajo.

B. Tipos de documentos y contenido.

La documentación de Sistemas constructivos está constituida en:

- 1) Documentación del Sistema Constructivo
- 2) Documentación de Proyecto.

Documentación del Sistema Constructivo

1. Manuales

Describen el conjunto de medios, disposiciones técnicas, disposiciones explicativas adoptadas para guiar las distintas operaciones en el proceso de la Programación, Proyecto, Administración y Producción, de Sistemas Constructivos. Agrupan el conjunto de:

- (M-1) Manual para la utilización de la Documentación, (g.s.c.) (*)
- (M-2) Manual de Proyectos (g.s.c.)
- (M-3) Manual de Planeamiento de la Obra (g.s.c.)
- (M-4) Manual de Administración de Obra (g.s.c.)
- (M-5) Manual Técnico (p/s.c.) (**)
- (M-6) Manual de Producción (p/s.c.)

(*) (g.s.c.) general para los Sistemas Constructivos

(**) (p/s.c.) por cada Sistema Constructivo.

(M-7) Manual de Mantenimiento (p/s.c.)

(M-8) Manual de Procedimiento (g.s.c.)

2. Programas (g.s.c.)

3. Boletines
4. Especificaciones
5. Cómputos
6. Instructivos
7. Normas
8. Catálogos (p/s.c.): componentes constructivos, detalles, uniones.

1.1. Descripción de los Tipos de Documentos referidos a la Documentación del Sistema Constructivo.

1. Manuales.

Describen en forma general el conjunto de documentos que contienen la información necesaria para orientar los procedimientos: la administración, la producción de componentes, los proyectos, la construcción y el mantenimiento de las edificaciones.

(M-1) Manual para la utilización de la Documentación (g.s.c.) (*)

Describe el conjunto de operaciones para la elaboración de la Documentación de los Sistemas Constructivos. El Manual está constituido por cuatro capítulos referidos a:

- I. Organización de la Documentación
- II. Elaboración de la Documentación
- III. Codificación de la Documentación
- IV. Archivo de la Documentación.

(M-2) Manual de Proyectos (g.s.c.)

Describe el conjunto de operaciones para la elaboración

(*) (g.s.c.) general para los Sistemas Constructivos.

de la Documentación de Proyectos utilizando Sistemas Constructivos.

(M-3) Manual de Planeamiento de la Obra (g.s.c.) (*)

Describe los procedimientos necesarios para la elaboración del plan de obra y del plan de costos de la obra de los Sistemas Constructivos.

(M-4) Manual de Administración de Obras (g.s.c.)

Describe la organización, las relaciones y los procedimientos tales como: suministros, pedidos, seguimientos de la obra desde el punto de vista administrativo.

(M-5) Manual Técnico (p/s.c.) ()**

Complementan a los otros documentos con un conjunto de especificaciones y disposiciones técnicas necesarias, para la producción y utilización del Sistema Constructivo.

(M-6) Manual de Producción (p/s.c.)

Define las actividades, tiempos y recursos en las distintas fases de la producción de componentes.

(M-7) Manual de Mantenimiento (p/s.c.)

Describe los requerimientos de mantenimiento necesarios para cada uno de los componentes de la edificación, señalando a los proveedores, frecuencia de inspección y mantenimiento tales como limpieza, pintura, otros.

(M-8) Manual de Procedimientos (g.s.c.) (*)

Se refiere al conjunto de operaciones requeridas para

que se realicen los distintos procesos administrativos de programación, proyecto, producción y construcción de los Sistemas Constructivos.

Nota: Para ampliar la información referida al contenido de estos Manuales, ver Anexo B.

2. Programas

Constituyen guías para el planeamiento de los distintos aspectos de la producción de Sistemas Constructivos: Programación física de las edificaciones, programación de actividades de los distintos procesos; programación mecanizada para el cómputo y actualización de costos.

3. Boletines

Publicaciones periódicas para actualizar y/o explicar algunos aspectos de la documentación de Sistemas Constructivos.

4. Especificaciones

Constituyen el conjunto de documentos conformados por los datos técnicos referidos al comportamiento y calidad de los distintos componentes, normas de construcción, normas de comportamiento y otros referidos a un Sistema Constructivo.

5. Cómputos y Presupuestos.

Conformados por los datos de cantidades y costos de los distintos componentes de un Sistema Constructivo.

Pueden hacerse manualmente o utilizando computadoras, (el sistema automatizado SICO del IDEC), teniendo ambos el mismo criterio.

El proceso de cómputos se realiza a través de un "SISTEMA DE COMPUTOS PARA EDIFICACIONES", el cual tiene por objeto proporcionar los lineamientos generales para:

—Mantener una base de datos con los elementos que componen su Sistema Constructivo.

—Mantener permanentemente actualizados los costos de los elementos de un Sistema Constructivo.

—Agilizar el cómputo de edificaciones específicas diseñadas con Sistemas Constructivos.

La información está contenida en los siguientes MANUALES:

—"Instructivo para la elaboración del Cómputo para Manual" (1)

—"Sistema de Cómputo para Edificaciones. Manual del Usuario" (2)

En el Instructivo del Cómputo Manual se explica la utilización de las planillas diseñadas al efecto (ver gráfico A).

En el Manual del Sistema de Cómputo mecanizado se explica cómo opera éste, cómo se preparan los datos de entrada y se describe los tipos de reportes de cómputos que se producen (ver gráfico B).

En el Cómputo Manual para un Sistema Constructivo, se determina el cómputo de obra por componente y el presupuesto y costo de componentes.

El Sistema de Cómputos no sería posible sin la obtención de los datos necesarios para la actualización de los costos, introducido en el programa de computación con la utilización del material diseñado en el IDEC para tal fin (Manual de Producción) constituido por:

(*) (g.s.c.) general para los Sistemas Constructivos.

(**) (p/s.c.) por cada Sistema Constructivo

(*) (g.s.c.) general para los Sistemas Constructivos.

(1) IDEC: Ing. Víctor García y Lic. Marta Sananes (1977-1978)

(2) IDEC: Lic. Marta Sananes (1977).

FORMA 2.12 CUADRO DE PRESUPUESTO BASES DE DATOS PARA CUALQUIER NIVEL DE AGREGACION DESDE 1 HASTA 7

CODIGO DEL ITEM	UNIDAD	CODIGO DE UNIDAD	C MENSION	UNIDAD	REFERENCIA	Nº DE SUB-ITEMS	DESCRIPCION	
1	C	C06	001				VIGA RIOSTRA	
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	2	3	4	5	6	7	8	
2	ATENCION PERFORISTA : DUPLIQUE HASTA LA COLUMNA 10							
2								
SUB-ITEM Nº	CODIGO	UNIDAD	CANTIDAD		PRECIO UNITARIO	PRECIO		DESCRIPCION
			POR ITEM	TOTAL		POR ITEM	TOTAL	
01		M+3	0.60	83.40				CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
02		Kg	28.63	3.979,57				ACERO Ø 1/2" $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
03		Kg	20.07	2.789,73				ACERO Ø 3/8 $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
04								
05								
06								
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
CANTIDAD DEL ITEM EN EL EDIFICIO			139		TOTALES:			
IUTY "II ETAPA"			FAU		UCV		VIGA RIOSTRA	
PRIMERA FASE							C 0.600.01 (c)	

SISTEMA PARA COMPUTO DE EDIFICACIONES

ESTRUCTURA DE DATOS PARA ALMACENAR EDIFICACIONES

ARCHIVO DE ELEMENTOS				
IDENTIFICACION ELEMENTO	TIPO DE UNIDAD	COSTO UNITARIO B ²	OTROS DATOS	COMPONENTES REFERENCIAS
BLOQUES ARCILLA 10 Cm	BLOQUE	1.00		
ALFARERIA TIPO I	1 M ²	(20 +)		
TABIQUE TIPO I	UNIDADES	(5.2 * COSTO ALFAR +)		
DORMITORIO TIPO I	UNIDADES	3 * COSTO TABIQUE +)		
APARTAMENTO TIPO	UNIDADES	(2 * COSTO DORM. + 1 * COSTO TABIQUE +)		
PLANTA TIPO I	UNIDADES	(3 * COSTO APART. +)		
EDIFICIO	UNIDADES	(10 * COSTO PLANTA +)		

() : CALCULADO POR EL SISTEMA

ESTA ESTRUCTURA PERMITE:

- EVALUAR EL COSTO DE UNA EDIFICACION O DE CUALQUIERA DE SUS PARTES
- ACTUALIZACION AUTOMATICA DE TODOS LOS COSTOS AL VARIAR EL COSTO DE UN DETERMINADO COMPONENTE
- COMPUTAR LAS CANTIDADES EXISTENTES EN UNA EDIFICACION DE CUALQUIERA DE SUS COMPONENTES ELEMENTALES.
- COMPUTAR COSTOS POR PARTIDAS
- FACILMENTE SE PUEDE COMPUTAR A NIVELES MAS ALTOS (CONJUNTO DE EDIFICACIONES, URBANIZACION...)

ARCHIVO DE COMPONENTES	
IDENTIFICACION ELEMENTO COMPONENTE	CANTIDAD DE UNIDADES DEL COMPONENTE
BLOQUES ARCILLA 10 Cm	20
ALFARERIA TIPO I	520
TABIQUE TIPO I	3
DORMITORIO TIPO I	4
TABIQUE TIPO I	1
APARTAMENTO TIPO I	3
PLANTA TIPO I	10

ARCHIVO DE REFERENCIAS	
IDENTIFICACION ELEMENTO QUE LO CONTIENE	CANTIDAD DE ESE ELEMENTO
ALFARERIA TIPO I	20
TABIQUE TIPO I	5.20
DORMITORIO TIPO I	3
APARTAMENTO TIPO I	1
APARTAMENTO TIPO I	2
PLANTA TIPO I	3
EDIFICIO	10

1. Manual de Control de Costos (3)

Su objetivo fundamental es el análisis y la planificación de los costos de construcción con el fin de:

- Lograr un balance entre el área de construcción suministrada y el costo por m².
- Lograr una distribución balanceada de costos entre los diferentes elementos.
- Controlar y mantener los gastos dentro de los montos establecidos.

2. Instructivo para seguimiento y control de la Obra (4)

En el cual se explica la utilización de dos tipos de planillas diseñadas con la finalidad de llevar un mejor control en obra, en cuanto a las actividades que en ella se desarrollan.

3. Sistema de Control de Valuaciones (5)

En el cual se explica:

—Como registrar mensualmente las valuaciones de obras presentadas por los contratistas y conformadas por el inspector. Las valuaciones se registran en términos de cantidades físicas de obra ejecutada.

A través del control de valuaciones se registran los aumentos, disminuciones y obras extras, así como los cambios de precios unitarios reconocidos y de los ajustes resultantes para los contratistas, en los casos de cambios retroactivos a la valuación en curso. Por último, compara el progreso real de ejecución de las obras contra el programa general de producción.

6. Instructivos

Conjunto de disposiciones para el cumplimiento de un trabajo. Como se deben afrontar las diferentes responsabilidades por parte de los integrantes del equipo de trabajo.

7. Normas

Reglamentos que se deben seguir en las operaciones.

8. Catálogos

Agrupar el conjunto de documentos que describen gráficamente los distintos componentes, detalles y uniones de un Sistema Constructivo, para su producción, construcción, así como para su aplicación a proyectos.

Contenido del Catálogo

El catálogo comprende los siguientes documentos (Ver

gráfico C)

Índice de Componentes.

Proporcionan una visión global del volumen y contenido de la documentación de un proyecto o de un Sistema Constructivo y permiten la búsqueda de la información en el archivo. Este índice precede a cada agrupación de componentes. Puede ser gráfico y/o escrito (*).

(*) "Instructivo para llenar las planillas índice, y del Registro de Documentación". Arq. Ute W. de Romero. IDEC (1980).

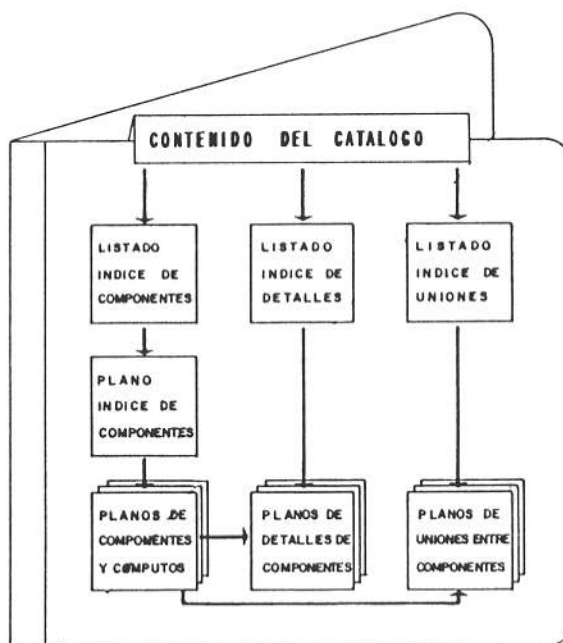


GRÁFICO C

(3) IDEC: Ing. Allan Lamb (1978).

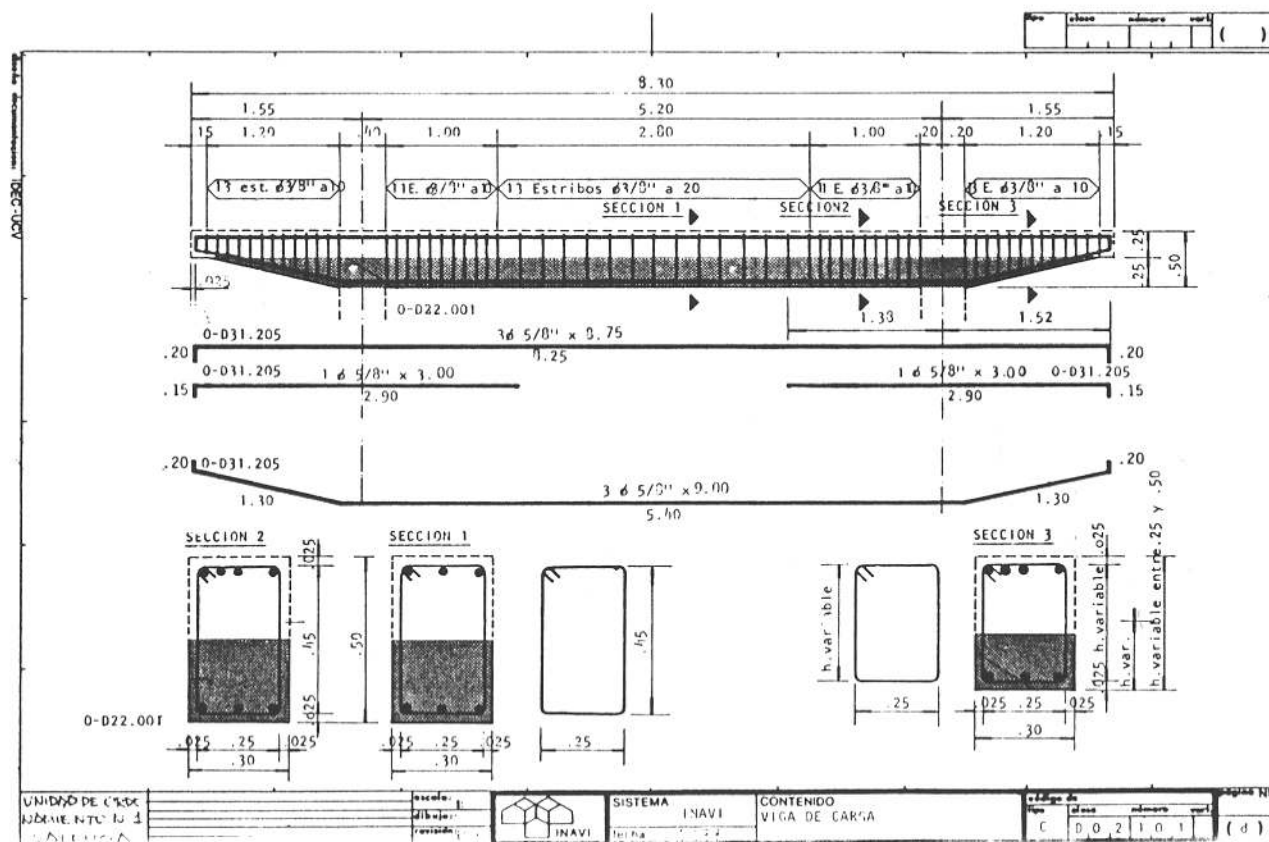
(4) IDEC: Ing. Allan Lamb y Arq. María Teresa Novoa (1979)

(5) IDEC: Ing. Víctor García e Ing. Allan Lam (1978)

Componentes Constructivos

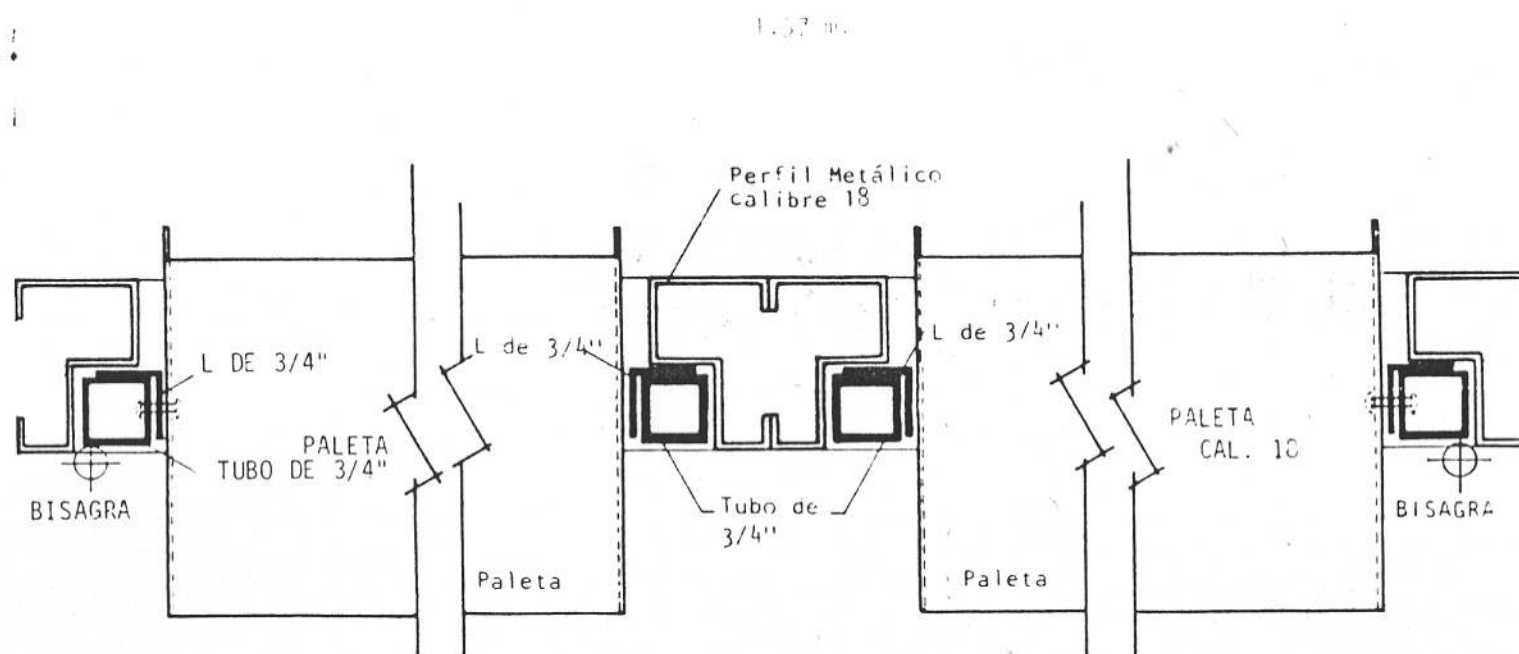
El catálogo contiene cada uno de los componentes en hojas separadas, su descripción gráfica, sus dimensiones y su cómputo métrico correspondiente, códigos de obra de los materiales que lo componen, así como la referencia a los detalles y uniones.

Estos componentes podrán ser utilizados indistintamente en diferentes diseños o nuevas soluciones dentro del Sistema Constructivo. Será siempre información de tipo permanente.



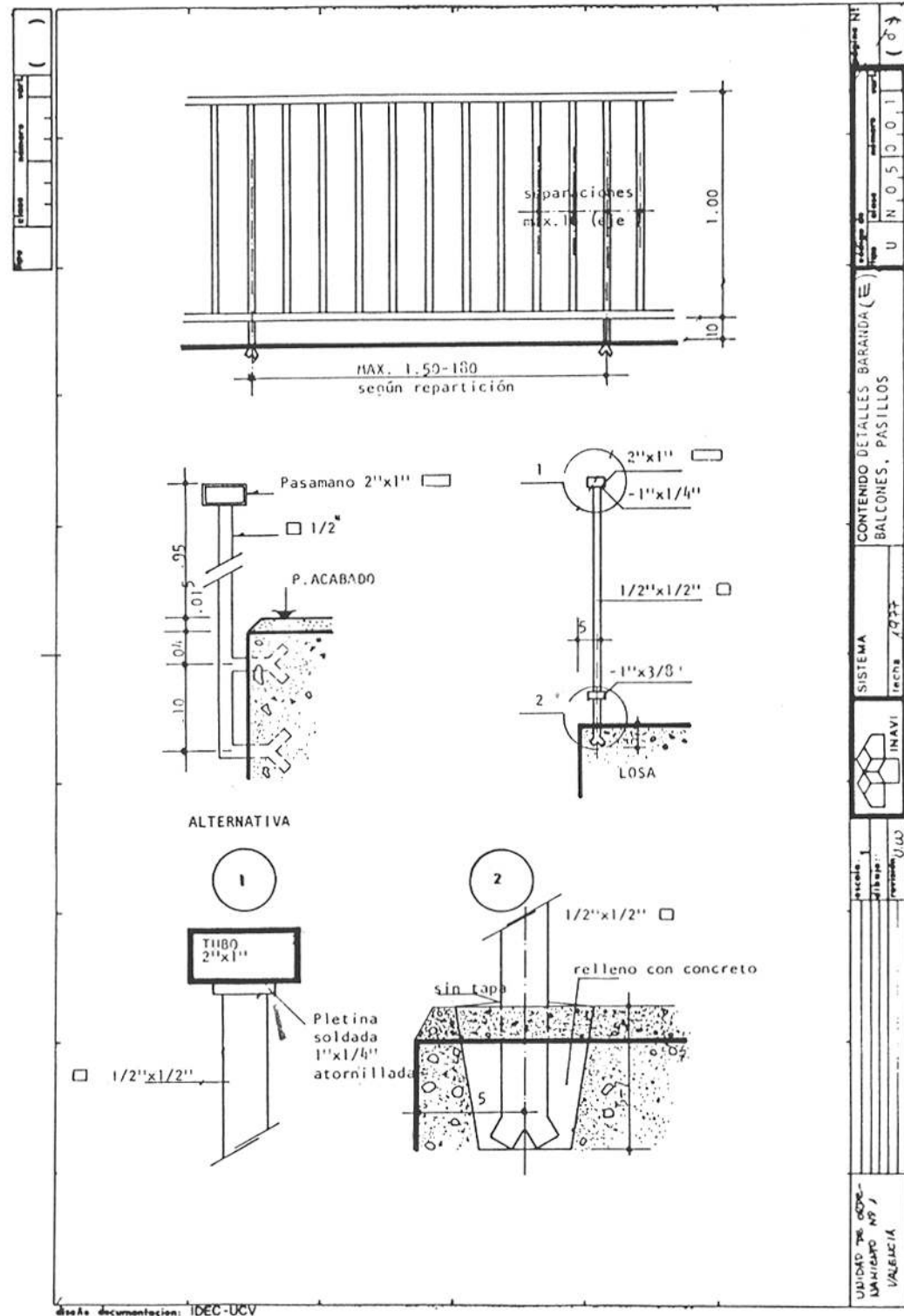
Detalles

Los detalles son correspondientes a un determinado componente constructivo. Es el tipo de información que se refiere a: remates, acabados y otros, antes y después de su colocación en la edificación. Puede o no incluirse en la hoja de los componentes.



Uniones

Las uniones constituyen la forma de ensamblaje de dos o más componentes, tanto los detalles como las uniones se agrupan y organizan en el catálogo igual a los componentes y están precedidos por un índice. Estos constituyen el material indispensable para elaborar la documentación de un proyecto específico.



El siguiente gráfico (D) nos muestra el flujo de la documentación, en función a los distintos procesos de producción correspondientes a las transformaciones sucesivas que sufre la materia prima hasta convertirse en el producto final o edificación, para lo cual, se utiliza un Código o Sistema de Referencia (*) que identifica cada unidad de información y que sirve como referencia para relacionar los documentos entre sí, permitiendo el flujo de la documentación entre los distintos participantes en el desarrollo y producción de una edificación.

(*) Ver: Manual de la Codificación de la Documentación. Arq. Ana Loreto. IDEC (1982).

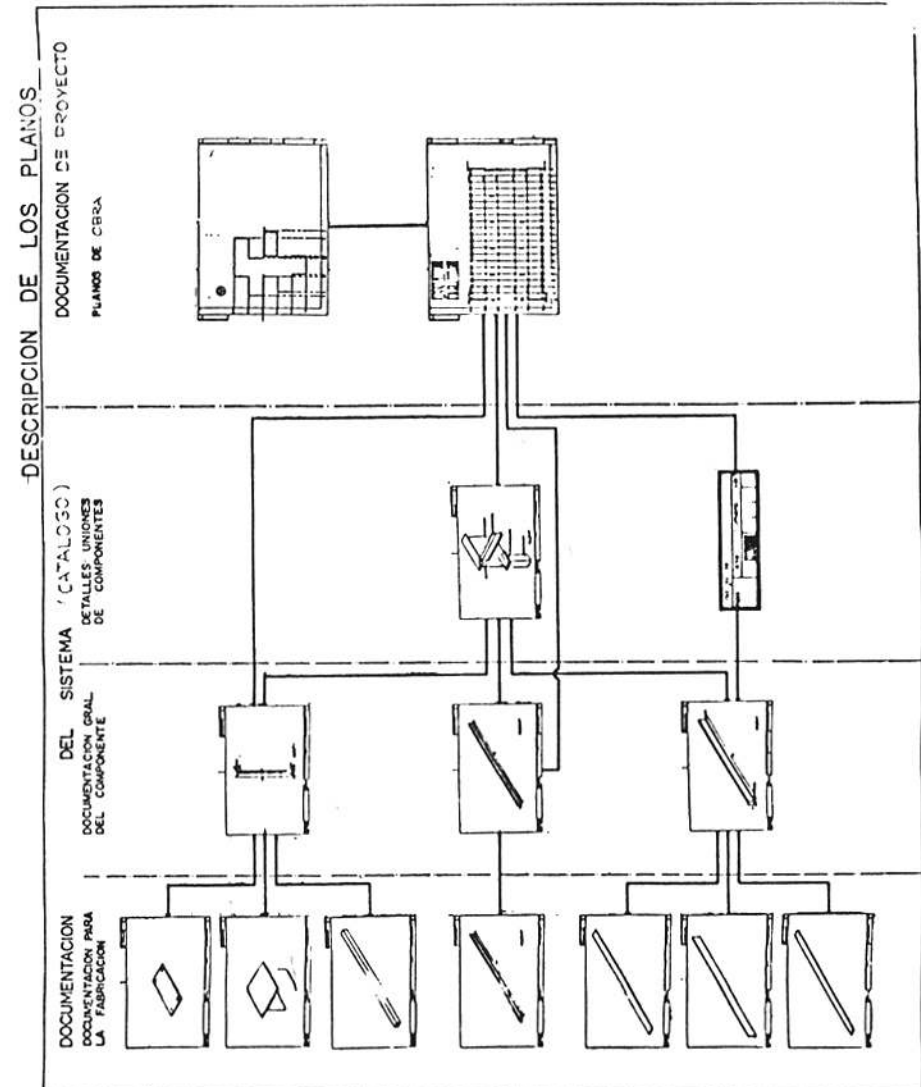
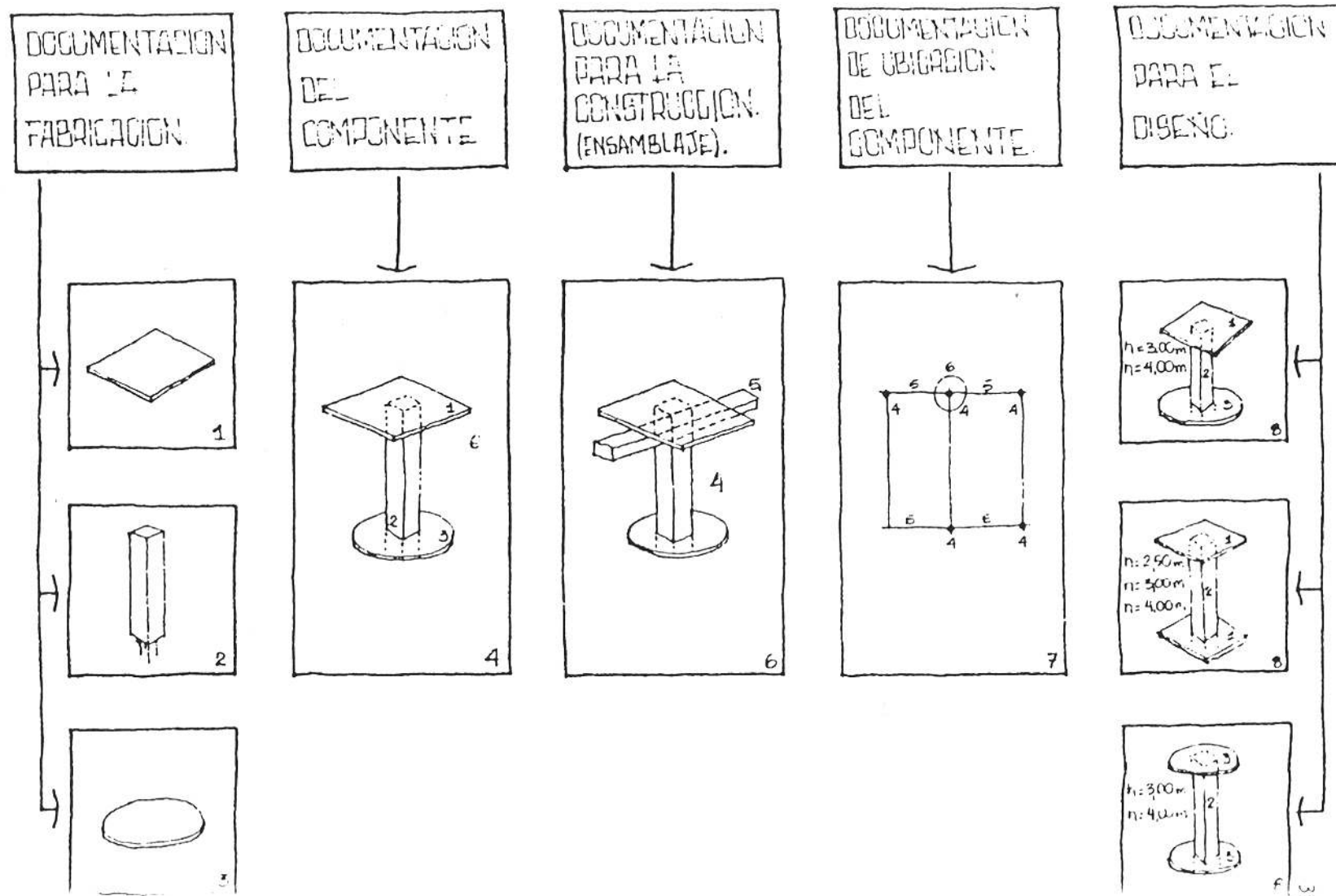
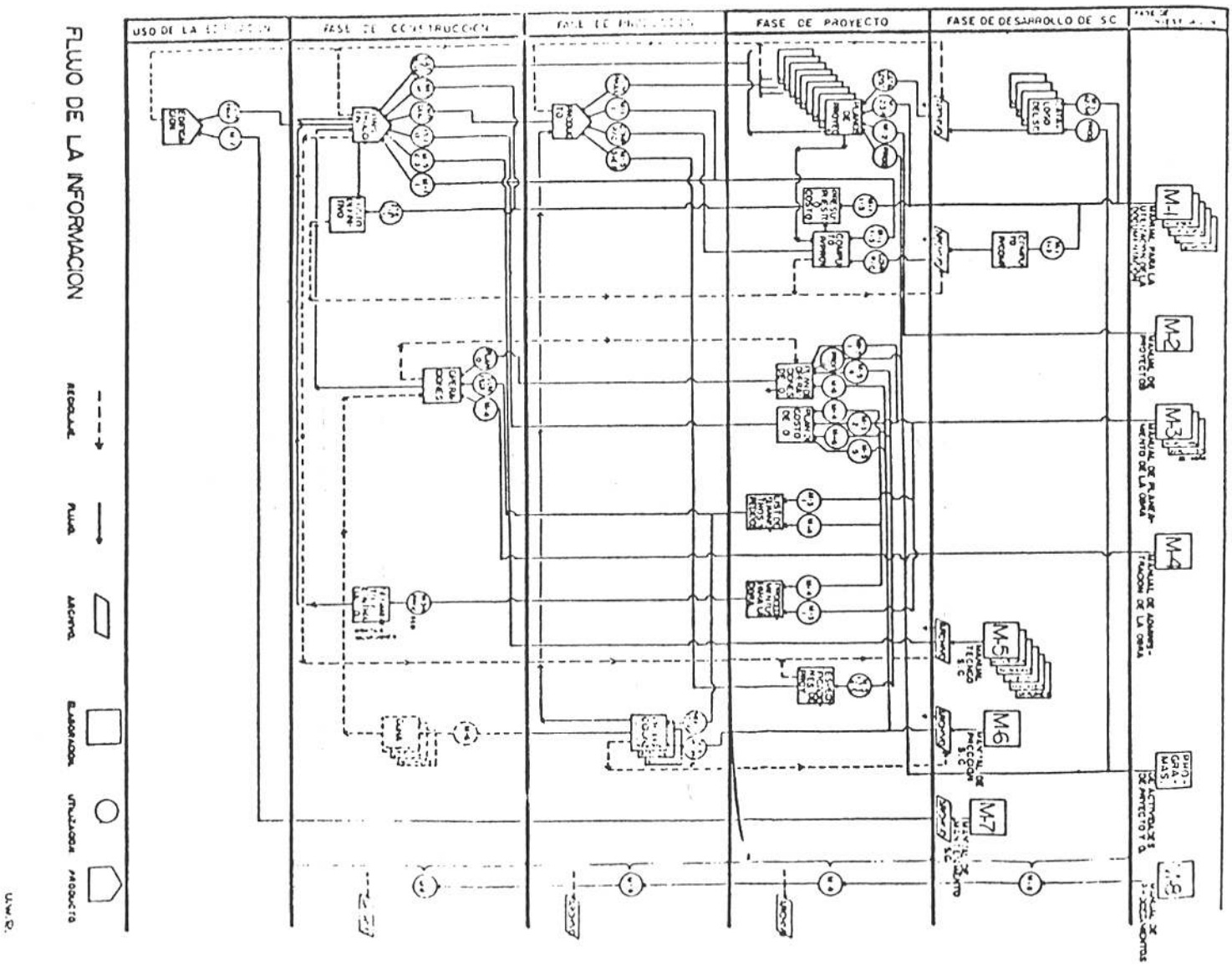


GRAFICO D

DESCRIPCION DE LOS PLANOS TIPOS





Documentación de Proyecto

Ubica a los componentes de un Sistema Constructivo, conformando una Edificación específica. Consta de los siguientes documentos:

- El Programa
- Planos Generales
- Planos de Proyecto
- Cálculos de Proyecto y Presupuesto
- Especificaciones
- Plan de Obras

2.2. Descripción de los Tipos de Documentos referidos a la Documentación de Proyecto.

1. Los Programas

Describen los lineamientos y políticas generales y específicas para una edificación en particular. Es toda aquella información requerida por los diseñadores: áreas, usos, relaciones funcionales, niveles de confort, acondicionamiento, áreas mínimas, etc.

2. Planos Generales

Describen a la edificación, en forma general, plantas indicando usos, cortes generales, fachadas, perspectivas y otros.

3. Planos de Proyecto

Ubican especialmente los componentes que se utilizan en la edificación. Estos planos se definen en base a las retículas del Sistema Constructivo y sus relaciones geométricas. Las acotaciones de los mismos se realizan mediante ejes de coordenadas en forma progresiva, además de las referencias de los componentes constructivos. La ubicación de los componentes está referida espacialmente a los ejes de coordenadas X,Y,Z. Sobre los ejes X e Y, se indican las cotas en forma progresiva de la información a especificar, así como los ejes estructurales del sistema.

En el eje Z se indica el nivel o cota de dicha información.

Si la información es tipificable, se indican solamente las coordenadas X e Y, comenzando por 00, pudiendo estar ubicados en cualquier sector de la edificación, la coordenada Z, en este caso no se indica.

Los planos de proyecto, se organizan de acuerdo a la agrupación de componentes constructivos:

- Planos de Fundaciones
- Planos de Estructura
- Planos de Cerramientos
- Planos de Acabados y Complementarios
- Planos de Instalaciones
- Planos de Equipo y Mobiliario

4. Cálculos y Presupuesto.

Reúne las partidas y cuantifica los componentes y obras del proyecto. El proceso de cálculos puede hacerse manualmente o utilizando el sistema automatizado. Se suman a los cálculos generales del proyecto los de componentes constructivos.

Para el cálculo del proyecto se determina el número de componentes por niveles, obteniéndose el total por edificio, los costos parciales, los cuales sumados conforman el presupuesto total de la edificación.

5. Especificaciones del Proyecto

Agrupar la información escrita, correspondiente a las características desde los materiales de los componentes hasta el conjunto de elementos en general.

Se agregan a las especificaciones generales del proyecto las de los componentes constructivos.

6. Plan de Obra

Explica las actividades a desarrollar, a través de la planificación de la obra, el plan de costos, el proceso de producción de los componentes, y el control de producción de la obra.

Descripción y Elaboración de Planos Tipos

En cada etapa del proceso de producción de edificaciones, se utilizan distintos tipos de documentación, resumidos en el gráfico E.

Por ejemplo: En la etapa de producción de componentes se utilizan documentos específicos para la fabricación, en los cuales se desglosa el componente en sus distintas obras.

En el caso de la construcción propiamente dicha, se utilizará la documentación específica para lograr el ensamblaje de los componentes.

La documentación para el diseño debe guiar al proyectista y proporcionar un panorama global de los componentes de un sistema.

Los documentos de ubicación de componentes pertenecen a la fase de proyecto y representan a los distintos componentes en una edificación.

La elaboración de esta documentación gráfica se realiza sobre hojas de tamaño carta y doble carta —u oficio y doble oficio—, lo que permite fácil operabilidad en el archivo, sustitución y reproducción a bajo costo. Cada documento se identifica mediante un rótulo impreso en el margen de cada lámina.

La elaboración de dicha documentación se describe en el Manual para la Elaboración de la Documentación de Sistemas Constructivos (*).

C. Flujo de la Documentación

Un aspecto en la documentación, tanto de Sistemas Constructivos como de los Proyectos, es la factibilidad de variar el flujo de la misma; estando éste determinado por las distintas necesidades de los usuarios según el papel que éstos cumplan en la industria de la Construcción.

El que cada unidad de información esté contenida en una hoja, permita estas variaciones en el flujo, siendo el código el elemento clave que funciona como referencia para tener un hilo conductor.

Así tenemos, que si la documentación es para la construcción de un proyecto específico, esta puede conformarse en distintos grupos de área de trabajo, con el fin de que cada agente de la construcción reciba la parte que necesite para su ejecución. Por ejemplo, a las personas encargadas de realizar las instalaciones sanitarias, sólo se les entregarán los componentes con sus detalles, uniones, planos de proyecto y especificaciones correspondientes a instalaciones sanitarias.

Otro caso es la organización de la documentación, cuando se trata de un sistema constructivo, archivado, para ser utilizado por los diseñadores en la realización de un proyecto. Aquí el flujo de la documentación corresponde a los niveles de agregación que van de lo general, —planos de ubicación de componentes—, hasta lo particular (descripción del componente o desagregación de éste en sus obras).

En cuanto a su utilización, en el esquema F que a continuación se muestra, se resume el destino de la misma, de acuerdo al tipo de información y a los distintos participantes: el cliente, los programadores, proyectistas, productores, constructores y el usuario.

El recorrido efectuado por la información a través de las distintas fases del proceso de producción de edificaciones y los participantes en la elaboración y transmisión de la documentación están representados en el esquema G. Las fases o etapas del proceso de producción responden a una secuencia que a través de este esquema se describe.

—Fase inicial de investigación, que comprende la in-

formación general de los Sistemas Constructivos —Manuales y Programas—.

—Fase de desarrollo del Sistema Constructivo

—Fase de proyecto

—Fase de producción

—Fase de construcción

—Uso de la edificación

Se indica el reciclaje, así como la documentación que va al archivo y sale del mismo, es decir: la retroalimentación de la información.

TIPO DE INFORMACIÓN		PARTICIPANTES					
		CLIENTE	PROGRAMADORES	PROYECTISTAS	PRODUCTORES	CONSTRUCTORES	ADMINISTRADORES
MANUALES GENERALES	(M-1) Manual para la edif. domo.						
	(M-2) Manual de Proyecto.						
	(M-3) Manual de planeación de la Obra.						
	(M-4) Manual de Administración de Obra.						
	(M-5) Manual de Producción.						
	(M-6) Manual de Mantenimiento.						
	(M-7) Manual de Mantenimiento.						
CATÁLOGO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO.							
ESPECIFICACIONES DEL SIST. CONSTRUCTIVO.							
COMPUTO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO							
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO							
BOLETINES							
DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO							
ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO							
COMPUTO DEL PROYECTO							
PROGRAMAS							

CAPITULO II y III

CAPITULO II: Ver Trabajo Ascenso de Arq. Amparo Rama, IDEC, 1981.

CAPITULO III: Ver Trabajo Ascenso de Arq. Ana I. Loreto, IDEC, 1982.

CAPITULO IV

Archivo de la Documentación de Sistemas Constructivos

Procedimiento.

Introducción

Es una necesidad la de superar la falta de un sistema o mecanismo de clasificación de información, que nos permita manejar y archivar de una forma más rápida la información producida por los diferentes miembros o grupos que intervienen en el proceso y producción de las edificaciones.

Una de las dificultades, ya conocida en el campo de la construcción es la disparidad de puntos de vista de los distintos profesionales implicados, en función de que son distintas las tareas que éstos realizan. Es necesario pues, ordenar la información según su naturaleza específica y a la vez conseguir que cualquier profesional tenga acceso a esta información partiendo de su visión particular.

Para ello es necesario el uso de un lenguaje común, que permita que el flujo de la documentación se realice entre los distintos participantes, es decir, el usar un Sistema de Codificación (o de clasificación), cuya finalidad, sea la de agrupar el contenido de los documentos por su naturaleza específica, permitiendo la búsqueda de la información en forma más eficiente y racional desde el punto de vista de la organización, manejo y archivo de la Documentación de Sistemas Constructivos.

La codificación de cada documento se realiza de acuerdo a su contenido. Para ello se aplican las TABLAS di-

señadas para tal fin (Ver anexo A).

Tomando alternativas en función de las necesidades y del costo, podemos recomendar tres formas de manejo y archivo de la documentación:

- Manualmente
- Utilizando micro-film
- Utilizando la computadora.

Este MANUAL, contiene la información necesaria para la utilización y manejo del archivo en forma manual, aplicable tanto a los Sistemas Constructivos como a Proyectos.

Se describen los mecanismos necesarios para la alimentación y recuperación de la documentación, el lenguaje utilizado, así como, los posibles flujos del archivo y el documento que lo conforman.

A Características del archivo en forma manual.

Esta forma de "Archivo Manual", fue diseñada para ser aplicada al archivo de la documentación referente a Sistemas Constructivos y a Proyectos realizados con Sistemas Constructivos.

El utilizar un archivo en forma manual, es ventajoso y muy práctico cuando se trata de poco volumen de documentos, ya que no se requiere para tal fin archivos muy complejos. Su manejo es bastante sencillo y no requiere de un espacio físico especial o de gran tamaño. Su organización se basa fundamentalmente en la aplicación de la organización, clasificación y codificación utilizada en el Sistema de Documentación propuesta por el IDEC.

Como equipo se requiere varios ARCHIVADORES según el volumen, con la capacidad necesaria para almacenar "CARPETAS" en forma vertical u horizontal, las cuales contendrán los documentos en formatos de tamaño oficio y/o doble oficio —o carta y/o doble carta—.

La clasificación de los archivadores o de las planeras, se realiza por: Sistemas Constructivos y por proyectos, separadamente.

I. Tipos de Archivos

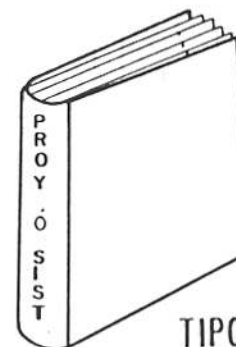
El archivo de Sistemas Constructivos lo constituyen tres tipos:

- a) Carpetas Índice o carpetas de trabajo
- b) Archivo de originales
- c) Archivo de copias.

a) Carpetas Índice o carpetas de trabajo.

Estas carpetas se elaboran por SISTEMAS CONSTRUCTIVOS y por PROYECTOS.

Llevarán toda la información pertinente, en forma de copias y funcionarán como "CATALOGO" de consulta e índice de los documentos existentes al respecto.



TIPO DE CARPETA

Contendrán todas las anotaciones en cuanto a modificaciones, sustituciones, anulaciones y otras, que sufre el Sistema o Proyecto en su desarrollo.

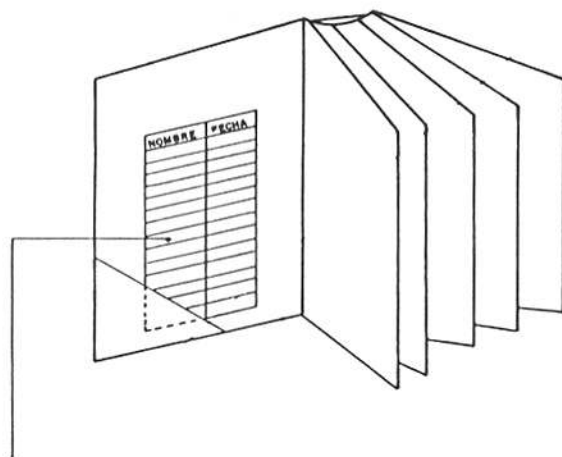
Además, contendrán los listados índice de la documentación y las planillas de Registro de Documentación.

Esta carpeta de trabajo comprende toda la documentación que ha sido anulada, la cual por ningún concepto debe ser retirada de ésta, deberá estar anexa por la descripción o motivo de su sustitución, así como de la copia del plano que lo sustituye, obteniéndose así, un archivo de todos los aspectos y secuencia del desa-

rollo del Sistema Constructivo o Proyecto.

El contenido de estas carpetas se ordena según lo propuesto en el Sistema de Documentación, tanto para Sistemas Constructivos como para Proyectos.

En el interior de la carpeta se llevará una tarjeta de registro, cuyo propósito es el de obtener un control de la misma.



TARJETA DE REGISTRO

b. Archivo de Originales.

Como su nombre lo indica, archiva únicamente los originales de los Sistemas Constructivos y de Proyectos en forma separada, su organización responde a la propuesta en el Sistema de Documentación descrita en este Manual. Se archivan en carpetas y sub-carpetas, según su clase y nivel de complejidad.

c. Archivo de Copias

De todos los Sistemas Constructivos, así como de los Proyectos, se tendrán como mínimo dos copias de los documentos que los conforman. Estas se organizan y clasifican en el mismo orden de los originales.

Estas copias se archivan a continuación de cada carpeta de originales, en forma separada al final de cada Sistema y Proyecto respectivo, e inclusive en archivadores separados, si por el volumen de los documentos así se requiere.

Son los documentos que pueden ser removidos del archivo, para formar parte de los catálogos requeridos.

2. Tipo de Documento utilizado en el Flujo de Archivo

Al Archivo de Sistemas Constructivos y Proyectos se introducen documentos en sus distintas fases, como son:

—Documentación nueva: referida a la primera versión de una determinada información.

—Documentación utilizada: referida a la información que ha prestado un uso que luego es rearchivada.

—Documentación modificada: referida a la información que ha pasado por la fase de uso y, ha sufrido alguna modificación, ajuste, en su contenido.

Otros tipos de documentos manejados en el archivo, son los denominados: documento válido para la construcción y documento anulado.

B. Archivo de la documentación de los Sistemas Constructivos y Proyectos.

La organización y clasificación del archivo para Sistemas Constructivos, es similar a la de los Proyectos, difiere en la forma de recuperar la información.

Esto obedece a que los participantes o usuarios de la documentación de un Sistema Constructivo, son los "diseñadores" y son quienes la utilizan cada uno en forma diferente, según sus necesidades y requerimientos; por lo tanto su archivo debe concebirse en forma más general, que la que se establece para el archivo de los Proyectos, es decir, no por renglones definidos por la "clase" en primer lugar, sino por el Nivel de Complejidad como fundamental.

Esto se explica porque la persona que diseña utilizando un "Sistema Constructivo", parte de lo esencial que es la utilización de la Información Tipificada, la cual está determinada por el grado de complejidad —o

nivel de agrupación—.

Hay componentes que pueden formar parte de varios Sistemas Constructivos, siempre y cuando se adapten a sus determinantes.

Esto produce una variante en la forma de archivo de los Sistemas Constructivos, lo cual conduce a un archivo común de Componentes denominados Sub-Sistema, obteniendo entonces dos formas de separar la información.

—Uno por SISTEMA, considerando la ESTRUCTURA y aquellos renglones que son exclusivos y pertenecen a éste.

—Otro con los SUB-SISTEMAS que pudieran ser comunes a varios Sistemas Constructivos (Ej.: los cerramientos). Esta puede ir separado o a continuación de un sistema específico.

1. Sistema operacional o manejo del Archivo de Sistemas Constructivos.

a) para alimentar el Archivo con un Sistema Constructivo.

Se parte de los listados índice del Sistema, los cuales nos indican documentos a ser archivados, y a su vez ordena los mismos en primer lugar por "Nivel de Agregación" y en segundo por "Clase".

Se tendrán tantas "carpetas" como Niveles de Agregación tenga la documentación del Sistema y tantas "Sub-Carpetas" como "Clase" existan por cada Nivel de Agregación en el Sistema.

