
IDEC
TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION

Nº 3

Diciembre, 1987

Director-Editor de este número

Alberto Lovera

Comité Editorial

Alberto Lovera

Luis F. Marcano G.

Alfredo Roffe

Ute Wertheim de Romero

Gemma Yáñez

Diseño de Portada

Martha Sanabria

Diseño, diagramación y montaje

Luz Márquez

Apartado Postal 47.169

Caracas 1041-A

Venezuela

Teléfonos: 662.96.32

61.98.11 al 30; Ext. 3032 y 3138

Depósito Legal: pp 85.0252

Suscripciones (un número anual):

Venezuela: Bs. 100,00

Extranjero: US\$ 5,00

Ejemplares atrasados: Nº 1:

Venezuela: Bs. 100,00

Extranjero: US\$ 5,00

Enviar cheque a nombre de IDEC.

Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UCV

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

Impresión:

Tip. Guanarteme C.A.

IDEC

TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION

Nº 3

1987

| CONTENIDO: | Pág. |
|---|------|
| Anotaciones sobre el proyecto de ley de política habitacional Alfredo Cilento Sarli | 3 |
| Diseño térmico de edificaciones en Venezuela María Elena Hobaica Asdrúbal Cermeño Mary Yudith Medina | 10 |
| La construcción como manufactura predominantemente heterogénea Equipo de Investigación INCOVEN | 20 |
| La circulación del capital en la industria de la construcción Federico Villanueva B. | 53 |
| Elementos de control en la tecnología del concreto Gladys Maggi V. | 59 |
| Sistema concacero I. una solución para construcciones docentes José A. Peña Nancy Dembo Carlos Díaz P. Luisa Maggi Carmen Yánes | 72 |
| Las instalaciones. Componentes de las edificaciones. Criterios para un proyecto de investigación. Ute Wertheim de Romero | 87 |
| La investigación del habitat María Clara Echeverría | 93 |
| Cálculo versus diseño Waclaw P. Zalewski | 103 |
| El papel del arquitecto y del ingeniero en el diseño y construcción de edificaciones y obras en zonas sísmicas José A. Peña U. | 111 |
| Del optimismo tecnofilico al pesimismo tecnofóbico J.J. Martín Frechilla | 116 |

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

Rector
Dr. Edmundo Chirinos

Vice-Rector Académico
Dr. Miguel Angel Pérez

Vice-Rector Administrativo
Dr. Genaro Mosquera

Secretario
Dr. Tiburcio Linares

**FACULTAD DE ARQUITECTURA
Y URBANISMO**

Decano
Arq. Pablo Lasala F.

Director de la Escuela de Arquitectura
Arq. Alvaro Rodríguez M.

**Directora Adjunta de la Escuela de
Arquitectura**
Soc. Dyna Guitian

Director del Instituto de Urbanismo
Arq. Hugo Manzanilla

**Director del Instituto de Desarrollo
Experimental de la Construcción**
Arq. Luis F. Marcano González

**Coordinador del Centro de Información
y Documentación**

Arq. Odoardo Rodríguez

**Presidenta de la Comisión de Estudios
Para Graduados**
Arq. Marta Vallmitjana

Coordinadora General
Arq. Carmen Leonor Alvarez de Itriago

**INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL
DE LA CONSTRUCCION (IDEC)**

Director
Arq. Luis F. Marcano González

Coordinadora de Investigaciones
Arq. María Elena Hobaica

Coordinadora Docente
Arq. Ute Wertheim de Romero

Coordinadora de Extensión
Arq. Ana María Floreani

Consejo Técnico

Miembros Principales:

Arq. Carlos Becerra. Arq. Henrique Hernández
Dr. Henrique Méndez Llamozas. Arq. Eduardo Castillo.
Arq. Federico Villanueva. Arq. Dirk Bornhorst

Miembros Suplentes:

Ing. Amanda Rivero. Ing. Enrique Arnal.
Arq. Ute W. de Romero. Arq. Alfredo Roffé.
Ing. Redescal Uzcátegui. Dr. Frederic Mallé.

Anotaciones sobre el Proyecto de Ley de Política Habitacional(*)

Alfredo Cilento Sarli (**)

(*) Ponencia presentada en las V Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, FAU-UCV. Noviembre 1986, *Versión revisada en Octubre de 1987.*

(**) Profesor Asociado-Investigador del IDEC-FAU-UCV.
Ex-Decano de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UCV.

INTRODUCCION

Los comentarios y reflexiones que constituyen esta ponencia son una contribución al trabajo que se desarrolla sobre esta materia en la Cámara de Diputados y en la Comisión Nacional para la Reforma del Estado, COPRE. Sabemos que no todos estos planteamientos tienen viabilidad política inmediata, a pesar de que no se trata de novísimas ideas, sino de viejas proposiciones. Sin embargo, no por ya planteadas podemos dejar de insistir en propuestas que estamos seguros constituyen plataforma fundamental para enfrentar la carencia habitacional.

El trabajo abarca los siguientes aspectos: Objetivos Generales; Objetivos de la Política Habitacional; Política Habitacional y Planes Nacionales; Responsabilidad de los sectores público y privado; Financiamiento Público, Fondo Nacional de Ahorro Habitacional; la Vivienda en Alquiler; Servicio Nacional de Asistencia Técnica, y otros planteamientos específicos sobre Política Habitacional.

Los temas han sido desarrollados siguiendo, en forma general, la estructura del proyecto de Ley de Política Habitacional, pero replanteando las proposiciones del Proyecto e introduciendo cambios y enfoques en oportunidades radicalmente distintos. Se le ha dado al documento la estructura de una ponencia para facilitar su discusión general sin necesidad de recurrir al análisis comparativo con el Proyecto de Ley que se comenta. Sin embargo, para una revisión más cuidadosa de la materia sería necesaria una discusión completa del Proyecto de Ley.

1. Objetivos de una Ley sobre Política Habitacional

No hay dudas acerca de que el elemento más importante de una política a largo plazo, en cualquiera de las áreas del quehacer económico-social del país, lo constituye la continuidad, coherencia y progresión de las actuaciones derivadas de sus objetivos y metas. En otras oportunidades hemos señalado las nefastas consecuencias, en el campo de

la vivienda, de los cambios de política de los gobiernos de Acción Democrática y Copei a partir de 1958, y, lo que es peor, dentro de los propios períodos presidenciales.