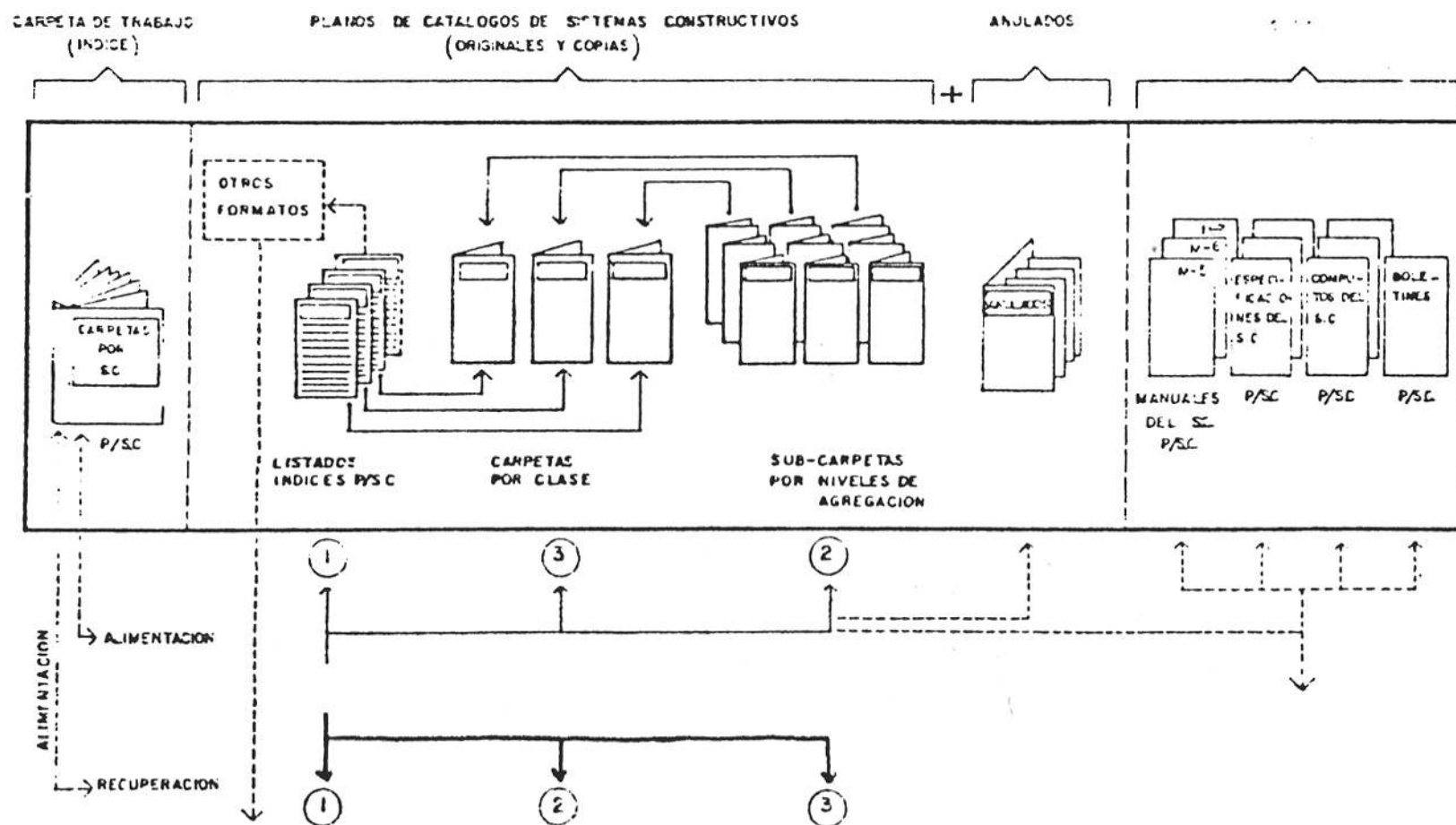
Se introducen las "SUB-CARPETAS" a la "CARPETA" correspondientes, ordenado los documentos como aparecen en los listados índice.

b) para recuperar la Información de un Sistema Constructivo del Archivo.

Se acude en primer lugar a los listados índice los cuales nos indican por su contenido del "NIVEL" y "CLASE", la "CARPETA" y la "SUB-CARPETA", correspondiente al documento solicitado.

Este flujo de archivo de la documentación de Sistemas

Constructivos se expresa en el gráfico H.

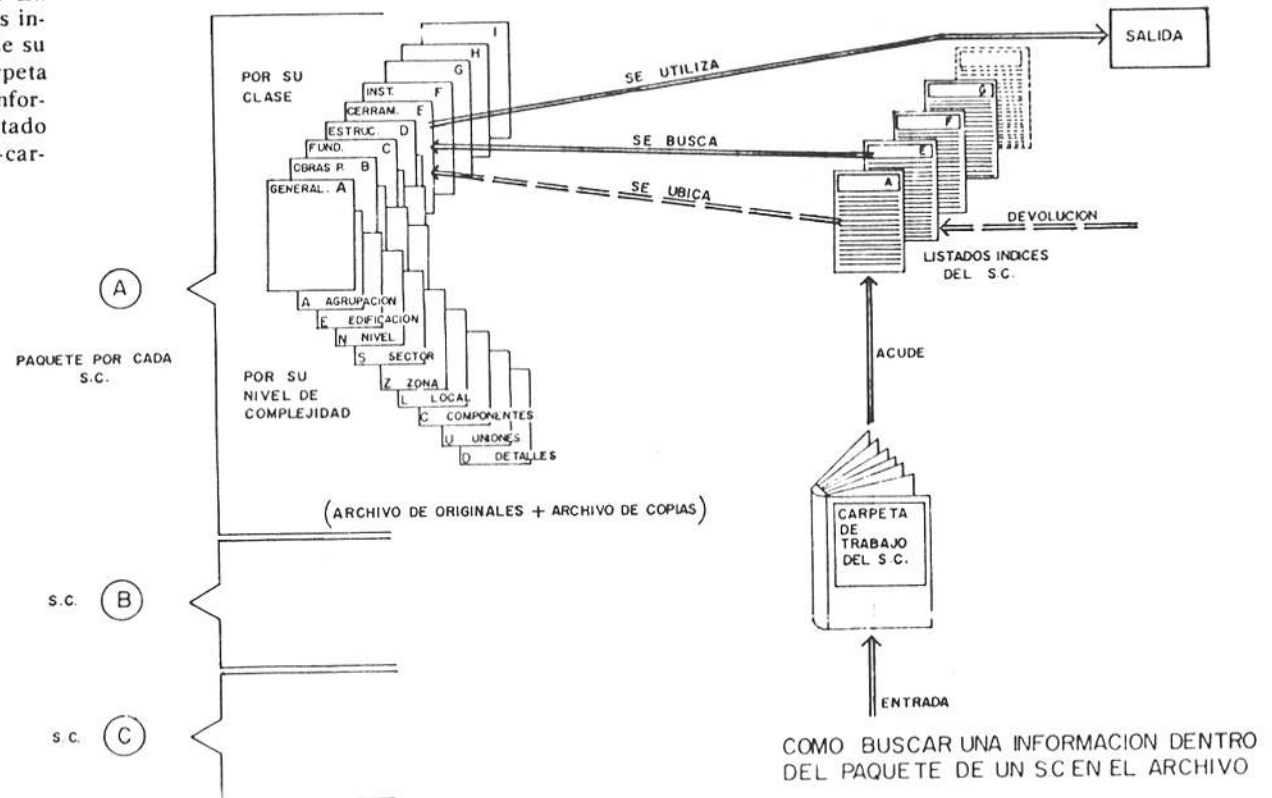


Operación para buscar información referida a un Sistema Constructivo específico en el archivo de originales y copias. Ejemplo.

Se describe en el gráfico I a continuación, como se opera en el archivo, en caso de referirse a una información de un Sistema Constructivo.

Consideremos el archivo como un paquete, que contiene información referida a varios Sistemas Constructivos y Proyectos.

En primer término se acude a la carpeta de trabajo del Sistema Constructivo en cuestión. Localizada la información requerida, se acude a los listados índice. En caso de aparecer la información solicitada, éste nos indica su ubicación en la sub-carpeta dependiendo de su nivel de complejidad y posteriormente en la carpeta correspondiente a su clase. Una vez utilizada la información el procedimiento sería devolviendo el listado índice y luego el documento en su respectiva sub-carpeta.



2. Organización y Clasificación.

Procedimiento

1. Se organiza la información o documentación en el archivo, según su jerarquía o nivel de complejidad, siguiendo el orden de los Niveles de Agregación —agregando algunas partidas tales como: cómputos, especificaciones, material audiovisual, general o misceláneos, etc. en "Carpetas" cuyo enunciado se expresa en el primer dígito del código al cual pertenece la documentación. Ver anexo A.

codigo de				pagina n°
tipo	clase	numero	varf	
X				()

2. Cada nivel de Agregación se ordena según su "clase" en "sub-carpetas" cuyo enunciado expresa la clase a la cual pertenece. Ver anexo A.

codigo de				pagina n°
tipo	clase	numero	varf	
	X			()

3. Dentro de cada sub-carpeta se ordena a su vez los documentos, según los "Sub-Capítulos" de cada clase (es decir, secuencialmente por los dos últimos dígitos de la clase). Ver anexo A.

codigo de				pagina n°
tipo	clase	numero	varf	
		X X		()

4. Por último se ordena la documentación de cada Sub-Capítulo, según el "Número" secuencial de los últimos tres dígitos del código que tiene el documento.

codigo de				pagina n°
tipo	clase	numero	varf	
		X X X		()

Anexo A

Tabla (A) para Archivo

Carpetas Niveles de Agregación	Descripción
G	(General o Misceláneos)
A	(Agrupación de edificaciones)
E	(Edificación)
N	(Nivel)
S	(Sector)
Z	(Zona)
L	(Local)
C	(Componente constructivo)
U	(Unión)
D	(Detalle)
P	(Programa)
O	(Obra partida)
M	(Material y elemento simple)
B	(Bienes de capital)
T	(Fuerza de trabajo)
X	(Cómputo)
Y	(Especificaciones)
Z	(Material audiovisual)
	etc.

Conclusiones y recomendaciones.

El Sistema de Documentación propuesto, debe ser considerado como un proceso cuyas fases abarcan: el estudio, la aplicación, la evaluación y los ajustes necesarios para la utilización de Sistemas Constructivos. La documentación mediante la cual se hace posible la transmisión y obtención de información referente a Sistemas Constructivos, debe identificar los distintos componentes del sistema y expresar coherentemente el comportamiento en las edificaciones. En el Manual para la utilización de la Documentación de los Sistemas Constructivos se explican los lineamientos.

mientos generales de la documentación con la finalidad de dar a conocer sus formas de organización, referencias y funcionamiento.

Como resultado de las sucesivas aplicaciones del Sistema de Documentación referido, se ha demostrado que su utilización es eficiente. Dentro de los objetivos logrados tenemos:

1. Adopción de un lenguaje y medios de documentación, que simplifiquen y aclaren la comunicación entre los distintos participantes en el proceso de producción.
2. Adecuación de la documentación al enfoque de sistemas con el fin de hacerla más accesible a los usuarios.
3. Utilización de una documentación que permite un método más exacto de análisis y control de costos y ejecución.
4. Generalización de las formas de documentación propuestas, mediante mecanismos que la lleven fuera del ámbito del IDEC.
5. Simplificación del proceso de diseño de edificaciones.
6. Actualización continua de los sistemas constructivos, mediante la sustitución de documentos en la medida en que se efectúen ajustes o transformaciones en los mismos.
7. Agilización de las operaciones de cómputos, valuaciones, programas de obra, etc. mediante la incorporación de técnicas mecanizadas.
8. Transmisión de la información específica a cada persona que la necesite.

Este trabajo proporciona las bases de los Manuales a ser utilizados en el Sistema de Documentación.

Habiendo obtenido como resultado un Sistema de Documentación acorde con la producción de edificaciones realizadas con Sistemas Constructivos, recomendamos que su aplicación sea continua para así realizar los ajustes necesarios y lograr los objetivos planteados, no sólo en este Instituto, sino a nivel nacional. Por ende, es de gran importancia hacer del conocimiento público este Sistema de Documentación por las razones antes expuestas a través de las Unidades de Diseño de las Facultades de Arquitectura, de Instituciones como el INAVI, Ministerio de Educación, FEDE, quienes ya han realizado experiencias con dicho Sistema. To-

dos estos organismos deben incentivar su divulgación mediante sus empresas, talleres de producción, realizando nuevos proyectos para así utilizar un lenguaje común y más apropiado a las necesidades exigidas en nuestro país.

Se ha demostrado con este estudio la necesidad de continuar el proceso de investigación en este campo, por cuanto, la forma de producción de las edificaciones sufre continuas modificaciones. Igualmente, en la industria de la construcción, en el campo de desarrollo y proyección de edificaciones debería dársele mayor ponderación al sistema de documentación, no limitándose a las normas establecidas.

Se hace necesario dentro de los aspectos planteados en el Manual para la utilización de la Documentación de Sistemas Constructivos, aplicar las valuaciones de obra, aspecto que no ha sido comprobado en esta primera etapa o período de aplicación para verificar su operabilidad utilizando el sistema de cómputo mecanizado, su relación con el sistema de codificación a través de las partidas y obras, así como también la utilización de las planillas diseñadas para tal fin.

En la actualidad el IDEC en sus aplicaciones o proyectos realiza estudios respecto a la operabilidad del sistema de Codificación y en la elaboración de un tipo de documentación a ser utilizada por el diseñador en la etapa de elaboración de Proyecto. Recomendamos incorporar los nuevos ajustes en futuros proyectos con el fin de comprobar su efectividad.

Se recomienda la simplificación en la elaboración de los planos de proyecto, utilizando para ello mecanismos como la ubicación de los componentes sobre una retícula base, limitándose a la simple utilización del código de los mismos.

Está en estudio la posibilidad de incluir en el documento del componente su cómputo métrico, mediante el uso de un cuadro impreso en el rótulo de la hoja, no teniendo la necesidad de elaborar una planilla especial para cómputo del componente.

Para obtener mayor efectividad en el Sistema de Documentación debe utilizarse éste como un "paquete global de trabajo". No se trata solamente de elaborar los planos y codificarlos, sino también la elaboración del

cómputo en forma mecanizada para la obtención rápida de cualquier resultado, la de utilizar un sistema de Archivo cuya alimentación y recuperación de información se puede realizar mediante un sistema Manual y, el de realizar un control de obra con la utilización de un Sistema de Valuaciones: todo esto permite realizar un proceso completo en la producción de una edificación.

Como complemento de la investigación sobre la organización de la documentación de Sistemas Constructivos se hace necesario hacer un estudio más profundo, para lograr una mejor programación en aspectos de los requerimientos de los tipos de edificaciones y de los requerimientos del acondicionamiento ambiental. En lo que se refiere al primer aspecto, deben analizarse no solamente lo referente a espacios físicos —teniendo en cuenta el número de personas, mobiliario, equipos y otros— sino es importante realizar la coordinación de los Institutos involucrados, como: OPSU, MINDUR, Ministerio de Educación, en el estudio y desarrollo de este campo a fin de obtener resultados comunes a las necesidades planteadas a nivel nacional con una programación dinámica que responda al funcionamiento de las edificaciones.

En lo que se refiere a la programación de los requerimientos del acondicionamiento ambiental, es necesario investigar los aspectos sobre instalaciones eléctricas, sanitarias y mecánicas fundamentalmente en cuanto al número de piezas, área requerida, ramales a tipificar y otros.

Así mismo, deberá hacerse mayor énfasis al estudio y desarrollo de los Sistemas Constructivos en forma global, incluyendo aspectos como cerramientos, instalaciones eléctricas, sanitarias y mecánicas, ya que hasta los momentos estos sistemas han sido desarrollados fundamentalmente desde el punto de vista estructural. También deberá hacerse hincapié en el estudio de la racionalización de los componentes referidos a las instalaciones mencionadas. Aspecto que en este Instituto debemos tomar muy en cuenta para complementar los Sistemas Constructivos.

El estudio de la Documentación de Sistemas Constructivos, debe ser un trabajo continuo, de manera de ir

logrando una documentación cada vez más acorde a las innovaciones tecnológicas y a la producción masiva de edificaciones.

Uno de los objetivos que nos hemos planteado dentro del Instituto, es el de llegar a utilizar la computación gráfica y la de llevar la documentación a un sistema de archivo de microfilm. Así obtendríamos aún mayor rapidez en el proceso de diseño, economía en la construcción, documentación más adecuada y la utilización de medios de programación y control mecanizado.

Tabla (B) para Archivo

Sub-Carpetas

Clase	Descripción
Z	(Índice)
A	(General)
B	(Obras preliminares)
C	(Fundaciones y obras complement.)
D	(Soportes y Construcciones especiales)
E	(Cerramientos)
F	(Instalaciones Sanitarias)
G	(Fuerza, electricidad e iluminación)
H	(Ventilación)
I	(Calefacción)
J	(Comunicación y Seguridad)
K	(Mecanismos y transporte)
L	(Gas)
M	(Basura)
N	(Acabados y Complementarios)
O	(Accesorios)
P	(Equipo y maquinaria)
Q	(Mobiliario)
	etc.

Anexo B

Contenido de los Manuales

(M-1) Manual para la utilización de la Documentación (g.s.c.) (*)

CAPITULOS

1. ORGANIZACION DE LA DOCUMENTACION

- 1.1.- Listado de documentos
- 1.2. Notas generales sobre la organización de la documentación y su utilización.
- 1.3.- Sistema de referencia.
- 1.4.- Flujo de la información y archivo
- 1.5.- Actualización y retroalimentación.

2.- ELABORACION DE LA DOCUMENTACION

- 2.1.- Notas generales para la elaboración de la documentación, criterios para la definición de contenidos, técnicas a usarse.
- 2.2.- Formatos e identificación de la documentación.
- 2.3.- Elaboración del catálogo
- 2.4.- Elaboración de planos de proyecto
- 2.5.- Flujos para la elaboración de planos

3.- CODIFICACION DE LA DOCUMENTACION

- 3.1.- Notas generales para la codificación
- 3.2.- Estructura del Código
- 3.3.- Listados
- 3.4.- Flujos para la codificación
- 3.5.- Utilización de código

4.- ARCHIVO DE LA DOCUMENTACION

- 4.1.- Notas generales para el archivo de la documentación.

4.2.- Tipos de archivo

- 4.3.- Archivo de la documentación de los Sistemas Constructivos
- 4.4.- Archivo de la documentación de Proyectos.
- 4.5.- Flujos para la documentación.

(M-2) Manual de Proyectos (g.s.c.) (*)

Contempla aspectos como los siguientes:

- 1.- Listado de documentos y su objeto (comparado con lo tradicional).
- 2.- Flujo de la información
- 3.- Secuencia típica del proyecto
- 4.- Elaboración de planos de construcción
- 5.- Listado de chequeo de operaciones
- 6.- Datos para la estimación de tiempo y costos de proyecto.
- 7.- Comunicaciones.
- 8.- Lista de control de suministro de la información.
- 9.- Retroalimentación de la información.

(M-3) Manual de Planeamiento de la Obra (g.s.c.) (*)

1.- PLANEAMIENTO DE LA OBRA.

- 1.1.- Notas generales sobre el plan de obra
- 1.2.- Método a seguir para el plan de obra
- 1.3.- Secuencias típicas de obra
- 1.4.- Listado general de operaciones
- 1.5.- Plan de cada operación
- 1.6.- Planillas y diagramas

2.- PLANEAMIENTO DE COSTOS DE LA OBRA

- 2.1.- Notas generales sobre el planteamiento de los costos.
- 2.2.- Procedimiento para el cómputo
- 2.3.- Procedimiento para el presupuesto
- 2.4.- Planillas y diagramas

(*) Ver Manual de la Elaboración de la Documentación. IDEC. Arq. Amparo Rama (1981).

(*) (g.s.c.) general para los Sistemas Constructivos.

(M-4) Manual de Administración de Obra (g.s.c.) (*)

Contempla los aspectos referentes a:

- 1.- Organización administrativa de la construcción
- 2.- Relaciones contractuales
- 3.- Flujo de la información
- 4.- Procedimiento de suministros y pedidos
- 5.- Procedimiento de seguimiento de la obra
- 6.- Valuaciones
- 7.- Planillas y diagramas.

(M-5) Manual Técnico (p/s.c.) (*)

1.- DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO.

Características constructivas generales, comportamiento del Sistema, relaciones geométricas y recomendaciones para su utilización (puede constituir una separata divulgativa del Sistema).

2.- NORMAS CONSTRUCTIVAS.

- Preparación del terreno
- Fundaciones
- Estructuras
- Cerramientos
- Instalaciones
- etc.

3. ESPECIFICACIONES

4.- INFORMACION TIPICA PARA EL PLANEAMIENTO DE LAS OBRAS.

- Secuencia típica de la obra
- Datos de rendimiento.

5.- INFORMACION TIPICA PARA EL PLANEAMIENTO DE COSTOS

- Cálculos de componentes
- Listado de costos

(M-6) Manual de Producción (p/s.c.) (*)

El contenido de este Manual hace referencia a:

- 1.- Actividades de planificación
- 2.- Control de producción
- 3.- Etapa de licitación
- 4.- Etapa de producción de componentes
- 5.- Etapa de programación
- 6.- Etapa de seguimiento y control de obra
- 7.- Planillas y diagramas
- 8.- Flujo de la información.

(M-7) Manual de Mantenimiento (p/s.c.) (*)

Contiene la información necesaria para la elaboración de planillas que resumen lo siguiente:

- 1.- Índice general de los componentes constructivos, indicando si requieren mantenimiento o no (desde infraestructura hasta acabados y complementarios, equipos, etc).
- 2.- Listados por componentes en los cuales se señalan los proveedores, tipo de limpieza, tipo de inspección y tipo de mantenimiento que requiere.

Ejemplo:

- Componente:
- Proveedor:
- Mantenimiento:
- Limpieza:
- Inspección:

Bibliografía

CI/sfB Project Manual - Organising Building Project Information. London Alan Ray - Jones BA (Arch) FRIBA and Wilfred Mc Cann BA Arch (1971).

SfB/UDC Building Filing Manual. Recommendations for Standard Practice in Preclassification and Filing. London. Published by the RIBA Technical Information Service, (1961).

A Study of Coding and Data co-ordination for the construction industry. London. Building Research Station. Ministry of Public Building and Works. D. Bishop Arics Mice - K. Alsop Bsc. Alnst P., (dec. 1969).

The Casp Mark 5 system of building. Nottingham: CLASP. CLASP Development Group (1980) (documentación gráfica del Sistema CLASP).

Bic Building Industry Code. A Supplement to the Handbook. London, HC Morris F.R.I.C.S., (agosto 1969).

Construcción: Análisis de la situación actual (mimeo). Caracas, ponencia realizada para el "núcleo de estudio del Sector Construcción". Arq. Henrique Hernández y Arq. Carlos Becerra.

Programa Experimental de Viviendas. Un caso de Aplicación de los criterios de "Sistemas Constructivos Flexibles" (mimeo). Caracas. FAU-UCV. Arq. Henrique Hernández O., (Dic. 1972).

Las Edificaciones y su Producción. (mimeo). Caracas. IDEC-FAU-UCV. Arq. Alfredo Cilento Sarli y Arq. Henrique Hernández O.

La Industria de la Construcción. Estructura, problemas y características de la Industria de la Construcción en Venezuela. Caracas, Grupo de desarrollo de Sistemas de las Edificaciones. Departamento de Tecnología, Pág. 17-29, Revista Punto 52, Prof. Alfredo Cilento y Prof. Henrique Hernández (Oct. 1974).

Guía para el estudio de la racionalización de un sistema constructivo. (mimeo). Caracas, IDEC-FAU-UCV. Arq. Ute W. de Romero (marzo, 1977).

Manual de Uso del sistema constructivo de la serie EFGG'H del INAVI (mimeo). Caracas IDEC-FAU-UCV. Arq. María Elena Hobaica y Arq. Ute W. de Romero (julio, 1977).

(*) (p/s.c.) por cada Sistema Constructivo.

Sistemas mecanizados para la Programación Física de Institutos de Educación Superior

Metodología para el Análisis de Carreras Universitarias.

Carmen Yanes(*)

Resumen del trabajo de racionalización del sistema constructivo de la serie EFGG'H del INAVI. (Primera etapa año 1976). Caracas, IDEC-FAU-UCV. Arq. María Elena Hobaica y Arq. Ute W. de Romero, (Julio 1977).

Manual general de la documentación. (versión preliminar) (mimeo) Caracas, IDEC-FAU-UCV. Arq. Ute W. de Romero y Arq. María Elena Hobaica (julio, 1979).

Manual del Sistema de archivo. (versión preliminar) (mimeo). Caracas IDEC-FAU-UCV. Arq. Ute W. de Romero (julio, 1979).

Manual del usuario del Sistema Venoxsys-BDS (versión preliminar). Caracas. Instituto de Urbanismo FAU-UCV. Arq. Tomás de la Barra.

Sistemas para el manejo de la Información (mimeo). Caracas IDEC-FAU-UCV Lic. Marta Sananes (1979).

Instructivo para la elaboración del cómputo manual (mimeo). Caracas IDEC-FAU-UCV Ing. Víctor García y Lic. María Sananes (1977-1978)

Instructivo sobre las actividades de planificación y control de producción de un proyecto (mimeo). Caracas IDEC-FAU-UCV. Ing. Allan Lamb y Arq. María Teresa Novoa (Oct. 1979).

Código general de partidas y sub-partidas para edificaciones. Código de obra (mimeo). INAVI. División de Ingeniería, Sección de Cómputos y especificaciones. Caracas, IDEC-FAU-UCV. Ing. Víctor García (1977-1978).

Sistema de Cómputo para edificaciones (S.I.C.O.) manual del usuario (mimeo) Equipo B-6700 de la Facultad de Ciencias. Caracas, IDEC-FAU-UCV. Lic. Marta Sananes (Enero 1977).

Manual de control de costos (mimeo). Caracas IDEC-FAU-UCV. Ing. Allan Lamb (1978).

Sistema de control de valuaciones. Manual del usuario (mimeo). Caracas IDEC-FAU-UCV. Ing. Víctor García e Ing. Allan Lamb. (1978).

Instructivo para llenar las planillas de los listados Índice y del registro de documentación (mimeo). Caracas, IDEC-FAU-UCV. Arq. Ute W. de Romero (abril 1980).

Resumen

Se presenta una de las experiencias realizadas en el IDEC, en el campo de la programación de edificaciones educacionales; en este caso, para Institutos de Educación Superior.

Se trata de una metodología de análisis de carreras universitarias desde el punto de vista de la demanda de espacios docentes que se genera como consecuencia de la trayectoria estudiantil durante su permanencia en la carrera. Dicha demanda se obtiene a partir de los índices obtenidos, que son traducidos en términos de recursos físicos, mediante programas de computación diseñados a tal efecto.

Se presenta un ejemplo de aplicación práctica de los índices obtenidos.

Metodología para el análisis de carreras universitarias.

La necesidad de agilizar los procesos de programación, de manera que no se vean afectados por problemas de falta de información o por dificultades para establecer ciertos índices, previamente a la utilización de los sistemas desarrollados en el IDEC, ha conducido a realizar una investigación, con el apoyo del CONICIT, cuyo objetivo ha sido, en primera instancia, el diseño de una metodología de análisis de carreras universitarias, a nivel de pregrado, que permitiera obtener un conjunto de índices aplicables en la programación de áreas docentes.

Estos indicadores obtenidos de las carreras existentes servirían de referencia para hacer las estimaciones de áreas cuando se crearan carreras similares o nuevas Instituciones de Educación Superior. El objetivo final ha sido diseñar un sistema de cálculo de requerimientos de áreas, mediante la aplicación de los índices obtenidos y a partir de datos globales de matrícula, conocida o estimada. Un estudio piloto realizado en la Facultad de Arquitectura sobre comportamiento estudiantil sirvió de base para definir la forma más apropiada de llevar a cabo la investigación, desde el punto de vis-

ta de las posibilidades de generalización de la metodología y de la confiabilidad de los índices a obtener.

Para el estudio piloto se tomó una muestra de fichas estudiantiles que fueron sometidas a pruebas de procesamiento a partir de hipótesis distintas, para analizar los problemas que éstas presentaban.

Se estableció como hipótesis inicial que el comportamiento de un estudiante, medido en términos de requerimientos de espacios, está más relacionado con el tiempo que él permanece en la carrera, que con su año de ingreso o con el nivel académico en el cual se encuentre. Por otra parte, frecuentemente es difícil establecer el nivel académico y el paso de un nivel a otro. Con este método esta dificultad se elimina, porque, conocida la situación de un estudiante en un momento determinado, sus próximos estados serán deducibles en función de los períodos que permanezca en la carrera.

El estudio consiste en analizar el comportamiento estudiantil de un conjunto de ocho carreras universitarias de pregrado, durante dieciséis (16) períodos lectivos y determinar el número de horas semanales de clases generadas por cada estudiante en cada tipo de local, y en cada período de vida.

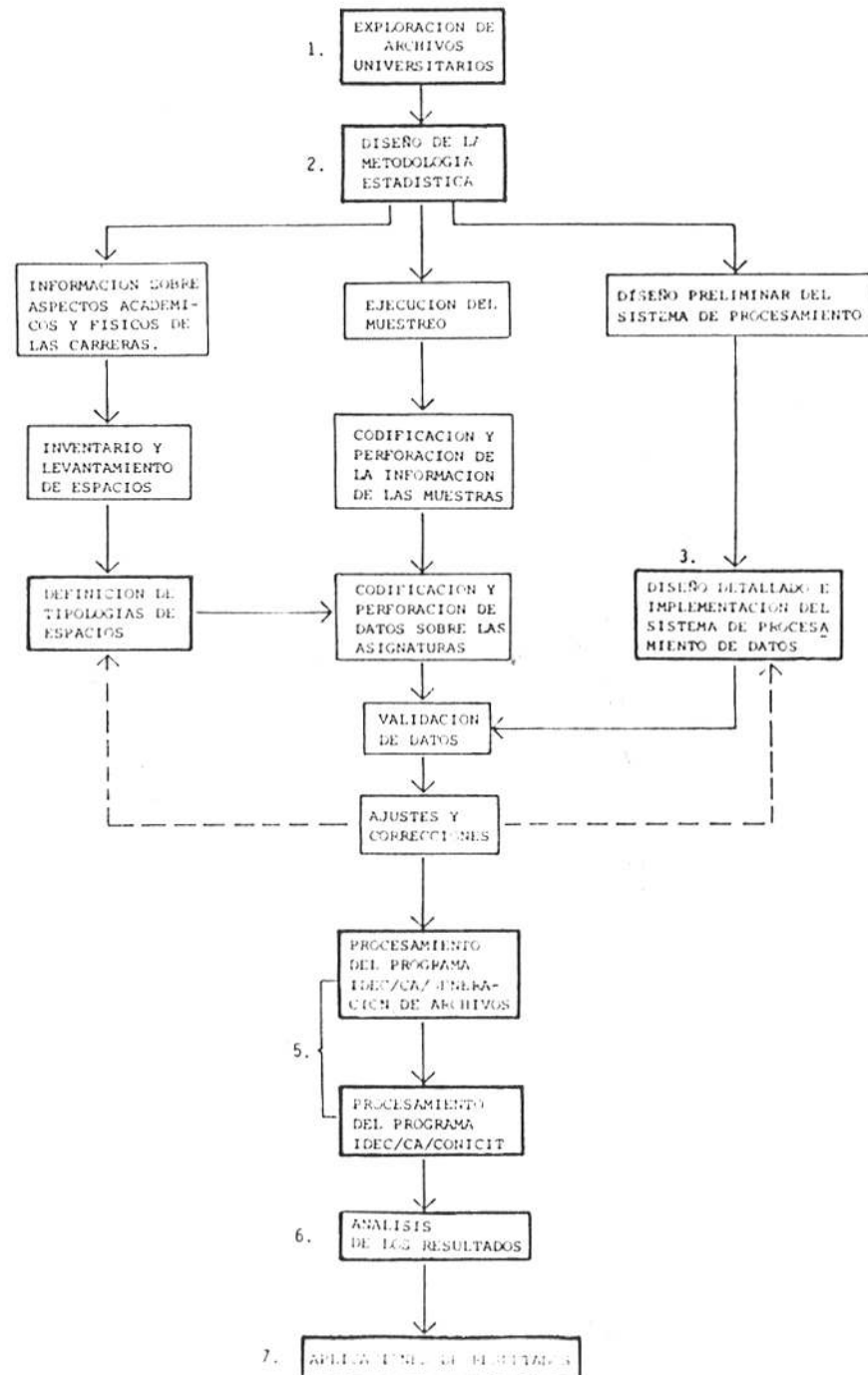
Se define como período de vida, cada uno de los períodos en los cuales el estudiante se inscribe y cursa asignaturas hasta su egreso, sea éste por graduación o por retiro.

El trabajo realizado incluye las siguientes actividades:

1. Exploración de archivos universitarios
2. Diseño de la metodología estadística
3. Diseño del sistema de procesamiento
4. Definición de tipologías de espacios docentes
5. Procesamiento de datos
6. Análisis de resultados
7. Aplicaciones

(*)Profesor, IDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV - Caracas.

(Ver Anexo N° 1: Esquema general del trabajo)



1. Exploración de archivos universitarios: Tiene como objetivo obtener los formatos de los expedientes estudiantiles y de egresados, y precisar, de la información contenida en ellos, la necesaria para el estudio y la forma de uniformarla a los fines del estudio. De dichos archivos se han obtenido también los diferentes planes de estudio, que cada una de las carreras ha tenido durante los períodos analizados.

2. Diseño de la metodología estadística.

Definidas las variables sujetas a estudio y los indicadores a ser obtenidos, y con la asistencia de un especialista se definieron los procedimientos a utilizar según las posibilidades de acceso a la información de los archivos de control de estudios. Estos fueron:

a. Diseño de muestras: para las carreras en las cuales el control fuera manual.

b. Transformación de archivos: en los casos de control mecanizado, con el fin de obtener una estructura de datos similar a la obtenida en las muestras.

Para el diseño de las muestras, en el caso "a" se definieron dos estratos: el primero, constituido por los alumnos activos, y el segundo constituido por los egresados. Se determinó el tamaño de la muestra en cada estrato, en forma independiente, para posteriormente, mediante un proceso de combinación, obtener información para cada período de vida en general.

3. Diseño del sistema de procesamiento.

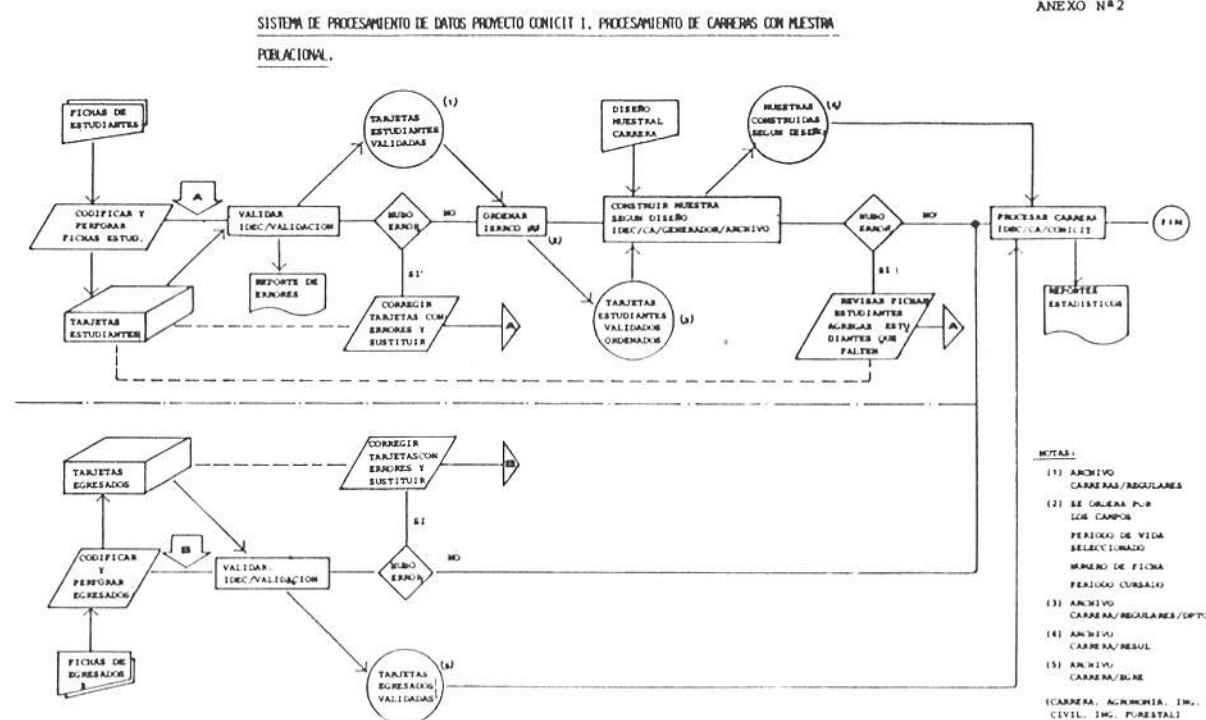
El sistema de procesamiento fue diseñado en base a las características de las muestras, con las variantes para el caso de las carreras en las que se trabajó con población total. Comprende tres programas, a saber:

a. IDEC/validación: que valida la información perforada en tarjetas para detectar los errores en la transcripción de fichas estudiantiles.

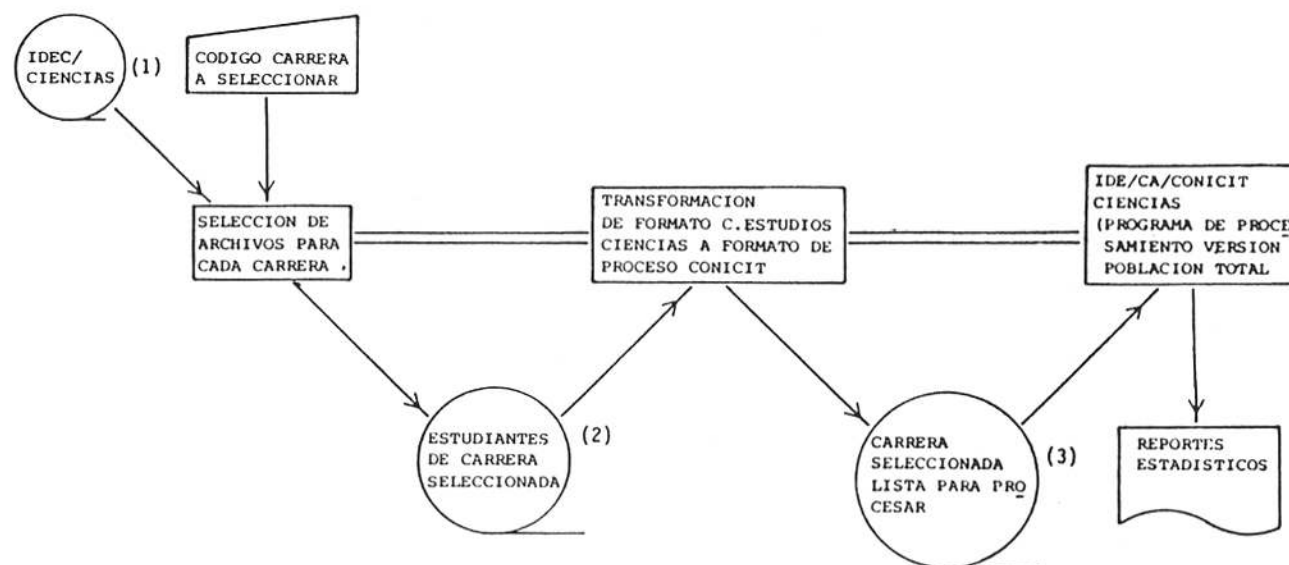
b. IDEC/Generador de archivos: clasifica los elementos de la población de estudiantes activos en grupos y selecciona de cada grupo, una muestra al azar. No se utiliza cuando se trabaja con población total.

c. IDEC/CA/CONICIT: Produce los índices esperados.

(Ver Anexos Nos. 2 y 3 Diagramas del sistema de procesamiento)



SISTEMA DE PROCESAMIENTO DE DATOS PROYECTO CONICIT. 2. PROCESAMIENTO DE CARRERA CON POBLACION
TOTAL (FAC. CIENCIAS, U.C.V.)



(1) CINTA CON DATOS DE TODOS LOS PERIODOS DE ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS (VER DISEÑO)

(2) NOMBRE DEL ARCHIVO DATOS/CARRERA

(3) ARCHIVOS FINALES A PROCESARSE: IDECO/CARRERA. (CARRERAS: MATEMATICAS, FISICA, QUIMICA, BIOLOGIA, COMPUTACION)

4. Definición de las tipologías de espacios.

Se realizó un análisis exhaustivo de las actividades inherentes a cada carrera analizada, obteniéndose catálogos de locales tipo para cada una de las carreras.

5. Procesamiento de datos.

Se hizo para cada carrera separadamente, obteniéndose para cada una de ellas los siguientes datos:

- El promedio de materias que cursa un estudiante en cada período de permanencia en la carrera.
- El promedio de horas semanales de clases que un estudiante cursa en cada tipo de local, en cada período de permanencia.
- El promedio de tipos de locales que utiliza un estudiante en cada período de permanencia.
- La relación de horas-local tipo a horas semanales totales de clase.

6. Análisis de resultados.

Los datos obtenidos para cada carrera nos permiten hacer una serie de cálculos en forma muy simple, para determinar a diferentes niveles de detalle, requerimientos de áreas docentes.

Así, el promedio de horas que cursa un estudiante, en cada tipo de local, es fácilmente traducible a número de locales mediante los métodos usuales para este tipo de cálculos.

La relación horas semanales por local tipo a horas semanales totales, permite hacer estimaciones más generales del mismo modo.

7. Aplicaciones.

Se ha diseñado un modelo de cálculo que, con los índices obtenidos sobre promedio de horas cursadas en cada tipo de local, determina las necesidades de cada local tipo, a partir del número de horas-clase requeridas en promedio por un estudiante en cada período que se desee proyectar.

El método consiste en aplicar a cada generación de estudiantes, los índices "horas-clase semanales por tipo de local" en cada período de proyección; el cálculo

se hace para cada tipo de local por separado. Se obtienen las horas de clase totales en cada período y se dividen entre un factor de conversión para obtener el número de espacios necesarios. Este número, multiplicado por las áreas unitarias de cada local, nos dan las necesidades globales de áreas de cada tipo.

El factor de conversión de horas-local a número de locales se obtiene mediante la siguiente fórmula:

Nº total de horas clase

$L =$

$$C \times \%oc \times H \times \%ut.$$

Donde:

C = capacidad máxima del local (Número de alumnos)

% oc = Porcentaje que, en relación a la capacidad máxima del local, se ocupa realmente.

H = Horas de funcionamiento del local.

% ut. = Porcentaje del tiempo disponible en que el local es utilizado (Véase Anexo N° 4: Ejemplo de cálculo de requerimiento de un local tipo)

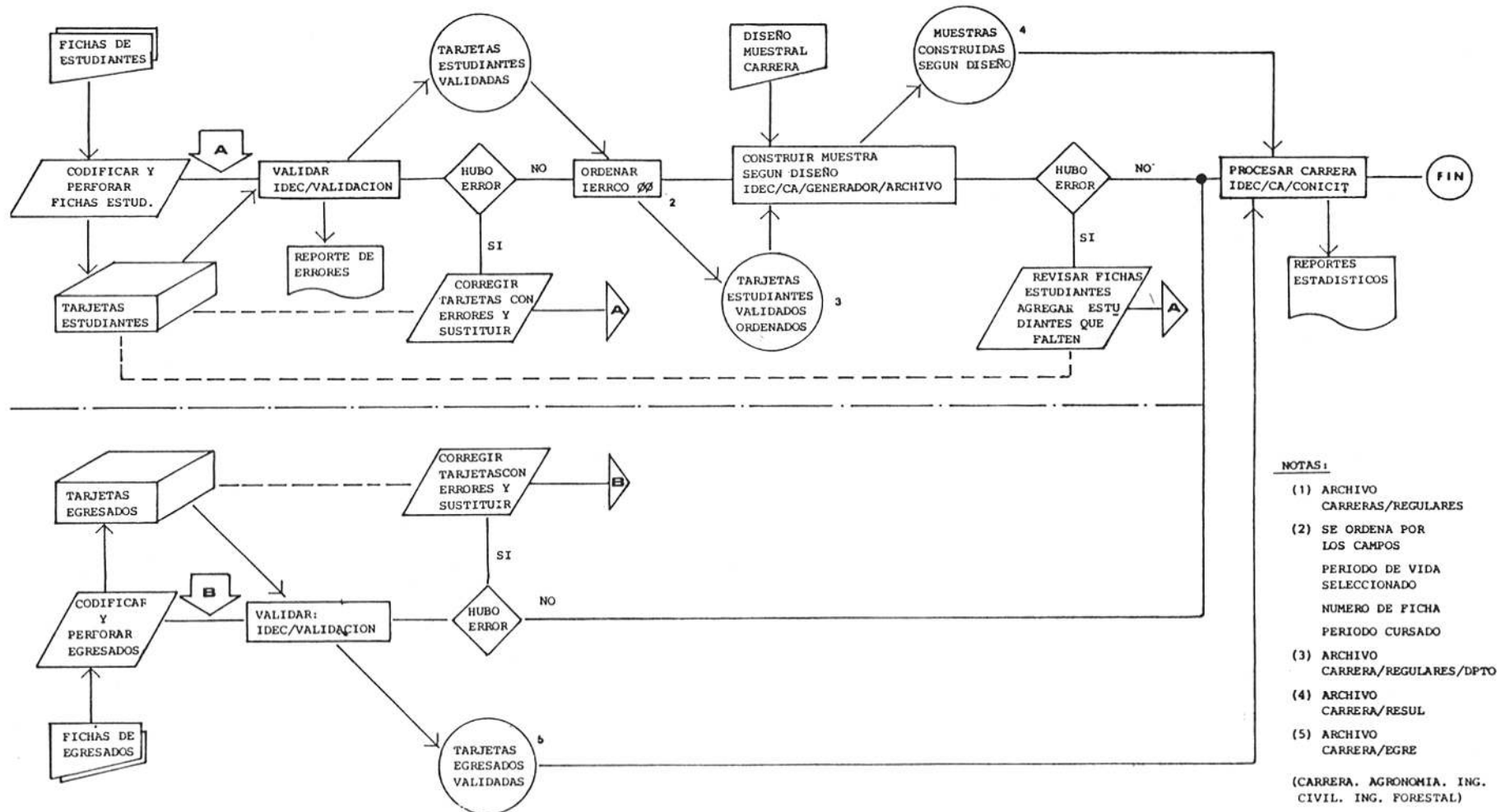
ANEXO N° 4

EJEMPLO DE CÁLCULO DE REQUERIMIENTOS DE UN LOCAL TIPO

Período de Vida	1	2	3	4	5	6
Horas Semanales por alumno	2,2	3,0	3,3	4,5	3,3	4,8

Período de Ingreso	Número de nuevos alumnos	PERÍODOS DE PROYECCIÓN					
		1	2	3	4	5	6
1/81	500	1100	1940	1650	2250	1650	2400
2/81	200	440	600	660	900	660	
1/82	500		1100	1500	1650	2250	
2/82	150		330	450	495		
1/83	300				660	900	
2/83	150					330	
1/84	300						
(1) Total horas		1100	1940	3350	4740	5310	7035
(2) Capacidad del local = 12 al.							
(3) Porcentaje de ocupación 80%							
(4) Horas disponibles 40 h/s							
(5) Porcentaje de utilización (74%)							
(6) Factor de conversión (2) * (3) * (4) * (5) *				284,16			
NÚMERO DE LOCALES (1) / (6)		4	7	12	17	19	25
ÁREA DE LOCALES (M ²)		96	168	288	408	456	600

SISTEMA DE PROCESAMIENTO DE DATOS PROYECTO CONICIT I. PROCESAMIENTO DE CARRERAS CON MUESTRA POBLACIONAL.



LAS REGLAS DEL JUEGO, UNA APROXIMACION AL PROBLEMA DE LA EVALUACION DE PROYECTOS DE ARQUITECTURA

Arq. Alfredo Roffe

Resumen.

El trabajo es un resumen de un estudio más extenso en fase de conclusión, sobre la evaluación de proyectos de edificios en las prácticas profesional y docente. Incluye: 1) Caracterización de la evaluación; 2) Identificación de los tipos de variables que pueden ser evaluadas; 3) Grado de relatividad de las normas de evaluación y necesidad de su explicitación en la programación; 4) Relaciones entre programación y proyecto; 5) Determinación de las variables más usuales y de la forma de medir su comportamiento; y 6) Proceso de síntesis de resultados parciales. Concluye con algunas consideraciones sobre las posibilidades de aplicación de la proposición planteada y sobre las relaciones entre libertad de expresión y normativa.

El presente trabajo es un resumen de un estudio más amplio que está en su fase final de desarrollo, dedicado al problema de la evaluación de proyectos de edificios. La evaluación es una actividad bastante compleja y es causada de una infinidad de problemas. En las dos prácticas consideradas en este trabajo: la docente y la profesional, excluyendo otros tipos de prácticas como la que conduce a las construcciones espontáneas, la evaluación siempre ha sido motivo de situaciones conflictivas o por lo menos polémicas. En la práctica docente la evaluación de los trabajos, más por su forma que por sus resultados, fue por lo menos hasta hace pocos años, la causa principal de deserción de estudiantes. En la práctica profesional no hay un solo concurso cuyo resultado sea aceptado sin mayores discusiones y son muy frecuentes los casos en que los proyectos terminados son desechados y archivados por quienes los promovieron, por no estar de acuerdo con los resultados. La causa fundamental de estos problemas no es tanto la considerable cantidad de variables que entran en juego en el proceso de diseño, que lo hace de por sí extremadamente complicado, sino más bien, como se explicitará más adelante, la enorme carga de subjetividad en los criterios de valoración de los resul-

tados del diseño, subjetividad, además, no manifestada en la oportunidad debida, es decir antes de la terminación del proyecto.

La definición de evaluación que se maneja en este trabajo es la habitual, es decir, la actividad por la cual las características del resultado de un proceso son comparadas con las escalas correspondientes, en las que los estados reconocibles posibles que pueden asumir las variables consideradas en ese proceso han sido definidos y han recibido una calificación que implica un juicio de valor, completándose el proceso con la formulación de un juicio de valor global, resultante de la ponderación del conjunto de las calificaciones parciales asignadas a las variables consideradas aisladamente.

1. El trabajo comienza con la definición del concepto de evaluación y la determinación de los momentos en que debería producirse, tomando en cuenta que, en general, el proceso de diseño es un proceso que pasa por varias fases conectadas linealmente entre sí, lo que hace posible y conveniente efectuar una evaluación al final de cada fase, antes de comenzar la siguiente. Por supuesto que la evaluación que se considera es sólo de tipo externo, es decir de productos terminados, ya que la evaluación o autocritica interna, que es constante durante el proceso de elaboración en cada una de las fases del diseño, y por la cual el proyectista va tomando decisiones hasta llegar a la configuración final de su producto, está tan absolutamente imbricada con el proceso de diseño que es imposible separarla y su consideración implicaría entrar a analizar el proceso de diseño mismo lo cual no es el objetivo de este trabajo. Tampoco se incluye en él la evaluación o crítica que se produce al ser construido el edificio o hecho público el proyecto, en la cual participan infinidad de individuos, desde el más sofisticado historiador hasta el más común de los ciudadanos, ya que el trabajo se limita a la evaluación que hace el promotor (el cliente en la práctica profesional o el profesor en la práctica docente) sobre el producto que le presenta el proyectista, quien lo ha realizado a solicita-

do de ese mismo promotor.

2. La segunda parte está dedicada a la identificación de las variables que podrían ser evaluadas. Estas variables han sido agrupadas en tres grandes categorías.

La primera categoría incluye las que tienen que ver con el edificio como objeto de uso y pueden ser llamadas funcionales. Así, la edificación tiene que ser estable, adecuarse al terreno en que se construye y al contexto natural y construido en que se localiza, ofrecer condiciones ambientales favorables, facilitar la realización de las actividades que habrá de cumplirse en ella a través de un adecuado dimensionamiento y ubicación de los locales en que se subdivide, disponer de las instalaciones necesarias y poder operarse y mantenerse, una vez terminada, de manera eficiente. Las áreas libres adyacentes, dentro de los límites del terreno, también tienen que ser tratadas en función de sus relaciones con la edificación.

La segunda categoría comprende las variables relacionadas con el valor de cambio del edificio y podrían ser denominadas económicas. El monto y oportunidad de las inversiones y las expectativas de rentabilidad son las cuestiones fundamentales en este caso, inversiones que se traducen normalmente en estimaciones de costos administrativos, financieros, fiscales, del terreno, de la construcción y de la operación y mantenimiento.