Es necesario, entonces, la concertación de un compromiso nacional que permita la promulgación de una Ley que garantice las actuaciones a mediano y largo plazo de las sucesivas administraciones, estableciendo continuidad y coherencia a la política habitacional.

Es evidente que cualquier proposición que se formule en los momentos actuales, y que comporte visos de seriedad y coherencia a nivel político y técnico, tiene que preservar las acciones propuestas, de los cambios originados por modificaciones de las políticas intra y extragubernamentales o de los funcionarios designados para su puesta en práctica.

Esta fijación de objetivos y metas suprapartidistas generalmente es difícil de aceptar por los partidos que controlan el Congreso. Lo más grave es que su aceptación, cuando ocurre, generalmente lleva implícita la decisión de no acatar lo pautado. Como tal situación es inusualmente frecuente, la legalidad democrática, aunque aparentemente respetable y respetada, es en la práctica sólo una ilusión parcial.

De hecho casi todas las disposiciones legales se aceptan, pero casi nunca se cumplen. Por ello, aunque necesaria, una Ley de Vivienda con objetivos a largo plazo pudiera ser sólo un instrumento para la medición de su permanente violación.

Pero, en todo caso, cualesquiera que sean las políticas que se adopten, lo que sí debe quedar suficientemente claro es que el problema debe ser enfrentado contemporáneamente desde el lado de la oferta y desde el de la demanda.

Una visión unilateral ha sido la tradicionalmente contenida en las estrategias o políticas oficiales. No se trata sólo de producir o mejorar la productividad; es indispensable, además, ampliar la demanda y ajustar la oferta en función de ella.

2. Objetivos de la política

2.1 El Artículo 73 de la Constitución de la República de Venezuela establece que:

"...La Ley.... proveerá lo conducente a facilitar a cada familia la adquisición de vivienda cómoda e higiénica".

Empecemos por señalar que tal disposición contiene dos conceptos que es necesario revisar a la hora de establecer los objetivos de la política habitacional. En primer lugar es

obvio que no es posible ahora, como no lo fue antes, dotar a cada familia de una "vivienda cómoda e higiénica". Razones económicas, políticas y sociales influyen en la determinación de tal imposibilidad. En segundo lugar, detrás del precepto constitucional está la ideología de que toda familia debe ser propietaria de una vivienda, lo cual no se corresponde ni con la realidad, ni con las expectativas de todas las familias.

Desde mi punto de vista, una política de largo plazo, producto de un acuerdo a largo plazo en materia habitacional, no puede garantizar sino el **derecho a una porción de tierra** donde asentar la familia. El Estado democrático no podría ir mas allá, por razones presupuestarias y por razones de justicia social.

Es evidente que no hay recursos para garantizar a todas las familias venezolanas la adquisición de una "vivienda", con la connotación que hoy en día tenemos de lo que es una vivienda. Además, si continuamos construyendo "viviendas" o tales viviendas, cada vez serán más insuficientes los presupuestos oficiales y menos las familias atendidas. Es decir, cada vez se violará más el precepto constitucional del derecho a la vivienda, tal como ha sido entendido, especialmente en el lenguaje de políticos y gobernantes.

En todo caso, la política habitacional debe estar contenida en un instrumento más general e integrador que deberá definir la Política Social del Estado.

Por tales razones, los objetivos de un acuerdo nacional en materia habitacional deben promover una estrategia que garantice el acceso a todas las familias, **cuando menos** a una porción de tierra para construir "su" vivienda: la que la familia determine **en función del momento y en el tiempo**.

El Estado debería limitarse exclusivamente a garantizar que todas las familias venezolanas pueden llegar a acceder, dentro de un período determinado (15 a 20 años), al menos, a un lote de terreno urbanizado y parcialmente equipado al nivel que garantice condiciones higiénicas y urbanas aceptables. Lógicamente, la posibilidad de que determinadas áreas correspondan, dentro de la planificación urbana, a terrenos con uso multifamiliar no es una limitante a tal derecho sino una regulación del mismo. El otorgamiento por parte del Estado, de un lote con uso multifamiliar, sólo sería procedente a una Cooperativa o Asociación Civil constituida con el asesoramiento del Estado a través de INAVI o FONDUR.

2.2. En el Proyecto de Ley sobre Política Habitacional se señala que los objetivos de la política serán expresados en forma de metas quinquenales crecientes hasta satisfacer el déficit actual. Las metas se cuantificarán en "familias asistidas".

La connotación de familias "asistidas" debería restringirse a la provisión de parcelas urbanizadas (urbanismo progresivo) y la concesión de créditos para construcción progresiva, ampliaciones y remodelaciones. Un programa de este tipo debe considerar todas las implicaciones técnicas, sociales, económicas y financieras de un programa de desarrollo masivo de tierras urbanas y de urbanización rural. Estas condicionantes no son las mismas que se imponen al desarrollo de un conjunto habitacional unifamiliar o multifamiliar.

Se trata más bien de que el Plan a largo plazo contemple etapas escalonadas de mejoramiento urbano, del conjunto de familias atendidas, en fases programadas desde el punto de vista técnico y de su factibilidad económica. No basta entregar la tierra y ofrecer "asistencia técnica". El conjunto de familias asistidas en un determinado proyecto pudiera optar, por ejemplo, a otro crédito habitacional una vez cancelado el anterior, para ampliar o mejorar su vivienda.

3. Política Habitacional y Planes Nacionales.

3.1. Lógicamente la política habitacional debe estar "enmarcada dentro de la estrategia nacional de desarrollo contenida en el Plan de la Nación" y como tal se concretará en un Programa del Plan Nacional. Se desarrollará en función de las directrices del Plan Nacional de Ordenación del Territorio, dentro del supuesto de que tal Plan de Ordenamiento llegue a concretarse en líneas concretas de acción, en materia de ocupación del territorio. En tal caso, se debería dar prioridad a los programas de dotación de tierras en aquellas localidades claves para la desconcentración industrial y descentralización de actividades, igualmente para aquellas sujetas a presiones migratorias internas. Coincidimos también, con el Proyecto de Ley, en que el programa de desarrollo de tierras que proponemos debe coadyuvar a "atenuar el proceso de urbanización que afecta los centros urbanos mayores, en beneficio del crecimiento de las ciudades medianas y pequeñas".