La tercera y última categoría, sin duda la más problemática, incluiría las variables que se denominarían comunicacionales, en el sentido de que de alguna u otra manera están relacionadas con la transmisión de información semántica y estética. Esta distinción se utiliza en la práctica con frecuencia pero su tratamiento a nivel teórico es más bien escaso, lo que obliga a extenderse un poco en su consideración. La diferenciación propuesta en este trabajo se apoya fundamentalmente en los estudios de Abraham Moles y Umberto Eco. Eco, en su Tratado de Semiótica (1976), adheriéndose a las tendencias derivadas de Saussure, distingue en la comunicación de sentido un sistema trasmisor, material,

portante, que constituye el nivel de la expresión o del significante y un sistema transmitido, relativamente inmaterial que constituye el nivel del contenido o significado. Cada vez que un elemento del plano de la expresión se correlaciona establemente, dentro de una comunidad lingüística, con un elemento del plano del contenido se produce una función semiótica o signo. El aporte introducido por Eco está en la diferenciación de los sistemas de expresión y de contenido, llamándolos s-códigos y asignándoles una autonomía. "Un s-código es un conjunto finito de elementos estructurados en oposiciones y regidos por reglas combinatorias" (Eco, 1976, p. 80). Sólo cuando se establecen relaciones estables entre uno o más s-códigos a nivel de expresión y un s-código a nivel de contenido, el s-código semántico, se puede hablar de código significativo. "Un código es la regla que asocia los elementos de un s-código a los elementos de otro o más s-códigos" (Eco, 1976, p. 80). Eco llama a las unidades de un código signos o funciones semióticas y a las unidades de un s-código señales.

Por su parte Moles en su Teoría de la información y percepción estética, (1958) caracteriza la información semántica como el sentido, el significado que se le atribuye a un mensaje a través del proceso que se inicia con las sensaciones provocadas por los estímulos configurados en ese mensaje que ponen en marcha en el receptor los mecanismos de percepción, pensamiento, memoria e imaginación y concluye con la asignación de ese sentido o significación. La información semántica es traducible con bastante exactitud por ejemplo de un idioma a otro y puede transmitirse asociada a diferentes s-códigos expresivos sin alterarse. La información semántica puede producir procesos afectivos, pero específicamente permite un conocimiento del mundo externo, la reestructuración del mundo interno y la preparación de reacciones. En cambio la información estética que también se inicia con las mismas sensaciones sólo determina en el receptor estados afectivos tales como el agrado o desagrado, el gusto o el disgusto, el placer o la emoción. La información

estética no es traducible y está estrictamente ligada al s-código expresivo con que se conforma el mensaje por lo que no es posible cambiar de un s-código a otro sin que se altere sustancialmente. En su texto Moles no utiliza el término de s-código, pero su empleo, que se propone aquí, clarifica considerablemente su exposición.

En la realidad hay muchísimos s-códigos expresivos correlacionados establemente con el s-código semántico, como sucede en el código lingüístico, o en el código icónico. Pero hay muchos otros casos en que el s-código no se correlaciona establemente con el s-código semántico y ni siquiera de manera parcial. Habría que dejar claro que, como se indicó antes, en los casos en que se produce la transmisión de información semántica, también se produce transmisión de información estética, pero que no siempre la transmisión de información estética va acompañada por las transmisión de información semántica.

En el caso de la arquitectura es evidente y se acepta generalmente que hay una transmisión de información semántica y estética simultáneamente, aunque no siempre se las diferencia con suficiente precisión. Un edificio y muchas de sus partes denotan, transmiten como información primaria, que pueden ser usados de determinada manera. Eco dirá "La forma del objeto debe, además de hacer posible su función, denotar con suficiente claridad esa función, haciéndola practicable, además de deseable... la forma denota la función (pero) sólo con base al sistema de hábitos y expectativas establecidos, y por lo tanto en base a un código" (Eco, 1973, p. 30). Una escalera denota que puede ser utilizada para subir o bajar de un nivel a otro (nivel comunicacional) y por supuesto también puede ser usada, salvo que se trate de un "trompe-l'oeil", para subir o bajar (nivel funcional). Juan Pablo Bonta en su Sistema de significación en arquitectura (1979) desarrolla ideas sugerentes sobre los indicios intencionales como el tipo de signo utilizado por la arquitectura para denotar significaciones.

El problema se complica cuando se considera el ni-

vel de significación superior, el nivel de las connotaciones. Charles Jencks, por ejemplo, señala que "Existen otros significados y una arquitectura multivalente, al igual que obras de arte multivalente como Hamlet por ejemplo, tiene el potencial para poner en funcionamiento la mente humana y abrir la imaginación a nuevos significados" (1980, p. 103). Jencks, por supuesto, modera estas ambiciones en otras partes de su texto. Eco, más cautamente, señala que si la información semántica transmitida por la arquitectura se limitara al nivel denotativo habría que considerarla como un lenguaje bastante pobre pero mantiene la esperanza de que no sea así y se entrega a la búsqueda de la identificación y descripción de los sistemas connotativos de la arquitectura, con resultados por lo demás bastante poco satisfactorios. Sin embargo, a nivel connotativo, hay un subconjunto de significaciones que la arquitectura transmite muy bien, mediante códigos que si no han sido sistematizados, son de uso común. Es el caso de los que Jean Baudrillard (1969) denomina valores-signos y que en síntesis corresponden a aquellos signos que transmiten una información de status de clase. Así, por ejemplo, la casa diseñada por Neutra para Joaquín González Gorrondona en el Parque del Avila transmite inmediatamente como significación un status excepcionalmente privilegiado, mientras que un rancho cualquiera en un cerro cualquiera transmite por lo contrario la significación de un status excepcionalmente desprivilegiado. Pero en todo caso, queda planteado que la arquitectura podría transmitir otras significaciones además de la relativa al status.

En lo que respecta a la información estética, en el sentido aquí indicado, hay muchos trabajos que se proponen su sistematización códica, como por ejemplo el de William Muschenheim, propone las categorías de masa, volumen, plano, líneas, sólido, vacío, proporción, tamaño, escala, luz, sombra, textura, patrón, color, transparencia, reflectividad, translucidez, ritmo, armonía, cerrado, altura, amplitud, profundidad y extensión, aunque como pasa en la mayoría de los estudios similares, no llega a establecer un repertorio de esta-

dos reconocibles o en otros casos, se cae en la tentación de tratar de establecer correlaciones entre los s-códigos expresivos y el s-código semántico, como sucede con Giedion en "Espacio, tiempo y arquitectura".

En síntesis, entonces, podríamos concluir que a los fines de este trabajo se han considerado pertinentes las categorías de variables funcionales, económicas y comunicacionales, éstas últimas a nivel denotativo, connotativo y estético.

3. El capítulo siguiente se propone estudiar de que manera pueden ser evaluadas las variables correspondientes a cada categoría. En este sentido se hace necesario recordar la definición de evaluación utilizada y que las escalas de calificación allí indicadas tienen evidentemente un carácter normativo. En referencia a la altura libre de un local, por ejemplo, se pueden establecer dos estados reconocibles como mínimo, que esta variable pueda asumir en el diseño, digamos 2,60 m. o más y menos de 2,60 m. El primer estado se califica de aceptable y el segundo de inaceptable, lo cual es el comportamiento típico de una norma. Pero también se puede establecer, otro ejemplo, que el acceso a un local determinado puede asumir en el diseño dos estados reconocibles como mínimo, estar en conexión con una circulación común solamente o no estarlo, siendo el primero aceptable y el segundo no. En un tercer y último ejemplo se podría establecer, respecto al uso de colores en un determinado local, que pudiera asumir dos estados reconocibles; uno que todos los cerramientos exceptuando puertas, ventanas y piso fueran de un color determinado, según muestra, y otro que no lo fueran, siendo el primer caso aceptable y el segundo no. En todos los casos se puede hablar de normas. Pero estas normas evidentemente no tienen el mismo carácter de generalidad en su aplicación.

En la práctica social hay ciertas normas que adquieren un carácter universal y se formalizan e institucionalizan a través de instrumentos legales en uso en esa sociedad, como sucede en nuestro país con las Ordenanzas de Zonificación, el Código Eléctrico Nacional, o las

Normas Sanitarias del M.S.A.S., dejando sentado de paso que ese cumplimiento es a nivel teórico. Pero el resto de las normas aplicables en la evaluación no tienen para nada ese carácter general. Es cierto que con frecuencia hay normas que son utilizadas corrientemente y que son de uso común en grupos especiales que suelen emplearlas sin necesidad de explicitación, tales como grupos de arquitectos de una determinada escuela o tendencia y que se podrían ejemplificar con la norma que establece la prohibición de cualquier ornamentación, o con la norma que determina el tamaño de un local específico, obtenido analizando el tamaño de los objetivos utilizados y el área libre necesaria para los movimientos de las personas que los utilizan, mediante métodos ergonómicos. Pero el tamaño de estos grupos y el grado de lealtad a todos o algunos de sus principios normativos tienen límites extremadamente indeterminados. El nivel de indeterminación aumenta considerablemente cuando se consideran otras variables como son las relacionadas con la información estética, especialmente con la atomización de los sistemas de gusto característica de nuestra época. En síntesis, lo que se quiere señalar es que no existen en nuestro tiempo normas canónicas, establemente compartidas por una comunidad, aplicables al comportamiento de la mayor parte de las variables que entran en juego en la configuración de un edificio y su entorno inmediato y en consecuencia en la configuración de un proyecto, asumido como su fiel representación. Así mismo, que la no existencia de normas canónicas y la asunción de normas de relativa aceptación grupal y hasta individuales como normas canónicas que no requieren explicitación es la fuente fundamental de los problemas de evaluación.

Unos pocos ejemplos intentarán justificar este razonamiento. A nivel de variables funcionales conectadas con la fisiología humana es conocida la enorme diferencia que hay entre países en el momento de normar el nivel de iluminación mínima y máximo en las superficies de trabajo en oficinas. En las variables funcionales conectadas con elementos psico-sociales cabe indicar

la oposición entre el concepto de oficinas abiertas con tratamiento paisajístico y el de oficinas cerradas, o entre quienes aceptan y quienes rechazan el uso de servidumbre de paso en viviendas y escuelas para no entrar en las complicaciones de lo que Goffman llama "los territorios del yo". En las variables económicas pueden servir como ejemplo de la dificultad de las estimaciones las variaciones, a veces considerables, que presentan las ofertas en cualquier licitación aún a nivel global, variaciones que se acenúan al pasar a nivel de partidas y subpartidas, para no entrar tampoco en el problema de la rentabilidad y en consecuencia del plan de inversiones, en el que juegan, entre otros elementos, la difícil relación entre inversión inicial en construcción e inversión en mantenimiento y operación, o la ambigua evaluación que resulta de aplicar los modelos de costo-beneficio a edificaciones públicas. En el grupo de las variables comunicacionales semánticas denotativas se pueden mencionar las discrepancias en la apreciación de la "claridad de lectura" de una planta o de unas circulaciones, cuya configuración debería informar directamente sobre sus posibilidades de uso. En las connotativas se puede hacer referencia a los frustrantes intentos de análisis componencial de Eco (1972) sobre el signo arquitectónico columna o de Jencks (1980) sobre la Columna Nelson en la Plaza Trafalgar de Londres, que lo hacen concluir en aplicar el calificativo de "esquizofrenia radical" al uso del nivel connotativo en la arquitectura. Por último, en lo que respecta a la información estética, se puede citar el interesante análisis que hace Bonta de la relatividad de los términos Horizontal/vertical al estudiar las apreciaciones de diversos críticos e historiadores sobre el edificio Carson, Pirie y Scott de Sullivan en Chicago, para algunos de los cuales predomina el sentido de horizontalidad y para otros el de verticalidad, requiriéndose de un sistema contextual para poder desambiguar el término y justificar las calificaciones contradictorias. Si este problema se da a nivel de descripción, fácilmente puede imaginarse su amplificación a nivel de evaluación.

Si se acepta la hipótesis de que al no existir normas canónicas para la mayor parte de las variables a ser consideradas en la evaluación, éstas son establecidas por el promotor, quien se reserva y cumple con la actividad de evaluar, en razón misma de su posición de promotor, se produce entonces una situación bastante particular. Si uno se atiene a un principio elemental de justicia, sería absolutamente injusto y poco ético que el promotor juzgara el proyecto con unas normas de evaluación que ha mantenido implícitas, ocultas, hasta el momento en que el proyectista presenta su trabajo. Ya sea porque considere que esas normas son canónicas y que el proyectista tendría que conocerlas, lo cual como hemos tratado de demostrar es una posición equivocada, o porque no se ha paseado por el problema, la situación sigue siendo igualmente injusta. Se trataría prácticamente de un juego en el que un jugador impone las reglas a posteriori y en el cual el otro jugador quedaría totalmente indefenso y a la merced del primero. Lamentablemente esta es la situación predominante en la práctica. El promotor resuelve, muchas veces sin mayor análisis, si le gusta o no le gusta el proyecto, si le sirve o no le sirve. Pero en atención al cumplimiento de ese principio elemental de justicia, pareciera que las reglas del juego deberían ser comunes y explícitas para los jugadores antes de comenzar la partida. Es decir que el promotor debería establecer de antemano, antes de la culminación del proyecto, las normas que va a aplicar para evaluarlo. Estas normas corresponderán en su gran mayoría, y en mayor o menor grado, a sus decisiones personales, subjetivas o no, pero que fijan una configuración de las variables como válida y aceptable, dejando por consiguiente de ser válidas y aceptables otras configuraciones distintas. Así, tratándose de un caso singular, establece normas singulares, siendo evidente que cualquier pretensión de que esas normas singulares tengan un carácter universal, canónico, es injusto e injustificable. Si se asume como cierto y aceptable este planteamiento, entonces el promotor debería establecer las normas de evaluación antes de la culminación del proyecto

y estas normas tendrían que ser conocidas por el proyectista. Se establecería así entre el promotor y el proyectista una especie de contrato especial, un documento que formaría parte del acuerdo entre las partes, en el cual las normas de evaluación quedarían explícitas. Por supuesto que el proyectista puede o no aceptarlas, pero de ser así simplemente no sería posible el acuerdo entre las partes. La forma de explicitar esas normas es evidentemente a través de la programación. La programación debe incluir sólo los objetivos cuyo cumplimiento puede ser expresado a través del diseño y debe incluirlos en forma tal que se indique con claridad cuales son los estados reconocibles aceptables de las variables. Las variables no incluidas en la programación no deberían estar sujetas a evaluación.

4. La cuarta parte está dedicada a conseguir las relaciones entre la programación y el proyecto. Los métodos básicos de proyecto: de lo general a lo particular y de lo particular a lo general son considerados, indicándose las fases por las cuales para el proceso. Se constata que el caso normal es cuando se va de lo general a lo particular, definiéndose las tres fases habitualmente utilizadas, pero que eventualmente pudieran ser más: la de partido o pre-anteproyecto, la de anteproyecto y la de proyecto, definiéndolas en cada oportunidad. Lógicamente al final de cada fase debe producirse una evaluación y los ajustes del caso antes de pasar a la siguiente y en consecuencia la programación que incluye los objetivos traducidos en estados aceptables de las variables a ser consideradas en cada evaluación debe producirse en forma previa a la conclusión de la fase respectiva. Se señalan también algunas de las formas de programación que es necesario utilizar cuando son previsibles desarrollos por etapas y modificaciones en el curso de la vida útil de la edificación, y cuando se trata de programas para modificaciones o ampliaciones de edificaciones ya existentes. Por último se analizan las variaciones de las características cuando ésta está referida a partidos, anteproyectos y proyectos, haciendo resaltar la importancia de la pri-

mera fase, en la que las decisiones determinantes del diseño son tomadas, y la modalidad mucho más limitada de las restantes, en las que los aspectos verificables son cuestión de cálculos y especificaciones cuyos factores determinantes provienen de las decisiones tomadas en la primera fase y cuyo desarrollo está mucho más institucionalizado. Sobre la base de este razonamiento se plantea la proposición de limitar a la fase de partido la catalogación de variables que se hace en la quinta parte y limitar a algunos criterios de índole general la consideración de las variables que aparecen al pasar a las fases de anteproyecto.

5. En la quinta parte se discute inicialmente la forma general de establecer los estados aceptables de las variables, diferenciándolas en rígidas y flexibles, según admitan o no una cierta tolerancia y en básicas y ponderables, siendo las básicas las de obligatorio cumplimiento so pena de descalificación del proyecto, y las ponderables las que inclusive pueden dejarse de cumplir. También se consideran las maneras fundamentales de determinar los umbrales de los estados aceptables y la forma de medición.

A nivel de partido son definidas las variables más usadas corrientemente, divididas en 9 Secciones: 1. Restricciones en el uso del terreno; 2. Distribución del área de construcción; 3. Características espaciales y ambientales de los locales, áreas técnicas y circulaciones; 4. Relaciones de los locales y sistemas de circulación dentro del edificio; 5. Estructuras e instalaciones; 6. Áreas libres fuera de la edificación; 7. Sistema de circulaciones externas; 8. Implantación de la edificación en el terreno; y 9. Características determinadas por el proceso constructivo. El total de variables incluidas en estas Secciones es de aproximadamente 90. Las variables económicas integran un grupo de aproximadamente 10 variables. Las variables comunicacionales, dado su alto grado de relatividad, no son tratadas sistemáticamente, sino que se exponen algunos criterios generales para su formulación y se consideran algunos casos a modo de ejemplo.

A nivel de anteproyecto y proyecto, tal como se indicó antes, el estudio se limita a la exposición de algunos criterios generales aplicables si se desea llegar a una programación y una evaluación específica para estos niveles, con algunos ejemplos de casos.

6. El último capítulo considera el problema de la ponderación de las calificaciones parciales de las variables, con el fin de llegar a un resultado global, sintético de la evaluación. El procedimiento resulta bastante simple ya que la forma de medición propuesta antes conduce a resultados fácilmente homogeneizables, lo cual facilita la asignación de valores ponderados a cada variable y su agregación después de ser aplicados.

El trabajo concluye, además de la inclusión de notas, apéndices y bibliografía consultada, con algunas sugerencias para facilitar o simplificar el sistema propuesto y una discusión del problema de las relaciones entre libertad de expresión, libertad de creación e imposición de normas de evaluación.

Bibliografía citada

BAUDRILLARD, Jean (1969): Crítica de la economía política del signo. Ediciones Siglo XXI, México, 1974.

BONTA, Juan Pablo (1977): Sistemas de significación en arquitectura. Ediciones Gustavo Gili, 1977.

ECO, Umberto (1972): Análisis componencial del signo arquitectónico./Columna. En El lenguaje de la arquitectura, editado por Geoffrey Broadbent, Richard Bunt y Charles Jencks. Editorial Limusa, México, 1984.

ECO, Umberto (1973): Función y signo: la semiótica de la arquitectura. En El Lenguaje de la arquitectura, op. cit.

ECO, Umberto (1976): Tratado de semiótica general. Editorial Nueva Imagen + Lumen, México, 1978.

GOFFMAN, Erving (1971): Relaciones en público. Alianza Editorial, Madrid, 1979.

JENCKS, Charles (1980): El signo arquitectónico. En El lenguaje de la arquitectura, op. cit.

MOLES, Abraham (1958): Teoría de la información y percepción estética. Ediciones Jucar, Madrid, 1976.

MUSCHENHEIM, William (1964): Elements of the Art of Architecture. The Viking Press, New York, 1964.

Nota: La fecha después del autor corresponde al año de la edición original.

Desarrollo de los Diseños de Edificaciones, con originales conceptos estructurales, tecnológicos y arquitectónicos para producción masiva, serial e industrializada

Dr. Ing. Josef Dragula.

I. Introducción

En el presente trabajo exponen los criterios constructivos para la producción masiva e industrializada, seguidos por los conceptos originales, los análisis estructurales y tecnológicos, los diseños arquitectónicos respecto a las edificaciones públicas, viviendas multifamiliares y distintas formas de cubiertas de estructuras metálicas.

Estos criterios y conceptos fueron aplicados en forma técnica a nivel de anteproyecto en las siguientes elaboraciones:

SIEP 1: Sistema integral para edificaciones públicas; versión con tecnología monolítica, erigida industrialmente en sitio.

SIEP 2: Sistema integral para edificaciones públicas; versión con tecnología prefabricada, erigida en sitio "a pie de obra".

SIEMET: Sistema integral de estructura metálica tubular con tecnología serial e industrializada, apto para las siguientes aplicaciones:

a) Estructuralmente en edificaciones como:

Cubiertas, cúpulas, todo de techos con envolturas livianas, edificios de 2 ó 3 pisos con losas vaciadas de concreto, postes y mástiles.

b) Funcionalmente en edificios de uso:

Deportivas: cubiertas para canchas hasta 62 m. de luz
Culturales: auditorios, exposiciones, salas de reuniones.

Industriales: galpones de producción, depósitos con transmisión colgada al techo.

Militares: tiendas habitables, de talleres, de servicios, desmontables y transportables, hangares.

Educacionales: aulas de luz entre 6 m. y 12 m. en ambos sentidos.

Cobertura en Voladizo

De alcance entre 28 m. y 48 m. compuesta de elementos tridimensionales, uso para hangares.

Cúpula Cónica.

De diámetro entre 60 m. y 100 m. de trama, formada por barras tubulares.

Edificio Educacional.

Serial e industrial de uno, dos y tres pisos de unidades funcionales con áreas variables desde 50 m² hasta 173 m² de losas y techos formados por elementos tridimensionales.

SIVIM: Sistema integral para viviendas multifamiliares, con distintas tecnologías para edificios altos y bajos. Trabajo presentado en el Primer Concurso de Informes de la Construcción (E. Torroja) Madrid-España, Diciembre 1984.

2. Descripción de algunos conceptos fundamentales aplicados en los diseños.

2.1. Integración total de los conceptos estructurales con las adecuadas tecnologías de ejecución masiva e industrializada y con la función arquitectónica, lográndose una síntesis que responde favorablemente a las metas de máxima economía, el mínimo esfuerzo, recurso y óptima utilización de los edificios.

La tecnología de ejecución aplicada en "SIEP 1", es industrializada, monolítica, erigida en sitio, mediante un movimiento del molde a lo largo del edificio, no transversal, dejando el producto final de concreto una vez en su sitio de destino funcional.

Esta tecnología, gracias a las condiciones climáticas de trópico, favorables para el fraguado del concreto, simplifica y economiza la construcción, dando una estructura verdaderamente monolítica y antisísmica.

En "SIEP 2", se aplicó la tecnología prefabricada, erigida en sitio, o sea, con la producción de los elementos prefabricados "a pie de obra", ejecutada por medio de dos juegos de matrices y un marco con vibradores para cada juego.

Esta tecnología, evita manipulaciones innecesarias y costosas de depósito, transporte, carga y descarga y permite diseñar las dimensiones de los prefabricados de acuerdo a las condiciones funcionales y arquitectónicas, evitando las limitaciones, establecidas por condiciones de transporte.

En el "SIVIM", para edificios altos, se ha adoptado el

sistema tecnológico, denominado "ida y vuelta". Esta tecnología es vertical, rectilínea y bifásica. En la primera fase "ida" —la elevación—, se utilizan los encofrados deslizantes, elevados hidráulicamente por medio de gatos, durante la ejecución de los soportes angulares, y en la segunda fase "vuelta" —el descenso—, se utiliza el encofrado descendiente por medio de poleas, para vaciado de la placa maciza, reforzada diagonalmente por guayas pretensadas.

Este concepto, tiene una secuencia muy racional entre los movimientos y las manipulaciones de los equipos y la labor de vaciado de concreto de los distintos elementos constructivos, como los soportes angulares y las placas.

2.2. Diseño de losa maciza plana sin vigas.

Como placa rectangular, apoyada solamente a sus contornos angulares, de luces máximas $L_x = L_y = 12,0$ m. con transmisión de la carga en las direcciones diagonales y con los siguientes principios:

—Uniformidad estructural

—Trabajo virtual mínimo

—Utilización total del material con esfuerzos casi uniformes sin concentración.

—Versión aplicada con refuerzos normales y pretensados.

(Ver dibujos "SIEP 1" y "SIVIM")

2.3. Diseño estructural del elemento portante espacial.

Soporte angular con plena autonomía estructural e indeformabilidad de su sección horizontal, con deformación de su eje vertical sencilla, determinada por función algebraica de parábola de segundo o tercer grado.

Estáticamente es sustitución de la estructura compleja, como es el pórtico, compuesto con dos diferentes elementos lineales como es la viga y columna, unidas entre sí en un nodo rotatorio y traslativo, con deformaciones caóticas e indeterminadas algebraicamente (ver

dibujo "SIEP 1" y "SIVIM")

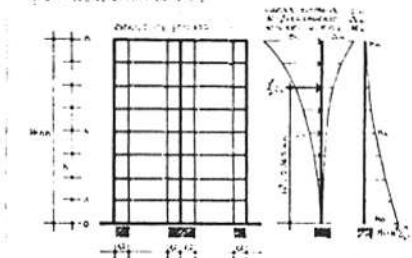
2.4. Análisis de resistencia y estabilidad de la estructura portante para edificios altos, sometida a carga sísmica.

La apreciación de las características cinéticas de las estructuras, como frecuencia circular fundamental,

período de oscilaciones y frecuencia natural, se estimó por medio del método energético de RAYLEIGH. Este análisis y determinación del espectro de frecuencia de vibración y amortiguación del suelo y estructura, se hizo para poder entender el fenómeno sísmico y aplicar más conscientemente los diferentes elementos estructurales en diseño de edificaciones (Ver dibujos "SIEP 1" y "SIVIM")

ANÁLISIS DE RESISTENCIA Y ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA PORTANTE SOMETIDA A CARGA SÍSMICA

La estructura portante sometida a carga sísmica, se analizó por el método energético de RAYLEIGH, para determinar el espectro de frecuencia de vibración y amortiguación del suelo y estructura, se hizo para poder entender el fenómeno sísmico y aplicar más conscientemente los diferentes elementos estructurales en diseño de edificaciones (Ver dibujos "SIEP 1" y "SIVIM")



1. CARGA VERTICAL QUE ACTÚA EN LA ESTRUCTURA

Para la estructura se consideró la carga vertical que actúa en la estructura, la cual se calculó considerando la carga muerta y la carga viva.

2. CARACTERÍSTICA CINÉTICA DE LA ESTRUCTURA

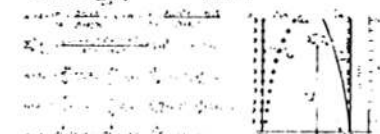
Se calculó la característica cinética de la estructura, considerando la masa y la rigidez de la misma.

3. CÁLCULO DE LA FRECUENCIA NATURAL

Se calculó la frecuencia natural de la estructura, considerando la masa y la rigidez de la misma.

Se calculó la frecuencia natural de la estructura, considerando la masa y la rigidez de la misma.

Se calculó la frecuencia natural de la estructura, considerando la masa y la rigidez de la misma.



Se calculó la frecuencia natural de la estructura, considerando la masa y la rigidez de la misma.

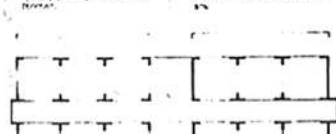
Se calculó la frecuencia natural de la estructura, considerando la masa y la rigidez de la misma.

Se calculó la frecuencia natural de la estructura, considerando la masa y la rigidez de la misma.

Se calculó la frecuencia natural de la estructura, considerando la masa y la rigidez de la misma.

Se calculó la frecuencia natural de la estructura, considerando la masa y la rigidez de la misma.

Se calculó la frecuencia natural de la estructura, considerando la masa y la rigidez de la misma.



Se calculó la frecuencia natural de la estructura, considerando la masa y la rigidez de la misma.

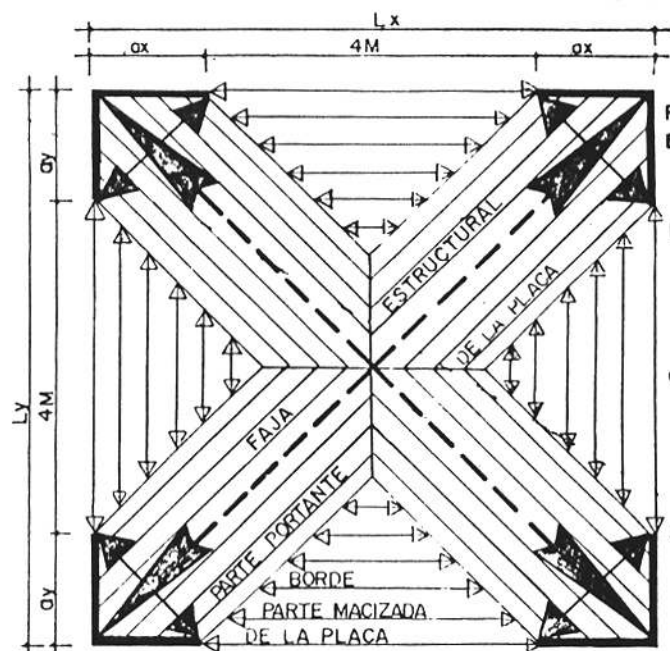
Se calculó la frecuencia natural de la estructura, considerando la masa y la rigidez de la misma.

Se calculó la frecuencia natural de la estructura, considerando la masa y la rigidez de la misma.

Se calculó la frecuencia natural de la estructura, considerando la masa y la rigidez de la misma.

Se calculó la frecuencia natural de la estructura, considerando la masa y la rigidez de la misma.

ESQUEMA DE TRANSMISION DE CARGAS



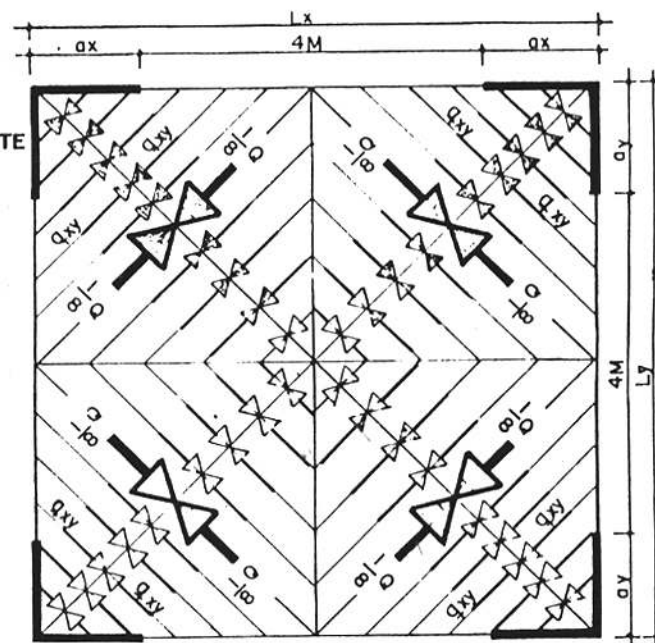
RELACIONES MODULARES
ENTRE PLACA Y SOPORTE

$$Lx=Ly= \begin{cases} 5M = 6,00 \\ 6M = 7,20 \\ 7M = 8,40 \end{cases}$$

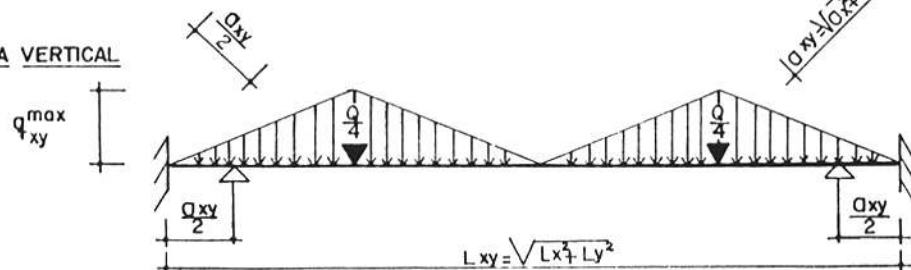
$$ax=ay= \begin{cases} \frac{1}{2}M = 0,60 \\ 1M = 1,20 \\ \frac{1}{2}M = 1,80 \end{cases}$$

$$4M = 4,80 = \begin{cases} Lx - 2ax \\ Ly - 2ay \end{cases}$$

ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE CARGAS



CARGA VERTICAL



MOMENTOS FLECTORES

$$M^n = -\frac{1}{3}M_0$$

$$M^p = +\frac{2}{3}M_0$$

CARGA VERTICAL

$$\text{peso de la losa} \quad 0,20 \cdot 2200 = 440 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{acabado} \quad 0,02 \cdot 2000 = 40 \text{ "}$$

$$\text{carga viva} \quad q = \frac{300}{780} \text{ Kg/m}^2$$

$$q_{xy}^{\max} = q \frac{L_{xy}}{2}$$

$$Q = q(Lx \cdot Ly - 2ax \cdot ay)$$

MOMENTOS FLECTORES

$$M_0 = \frac{Q}{4} \left(\frac{1}{4} L_{xy} - \frac{1}{2} q_{xy} \right)$$

Momento positivo

Momento negativo

$$M^p = +\frac{2}{3}M_0$$

$$M^n = -\frac{1}{3}M_0$$

FLEXION, REFUERZOS Y DEFORMACION EN LOSA DE $Lx^{\max} = Ly^{\max} = 8,40$

$$Q = 50 \text{ T} \quad M_0 = 12,5 \left(\frac{1}{4} 11,85 - \frac{1}{2} 2,54 \right) = 21,3 \text{ Tm}, \quad M^p = 14,2 \text{ Tm} \quad M^n = -7,1 \text{ Tm}$$

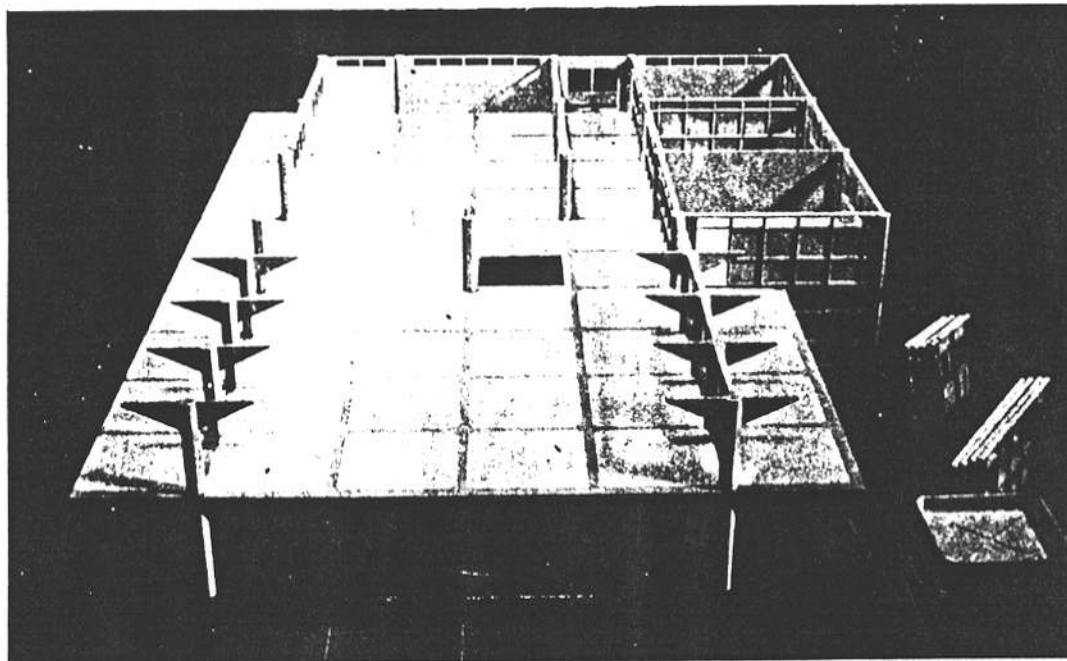
$$As = \frac{14,2}{0,9 \cdot 0,2 \cdot 2,5} = 31,4 \text{ cm}^2; \text{ Refuerzos en faja } 14 \text{ } \varnothing \frac{5}{8} + \text{malla } \varnothing \frac{1}{4} \text{ C/10}$$

$$\text{Flecha: para } E = 14 \cdot 10^5 \text{ Kg/cm}^2; J = 16 \cdot 10^4 \text{ cm}^4; f = \int_0^L \frac{M_0 M_1}{EJ} dL = 1,9 \text{ cm} =$$

$$= \frac{14 \cdot 0,40}{625} < \frac{L_{xy}}{300}$$

2.5. Diseño de la losa nervada con variaciones modulares en ambas direcciones ortogonales, formada por cajones prefabricados.

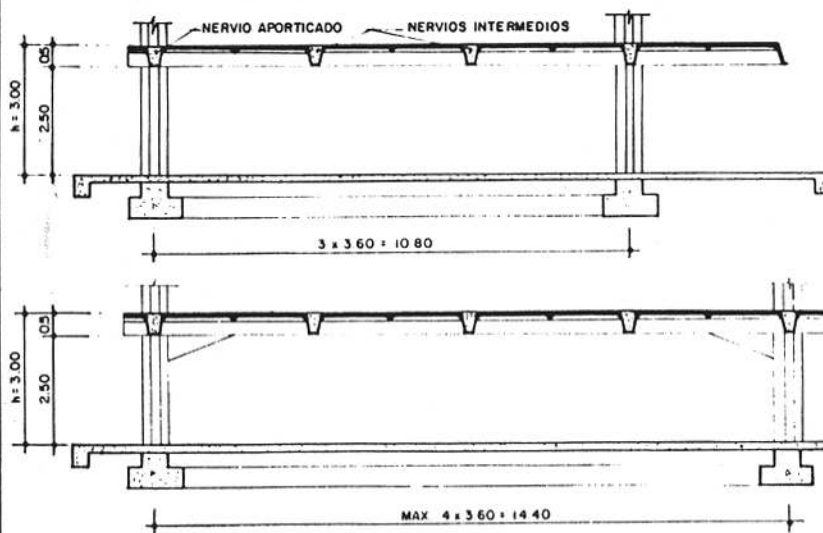
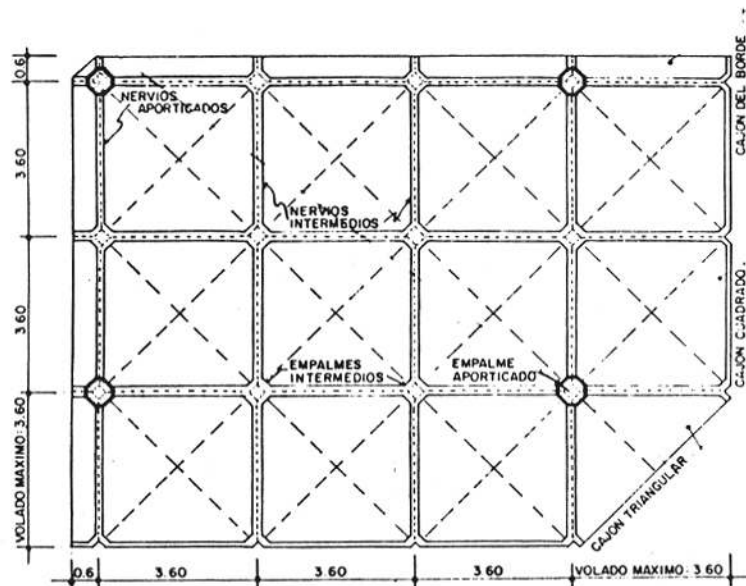
Los nervios de la losa, variados en sitio, reforzados con cabillas o por guayas pretensadas, forman una red rectangular de máximo cuatro tramos de luz $L = 4 \times 3,6 = 14,4$ m. con opción de voladizo de un tramo $L = 3,6$ m. transmitiendo las cargas a los apoyos en dos direcciones. Esta trama ortogonal no condiciona la ubicación de los soportes en ambas direcciones, permite aplicar diferentes cargas vivas hasta 1 ton/m^2 , y por eso da arquitectónicamente y funcionalmente una libertad en el diseño de las edificaciones (ver dibujo 3 "SIEP 2").



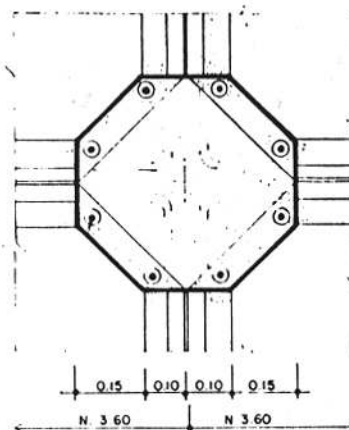
SIEP 2

SISTEMA INTEGRAL PARA EDIFICACIONES PUBLICAS

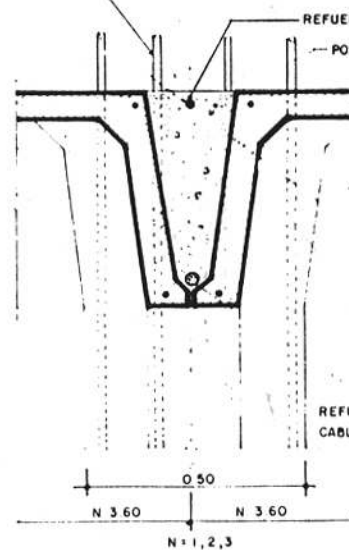
LOSA NERVADA FORMADA POR CAJONES PREFABRICADOS ESC: 1:100



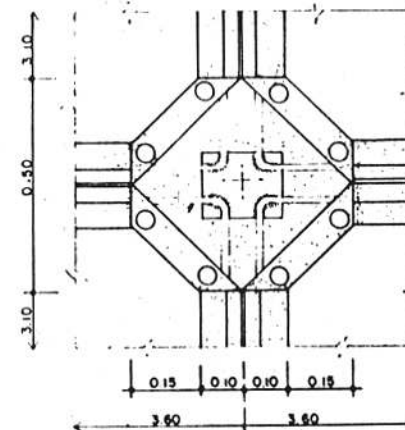
EMPALME APORTICADO ESC: 1:10



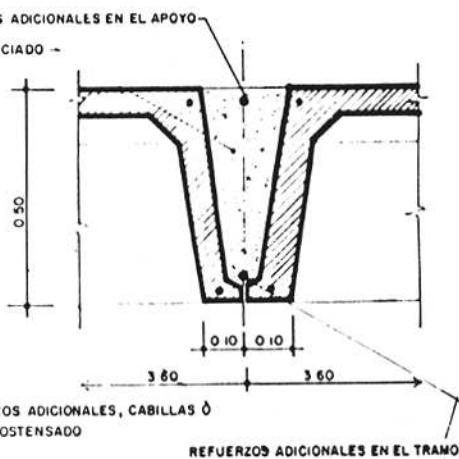
CABILLAS DE LA COLUMNA PASANDO POR LOS HUECOS DEL CAJON



EMPALME INTERMEDIO ESC: 1:10



GANCHOS DEL CAJON SOLDADOS EN LAMINA

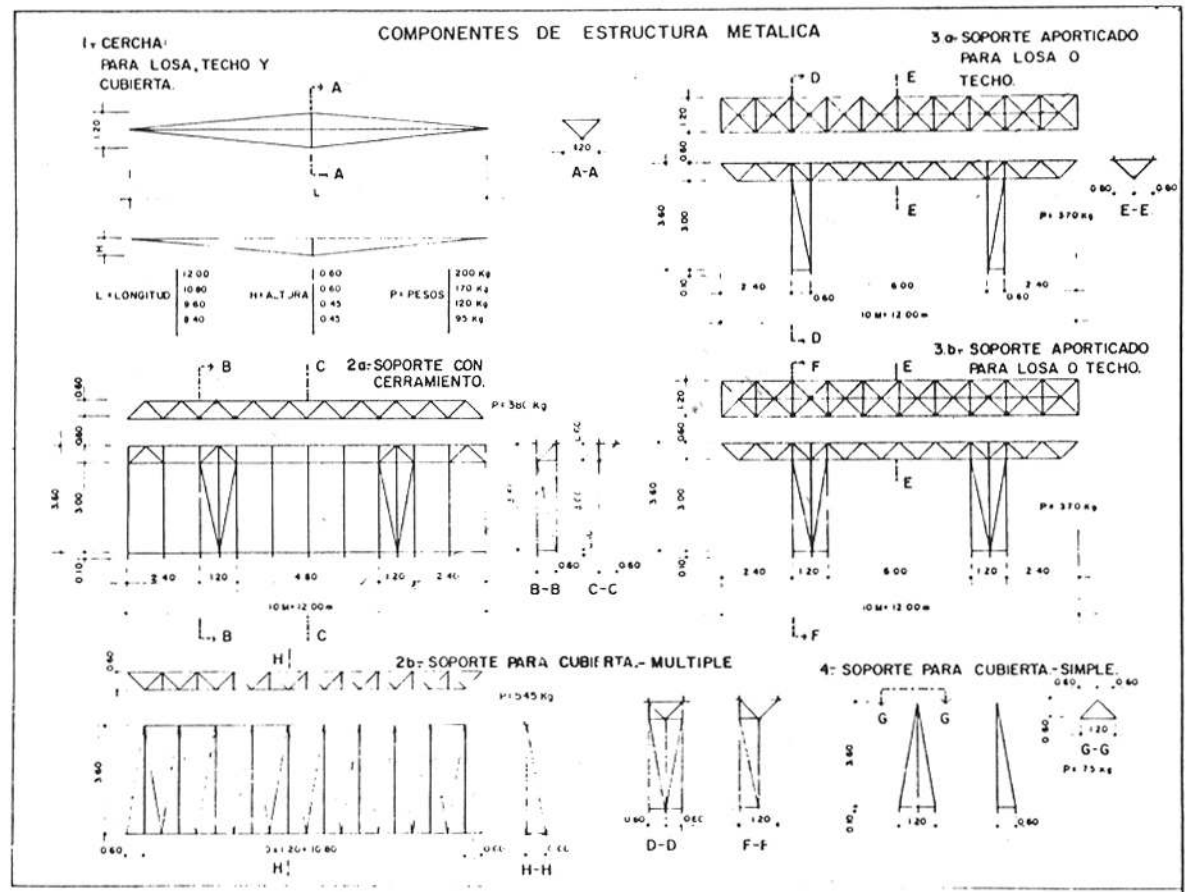


2.6. Diseño de un elemento tridimensional tubular de acero, como parte integrante de distintas tramas espaciales de la estructura portante.

La Sección tubular de las barras del elemento espacial tiene la notable virtud de presentar una resistencia adecuada al pandeo y posee el momento de inercia, igual en todas las direcciones, mayor que cualquier perfil. Este elemento formado por 6 barras tubulares fijadas en 5 vértices sin rotación ni traslación es verdaderamente indeformable.

Los empalmes de los cuatro vértices de los distintos elementos entre sí, por medio de soldaduras y remaches, dan una trama superficial y las uniones de los quintos vértices, por medio de barras de conexión producen la armadura rigidizadora de dicha trama.

Estáticamente el diseño permite obtener tres tipos de tramas: trama en bóveda, formada en su sección transversal por dos hasta ocho elementos tridimensionales de luz máxima 46m.; trama en voladizo, formada por uno y hasta cuatro elementos, de alcance máximo 48 m. y trama cónica, formada en su sección diametral por dos y hasta 8 elementos de diámetro máximo 100 m (Ver dibujo 4: "SIEMET").



2.7. Cúpula tronco-cónica.

Formada por elementos tridimensionales tubulares con ángulo de inclinación de generatrices $\angle = 12^\circ 30'$.

Diseño de cúpula con producción serial de componente principal —elemento tridimensional— y con tecnología industrial de montaje, permite construcción de vasta gama de cúpulas con diámetro del arranque desde 60 m. hasta 100 m.

2.8. Cobertura en voladizo.

Compuesta de elementos tridimensionales de barras tubulares, con variaciones dimensionales de alcance desde 28 m. hasta 48 m. y con pendiente constante $Tg \angle = 9^\circ 30'$. Esta cobertura con trama homogénea, plana y con brazo postensado y empotrado de un cajón de concreto armado, esta diseñada especialmente para hangares de grandes alcances en voladizo, con aplicación de puertas colgadas.

2.9. Edificio Educativo.

De uno, dos o tres pisos, de unidades funcionales con áreas variables desde 50 m² hasta 173 m², integrado por 6 componentes constructivos tipificados. Estructura portante de la losa y techo, representa un esqueleto tubular de acero, formado por los elementos tridimensionales en su sección transversal y en sección longitudinal por dos barras de conexión, las cuales unen los vértices de los elementos tridimensionales, creado en esta forma una armadura triangular de tramos múltiples.

3. Reflexiones.

En el presentado trabajo, el autor a pesar de que su principal facultad es la ingeniería civil, muestra la importancia del diseño, como un arte supremo en solucionar los problemas técnicos, para procurar un verdadero

desarrollo de la construcción, en oposición al camino tradicional del escolástico cálculo, practicado en algunos medios profesionales, el cual con sus secos números, no puede intervenir en la evolución del diseño y más hace daño que beneficio.

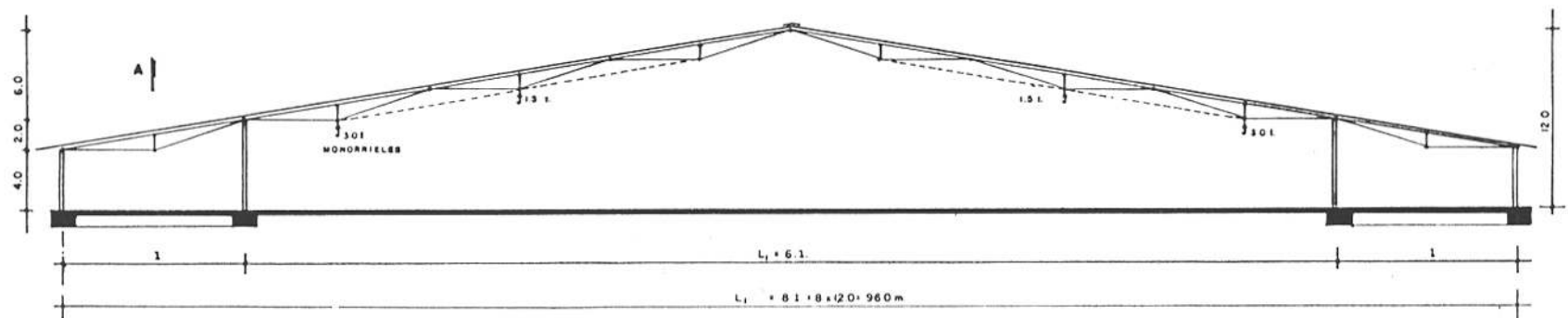
En adición, su filosofía es determinar en la estructura espacial el estado de tensiones y deformaciones, los cuales se desean desde el punto de vista de razonabilidad y economía, pretendiendo después aplicar este diseño de manera que pueda cumplir esos deseos. El cálculo, elaborado estáticamente en estado lineal, muy raro en plano y nunca en el espacio, solamente puede confirmar o no, la justicia del diseño, si se aplican adecuados métodos y esquemas estáticos y no según inadecuados programas de cálculo computarizado.

Es preferible con métodos de diseño, eliminar la influencia negativa de algunos factores, por ejemplo la torsión en vez de calcularla, utilizando sofisticados métodos aritméticos. Terminando con las reflexiones sobre aspectos de las investigaciones y su resultado incluso en el diseño, hay que mencionar que sin sólida preparación teórica y sin la aplicación del sano juicio propio, no se puede obtener resultados satisfactorios y beneficiosos para nadie.

Por fin el autor del presente trabajo agradece a los directores del IDEC Arquitectos Henrique Hernández, Carlos Becerra y Luis Marcano González, el haber establecido todas las condiciones necesarias para el desarrollo de los sistemas aquí propuestos; a los Arquitectos César Martín y Sonia Cedrés de Bello, por su valiosa colaboración en la adaptación arquitectónica; al Ingeniero Allan Lamn por la elaboración de los análisis para los sistemas "SIEP 1" y "SIEP 2".

CUBIERTA EN BOVEDA

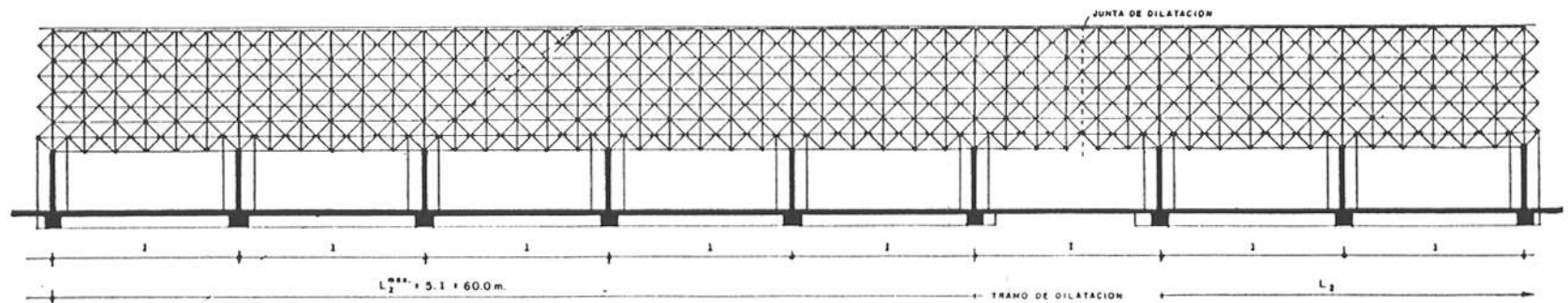
$$67.2 \text{ m.} \leq L = 8.1 \leq 96.0 \text{ m.}$$



CORTE TRANSVERSAL

VARIACIONES DIMENSIONALES DE "1"

1 = 8.4, 9.6, 10.8, 12.0 m.