3.2. En relación a la ordenación urbanística, es evidente que una acción masiva de urbanización de tierras debe desarrollarse en perfecta armonía con los Planes de Ordenamiento Urbanístico previstos en la Ley de Ordenación Urbanística. Ello implica las siguientes acciones, que deben ser clarificadas en la Ley sobre Política Habitacional:

- a) Elaborar y revisar periódicamente los planes de desarrollo urbano de todas las localidades incluidas en el Plan Nacional.
- b) Adquisición progresiva de todas las tierras correspondientes a las áreas de expansión urbana, en las localidades prioritarias, para la programación a 15-20 años.

c) Definición de un mecanismo de financiamiento a largo plazo de la adquisición (por avenimiento o expropiación) de tales áreas, a través de la emisión de bonos de expropiación a largo plazo y muy bajo interés. (Por ej. 15 años y 5% de interés).

d) Decidida acción de erradicación de los barrios urbanos localizados en zonas de alta peligrosidad desde el punto de vista geológico-geomorfológico; y de ordenamiento y consolidación de barrios estables, mediante la legalización de la propiedad, y la dotación y mejoramiento de servicios públicos y equipamiento urbano.

La Ley debe reconocer este campo de acción como parte de la política habitacional y como tal sustituir la política de persecución y menosprecio a las comunidades de los barrios pobres de las ciudades, por una política activa de rescate de los valores comunales, culturales y urbanos de tales colectividades. Incluyendo el reconocimiento de las actividades económicas informales (economía informal o subterránea) a la hora de determinar la capacidad de ahorro, el ingreso familiar o las garantías del crédito posible.

e) Por supuesto que todos "los desarrollos habitacionales que se ejecuten en atención a la política" deberán enmarcarse dentro del Plan Rector de Desarrollo Urbano de cada localidad. Los planes rectores deberán establecer proposiciones y estrategias urbanas a seguir en los barrios o zonas de ranchos y deben prever específicamente acciones para evitar la segregación urbana, tanto física como económica y cultural.

f) Los programas de habilitación masiva de tierras implican la dotación de los servicios públicos y las obras de infraestructura y equipamiento urbano, en los niveles de cobertura que se determine para cada Programa. Esto conlleva no solamente la ejecución coordinada de las obras físicas pertinentes, sino la previsión en los Planes de la Nación de las Inversiones requeridas para lograr tal propósito.

4. Responsabilidad del Sector Público y Privado

4.1. Acogiendo con modificaciones el criterio del Proyecto de Ley que comentamos, se pueden determinar tres áreas de actuación preferente:

- I) Asistencia Habitacional preferente por parte del Sector Público: programa de dotación de tierras y equipamiento familiar y comunal cuya inversión por familia no supere a 65 salarios mínimos.
- II) Asistencia Habitacional de atención preferente con recursos provenientes del Fondo Nacional de Ahorro Habitacional, en programas de construcción, venta y alquiler de viviendas cuyo precio de venta no supere los 165 salarios mínimos.

III) Asistencia Habitacional libre por parte del Sector Privado y de interés exclusivo de dicho Sector: construcción, venta y alquiler de viviendas cuyo precio sea superior a 165 salarios mínimos.

4.2. La Asistencia Habitacional.

Las familias sujeto de atención por parte del sector público podrán ser beneficiadas de soluciones de los siguientes tipos:

- a) Parcelas de urbanismo progresivo.
- b) Parcelas con área construida de crecimiento progresivo.
- c) Asistencia crediticia para ampliación y mejoramiento de viviendas: créditos de bajo interés y corto plazo, renovables a su cancelación.
- d) Subsidio en el alquiler de viviendas o de habitaciones en viviendas.
- e) Construcción de viviendas unifamiliares o multifamiliares con precio de venta máximo de 165 salarios mínimos, a través de cooperativas temporales y asociaciones civiles.

4.3. El Ejecutivo, mediante reglamentación sujeta a revisión permanente, establecerá las normas urbanísticas y sanitarias aplicables a la urbanización y construcción destinadas a las familias sujeto de protección especial, así como los mecanismos necesarios para la provisión de los servicios públicos y de equipamiento urbano.

5. El Financiamiento Público

5.1. Establecimiento de un porcentaje del Presupuesto Nacional para el financiamiento de los programas del Sector Público. En el Proyecto de Ley se propone un porcentaje no menor al 5% del Presupuesto Nacional. Esa cantidad representa actualmente alrededor de 9.000 millones de bolívares. Para garantizar la provisión y utilización adecuada de tales fondos es necesario preparar, anualmente, un programa consolidado que abarque a los distintos entes del sector público que participan en el Programa, incluyendo las Gobernaciones de Estado. La asignación del Ejecutivo será destinada exclusivamente al área de Asistencia Habitacional I y II, a familias con ingreso familiar inferior a cuatro (4) salarios mínimos.

Nuestro planteamiento es que una parte de la asignación se efectúe a través de la emisión de Bonos de Expropiación de largo plazo y bajo interés para la adquisición masiva de tierras. Otra parte sería destinada a la construcción de infraestructura urbana y de equipamiento básico; otra al otorgamiento de créditos para la ampliación y mejoramiento de viviendas iniciadas en los parcelamientos de urbanismo progresivo o en barrios estables; y otra al programa de subsidio de alquileres.

5.2. El Instituto Nacional de la Vivienda podrá obtener recursos financieros adicionales a sus ingresos ordinarios o asignaciones presupuestarias, del Fondo Nacional de Ahorro Habitacional.

Estos recursos se destinarían a proyectos específicos de viviendas para el área de Asistencia Habitacional II, a través de Cooperativas Temporales y Sociedades Cíviles, impulsadas por Gremios Profesionales, Organizaciones de los Trabajadores (Sindicatos, Cajas de Ahorros, Institutos de Previsión) y otras agrupaciones de carácter comunitario.

5.3. Las cooperativas temporales o sociedades civiles para construcción de viviendas podrán organizarse para construir edificaciones de los siguientes tipos: a) una edificación de dos o más plantas, ocupadas cada una de ellas por una vivienda; b) un edificio multifamiliar o un conjunto unifamiliar. Las cooperativas o sociedades civiles para construir viviendas se constituirán mediante el procedimiento que establezca el Instituto Nacional de la Vivienda en concordancia con las leyes vigentes sobre la materia. Una vez construida la edificación o edificaciones, la cooperativa o la sociedad civil se considerará disuelta y cada asociado asumirá las obligaciones resultantes.