CORTE LONGITUDINAL AA

Diseño y Análisis de Edificaciones con Sistemas Constructivos Industrializados en Zonas Sísmicas

Sistemas prefabricados y Sistemas Mixtos.

86

José Adolfo Peña U. (*)

RESUMEN

Se plantea la razón de ser de los sistemas constructivos industrializados y se describen las nuevas tecnologías en el campo de la construcción de edificaciones. Se exponen los aspectos conceptuales que rigen el diseño y el análisis de los sistemas constructivos en zonas sísmicas, haciendo énfasis en la participación interdisciplinaria en la creación, desarrollo y puesta en marcha de los sistemas. Se presentan experiencias realizadas en Venezuela.

1. Razón de ser los Sistemas Constructivos Industrializados.

La necesidad cada vez mayor de suplir de viviendas, escuelas, hospitales, centros de servicios, etc., al hombre, nos ha hecho reflexionar, a los que participamos en la solución de este problema, sobre la urgencia de obtener un mayor rendimiento de los recursos de que disponemos, con la finalidad de aliviar las presiones sociales a las que están sometidos nuestros pueblos.

Como técnicos nos hemos percatado de que es necesario un cambio tecnológico dentro de la estructura productiva, cambio que no tendría sentido si lo planteamos solamente dentro de los requerimientos técnicos, sino que tiene que ser realizado además tomando en cuenta las implicaciones culturales y políticas que significan un cambio en la estructura productiva.

Podemos asegurar que un cambio tecnológico no se produce en el vacío sino en el seno mismo de la estructura productiva, y que es desde allí de donde se derivan las consecuencias socio-políticas.

En las nuevas tecnologías que hemos desarrollado se han tomado en consideración muy especialmente

los factores y circunstancias que imperan en la construcción tradicional en Venezuela. Es así como nos hemos abocado al desarrollo de tecnologías que nos permitan manejar sistemas constructivos, con lo cual hemos logrado aumentar la productividad de los recursos de que disponemos: maquinaria, equipo, insumos (materiales y componentes) y mano de obra.

2. Las Nuevas Tecnologías en el campo de la Construcción de Edificaciones.

Por tecnología entendemos un paquete organizado de conocimientos de distintas clases (científicos, técnicos, empíricos, etc.), provenientes de diversas fuentes (descubrimientos científicos, otras tecnologías, libros, manuales, patentes, etc.), a través de métodos diferentes (investigación, desarrollo, adaptación, experimentación, observación, etc.).

Entendemos por sistema constructivo el manejo de la tecnología que hace posible obtener un resultado a través de un proceso permanente, identificado y planificado, en el cual se hace uso de la producción en serie; es la sustitución de la artesanía por el uso de herramientas.

Como artesanía definimos aquel proceso que cada vez que se realiza requiere de la participación de un personal especializado que debe repetir la operación con una dirección y un esfuerzo tanto físico como mental.

A través de los sistemas constructivos se intenta disminuir la participación del artesano, diseñando herramientas que puedan ser manejadas por personas sin experiencia y sin participación de quien las produjo.

En el desarrollo de nuevas tecnologías y de sistemas constructivos hemos establecido como condición la participación mayoritaria de los recursos de equipo, insumos y mano de obra con que se cuenta en Venezuela. En el diseño y producción de las herramientas y equipos requeridos hemos aprovechado los recursos de la industria metal-mecánica establecida en el país.

Para la producción de herramientas, que pueden ser más o menos complejas de acuerdo a las circunstancias

que priven en el país, se requiere de la participación en alto grado de la industria metal-mecánica, pero cuando las herramientas se ponen en línea de producción cualquier obrero con una pequeña instrucción puede hacer uso de ellas. En cuanto a la no continuidad de la demanda, así como la variabilidad de los volúmenes otorgados a las empresas constructoras, estas son dos circunstancias que se mantienen cualquiera que sea la tecnología aplicada.

Si tomamos como ejemplo la producción de un elemento de concreto prefabricado haciendo uso de un molde de metal especialmente diseñado (ubicado a pie de obra) vemos que no se necesita la especialización del carpintero, que el vaciado del concreto es muy sencillo, y que el alisado de la superficie superior se puede realizar con una alisadora mecánica o manual, es decir, la utilización de la herramienta sustituye la participación del artesano por mano de obra no especializada, este es uno de los factores de la industrialización y de lo que se llama la producción en serie.

No es la producción de herramientas, en este caso el molde, lo que hace posible la producción en serie sino la organización de los mismos dentro de la producción. En un proceso en el cual se utilizan varios moldes, se organiza que su uso se haga cada veinticuatro horas de manera lineal. Para el manejo de una pista, se organiza primero la participación de los que arman el molde, de los que limpian, de los que colocan el antiadherente, de los que colocan la armadura, los detalles de anclaje y los de electricidad, etc., luego de los vaciadores de concreto y por último de los que realizan el acabado final. Este proceso repetitivo califica la producción en serie del sistema constructivo.

El uso de los recursos de la industria metal-mecánica, puede ser aprovechado para la producción de elementos constructivos prefabricados de acero, las cuales pueden ser incorporados dentro de la edificación como elementos simples de acero o como parte de la armadura rígida de un elemento mixto concreto-acero.

En estos casos la producción de los elementos de acero se hace en el taller, lo cual permite elaborar piezas

(*) Profesor, IDEC; Facultad de Arquitectura, U.C.V., Caracas. Ingeniero; Equipo de Diseño OTIP. C.A. Y LARPRE C.A.

de utillaje (patrones) por parte del personal especializado. Esto asegura el control de calidad en la producción de todos los elementos y permite la participación, en el ensamblaje, de mano de obra no especializada. Las piezas de utillaje (patrones) en los sistemas constructivos de acero, son equivalentes a los moldes en los sistemas constructivos de concreto.

Es un tema a discutir, se trata de sustituir al artesano, dado que en Venezuela no se cuenta con abundancia de obreros especializados (albañiles, carpinteros, soldadores, plomeros, electricistas, etc.) y en cambio si hay que incorporar el gran caudal existente de mano de obra no especializada a los medios de producción con herramientas muy sencillas y que estén a nuestro alcance. Por la forma en que se organiza la producción con el uso de sistemas constructivos, es posible adiestrar la mano de obra no especializada, la cual puede alcanzar con ello un mejor medio de vida (instrucción y salario). La experiencia que hemos realizado se mantiene dentro de estas ideas sobre el grado de industrialización.

En nuestro caso, en Venezuela los sistemas constructivos industrializados están basados en las siguientes tecnologías: la prefabricación, el vaciado de concreto con encofrados metálicos y en la incorporación de las dos tecnologías anteriores en lo que llamamos sistemas mixtos.

En lo que se refiere al uso de materiales, hemos utilizado mayoritariamente el concreto armado, en algunos casos el concreto pretensado y en otros casos hemos combinado el acero como armadura rígida (perfiles) con el concreto armado.

En cuanto a tipos de estructuras, los sistemas constructivos que hemos aplicado se basan en estructuras conformadas por paredes portantes en dos o más direcciones conectadas.

3. Diseño de Sistemas Constructivos Industrializados en Zonas Sísmicas.

Cuando se trata de diseñar una edificación a ser cons-

truida con un sistema industrializado, la cual se ubicará en una región con riesgo sísmico, es necesario conjugar criterios de funcionalidad, de economía y de seguridad, con la expectativa de lograr una productividad mayor que la obtenida con los sistemas tradicionales. Esta productividad está íntimamente relacionada con el máximo aprovechamiento de los insumos de que se dispone. Esta productividad se entiende que no alterará en manera negativa la seguridad de las edificaciones; por el contrario, con los sistemas industrializados es posible establecer mecanismos de control, gracias a la repetición de las operaciones, que garantizan el cumplimiento de las hipótesis que se establecieron en la etapa de diseño. Indudablemente que las hipótesis desde el punto de vista de la seguridad de las estructuras construidas con sistemas industrializados, serán particulares de cada sistema en si, y además dependerán de la tecnología que sea utilizada. En el caso de la prefabricación, por ejemplo, basada en grandes paneles, hay que estar conciente por una parte, de la importancia que tienen las hipótesis que se establezcan para el manejo de los elementos prefabricados y por otra, de las hipótesis que se establezcan para realizar las uniones de los mismos. Esto último ha sido el "Tabú" de los sistemas prefabricados.

Indudablemente que las uniones en un sistema prefabricado constituyen zonas de ablandamiento del sistema estructural. Pero queremos recalcar que este hecho no hace imposible la solución del problema de garantizar la integridad del conjunto estructural compuesto de elementos prefabricados, dotándolo de la seguridad exigida a las edificaciones construidas en zonas sísmicas.

Cabe preguntar ¿Acaso en la construcción tradicional no hay problemas de uniones cuando de solape de armaduras o cuando de cortes de vaciado se trata?. Son problemas que existen, para los cuales se han establecido las respectivas hipótesis y se cuenta hoy en día con un estado del arte ampliamente conocido y difundido. No podríamos en cambio, decir lo mismo para la construcción basada en la tecnología de la pefa-

bricación, en la cual hay poco conocimiento y muy escasa difusión por las razones que señalaremos más adelante.

Sin embargo, la solución de diseño dependerá de la capacidad y la destreza del diseñador estructural, para establecer las hipótesis y deducir los parámetros en los cuales se basará el conjunto estructural compuesto de elementos prefabricados, apoyándose en la experiencia adquirida, bien sea a través de la investigación experimental, o de la realización de estudios teóricos y la aplicación de los conocimientos obtenidos en la puesta en marcha de sistemas constructivos similares. No ponemos en duda que una gestación de ideas realizada en manera creativa e intuitiva podrá dar como resultado un cuerpo de decisiones que en su conjunto sea "la solución" del problema planteado, pero será necesario corroborarla por medio de ensayos de laboratorios o ejecutando prototipos experimentales que permitan hacer la evaluación final.

En conclusión la creatividad y la intuición, aunada al conocimiento y a la destreza del diseñador, es lo que constituye el "cocktail" ideal para lograr las soluciones más apropiadas en el campo de la Ingeniería. Cuando nos referimos a Ingeniería estamos pensando en el ingenio para resolver los problemas que nos son encomendados haciendo el mejor uso y obteniendo la mayor productividad de los recursos de que disponemos en una región.

En cuanto a la influencia de la tecnología en el diseño de un sistema constructivo industrializado, teniendo la expectativa de un comportamiento adecuado ante la acción de un sismo determinado, podemos señalar que las hipótesis establecidas para la construcción tradicional en base a paredes portantes es totalmente aplicable a las estructuras producidas con la tecnología del vaciado en sitio mediante encofrados metálicos, tanto para las paredes como para las losas.

Estas hipótesis también son aplicables cuando se combina la tecnología para el vaciado de las paredes solamente, con la tecnología de la prefabricación para la producción de las losas de entrepiso. En este caso,

surgen hipótesis adicionales que definen el comportamiento del conjunto de elementos que componen la losa de entrepiso, como un diafragma rígido en su plano.

En el caso de la tecnología de la prefabricación, tanto para las paredes portantes como para las losas de entrepiso, las hipótesis en las cuales se basa su comportamiento estructural, varían.

Los sistemas prefabricados, desde el punto de vista de su integridad estructural, plantean conjuntos estructurales compuestos de elementos unidos de una determinada forma. Siendo que los elementos componentes son prefabricados, ellos se ven sometidos a solicitaciones diferentes a las exigencias dentro del conjunto estructural, en las diferentes etapas de producción, transporte y montaje. Estas solicitaciones pueden ser de características y magnitudes que no se asemejan con las previstas en su lugar definitivo de servicio dentro del conjunto estructural. La mayoría de estas solicitaciones pueden ser previstas y cuantificadas de acuerdo a la tecnología que se esté utilizando; por ejemplo, los efectos de flexión de una pared que se vacía horizontalmente en el momento del desencofrado o de su puesta en posición vertical. En cambio, otras solicitaciones se originan por los sacudimientos inevitables a los cuales se ven sometidos los elementos prefabricados durante su manejo, transporte y montaje. El diseñador del sistema constructivo tiene que estar conciente de estas circunstancias y contar con suficiente experiencia y habilidad para resolver estas situaciones que, como se aprecia, no es lo común en el diseño de estructuras previstas para ser construidas en la manera tradicional.

Las uniones de los elementos prefabricados se podría decir que son "zonas de ablandamiento" del conjunto estructural, que causan discontinuidad temporal o permanente en la transmisión de las fuerzas. El grado de discontinuidad dependerá del diseño y características que se le impongan a los bordes a unir de los elementos prefabricados, de la posibilidad de agregar refuerzos adicionales dentro de los espacios de unión,

así como de la facilidad para vaciar concreto en ellas, si se trata de uniones húmedas, o la de realizar la soldadura o unir pernos, en el caso de uniones secas.

En el caso de estructuras en base a paredes prefabricadas de concreto armado, la discontinuidad que plantea la unión entre elementos prefabricados se debe a la dificultad de dar a las armaduras el solape adecuado y a las características del concreto o mortero vaciado en el espacio de la unión, que en la mayoría de los casos, resulta muy limitado. La restitución de la continuidad estructural, tanto en las uniones horizontales como en las verticales por efecto de las armaduras que en ellas es posible incluir, no logra ser en la mayoría de los sistemas, equivalente a la continuidad inherente a las estructuras vaciadas en sitio. Sin embargo, es posible asegurar, en un edificio compuesto de paredes prefabricadas de concreto armado, la integridad estructural suficiente por medio de uniones verticales y horizontales adecuadamente diseñadas.

El trabajo conjunto de un sistema estructural compuesto de elementos prefabricados depende, indudablemente, de la eficiencia de sus uniones tanto horizontales como verticales, especialmente en lo concerniente a la resistencia de ellas a fuerzas tangenciales. El grado de interacción entre los elementos prefabricados dependerá de la capacidad de la unión para permitir el flujo de fuerzas tangenciales desde el borde de un panel al otro. La resistencia de un elemento componente prefabricado se ve disminuida dentro del conjunto en la medida que la resistencia al corte de las uniones horizontales y verticales se ve influida por el agrietamiento progresivo del relleno de las uniones, de tal manera que el deterioro continuo de las uniones trae como consecuencia un comportamiento no-elástico del conjunto estructural compuesto de elementos prefabricados.

Es por estas razones señaladas, entre otras, que las uniones deben cumplir con ciertos requisitos, entre los cuales cabe mencionar:

- Seguridad
- Ductilidad

- Rígidez y monolitismo
- Estabilidad durante la etapa del montaje
- Resistencia a la intemperie y al fuego
- Precisión geométrica
- Sencillez en su ejecución
- Economía
- Apariencia aceptable

De los requisitos mencionados, tal vez el de la ductilidad es el más importante cuando se trata de conjuntos estructurales que pudieran estar sometidos eventualmente a la acción de sismos.

En un conjunto estructural compuesto de elementos prefabricados, sometidos a la acción de un sismo, la integridad estructural o la resistencia del mismo al colapso progresivo, dependerá fundamentalmente de la ductilidad de sus uniones.

Sobre estos aspectos hay muy poca investigación como se evidencia en los reportes derivados de múltiples reuniones internacionales, entre las cuales cabe mencionar:

—Research Workshop on Earthquake-Resistant Reinforced Concrete Building Construction, July 1977, University of California, Berkeley.

—Sofia Conference: Industrialization, Bulgaria, October 1983.

El progreso que se ha obtenido en la aplicación de nuevas tecnologías y en especial la de los sistemas prefabricados, ha sido fruto de la necesidad que han tenido las comunidades de suplir sus déficit de viviendas, escuelas, hospitales y obras de servicios, para lo cual se han organizado equipos de profesionales de diferentes disciplinas que con buena intuición y experiencia han obtenido, en algunos casos, resultados positivos. En los procesos de desarrollo de esas tecnologías se han realizado experimentos y se han ejecutado prototipos para comprobar las hipótesis de diseño. Algunos de estos resultados han sido publicados o presentados en conferencias nacionales e internacionales. En nuestro criterio la poca difusión de estos aspectos radica en el hecho de que muchos de esos procesos tecnológicos han dado como resultado, desde el

punto de vista económico, patentes que amparan esa manera de resolver los procesos constructivos. Se ha confundido la comprobación de hipótesis y el planteamiento de nuevos conocimientos con la comercialización de procesos o maneras de organizarse, ello con la finalidad de vender a terceros paquetes que incluyen equipos, herramientas y enseres, muchas veces no necesarios, junto con el "know how" que rara vez es aplicable, ya que sus determinantes de uso obedecen a patrones culturales y de recursos nada parecidos a los del comprador.

Por otra parte, cabe señalar que la mayor difusión de los sistemas prefabricados ha surgido en regiones donde el sismo no es imperativo. Los casos de experiencias como las desarrolladas en países socialistas, caso de Rumanía y Yugoslavia entre otros, han tenido cierta difusión, en especial el caso del Rumanía, después del terremoto de Bucarest en 1977; con ello ha sido posible corroborar una vez más que las hipótesis en las cuales se han basado algunos de los sistemas prefabricados en Venezuela, son válidas y adecuadas a las condiciones de la prefabricación en zonas sísmicas.

4. La Participación de las Diferentes Profesiones en el Proceso de Creación, Desarrollo y Puesta en Marcha de los Sistemas Constructivos Industrializados.

Retomando la idea inicial, esbozada en el punto 3), acerca de la necesidad durante el proceso de diseño, de conjugar criterios de funcionamiento, de economía y de seguridad, con la expectativa de lograr una mayor productividad, cabe señalar que la actuación de un equipo interdisciplinario que tenga un enfoque único y coherencia entre sus participantes, hará que la toma de decisiones abarque los diferentes aspectos que deben ser considerados, satisfaciendo las exigencias que la edificación imponga "per se". Dicho de otra manera, en el momento de planificar y de diseñar una edificación es necesario resolver aspectos de funcionamiento, que es una labor inherente al arquitecto, de seguridad estructural, labor inherente al ingenie-

ro y de instalaciones y servicios, que competen a los ingenieros eléctricos y mecánicos. El resolver cualquiera de estos aspectos en forma diligente pero aisladamente no asegura que la solución adoptada para la edificación sea la más apropiada, pues basta que se establezca un conflicto del aspecto parcial "bien resuelto", con otro de una especialidad diferente para que se originen consecuencias no deseables en la edificación.

La manera tradicional de pensar y actuar el profesional, ha respondido, por lo general, a los requerimientos y circunstancias de la obra unitaria o singular, en tanto que el cambio sustancial de las exigencias requiere de nuevos métodos de trabajo y de producción del diseño, por lo tanto, una formación sustancialmente distinta.

Es necesario para abordar el problema una acción planificada en la cual sean tomados en cuenta los factores y fuerzas de: economía, análisis y producción.

Ante este difícil problema, es imposible seguir pensando en que sea solucionado por una sola persona, que utiliza posteriormente los servicios de otros profesionales para darle forma a su idea. Es necesario, por el contrario, la creación de equipos interdisciplinarios durante todas las etapas de diseño y producción, que intervengan sistemáticamente en la toma de decisiones durante el transcurso de la proposición de ideas y su posterior desarrollo. No se trata simplemente de una asesoría circunstancial, sino más bien de un equipo integral en el cual estén responsabilizados cada uno de sus miembros, en el resultado final. Esto trae como consecuencia el que las diferentes especialidades concurrentes, deban trabajar con una metodología y enfoque únicos, coherentes entre sí.

No es posible seguir dejando a la imaginación y capacidad de un solo profesional la responsabilidad de tomar decisiones que afecten directamente otras especialidades y cuya magnitud, importancia y complejidad sobrepasan la capacidad de un solo individuo sea cual fuere su profesión o talento, pues siempre incurrirá en el error de ver un aspecto parcial del gran problema total (económico, urbano, arquitectónico, estructural,

de producción, etc.).

Nos encontramos ante la imperiosa necesidad de formar los equipos de diseño, donde cada profesional que interviene es un especialista, pero la toma de decisión se efectúa en equipo.

¿Quién debe regir o coordinar el equipo de diseño y qué herramientas dentro del campo del conocimiento se deben manejar?

Esto no es inherente a ninguna profesión sino que se relaciona con la capacidad de los individuos para organizarse y producir algo en función de una necesidad, y aunque es delicado decirlo aquí, esta capacidad no la provee la Universidad, la cual en cambio, si contribuye a crear una base en el individuo para organizar su pensamiento y obtener un conocimiento. Pero desgraciadamente nuestras Universidades están planteadas dentro de un falso nivel académico que esconde cierta ignorancia para poder analizar las circunstancias del país y sus necesidades. Esto es válido aún estando dentro y defendiendo a la Universidad. Es importante desarrollar un nivel de conciencia que permita analizar las circunstancias, y si muchas veces no se tienen los conocimientos para dárselos a quien se está enseñando, por lo menos se debe crear conciencia de estas limitaciones.

Hace dos décadas en Venezuela, no nos era posible hacer un resumen de lo que era una experiencia en el desarrollo y puesta en marcha de sistemas constructivos industrializados, pero por lo menos teníamos la inquietud para crearlos; y como señalábamos al comienzo, teníamos un objetivo que seguimos manteniendo: tratar de alcanzar mejores instrumentos para obtener cosas mejores que las que tradicionalmente se hacen en el país.

En cuanto a la participación de las diferentes disciplinas es necesaria una comunidad sólida y coherente que, en la búsqueda de estos objetivos a través del tiempo, sepa analizar y controlar ansiedades por llegar al término de las realizaciones y a obtener la experiencia.

El nivel de participación de un profesional debe obe-

decer a las ideas que él pueda aportar y a su colaboración en el trabajo colectivo, que le permita al equipo ir alcanzando las metas planteadas; es necesario un coordinador del equipo interdisciplinario, pero no una persona que por el manejo de los instrumentos sea quien lleve la batuta. Una cosa es la coordinación del equipo y otra el resultado que se obtenga del mismo. En la medida en que este resultado pertenezca al equipo, el sistema constructivo será mucho más eficiente. Si estamos planteando la sustitución del artesano por un obrero no especializado, debemos también, dentro de los equipos interdisciplinarios que desarrollan sistemas constructivos, eliminar esa artesanía del quehacer diario de la profesión y elaborar los manuales que faciliten el trabajo rutinario de diseño y que nos permitan abocarnos a la búsqueda de otros resultados. Por otra parte, los sistemas entrarán en vigencia durante algunos años y luego se harán obsoletos y estos equipos de profesionales deben estar en capacidad de perfeccionar y mantener actualizados los sistemas constructivos o de diseñar nuevos sistemas en base a la experiencia obtenida. En el cuadro siguiente se exponen en forma esquemática las responsabilidades que se derivan de la actuación profesional en el campo de la construcción tradicional e industrializada.

Actividad	Ente responsable en la Construcción Tradicional	Ente responsable en la Construcción Industrializada	
Proyecto	Arquitecto/Ingeniero Estructural	Diseño del Sistema y Análisis Estructural	(Arquitecto/Ingeniero Estructural)*
		Aplicación del Sistema en una edificación	Arquitecto
Construcción	CONTRATISTA GENERAL. LA RESPONSABILIDAD PROFESIONAL LA ASUME EL INGENIERO RESIDENTE. EVENTUALMENTE EXISTE UNA SUPERVISION POR PARTE DEL PROYECTISTA, MAS BIEN SOBRE ASPECTOS DE ARQUITECTURA.	Producción de los elementos Prefabricados	Fabricante, Supervisión del (Arquitecto/I.E.)*
		Diseño de las Uniones	(Arquitecto/I.E.)* El fabricante asume responsabilidades en cuanto a tolerancias y acatamiento de las especificaciones.
		Diseño de los elementos prefabricados en cuanto a previsiones especiales para la producción, manejo y almacenaje.	(Arquitecto/I.E.)* El fabricante se responsabiliza de acatar las especificaciones particulares.
		Montaje y Secuencia de Montaje	El contratista del montaje asume la responsabilidad de su realización, el (Arquitecto/I.E.)* emanan las especificaciones particulares necesarias, ellos deben realizar la supervisión.
		Acabado Final	El Arquitecto especifica el propio, el fabricante y el contratista del montaje se responsabilizan de su ejecución.

(*) Es el mismo equipo interdisciplinario

5. Análisis de los Sistemas Constructivos Industrializados en Zonas Sísmicas.

Los sistemas constructivos varían, por supuesto, según el tipo de estructura a emplearse. En nuestro caso hemos dado gran importancia al sistema estructural de paredes portantes, ya que éste ofrece múltiples ventajas en lo que a soporte de cargas verticales y eventuales sismos se refiere, además de suministrar gran porcentaje de los cerramientos y particiones de los ambientes de la edificación.

Desde el punto de vista del comportamiento estructural ante la acción de eventuales sismos, es más ventajoso contar con sistemas estructurales que ofrezcan rigideces similares por lo menos en dos direcciones. Este último es el caso de las estructuras con paredes cruzadas. Si además de contar con un sistema de paredes cruzadas, estas se encuentran conectadas, la magnitud de los esfuerzos en ellas será menor que en el caso de paredes sueltas. Menores esfuerzos indican menor gasto de material.

Por las razones expuestas, hemos insistido siempre en la necesidad de plantear estructuras de paredes cruzadas conectadas, como veremos más adelante, en algunos ejemplos de edificaciones realizadas con sistemas constructivos haciendo uso de paredes portantes.

La diferencia entre las tecnologías del vaciado en sitio mediante el uso de encofrados metálicos y la prefabricación, radica en la necesidad de desarrollar la integridad estructural en los sistemas prefabricados, estableciendo la continuidad en las zonas de las uniones de las paredes. Esta hipótesis fue puesta en evidencia en forma alarmante por la falla ocurrida en el Ronan Point en el año 1968; este hecho y estudios posteriores hicieron revisar la hipótesis que se venían manejando en ese momento. En lo que al caso Venezuela se refiere, es en este año donde nos encontrábamos dando comienzo a las primeras experiencias en el uso de sistemas constructivos industrializados, como fue la experiencia del sistema mixto "SEL" en el Desarrollo Ca-

ricuao-UD 7 y 8 en Caracas, así como el caso del sistema prefabricado de "Vivienda Venezolana". La experiencia del "Ronan Point", se suma a la conciencia que se toma en Venezuela por la ocurrencia del terremoto de Caracas del 29 de julio de 1967, el cual dejó un saldo muy lamentable.

Como consecuencia de ello se realizaron varios estudios en Venezuela; en lo que a nosotros compete se elaboró un estudio que dio como resultado un "Método de Análisis de Sistemas de muros de Pared Delgada con Secciones Abiertas Sometidas a Flexión y Torsión por Flexión", realizado por José A. Delgado Ch., José A. Peña U. y Wacław Zalewski en el año de 1970, el cual fue patrocinado por el Banco Nacional de Ahorro y Préstamo (BANAP) y auspiciado por la Asociación Venezolana de Ingeniería Estructural (AVIE).

Previo al inicio de la puesta en marcha del sistema prefabricado de la empresa "Vivienda Venezolana", se realizan ensayos a fuerza cortante de las uniones entre elementos prefabricados que estaban planteadas. Dichos ensayos fueron realizados en el "Instituto de Materiales y Modelos Estructurales, IMME" U.C.V., Caracas en el año de 1968. Posteriormente esta empresa planifica realizar un "Estudio Sísmico Básico de Edificios Prefabricados", el cual contempló la ejecución de un modelo a escala natural y cuyo ensayo fue realizado por el "Laboratorio Nacional de Ingeniería Civil de Lisboa, Portugal, LNEC" en el año de 1970. Asimismo, se realizaron ensayos sobre modelos a escala natural, para investigar el comportamiento de las paredes acopladas mediante dinteles.

Los estudios analíticos realizados, así como la interpretación de los resultados de los ensayos nos llevaron a establecer las hipótesis y los parámetros para analizar los edificios prefabricados en base a paredes portantes. Una hipótesis fundamental que hemos establecido en el diseño, análisis y construcción de este tipo de edificios en zonas sísmicas, es la necesidad imprescindible de saber unir bien los elementos componentes de la estructura.

Desde el punto de vista del análisis estructural de este

tipo de edificios, a diferencia del procedimiento de tratar los esfuerzos normales en la sección del elemento prismático como la suma de los esfuerzos debidos a las influencias de la fuerza longitudinal N_z y de los momentos M_x y M_y , se plantea la hipótesis de considerar el estado final de esfuerzos como la suma de los estados característicos a las tres traslaciones de la sección en dirección de los tres ejes X, Y, Z. Todo esto, asumiendo la repartición lineal de dichos esfuerzos longitudinales en todas las secciones y considerándolas, en esta oportunidad, como la única causa de las deformaciones. A la luz de estudios analíticos más recientes y del trabajo experimental se han establecido otras hipótesis, como es la consideración del comportamiento no lineal de las zonas que conectan los paneles prefabricados.

No es el caso desarrollar y demostrar en esta oportunidad las hipótesis de análisis de las edificaciones construidas con sistemas industrializados, especialmente las prefabricadas, sino más bien transmitir los aspectos conceptuales fundamentales que hemos manejado en el diseño, análisis y puesta en marcha de los mismos.

6. Experiencias Realizadas en Venezuela.

Los conceptos generales expuestos en el presente trabajo han tenido aplicación en el desarrollo de tecnologías constructivas para estructuras en base a paredes portantes cruzadas y conectadas, que se describen a continuación.

La tecnología del vaciado repetitivo de concreto con formaleas metálicas ha sido utilizada para la construcción del Desarrollo Habitacional "Augusto Malavé Villalba" en la región central de Venezuela. Para esta obra se diseñaron encofrados tipo túnel adaptados a las formas estructurales propuestas en el proyecto. El diseño estructural y arquitectónico de este conjunto se basa en el uso de una unidad espacial básica cuya forma en planta es la de un pentágono irregular en forma de cuña. La estructura se ajusta a la unidad espacial y se compone de paredes de concreto armado y losas

macizas de concreto armado de luz variable que trabajan en una sola dirección.

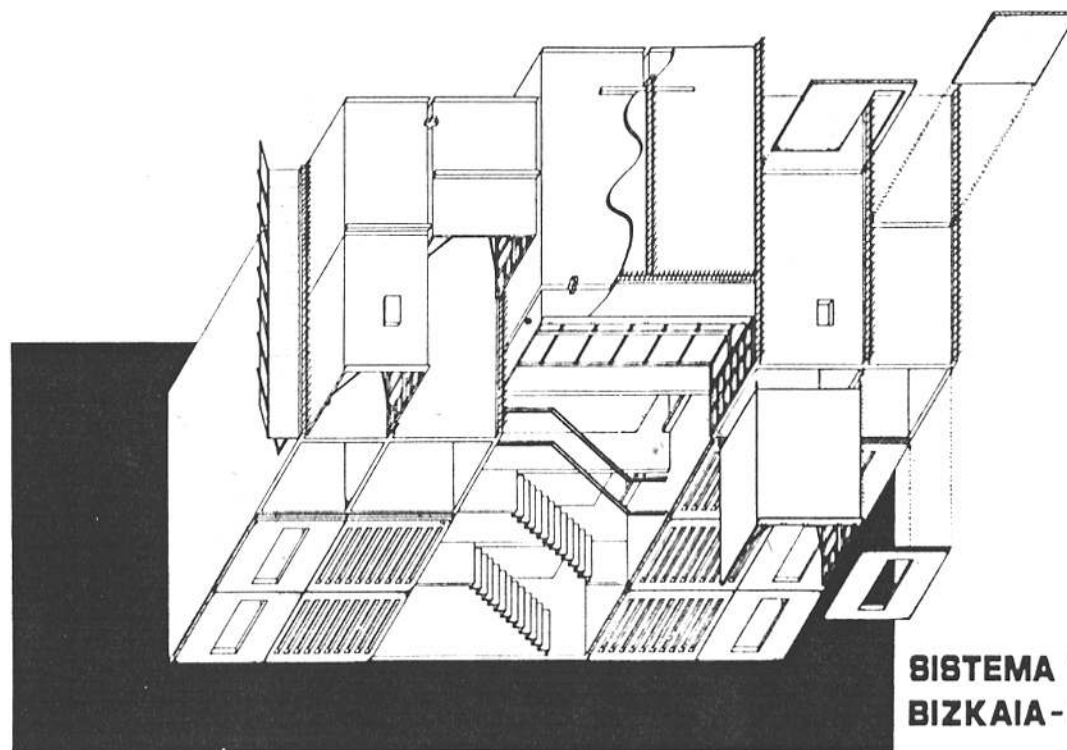
El desarrollo habitacional está formado de siete sub-conjuntos. Cada sub-conjunto combina edificios de ocho pisos con edificios de cuatro pisos. Para el análisis estructural de los conjuntos se plantearon bloques estructurales y de construcción compuestos básicamente por un edificio de ocho pisos y dos mitades de edificios de cuatro pisos, ubicados adyacentes al de ocho pisos. Aplicando este principio se definieron para los cuatro primeros niveles estructurales similares a una "S" o a una "E" y para los niveles superiores, estructuras similares a una "U", obteniéndose de esta manera, una estructura cruzada con elementos resistentes capaces de soportar las fuerzas horizontales debidas al sismo.

Lo novedoso de esta aplicación consistió en hacer uso de una tecnología ampliamente utilizada para producir estructuras de paredes portantes en una dirección, en una solución estructural más adecuada a las exigencias de seguridad de las edificaciones en zonas sísmicas. (Ver Fig. 1).

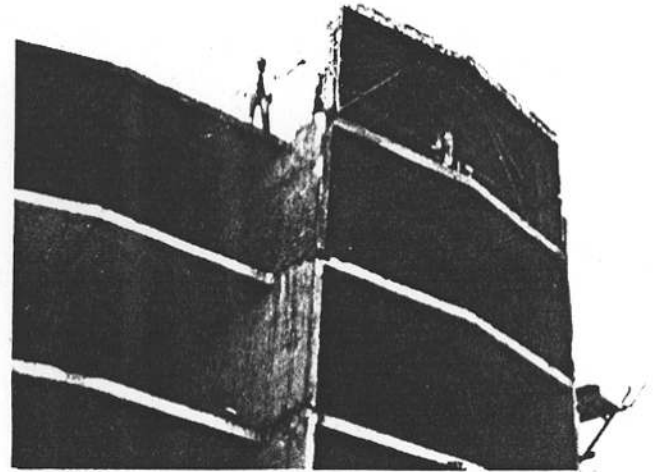
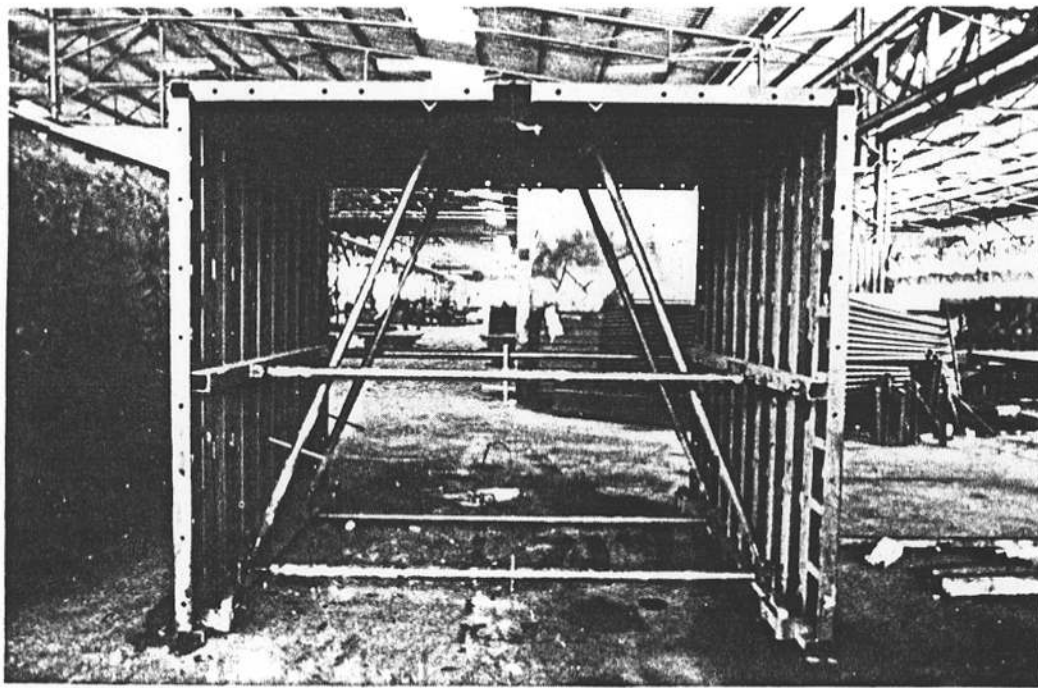
En el campo de la prefabricación mencionaremos tres experiencias: El sistema de Vivienda Venezolana para la construcción de edificios hasta de 17 pisos, el sistema PREGO, para la construcción de edificaciones de uno y dos pisos, y el sistema CONCACERO para edificaciones de servicios hasta de 5 pisos.

El sistema de Vivienda Venezolana está basado esencialmente en la prefabricación de elementos de concreto de gran panel con los cuales se pueden conformar diferentes soluciones de edificaciones con estructuras cruzadas que pueden tener desde cuatro pisos hasta diecisiete pisos.

Las paredes portantes tienen una altura de un piso y una longitud de ocho metros; se utilizan tanto en las fachadas como en las partes internas de la edificación y son de concreto armado. Las losas cubren una luz de ocho metros, están armadas en una dirección y son de concreto pretensado. Las escaleras son prefabricadas de concreto armado. La tabiquería es también prefabri-



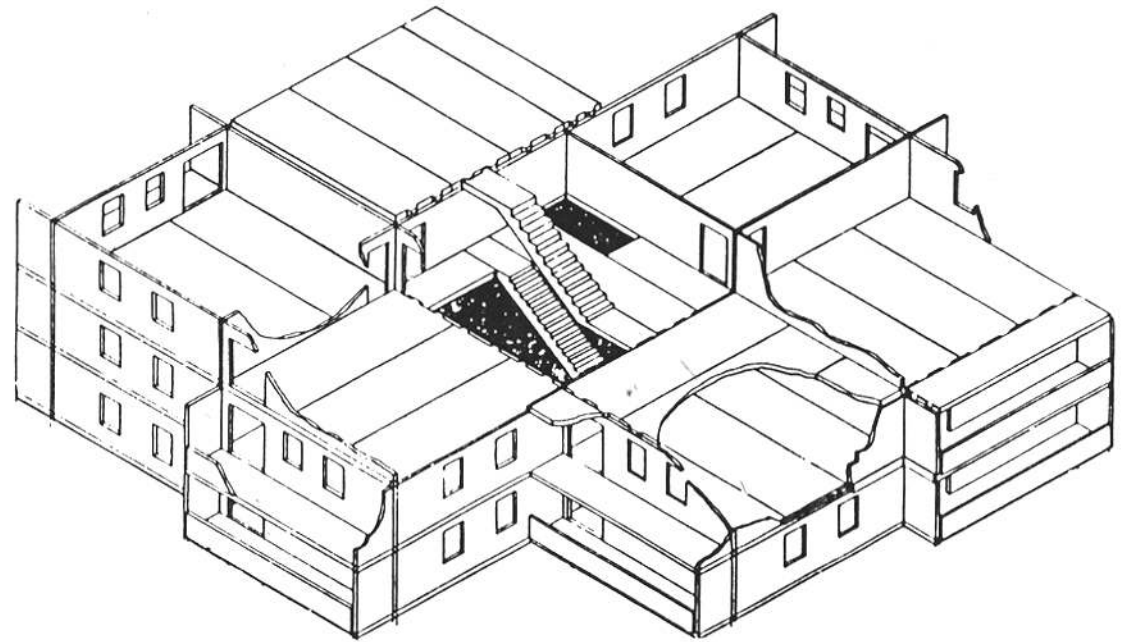
**SISTEMA TUNEL
BIZKAIA-O.T.I.P.**

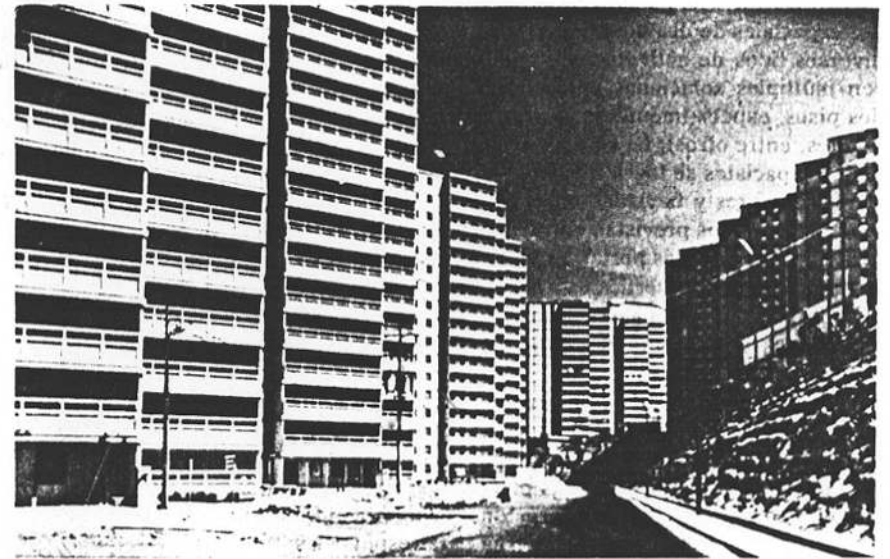
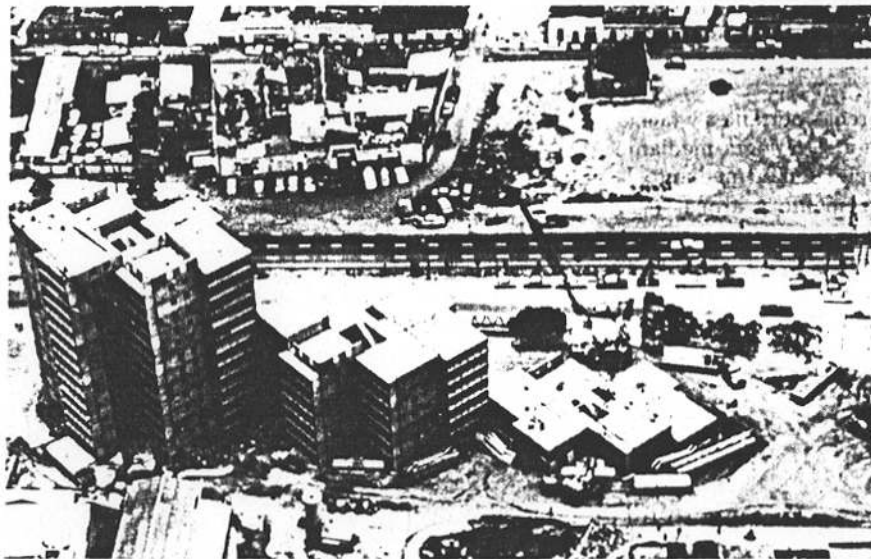


cada de concreto armado; su uso es posible por ser un sistema a "cielo abierto", condición que ha permitido incorporar la utilización de este tipo de tabiquería interna.

Las paredes portantes y las losas de entrepiso son vaciadas en encofrados metálicos horizontales. La escalera es el único elemento que se vacía verticalmente, siendo además el elemento más pesado de los utilizados en este sistema (siete toneladas y ocho metros de longitud). Estos elementos son despachados del sitio de curado al sitio de erección del edificio.

Todos los componentes se sueldan entre sí en la medida en que se van colocando y ajustando en su posición definitiva. Luego se colocan las armaduras adicionales en las conexiones y se vacía concreto en ellas. Este proceso se repite hasta completar la estructura del edificio. (Ver Fig. 2).





El sistema PREGO ha sido concebido en base a unidades espaciales de diseño que permiten la realización de diversos tipos de actividades y que combinadas, ofrecen múltiples soluciones para edificaciones de uno y dos pisos, especialmente de uso residencial (vivienda y hoteles, entre otros). La conformación física de las unidades espaciales se logra mediante la presencia de paredes portantes y fachadas en el contorno de los mismos y las uniones previstas entre ellas. El conjunto formado por las paredes portantes y las fachadas sirve de soporte a las cargas verticales y horizontales.

Las losas de techo son a dos aguas y tienen nervios longitudinales y transversales que conforman casetones internos.

En las edificaciones de dos pisos, las losas de entrepisos actúan como elementos de arriostre de los elementos verticales de la planta baja. Las diferencias de usos que se puedan presentar en las plantas de las edificaciones de dos pisos hace necesario tener especial cuidado en la organización especial interna para respetar las líneas de cargas verticales que permitirán la continuidad estructural de los elementos verticales portantes en ambos pisos.

Para lograr el trabajo conjunto en dos direcciones, de paredes portantes y fachadas, se ha previsto lo siguiente:

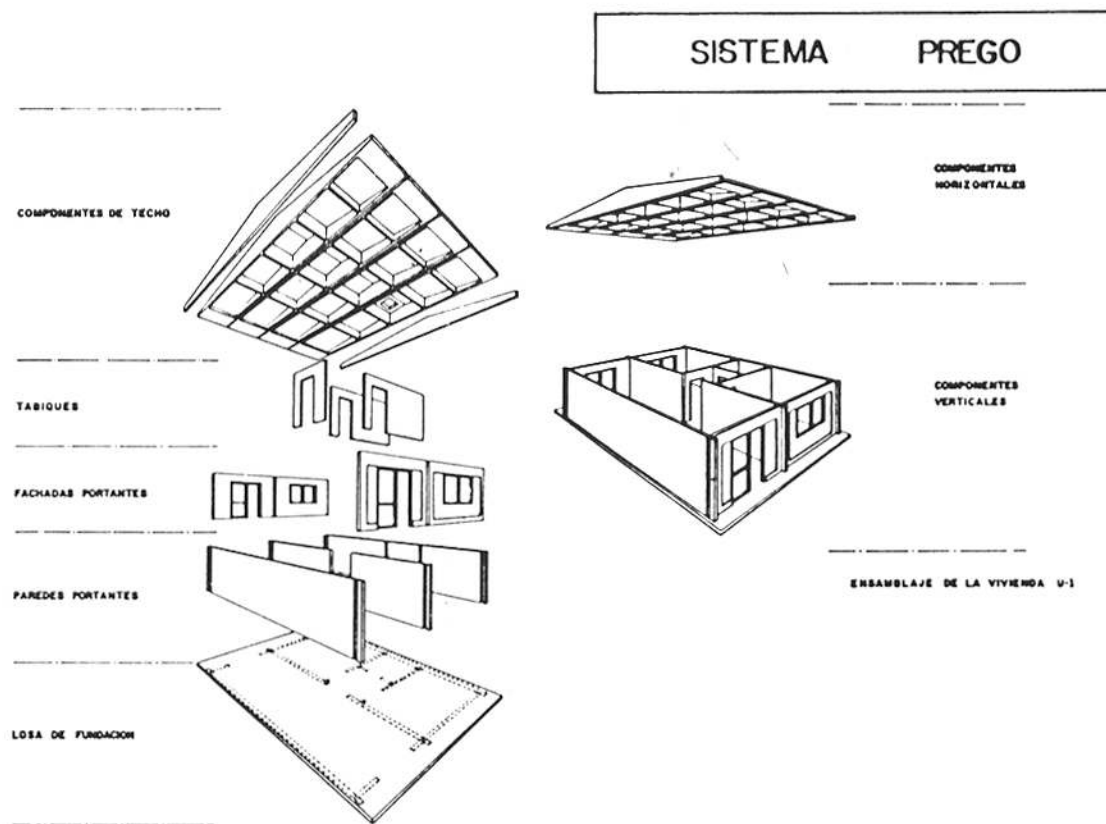
—Uniones secas que se logran colocando una pletina en la parte superior de los elementos verticales y que permite soldarlos entre sí. Estas uniones además se complementan encastrando las fachadas en cajuelas previstas a tal fin en las paredes portantes, que se rematan con un acabado de mortero de cemento y arena.

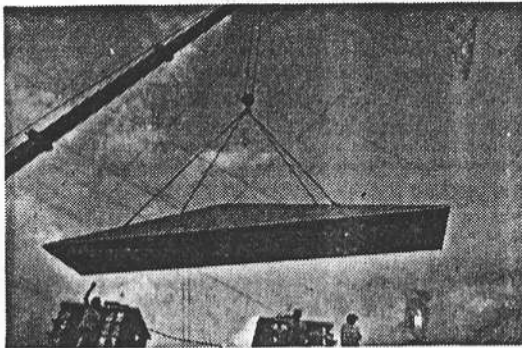
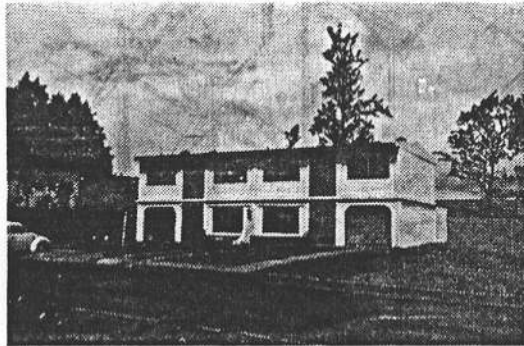
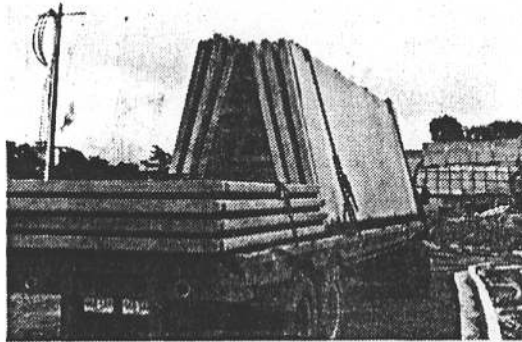
—En el caso de edificaciones de dos pisos el arriostre de los elementos verticales portantes de la planta baja, se logra mediante el apoyo de las losas de entrepiso en los bordes superiores de las paredes internas y mediante uniones mecánicas previstas a tal fin en los extremos que montan sobre las paredes exteriores y las fachadas, de planta alta y planta baja.

—Las losas de techo arriostren los elementos verticales portantes, esto se logra mediante el apoyo de las losas

de techo en los bordes superiores de paredes y fachadas que conforman la unidad espacial y mediante el vaciado de concreto (unión húmeda) entre los elementos que conforman el techo.

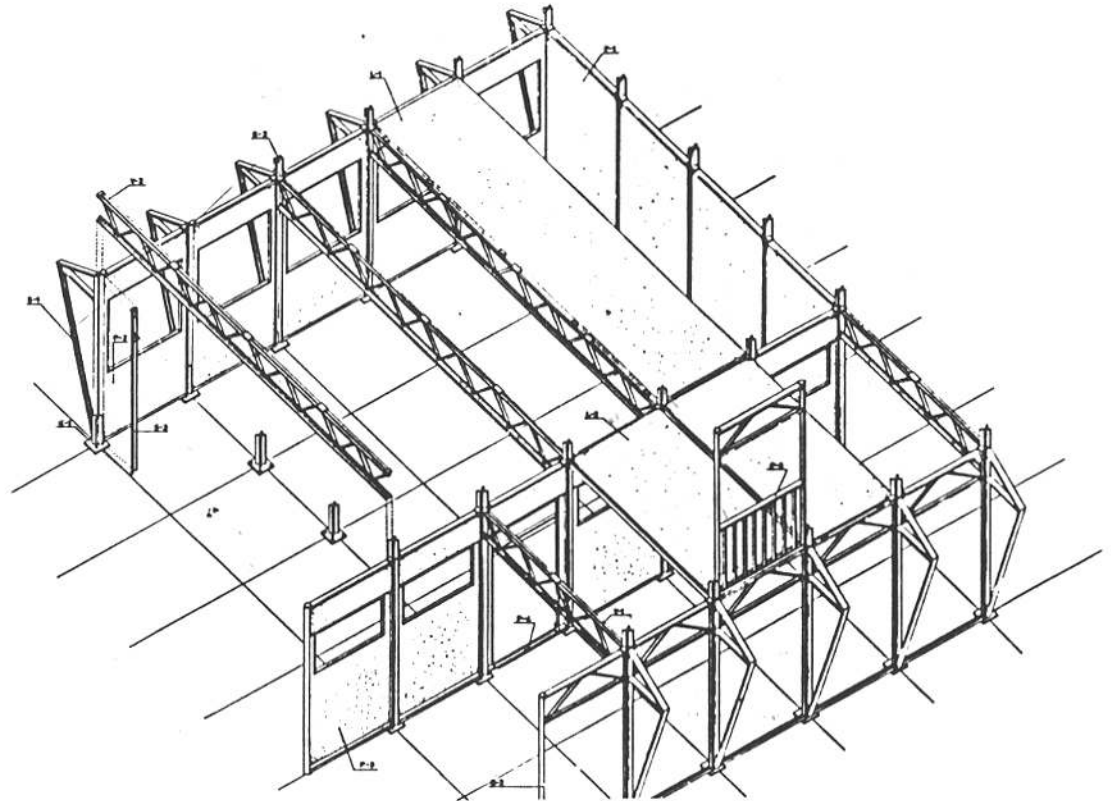
La continuidad vertical entre paredes portantes y fachadas de la planta baja y la planta alta se logra mediante uniones soldadas, que se complementan mediante la colocación de un mortero de cemento y arena. (Ver Fig. 3).



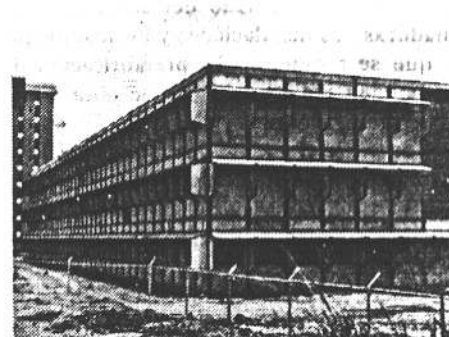
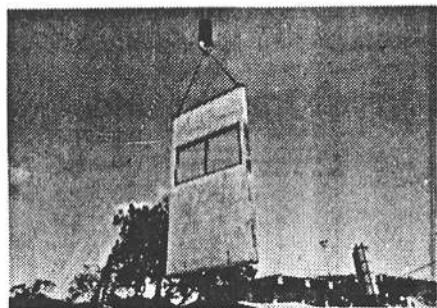
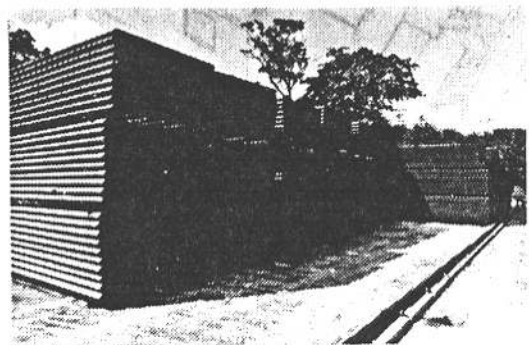
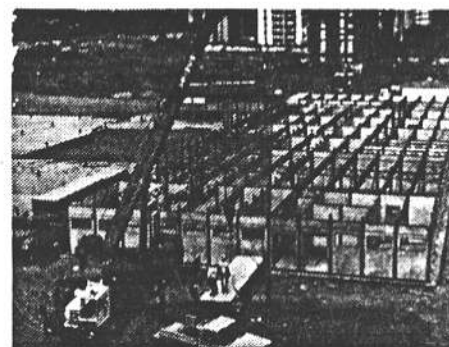
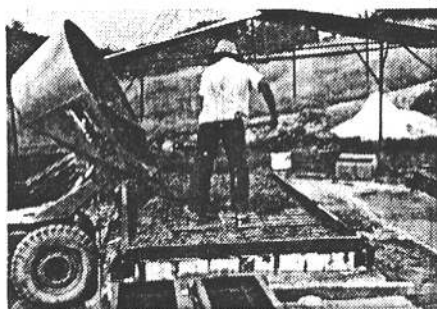
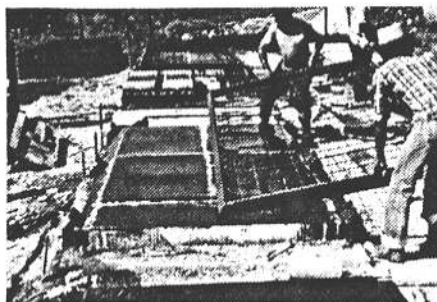
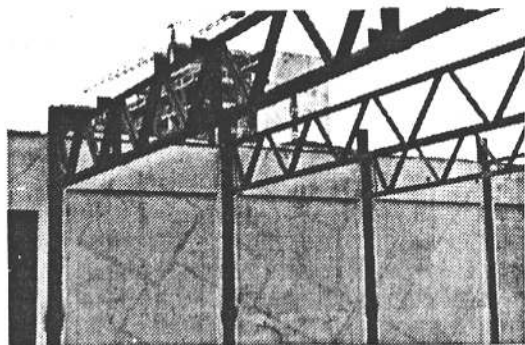


El sistema CONCACERO es un sistema en el cual se combinan el uso del acero como armadura rígida con el concreto armado para producir elementos prefabricados de paredes portantes y losas, en los cuales se dispone la armadura rígida en todo su contorno. El conjunto estructural se complementa con cerchas metálicas que sirven de apoyo a las losas cuando éstas no apoyan sobre las paredes portantes, y otros elementos metálicos de conexión entre los elementos prefabricados.

Para la estructuración de los edificios se parte de una retícula ortogonal de 1,8 m. x 1,8 m. en proyección horizontal que permite la ubicación de las paredes portantes en dos direcciones, atendiendo a las exigencias funcionales de la edificación. Es posible definir espacios hasta de 10,8 m. de luz libre en alturas de un piso (3,2 m). Cuando se requieren luces mayores es posible utilizar los mismos elementos de paredes y losas para obtener dobles o triples alturas variándose solamente la sección de las cerchas metálicas. En estos casos debe tenerse especial cuidado en garantizar que las paredes portantes que conforman las alturas libres de más de un piso, estén debidamente arriostradas en su contorno. Las uniones verticales se realizan con soldadura a través de conectores especialmente diseñados que se colocan en las intersecciones de paredes. La unión de las losas con los elementos verticales o con las cerchas, se logra por soldadura a través de pletinas de apoyo previstas en las losas. (Ver Fig. 4).



SISTEMA CONCACERO



La combinación de las tecnologías del vaciado en sitio con encofrados metálicos y la prefabricación tiene su aplicación en el Sistema SEL, diseñado para la construcción de edificios desde cuatro hasta cuarenta pisos de altura, para diferentes usos, tales como: viviendas, hoteles, centro de servicios, oficinas, etc.

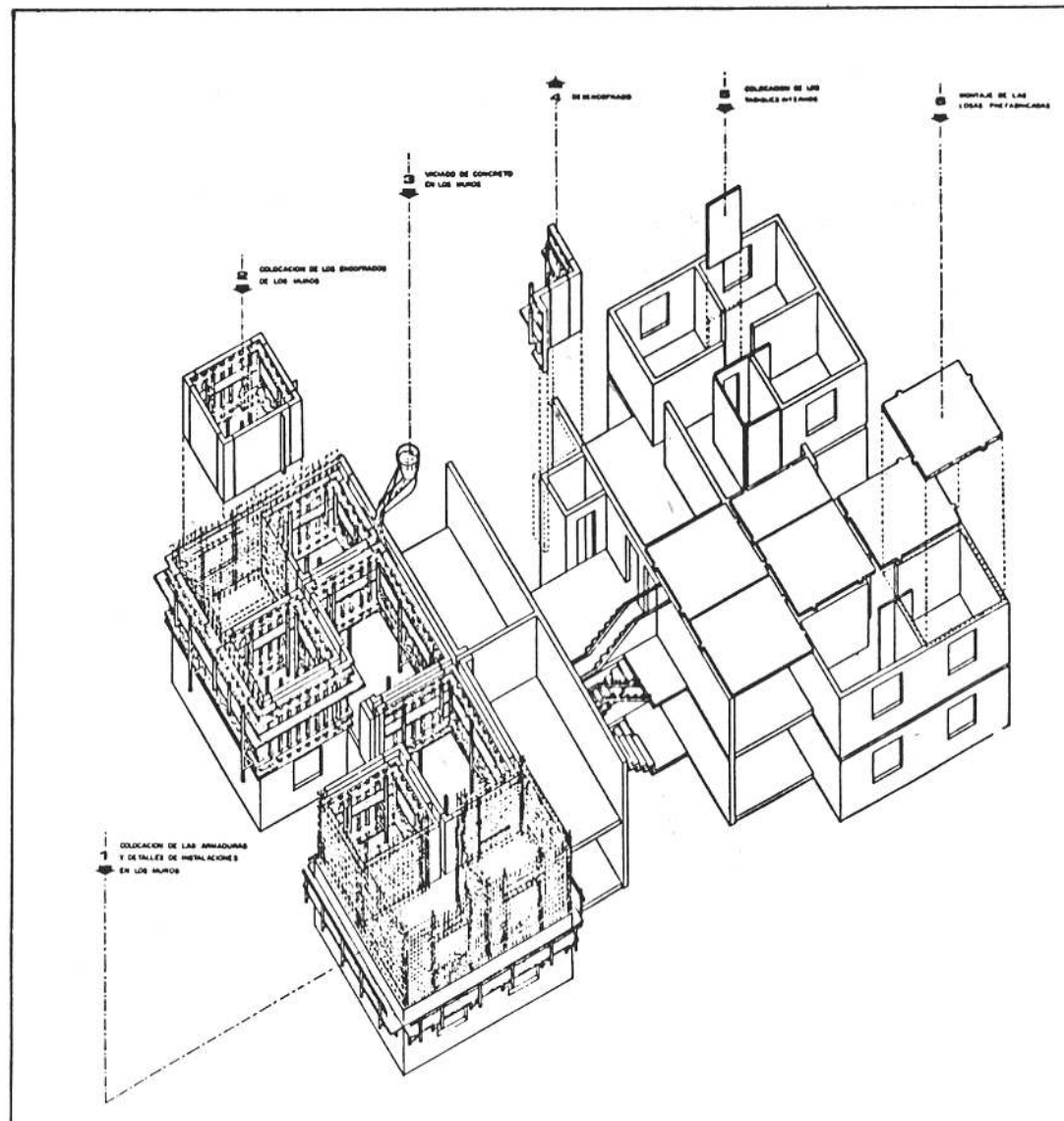
El sistema ha sido concebido para edificios estructurados en base a paredes portantes vaciadas en sitio en dos o más direcciones mediante el uso de encofrados metálicos modulares y losas de concreto armado, prefabricadas, que apoyan en las paredes. La estructura así constituida es completamente monolítica, efectivamente resistente a las acciones sísmicas en cualquiera de sus direcciones.

El hecho de ser un sistema de encofrados metálicos a base de piezas modulares, permite resolver en forma integral los aspectos estructurales y los cerramientos de las edificaciones, incorporando las instalaciones y los marcos necesarios en puertas y ventanas. Presentan la posibilidad de ser ensamblados en diferentes combinaciones con el objeto de obtener gran variedad de soluciones de diseño.

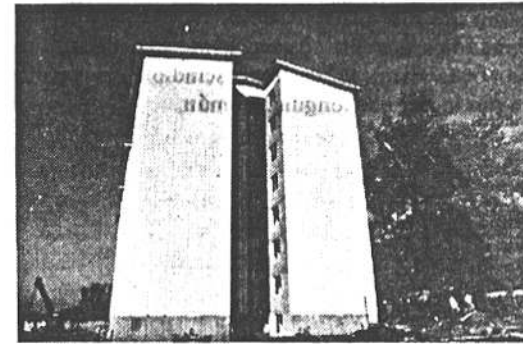
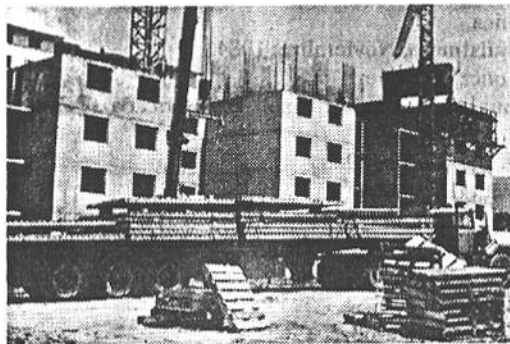
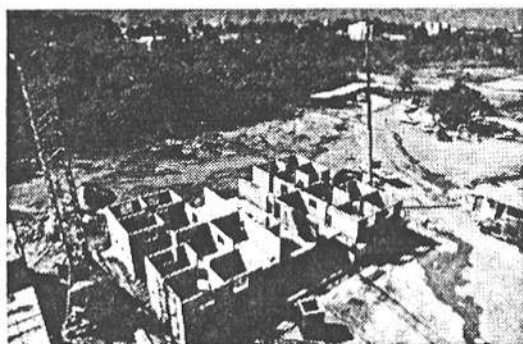
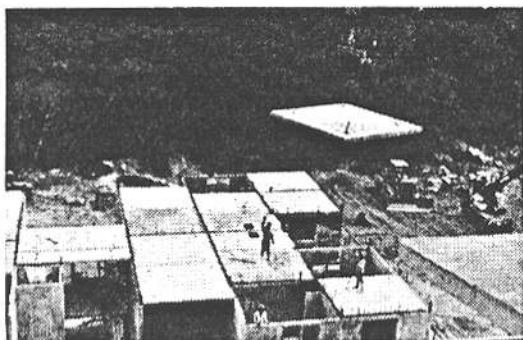
Los elementos prefabricados, losas y tabiques, se producen haciendo uso de formaletas metálicas, incorporando previamente al vaciado del concreto, además de las armaduras, las instalaciones y los marcos para la aberturas que se requieran. La prefabricación de los elementos pueden realizarse a pie de obra o en una planta fija de producción.

Las uniones entre los elementos prefabricados de las losas de entrepiso se hace mediante el vaciado de un mortero, en este caso los bordes de los elementos prefabricados tienen cajuelas que permiten establecer una unión mecánica entre ellos.

Las uniones entre los elementos prefabricados de la losa y las paredes se hace mediante la armadura saliente de los bordes de la losa, la armadura pasante en ambas caras de las paredes y el vaciado del concreto en las paredes del piso superior (Ver Fig. 5).



SISTEMA SEL



Estas experiencias, producto de la participación sistemática de un equipo de profesionales en la toma de decisiones acerca de problemas de diseño, han tenido como resultado soluciones en las cuales todos los aspectos son compatibles pues cada situación particular es analizada en función de su influencia o de su consecuencia sobre la edificación en su totalidad.

En opinión de muchos, la práctica profesional, ejercida de esta manera, sólo es posible cuando se diseña con sistemas constructivos no tradicionales, y en general, se le considera limitante para el diseño.

En nuestro criterio, no son las determinantes tecnológicas las que permiten o no la participación interdisciplinaria en un equipo de diseño, sino la actitud de los profesionales.

Los ingenieros estructurales, tradicionalmente, han tenido la responsabilidad de la seguridad de las edificaciones las cuales han sido diseñadas por arquitectos en los cuales no recae responsabilidad profesional alguna en relación a la seguridad; y los intentos por establecer una relación arquitecto-ingeniero en el cual exista un lenguaje común que permita comprender los "por qué" de las decisiones tomadas, y en consecuencia, compartir dicha responsabilidad, han sido pocos.

Pensamos que en el caso específico de edificaciones en zonas sísmicas, es imprescindible, hacer el esfuerzo por lograr ese lenguaje común.

Bibliografía:

1. Becker James

Seismic Resistance of Industrialized Construction. A case study Biggs Symposium on Structural Engineering: Research, Education and Practice, MIT, USA, 1984.

2. Burns Joseph

Earthquake Resistant Design of Precast Panel Buildings.

A case study MIT, USA, January, 1981.

3. Delgado, J. A., Peña, J. A., Zalewski, Wacław.

Método de Análisis de Sistemas de Muros de Pared Delgada con Secciones Abiertas Sometidas a Flexión y Torsión por Flexión.

BANAP, Caracas, 1975.

4. Dembo, Nancy, Peña U. José A.

Sistemas Constructivos Industrializados para Edificios de Vivienda. Revista N° 129, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, México, Enero 1982.

5. Díaz Porta, Carlos., Yáñez Carmen.

El Arquitecto y el Diseño de Edificaciones en Zonas Sísmicas. 4to. Congreso de Sismología e Ingeniería Sísmica.

Barquisimeto, Noviembre, 1984.

6. Koncz, Tihamer

Manual de la Construcción Prefabricada (Tomos 1, 2 y 3).

Editorial Blume, 1968.

7. Peña U., José A.

Colaboración del Arquitecto y del Ingeniero Estructural en el Proceso de Diseño y Construcción.

Boletín N° 8, Asociación Venezolana de Ingeniería Estructural.

Caracas, Septiembre, 1968.

8. Peña U., José A.

Influencia del Grado de Desarrollo Tecnológico en la Productividad. Sector Construcción.

Trabajo presentado en el Congreso Andino de la Productividad realizado en Medellín, Colombia, Septiembre, 1983.

9. Peña U., José A.

Creación, Desarrollo y Puesta en Marcha de Sistemas Constructivos. IDEC, FAU, UCV.

Caracas, Marzo, 1984.

10. Rojas Máximo, Issa David, Kistorz Walter. Sistema Prefabricado de Vivienda Venezolana, S.A.

Caracas, Marzo, 1973.

11. Report of the inquiry into the "Collapse of flats at Ronan Point, Canning town" London, 1968.

12. Developments in tall Buildings 1983.

Council on tall Buildings & Urban Habitat.

13. Sabato, Jorge A. MacKenzie Michael. La producción de tecnología autónoma o transnacional. Editorial Nueva Imagen S.A. 1982.

Arq. Manuel García San Emeterio.

Si revisamos las actuales tendencias tecnológicas de la industria de la construcción de un país desarrollado y representativo de Europa (1), vemos que ellas están claramente definidas a conseguir:

—El ahorro de energía de calefacción y enfriamiento de las edificaciones.

—Optimización del trabajo en obra.

—Sustitución de materiales tradicionales por nuevos materiales más funcionales, más baratos, que ofrecen una mayor seguridad de aprovisionamiento, o que utilizan en su composición sub-productos.

Al analizar en detalle estas tendencias de desarrollo tecnológico vemos que, en general, en aquellas que existe la mayor innovación, su factor común es la utilización de los materiales plásticos; ya sea como materia prima, o como modificadores de materiales tradicionales. Como ejemplo de las más recientes de estas innovaciones, podemos citar:

—**Estructuras:** Integración del aislamiento térmico al elemento estructural y consolidación de estructuras por inyección de resinas.

—**Cerramientos:** Bloques de cemento aligerado con aislamiento térmico integrado, carpintería de ventanas y puertas, grandes paneles ligeros de un piso de altura con aislamiento térmico incorporado y juntas secas de encaje vertical, mastique para el ensamblaje de fachadas en grandes paneles de vidrio, y en general gran extensión de productos para el recubrimiento y aislamiento térmico y acústico de fachadas.

—**Tabiquería:** Tabiques fabricados en continuo integrados al aislamiento térmico y acústico.

—**Techos:** Planchas de cubrimiento, revestimientos y acabados de techos y falsos techos, así como productos para la estanqueidad.

—**Suelos:** Revestimientos sobre suela al veolar, y tapices expandidos fabricados en continuo.

—**Instalaciones:** Molduras que contienen la instalación eléctrica y que se fijan exteriormente a las paredes, canalizaciones de agua caliente y fría, rígidas y flexibles, piezas de fijaciones flexibles entre las canalizaciones y por supuesto las piezas sanitarias.

Por otro lado si revisamos los trabajos presentados por los centros de investigación de Europa al último Congreso celebrado el Liege (2), sobre el tema: "Futuro de los Materiales Plásticos de la Construcción", vemos que las contribuciones de los autores en su mayor porcentaje dedicadas en la actualidad a el profundo estudio de:

—Cementos modificados con polímeros.

—Nuevos métodos utilizando materiales plásticos para la Protección, Mantenimiento y Refuerzo de edificios y otras estructuras.

Ello nos plantea otras tendencias tecnológicas e innovaciones, que sumadas a las anteriores nos es suficiente para, en forma muy general, tener un panorama sobre las actuales necesidades así como de el desarrollo tecnológico actual, y de futuro próximo, con el que se les hará frente.

Esta claro que en Europa la gran demanda que hizo que aparecieran los sistemas constructivos industrializados ha perdido importancia, con lo que sumado a las nuevas exigencias en materia de aislamiento para el ahorro de energía, tenemos como resultado que los mencionados sistemas resultar en la actualidad caros e inoperantes. Ellos han sido sustituidos en su mayoría por una política abierta de producción industrializada de componentes constructivos y un amplio programa, fuertemente apoyado a nivel gubernamental de rehabilitación y mejoramiento de las edificaciones existentes.

En ambos programas, como ya hemos visto, los materiales plásticos acrecentarán su ya primordial papel.

Ante esta situación la enseñanza que nos puede aportar este panorama tecnológico a un país digamos "no altamente desarrollado", (pero productor de petróleo) como el nuestro, deben ser tomadas en cuenta; aunque las primordiales necesidades internas actuales en materia de construcción sean algo diferentes, y en muchos casos exijan una mayor urgencia en su solución. Siempre podemos encontrar las coincidencias pedagógicas beneficiosas para la elaboración de los futuros planes de investigación y desarrollo.

Limitándonos al campo de los plásticos en la construcción y resumiendo lo anterior podemos concluir en que:

—Los nuevos componentes constructivos que representan actualmente una innovación, ésta es debida en su mayoría a la correcta utilización de materiales plásticos transformados o transformadores de otros materiales más tradicionales.

—Que la investigación aplicada continua y sostenida sobre los materiales plásticos, genera y acrecenta su utilización ventajosa en renglones de la construcción anteriormente dominados por materiales tradicionales.

—Que comienza una clara tendencia en la industria de la construcción, de producción de componentes utilizando de alguna forma los materiales poliméricos, en la cual los objetivos primordiales no son tanto de alcanzar la máxima producción, sino de mejorar la calidad de lo existente.

—Los centros de investigación con el amplio conocimiento acumulado sobre los materiales plásticos en estrecha relación con la industria, pueden y deben detectar y desarrollar nuevas innovaciones tecnológicas encaminadas a la producción de componentes constructivos que incrementen la calidad, reduzcan y simplifiquen las operaciones en obra, y de ser posible reduzcan el costo definitivo de la misma.

En este último sentido y reflexionando sobre nuestra personal aportación como investigadores dedicados al desarrollo de la construcción utilizando materiales plásticos, primero en el Instituto de Plásticos de Madrid en donde desarrollamos el Módulo IPC (3), y posteriormente en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) de Caracas, en donde desarrollamos el SIDEC-1 (4), así como el SIDEC-S1 (5), podemos llegar a las siguientes consideraciones de carácter general:

—La investigación y desarrollo de materiales plásticos para la realización de un nuevo componente constructivo que represente una verdadera innovación sobre lo existente en el mercado, debe ser afrontado por un equipo de especialistas en disciplinas tan diversas como exija el desarrollo del programa. En nuestra expe-

riencia del Módulo IPC, la físico química de Polímeros, Óptica, Informática y Diseño Arquitectónico fueron utilizados conjuntamente y satisfactoriamente durante las etapas de Proyecto, Realización de Modelos y Ensayos; posteriormente en la realización de Prototipos y Producción Pre-Industrial, oficios artesanales como el modelaje, mecánica y carpintería son los responsables del nivel de calidad. Finalmente la producción industrial, normalmente de un nivel artesanal-mecanizado, puede ser mejorado, por la programación automatizada de maquinarias; de exigirle así la demanda del producto.

—En los trabajos realizados hemos llegado, con la utilización únicamente del P.R.F.V. a la realización del multi-componentes constructivos (SIDE-1) que cumplen al unísono funciones estructurales, de cerramiento, cubierta, ventilación e iluminación natural. Queda por realizar, integrando otros materiales, el multi-componente ideal; aquel que cumpla, a un costo razonable, las funciones mencionadas y además el aislamiento térmico y acústico exigidos para una vivienda.

—La producción de elementos constructivos en PRFV que resuelvan problemas actuales y cotidianos de la construcción como es la instalación y acabado de las salas de baño, pueden ser resueltos (SIDE-S1) ventajosamente y a menor costo, logrando además ventajas suplementarias para la comunidad como el ahorro de agua y reciclado de la misma.

—La tecnología de los P.R.F.V., sencilla y eficaz, no está suficientemente expresada en cuanto a las posibilidades de su aplicación en la construcción se refiere, las cuales se ven ampliadas a medida que surgen innovaciones técnicas en otras industrias más modernas y especializadas como puede ser actualmente los P.R.F.V. en base a nido de abeja en resina epoxy y fibra de carbono, o el moldeo automático en cámara al vacío de grandes piezas, o la poltrusión de componentes estructurales etc., etc.

—Los celos tradicionales surgidos ante los productos producidos en P.R.F.V. sobre todo envejecimiento y combustibilidad de los mismos, están en la actualidad superados (6 y 7), pudiendo cumplir las normas ofi-

ciales actuales exigidos para este tipo de productos aplicado— en la construcción.

—El costo elevado inicial de las materias primas de los componentes fabricados en P.R.F.V. se ve ampliamente compensado durante las operaciones de ejecución, transporte y montaje, con lo que resulta un costo final competitivo; en comparación a otros productos similares fabricados tradicionalmente.

—En cuanto al desarrollo de un nuevo componente constructivo, un centro de investigación dedicado a la construcción es el lugar idóneo para la realización de las etapas de proyecto, realización de prototipos, ensayos y producción pre-industrial; si todo ello se comienza estrechamente vinculados a la industria las posteriores etapas de introducción en el mercado del producto tendrían un alto porcentaje de éxito asegurado.

—Por último los centros de investigación dedicados al desarrollo de la construcción deben activar más su participación en la salida al mercado de componentes constructivos innovadores que contribuyan realmente a la solución de necesidades cotidianas existentes. Ello no quiere decir, por supuesto, que se abandone la investigación básica necesaria, pero sí que ésta quede en segundo nivel, hasta que el país pueda nivelar su balanza de importación-exportación en este ramo.

Bibliografía.

- (1) "Les Evolutions Technologiques dans le batiment: Bilan et Perspectives" —Pierre Chemilier, Luc Chabel. C.S.T.B. París 1982.
- (2) International Symposium: "Futur des Matiers Plastiques dans les constructions". Belgian Research Center for Plastic and Rubber Materials. Liege 1984.
- (3) Modulos IPC. Revista de Plásticos Modernos (Nos. 236, 237, 238, 240). Manuel García San Emeterio y Ovidio Laguna Castellano. Instituto de Plástico de Madrid —Madrid 1976.
- (4) SIDE-1. Proyecto del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) y CONICIT. Caracas 1983.
- M. García San Emeterio, J. Cesarino, L.F. Trujillo, I. Zoricic, A. Domínguez.
- (5) SIDE-S1. Proyecto del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) y CONICIT. Caracas 1984.
- M. García San Emeterio, J. Cesarino, L.F. Trujillo, I. Zoricic, A. Domínguez.
- (6) Materiales Ignifugos. Revista de Plásticos Modernos N° 239.
- O. Laguna, A. Ramos, M. García San Emeterio. Instituto de Plástico y Caucho —Madrid 1976.
- (7) "Viellissement naturel des matières plastiques utilisables dans la construction" —L. Rechner. Cahier N° 181, C.S.T.B. —París 1977.

Carlos Becerra

París, Francia. 1984.

Introducción:

A continuación se expone la primera parte del trabajo: "PARTICULARIDADES DEL SECTOR CONSTRUCCION. UN MODELO PARA SU ESTUDIO", realizado en el año de 1982.

Dicho trabajo se encuentra enmarcado dentro de la investigación sobre el Sector Construcción que viene realizando un equipo formado por personal del Instituto de Urbanismo, del Sector de Estudios Urbanos y del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), cuyo objetivo a mediano plazo es el de elaborar un diagnóstico sobre el Sector Construcción en Venezuela.

Dentro de este trabajo, el autor intenta sintetizar su experiencia sobre aspectos de la producción, recopilada durante más de veinte años de ejercicio profesional, tanto de las empresas públicas como privadas y de ésta manera contribuir a la investigación en cuestión con algunas hipótesis, las que posteriormente serían analizadas y estudiadas conjuntamente. Es este el objetivo del presente trabajo.

El proceso de proposiciones y análisis de las diferentes hipótesis ya fue realizado en Diciembre del año 1980 (*), y como aporte personal del equipo aparecen algunas que se exponen.

El presente trabajo contiene una proposición para el desarrollo de una red o modelo de producción descriptivo del Sector, modelo que está basado en las distintas transformaciones que sufren los insumos de la construcción y culmina con los productos finales del Sector. Un modelo así planteado podrá ser muy simple de realizar, y permitirá relacionar todas las etapas productivas del sector, de manera tal que cada investigación será relacionada y ubicada dentro del conjunto global, aspecto este sumamente importante en una investiga-

ción, que por su vastedad aspira a obtener la participación del mayor número posible de investigadores provenientes de distintas instituciones y especialidades.

Como método de trabajo se hace una proposición de la forma de realizar la red de transformaciones de insumos a la que antes nos referimos, describiendo sus aspectos más importantes, así como sus divisiones.

El interés e importancia del presente trabajo reside en un enfoque diferente del Sector Construcción; ya que el análisis se realiza sobre la base de su propia dinámica o caracterización.

Un modelo para el estudio del Sector Construcción

Tecnología, Definición.

La forma de análisis que proponemos para el estudio del Sector Construcción en el campo de la producción, está basada en la descripción de la organización y productividad del mismo, en este tipo de análisis, está presente la tecnología empleada para la producción de lo que se ha dado por llamar el Medio Ambiente Construido en contraposición al Medio Ambiente natural.

Debido a las innumerables variantes del término "tecnología", se hace necesaria una definición de la forma en que se empleará el presente trabajo. Se tomará como base una definición de Nigel Cross / Robin Roy en sus textos para la Open University (*) que dice: "El término tecnología se referirá al conjunto de tecnolo-

gías (máquinas, herramientas, productos y procesos) de que dispone la sociedad en un momento determinado". Se utilizará variándolo de la siguiente manera:

Tecnología es el conjunto de máquinas, herramientas, insumos, productos y procesos de que dispone la sociedad en un momento determinado y su relación con las fuerzas de trabajo que lo utilizan. Este añadido pretende englobar un aspecto que, aunque parezca obvio, se ha venido dejando de lado no sólo en gran cantidad de definiciones, sino también, cuando el grado de desarrollo se ha querido medir en la práctica.

De hecho la tecnología está definida por la relación:

	FUERZA DE TRABAJO	
INSUMO—		—PRODUCTO
	MEDIOS DE TRABAJO	

Es evidente que si queremos medir esta ecuación, es decir, el grado de desarrollo tecnológico o de las fuerzas productivas, en cualquier caso se hace necesario relacionar la maquinaria, equipo y herramientas con el personal humano que la maneja, y su productividad variará en la medida que está relación varíe, (un equipo por más sofisticado que sea, manejado por un operario poco calificado definirá un grado tecnológico más bajo que si es manejado por uno muy calificado) de lo contrario se caerá en el error de describir como tecnología existente, sólo los medios de trabajo.

Definición del sector construcción.

Una definición que englobe todos los aspectos relacionados con el Sector Construcción y deje de lado los que no lo están, tendría que ser o de características demasiado amplias (*), o de una especificidad tal que terminaría por ser una descripción de las actividades in-

(*) BALDO, J., MARCANO, L., MARTIN, J.J., "La esfera de la producción en el medio ambiente construido".

(*) Diseñando el Futuro. Textos de la "Open University", Segunda Parte: "Tecnología y Sociedad", Editor Gustavo Gill S.A.

(*) En este caso el Sector sería definido como todas las actividades que conllevan a la realización del medio ambiente construido.

volucradas en el Sector, lo cual sobrepasaría una definición (**). Esta situación es característica de los sistemas abiertos, que poseen múltiples conexiones con otros (industrias, banca, política, etc.). **En todo caso una buena descripción de los componentes del sistema y sus relaciones será la mejor manera de poder estudiar y diagnosticar el Sector en su totalidad.**

Divisiones para el Estudio del Sector.

Se han definido tres áreas de estudio, a saber: (*).

1. El Sector Construcción dentro del marco económico general.
 2. El financiamiento al consumidor.
 3. La producción en el Sector Construcción.
- Claro está que esta división tan "grosso modo" del Sector pasa por alto las íntimas conexiones que estos tres factores tienen entre sí. Sin embargo, es necesario aceptarla, a fin de acometer la investigación por partes. Dicho funcionamiento podrá ser luego modificado estableciéndose las relaciones correspondientes una vez que se avance en él.

Este trabajo está ubicado dentro del campo de la producción, y por lo tanto el modelo de análisis que se propone está restringido a esta área solamente, y deja fuera todos los aspectos de comercialización, tanto de los insumos como del producto final.

Transformaciones.

En vez de comenzar con estudios sectoriales de la producción (como por ejemplo la producción de edificaciones, vialidad, etc.) que luego se unieran para formar un

todo, se ha pensado comenzar por producir una red organizada en forma secuencial y que tenga componentes principales los "Puntos de transformación" a que están sometidos los distintos insumos del Sector. De esta manera se pueden señalar todas y cada una de sus transformaciones, las cuales, partiendo de la extracción de las materias primas, terminaría con los productos finales (Ver listado de productos del Sector).

INSUMO	PUNTOS DE TRANSFORMACION	PRODUCTO
--------	--------------------------	----------

Ventajas

Un estudio comenzado en la forma antes descrita, daría una visión radiográfica bastante precisa de todas las transformaciones de los distintos insumos hasta que se conviertan productos parciales.

La red que se está proponiendo, parte de la extracción de materia prima y termina en el producto final, por tanto será interesante hacer algunos comentarios sobre lo que se llama producto final en el Sector Construcción. Así vemos cómo la organización de una empresa constructora puede abarcar uno o varios de los puntos de transformaciones, dependiendo de su organización. Por otra parte el hecho de poder utilizar un tipo de tecnología diferente para una misma transformación (diferentes empresas), no cambiará la red (los estudios de la tecnología contenida en cada caso, deberán ser motivo de estudios particulares).

Los productos

En vista de que la red que se está proponiendo parte de los niveles de explotación y termina en el producto final, será interesante hacer algunos comentarios sobre lo que se llama producto final en el Sector Construcción. Veamos el listado que las Naciones Unidas tienen al respecto:

01 EDIFICACIONES

Viviendas
Oficinas y Comercios
Hospitales y Clínicas
Escuelas, Liceos, etc.
Hoteles, Recreación, etc.
Industria.

02 VIALIDAD

03 AEROPUERTOS

04 ELECTRICIDAD Y COMUNICACIONES

05 PETROLEO, GAS Y MINAS

06 PRESAS E IRRIGACION

07 PUERTOS

08 ACUEDUCTOS, CLOACAS Y OBRAS SANITARIAS

09 OTROS.

Este listado puede parecer a primera vista muy amplio y de hecho lo es, si se observa sólo la diversidad y magnitud de las obras incluidas. Parecería que construir una red que terminará en estos productos sería muy complejo. Sin embargo, si se analizan los sub-productos por los cuales están formados cada uno de los componentes, se verá que son relativamente pocos y que sus procesos de transformación (*), son los mismos en cada uno de ellos, por ejemplo: un componente o insumo como el cemento es común a todos los casos (las variaciones cuantitativas evidentemente conllevarán a cambios cualitativos en la tecnología, pero como ya dijimos esto no cambia el esquema básico de la red). Por otra parte, los insumos del modelo no son tantos y como ya dijimos sus procesos de producción son comunes a las distintas obras. Así en el comienzo aparecen productos, como los derivados del petróleo para la construcción, minerales metálicos, maderas, arcillas, cal, etc. (insumos).

(**) CILENTO, Alfredo. "La Mercancía Vivienda en Venezuela", ha diseñado un modelo icónico donde se especifican los componentes fundamentales del Sector y sus relaciones más importantes.

(*) IDEC, Estudios Urbanos, Instituto de Urbanismo (Papel de Trabajo N° 3).

(*) De ahora en adelante nos referiremos a los procesos de transformación como "PT".

Características del modelo.

Basándonos en lo que se ha planteado anteriormente, la primera actividad a realizarse sería la construcción de la red antes nombrada. Debemos aclarar que el modelo que se propone es de carácter descriptivo y solamente toca los aspectos de la producción (enumeración secuencial de los PT), en ningún caso pretende ser operacional, lo que lo hace muy simple, ya que no será necesario incluir otras características como transporte, "stock", etc., aspectos que deberían ser estudiados en cada caso particular. Hasta el momento, se han venido realizando algunos estudios parciales en el campo de la construcción de edificaciones (**).

Modelos Comparativos.

Si se pretende realizar un diagnóstico del Sector Construcción no basta con la simple descripción de los procesos productivos ni de la tecnología utilizada. Es además, necesario realizar un análisis comparativo del estado de las fuerzas productivas en el sector y relacionarlo a otros modelos referenciales.

Estos modelos comparativos pueden ser de dos tipos a saber: teóricos o reales. El teórico sería un modelo que definiría en forma ideal la relación de las fuerzas de trabajo; equipos e insumos en el Sector. Esta forma de evaluación ha sido la más usada y está implícita en las aspiraciones de mejoras tecnológicas parciales, así como en las críticas a las formas de producción existentes.

Los modelos de comparación reales serían aquellos que se basan en la realidad existente, ya sea dentro o fuera del país, y serían a su vez de dos tipos: Modelos de otros Sectores de producción industrial, manu-

ra o artesanal (Ejemplo: comparando la producción de viviendas con la de automóviles).

Esta comparación, aunque más útil, siempre tendrá como limitación que no toma en cuenta las características propias de los procesos productivos, así como de los productos que son totalmente distintos y por lo tanto, sólo permite comparaciones muy generales.

Por último podríamos hacer una comparación con Sectores de la construcción de otros países cuyas condiciones sean similares o distintas a las nuestras. Esto nos daría indicadores que serían más prácticos y de utilidad más inmediata (*)

La Industria de la producción de materiales y equipos para la construcción es del tipo de producción industrial o manufacturera, en cambio, la construcción posee peculiaridades propias que la hacen muy difícil de comparar con otras industrias.

Estos estudios exigen un particular conocimiento de la materia en cuestión, lo que ha traído como consecuencia que los estudios realizados por investigadores ajenos a estas disciplinas se hayan quedado a niveles muy generales.

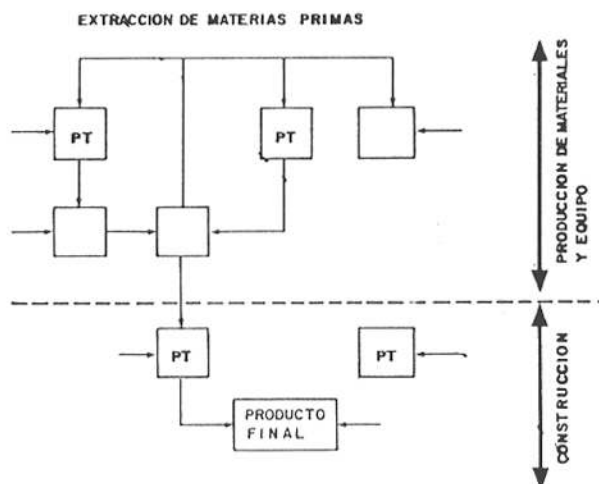
Aspectos a estudiar.

Una descripción de los procesos productivos debe tomar en cuenta los aspectos siguientes:

1.- La relación que existe entre el campo de la producción de materiales y equipos y el de la construcción propiamente dicha.

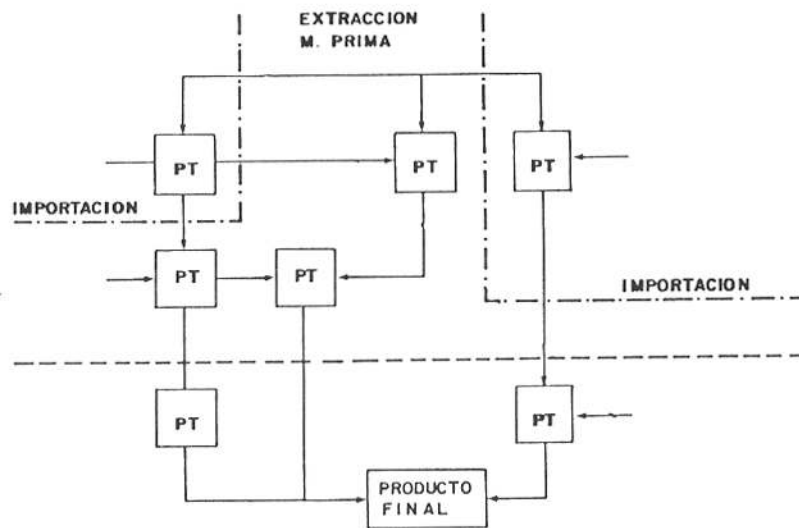
(*) Los dos últimos modelos de comparación, presuponen la existencia en forma parcial o total, de estudios en otros lugares similares a los que estamos realizando en nuestro país.

GRAFICO N° 1

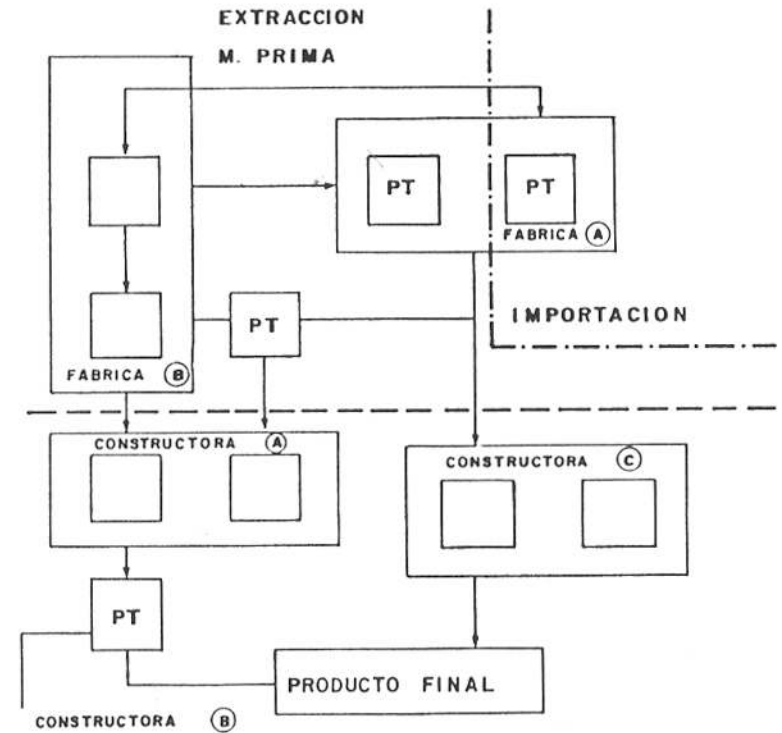


(**) BECERRA, C., MARCANO, L., MARTIN, J.J., "Hipótesis sobre organización de la producción de edificaciones". Estudio de caso IDEC-CSTB. Coloquio sobre Economía de la Construcción. Caracas, 1981.

2.- El grado de dependencia (importación o transferencia) en lo que respecta a la producción de materiales y equipos.



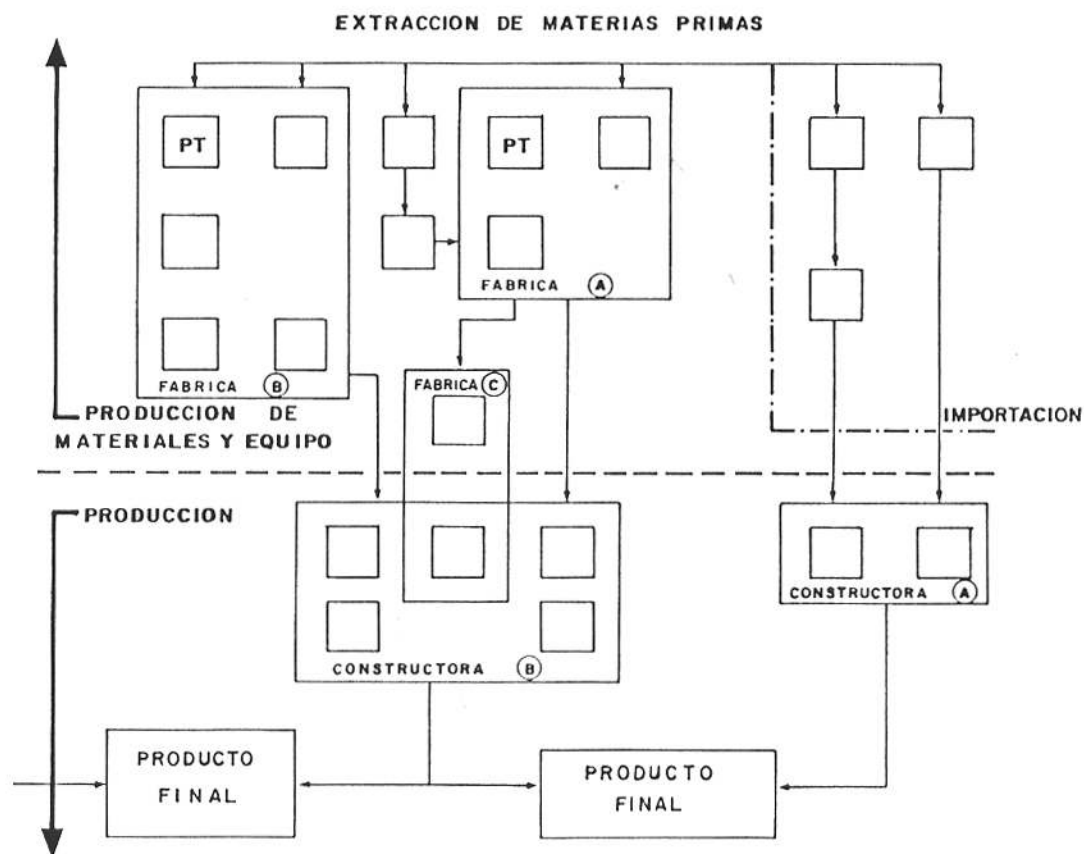
3.- La organización empresarial existente en relación a la producción general y la composición orgánica de las empresas.



- 4.- Los aspectos de financiamiento al productor o constructor en el Sector.
 - 5.- Los bienes de producción en el Sector.
 - 6.- La mano de obra en el Sector (calificación, composición, etc.)
 - 7.- El grado de desarrollo de las fuerzas productivas, en comparación con otros sectores manufactureros o industriales.
 - 8.- El grado de desarrollo de las fuerzas productivas de Sector en comparación con otros Sectores de la misma construcción.
 - 9.- El grado de desarrollo de las fuerzas productivas, en comparación a otros sub-sectores nacionales dentro de la misma construcción (vialidad vs edificaciones, etc.).
- Con los datos con que contamos actualmente, no es posible construir este modelo por simple que parezca, ya que exigiría recabar una información (que sin duda existe pero dispersa), lo cual implicaría una gran inversión de recursos de personal y tiempo. Sin embargo, se podría comenzar mediante estudios de algunos casos particulares a corto plazo, para luego ir completando las lagunas que queden pendientes dentro de la red. El grado de complejidad del estudio dependerá de: a) los recursos disponibles (este trabajo puede hacerse simultáneamente por varias instituciones, y b) el nivel de profundidad a que se pretende llevar el diagnóstico (a mayor profundidad mayores recursos). Sin embargo, sería necesario tener previamente un modelo completo de todos los procesos aunque sea muy general, a fin de poder integrar los estudios parciales que se produzcan.

GRAFICO Nº 4

ESQUEMA TEORICO DE LA PRODUCCION EN EL SECTOR CONSTRUCCION



Gustavo Flores

1. La Tecnología.

Intentar una definición plausible de "la tecnología" resulta una tarea casi tan ardua como tratar de definir "el diseño" o "la arquitectura". Las definiciones van desde las antropológicas, como la de Gordon V. Childe:

"El estudio de aquellas actividades orientadas a la satisfacción de necesidades humanas, las cuales producen alteraciones en el mundo material. Toda tecnología, al igual que la vida humana, implica la cooperación regular y habitual de los miembros de un grupo humano, de una sociedad".

Hasta las meramente descriptivas, como ésta de Oscar Varsavski:

(La tecnología) "incluye procesos, equipos y personal."

El concepto de tecnología que utilizaremos en este trabajo, está referido específicamente al Proceso de Producción de Edificaciones y Obras Civiles y es el que se ha manejado generalmente en el IDEC:

"Conjunto de conocimientos relacionados con la transformación de los materiales en el proceso de producción de las edificaciones" (1)

O planteado aún más claramente:

"Conjunto de conocimientos que en un momento histórico dado es utilizado para la transformación de los materiales en la producción de las edificaciones." (2)

Donde es necesario plantear la discusión, es en la ubicación que se le ha dado a la tecnología dentro del esquema del "Enfoque de Sistemas de Edificaciones", al presentársela como un "Componente de Producción" (3):

COMPONENTES DE
PRODUCCION

FUERZA DE TRABAJO
MEDIOS DE PRODUCCION
TECNOLOGIA

También en un trabajo de Cilento y Hernández (4), y dentro de un esquema muy cercano al planteado en el presente texto, de nuevo aparece la tecnología como

un "Componente de la Producción":

COMPONENTES DE
LA PRODUCCION

a. INSUMOS
b. FUERZA DE TRABAJO
c. MEDIOS DE PRODUCCION
d. TECNOLOGIA

Estos dos esquemas muestran una visión de la tecnología como un componente relativamente autónomo, y por tanto relativamente manipulable, del Proceso de Producción de Edificaciones.

Creemos que plantear la tecnología como un componente de producción es erróneo, y pensamos que este equivoco se origina por no tomar en consideración en ambos esquemas al concepto de Fuerzas Productivas, es decir, la forma como se combinan los elementos del Proceso de Trabajo bajo determinadas Relaciones de Producción. Esa combinación, en un momento histórico dado, se manifiesta como el **Nivel de Desarrollo de las Fuerzas Productivas**. El conjunto de conocimientos aplicados a la producción, al cual hemos denominado Tecnología, se manifiesta en un Proceso de Trabajo como el **Nivel de Desarrollo Tecnológico**, el cual está determinado por el Nivel de Desarrollo de las Fuerzas Productivas respectivo.

En el Proceso de Producción de Edificaciones y Obras Civiles, el Nivel de Desarrollo de las Fuerzas Productivas viene dado por la combinación de los Componentes Constructivos, los Medios de Trabajo y la Fuerza de Trabajo, bajo Relaciones Técnicas y Sociales de Producción precisadas, en un momento histórico dado. Este Nivel de Desarrollo de las Fuerzas Productivas determina el **Nivel de Desarrollo Tecnológico del Proceso de Producción de Edificaciones y Obras Civiles**. La Tecnología está presente como conocimientos aplicados a la producción de edificaciones y obras civiles en los Componentes Constructivos, en los Medios de Trabajo y en la Fuerza de Trabajo.

2. La Transferencia de Tecnología.

La transferencia de tecnología nace de la desigualdad existente entre los países que poseen tecnología y los que no la poseen, es decir, la desigualdad entre países desarrollados y países subdesarrollados. Esta desigualdad no consiste únicamente en la posesión o carencia de los conocimientos tecnológicos o del desarrollo, sino que fundamentalmente está dada por la relación de dependencia de los países subdesarrollados con respecto a los países desarrollados.

Los países dependientes, carentes de tecnología, tienen que comprarla a los países desarrollados, importarla y pagar por ella a través de patentes, regalías o "know-how".