5.4. La prestación del servicio de asistencia habitacional por parte del Estado tendrá como contrapartida la obligación económica del beneficiario, cuantificable como un porcentaje del ingreso familiar, hasta la cancelación total de la asistencia habitacional. El reembolso podrá hacerse mediante retenciones en los salarios, sueldos, haberes, cualquier otra retribución periódica, pensiones y otros ingresos que perciba el beneficiario de la asistencia, y en caso de imposibilidad, mediante retención de cualquier ingreso a los codeudores que se exigieren.

6. Fondo Nacional de Ahorro Habitacional (FNAH)

6.1. El Proyecto de Ley establece el Ahorro Habitacional Obligatorio, para constituir un Fondo, con los siguientes aportes: a) contribución de empleados y trabajadores, de los sectores público y privado, por un monto del 1% de sus sueldos y salarios; y b) contribución empresarial del sector público y privado, del 2% del monto erogado por concepto de sueldos y salarios.

Estas contribuciones serían aplicables a los sueldos y salarios inferiores a 10 salarios mínimos.

Según nuestro criterio, este Fondo debería ser administrado por el Fondo Nacional de Desarrollo Urbano, previa revisión de su estatuto legal. Los recursos del Fondo se harían disponibles a través del Sistema Nacional de Ahorro y Préstamo y los organismos públicos autorizados; y estarían dirigidos exclusivamente a las áreas de

Asistencia Habitacional I y II. Se establecería también la fijación de intereses preferenciales para los préstamos a otorgar con recursos provenientes del Fondo Nacional de Ahorro Habitacional.

6.2. El FNAH debe concebirse como un acuerdo entre trabajadores, gobierno y empresarios, destinado exclusivamente a la promoción habitacional a través de las cooperativas temporales y sociedades civiles planteadas en el punto 3, financiadas por el Fondo, a través del Sistema Nacional de Ahorro y Préstamo y el INAVI. **De ninguna manera los recursos del Fondo deben ser desviados o transferidos a la Banca Hipotecaria privada** (como lo plantea el Proyecto de Ley) para resolver problemas de iliquidez o para corregir la falla estructural de la inadecuación de los pasivos a corto plazo en relación a las colocaciones a largo plazo. Inclusive, la colocación de estos fondos a través de las Entidades de Ahorro y Préstamo debe ser reglamentada adecuadamente, pues las Entidades adolecen de los mismos vicios y fallas de la Banca Hipotecaria.

La Confederación de Trabajadores de Venezuela debe mantener estrecha vigilancia sobre el uso de los recursos del Fondo, superando la imagen de descuido y convalidación de las actuaciones del Banco de los Trabajadores de Venezuela y contra el mismo, que originaron su intervención.

6.3. La clase trabajadora y los organismos sindicales deben luchar por la consideración fundamental de la vivienda como parte del salario. Igual consideración merecen otros gastos sociales básicos como la salud y la educación.

La educación gratuita, la Ley del INCE y la Ley del Seguro Social Obligatorio, aparte de las previsiones de la Ley del Trabajo, son instrumentos de reconocimiento de la salud y la educación como parte del salario. Caso distinto ha sido el de la vivienda a la cual prácticamente está vedado el acceso de la clase trabajadora. Es más, algunas políticas del Estado, como la de "venta de créditos" que a partir de 1970 parece haber sustituido a una política habitacional de contenido popular, han sido contrarias a los intereses de las clases trabajadoras.

Mucho se ha hablado sobre la necesidad de incrementar la demanda por la vía de compensación general de salarios que restituya parte del deterioro del poder adquisitivo del bolívar del trabajador (lógicamente más deteriorado que el bolívar del empresario o del Estado). Esta compensación general de sueldos y salarios deberá ser acordada más temprano que tarde, so pena de graves conflictos sociales. El año electoral de 1988 será especialmente sugestivo para la toma de decisiones de tal naturaleza.

El proyecto de Ley Habitacional plantea la creación de un Fondo de Ahorro Obligatorio para la vivienda, con aporte del trabajador de un 1% y del patrono del 2% de

monto de los sueldos y salarios. El ahorro habitacional debe formar parte, desde mi punto de vista, del salario del trabajador. Para ello, debe considerarse como parte de una compensación general de salarios, es decir, que el patrono (público o privado) debe incrementar los sueldos en ese tres por ciento (3%) señalado, depositando la cantidad resultante en cuenta de ahorro a nombre del trabajador en un ente financiero público. Pero no basta con ello; los aportes de los trabajadores al SSO y al INCE, deben ser también absorbidos por los patronos como incrementos salariales dentro del programa de compensaciones antes señalado. La Ley del Trabajo debe ser modificada a fin de que tales compensaciones: aportes al SSO, INCE y del Ahorro Habitacional, no sean computables para el pago de prestaciones sociales, a fin de evitar pagos retroactivos que sí afectarían a las empresas públicas y privadas. El monto de la compensación por esta vía no superaría al 7% y sería sólo una parte de la compensación salarial total. La diferencia debería corresponder a un incremento directo del sueldo y salarios.

Paralelamente a una acción de esta naturaleza, se tomaría la decisión de unificar la recaudación de tales aportes, modificando las leyes y reglamentos del INCE y del SSO, de manera que el patrono efectúe un solo depósito correspondiente a una fracción fija del salario del trabajador. La Institución captora de los fondos haría la entrega periódica (mensualmente) al INCE y al SSO, y depositaría en la cuenta del trabajador la parte correspondiente al Ahorro Obligatorio. La cuenta de ahorros del trabajador no podrá ser movilizad sino para adquisición de vivienda o terrenos y ampliaciones, o mejoras a la vivienda. Los Bancos del Estado, o los que estos autoricen mediante convenios, otorgarán los préstamos de corto plazo (5 años) para ampliaciones, compra de materiales, etc.

Para la adquisición de vivienda, el trabajador podrá aportar el monto total abonado en la cuenta de ahorros.

6.4. Para la constitución del Fondo, debería legislarse también acerca de la obligación del patrono, de depositar al menos la cuarta parte de las reservas de prestaciones sociales en la cuenta de cada trabajador.