El término "transferencia de tecnología" es un término engañoso, pues escamotea la realidad de una relación en la cual la tecnología es comprada, importada como cualquier mercancía. Como lo ha planteado muy claramente Constantino Vaitsos (5):

"La literatura que trata el tema de importación de tecnología generalmente se refiere al proceso con el término de 'transferencia de tecnología'. Terminología que si se toma en forma seria, podría constituir un indicativo del grado de comprensión, de apreciación y análisis de los temas que representa. El uso de la palabra 'transferencia' en el tema de tecnología, indica lo poco que conocemos sobre la materia. En otros campos no hablamos sobre la transferencia de cobre o la transferencia de algodón, o de televisores. Estamos hablando sobre la compra y la venta de estos productos".

Esta clarificación de que la tecnología constituye una mercancía, la cual es importada por los países subdesarrollados, bajo condiciones sumamente desfavorables impuestas por la relación misma de dependencia, sólo ha venido a ser aceptada en forma más o menos amplia durante la pasada década. Como dice Guillermo Vitelli (6):

"En los últimos años se ha aceptado en América Latina que la tecnología debe ser analizada tomando como punto de partida su propiedad esencial de mercan-

cía. Es ya un lugar común denominar a su incorporación como 'comercio de tecnología' y no como transferencia, dado que los conocimientos cautivos se introducen siempre a través de los mecanismos de un mercado, netamente imperfecto, donde influye como elemento central en la determinación del precio el diferente poder de negociación de las partes."

La "transferencia de tecnología" puede darse a través de las modalidades básicas (7):

i) Importación de **tecnología incorporada** a bienes de capital u objetos de consumo.

ii) Importación de **tecnología desincorporada**, es decir, conocimientos, habilidades y destrezas necesarias para utilizar la tecnología incorporada y hacerla avanzar, en forma de:

a) Patentes extranjeras, referentes a procesos y productos.

b) Asistencia técnica importada.

c) Personal importado, cuyos conocimientos son utilizados en el país receptor.

d) Personal nacional, entrenado en el exterior, cuyos conocimientos son luego utilizados en su país.

e) Información técnica, en forma de libros, revistas, manuales y otras publicaciones.

En el mundo capitalista actual, la transferencia de tecnología se da principalmente por medio de las empresas monopólicas transnacionales. Estas empresas no están interesadas en la sola venta de su tecnología, pues esto las acercaría peligrosamente a la posibilidad de competencia, sino que más bien prefieren trasladar a los países dependientes la tecnología acompañada de su propio capital, a través del mecanismo conocido como inversión directa. Esta es realizada por las empresas transnacionales, patrocinada por los estados donde ellas se basan, y promovida y facilitada por los propios estados dependientes receptores de la tecnología.

Los acuerdos mediante los cuales se producen la transferencia de tecnología son los llamados contratos de tecnología. En ellos se establecen las condiciones de la transferencia. Las características explotativas de estos

contratos han sido resumidas y mostradas por Theotonio Dos Santos (8):

a) "La existencia de paquetes tecnológicos que someten al comprador o receptor de la tecnología a una opción muy restringida al verse obligado a aceptar no solamente al producto o proceso que necesita, sino también las combinaciones específicas de partes del producto global (que pueden incluso tener una distribución internacional predeterminada), las técnicas de planeación de la inversión, las condiciones de financiamiento, la determinación del suministro de materias primas, los diseños, los servicios de reparación y hasta las formas de mercado y publicidad".

b) Las cláusulas restrictivas tales como: la prohibición de exportaciones, el pago de 'regalías' en moneda dura; la apertura de acciones de la empresa local al vendedor de tecnología; el derecho a la inspección; el control de marcas y el pago por ellas, etcétera".

c) "Los precios altamente explotativos de las patentes, de las materias primas y partes intermedias; del llamado 'know how' que tiende a incorporarse al capital accionario de las empresas con un valor ficticio, del uso de las marcas comerciales, de la asistencia técnica impuesta etcétera".

En América Latina, la dependencia tecnológica y la consiguiente necesidad de importar tecnología, constituyen problemas políticos de primera magnitud. Ante esta problemática se han tomado diversas posiciones. Una de ellas consiste en suponer que la forma de superar la dependencia científica y tecnológica consiste en la creación de una ciencia y una tecnología "nacionales". Estos planteamientos coinciden con las posiciones políticas "populistas" que tanto auge tuvieron hace unos treinta años. Se pretendía que el estado, aliado con los sectores "nacionales" de la burguesía local y con los obreros, podría constituir un frente político que rompiera la dependencia y echara las bases para un desarrollo industrial, científico y tecnológico autónomo. Pero la historia reciente de nuestros países ha demostrado lo incierto de estas posiciones. El destino de los procesos de "sustitución de importaciones",

del establecimiento de "industrias básicas" y, sobre todo, la irrupción de las empresas monopólicas transnacionales y sus modalidades de transferencia de tecnología en el panorama latinoamericano, han despojado de toda validez a los planteamientos populistas.

Más recientemente han aparecido otras posiciones, las cuales pretenden la creación de tecnologías "intermedias" o "alternativas", basadas en el uso de poco capital y la abundante mano de obra barata existente en nuestros países, así como en el aprovechamiento de la tradición tecnológica local. Estos enfoques se han originado, paradójicamente, en los sectores progresistas de los países desarrollados. Se pretende utilizar como ventaja la existencia de masas super-explotadas, se niega el desarrollo de las fuerzas productivas como motor de la liberación científico-tecnológica, se piensa ingenuamente en la viabilidad de la utilización en gran escala de tecnologías atrasadas y se ve al desnivel tecnológico existente entre países desarrollados y subdesarrollados como un problema moral: los países industrializados no deben seguir exportando tecnologías indiscriminadamente a los países atrasados, sino que deben seleccionar aquellas que por su simplicidad y bajo costo puedan ser operadas fácilmente por sus usuarios subdesarrollados. Estas posiciones utópicas han pasado fugazmente, como una moda más, por nuestros países, y su influencia no ha ido más allá de ciertos sectores estudiantiles, intelectuales y algunos organismos internacionales.

Otros intentos más pragmáticos para afrontar el problema de la dependencia tecnológica, se han dado mediante la creación de mecanismos de control de los efectos más negativos de la transferencia tecnológica en manos de las empresas transnacionales. Estos esfuerzos se han concretado en instrumentos reguladores de la actuación de dichas empresas, tales como los propuestos por los países signatarios del Pacto Subregional Andino (9), o de "Códigos de Conducta", de carácter más general, establecidos por los organismos internacionales (10). Pero la intención reguladora de estos instrumentos entra en clara contradicción con la vora-

cidad de los intereses de las empresas transnacionales, las cuales están ampliamente sustentadas por grupos de poder dentro de cada uno de los países, y además cuentan con las facilidades ofrecidas por los gobiernos. ansiosos de recibir la inyección de inversión extranjera. En Venezuela la dependencia tecnológica presenta características similares a la de los demás países de Latinoamérica, con la particularidad de que su desarrollo minero ha generado una economía predominantemente comercial, con abundancia de divisas fáciles, lo cual ha permitido la importación indiscriminada de tecnología. De modo que en vez de haberse dado un proceso de desarrollo técnico, "... Venezuela muestra (...) una situación que pudiéramos llamar de 'crecimiento técnico' basado en la importación de tecnología extranjera" (11).

Las consecuencias fundamentales de nuestra dependencia tecnológica, tal como lo señala el CONICIT (12), son las siguientes:

1. "Necesidad de importar tecnologías".
2. "Incapacidad de seleccionar las tecnologías más convenientes en términos de nuestra dotación de factores".
3. "Incapacidad de selección de las tecnologías extranjeras".
4. "Escaso poder de negociación en relación con la compra de tecnologías".

En relación a este último punto, el escaso poder de negociación en la compra de tecnología ha sido producto de no haber aprovechado la posición ventajosa en la negociación que nos otorga la posesión de abundantes divisas, situación muy diferente a la de la gran mayoría de los países del tercer mundo.

3. La Industria de la Construcción en Venezuela.

En dos trabajos de Alfredo Cilento, uno de 1978 y otro, más reciente, de 1980 (13), se señalan las características fundamentales de la industria de la construcción venezolana en relación con la economía nacional. A continuación recogemos algunos de esos aspectos,

los cuales consideramos los de mayor relevancia a los fines de este trabajo:

1. La industria de la construcción constituye en Venezuela la segunda industria en importancia después de la industria petrolera, y tiene un papel determinante dentro de la economía no petrolera del país.
2. La Participación de la industria de la construcción en el producto territorial bruto (P.T.B.) de Venezuela, es bastante alto en comparación con otros países de América Latina e incluso con países desarrollados. Esta participación ha sido creciente en los últimos años, hasta alcanzar un 7.9% en 1978 (ver Cuadro 1 anexo). Esta cifra no toma en cuenta la industria de los materiales de construcción, la cual se incluye dentro del total del sector manufacturero (14.8% en 1978).
3. La inversión bruta fija de la industria de la construcción representó en 1978 el 57% del total de la inversión bruta fija del país (ver Cuadro 2 anexo), lo cual es elevado. Pero lo importante es que en la formación de capital fijo de origen nacional, la industria de la construcción representó en 1978 un 86% de la inversión bruta fija de origen nacional. Esto nos demuestra que la construcción es la primera, y casi la única, actividad nacional de formación de capital fijo.
4. La producción nacional de bienes de capital (maquinaria y equipo, medios de transporte), por otra parte, representa apenas el 2% del total de la inversión bruta fija del país y el 3% de la producción nacional. La maquinaria y equipo han constituido entre el 87 y el 96% del total de la formación bruta de capital fijo importado entre 1971 y 1978. Y al sumarles los porcentajes correspondientes al equipo de transporte importado en el mismo período (del 12 al 3% del total), se alcanza al 99% de las importaciones de capital fijo. Esto muestra en general nuestra dependencia de las importaciones y el atraso de nuestra industria.

El capital de las empresas constructoras venezolanas esta constituido fundamentalmente por el valor de sus activos fijos, es decir, de maquinaria y equipo importados. Esto señala en particular la dependencia de nuestra industria de la construcción de las importaciones, y

refuta la generalizada creencia en su carácter "nacional".

5. Otra característica importante de la industria de la construcción venezolana la constituyen las grandes fluctuaciones en la inversión, principalmente en el sector público, por el carácter político que se le ha dado a las inversiones. Estas fluctuaciones demuestran la capacidad de la industria de adaptarse a una demanda cambiante, lo cual la ha convertido en un importante regulador económico en situaciones coyunturales.

**Participación del sector construcción y de la industria
manufacturera en el P.T.B.**

(Millones de bolívares a precios de 1968)

CUADRO 1. (Tomado de CILENTO, 1980, ligeramente
modificado)

AÑO	P.T.B.	CONSTRUCCION	% DEL P.T.B.	INDUSTRIA MANUFACTURERA	% DEL P.T.B.
1968	45.131	2.077	4.6	5.215	11.5
1969	46.706	1.932	4.1	5.645	12.1
1970	50.244	1.902	3.8	6.219	12.3
1971	51.819	2.206	4.3	6.615	12.7
1972	53.380	2.797	5.2	7.163	13.4
1973	56.955	3.150	5.5	7.581	13.3
1974	60.285	3.103	5.1	8.333	13.8
1975	63.416	3.661	5.8	9.286	14.5
1976	68.353	4.420	6.5	10.392	15.2
1977	73.563	5.508	7.5	10.820	14.7
1978	77.109	6.068	7.9	11.391	14.8

CUADRO 2 (Tomado de Cllento)

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
1. Importación	4.412	5.170	5.890	6.615	10.493	14.954	23.677	23.271
2. Maquinaria y Equipo	4.237	4.993	5.685	6.081	9.494	12.973	20.781	20.457
3. Equipo de Transporte	165	167	187	491	939	1.890	2.835	2.790
4. Ganado Reproductor	10	10	18	43	60	91	61	24
5. Producción Nacional	8.822	10.613	12.726	14.369	20.105	27.693	36.750	45.007
6. Construcciones y Mejoras.	7.431	8.993	10.748	11.811	16.590	23.155	31.668	38.279
7. Cosntrucción Residencial.	2.967	3.724	4.640	4.796	7.015	9.533	11.159	14.353
8. Construcción no Residencial	4.086	4.883	5.718	6.569	8.989	13.074	19.787	23.184
9. Mejoras de Tierras	378	386	390	446	586	548	722	742
10. Medios de Trasnporte.	1.082	1.292	1.612	2.019	2.768	3.614	3.919	5.248
11. Maquinarias y Equipo	267	304	331	429	583	763	1.026	1.272
12. Ganado Reproductor.	42	24	35	110	164	161	137	208
13. Inverslón bruta fija total.	13.234	15.783	18.616	20.984	30.598	42.647	60.427	68.278
6/13	0,56	0,57	0,57	0,56	0,54	0,54	0,52	0,56
6/5	0,84	0,85	0,84	0,82	0,83	0,84	0,86	0,85
7/13	0,22	0,24	0,25	0,23	0,23	0,22	0,18	0,21
7/5	0,34	0,35	0,36	0,33	0,35	0,34	0,30	0,32
11/13	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
11/5	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
2/1	0,96	0,96	0,96	0,92	0,90	0,87	0,87	0,87
3/1	0,03	0,03	0,03	0,07	0,09	0,12	0,12	0,12

La tecnología en la Industria de la Construcción Venezolana.

Las características generales de la industria de la construcción en Venezuela que acabamos de ver, muestran un panorama marcado por la dependencia económica. El aspecto específico de la tecnología de la construcción no escapa a la situación general de la tecnología en Venezuela, determinada por la economía dependiente, con las consecuencias ya señaladas en el punto 2: importación indiscriminada de tecnología, utilización de tecnología no adecuada a la realidad del país, ausencia de medios para evaluar tecnologías, poca capacidad de negociación e inexistencia de políticas para la transferencia tecnológica. A esto se suma la escasa actividad de investigación y desarrollo experimental en el campo de la construcción, las dificultades para la formación de investigadores en este campo y la dispersión de la información técnica de la construcción de origen nacional e internacional (14), así como el estado incipiente de los mecanismos para la normalización técnica, el control de calidad y la certificación de idoneidad técnica a nuevos productos o procedimientos (15).

Es importante mencionar aquí, que en nuestro país las empresas constructoras le restan toda importancia al desarrollo técnico como forma de aumentar su productividad. Por las particularidades mismas de la industria, las empresas tratan de aumentar su productividad mediante otro tipo de acciones, tales como reducir el stock, acelerar las obras o mejorar su relación con los entes financieros. De aquí el hecho de que no se logre interesar a los empresarios en construir mejor y más barato mediante la innovación o el desarrollo tecnológico, puesto que los grandes beneficios del negocio de la construcción están en la tierra y en el financiamiento y no en el manejo más efectivo de la tecnología.

En la industria de la construcción venezolana, el único tipo de importaciones que no se ha podido realizar ha sido el de las edificaciones mismas o sus componentes básicos, y esto debido al carácter mismo de "inmue-

bles" que tienen dichos objetos. Pero aparte de ellos se importan abundantemente: materiales de construcción, componentes constructivos secundarios, maquinaria y equipo, trayéndose junto con ellos toda la "tecnología incorporada" que tienen impresa. Por otra parte, también se importa la "tecnología desincorporada" necesaria para la utilización de esos objetos de consumo y bienes de capital, en forma de: patentes, asistencia técnica, información y personal.

Referencias.

1. CILENTO, A. y HERNANDEZ, H. (1975) **LAS EDIFICACIONES Y SU PRODUCCION**, (mimeo), Caracas: IDEC, FAU, UCV, p. 26.
2. IDEC (1978) **EL ENFOQUE DE SISTEMAS DE EDIFICACIONES**, (mimeo), Caracas: IDEC, FAU, UCV, (subrayado nuestro), p. 10.
3. IDEC (1978), p. 9.
4. CILENTO, A. y HERNANDEZ, H. (1978) **LA PRODUCCION DE VIVIENDAS EN VENEZUELA**, (mimeo), Caracas: IDEC, FAU, UCV. (Ponencia al Seminario sobre la Industria de la Construcción, UCV-UCL), p. 12.
5. VAITSOS, C. (1972) "EMPRESAS TRANSNACIONALES, COMERCIALIZACION DE TECNOLOGIA Y RENTAS MONOPOLICAS", en STANZICK, K. y GODOY, H. (eds.) (1972) **INVERSIONES EXTRANJERAS Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN AMERICA LATINA**. Santiago de Chile: ILDIS-FLACSO, p. 455.
6. VITELLI, G. (1976) **COMPETENCIA, OLIGOPOLIO Y CAMBIO TECNOLÓGICO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION. EL CASO ARGENTINO**, (mimeo), Buenos Aires: BID-CEPAL, p. IX-1.
7. Véanse DOS SANTOS, T. (1979) "LA TECNOLOGIA Y LA RESTRUCTURACION CAPITALISTA: OPCIONES PARA AMERICA LATINA", en **COMERCIO EXTERIOR**, Vol. 29, Núm. 12, p. 1365; y WOLFENSON, A. (1972) "INCIDENCIA ECONOMICA DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN EL MODELO DE DESARROLLO DEL PERU DENTRO DEL MARCO DEL ACUERDO DE CARTAGENA" en STANZICK y GODOY (eds) (1972), p. 515.
8. DOS SANTOS, T. (1979), pp. 1367-1368.
9. ACUERDO DE CARTAGENA (1974) **DESAGREGACION DEL PAQUETE TECNOLÓGICO**, (mimeo), Lima: ACUERDO DE CARTAGENA.
10. CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE COMERCIO Y DESARROLLO (UNCTAD) (1977) "OBJETIVOS DE UN CODIGO DE CONDUCTA PARA LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA", en MYRDAL, G. et al (1977) **TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA Y TRAFICO DE PATENTES**, Caracas: EL CID pp. 83-119.
11. CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y TECNOLÓGICAS (CONICIT) (1973) **DIAGNOSTICO DE LA ACTIVIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO EXPERIMENTAL QUE SE REALIZA EN EL PAIS**, Caracas: CONICIT, p. 213.
12. CONICIT (1973), pp. 213-214.
13. CILENTO, A. (1978) **UN MODELO DEL SECTOR CONSTRUCCION EN VENEZUELA**, (mimeo), Caracas: IDEC, FAU, UCV. (Ponencia al Seminario sobre la Industria de la Construcción, UCV-UCL).
14. CILENTO, A. (1980) **LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION Y SU RELACION EN LA ECONOMIA DEL PAIS**, (mimeo), Caracas: IDEC, FAU, UCV. (Ponencia al Housing and Settlement Symposium, MIT, School of Architecture and Planning).
15. CILENTO, A. y HERNANDEZ, H. (1978), p. 79.
16. COMISION PARA LA IMPLEMENTACION DEL DERECHO N° 168. **VIVIENDA Y DESARROLLO ESPACIAL (1975) INFORME FINAL**, (mimeo), Caracas, vol. 1, p. 74.

Este trabajo constituye el capítulo 2 del Trabajo de Ascenso: GUSTAVO FLORES (1981) **TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION EN VENEZUELA**, (mimeo), Caracas: IDEC, FAU, UCV.

Alberto Lovera (*)

Esa mercancía llamada tecnología.

Aun cuando no hay un criterio único al respecto, cuando se habla de tecnología se hace referencia al conjunto de conocimientos, instrumentos, métodos y saberes prácticos que son utilizados para alcanzar determinados objetivos de producción. Jorge Sábato denomina tecnología "al conjunto armónico de habilidades que se emplean en la producción y comercialización de bienes y servicios, que comprende no sólo el conocimiento científico que emana de las ciencias naturales, sociales y humanas, sino también el conocimiento empírico proveniente de la observación, las experiencias, determinadas habilidades, la tradición etc." (1). Sábato y Mackenzie enfatizan que "la tecnología no es una máquina, ni un diagrama, ni una receta, ni un programa de computadora, ni una fórmula, ni un diseño, ni una patente, sino mucho más, incorporada, como en una planta industrial, desincorporada, como en un conjunto de planos o en una mezcla adecuada de ambos tipos. La tecnología es un **paquete** de conocimientos organizados de distintas clases (científico, técnico, empírico, etc.) provenientes de diversas fuentes (descubrimientos científicos, otras tecnologías, libros, manuales, patentes, etc.) a través de métodos diferentes (investigación, desarrollo, adaptación, copia, espionaje, expertos, etcétera)." (2).

Cuando este conjunto de conocimientos los ubicamos en un momento histórico determinado, podremos hablar de un determinado nivel de desarrollo tecnológico, el cual está determinado a su vez por el grado que hayan alcanzado las fuerzas productivas en su desarrollo.

La tecnología al ser apropiada y producida por los circuitos del capital, se constituye en una mercancía que se produce, se compra y se vende como cualquier producto. La producción de tecnología ha venido sufriendo las mismas transformaciones que otras ramas de la economía, en su tránsito de la artesanía a la manufactura, y de allí a la gran industria. Es por ello que hoy podemos hablar de empresas y fábricas de tecnología (3).

La tecnología se presenta bajo dos formas: **Tecnología incorporada** en los bienes de capital fijo, y **tecnología desincorporada**, es decir, "conocimientos, habilidades y destrezas necesarias para utilizar la tecnología incorporada y hacerla avanzar, en forma de: a) patentes extranjeras, referentes a procesos y productos; b) asistencia técnica importada; c) personal importado, cuyos conocimientos son utilizados en el país receptor; personal nacional entrenado en el exterior, cuyos conocimientos son luego utilizados en su país; e) información técnica, en forma de libros, revistas, manuales y otras publicaciones" (4). A lo cual hay que agregar todas las fuentes de producción tecnológica nacionales.

Composición orgánica del capital y desarrollo tecnológico.

Si ponemos en la balanza del desarrollo de las fuerzas productivas a la industria de la construcción, el fiel nos indicará que estamos en presencia de una rama de la producción cuya composición orgánica de capital está por debajo de la composición orgánica del capital social medio de la economía. En efecto, la composición orgánica del capital nos permite calibrar el grado de

desarrollo de las fuerzas productivas en el conjunto de una economía o de una rama. Con este instrumento podemos medir la forma de combinación de los elementos del proceso de trabajo bajo unas determinadas relaciones de producción (capitalistas en nuestro caso), en un momento histórico dado. Si esta medición se la realizamos a la industria de la construcción, tendremos como resultado que la relación entre los componentes constante y variable del capital, tiene un predominio de la fuerza de trabajo sobre los medios de producción, o dicho sucintamente, una composición orgánica del capital baja. Así pues, dadas estas características, puede afirmarse que en la rama de la construcción la fuerza productiva del trabajo se encuentra por debajo del nivel medio de la economía. Para ratificar esto contamos con los datos para la economía venezolana, correspondientes al año 1971, que arrojan los siguientes resultados: la composición orgánica media era de 22,39 para el conjunto de la economía; en la industria petrolera era de 83,63; y para la rama de la construcción de 6,31 (5).

Sí, como hemos señalado, el nivel de desarrollo tecnológico está determinado por el desarrollo de las fuerzas productivas, y estas últimas pueden medirse en su avance a través de la composición orgánica del capital; entonces, en las fuerzas productivas, sus elementos y su nivel de desarrollo en la rama de la construcción hallaremos las claves decisivas de su desarrollo tecnológico.

La construcción: manufactura heterogénea.

La industria de la construcción posee como una de sus características, el hecho de ser una rama que aporta a la sociedad un conjunto de productos muy variados. Variedad no sólo por su número, sino también por el pa-

(*) Sociólogo. Investigador del IDEC.

(1) Jorge Sábato, "El comercio de tecnología", citado IN: Carlos Contreras, *Transferencia de Tecnología en países en desarrollo*, ILDIS, Caracas, 1979, p. 25.

(2) Jorge A. Sábato/Michael Mackenzie, *La Producción de Tecnología (Autónoma o Transnacional)*, Instituto Latinoamericano de Estudios Transnacionales/Editorial Nueva Imagen, México, 1982, p. 25.

(3) Sobre esta transformación en la producción de tecnología y las empresas y fábricas de tecnología, Cfr. Sábato/Mackenzie. Op. cit.

(4) Gustavo Flores, *Transferencia de Tecnología en la industria de la construcción en Venezuela*, IDEC, FAU, UCV, mimeo, Caracas, 1981, pp. 22-23.

(5) Federico Villanueva, *Indagaciones sobre la forma del valor en el capitalismo*, mimeo, Caracas, 1979, anexos.

pel que cumplen al interior del circuito económico. Bienes de producción y bienes de consumo. Productos de consumo individual y de consumo colectivo, de consumo productivo y de consumo no productivo. Se trata de una rama de la economía que acomete la producción de esa variedad de productos bajo diferentes formas, dependiendo de si se trata de la producción de edificaciones o de las llamadas obras civiles, pero aún así con una serie de constantes productivas que le dan unidad como esfera de producción característica, con límites definidos.

Por otra parte, los tipos de productos y la escala a la cual se producen, establecen diferentes exigencias técnicas, lo cual marca los sub-sectores de la construcción, así como ciertos procesos de producción parciales. Esto hace que sea posible encontrar diferentes composiciones orgánicas según el sub-sector, la fase del proceso de trabajo o la escala de producción.

Esta heterogeneidad de la composición orgánica a diferentes niveles de la rama de la construcción, está seguramente relacionada con el hecho de que el desarrollo de la misma ha tomado como forma dominante la de **manufactura heterogénea**. Bajo este nombre agrupó Marx aquellos procesos manufactureros que dan forma al producto "mediante el ensamblamiento puramente mecánico de productos parciales independientes" (6). Y así se verán coexistir en diferentes fases del proceso de construcción y en diferentes partidas las más disímiles combinaciones en la producción entre fuerza de trabajo y medios de producción. Fases con un alto índice de mecanización se articulan con fases de una gran intensidad de mano de obra. En este sentido, se ha indicado que "las enormes variaciones de los índices de mecanización entre las partidas son en todo caso demostración adecuada de la afirmación de que el proceso de trabajo en la industria de la construcción puede describirse como una manufactura heterogénea,

siendo ésta afirmación cierta, tanto globalmente para toda la industria como sectorialmente para el análisis de cada producto" (7).

Los obstáculos al desarrollo de las fuerzas productivas en la construcción.

Es un hecho comprobable que la rama de la construcción tiene una composición orgánica de capital por debajo de la medida del capital social, como hemos visto. Esto es así no sólo en las formaciones sociales que ocupan un lugar periférico y dependiente en la cadena capitalista mundial, sino también en aquellas que constituyen sus eslabones centrales. Un conjunto de obstáculos se levantan para bloquear el desarrollo de las fuerzas productivas en la rama de la construcción, obstáculos de diferente índole a los cuales nos referiremos enseguida.

Respecto a los obstáculos con que se ha topado el desarrollo de las fuerzas productivas en la rama de la construcción se han tejido infinidad de argumentos y polémicas. No pretendemos un análisis exhaustivo de este tópico, sino más bien destacar algunos de sus elementos más relevantes.

Desde nuestro punto de vista, podrían agruparse en dos grandes grupos estos obstáculos. Unos de índole técnico-económico y otros de índole socio-político, sin que exista entre ellos un límite infranqueable, sino más bien variados puntos de contacto. Debe tenerse presente además, que tampoco se trata de factores inmutables frente a factores mutables. Ambos tipos de obstáculos están sujetos a la evolución y revolución tanto de las fuerzas productivas como de las relaciones de producción. Su consideración formalmente separada tiende a destacar que ni una revolución tecnológica ni una revolución social, vistas también separadamente,

pueden por sí solas saltarse estos obstáculos sin más. Al contrario, la experiencia muestra que los obstáculos de toda índole al desarrollo de las fuerzas productivas en la rama de la construcción en un hueso duro de roer.

Veamos primero aquellos factores que pueden agruparse en el renglón técnico-económico. Dentro de la mayoría de los analistas del tema, se hace referencia a las particularidades o peculiaridades bien de la industria de la construcción, bien de sus productos. Aunque ello ha permitido destacar un conjunto de aristas propias de la construcción, nos parece más exacto hablar de las **características** de los productos y de la forma de producción de la rama en cuestión, pues muchas de las que se presentan como peculiaridades no son privativas de la industria de la construcción, aunque sí son características de ella.

Obstáculos técnico-económicos

Tierra.

Algo característico de los productos de la industria de la construcción es su vínculo con la tierra. En general son productos inmóviles, fijos al terreno del cual no se separan una vez producidos como en la agricultura, sino que son consumidos en la misma base territorial donde se producen. En efecto, en la rama de la construcción la tierra tiene un papel clave 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 con la infraestructura incorporada a ser soporte resistente, para finalmente actuar como medio de trabajo general al agregarse a toda la estructura resistente a la obra en cuestión" (8).

(6) Karl Marx, *El Capital (Crítica de la Economía Política)*, Siglo XXI editores, México, 1977, Tomo I, Vol. 2, p. 416.

(7) J.J. Martín, *El proceso de producción del medio ambiente construido (una vía para su análisis)*, FAU, UCV, mimeo, 1982, p. 134.

(8) J.J. Martín, *Op cit.*, p. 34.

Pero además, la tierra entra a la esfera de la circulación y el consumo junto al resto del producto de la construcción, lo que significa que para cada nuevo proceso de producción se requiere un nuevo terreno.

Por otra parte, cada producto requiere adaptarse al terreno donde se apoya, por tanto las características morfológicas y geológicas tendrán un significado innegable, lo cual pondrá de manifiesto el papel de la Renta Diferencial I en la producción de los productos de la construcción. Esta adaptación al terreno da como resultado una singularidad de cada proceso productivo, singularidad que puede relativarse con avances técnicos, mas 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 su conexión con el terreno y las redes de servicios.

Demanda.

Este carácter más o menos singular de los productos de la construcción tiene una conexión con la forma que presenta en la actualidad la demanda. Persiste una demanda discontinua con diferencias según el sub-mercado del cual se trate. Puede ser una demanda discontinua y dispersa como es actualmente la de la vivienda, o puede ser una discontinua, pero concentrada, como es la generalidad de las obras civiles demandadas por el Estado. Situación ésta relativizable mediante los planes de inversión a largo plazo para los diferentes sub-sectores, y/o mediante una planificación económica obligante para todos los sectores productivos. Sumado a estas características de la demanda, buena parte de la producción funciona por encargos o pedidos, lo cual no tendría que ser un factor limitante de mucho peso sino se sumara a otras características de la industria de la construcción, pues también la industria aeronáutica y naval funcionan por un régimen de producción por pedidos.

Volumen y Peso.

Es evidente que los productos de la construcción poseen un gran volumen y peso. Si el volumen tiene límites para reducirse, no así su peso. Pero en todo caso, lo constatable es que en nuestros días la relación valor/peso en los productos de la construcción es muy baja, lo cual determina radios de transporte muy cortos y establece un límite al área de acción de las empresas. Mientras estos factores persistan serán un límite al desarrollo de la construcción, límite no infranqueable debido a las nuevas posibilidades que ha abierto la producción de componentes livianos. Cuando se habla del volumen y peso de los productos de la construcción y de la mayoría de sus componentes se comprenden fácilmente los obstáculos que se levantan al transporte y al almacenamiento (9).

Taller en sitio.

Uno de los límites más importantes con los que ha tropezado el desarrollo de la industria de la construcción, ha sido el hecho de que algunas de las fases del proceso productivo no pueden trasladarse a talleres sino que hay que realizarlas en la propia obra. El acondicionamiento del terreno y buena parte del ensamblaje parece poder mecanizarse, más no industrializarse. En realidad, buena parte de los avances más notables en el área de la construcción se han producido llevándose fuera de la obra la producción de fases completas que se realizaban a pie de obra, pero queda una parte significativa que en el horizonte inmediato no parecen poder resolverse productivamente sino en la obra misma.

Durabilidad.

Por el carácter complejo y el hecho de ser un producto discreto —a saber: productos no susceptible de fraccionarse sin afectar su valor de uso, deben esperar a completar su totalidad para ser lanzados a la circulación y al consumo—, sumado a la debilidad del desarrollo de las fuerzas productivas en la rama de la construcción, el resultado es un largo ciclo de producción dando origen a su vez a productos de gran durabilidad. La larga permanencia de un bien de este tipo, que parece justificada por el enorme volumen de trabajo invertido en él y, por tanto, el valor considerable que contiene, visto desde otro ángulo hace dificultosa la investigación y experimentación, al menos, más que en otro tipo de productos más perecederos. Los obstáculos en este terreno se han venido salvando a medida que la construcción se ha tornado más en ensamblaje de partes, así como por la aplicación de los adelantos científicos que permiten observar en el corto plazo la acción del tiempo y de los agentes naturales. Esta durabilidad de los productos de la construcción tiene otros efectos indirectos sobre el desarrollo de la rama a los cuales nos referiremos más adelante.

Dispersión geográfica.

Para completar este panorama de características-obstáculos de la construcción, hay que destacar el hecho de que cada proceso de producción tenga que realizarse en un punto determinado donde el bien se conecta con la tierra produce una discrepancia geográfica de la producción, lo cual obliga a crear en cada obra una unidad de producción. Se podrá comprender la influencia que tiene esto en la organización empresarial que toma la rama, así como su efecto tanto en el proceso de trabajo propiamente dicho, como en el papel y los límites del capital fijo que continuamente debe trasladarse de una obra a otra. Ello implica una traba para aprovechar economías de escala y le plantea una serie de exigen-

(9) Cfr. Germán Bode Hernández, *Hacia la industrialización del Sector de la Construcción*, Instituto Cubano del Libro, La Habana, 1972, pp. 29 y ss.

cias particulares a las empresas constructoras en el manejo de la maquinaria y equipo, lo cual en ciertas obras implicará combinar complejidad técnica con —lo que es común a la rama— posibilidad de ser transportada a los diferentes puntos de la demanda geográficamente localizada (10).

Obstáculos socio-políticos.

A medio camino entre los obstáculos técnico-económicos y los socio-políticos que entran en el desarrollo de la industria de la construcción, se encuentran los efectos que genera el puesto que ocupa la construcción en la economía nacional. La industria de la construcción es un sector de demanda final y con múltiples relaciones intersectoriales con otras ramas de la economía. Esto la hace más sensible a todo lo que acontezca en el panorama económico, no sólo directamente sino en todos los sectores con los cuales tiene conexiones: otras industrias, pero también el aparato bancario —por el papel que juega en la construcción—, y muy particularmente —todavía más en el caso venezolano— con el Estado, cliente de primer orden, y del cual emanan las reglamentaciones para esta actividad.

Pero esta sensibilidad económica de la construcción, se ve catalizada por el hecho de que frecuentemente es utilizada como mecanismo de equilibrio coyuntural, muy especial en lo que al desempleo se refiere.

Porque es un sector donde predomina la mano de obra sobre los medios de producción, se le privilegia a la hora de dirigir acciones para reanimar la economía, pero al hacerlo se perpetúa la tendencia a una baja composición orgánica del capital en esa rama.

Fuerza de trabajo.

Al analizar la fuerza de trabajo en la construcción nos encontramos con uno de los límites a la mecanización. Ella se justifica cuando el costo de los salarios es superior al costo del capital fijo, pero no puede obviarse que en la industria de la construcción predominan los bajos salarios, la sobre-explotación. En los países capitalistas desarrollados, apoyados en buena medida en los trabajadores inmigrantes, en nuestros países apoyados en 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. Además, las características mismas de la producción en la construcción hacen que los trabajadores que fluyan a la rama estén sometidos a una jornada de trabajo más larga, a condiciones de trabajo más precarias, a una secular inseguridad e inestabilidad en el empleo, en síntesis, condiciones de trabajo mucho peores que las del resto de la clase obrera industrial. Mientras sea posible mantener a la mano de obra en esas condiciones de trabajo y a costos bajos de remuneración, ello se seguirá levantando como un obstáculo 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 ciertas obras puede moderar esta tendencia al uso generalizado de la mano de obra; lo mismo se puede pensar si llegaran a ponerse límites a la sobre-explotación en ausencia de un volumen de mano inmigrante sin protección legal, que pudiera contrarrestar tal tendencia. Habría que estudiar estos fenómenos en los diferentes sub-sectores de la construcción, pues lo que adquiere una forma generalizada y radical en la construcción edilicia, es más moderado en el sub-sector de obras civiles. Pero todo indica que este es un factor que tiende a hacer trabajoso el avance técnico en la construcción. Si este factor tiene una importancia innegable en nuestros países, que ocupan lugares periféricos y dependientes en el circuito capitalista, se encuentran también pre-

sentes en países desarrollados, donde también la industria de la construcción tiene una composición orgánica baja, respecto al nivel de esas formaciones sociales.

Renta de Suelo.

Vinculado a lo anterior, hay que referirse a la renta del suelo. La renta absoluta tiene uno de sus fundamentos en la baja composición orgánica del capital. Si la tierra como medio de producción posee en el ciclo de la construcción el peso específico que tiene, es previsible que el pago por efecto de la propiedad de la tierra afecte la posibilidad de una mayor inversión en medios de trabajo en sentido estricto en herramientas y maquinarias. De otra parte, "la renta del suelo puede, en el amplio sentido, ser financiada por una sobre-explotación de la fuerza de trabajo" (11), lo cual se enlaza perfectamente con lo señalado acerca de las condiciones de trabajo y remuneración de la clase obrera en la construcción y, con la perpetuación de un débil crecimiento de la composición orgánica del capital.

No está demás reafirmar que todos estos factores actúan articulados al conjunto de los elementos constituyentes y condicionantes del proceso de trabajo, por tanto, pueden ser relativizados o neutralizados según como evolucionen o se revolucionen tanto fuerzas productivas como relaciones de producción. El entrelazamiento de estos factores depende de múltiples condiciones y rara vez levantar obstáculos absolutos. Por ello, encontraremos, si hacemos una evaluación comparativa, que ha habido importantes cambios, transformaciones y avances en el desarrollo de las fuerzas productivas en la construcción, y aunque su composición orgánica sigue estando por debajo de la del capital social medio.

(10) Cfr. al respecto, Guillermo Vitelli, *Competencia, Oligopolio y cambio tecnológico en la Industria de la Construcción*. El caso argentino, Naciones Unidas. Comisión Económica para América Latina/ Banco Interamericano de Desarrollo, Programa BID/CEPAL sobre investigación en Temas de Ciencia y Tecnología, Monografía de Trabajo N° 3, mimeo, 1976.

(11) Miguel Dechervois/Bruno Theret, *Contribución a l'étude de la rente foncière urbaine*, Mouton Editeur, Paris-La Haye, 1979, p. 140.

Diseño Único e Ideología.

Un último elemento que obstaculiza el desarrollo de las fuerzas productivas en la construcción queremos destacar. El tiene particular fuerza en el área de las edificaciones, ha sido presentado de la siguiente manera: "el cambio técnico en la industria de la construcción está determinado por la contradicción entre la resistencia de los productos de la industria a desindividualizarse y la necesidad del capital de producir en serie para efectuar el desarrollo de la plusvalía relativa (...) Esta contradicción es particularmente aguda en las mercancías de consumo individual como la vivienda". En efecto, en el cambio técnico que se ha operado desde la artesanía y la manufactura hasta la gran industria en todas las ramas de producción, "los productos han debido pasar un proceso de desindividualización primero, simplificación luego y por último un proceso de perfeccionamiento de la mercancía producida en serie". Este proceso se ha topado con importantes obstáculos en el área de la construcción (tanto físicos como sociales), a lo cual se le ha sumado el hecho de que por la durabilidad de los productos de la construcción, sucede que los viejos patrones se convierten en referencia permanente, con lo cual se hace más difícil la lucha contra los parámetros estéticos anteriores, que muchas veces se levantan como barrera para permitir soluciones acordes con opciones de producción más avanzadas que requieren cambios en las formas exteriores de los productos (12).

Proceso de trabajo y obstáculos al desarrollo de las fuerzas productivas en la industria de la construcción.

Inevitablemente al abordar los elementos y factores que

obstaculizan el desarrollo de las fuerzas productivas en la industria de la construcción, se ha hecho referencia a las características que toma ese desarrollo en aquella. Sin embargo, un recorrido aunque sea somero, por los factores constitutivos del proceso de trabajo de la rama, permite destacar algunas características más. Como se sabe, los elementos del proceso de trabajo son los siguientes: elemento subjetivo, **la fuerza de trabajo**; los elementos objetivos, por una parte, **el objeto de trabajo** que incluye la materia bruta y la materia prima tanto principal como auxiliar; de otra parte, **los medios de trabajo**, en sentido restringido cual son las herramientas, maquinaria y equipo, en su sentido amplio que incluyen además la tierra, la tierra-capital y los locales de trabajo. Objeto de trabajo y medios de trabajo conforman entonces lo que se llama **medios de producción** (13).

Cuando se va a analizar el proceso de producción de la rama de la construcción es necesario hacer una precisión metodológica para evitar equívocos y ganar en claridad, por lo cual diferenciamos **sector construcción de rama o industria de la construcción**. Tal clarificación metodológica puede presentarse como sigue: "Entendemos por **Sector Construcción**: a todas las actividades dedicadas a la producción, circulación y consumo del medio ambiente construido. El sector construcción se puede dividir en cuanto a la **esfera de la producción** en **ramas**, tales como las industrias de los materiales de construcción, de insumos, de equipos y maquinaria para la construcción. Esta **rama de la industria de la construcción**, incluye todas las actividades necesarias a la producción localizada del medio ambiente construido. Esta rama se divide a su vez, en sub-ramas, las cuales recogen los tipos de productos de la industria de la construcción" (14).

La precisión de los límites del proceso de producción

de la rama de la construcción, vistos ya los elementos del proceso de trabajo, y la diferencia entre industria y sector construcción, permiten evidenciar, una vez realizado un análisis, el lugar en el cual se encuentran los distintos factores que influyen en el desarrollo de la construcción. En efecto, tanto las trabas como sus soluciones pueden hallarse en una ubicación u otra, y esto no es indiferente, como veremos someramente en se guida.

Objeto de trabajo.

Cuando se observa el objeto de trabajo de la industria de la construcción en lo que a insumos se refiere, se constata el impacto que tiene sobre la organización de la producción el hecho de un suministro de materia bruta y materia prima con toda suerte de grados de transformación, de las más simples hasta los componentes pre-fabricados. La rama de producción de insumos para la construcción presenta un grado de desarrollo de las fuerzas productivas por completo heterogéneo, desde la producción de insumos más arcaica hasta la más industrializada coexisten en ella. Esto tiene un efecto muy concreto: así como hay insumos que vienen preparados para su ensamblaje en obra, una buena parte de ellos se conforman en la propia obra. Aunque la tendencia es a la reducción del trabajo en obra a acondicionamiento de terreno, conexión con los servicios y ensamblaje, todavía persisten en buena parte de las sub-ramas un porcentaje de transformación de materias primas e insumos simples en componentes pre-ensamblables que alargan el proceso de producción más allá del acondicionamiento y conexión con el terreno, y de la armadura del producto final. Como puede adivinarse, la industrialización completa de la producción de insumos y el que ellos puedan llegar a la obra listo para articularse con el resto de componentes, es básico para catalizar el desarrollo de la construcción haciéndolo más eficiente.

De otro lado por su volumen que dificulta el almacenamiento y por el capital que inmoviliza, el depósito de materiales encuentra poderosos límites. Por tal razón,

(12) Efrén Barragán, "Algunas consideraciones sobre el cambio técnico en la industria de la construcción", IN: Ciencia y Tecnología en Venezuela, CENDES, UCV, mimeo, Caracas, 1978, pp. 4-10.

(13) Al respecto, Cfr. Karl Marx, Op. cit, Tomo I, Vol. 1, Cap. V.
(14) IDEC/IU/SEU (Proyecto de Investigación La Organización de la Industria de la construcción en Venezuela. Componentes y Relaciones), Visión de la industria de la construcción en Venezuela, mimeo, Caracas, 1982, p. 37.

"la oportunidad de colocación de pedidos y el suministro oportuno, son factores fundamentales que condiciona el ciclo de producción. Pero, coordinar eficientemente el suministro de insumos representa serias dificultades que se traducen en obstáculos"(15).

Si el aspecto principal en lo que a insumos se refiere es el conjunto de contradicciones y desniveles entre los productos que han de articularse en la construcción, junto al problema logístico de suministros hay que colocar la práctica que fue corriente en nuestro país hasta la devaluación del bolívar en 1983, de importar insumos secundarios y de servicios. Tal hecho se comprende, hace más vulnerable el proceso de producción, pues agrega a los problemas de la producción y comercialización de insumos nacionales, los abatares de la importación, ahora abruptamente restringida por la variación en la paridad con el dólar que ha reducido este problema a la fuerza.

Base Territorial

No nos detendremos aquí repitiendo lo ya dicho de la tierra como medio de producción. Ya se ha señalado cómo se comporta, como objeto de trabajo y como medio de producción. No hace falta abundar en ello. Queda tan sólo insistir en las consecuencias de este hecho en el desarrollo de las fuerzas productivas: se requiere una base territorial distinta para cada proceso de trabajo, ello conspira contra la continuidad de la producción en la rama, y en un régimen de propiedad privada sobre el suelo, crea una serie de riesgos adicionales y específicos a la rama, que a no dudar, inhibe una inversión de capital fijo más importante a la que se da. Pero por otra parte, el hecho de que los productos de la construcción deban producirse en conexión al suelo (y en buena parte de los casos a los servicios) marca de manera parti-

cular a esta rama, pues una parte sustantiva del proceso productivo debe realizarse en la obra. Este hecho ya señalado, indica que hay que pensar el desarrollo de las fuerzas productivas en la industria de la construcción de manera diferente que en otras ramas. Al menos en lo que a acondicionamiento de terrenos se refiere, la construcción tiene que afrontar una serie de problemas técnicos muy similares a los que en este ámbito ha tenido que enfrentar la agricultura. Todo lo cual tiende a reafirmar que, al menos en un horizonte temporal bastante considerable, una parte como ésta del proceso de trabajo de la industria de la construcción, no podrá tomar otro camino que el de la mecanización. En el análisis de estas tendencias, es muy importante la diferencia entre la construcción edilicia y otras sub-ramas de la construcción, pues el grado de industrialización y/o mecanización alcanzable tiene límites técnicos que no pueden despreciarse. No debe extrañar en este sentido, que en el área de acondicionamiento de tierras hayan aparecido empresas especializadas en esta fase del proceso de producción, es verdaderamente un punto neurálgico donde se ponen de manifiesto problemas cuya solución no es fácil y cuya presencia marcan el camino que toma el desarrollo de las fuerzas productivas en la construcción.

Medios de Trabajo.

Quedan por considerar dentro de los medios de producción a los medios de trabajo. Aun cuando en el conjunto de la rama la significación de la maquinaria y el equipo en la composición del capital es inferior a otras ramas y a la media de la economía, se encuentran diferentes entre unas sub-ramas y otras, incluso al interior de una sub-rama entre diferentes fases y procesos constructivos. Como en los insumos, en el uso del capital fijo hay muchas contradicciones y desniveles en un mismo proceso de producción. Una serie de exigencias técnicas y de volumen de obra determinan en ciertos casos una mayor presión por la tecnificación, particularmente en los productos de la sub-rama de obras ci-

viles. La paradoja de muchas obras de este tipo es que aún con mucha maquinaria, deben trabajar directamente enfrentados a la conformación del suelo, basta pensar en la apertura de vías o en la construcción de represas para comprender a lo que nos referimos.

En Venezuela la producción de maquinaria es muy escasa, la poca que se realiza es la menos compleja. Según las cifras del Banco Central, la producción de maquinaria y equipo ronda el 12% de la inversión bruta fija realizada en el país. Alrededor del 90% de la importación de capital fijo es en el renglón de maquinaria y equipo (16). No es difícil deducir que en la industria de la construcción sucede algo similar. Casi todos los componentes fijos del capital son importados. La consecuencia de esto es que toda presión hacia una mayor mecanización de la rama conduce a un aumento de las importaciones. Aunque en nuestro país no hubo hasta 1983 mayores contratiempos en el fondo de divisas, a partir de entonces, e incluso desde antes de esa fecha, la elevación de costos que significa tener que importar la casi totalidad de la maquinaria, conspira contra la tecnificación de la rama. Su contra-tendencia fue la abundancia de recursos provenientes del ingreso petrolero. Aún sin contar con el efecto que ahora trae las limitaciones del fondo de divisas, la inexistencia de una rama de producción de bienes de capital de una cierta dimensión en el país afecta el avance de la mecanización de la rama. Aun cuando en la construcción la dependencia tecnológica no es el único ni más importante factor de atraso de las fuerzas productivas, en nuestros países viene a sumarse a los elementos ya anotados, reforzando los obstáculos a los cuales no hemos venido refiriendo.

Junto a todo lo anterior hay que agregar que el uso poco racional de los equipos y maquinarias que normalmente se da en la rama, tiene por efecto una baja productividad. De otra parte, debido a la inexistencia de

(15) Alfredo Cilento, *La mercancía Vivienda en Venezuela (su producción, circulación y consumo)*, IDEC, FAU, UCV, mimeo, Caracas 1981, p. 128.

(16) Cfr. Banco Central de Venezuela, *Informe Económico*, publicación anual.

un parque de repuestos adecuado y a la diversidad de tipos, marcas, modelos y capacidades existentes en la maquinaria y equipo ofertados, hay una reposición constante de los mismos que acelera su obsolescencia, durante mucho tiempo catalizada por un panorama de abundancia de divisas que ya cesó. A velocidad de obsolescencia aumenta aún más debido a que no habiendo certeza de continuidad en los negocios, en muchos casos se busca amortizar el costo de la maquinaria en una sola obra, y si esto se logra hay una mayor disposición a deshacerse de aquella para adquirir una nueva. En este ámbito, una de las formas en las cuales se ha expresado el uso más racional del capital fijo ha sido con la aparición del alquiler de la maquinaria, lo cual ha estimulado un mayor uso de ellas sin el temor de quedar tras el fin de una obra con un parque de capital fijo ocioso.

Fuerza de Trabajo.

Dejando de lado otros elementos de los medios de producción, es necesario hacer referencia a la fuerza de trabajo en la construcción. Podemos ser someros en la medida en que ya hemos hecho referencia a algunos de los elementos que caracterizan a la mano de obra en esta rama. En primer lugar, en la construcción dominada por una división del trabajo típica de la manufactura, predominan trabajadores calificados y no calificados, mientras son escasos los especializados. El resultado es un bajo nivel de productividad por la baja calificación de buena parte de la mano de obra, y por el largo proceso que requieren para dominar el oficio los obreros calificados. Trabajosamente penetra la especialización, pues ella supone una organización de la producción diferente. La misma existencia de un volumen importante de trabajadores calificados (albañiles, carpinteros, etc.) y su renovación vía la inmigración extranjera, levanta un obstáculo para la entrada de una mano de obra diferente, la especializada. La formación de ese sector obrero especializado en nuevas técnicas es complejo, hay demasiados factores que marchan en sentido

contrario, entre los cuales vale la pena destacar el hecho de que la producción semimanufacturera de viviendas en los barrios urbanos es una cantera que reproduce los viejos oficios típicos de la construcción manufacturera. A lo cual habría que agregar el efecto de la mano de obra agrícola que entra al mercado de trabajo urbano del sector secundario de la economía por la vía de la industria de la construcción, con una tradición de uso de herramientas más que de maquinaria, y acostumbrado a condiciones de trabajo similares a las de la construcción: trabajo a la intemperie, jornada más larga, herramientas movidas por energía humana, etc. No es necesario agregar más a lo señalado acerca de las condiciones socio-políticas de la clase obrera de nuestros países y a su abundancia, bases de una situación de sobre-explotación. Tan sólo basta reafirmar que estas condiciones y esta situación del proletariado y el semi-proletariado urbano tiene consecuencias muy concretas y específicas sobre el desarrollo de las fuerzas productivas: bloquean tal desarrollo, aun cuando habrá que tener presente en una investigación detallada las contratendencias a lo anotado, investigación que está todavía por hacerse.

El proyecto.

En la industria de la construcción, a diferencia de las ramas de producción en serie, existe una separación entre el proyecto y la construcción. Esto tiene que ver con el carácter singular de buena parte de los productos de la construcción, pero también con causas que se relacionan con la formación de los profesionales encargados de estas tareas, todavía muy marcados por una concepción liberal de la profesión, independientes del sector productivo, y muy cargados de una visión según la cual cada obra es única e irrepetible. La evolución en este aspecto tiende a marcar a pesar de todo nuevas pautas. Aunque la resistencia a la desindividualización del producto sigue siendo fuerte sobre todo en ciertas subramas, las transformaciones en el área de la producción de materiales y componentes,

así como la dominación creciente de la industria de la construcción por una lógica empresarial, tienden a abrir nuevos rumbos de evolución. La aparición de diseños únicos para edificaciones del Estado y ciertas obras de la empresa privada son un síntoma de lo que señalamos.

Durante mucho tiempo la singularidad de los productos de la construcción, debida en buena parte a su conexión con el suelo, fue presentada como un obstáculo frente al problema de proyecto y el diseño de los productos de la construcción. Más tarde se mostró que aunque había elementos singulares en cada obra, había también elementos comunes a todos los productos o a cada tipo de producto de la rama, la cual abrió la perspectiva de concebir el proyecto y diseño de las obras más como elemento organizador de la producción y de articulación de los componentes constructivos, y menos como una obra única e irrepetible. Los nuevos desarrollos más bien indicaron que el camino lo marcaría la búsqueda de productos de la construcción repetibles al máximo, reduciendo la singularidad a la inevitable conexión con terrenos morfológicos y geológicamente diversos.

Aunque en la construcción la elevación de la productividad toma caminos específicos, en ciertos casos diferentes a otras ramas, también aquí se requiere la reducción del surtido de productos a un mínimo necesario. La racionalización de la producción no puede basarse en una combinación infinita de elementos constructivos, tiene que buscar un camino que la acerque, al "diseño y/o selección de un surtido mínimo necesario de productos con un máximo de intercambiabilidad" (18).

El impacto de un proceso de este tipo sobre el proyecto es evidente. La articulación y organización que se lleva a cabo a través del proyecto comienza a articularse a una lógica más vinculada a procesos productivos repetitivos (diseños-tipo, catálogos de componentes, etc.).

(18) Germán Bode Hernández, *Op. cit.*, p. 102.

El otro conjunto de problemas referidos al proyecto, y que inciden en el desarrollo de la rama, tiene que ver con el hecho de que a la separación del proyecto y la construcción, le acompaña la separación de agentes diferentes para tales funciones. La relativización de tales divisiones funcionales se presentan en las empresas más concentradas con un campo de trabajo más permanente, pero este no es un caso muy frecuente en una rama de la economía más bien caracterizada por una débil concentración empresarial. En todo caso, la articulación de la actividad del proyecto a las empresas y la reorganización de la producción con una articulación diferente de la actividad del proyecto han sido presentadas como vías para que la actividad de proyecto sea acicate, y no freno del desarrollo de la rama. Esta es una discusión que aunque importante, no estamos en condiciones de profundizar (19).

Estado y desarrollo de las fuerzas productivas.

Al hablar de desarrollo de las fuerzas productivas en la construcción, no puede excluirse el papel jugado por el Estado, más aún si estamos hablando de la industria de la construcción en Venezuela, donde como en pocos lugares el Estado es como el sol que nunca se pone. Ese papel del Estado en el desarrollo de la construcción está relacionado íntimamente al lugar que juega como cliente de buena parte de los productos de la construcción, así como a cargar sobre sí mismo inversiones no rentables en el corto plazo. En otro texto (20) hemos mostrado cómo el Estado ha sido factor de primer orden en la experimentación de nuevos sistemas

constructivos y formas de racionalización del proceso de producción del medio ambiente construido. La observación de la actuación del Estado en construcción permite evidenciar lo que afirmamos. Esta corta referencia al Estado tan sólo quiere indicar la larga y densa influencia estatal en el desarrollo de la construcción. Su análisis pormenorizado, huelga decir de suma importancia, traspasa los límites de este ensayo.

El desarrollo de las fuerzas productivas en una manufactura heterogénea.

Cuando Marx analizó las dos formas de manufactura, manufactura heterogénea y manufactura orgánica, indicaba que cada una de ellas desempeñaba un papel enteramente distinto, en particular en su ulterior transformación de manufactura en gran industria. Y explícitamente señaló que "la falta de conexión entre procesos en que se descompone la producción de obras meramente ensambladas, ya dificulta, en sí y para sí, la transformación de tales manufacturas en la empresa maquinizada, característica de la gran industria" (21). Estas consideraciones son fundamentales para comprender las formas que toma el desarrollo de las fuerzas productivas en una manufactura heterogénea como la construcción. Muchos autores han exagerado la baja composición orgánica del capital en esta rama, llegando incluso a considerarla como una rama artesanal, sin observar su carácter relativo y comparativo con el resto de la economía. Si bien esta rama se mantiene rezagada respecto al ritmo de desarrollo del capital social medio, así como éste ha intensificado su fuerza productiva, la construcción también, aunque por debajo de aquel. Sólo si se busca la forma particular como evoluciona esta rama, podrá mostrarse cómo también en ella el desarrollo de las fuerzas productivas sigue su curso. Demasiado acostumbrados a ver de forma shumpete-

riana las innovaciones, como oleadas espectaculares, se dejan de percibir los cambios que ocurren de forma menos evidente, aunque no por ello menos efectivos en una rama de producción particular (22).

En buena medida debido a su carácter de manufactura heterogénea y a la variedad de productos que salen de sus procesos de producción, la industria de la construcción avanza por varios frentes simultánea, pero desigualmente. Frecuentemente se señala a la contratación y sub-contratación como una muestra de atraso de la rama. Si descartamos al "gestor de contratos" ubicado en la esfera de la circulación, y nos colocamos en el centro de la esfera de la producción, veremos que el mecanismo de la sub-contratación juega un doble papel. En unos casos permite la entrada de empresas y personas naturales a sub-mercados donde, dadas las características y exigencias técnicas, es posible que la empresa constructora que encabeza la obra juegue un papel de coordinación de diversos procesos de trabajo, supervisando la participación de empresas y trabajadores que laboran por cuenta propia (23). Pero en otros casos, la sub-contratación es una respuesta —eficaz por cierto—, para garantizar continuidad, disponibilidad de mano de obra calificada fija y garantía de utilización rentable del capital fijo. Esto lleva a la posibilidad de que ciertas empresas se dediquen a ciertas fases de la producción, variables según el producto, con producción continua, personal fijo y sub-contratando el resto de la obra a otras empresas. Y simultáneamente, permite la existencia de empresas especializadas en aspectos específicos, también con producción continua y personal fijo (24). La sub-contratación si en su

(19) Al respecto, Cfr. María Elena Hobaica, *El Proyecto y la producción masiva de edificaciones*, IDEC, FAU, UCV, Caracas, 1982; igualmente: Alfredo Cilento, Op. cit., Cap. 8 y Carlos Becerra, *Particularidades del sector construcción: un modelo para su estudio*, IDEC, FAU, UCV, mimeo, Caracas, 1981, Cap. III.

(20) Alberto Lovera, *Estado e Industria de la Construcción (elementos para su estudio)*, FAU, UCV, mimeo, Caracas, 1982.

(21) Karl Marx, Op.cit., Tomo I, Vol. 2, p. 418, nota 32.

(22) Al respecto, Cfr. Nathan Rosenberg, *Tecnología y Economía*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 1979.

(23) Al respecto, Cfr. Guillermo Vitelli, Op. cit.

(24) 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.

forma de aparición es probable que haya sido expresión del atraso del sector, en la actualidad muestra una faceta que sin duda alguna es una de las vías que ha tomado el desarrollo de las fuerzas productivas en la construcción. Téngase en cuenta que sub-contratación y especialización no es sinónimo de pequeña empresa, en múltiples casos quiere decir lo contrario; la especialización es un camino para el surgimiento de empresas con un grado de concentración superior a la media del sector.

Por qué no pensar que una manufactura heterogénea puede tomar el camino del desmigajamiento de su proceso de producción, y el desarrollo de una diversidad de ramas altamente desarrolladas cada una de ellas, o el estallido de su proceso productivo en sub-ramas, unas manufactureras —orgánicas algunas, heterogéneas otras— al lado de industrias maquinizadas. A pesar de los límites que encuentra la rama de la construcción para industrializarse, y de que las condiciones parecen ayudar más bien a la mecanización, a la industria de la construcción también se aplica aquello que reza así: “El resultado material de la producción capitalista, amén del desarrollo de las fuerzas productivas del trabajo, está constituido por el aumento de la masa de la producción y el acrecentamiento y diversificación de las esferas productivas y sus ramificaciones” (25).

(25) Karl Marx, *El Capital. Libro I. Capítulo VI* (inédito), Siglo XXI editores, Buenos Aires, 1972, p. 75.

Luis F. Marcano G.

Introducción.

Cuando hablamos de la Construcción en su conjunto, la consideramos como una rama de la economía con un cierto atraso relativo en comparación con otros sectores económicos. Muchos indicadores globales del desarrollo confirman esta afirmación, hasta convertirla en casi una verdad de Perogrullo. La cifra comparativa, en términos globales, sobre la composición orgánica de capital en la actividad construcción nos confirma en cierta medida esta afirmación. Algunos autores se han referido a ese indicador con el fin de mostrar el atraso en el desarrollo de las fuerzas productivas en la construcción. Nuestro objeto aquí no es demostrar lo contrario sino indicar el camino particular que ha tomado el progreso tecnológico en la rama en cuestión.

Si bien ese atraso, tantas veces señalado, en la Construcción es evidente cuando se observa la realización de una obra en particular, no es menos cierto observar un avance considerable al comparar el mismo proceso con el realizado años atrás. La intervención de nuevos participantes, con labores cualitativa y cuantitativamente distintas, es un indicador de cierto progreso.

Tecnología y Construcción.

En general, cuando se habla de tecnología se describe un cierto dominio de conocimientos teóricos y prácticos. Ella es el arte de combinar cierto tipo de factores a fin de obtener cierto tipo de reacciones y alcanzar determinados objetivos de producción. Definiremos la técnica como una combinación dada de factores al interior de una tecnología (1). Este saber teórico-práctico, denominado tecnología, lo encontramos en todas las actividades productivas incluida la producción del medio

construido, por lo tanto esta indudablemente, se ha nutrido de los avances y desarrollos alcanzados por las fuerzas productivas hasta nuestros días.

Insistir que ese conocimiento a la vez teórico y práctico en el presente, corresponde al dominio de la ciencia y de la técnica para la obtención de determinados objetivos de producción, nunca estará de más dentro de la profesión del constructor. Afirmar esto ante un realizador de cohetes espaciales o de modernas computadoras resultaría un exabrupto; sus actividades han estado centradas desde un principio, en una aproximación lógica y científica de los problemas que tienen que resolver.

La construcción, en términos generales, ha sido tradicionalmente lejana al espíritu científico. Este estado de cosas generalizado, no ha impedido que los avances en este campo de la ciencia y de la técnica penetren por vías, a veces inesperadas, en la actividad productiva y reproductiva del medio construido.

Si bien la sociedad viene transformando el entorno que ocupa para sus actividades desde hace ya miles de años, hoy por hoy, el grado de desarrollo de la ciencia y de la técnica permite pensar que el progreso tecnológico se dará sobre acciones más seguras y con resultados más concretos para la actividad construcción. El crecimiento de las necesidades de productos de esta rama de actividad económica que demandan las sociedades de hoy en día, no permite seguir pensando que esta actividad se encuentre al margen de la dinámica de la economía, como una rama económica del pasado, un objeto cuya fabricación no pueda ser total o parcialmente industrializada. Las sociedades no pueden permitir que la producción de sus medios constructivos sea un lujo, como cualquier otra actividad artesanal. Esas sociedades han ido adaptando y transformando la producción de sus medios construidos y, aunque no estemos en presencia de la máquina de vapor ni del motor de combustión interna, saltos tecnológicos notables, podemos detectar la penetración de los avances científicos y técnicos significativos en la organización de la Construcción.

Sobre el camino particular del progreso tecnológico en la construcción.

El camino particular de penetración de los avances científicos y técnicos en la actividad de producción del medio construido ha estado signado por la cantidad de obstáculos presentes en esta rama de la economía. La dimensión tanto técnica como económica, social y política (2) de estos obstáculos, han oscurecido en muchas oportunidades los pequeños pero numerosos avances que en el mundo de la construcción se han realizado.

Los prejuicios sobre lo que debe ser la industrialización en la construcción han nacido del traslado mecánico y superficial de las experiencias en otros sectores económicos. Es así, que muchos autores han querido ver como sinónimo de industrialización en construcción, en primer lugar, la existencia del trabajo en fábrica; en segundo lugar, la producción en serie —que aunque es una condición necesaria, por razones económicas, no es condición suficiente—; en tercer lugar, la racionalización —que como la producción en serie es una compañera de la industrialización pero no una condición sine qua non—; en cuarto lugar, la necesidad de integración de las distintas actividades —proyecto, construcción—; en quinto lugar, el producir objetos diferentes —traslación mecánica de salto de la carroza al automóvil—; en sexto y último lugar, la necesidad de utilizar materiales nuevos (3). Esta concepción externa de lo que es el progreso tecnológico en la construcción, conduce constantemente a considerarla como una actividad no sólo retrasada en relación al resto de las otras actividades económicas, sino a considerarla como un fardo necesario a las espaldas de la economía de una sociedad o de un país en particular.

(*) Unidad T. Producción. IDEC.

(1) Jean Parent: "Evolution des techniques et analyse Economique". IN: Histoire des techniques, Encyclopedie de la pléiades, Gallimard Paris 1978.

(2) Alberto Lovera: "Tecnología y Producción de la Industria de la Construcción". mimeo, IDEC, Caracas 1982.

(3) Gerard Blachere: Technologies de la construction industrialisée. Editions Eyrolles, E.S.T.P. Paris, 1975.

Si entendemos conceptualmente la industrialización como el desplazamiento del artesano por la máquina, transformándolo cualitativamente de trabajador calificado para la realización parcial o total de un producto, en un mero operario de una máquina o trabajador especializado, intentaremos destacar los avances tecnológicos en la actividad construcción a la luz de esta afirmación.

Lo primero que salta a la vista de cualquier observador de la construcción de un edificio es, por un lado, la presencia constante de mucha mano de obra calificada, y por otro lado la poca presencia de máquinas para la realización de las labores. Si bien ello es cierto, no deja de ser una mera observación puntual donde no se toma en cuenta el proceso de transformación cualitativa que se ha sucedido en la construcción durante los últimos años. Digamos que si la actividad no se ha industrializado en sí, la industrialización ha signado si no en forma sustancial, sí de una manera más o menos significativa el proceso de trabajo de las obras de construcción.

Veamos esto a través de un ejemplo sacado de cualquier obra de construcción. La producción de concreto para la estructura de un edificio o de un viaducto ha ido evolucionando hacia el uso intensivo de maquinarias. La mano de obra se ha ido transformando a tal punto que en su relación con el objeto de trabajo se interpone una máquina. Y no veamos aquí sólo lo que puede corresponder al ejemplo del concreto premezclado —donde el grado de automatización ha superado la mecanización— sino a los volúmenes de concreto producidos a nivel de la obra. Para la producción de este concreto se ha expandido el uso de dosificadoras, grandes mezcladoras, máquinas de elevación a grandes alturas, bombas, etc. Ahora bien, se nos dirá que eso ha sucedido en ese solo material y que el resto de los trabajos siguen signados por el trabajo calificado. Respondemos a esta observación sosteniendo que el proceso de trabajo de construcción en su conjunto tiende a la especialización, como grado superior en su desarrollo. El estallido del proceso de trabajo de la obra en su conjun-

to es la tendencia dominante y eso se da no sólo por razones técnicas, sino también económicas. Así tenemos que la especialización, la cual se manifiesta como subcontratación, ... "es una respuesta para garantizar continuidad, disponibilidad de mano de obra especializada y fija, y garantía de utilización rentable del capital fijo. Esto lleva a la posibilidad de que ciertas empresas se dediquen a ciertas fases, variables según el producto, con producción continua, personal fijo y subcontratado, el resto a otras empresas. Y simultáneamente permite la existencia de empresas especializadas en aspectos específicos, también con producción continua y personal fijo" (4).

La aparición de empresas especializadas, que intervienen en la obra puntualmente y que poseen un alto grado de mecanización, ha ido fortaleciendo la parte correspondiente desde el punto de vista industrial, a la producción de estos insumos para la construcción. Ello nos lleva a afirmar que la parte fundamental, la que define la tecnología, está en cierta medida fuera del constructor. El proceso de trabajo de construcción al ir liberando subprocesos de la necesidad de estar presente en la realización de la obra, fortalece la rama de producción de materiales y componentes para la construcción. Alcanzando las empresas un tamaño más grande que las existentes en la construcción propiamente dicha.

Pero no sólo el estallido del proceso de construcción, originando nuevas empresas con una organización diferente de la producción, ha sido la única vía del progreso tecnológico en la construcción. La aparición de empresas de construcción cada vez de mayor dimensión, capaces de resolver los problemas de continuidad de los trabajos a través de la especialización, es también signo de progreso en la industria. Así encontramos grandes empresas constructoras especializadas en movimiento de tierra, que desde el punto de vista de la composi-

ción técnica, la relación entre el componente constante y el componente variable, es mucho mayor que la medida de la industria en su conjunto. También, en este mismo orden, encontramos empresas constructoras especializadas en construcción de obras en concreto armado y en estructuras metálicas con similar relación entre los factores que intervienen en el proceso de trabajo.

Otro signo de evolución, en lo que se refiere a las empresas de construcción, es lo referente a su concepción y manejo como cualquier otra moderna actividad empresarial y en particular a través de la organización de los procesos de trabajos del conjunto de sus obras. La concepción de que es sólo la obra la que representa el nivel técnico de una empresa es parcial y obedece a la visión meramente evaluativa del producto. Una organización empresarial en construcción capaz de resolver no sólo los problemas de contratación sino todos aquellos referidos a la logística, de materiales y maquinarias, al control de costos, al mejoramiento de la productividad de los factores, etc., de un conjunto de obras, no puede ser considerada una empresa tecnológicamente atrasada. Si sus funciones no han sido cuidadosamente estudiadas se debe en cierta medida a la visión superficial que se tiene sobre la construcción. En el mismo sentido, debemos señalar la figura de la empresa o entidad promotora en la construcción. Como tal, tiene la responsabilidad de organizar el negocio y en cierta medida, la coordinación de los agentes y factores que se integran desde la concepción, la realización, el financiamiento y circulación de un producto de construcción, requiere de un nivel de organización capaz de garantizar la eficiencia y rentabilidad de la operación. Destacamos pues esta otra manera de aparición de progreso en la actividad, que si bien no es destacada por los autores que analizan el tema consideramos que tanto la organización del proceso de trabajo como de producción son dos instancias donde se manifiesta el particular progreso en la actividad económica de la construcción.

(4) Alberto Lovera: Op. cit. p. 28.

La Investigación Tecnológica en Construcción.

Si bien la investigación científica y técnica en la actividad construcción ha estado signada también por los prejuicios indicados anteriormente, no es menester señalar acá que la construcción se ha nutrido de los avances tecnológicos de otras ramas económicas. Por ejemplo, la aparición de la oxidación del hierro para la producción de acero, por no mencionar sino un pequeño pero significativo avance técnico, permitió y sigue permitiendo la utilización de este material en grandes construcciones. Así podríamos recurrir a infinidad de ejemplos para ilustrar la difusión del cambio tecnológico entre las otras actividades económicas y la construcción, pero ello no es nuestra intención en estas líneas.

La investigación en el campo de la construcción posee dos vertientes claramente definidas: la primera es aquella denominada investigación básica o investigación fundamental y la segunda, la llamada investigación aplicada. La primera se mueve en el campo de las ciencias básicas y pretende descubrir las leyes fundamentales de los objetos propios de la construcción. Ella incluye, entre otros estudios, la investigación sobre las propiedades reológicas de los materiales de construcción y su comportamiento ante todo tipo de sollicitaciones en sus usos, —ruptura, fluencia, corrosión, etc.— la segunda, la investigación aplicada, se mueve en un campo más concreto y pretende resolver problemas de más corto alcance. En construcción ella se mueve fundamentalmente, en el área de las técnicas en el sentido antes señalado. La investigación llamada experimental no hace sino apoyarse en ambas vertientes para desarrollar su actividad, ya que el conocimiento científico economiza mucho tiempo y pena en las aplicaciones. La investigación científica evita el método del ensayo y error, revelándose así mucho más fructuosa la resolución de un problema dado (5).

Conociendo las características de la actividad construcción —obstáculos, limitaciones— las empresas no se comprometen en la vía de la investigación científica. Las razones fundamentales residen en los altos costos y el largo tiempo necesario para obtener resultados. La imposibilidad de que esta investigación sea realizada por las empresas hace desplazar los centros de progreso tecnológico hacia los laboratorios del gobierno y de las universidades. Ello permite, por lo tanto, dada las características del mercado de la construcción —muy competido— que la mayor parte de las ganancias, producto de las innovaciones y descubrimientos, pasen al público bajo la forma de aumento de cantidades y disminución de precios.

Consideración final.

En resumen, la transformación cualitativa de la mano de obra de construcción a través de la penetración progresiva de la mecanización del proceso de trabajo, la especialización a través del estallido del proceso, originando un cambio en los objetos de trabajo y el fortalecimiento de empresas cada vez mayores ha sido el camino de la penetración del progreso tecnológico en la construcción. Igualmente, conocemos las posibilidades de utilización, de la investigación en esta actividad económica a fin de alcanzar un progreso propio por la vía de los avances científicos y técnicos. Por lo tanto nada nos impide avanzar, sólo los prejuicios nos frenan.

Querer ver en el estado actual de la construcción su atraso por comparación con otras ramas de actividad económica es un punto de vista estrecho y no conduce sino a la crítica estéril y no al avance y progreso tecnológico. Decir, por ejemplo, que los ejércitos de un país están atrasados porque su relación entre los medios técnicos empleados y la fuerza humana requerida, es baja, es similar a estas críticas a la construcción. El desarrollo en los ejércitos modernos se ha nutrido de los avances científicos y técnicos del presente, sin sacrificar su esencia en cuanto a un uso intensivo de material hu-

mano y de capacidad de movilizarlo para alcanzar sus objetivos. La tecnología ha contribuido a multiplicar su capacidad, sin menoscabo de las funciones que se le ha asignado socialmente. Con la construcción sucede algo parecido, aunque no igual, su naturaleza como actividad es muy difícil cambiarla pues siempre se necesitará producir y reproducir el medio ambiente construido.

Las características de la actividad construcción desde el punto de vista de su movilidad geográfica, de su relación con el suelo, de su demanda no estructurada, del volumen y peso de sus productos, su significado ideológico, de su corta duración de producción, el largo tiempo de consumo de sus productos y de la temporalidad de la mano de obra utilizada, obligan al progreso tecnológico, dentro de la construcción, a tomar una forma particular, algunas de las cuales hemos intentado exponer en estas breves palabras.

(5) Jean Parent, Op cit.

LA RACIONALIZACION DEL PROCESO DE PRODUCCION Y CIRCULACION DE LA VIVIENDA (*)

128

Arq. Alfredo Cilento Sarli.

1. Introducción.

Entre el 23 y 28 de septiembre de 1973, se celebró en Caracas, Venezuela, el Primer Simposium Latinoamericano sobre Racionalización de la Construcción. En aquella oportunidad, los países latinoamericanos asistentes: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Chile, Ecuador, Guatemala, México, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela, aceptaron la siguiente definición para el término "racionalización de la construcción":

"Es el proceso dinámico que hace posible la optimización del uso de los recursos humanos, materiales, organizativos, tecnológicos y financieros, con el fin de lograr objetivos fijados en un plan de desarrollo acorde con la realidad socio-económica" —de cada país—.

Esta definición supera aquella que tradicionalmente se refería sólo a una fase del proceso de producción de viviendas: la relacionada con la técnica y el arte de construir.

El proceso de producción y circulación de la vivienda tiene un nivel de complejidad mucho mayor al que generalmente aceptan o comprenden algunos "especialistas". Esta complejidad proviene de la naturaleza del producto vivienda, el largo tiempo que demanda su ciclo de producción (aún en los casos de tecnologías evolucionadas), su dependencia de un obstáculo recurrente: la tierra; el largo período de la circulación de dicho producto y las características socio-económicas del usuario o consumidor final (naturaleza de la demanda), que es lo que imprime su prioridad social.

Se puede afirmar que el proceso de producción y circulación de la vivienda es ante todo un hecho organizativo. Se trata de la racionalización de las relaciones entre los componentes de un sistema complejo y de cada uno de ellos. No se trata solamente de "racionalizar" el producto final y su entorno. Se trata más bien de describir y actuar sobre las causas que generan la inadecuación de la oferta a la demanda y consecuentemente la penuria habitacional.

Este trabajo pretende presentar un panorama general

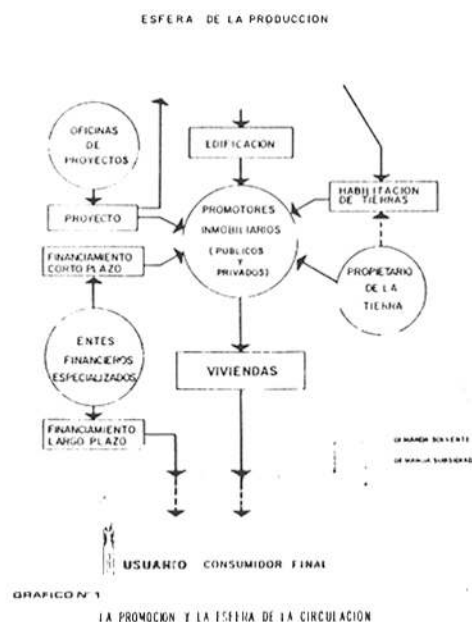
del comportamiento de los distintos componentes de ese sistema complejo, en el entendido de que cada país y algunas veces cada región, imprime una dinámica distinta a sus relaciones. Necesariamente, nuestro análisis está influido por el comportamiento de las variables analizadas, en el medio venezolano.

2. La promoción y la esfera de la circulación.

El proceso de producción de viviendas, se inicia con la intervención del promotor inmobiliario público o privado, el cual gestiona un terreno, elabora un programa de desarrollo, contrata un proyecto, gestiona las autorizaciones de desarrollo correspondientes y asegura el capital de promoción (financiamiento de corto plazo para la construcción) y el capital de circulación (financiamiento de largo plazo). Entonces, contrata las obras de habilitación del terreno (urbanismo) y de cons-

trucción de las viviendas. El programa inicial parte de un supuesto conocimiento del mercado y de las condiciones de la demanda (requerimientos socio-económicos y de espacio de los usuarios) y lógicamente, tanto el proyecto como la construcción obedece a una pre-determinación tecnológica cuyo objetivo fundamental es el de aumentar la velocidad de rotación del capital de promoción y reducir los costos, efectos que generalmente no se dejan sentir en los precios, pues son apropiados por el promotor privado. En el caso de los promotores públicos la reducción de costos tiene por objeto fundamental reducir el monto de los subsidios directos o indirectos que incorporan todos los programas públicos.

La actividad de los promotores inmobiliarios y de los entes financieros especializados, se inscribe dentro de la esfera de la circulación (ver gráfico N° 1).



3. La esfera de la producción

La contratación de las construcciones acciona el proceso de producción de las edificaciones, realizado por las empresas constructoras privadas. La empresa, de acuerdo con la tecnología seleccionada, incluida en el proyecto, a la documentación del mismo y según la práctica constructiva aceptada, combina los factores de producción: bienes de capital y fuerza de trabajo, para producir las transformaciones necesarias a los insumos de la producción (materiales y componentes constructivos). La mayor o menor utilización del capital en el proceso de producción, determina el grado de mecanización de la producción y la velocidad de rotación del mismo.

Los insumos provienen del sector manufacturero: la industria de los materiales de construcción, constituida por un sinnúmero de empresas de distinto tamaño, características productivas y localización geográfica. La maquinaria y equipo provienen generalmente de las grandes empresas internacionales de producción de bienes de capital, puesto que en la mayoría de los países latinoamericanos la producción de maquinaria y equipos es muy baja o nula. La fuerza proviene de la población activa del país y en caso de Venezuela una buena parte de inmigración oficial o indocumentada. (ver gráfico N° 2). Sin embargo, la mayor parte de la producción de viviendas en los países latinoamericanos, escapan a este complejo proceso de producción y circulación y corresponden al llamado "sector informal" de producción de viviendas que opera al margen de las disposiciones legales urbanísticas y sanitarias e inclusive de propiedad de la tierra y de seguridad y defensa civil.

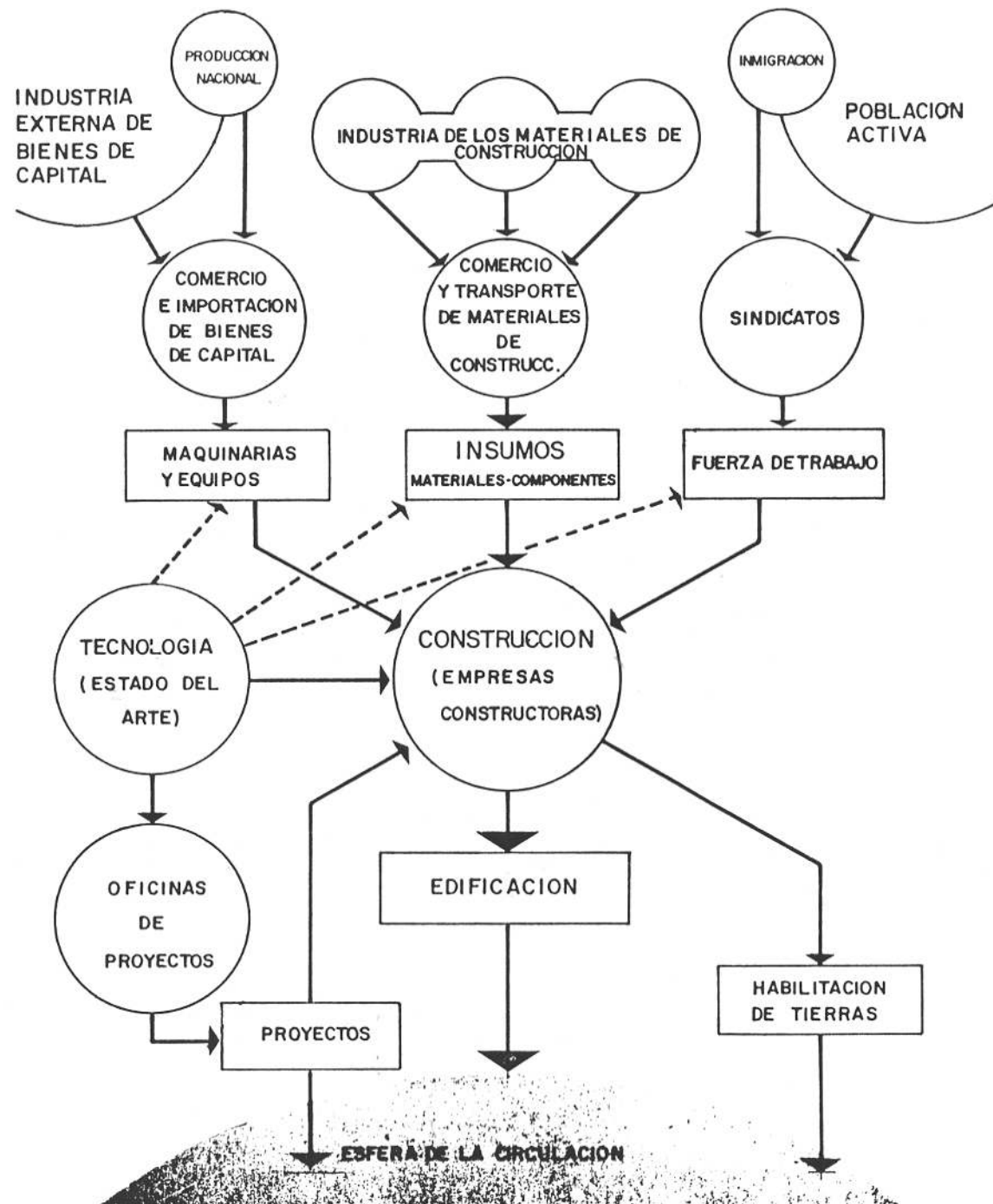


GRAFICO N° 2

ESFERA DE LA PRODUCCION

4. Los promotores inmobiliarios.

4.1. Los Promotores Públicos: Instituciones Oficiales de Viviendas: La función de los promotores públicos abarca generalmente las siguientes áreas:

- Investigación y evaluación del problema habitacional
- Formulación de políticas y planes
- Obtención de recursos financieros
- Adquisición de tierras
- Elaboración de proyectos
- Contratación de las obras de urbanismo y construcción de las viviendas con empresas constructoras privadas.
- Venta o arrendamiento de las viviendas
- Otorgamiento de créditos para construir, mejorar o ampliar la vivienda
- Administrar y mantener los conjuntos habitacionales
- Otorgamiento de subsidios directos o indirectos.

Las instituciones oficiales de vivienda atienden fundamentalmente los sectores de menores ingresos de la población a través de programas en mayor o menor grado subsidiados, unas veces en forma implícita, otras explícitamente.

En Venezuela, el promotor público fundamental es el Instituto Nacional de la Vivienda, INAVI (antiguo Banco Obrero) fundado en 1928. Entre 1928 y 1980 el Banco Obrero -INAVI- construyó directamente o indirectamente mediante créditos y avales cerca de 600.000 viviendas, que hoy en día dan albergue a más de 3.000.000 de venezolanos equivalentes a casi el 20% de la población del país.

No hay dudas acerca de la magnitud de esta gestión, pero la que deberá ser realizada en los próximos 20 años, equivalente a por lo menos ocho veces lo ejecutado en los últimos 50 años, hace inoperante la actual organización institucional pública en este campo. El problema básico a resolver será el planteado por la imperiosa necesidad de descentralizar todas las fases de diseño, construcción y operación de los conjuntos habitacionales. transferidos al nivel regional y local dichas funciones. La descentralización funcional

y operacional es en el campo de la producción de los equipamientos colectivos urbanos, una necesidad impostergable. Esta situación es común a muchos países latinoamericanos y se corresponde generalmente con nuestras arcaicas estructuras administrativas.

4.2. Los Promotores Inmobiliarios privados: Con la aparición de los entes financieros especializados en el suministro de capital de promoción y circulación, se hizo posible la aparición de otra fracción especializada del capital: los promotores inmobiliarios privados.

Lo que hacen es bien conocido:

- Comprar o adquirir una opción de compra sobre un terreno.
- Elaborar un programa
- Contratar un proyecto
- Gestionar financiamiento para la construcción y venta de las viviendas.
- Contratar las obras de urbanismo y construcción
- Alquilar o vender las viviendas al sector solvente de la demanda.

Es el promotor, en connivencia con los entes financieros, quien maneja la oferta final y fija las condiciones de comercialización de la mercancía vivienda.

5. La Tierra: Obstáculo recurrente.

5.1. Una característica específica del proceso de producción de la vivienda es la relacionada con el carácter no reproducible del suelo urbano. En efecto, al terminar cada ciclo, es necesario disponer de un nuevo terreno para reiniciar otro ciclo de producción. El suelo, a diferencia del resto de las industrias y aún de la agricultura, se constituye en un obstáculo recurrente que reaparece al decidir el inicio de cada ciclo de producción en la construcción. Este obstáculo guarda relación con el carácter "discreto" de producción inmobiliaria, puesto que la producción continua no es posible sino en condiciones sumamente especiales y consecuentemente no se puede producir "en avance".

5.2. Por otra parte, el precio de la tierra urbana es de-

terminado básicamente por los promotores inmobiliarios e indirectamente por los entes financieros, que actúan como agentes que valorizan el capital al transformar el uso del suelo. La forma como se produce tal valorización y se establece la renta se basa en el sistema del "cálculo hacia atrás" método usado por el promotor para determinar el potencial de rendimiento del terreno objeto del desarrollo. Este mecanismo conlleva algo fundamental: no es la renta la que determina el precio, es el precio el que determina la renta. Esta dependencia de la renta del precio, ha sido la causa básica de aceleración del proceso de inflación inmobiliaria y especialmente del precio de los terrenos y de la renta del suelo.

5.3. La propiedad pública del suelo es una forma concreta de obstáculo a la sobreganancia, sin embargo su efectividad dependerá de las relaciones políticas y de los intereses privados que la influyen y determinan, en cada país particular. No es posible por tanto, hablar de racionalización de la producción de viviendas sin considerar esta variable tan importante. La demanda futura de tierra para el desarrollo urbano, no podrá ser afrontada sin una racionalización profunda de toda la legislación que tiene que ver con el ordenamiento territorial y urbanístico y el régimen de propiedad y uso del suelo. En el caso de Venezuela este factor es crucial.

6. El Financiamiento.

6.1. La vivienda es una mercancía de producción discreta y largo período de circulación. El tiempo de circulación concluye cuando el consumidor final, en nuestro caso el ocupante de la vivienda, termina de cancelar totalmente el capital que ha tomado la forma de mercancía inmobiliaria (la vivienda). La mayor parte de la población asalariada, los profesionales jóvenes y pequeños comerciantes no están en capacidad de pagar la vivienda, sino a medida que se produce su consumo. El retorno del capital tiene que prolongarse por una buena parte de la vida útil de la vivienda. Hace falta, entonces,

que intervenga un capital que se inmovilice durante el período necesario para que los usuarios cancelen el precio de la vivienda. Este es el capital de circulación o financiamiento a largo plazo. Su existencia es una condición para la reproducción misma; y ha sido la condición que ha permitido la aparición de entes financieros especializados: Banca Hipotecaria y Sistemas de Ahorro y Crédito.

6.2. Por otra parte, como hemos señalado antes, la producción de viviendas envuelve un gran número de actividades y actores; y múltiples transformaciones de capital, dinero en capital, mercancía en capital, dinero valorizado. Cada proceso productivo se reinicia sobre un terreno distinto sujeto a negociación, siendo el ciclo de producción, aún en los casos de tecnologías mecanizadas, muy largo. Se requiere financiamiento a nivel de la producción de insumos, de los bienes de capital, de las empresas constructoras, para la promoción (terreno y proyecto) y para la venta de las viviendas. Se produce entonces una cadena acumulativa de intereses sobre intereses, cuyo resultado es el de que en precio del producto final, el peso real del costo financiero es apreciablemente más alto que en cualquier otro sector de la producción. Esto asigna una preminencia definitiva a los aspectos financieros en el planteamiento de la racionalización de la producción de viviendas. Para ilustrar este punto, podemos señalar que en Venezuela, los costos financieros de construcción en una vivienda producida por el sector privado, superan el 25% del precio de venta y los costos financieros totales (incluyendo los intereses del crédito a largo plazo) superan el 75% del precio global de la vivienda.

Pero para que exista el financiamiento a largo plazo, se requiere la existencia de una masa de ahorros colocados a largo plazo también (cédulas hipotecarias, bonos, etc.) y una alta propensión al ahorro de corto y mediano plazo. Estas condiciones no se presentan actualmente, cuando el proceso inflacionario y la crisis generalizada ha deteriorado profundamente la capacidad de ahorro de las familias.

6.3. Otro problema coyuntural que afecta casi universalmente a la producción y circulación de la vivienda, es el de las altas tasas de interés, que golpea no sólo por la vía de los costos de construcción, sino por el del costo financiero, la posibilidad de acceso a una vivienda adecuada a las familias de menores ingresos. Situación ésta que aunada a la drástica reducción de la propensión al ahorro de las familias, crea condiciones tan adversas que el problema de racionalización de la construcción, pasa a ser secundario a los problemas derivados del comportamiento de las variables financieras: liquidez monetaria, ahorro, circulante y tasas de interés.

7. El Proyecto.

7.1. La ausencia de una normativa única y coherente en la industria de la construcción, afecta no sólo la organización del proceso de producción, sino la posibilidad de su optimización.

Son ampliamente conocidos y comunes los problemas derivados de tal falta de sistematización y racionalización: falta de compatibilización entre distintas normas y procedimientos, normas y criterios no ajustados a la realidad, ausencia de criterios de coordinación dimensional e inexistencia de mecanismos eficientes de control de calidad en materiales, componentes y edificaciones.

Esto, aunado a procedimientos anacrónicos e inoperantes en las tramitaciones legales y administrativas para permisos de construcción y autorizaciones, influyen negativamente tanto en la productividad del sector, como en la rotación de los capitales industriales y de promoción.

7.2. Cuando se trata de producción masiva de edificaciones, como es el caso de los equipamientos colectivos: viviendas, escuelas, centros de salud, etc., la práctica tradicional del arquitecto y el ingeniero constituyen un freno a la producción y la productividad.

En efecto, 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, para cada edificación o conjunto limitado de ellas. Así, el proyecto representado en planos y documentos que no han variado por los menos en cincuenta años, se constituyen en un obstáculo adicional al proceso de producción, e impiden una mayor participación del equipo de diseño en la fase de construcción. Las decisiones que debían estar previstas en el proyecto, son tomadas por los constructores y al romperse la continuidad, desaparece la posibilidad de reciclaje o retroalimentación de la información. Esta situación, que no es grave para un proyecto individual, es desastrosa en la producción masiva, pues perpetúa errores y malas decisiones de diseño.

7.3. La documentación tradicional: planos definitivos de proyecto (no de construcción), específicamente descriptivas (no de comportamiento), presupuestos por partida y otros documentos gráficos o escritos, son totalmente inoperantes en los casos de proyectos masivos con sistemas constructivos tradicionales o industrializados; e inclusive constituyen una forma de bloqueo a la innovación tecnológica y la racionalización progresiva del proceso. La sola preparación de la documentación: dibujo, selección, copia, doblado, en carpetado y archivo de planos; selección, preparación, mecanografía y copia de especificaciones; cálculos y discusiones de precios, preparación y mecanografía de presupuestos y otras múltiples y tediosas actividades, insumen un tiempo tan grande, que de por sí limitan la posibilidad de producción masiva continua. He aquí otro importantísimo campo para una acción racionalizadora coherente con todo el proceso de producción y circulación de la vivienda.

8. El Factor Tecnológico.

8.1. El sector vivienda tiene generalmente un peso importante en relación al Producto Nacional Bruto y la Inversión Bruta Fija (Formación de Capital Fijo), característica que también es similar en países más desarrolla-

dos. También insume productos que provienen de múltiples áreas del sector manufacturero y que caracterizan su efecto multiplicador en la economía. Al mismo tiempo, es el sub-sector que genera el mayor volumen de empleo del sector construcción. Sin embargo, es en todas partes una rama de estructura atrasada en relación al resto de la industria. Mantiene unas relaciones de producción que corresponden a la manufactura, mientras otras industrias han llegado a la etapa de la automatización.

Las señales de este bloqueo en la etapa manufacturera son numerosas. Por ejemplo, la división del trabajo entre los oficios de la construcción, o entre categoría de las empresas, siguen en lo esencial sin modificación desde hace siglos; la albañilería, la carpintería, la plomería, la herrería, son especialidades que han cambiado muy poco.

La maquinaria y equipo en la construcción, aunque más eficientes o sofisticadas, son todavía herramientas manejadas por el operario, como en la manufactura. Por eso la estructura de calificaciones de la fuerza de trabajo es crucial: la relación entre obreros calificados y no calificados. La mayor productividad no se puede lograr sino con mucha dificultad y en general alargando la jornada de trabajo.

Las tecnologías mecanizadas que han constituido cierto avance, no modifican, sin embargo, las relaciones de producción características del proceso.

La composición orgánica del capital (capital fijo entre capital variable) es baja y la velocidad de rotación es relativamente elevada, si se la compara con la industria pesada, por ejemplo. En consecuencia, la tasa de acumulación es lenta, lo que bloquea la innovación tecnológica.

8.2 La tecnología, concebida como el "estado del arte" en un momento determinado de las fuerzas productivas, está presente por esa misma razón en los tres factores del proceso de producción: fuerza de trabajo, insumos de la construcción y bienes de capital.

La transferencia de tecnología puede producirse a través del adiestramiento de la fuerza de trabajo, e in-

clusive mediante la importancia directa de operarios, especialistas y técnicos. Es posible la compra de materiales de construcción y componentes en el extranjero, lo cual comporta transferencia tecnológica.

También es posible la compra o transferencia de tecnología para la producción de materiales y componentes. Hay también compra de tecnología en forma de maquinarias, equipos y herramientas; y de tecnología para la producción de ellas (Know how).

8.3. Este enfoque nos ofrece un planteamiento, en relación a la tecnología, más globalizador que el tradicional, restringido al señalamiento de la industrialización de la construcción como el objetivo tecnológico fundamental. Es por tanto, del adecuado manejo de los factores de producción, del conocimiento del estado del arte en cada uno de ellos, de su adecuada organización y de las relaciones sociales de producción implícitas en todo proceso de trabajo, que podrá obtenerse un resultado tecnológico determinado, o lo que pudiéramos llamar un estilo tecnológico. En buena parte, el fracaso de muchos intentos de introducir algunas tecnologías foráneas de construcción (aún sin ser ellas novedosas) ha sido debido a la insistencia de imponer la tecnología a través del producto final, con un inadecuado, o son considerar el manejo de los factores de producción y de las relaciones entre ellos. Este mismo criterio limita la posibilidad de desarrollar tecnologías propias, y lo que es más importante su incorporación al aparato productivo.

8.3. Este enfoque nos ofrece un planteamiento, en relación a la tecnología, más globalizador que el tradicional, restringido al señalamiento de la industrialización de la construcción como el objetivo tecnológico fundamental. Es por tanto, del adecuado manejo de los factores de producción, del conocimiento del estado del arte en cada uno de ellos, de su adecuada organización y de las relaciones sociales de producción implícitas en todo proceso de trabajo, que podrá obtenerse un resultado tecnológico determinado, o lo que pudiéramos llamar un estilo tecnológico. En buena parte, el fracaso de muchos intentos de introducir algunas tecnologías

foráneas de construcción (aún sin ser ellas novedosas) ha sido debido a la insistencia de imponer la tecnología a través del producto final, con un inadecuado, o sin considerar el manejo de los factores de producción y de las relaciones entre ellos. Este mismo criterio limita la posibilidad de desarrollar tecnologías propias, y lo que es más importante su incorporación al aparato productivo.

9. La Empresa Constructiva.

9.1. La empresa constructora es el agente fundamental en el proceso de producción de la industria de la construcción, en nuestro caso particular la vivienda.

El proceso de trabajo en la construcción de viviendas puede ser definido como de manufactura heterogénea, retrasado si se le compara con la gran industria. El hecho de que la vivienda sea un producto discreto, que no se puede producir en forma continua y la existencia del antes mencionado obstáculo recurrente a la tierra, condiciona la organización de la empresa y su forma de adecuación a las características permanentemente cambiantes de la demanda. Las fluctuaciones en los programas de construcción y especialmente en las inversiones del sector público, han tenido un efecto decisivo en la limitación al proceso de industrialización o racionalización de la construcción de viviendas. Estas fluctuaciones exigen rápidos ajustes en las empresas constructoras, lo cual se ha logrado generalmente mediante la reducción del capital fijo, la contratación temporal de mano de obra y el desarrollo del sistema de subcontratación.

9.2. Otros efectos de la inestabilidad de la demanda de construcción de viviendas es el bajo promedio de vida de las empresas constructoras y la desaparición y aparición de empresas "gestoras" de contratos (no propiamente constructoras) con cada cambio de gobierno e inclusive de ministro. Esta situación genera un grave problema en la actividad de la construcción, constituido por el bajo nivel organizativo de las empresas que operan en la producción de viviendas y otras edificaciones,

lo cual incide en el nivel tecnológico, la productividad y consecuentemente en los costos. El sobre-costo originado por deficiencias administrativas es siempre transferido al consumidor final y pasa a formar parte del incremento permanente en los precios de venta de las viviendas.

9.3. Otro factor importante de considerar al plantear los problemas de racionalización de la construcción es el hecho de que normalmente en las empresas constructoras el rubro "inventarios" es muy bajo, los insumos son consumidos de inmediato en el proceso de producción para mantener los inventarios al mínimo y por que los insumos en buena parte no son susceptibles de almacenar por su naturaleza y por el espacio ocupado. Al mismo tiempo no se puede mantener "stocks" del producto final, salvo el mínimo que mantienen las empresas de prefabricación durante el lapso transcurrido entre producción y montaje. Esto confirma la muy importante hipótesis de que en la industria de la construcción el ritmo de producción está básicamente condicionado por la garantía de suministro de los insumos y su oportunidad de entrega. Este es un factor fundamental cuando se analiza la logística de producción de las empresas constructoras y se pretende influir en la productividad sin considerar todas las variables.

10. Los Insumos: Materiales y Componentes.

10.1 Los materiales y componentes constructivos son el objeto de trabajo dentro del proceso de producción de edificaciones. La energía desplegada por la fuerza de trabajo y la maquinaria y equipo, permiten generar el, o los procesos de transformación necesarios para integrar-combinar los insumos y producir las edificaciones.

La producción de los insumos corresponde a otro proceso de trabajo que desarrollan las empresas productoras de materiales y componentes, agrupadas dentro de la llamada industria de los materiales de construcción. Esta, está constituida por un sinnúmero de empresas productoras de distinto tamaño, capacidad económi-

ca y productiva, nivel tecnológico, permanencia y localización geográfica.

10.2. La producción de viviendas demanda una gran variedad de insumos, distribuidos a lo largo del proceso de trabajo, que es también largo en sí. Esta circunstancia hace que el acto administrativo de colocar los pedidos y coordinar las entregas con la secuencia de producción, sea crucial para el ciclo de producción. Por su volumen, dificultad de almacenamiento y afectación por el medio, así como por el capital productivo que se inmovilizaría, no es posible almacenar insumos a nivel del constructor. Anteriormente hemos señalado que en la mayoría de las empresas constructora los inventarios son siempre mínimos. Por tales circunstancias la oportunidad de colocar los pedidos y el suministro oportuno, son los factores que condicionan el ciclo de producción. Pero coordinar eficientemente el suministro de insumos representa serias dificultades, que se traducen en nuevos obstáculos, debido a lo heterogéneo de la industria de los materiales de construcción y a la inestabilidad productiva de dichas empresas, originada en la ausencia de programas de largo plazo y a las fluctuaciones cíclicas y coyunturales de la industria de la construcción.

1.3. En el campo de la vivienda, la mayor demanda de insumos y componentes continúa concentrándose en el área de los cerramientos exteriores y tabiques interiores, que corresponden a vez y media la superficie construida y donde la oferta en general es escasa y muy poco diversificada, lo cual genera por un lado permanentes aumentos de precio y por el otro, inadecuación de las viviendas a las distintas condiciones geográficas. Es en esta área, donde debe centrarse el mayor esfuerzo de investigación y desarrollo a la producción y diversificación de materiales y componentes. Obviamente, la racionalización de la oferta de insumos tiene directa relación con las posibilidades de que el aparato productivo y las políticas de desarrollo vigentes permitan la innovación, la diversificación y la producción continua.

11. La Fuerza de Trabajo.

11.1. La característica fundamental de la fuerza de trabajo de la construcción, está dada en general, por la existencia de excedentes de obreros no calificados o que buscan trabajo por primera vez y escasez de obreros especializados. El bajo nivel de productividad del trabajador de la construcción se debe en general a su bajo nivel de calificación y a la persistencia de los mismos tipos de especialidades y oficios desde tiempos remotos, los cuales requieren de un largo proceso de aprendizaje en el trabajo. Quizás, el factor más importante en la calificación de esta situación, es también la falta de programación a largo plazo y de continuidad y especialización en el trabajo de las empresas, lo cual acentúa la inestabilidad laboral. Los despidos quedan encubiertos con la finalización de la obra para la cual ha sido contratado el trabajador. Sin embargo, los obreros especializados (albañiles, carpinteros, plomeros, electricistas, herreros) que son escasos, mantienen una productividad más elevada y niveles mayores de ingreso, en virtud de las formas de contratación a destajo o por "ajuste".

11.2. Una adecuada planificación de la demanda de fuerza de trabajo para la construcción, no puede ser establecida sino en función de una aplicación a largo plazo del sector y de los distintos recursos. Igualmente se requiere una definición del estilo tecnológico que permita medir la fundamental relación capital-mano de obra, en los distintos procesos de trabajo.