6.5. En todo caso será necesario compatibilizar las previsiones a establecer en el nuevo Proyecto de Ley Orgánica del Trabajo con las de la Ley sobre Política Habitacional, en lo relativo al gasto de vivienda como parte del salario del trabajador. Este es el momento de legislar sobre "salarios y vivienda" adoptando las previsiones respectivas en ambas Leyes.

6.6. El FNAH destinará un fondo rotatorio para respaldar las obligaciones de seguro hipotecario o del fondo de garantías a los préstamos que pudieran otorgar las instituciones financieras para la construcción, ampliación y mejoramiento de viviendas destinadas a las familias de las áreas de atención habitacional I y II.

7. La Vivienda en Alquiler

7.1. La Ley de Política Habitacional debe derogar la actual Ley de Alquileres e incluir un capítulo específico sobre el particular. Los argumentos para eliminar tal regulación son suficientemente conocidos y documentados.

En primer lugar, sólo están reguladas las viviendas unifamiliares cuyo valor es inferior a Bs. 225.000 y las viviendas multifamiliares. Esto quiere decir que la totalidad de las viviendas unifamiliares que se producen hoy día están fuera de regulación.

En segundo lugar, por efectos del crecimiento del valor real de los inmuebles, no acompañado de un incremento real equivalente de salarios, las rentas anuales devengadas por apartamento cuyos precios sean superiores a Bs. 500.000 (que son la gran mayoría) son inferiores al porcentaje del 14,4% fijado por la modificación de la Ley de Alquileres, del 15 de marzo de 1966. Esto quiere decir que en el caso de las viviendas multifamiliares tampoco es operante hoy en día dicha Ley.

En tercer lugar, para la época en que se promulgaron la Ley y las modificaciones señaladas (1960 y 1966), las tasas reales de interés eran muy inferiores al 14,4% de rendimiento sobre el valor de los inmuebles, que era real y positivo, la inflación era mínima y la posibilidad de construir para alquilar era atractiva.

La situación hoy en día es completamente distinta: las tasas reales de interés son negativas, pero el rendimiento real del 14,4%, en el caso de que se escogieran oportunidades de inversión, también es negativo por efectos de la tasa de inflación.

Finalmente, el Decreto Legislativo sobre Desalojo de Vivienda y el Reglamento de la Ley del referido Decreto establecen un mecanismo que en la práctica convierte al arrendador en prisionero del inquilino, actuando como desestimuladores de las inversiones en viviendas para alquilar. Es más, la Ley del INAVI y su Reglamento son más compulsivos en términos de desalojo por incumplimiento, que el Decreto Legislativo y el Reglamento mencionado. Es decir, es más fácil desalojar a un inquilino del INAVI en Caricuao, que a uno de un particular en El Rosal, lo cual es a todas luces incomprensible.

Estas son razones, entre otras, para recomendar firmemente la derogatoria de la Ley de Alquileres y la modificación del Decreto Legislativo sobre Desalojo de Vivienda. En cambio, deben establecerse estímulos e incentivos para generar y ampliar la oferta de viviendas para alquiler. Los estímulos actuales (Decreto 335) para la construcción y venta de viviendas por parte del sector privado son absolutamente inútiles, por cuanto no existirán condiciones similares a las que, en la década de los 70, dieron origen a tales mecanismos.

Todos los incentivos deben perseguir la ampliación de la oferta de viviendas en alquiler como instrumento fundamental para frenar la elevación de los alquileres y abrir posibilidades atractivas para la inversión inmobiliaria privada y el retorno parcial de capitales.¹

7.2. Subsidio de Alquileres

El régimen actual de subsidio habitacional debe ser también eliminado por inoperante, contraproducente y por no constituir en realidad un subsidio. En cambio debe establecerse el subsidio de alquileres como instrumento fundamental para incentivar la oferta y demanda de viviendas en alquiler. La Ley debe facultar al Ejecutivo para dictar, mediante Decreto Especial o Reglamento Parcial de la Ley, el mecanismo operativo para el Subsidio de Alquileres.

Este subsidio debe abarcar también el arrendamiento de habitaciones destinadas a residencias estudiantiles.

7.3. Debe establecerse en la Ley la figura de arrendamiento de habitaciones con o sin servicio sanitario, pero mediante precio libremente concertado y sin someterse a aprobación previa alguna. Sin embargo, deben decretarse estipulaciones relativas a la necesidad de que los contratos se otorguen por escrito, estableciendo los términos, prórrogas y precios del alquiler, a los fines de determinar la procedencia o no del subsidio.

7.4. El régimen de subsidio de alquileres debe formar parte también de la política de Compensación Salarial a definir por el Ejecutivo y la C.T.V. Por lo tanto los beneficiarios del subsidio deben definirse en términos del nivel de ingreso y del tamaño de la familia. El subsidio destinado a los alquileres de residencias estudiantiles se efectuará a través de los programas de becas de las instituciones de Educación Superior y del Ministerio de Educación.

7.5. El subsidio de alquileres podría también instrumentarse mediante el sistema de calificación de los proyectos de vivienda sujeta a subsidio, a las cuales se les reembolsaría una cantidad fija anual durante un período de cinco años, para mantener una tasa de rentabilidad máxima previamente establecida. El reembolso del Estado al Promotor se efectuaría en Bonos de la Deuda Pública. En este caso el sistema sería administrado por FONDUR. Se trata entonces de evaluar dos opciones: Subsidio directo al arrendatario (consumidor) o subsidio al promotor o inversionista. En este último caso el subsidio podría también estar representado por intereses preferenciales en el financiamiento de la construcción.

1. Cilento, A. "Construcción: Una Recapitulación necesaria" IV Jornadas de Investigación. IDEC-FAU-UCV.

8. Reciclaje de Viviendas y Construcción de Viviendas en azoteas y terrazas.

8.1. Debe facilitarse la transformación de viviendas de gran tamaño en viviendas plurifamiliares, regulándose los aspectos relativos a la dotación de servicios sanitarios y adecuada ventilación. Esto es extensivo a la modernización de viviendas en proceso de deterioro por la edad. El objetivo es evitar la destrucción parcial del parque existente y más bien lograr su mejor aprovechamiento.

8.2. De la misma manera que se plantea la necesidad de reconocer explícitamente al sector informal de la economía y a la producción de viviendas en los barrios, pareciera inevitable en lo sucesivo reconocer también la utilización de terrazas y azoteas para la construcción de nuevas unidades de viviendas para el alquiler o la venta. De hecho esto está ocurriendo ilegalmente desde muchos años atrás.