11.3. La reducción de costos que pudieran obtenerse a través de mejoras tecnológicas, se ve anulado hoy en día por la inflación en los precios de los insumos, los mayores costos de la mano de obra y las elevadas cargas financieras. Por ello sería necesario estudiar la posibilidad de adoptar procesos de trabajo que permitan incorporar los excedentes de mano de obra de las propias comunidades, incluyendo las mujeres y los jóvenes, a la producción de componentes constructivos en talleres comunales, empresas cooperativas, o sociedades civiles de autogestión, para

la construcción de viviendas y otros equipamientos colectivos urbanos. Este sería un medio de incorporación de esa parte no utilizada de la fuerza de trabajo, mediante la participación autogestionaria y no marginalmente, ocupando su tiempo libre y alargando la jornada de trabajo, como tradicionalmente lo ha sido a través de los programas de autoconstrucción o de plus-trabajo, en los cuales por razones obvias la productividad es bajísima. Pero este enfoque requiere de modificaciones fundamentales en los instrumentos legales y financieros que dominan la esfera de circulación de la vivienda.

12. Los Bienes de Capital: Maquinaria y Equipos.

12.1. La maquinaria, equipo y herramientas son los instrumentos de trabajo dentro del proceso de trabajo que desarrollan las empresas de construcción o las unidades de producción de cualquier tipo. Se clasifican generalmente dentro del rubro de bienes de capital. En Venezuela y buena parte de los países latinoamericanos, la producción nacional de maquinaria y equipo de construcción y transporte, es un porcentaje mínimo de la inversión bruta fija total. Esto nos conduce a señalar que la casi totalidad de la maquinaria y equipo y buena parte de las herramientas que se usan en la construcción, son de origen importado.

12.2. Es evidente que una tendencia a aumentar el nivel de mecanización de la construcción, aumentará la propensión a la importación de bienes de capital. Por ello, es necesario desarrollar políticas destinadas a la incorporación progresiva de partes de origen nacional, mediante la promoción de la construcción local de componentes, básicos para la industria de la fabricación y ensamblaje de maquinarias y herramientas destinadas a la construcción.

No debería aceptarse sin un profundo análisis, la tesis de que los países que no producen bienes de capital tienen que recurrir necesariamente a "tecnologías del Tercer Mundo" para producir viviendas y otras edificaciones. Este concepto devaluado de la productivi-

dad sólo conduce a un mayor desperdicio de capacidades y recursos, reduciendo las posibilidades de racionalización del proceso.

13. El Usuario: Consumidor final.

13.1. En los últimos años, dos elementos fundamentales conspiran contra la posibilidad de una expansión de la demanda solvente de los consumidores finales de la vivienda. El primero, por el lado de la demanda, está constituido por la pérdida de la capacidad adquisitiva del ingreso disponible de las familias, debido al proceso inflacionario generalizado, que a su vez genera una drástica reducción de la propensión al ahorro. El segundo factor, ubicado en el lado de la oferta, es el de un progresivo encarecimiento de la vivienda, acompañado de pérdida calidad y del nivel de satisfacción de la demanda. Esta situación origina una oferta marginal de viviendas inadecuadas, algunas por encima y otras por debajo del nivel de exigencia y expectativas, e inclusive fuera del mercado formal. Así, proliferan las ampliaciones improvisadas en viviendas para albergar nuevos grupos familiares bajo arriendo, el alquiler de cuartos en viviendas existentes y la construcción de ranchos (favelas) y soluciones habitacionales inadecuadas, propiciadas inclusive por el mismo Estado. Obviamente, esta situación en la mayoría de las cosas, se ve afectada por la expansión cuantitativa de la demanda global, originada por el crecimiento demográfico y en el caso de Venezuela, adicionalmente, por la inmigración incontrolada.

13.2. La situación coyuntural que afecta al sector financiero en escala mundial: restricción del crédito y altas tasas de interés, ha actuado dramáticamente alejando cada vez más a los sectores de bajos ingresos de la posibilidad de acceso a una vivienda digna, especialmente a las viviendas producidas por el sector privado. Es el Estado el que tiene que afrontar casi integralmente al suministro de la vivienda y sólo mediante la asignación de grandes recursos presupuestarios y fuertes subsidios que a su vez inciden en una reducción

de la producción real.

A título de ejemplo, señalamos que en Venezuela, ninguna familia con ingreso inferior a 5.000 bolívares mensuales tiene posibilidad de adquirir una vivienda producida por el sector privado; y las familias urbanas, con ingreso inferior a esta cifra eran en 1979, el 83,12% de la población.

Este factor es el motor fundamental que reclama un urgente e integral proceso de racionalización de la producción de viviendas a escala mundial.

Bibliografía.

Para la preparación del presente trabajo se han consultado, y en algunos casos se han utilizado párrafos con modificaciones de las siguientes publicaciones:

- Castells, Manuel. *La Cuestión Urbana*. 5a. Edición, 1978, Siglo Veintiuno editores, México.
- Cilento, Alfredo. *La Mercancía Vivienda en Venezuela: su producción, circulación y consumo*. 1980. Mimeo. IDEC-UCV, Caracas.
- Cilento Alfredo y Hernández, Henríque. *Las Edificaciones y su Producción*. 1975. Mimeo. IDEC-UCV. Caracas.
- Topalov, Christian. *La Urbanización Capitalista, algunos elementos para su análisis*. 1979. Editorial Edicol, México.
- Turín, Duccio. *Economía de la Construcción*. 1979, Editorial Gustavo Gili. Barcelona, España.

Ing^o Alberto Aranda Arocha

Caracas, marzo de 1981.

El presente texto fue preparado por el Ingeniero Alberto Aranda A. cuando formaba parte del Equipo de Investigación IDEC-SEU, en la Investigación "La Organización de la Industria de la Construcción en Venezuela. Componentes y Relaciones", fue presentado en marzo de 1981 en el Coloquio IDEC-CSTB sobre Economía de la Construcción.

Aparte de su calidad e importancia, hemos querido publicarlo como homenaje a este investigador fallecido en 1981, del cual aprendimos mucho dada su experiencia y agudeza, mezclada con su gran sencillez.

Estructura de costo en la producción de viviendas. Estudio de casos.

La vivienda es uno de los elementos indispensables para la vida del hombre, por lo que su consecución constituye una de sus necesidades fundamentales. De todos es conocido la dificultad que confronta el venezolano para solucionar el problema de su vivienda. Esta dificultad se extiende a la mayor parte de los grupos económicos y se ha agravado en los últimos años debido a los aumentos considerables en los costos de producción. Este aumento en los costos, no ha sido compensado por un aumento proporcional en los ingresos familiares, por lo cual cada día se hace más difícil la solución del problema. Aún más, al disminuir la demanda real de viviendas (demanda con posibilidades ciertas de adquirir viviendas), la producción de nuevas viviendas tiende a disminuir, incrementando así la escasez. Esta escasez influye a su vez como factor para agravar la situación. Así pues, lo más grave del problema de la vivienda, no es solamente que existe, sino que sus perspectivas son de seguir aumentando en forma continua, a menos que se encuentren y apliquen soluciones reales y efectivas.

Para encontrar soluciones efectivas y reales al problema de vivienda será necesario estudios completos y exhaustivos de las causas del mismo. Como una ilustración de la complejidad de este problema, enumeraremos brevemente algunos de los factores que se conside-

ra han influido en el gran incremento en los costos de la producción de viviendas. Una primera causa o factor de aumento en los costos, es el incremento real de los mismos debido al proceso general inflacionario. Este proceso resulta de por sí bastante complejo por los factores que sobre él influyen. Sin embargo, a él es necesario añadir otros factores que influyen indudablemente en dicho incremento: 1) Las mejoras en normas y estándares, tales como las normas anti-sísmicas, las normas de seguridad en caso de incendios, y las mayores exigencias en las dotaciones y materiales de acabado, 2) El tiempo de terminación de los proyectos, debido principalmente al excesivo incremento de los organismos públicos de control, los cuales exigen cada vez mayor número de aprobaciones, permisos o aceptaciones y 3) La especulación natural, resultante de la escasez de terrenos, en las ciudades más pobladas, y de vivienda en todo el ámbito del país.

Objetivos, enfoque metodológico y limitaciones.

El estudio integral del problema de la vivienda es sumamente complejo, ya que tendría que analizar todos los elementos relacionados con la oferta y la demanda de viviendas (terrenos, promotores, constructores, industrias relacionadas, financiamiento, posibilidad de diferentes usuarios, mercado de adquisición y arrendamiento de viviendas, etc.), y un número bastante extenso de otros factores que afecta la producción y consumo del bien vivienda. En vista de esta complejidad, se ha pretendido con este trabajo dar inicio al estudio de un enfoque metodológico que permita, en primer lugar, definir o aclarar algunos aspectos sobre la oferta de la vivienda, fundamentales para cualquier estudio más profundo, y que pudieran ser usados para implementar políticas inmediatas tendientes a mejorar la situación. En segundo término, se trata de despertar el interés sobre el tema, y abrir las posibilidades que, con mayores disponibilidades de tiempo y de recursos, se inicien estudios más completos sobre este grave problema nacional. Un tercer propósito, ha sido el de obtener re-

sultados numéricos reales, producto del análisis de casos u obras terminadas, evitando así la información errónea proveniente del análisis de presupuesto o estimaciones previas a la ejecución de proyectos.

Dentro de un posible esquema mayor, este estudio plantea primordialmente la identificación y definición de los principales agentes o actores que participan o afectan directamente la producción de viviendas, tales como: propietarios de terrenos, promotores de obras, proyectistas, organismos públicos, instituciones financieras, constructoras, etc. Una vez definidos dichos agentes, se ha tratado de medir su importancia en función de su participación en el costo de la producción. Este costo de la producción se ha referido al productor, o sea al promotor de obras. Por lo tanto los costos no incluyen los beneficios o utilidades de dicho promotor. Se estima que el conocimiento de la proporción o parte de la participación de estos agentes o actores, pueda ayudar en alguna forma, a los organismos responsables, a investigar las posibilidades reales y justas de modificar los costos correspondientes mediante la implementación de políticas adecuadas.

Aun cuando hubiéra sido deseable realizar un estudio más extenso sobre este aspecto, existen limitaciones que no lo han permitido. En primer lugar limitaciones de tiempo. Este factor ha hecho necesario limitar el campo y el número de casos estudiados. Se ha escogido el tipo de vivienda multifamiliar, destinadas a la venta de propiedad horizontal, para usuarios de clase media situadas en el área metropolitana de Caracas y sólo se han estudiado cuatro proyectos.

Una segunda limitación ha sido la disponibilidad de información. Por una parte, la información pertinente es propiedad exclusiva de los promotores de obras de esta naturaleza y es considerada por dichos promotores como de estricta confidencialidad. Esta circunstancia establece un límite estricto al acceso a dicha información, haciéndola accesible solamente bajo condiciones muy definidas. Las exigencias de confidencialidad han hecho necesario que los resultados numéricos se presenten en forma agrupada y que la

estructura de costos se haya hecho en forma proporcional o porcentual. Por otra parte, las circunstancias de que los métodos contables utilizados por los distintos contadores son diferentes hace muy laborioso el proceso de estudio y reclasificación de la información existente.

Conceptos y Términos.

El análisis y reclasificación de los elementos del costo, la identificación de los agentes o actores, así como su participación en dichos costos se ha hecho sobre información proporcionada por promotores de obra, directamente de sus registros contables.

Como agentes o actores se han definido a aquellas personas, asociaciones o instituciones que actúan directamente en el proceso de la producción de viviendas, o que afectan su costo por el cobro de honorarios, servicios, impuestos, tasas, etc.

Básicamente se han definido los siguientes:

1. Propietarios de terrenos. 2. Promotores de obras.
3. Profesionales. 4. Organismos públicos. 5. Empresas de seguro y afianzadoras. 6. Constructores. 7. Instituciones financieras. 8. Organizaciones de venta.

Los **propietarios de terrenos** están definidos por su título. Pueden coincidir o no con los promotores, su participación se ha medido por el valor de compra del terreno, incluyendo comisión por venta, pero no gastos de registro.

Se consideran **promotores de obra** a las personas u organizaciones que se ocupan de la gestión de un proyecto para viviendas desde su concepción inicial hasta su construcción y venta total. Es el agente que contrata, dirige, paga impuestos, supervisa y coordina a los demás agentes. Su participación se ha medido por aquellos costos y gastos directamente atribuibles a su gestión o que no corresponden a ninguno de los otros agentes. En su participación no se ha tomado en cuenta su beneficio o utilidad.

Por **profesionales** se entiende a todas aquellas personas o grupos de personas que prestan servicios de ca-

rácter profesional o técnica tales como: arquitectos, ingenieros, economistas, calculistas, avaluadores, diseñadores, dibujantes, servicios de reproducción y otros, que participan en los estudios previos, proyecto, licitación, inspección, etc. No se ha incluido en este grupo a los constructores. La participación del grupo profesional se ha medido por los pagos hechos por el promotor por los conceptos mencionados anteriormente.

Los **organismos públicos** incluyen a las entidades públicas o cuasi públicas de carácter nacional, estatal o municipal que reciben impuestos, tasas o contribuciones relacionadas con el proceso total de proyectar, construir y vender las viviendas. Su participación se ha medido por los pagos realizados a dichos organismos públicos.

Las **empresas de seguros y afianzadoras** comprenden a aquellas organizaciones que participan en la cobertura de seguros o fianzas exigidas por cualquiera de los otros agentes. Su participación se ha medido por los pagos realizados por concepto de seguros y fianzas. Por **constructores** se entiende, a todas aquellas personas o empresas dedicadas a la construcción propiamente dicha. Por su gran peso en la estructura de costos, se ha separado del grupo de profesionales. Su participación se ha medido por los pagos realizados por concepto de obras ejecutadas.

Las **instituciones financieras** comprende a aquellas personas o instituciones que contribuyen al financiamiento de la realización del proyecto en su totalidad. Son principalmente bancos, financiadoras y entidades de ahorro y préstamo. Su participación se ha medido por los intereses, comisiones, conceptos especiales a cualquier otro tipo de pago hecho a dichas instituciones o personas como retribución por el uso de su dinero. También se han considerado en este grupo a los inversionistas dentro de la organización del promotor. La participación de estos inversionistas se ha estimado calculándose un interés del 12% anual sobre el capital invertido, para compensar el uso de dicho dinero o el costo de oportunidad.

Las **organizaciones de venta** comprende a aquellas organizaciones que se ocupan de la consecución de compradores y de la tramitación de las transacciones para la venta de viviendas. Su participación se ha medido por los pagos realizados por comisiones de venta y por propaganda u otros conceptos realizados con dicho propósito.

Resultados del estudio.

La información analizada y clasificada que se presenta a continuación es el resultado de las cuatro edificaciones multifamiliares analizadas; como se mencionó anteriormente, fueron construidas en el Área Metropolitana de Caracas, orientadas hacia la clase media y vendidas en propiedad horizontal. El proceso de total ejecución de los proyectos en sus diferentes fases: estudios preliminares, adquisición de terreno, proyecto, permisos, contratación, construcción, venta y protocolización de documentos, comprende el período entre el año 1974 y 1980. El siguiente cuadro presenta un resumen de los resultados finales del estudio.

Puede observarse que los agentes son los mismos mencionados anteriormente, con la salvedad de los organismos públicos y empresas de seguros. Debido a la pequeña participación de estos agentes, se ha preferido agrupar su participación en un solo resultado.

Estructura proporcional de costos de producción de viviendas.

Agente	Participación porcentual		
	Mínima	Máxima	Promedio
Propietarios de terrenos	7,23	9,87	8,89
Promotores de Obras	1,64	5,62	3,94
Profesionales	1,13	1,66	1,51
Organismos públicos y Empresas de Seguros	0,66	0,91	0,80
Constructores	56,21	60,57	58,89
Instituciones Financieras.	16,14	25,24	21,04
Organizaciones de Venta	4,71	5,28	4,93

87,72

109,15

100,00

Al analizar los resultados del Cuadro anterior es necesario hacer las siguientes observaciones:

1. El período estudiado se caracteriza por ser bastante largo y por incluir dentro de sí el incremento apreciable de costos posterior al aumento de los precios del petróleo en 1974.
2. La participación de los propietarios de terrenos es baja en relación con la situación actual, ya que los costos de terrenos son todos previos al aumento apreciable de los mismos.
3. La participación de los Institutos Financieros en los años iniciales, se realizó a los intereses relativamente bajos de dicha época. Por lo tanto, aquellos proyectos terminados antes del aumento brusco de los intereses del año 79, acusan una participación menor del agente Instituciones Financieras.

Conclusiones.

Los resultados de los proyectos estudiados son bastante consistentes y significativos. Hay dos agentes que influyen de una manera muy notable en el costo, que son los Constructores y las Instituciones Financieras. Otros tres agentes, los Propietarios de Terrenos, las Organizaciones de Venta, y los Promotores de Obras afectan el costo en forma apreciable, pero en mucho menor escala que los anteriores. Finalmente, la incidencia de los agentes Profesionales y Organismos Públicos y Empresas de Seguros, es muy pequeña en relación con los otros grupos.

Carlos Angarita

Caracas, Nov. 1984

Introducción:

Este trabajo recoge parte de los resultados obtenidos en la Investigación "La Organización de la Industria de la Construcción en Venezuela. Componentes y Relaciones", en la cual participa el I.D.E.C. junto al Instituto de Urbanismo y el Sector de Estudios Urbanos. Está contenido en su totalidad en un trabajo más amplio sobre el capital fijo en Construcción, que se elabora para el informe final de la Investigación.

El trabajo profundiza sobre los mismos aspectos que fueron tratados en la ponencia que presenté en las Segundas Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (noviembre 1983). Los planteamientos entonces expuestos, se presentan ahora complementados con lo que hemos obtenido del procesamiento y análisis de la información proveniente de las empresas y obras de construcción estudiadas en la Investigación. Su utilidad se halla en parte, en la identificación de los elementos claves para poder precisar la participación real del factor maquinarias y equipos en los costos de las obras.

El contenido de este trabajo debe mucho a la profesora Teolinda Bolívar con quien compartí la responsabilidad de producir el borrador del capítulo sobre el capital fijo en construcción mencionado al comienzo.

Capital fijo y desgaste.

El hecho de que sólo una parte de su valor lo aporten a los productos y el resto lo retengan en sí mismos bajo su forma de elementos útiles, capaces de seguir funcionando, aptos para elaborar nuevos productos, les da a las maquinarias, a los equipos, y en definitiva a todos los elementos que constituyen los medios de trabajo, su condición de **capital fijo** a diferencia de los otros factores del proceso de trabajo, (materias primas y fuerza de trabajo), que no sólo aportan todo su valor a los productos, sino que se consumen totalmente y su reposición es imprescindible para iniciar un nuevo proceso.

Cualesquiera sean las condiciones como participen en la obra las maquinarias y los equipos: en propiedad de la empresa constructora, alquilados a firmas comerciales, alquilados por otras empresas constructoras, la forma como aportan su valor a los objetos en cuya producción intervienen es siempre igual. Su valor se transfiere de una manera gradual, fraccionada, en la misma medida en que en ellos disminuye.

El valor que transfieren no es más que el **desgaste** a que están sometidos continuamente. El desgaste proviene de distintas fuentes: el uso, el simple transcurrir del tiempo y la acción de los elementos naturales. Cada uno de ellos conlleva a una pérdida de valor en los medios de trabajo; el uso en la producción, por la fatiga que ocasiona el trabajo sobre las partes que los constituyen; el tiempo en sí mismo, por la pérdida de valor que experimenta una maquinaria por el hecho de que constantemente se estén produciendo otras cada vez más avanzadas, que compiten con ella en rendimiento, versatilidad y precio ("obsolescencia moral"); y por último, el efecto de los elementos naturales, por su acción corrosiva sobre los materiales con los cuales están contruidos.

Sólo al agotar su capacidad para el trabajo, cuando ya no es posible utilizarlos luego de haberse empleado en repetidos procesos, a veces muy numerosos, es que los elementos que constituyen el capital fijo habrán transferido todo su valor a los productos en cuya elaboración participaron. Al desgastarse hasta este punto, al haber perdido sus cualidades útiles, concluyen su **período de vida**.

La Cuantificación del Desgaste: La Depreciación.

No todas las máquinas y los equipos de construcción llegan a transferir íntegramente su valor a los productos al finalizar su tiempo de vida útil. Muchos de ellos, y sobre todo los más costosos, aún cuando ya no sean aptos para producir, conservan siempre (inclusive como chatarras) una porción de su valor original. Este valor

remanente está constituido por algunas partes que pueden ser aprovechadas como bases para una reconstrucción o como repuestos para otras máquinas similares, comprar una máquina nueva supone a veces un desembolso mayor que si se aprovechan de la máquina vieja, ya totalmente desgastada como mecanismo general, sus partes todavía útiles y se reconstruye. La reconstrucción llega a veces hasta el punto de desvanecer las diferencias con una máquina nueva (1).

El valor existente una vez finalizado el período de vida útil de una maquinaria recibe el nombre de **valor residual** o **precio de rescate**. Significa en promedio para las maquinarias de uso más frecuente en construcción el 30% del precio original de compra de las mismas.

Para otros equipos de construcción si ocurre una transferencia total de su valor a los productos al concluir su vida útil, en ellos su reutilización posterior no es posible bajo ninguna forma y su reconstrucción supone una inversión de tal magnitud que resulta más conveniente desecharlos y sustituirlos por otros. Dentro de esta categoría se encuentran los equipos y herramientas menores: palas, carretillas, martillos, equipos de pintura, de albañilería, etc.

La magnitud del aporte del valor de una máquina o equipo a los distintos productos se calcula por la relación entre su tiempo promedio de vida y el tiempo durante el cual haya participado en su producción. De esta forma si la edad promedio de una máquina es de 10 años y ha intervenido un año en la elaboración de un objeto, habrá aportado a éste, un 10% de su valor (utilizando del método de depreciación de "línea recta").

La vida útil de una maquinaria está medida en horas de funcionamiento. El fabricante estima un promedio de horas de duración que varía de acuerdo a las condiciones de trabajo a las que va a estar sometida. Mientras más duros y pesados éstos sean, el promedio de

(1) Muchas empresas constructoras venezolanas se han surtido de maquinarias reconstruidas de origen extranjero. Sin embargo en nuestro país no parece estar muy extendida la práctica de la reconstrucción.

horas estimado tendrá un límite menor y por el contrario, mientras más suaves y livianos, tendrá un límite mayor.

Hablar de años para referirse a los promedios de vida útil, resulta hasta cierto punto incorrecto, pues como hemos visto no es el tiempo transcurrido el que da su medida, sino las horas efectivas de operación. Sin embargo, a los fines del análisis necesitamos transformar horas en años, de acuerdo al número de horas promedio de uso por año, estos promedios se pueden estimar con base en la información suministrada por las empresas constructoras y las fabricantes de maquinarias, pues son los únicos que realmente los pueden determinar para nuestro país por su experiencia directa.

En las maquinarias y equipos de mayor uso en construcción, se establece una escala de vida útil promedio que va desde los más perecederos, que se consumen totalmente en el tiempo de producción de una obra o inclusive en menos, hasta aquellos que lo superan ampliamente, pudiendo ser utilizados por largo tiempo en numerosas obras. Determinar esta escala es difícil, pues son muy pocas las empresas que llevan un registro sobre la operación de sus máquinas, y que además tengan un tiempo suficiente de funcionamiento que nos permitan hacer estimaciones valideras. Por esto, los datos que manejamos están fundamentados en los suministrados por las empresas constructoras más grandes y con mayor trayectoria en nuestro país, ya que es la información más confiable al decir de expertos en la materia consultados.

La estimación del tiempo de vida promedio, supone que se efectuarán las reparaciones y el mantenimiento necesario para evitar que la función de la maquinaria se vea disminuida y mucho menos paralizada. Aún nueva, va a requerir de ajustes y reparaciones por el sólo hecho de ponerla a trabajar.

Con el transcurrir del tiempo, mientras más uso tenga, mayores serán las reparaciones que hay que efectuarle para conservarla en producción. Los costos acumulados por este concepto durante toda la vida de la maquinaria puede llegar a superar globalmente en algunos

casos el 100% de su precio original de compra.

Las condiciones de conservación y mantenimiento y los operarios, son elementos determinantes en la magnitud del período de vida útil; un mantenimiento regular y adecuado y un uso cuidadoso en su operación, permiten aumentar la vida útil, alejando el umbral donde es más conveniente, desde el punto de vista económico, desincorporar la máquina que mantenerla en el trabajo. Los costos correspondientes al desgaste (la depreciación), no incluyen los costos de reparaciones y conservación. Estos últimos a diferencia de los primeros, son costos variables y hasta cierto punto impredecibles, a pesar de ello se puede estimar, con base en la experiencia, un costo promedio por este concepto a lo largo de la vida útil de la maquinaria. Estos costos serán distribuidos proporcionalmente a las distintas obras donde la máquina haya participado.

Resultado de las indagaciones efectuadas en la Investigación, "La Organización de la Industria de la Construcción en Venezuela. Componentes y Relaciones", hemos construido un cuadro con la lista de maquinarias más utilizadas en construcción y sus tiempos de vida. La vida se estima en años, a pesar de la observación antes hecha de que sólo pueda medirse en horas efectivas de trabajo. Repetimos, transformar horas en años, sólo tiene connotaciones analíticas (véase al respecto al Cuadro N° 1).

Una información que nos pareció también significativa, en relación a la vida útil de la maquinaria, es la que muestra los listados del parque de maquinaria por empresa, donde indican la fecha de compra de las mismas. En ella hemos encontrado que grandes empresas, cuya producción data de la década del cincuenta, tienen aún en sus listados maquinaria de 1956, lo que pareciera indicar que efectivamente la maquinaria bien cuidada puede llegar a edades dobles y triples de lo previsto por nosotros como vida útil de la misma (2).

(2) En los activos de una gran empresa, actualizados a finales de 1983, encontramos varias aplanadoras con fecha de adquisición 1956, o sea que tenían en 1983, 27 años, en cambio en nuestras estimaciones la vida útil de dicha maquinaria es de 12 años, menos de la mitad de la edad que acusan en inventario.

Es sólo la vida útil la que determina el desgaste real que transfieren las maquinarias a las obras y no, como de seguida explicaremos, la forma contable empleada por las empresas constructoras.

El Desgaste Contable (Depreciación Contable).

Lo que pareciera dominar como práctica, en las empresas estudiadas, es una asignación de vida a los medios de trabajo, que está lejos de ser la vida real de los mismos. Lo que llaman vida contable de los equipos, es lo que sirve para fundamentar el cálculo de la cantidad desgastada del medio de trabajo que se le cargará como gasto a cada obra. Decimos que hay diferencia entre la vida que le asignan y la vida real del medio de trabajo, basándonos en las indagaciones realizadas por el equipo de investigación. A través de ellas nos hemos dado cuenta que en general la vida contable de un tractor por, ejemplo, aparece como media de 5 años, no obstante, la vida de una máquina como ésta, en las condiciones peores de utilización, puede llegar a ser de 10.000 horas, las cuales transformadas en años para fines comparativos puede llegar a ser 10 años (3).

El tiempo de vida contable no está referido a la operación efectiva de la máquina. Es un tiempo fijo, que va a permanecer inalterable independientemente de que esté sometida a trabajo o en reposo. Va a ser sólo el lapso transcurrido desde el momento de la compra de la maquinaria, hasta el momento en que la suma de dinero invertida en su adquisición ha sido asignada totalmente como costos de la empresa propietaria.

La empresa constructora va a fijar, de acuerdo a la política que haya establecido, un lapso determinado duran-

Sobre el particular, Cfr. León, Ildemaro, Costo Primo de la Unidad de Obra. Mimeo, Caracas 1964, pp. 46 a 66.

(3) Caterpillar Tractor Co., Manual de Métodos y Equipos. Caterpillar, Edición N° 11, México, Octubre 1980.

PROYECTO INCOVEN

"LA ORGANIZACION DE LA INDUSTRIA
DE LA CONSTRUCCION EN VENEZUELA
COMPONENTES Y RELACIONES"

VIDA UTIL Y VIDA CONTABLE DE LAS MAQUINARIAS
Y HERRAMIENTAS MAS USUALES EN CONSTRUCCION

te el cual espera recuperar el capital invertido en la compra de sus maquinarias y equipos. Dependiendo de éste, va a asignarle a cada equipo, o a cada grupo de ellos, o a todos, un período de **vida contable**, es decir, un determinado número de años al cabo de los cuales habrá logrado recuperar la inversión realizada en los mismos. Es así como en una y otra empresa, equipos idénticos pueden aparecer con diferentes vidas contables y equipos muy disímiles en cuanto a capacidad, rendimiento, duración, etc., con idénticas vidas contables. Esto es un indicador de que el tipo de datos asentados en los libros, sintetiza una serie de situaciones, que conducen a que cada una de las empresas constructoras operen en una forma diferente a lo que pareciera estar establecido como vida útil de la maquinaria. Al nivel de nuestras investigaciones podríamos adelantar algunos factores que intervienen en las discrepancias apuntadas: en el caso de las grandes empresas consolidadas, y especializadas por tipo de producción o procesos de trabajo, donde preferencialmente intervendrán, su equipo tendrá mayor seguridad de la continuidad en su utilización, por tanto, la vida que le asigna podrá ser mayor que la de una empresa creada para producir, en un tiempo y espacio determinados, un producto semejante al de la primera empresa citada. La continuidad de trabajo para la "empresa de oportunidad" (4) no tendrá mucha importancia (puede que continúe trabajando, puede ser que se quede en esa experiencia), por tanto, el tener el equipo ya amortizado con la obra segura de realizar, le permitirá no preocuparse por el destino del mismo una vez finalizado el proceso de producción. Resultado en parte de esta práctica, que no ha sido rara en nuestro país, son las inmumerables maquinarias de construcción dejadas al abandono. En general, de la comparación entre los datos de vida

TIPO DE MAQUINARIA	VIDA UTIL (años aprox.)					VIDA CONTABLE (años aprox.)			
	12	10	5	3	1	5	4	3	1
1. Tanque Agua	0							0	
2. Tolvas	0							0	
3. Bombeador de concreto	0							0	
4. Silos de Cemento	0								
5. Motoniveladora	0					0			
6. Tractor Bulldozer	0					0			
7. Mototrailla	0					0			
8. Pala Mecánica	0					0			
9. Retro-Excavadora	0					0			
10. Máquina Zanjadora	0					0			
11. Aplanadora Ruedas Neumatica	0					0			
12. Aplanadora Rodillos Acero	0					0			
13. Aplanadora Coordinada Acero y Caucho	0					0			
14. Compactadora	0					0			
15. Pata de Cabra	0					0			
16. Rastras	0					0			
17. Máquina Pavimentadora Asfalto y Concreto	0					0			
18. Camión Tanque para regar Asfalto	0					0			
19. Grúa Torre sobre Rieles	0								
20. Camión Grúa	0								
21. Plantas Electricas	0					0			
22. Equipo de Topografía	0						0	0	
23. Dobladora de Concreto		0				0			
24. Cargador Frontal de Orugas		0				0			
25. Cargador Frontal Neumaticos		0				0			
26. Mezcladora Concreto			0			0			
27. Carretones Dumper			0			0			
28. Camión Mezclador			0			0			
29. Compresor			0			0			
30. Cargador de Bandas			0						
31. Winche			0			0			
32. Señorita			0			0		0	
33. Montacarga y Torres Elevadoras			0					0	
34. Andamio			0			0			
35. Camioneta			0			0	0		
36. Jeep			0			0			
37. Automóvil			0						
38. Camión			0						
39. Encofrado Metálico de Muros			0						
40. Mesas Voladoras			0						
41. Encofrado Tipo Túnel			0				0		
42. Equipo Encofrado de Madera (Piezas Metal.)			0						
43. Vibradores de Concreto				0					
44. Picadoras de Cabillas				0				0	
45. Dobladora de Cabillas				0				0	
46. Equipos de Soldadura				0				0	
47. Equipos del Compresor: Martillos, Pisone- tas, Taladros, etc.				0				0	
48. Equipo para Instalaciones Eléctricas				0				0	
49. Equipo para Plomería				0				0	
50. Equipo de Carpintería				0				0	
51. Equipo de Albañilería					0				0
52. Equipo de Pintura					0				0
53. Equipo Menor (Palas, Picos, Martillos, etc.)					0				0

(4) Nos referimos a aquellas empresas constructoras expresamente constituidas para ejecutar una obra específica, sin que se plantee trascender en sus actividades al lapso de construcción de dicha obra.

contable obtenidos de numerosas empresas y los de vida útil, resultante de nuestras investigaciones, se aprecia que a medida que está última es mayor, es también mayor su diferencia respecto a la primera (para las maquinarias pesadas, la vida útil estimada, es en algunos casos el doble de la vida contable promedio) y, de igual manera, las diferencias entre ellas disminuyen a medida que la vida útil también disminuye, hasta llegar a igualarse en aquellos equipos de desgaste muy rápido (Cfr. Cuadro N° 1).

De lo anterior se concluye que, por ser mayor la cantidad a depreciar por no considerar el valor residual o precio de rescate para el cálculo, y menor el período considerado para ello, los costos contables de depreciación son siempre mayores que los costos reales de desgaste durante el período de vida contable de la maquinaria.

Por ejemplo, para una de las obras en donde conocimos con precisión el tipo y cantidad de maquinarias y equipos utilizados, procedimos a cuantificar los costos del desgaste contable y del desgaste real de cada una de ellas (Véase el Cuadro N° 2). Los precios de compra y el cargo contable mensual por depreciación fueron obtenidos del listado de activos fijos de la empresa constructora, seleccionando del conjunto de maquinarias aquellas de fecha de compra más cercana al año de inicio de la obra. El costo real de la depreciación mensual se calculó sobre el 70% del precio de compra, es decir, considerando el 30% restante como precio de rescate o valor residual de la maquinaria una vez finalizado su período de vida útil. La cantidad total a depreciar se distribuyó uniformemente en todos los meses de vida útil (método lineal de depreciación).

Como se observa en el cuadro mencionado, el desgaste real mensual de las maquinarias en la producción de la obra representa en promedio un 38,6% del desgaste cargado contablemente. Las variaciones del porcentaje entre las distintas maquinarias (desde un mínimo del 17,50%, hasta un máximo del 70,00%), se corresponden con las diferencias entre los períodos de vida útil estimado por nosotros y los de vida contable asignados

Maquinarias y Equipos usados en la Obra	Cantidad	Año de Inicio de la Obra: 1976.		Año de Finalización: 1979.
		Depreciación Contable Mensual (A)	Depreciación Real Mensual (B)	% de (B) respecto a (A).
Planta Mezcladora-Dosificadora Johnson	01	4.230,50	1.496,81	35,38
Planta Mezcladora-Dosificadora Lord-Parisini	01	1.045,00	365,96	35,38
Planta Mezcladora de Concreto Elba	01	5.000,00	1.826,97	36,54
Planta Mezcladora de Concreto Favre	01	1.100,00	749,57	68,14
Silo de 40 TN.	04	2.666,68	777,78	29,17
Silo de 60 TN.	01	666,66	194,44	29,17
Silo de 80 TN.	01	1.177,40	343,51	29,18
Vibrador de Concreto	16	5.395,04	1.678,44	31,11
*Motocarretillas (Sambron)	10	12.045,80	5.059,26	42,00
Carretones para Concreto	15	481,25	336,88	70,00
Pay Loader	01	3.166,66	2.216,67	70,00
Bailarinas (Compactadora)	02	125,00	38,89	31,11
Retroexcavadora Poclain	01	6.765,24	2.211,44	32,69
Vibro Compactadora Hatz 2000	02	1.558,06	279,03	17,79
Grúa Torre Giratoria	01	11.371,52	3.428,50	30,15
Bomba de Concreto Whiterman	01	4.587,65	1.338,06	29,17
Winches Dobles	02	2.400,00	552,42	23,02
Equipo de Topografía	01	913,06	383,48	42,00
Picadora de Cabillas Eléctrica	03	1.619,64	1.133,77	70,00
Picadora de Cabillas Manual	01	44,20	30,94	70,00
Dobladora de Cabillas Eléctrica	02	2.394,30	1.676,01	70,00
Máquina de Soldar	02	972,22	680,56	70,00
Sierra Circular	02	70,00	21,78	31,11
Sierra de Cinta	02	722,22	505,56	70,00
Cepilladora-Machibradora	02	722,22		70,00
Herramientas y Equipos Menores	--			
Bombas de Agua	02	2.486,00	505,56	18,68 (*)
Tanques (H2O, Gasoil, Gasol.)	03	3.046,40		17,60
Andamios Colgantes	05			
Puntales metálicos				
Vigas Spanall, Vigas Junior, Corbatas y otros para Encofrados	05		122,66	31,36 (**)
Martillo Neumático	02	391,15	1.128,40	70,00
Compresores	01	1.612,00	278,54	54,14
Jeep Toyota	05	514,50	1.696,22	42,00
Camioneta Pick-Up	01	4.038,60	328,30	70,00
Automóvil		469,00		
Total		83.612,32	32.282,46	38,61

Nota:

(*) Para este tipo de equipos asumimos que se consumen totalmente en la obra.

(**) Sin información en el listado de activos fijos.

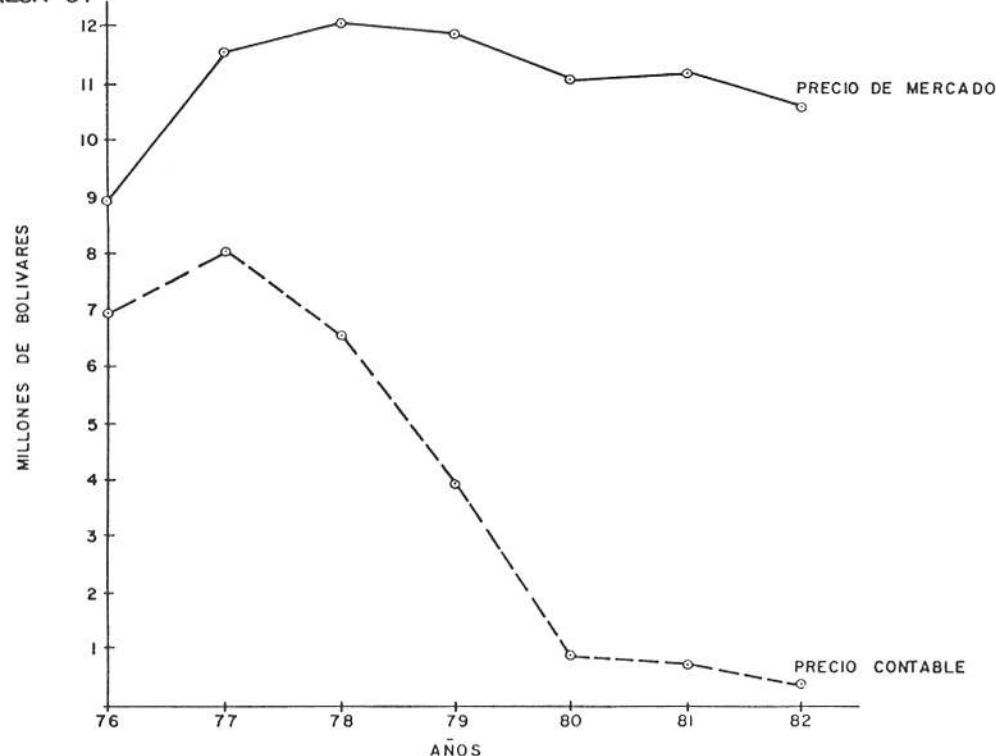
GRAF. N° 1

PROYECTO INCOVEN

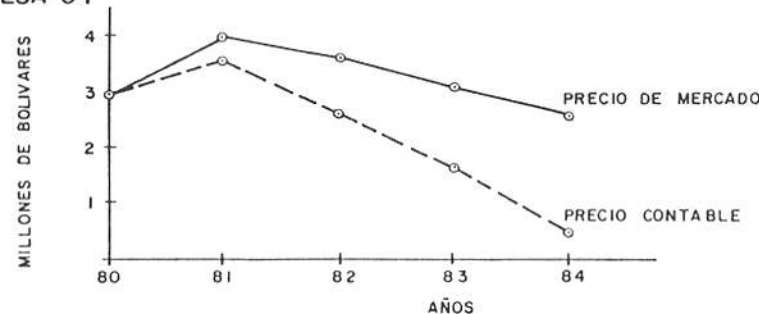
"LA ORGANIZACION DE LA INDUSTRIA
DE LA CONSTRUCCION EN VENEZUELA
COMPONENTES Y RELACIONES"

PRECIOS CONTABLES Y DE MERCADO DEL PARQUE DE
MAQUINARIAS Y EQUIPOS DE LAS EMPRESAS N° 01 y 04

EMPRESA 01



EMPRESA 04



por la empresa.

En todo caso, el porcentaje máximo de la depreciación real respecto a la contable, ocurre cuando las magnitudes de los períodos de vida útil y vida contable son iguales, y no puede llegar a ser mayor del 70%, dado que es sobre esta proporción del precio de compra de la maquinaria que se calcula el desgaste real. Sólo se excluyen de esta consideración las herramientas y equipos menores, que se desgastan rápida y totalmente en una obra y que no poseen al final del mismo ningún valor residual.

De esta forma se demuestra que existe un desgaste contable, correspondiente a los equipos, que es cargado a los objetos mercaderías de la Industria de la Construcción que no se corresponde a la depreciación o desgaste real del equipo empleado en la producción.

Esta diferencia entre la depreciación real y la depreciación contable, se refleja en la disparidad entre los precios contables y los precios reales, de mercado, de los parques de maquinarias de las empresas constructoras. Podemos ilustrarla gráficamente para algunas de las empresas encuestadas, todas aquellas que poseen parque de maquinarias. Al respecto véase los gráficos siguientes elaborados por nosotros a partir de los datos suministrados por las empresas constructoras (gráficos 1, 2 y 3).

Los precios de mercado constituyen en gran parte una sobre ganancia no declarada por las empresas constructoras.

El poder recuperar rápidamente el capital invertido en maquinarias y equipos depreciándolos en tiempos muy cortos, a veces en el lapso de ejecución de una sola obra e inclusive en menos, unido a la falta de competencia por precios en los contratos, contribuye a que existan ciertos casos de empresas constructoras que efectivamente despilfarran sus activos fijos, abandonándolos aún cuando todavía retengan su valor de uso.

Las empresas con un parque de maquinarias ya depreciado contablemente, al momento de ofertar precios de construcción, pueden competir en condiciones ventajosas en relación a aquellas que construyen con

PROYECTO INCOVEN

"LA ORGANIZACION DE LA INDUSTRIA
DE LA CONSTRUCCION EN VENEZUELA
COMPONENTES Y RELACIONES"

PRECIOS CONTABLES Y DE MERCADO DEL PARQUE DE
MAQUINARIAS Y EQUIPOS DE LA EMPRESA Nº 09

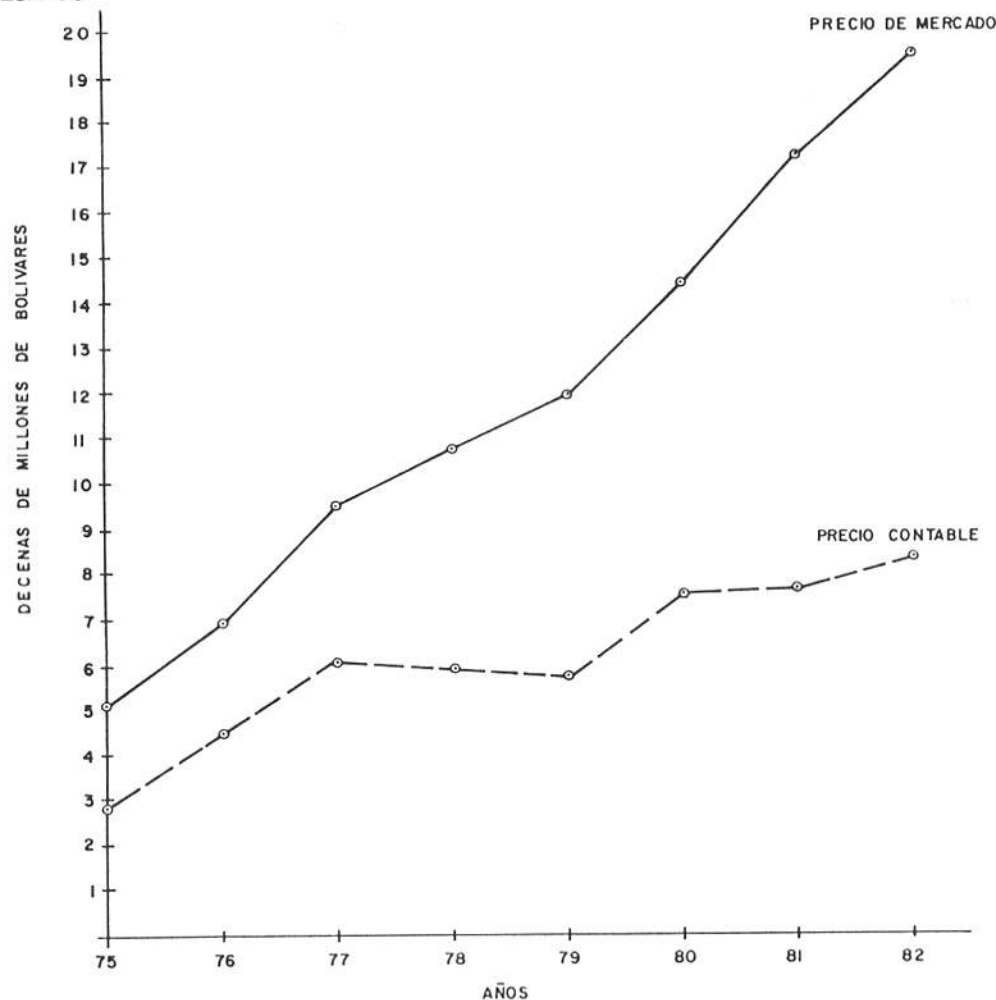
EMPRESA 09

maquinarias nuevas o que todavía las estén amortizando. Sin embargo, en las empresas estudiadas no hemos encontrado diferencias en los costos de las obras correspondientes a maquinarias y equipos que puedan atribuirse a la edad de estos últimos.

En dos de las empresas más grandes del universo de empresas investigadas, no encontramos variación alguna en los costos de las obras referidos al factor maquinarias y equipos, hayan sido éstos nuevos o viejos. Por el contrario, en una de ellas, que utiliza la forma de Canon Interno de Arrendamiento de Maquinarias para contabilizar los costos a ser cargados a las obras, el monto del Canon es invariable, único, para todas las maquinarias y equipos de iguales características, independientemente del año que hayan sido adquiridos. En la otra empresa, cuya práctica consiste en cargar a las obras un porcentaje fijo anual del precio de compra de la maquinaria por concepto de depreciación, encontramos que aún cuando contablemente en el listado de activos fijos determinada maquinaria aparezca totalmente depreciada, no sólo se sigue cargando como costo de depreciación el mencionado porcentaje sino que además, éste se calcula sobre el precio de mercado de esa maquinaria para el momento en el cual es utilizada en la obra.

Las empresas constructoras hasta ahora han tenido la libertad de proponer en sus análisis de precios la depreciación correspondiente a equipos nuevos o lo equivalente al pago por el alquiler comercial de los mismos. Esta práctica obviamente infla los costos e incrementa los precios. Para contrarrestar esta situación se hace necesario la intensificación de la acción de los organismos contralores y que se incremente la modalidad de asignación de contratos a través de la figura de la licitación.

La existencia de la práctica contable anteriormente descrita, se vio favorecida en el período de expansión de la Industria de la Construcción de la década pasada. En una etapa depresiva como la actual es de esperarse que la competencia por la oferta de precios se acentúe, lo que favorecerá, por lo ya visto, a las empresas más



PROYECTO INCOVEN

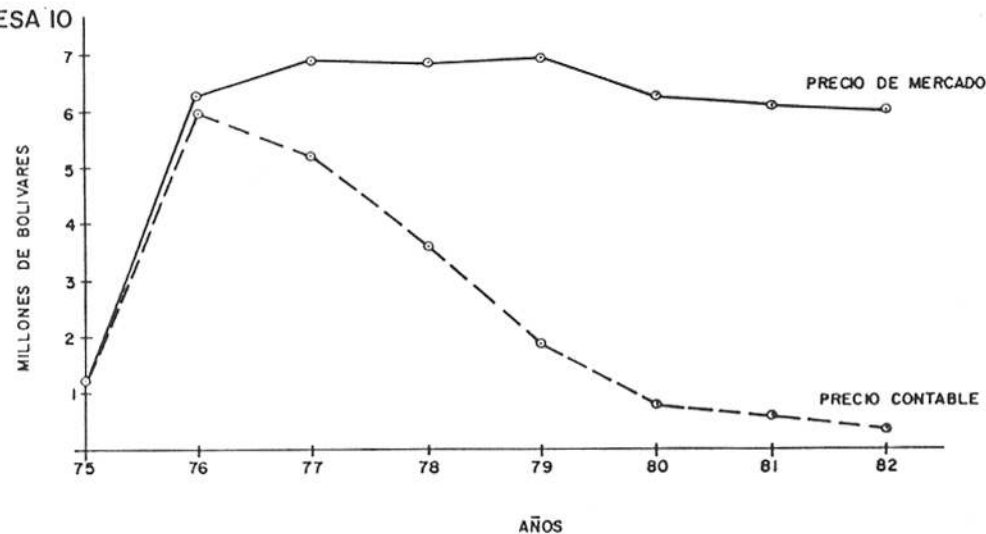
"LA ORGANIZACION DE LA INDUSTRIA
DE LA CONSTRUCCION EN VENEZUELA
COMPONENTES Y RELACIONES "

PRECIOS CONTABLES Y DE MERCADO DEL PARQUE DE
MAQUINARIAS Y EQUIPOS; EMPRESAS N° 10 y 11

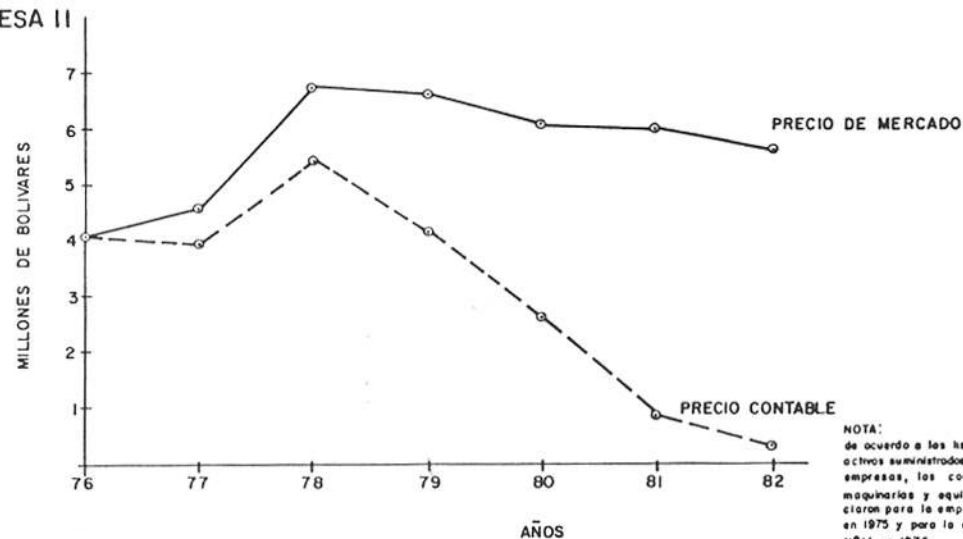
grandes y con mayor tiempo establecidas.

El freno a la importación de maquinarias y equipos, nuevos y reconstruidos, a consecuencia de las actuales medidas cambiarias, contribuirá a incentivar a una mejor conservación del parque nacional de maquinarias de la industria de la construcción, propiciará su reconstrucción y puede motivar al desarrollo de una industria productora de maquinarias y equipos para construcción hoy prácticamente inexistente.

EMPRESA 10



EMPRESA 11



NOTA:
de acuerdo a los listados de
activos suministrados por las
empresas, las compras de
maquinarias y equipos se in-
iciaron para la empresa N° 10
en 1975 y para la empresa
N° 11 en 1976.