Esta disposición sería regulada estableciendo las directrices técnicas correspondientes. Se exigiría adicionalmente el uso de materiales y componentes permanentes y livianos y la firma de un arquitecto o ingeniero en ejercicio legal de la profesión. Una disposición de este tipo se encuentra en la Ley General de Vivienda de la República de Cuba.

9. El Servicio Nacional de Asistencia Técnica

Propongo la creación de un Servicio Nacional de Asistencia Técnica (SENAT) para la autoproducción de viviendas en los parcelamientos de urbanismo progresivo,

para el mejoramiento de viviendas existentes y de asesoría a las cooperativas temporales y sociedades civiles que se establezcan de acuerdo a la Ley de Política Habitacional.

El SENAT actuará en las localidades que el Ministerio de Desarrollo Urbano considere apropiadas, mediante convenios con las Gobernaciones de Estado. Las responsabilidades del SENAT serán:

1. A nivel nacional: realizar investigaciones relativas a la autoproducción de viviendas, difundir información técnica y operacional acerca de ellas; promover sus métodos y procedimientos y tratar de eliminar obstáculos a la autoproducción.

2. A nivel local: proporcionar a las familias envueltas en programas de autoproducción, información, ayuda técnica y consejos relativos a materiales, componentes, métodos y costos de construcción, requerimientos de financiamiento y fuentes de crédito, requisitos y obligaciones legales, etc.

El SENAT podrá hacer concesiones o contratar con universidades, instituciones, organismos y otras sociedades públicas o privadas sin fines de lucro, para promover, dirigir, administrar o coordinar los programas más específicos de ayuda técnica y supervisión de los desarrollos amparados por el Servicio.

En el campo de racionalización, producción y distribución de materiales y componentes y en el de innovación tecnológica, promoción, difusión y adiestramiento, el SENAT adoptará los planteamientos y planes propuestos en el proyecto PROMAT, desarrollado por MINDUR y el IDEC.²

2. PRO-MAT: "Programa de Incentivos a la Innovación en la Producción y Comercialización de Materiales y Componentes para la Habitación Popular". Henrique Hernández O., Julio de 1986. Revista IDEC. Tecnología y Construcción, N° 2.

Diseño Térmico de Edificaciones en Venezuela (*)

María Elena Hobaica K. ()**
Investigador Responsable

Asdrúbal Cermeño
Mary Judith Medina
Asistentes de Investigación

(*) El presente texto recoge el informe final de la 1a. Etapa de una investigación sobre el tema que desarrolla el IDEC con el apoyo financiero del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la UCV.

(**) Investigadora del IDEC-FAU-UCV

INTRODUCCION

El presente trabajo sobre el diseño de edificaciones en clima cálido surge ante la posibilidad de contribuir a llenar un vacío existente en el país en cuanto a estudios específicos relativos al comportamiento de las edificaciones frente al clima del trópico.

De las pocas investigaciones realizadas sobre el tema, algunas son de carácter general, mientras que otras constituyen una introducción al problema que nos motiva a su continuación

El objetivo central es lograr establecer durante el proceso de diseño de edificaciones sus características térmicas, mediante un procedimiento que permita de manera rápida ajustar las distintas soluciones a criterios de "confort" adecuados a nuestro clima.

El proyecto planteado se inscribe en el área de Requerimientos de Habitabilidad de las Edificaciones, la cual conjuntamente con las áreas de Economía de la Construcción y Desarrollo Tecnológico constituyen la estructura académica del IDEC.

El área de Requerimientos de Habitabilidad surge como complemento indispensable para el desarrollo de tecnologías en el campo de las edificaciones; entendiéndose que proporcionar las condiciones de habitabilidad a una edificación significa certificar su calidad en función a las

exigencias de los usuarios. Para ello es necesario, por una parte, el conocimiento de las técnicas e instrumentos necesarios para la comprobación del comportamiento de las edificaciones frente a los distintos rubros que conforman la habitabilidad, y por otra parte, la determinación de parámetros indicativos del nivel de calidad, tanto de los componentes como de la edificación misma.

Los requerimientos de Habitabilidad de las Edificaciones contemplan entre otros los ámbitos siguientes:

Localización, seguridad, áreas mínimas, calidad espacial, higiene, protección ambiental, iluminación y calidad de la luz, comportamiento térmico y acústico, aspectos comunitarios, privacidad, problemas visuales, percepción del mundo exterior, servicios, durabilidad, etc.

Puede afirmarse que la calidad de una construcción se caracteriza por la mayor o menor satisfacción de las aspiraciones y necesidades de los usuarios, las cuales vienen dadas por factores objetivos y subjetivos. El factor objetivo se plantea en términos de exigencias humanas respecto a la edificación, las cuales deben apoyarse en reglas de calidad interpretadas en un sentido amplio; es decir, fijando los objetivos de calidad y no los medios. El factor subjetivo se refiere a la calidad de la vida o "confort" que pueda ofrecer la edificación a sus habitantes. En efecto, la noción de confort no depende únicamente de elementos físicos; en ella intervienen factores psicológicos y sociales más complejos de medir, planteándose, por tanto, la realización de juicios subjetivos sobre la base de normas de referencia que sean objeto de un consenso general. En lo que respecta a la apreciación técnica de la calidad, son posibles distintos tipos de justificaciones:

- Justificación científica, por la aplicación de leyes físicas o reglas de cálculo.
- Justificación tecnológica, comparando la tecnología considerada con las reglas del arte, ya aprobadas por la tradición.
- Justificación experimental, en laboratorios de ensayo, prototipos y en la edificación misma.

Con ello se persigue reducir al mínimo los aspectos subjetivos, profundizando en los conocimientos y técnicas que incidan en la construcción de edificaciones de certificada calidad, sin que ello represente un encarecimiento sustancial.

En efecto, la posibilidad de garantizar objetivamente un determinado nivel de calidad constituye un incentivo para el Desarrollo Tecnológico en el campo de las Edificaciones, ya que ello permitiría superar la visión actual, según la cual el aval de la calidad de una edificación sólo es factible a través de la experiencia constructiva, afianzándose en consecuencia una forma única de construir.

Evidentemente, el campo de los Requerimientos de Habitabilidad es lo suficientemente vasto como para conformar en sí mismo un área de conocimiento, dentro de la cual el proyecto propuesto constituye sólo un aspecto parcial del ámbito señalado como comportamiento térmico. No obstante, el logro de las metas propuestas significaría un importante aporte cuya difusión contribuiría a capacitar al diseñador para controlar objetivamente las condiciones ambientales internas a las edificaciones a través del proceso de diseño. Entendiéndose éste en su aceptación más amplia, la cual incluye desde el diseño y/o selección de la tecnología apropiada, hasta la construcción de la edificación.

La apertura de este campo del conocimiento para los diseñadores tiene sentido en la medida en que se promuevan otras investigaciones tendientes a determinar un conjunto de exigencias de confort térmico en función de los usuarios de edificaciones a nivel nacional, siendo éste un aspecto fundamental para avanzar hacia la definición de criterios y/o parámetros de calidad como respuesta a dichas exigencias. En resumen: el alcance a corto plazo del presente trabajo es cumplir con el objetivo central expuesto, sin perder de vista su significado en cuanto a que representa la primera etapa de un proceso global que debe ser objeto de ulteriores investigaciones.

OBJETIVOS GENERALES

El objetivo general del presente proyecto de investigación es el establecimiento de las condiciones internas de temperatura en edificaciones, mediante un procedimiento sencillo y de rápida utilización, cuya incorporación al proceso de diseño permita adecuar las soluciones propuestas a criterios térmicos definidos.

El interés a mediano y largo plazo es fijar las pautas para el desarrollo, en ulteriores investigaciones, de **Índices Térmicos y Rangos de Confort**,¹ apropiados a nuestro país, a partir de los cuales sea posible fijar el nivel de calidad térmica de las edificaciones.

1 Los estudios realizados hasta el presente han demostrado que, para la definición de rangos o zonas de confort acordes a la realidad, es indispensable evaluar los efectos combinados sobre el ser humano de los factores que conforman el ambiente y expresar esta combinación bajo la forma de una fórmula única conocida como índice térmico. No obstante, las tentativas realizadas tropiezan con una dosis de subjetividad; ya que se trata de lograr una estimación generalizable de las reacciones psicofisiológicas del usuario frente a los efectos conjugados de los factores climáticos; la actividad y la tasa de sudoración.

Hasta donde hemos podido indagar, para el usuario venezolano, no se ha desarrollado un Índice Térmico; sin embargo, se han realizado estudios sobre la definición de zonas de confort basadas en índices térmicos de referencia a los cuales nos remitiremos de considerarlo conveniente para el logro de nuestro objetivo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Adecuación y ajustes a un procedimiento teórico existente, concebido para determinar condiciones internas de temperatura en edificaciones situadas en regiones de clima templado, a fin de ampliar su campo de aplicación a clima cálido tropical.
- Verificación del nivel de aproximación a la realidad del procedimiento modificado mediante su confrontación con un procedimiento empírico. Comparando, para edificaciones y/o prototipos seleccionados como "casos de estudio; los valores de temperatura interior registrados "in situ", con los valores obtenidos por la aplicación del método.
- Definición del alcance del método de cálculo, como instrumento para el diseño térmico. Interés del método para el establecimiento de reglas de calidad.

METODOLOGIA

De acuerdo a la metodología establecida, el proyecto consta de dos partes: un estudio teórico y una fase empírica. En el presente informe sintetizamos los avances y logros llevados a cabo hasta el presente.

Para el desarrollo de la fase teórica se parte de un procedimiento existente, concebido para determinar las condiciones internas de temperatura, en edificaciones afectadas por factores correspondientes a clima templado.

En base a la formulación de hipótesis relativas a especificidades del clima venezolano y su incidencia sobre el comportamiento térmico de las edificaciones, se realizan ajustes y modificaciones al procedimiento original, a los fines de ampliar su campo de aplicación a clima cálido tropical.

Una vez realizadas las primeras modificaciones al procedimiento teórico, se programa la fase empírica del proyecto, seleccionándose para ello una muestra conformada por prototipos y/o edificaciones, en base a diversos criterios tales como: combinación, condiciones climáticas, de ocupación, tipologías tecnológicas, etc.

La determinación de las características térmicas, en los "casos de estudio" seleccionados, se efectúa mediante el registro en forma continua de los parámetros climáticos internos y externos, durante un período establecido. Paralelamente y bajo idénticos parámetros se aplica el procedimiento teórico a fin de verificar mediante la comparación

de ambos resultados el nivel de aproximación a la realidad de dicho método y por consiguiente, su utilidad como instrumento de apoyo para el diseño térmico de edificaciones en clima cálido tropical.

A continuación se exponen a grandes rasgos el plan de trabajo establecido para la 1ra. etapa del proyecto de investigación.

1. Estudio bibliográfico de los siguientes temas:

- La construcción de edificaciones en clima cálido tropical.
- Comportamiento de las edificaciones frente a los fenómenos de transmisión térmica.

2. Análisis de un procedimiento simplificado de cálculo, desarrollado en el Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), cuyo objetivo es la determinación de manera rápida, desde la fase de diseño, de las características térmicas en locales de edificaciones, mediante el conocimiento de los aportes y pérdidas calóricas que se producen en dichas edificaciones al estar sometidas a condiciones de clima templado.

3. Realización de un primer ajuste al procedimiento original en base a hipótesis debidamente justificadas, a fin de ampliar su campo de aplicación a edificaciones sometidas a condiciones de clima cálido tropical.

4. Desarrollo de la fase experimental del proyecto; la cual consiste en el registro en forma continua y durante un período determinado, de las características térmicas de edificaciones seleccionadas para tal fin, en base a criterios tipológicos, climáticos y de ocupación.

4.1 Selección de las edificaciones y diseño del proceso de experimentación:

- Elaboración de planillas de recolección y procesamiento de los siguientes datos para cada una de las edificaciones en estudio:

- Radiación solar global y/o directa y difusa
- Insolación
- Velocidad y dirección del viento
- Temperatura del ambiente exterior
- Temperatura del ambiente interior
- Temperatura superficial
- Humedad relativa exterior e interior.

4.2 Definición de las condiciones y características de los locales de estudio. Determinación del período de realización de dicha experiencia en base a los objetivos propuestos, a los recursos disponibles y a las limitaciones de tiempo.

4.3 Organización y procesamiento de la información recopilada a fin de obtener los resultados requeridos en base a los objetivos planteados.

5. Aplicación del procedimiento teórico a las edificaciones seleccionadas como casos de estudio, manteniendo los mismos parámetros utilizados en la experiencia práctica, a fin de iniciar un proceso de verificación del nivel de aproximación a la realidad del método aplicado, a edificaciones sometidas a clima cálido tropical.

6. Realización de un ejemplo de aplicación del método en un proyecto específico desarrollado por el IDEC, a fin de obtener algunas conclusiones referentes a la utilidad del procedimiento como instrumento para el diseño térmico de edificaciones en clima cálido tropical.

DESARROLLO DEL METODO DE CALCULO DE LA TEMPERATURA INTERIOR

La definición del presente método se basa en un procedimiento similar, desarrollado en el Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) de Francia, organismo público de Desarrollo y Asistencia Técnica de la Construcción, orientado hacia el control de la calidad de las edificaciones como medio para lograr un nivel de confort adecuado para los usuarios.

El procedimiento original para clima templado permite determinar la temperatura máxima alcanzada al interior de una edificación en función a sus características constructivas y al clima exterior.

A través de un proceso de análisis se inician las modificaciones al procedimiento original a los fines de su aplicación en el trópico. Para ello se formulan un conjunto de hipótesis a partir de las características climáticas predominantes resumidas brevemente a continuación.

- El clima de Venezuela se considera en forma general como tropical húmedo, con variaciones y especificidades relacionadas fundamentalmente a la altitud. Las temperaturas son elevadas y siguen un régimen diurno constante a lo largo del año.

- La temperatura media anual es del orden de 27°C en una amplia y poblada zona del país, existiendo poca amplitud entre las temperaturas medias mensuales.

Por el contrario, la amplitud diaria es relevante. Las temperaturas máximas pueden alcanzar valores extremos cercanos a los 40°C. En las zonas montañosas las temperaturas son más bajas, disminuyendo de 0.4 a 0.5°C por cada 100 mts. de desnivel. La amplitud de la temperatura media mensual es muy débil, pero la amplitud diurna es muy elevada.

- La posición que ocupa el territorio venezolano entre los paralelos extremos 1° Norte y 12° Norte lo sitúa en la zona intertropical de bajas presiones ecuatoriales donde se manifiesta la influencia de los vientos Alisios del noreste correspondientes al Hemisferio Norte y los Alisios del sureste provenientes del Hemisferio Sur.

En consecuencia de la circulación general de la atmósfera sobre el territorio venezolano, es posible distinguir dos períodos denominados comúnmente Verano (período de sequía que se prolonga desde Diciembre hasta Abril) e Invierno (período de lluvias a partir de mediados de Abril hasta Noviembre).

Se observa por lo general dos meses cálidos, uno al final del período de sequía y otro al final del período de lluvias. Los dos meses más fríos se manifiestan en Diciembre y Enero.

- El vapor de agua contenido en la atmósfera es muy importante, presentándose tasas de humedad relativa frecuentemente vecinas a 80 y 90%.

- La intensidad de la Radiación Solar es de gran magnitud; no obstante, la proporción de Radiación Directa y Difusa varía según la nubosidad.

Tomando en consideración la especificidad del clima venezolano se plantean como hipótesis generales de trabajo las siguientes:

- El procedimiento original permite obtener la temperatura máxima, alcanzada al interior de una edificación, durante una secuencia cálida de verano. Su aplicación a clima cálido-tropical **justifica la determinación de valores medios de temperatura al interior de las edificaciones**, puesto que éstos frecuentemente sobrepasan los límites de confort térmico.

- Para el cálculo de la temperatura máxima interior a partir del procedimiento original sólo se consideran como aportes calóricos aquéllos que penetran por orificios y ventanas a la edificación. Para determinar valores medios de temperatura en edificaciones situadas en clima tropical húmedo, es fundamental tomar en cuenta los aportes calóricos a través de paredes y te-

chos, por su incidencia manifiesta sobre el incremento de la temperatura interior.

- El rol de la ventilación varía según se aplique a clima templado o a tropical húmedo. En el primer caso, la función de la ventilación es el mantenimiento de la calidad del aire dentro de la edificación mediante el reemplazo del aire viciado por la ocupación por aire fresco del exterior (ventilación higiénica). En clima tropical húmedo la ventilación juega doble rol. Por una parte es el factor mediante el cual se mantiene la higiene del local, y por la otra, interviene directamente como elemento de confort, dada la incidencia de las pérdidas calóricas por ventilación sobre la temperatura interior.

Paralelamente a las hipótesis anteriores, se asumen un conjunto de simplificaciones tendientes a hacer accesible y funcional el método, facilitándose así su aplicación durante el proceso de diseño de edificaciones e incluso como instrumento de evaluación en edificaciones ya construidas.

A continuación se destacan los aspectos fundamentales del método simplificado y modificado; a partir del cual es posible determinar la temperatura interior del ambiente en edificaciones, para un período considerado, tomando para ello en cuenta factores de ocupación, las características constructivas de la edificación y los parámetros del clima inmediato; fundamentalmente la temperatura del aire y la radiación solar.

Se parte de las siguientes premisas:

- Suponemos que el régimen de temperatura exterior y de asoleamiento es periódico, es decir, idéntico día a día durante tiempo indefinido.
- Suponemos que las características de la construcción pueden ser constantes y/o periódicas.

Lo cual trae como consecuencia que las condiciones interiores son periódicas y que las ecuaciones de intercambio térmico son lineales en temperatura y asoleamiento. El fenómeno global de comportamiento térmico de una edificación puede desagregarse entonces en dos fenómenos parciales independientes, correspondientes respectivamente a las condiciones exteriores siguientes:

- Asoleamiento nulo y variación periódica de temperatura.
- Temperatura constante que suponemos nula y variación periódica del asoleamiento.

La temperatura interior es por consiguiente la suma de dos fenómenos parciales:

1. La temperatura interior producto de los cambios térmicos, sin considerar los aportes solares.
2. El suplemento interior de temperatura producido por los aportes solares.

1. Determinación de la onda de temperatura interior; considerando que la temperatura exterior varía periódicamente y que el asoleamiento es constantemente nulo.

La temperatura interior es función de los intercambios térmicos entre el exterior y el interior de la edificación, los cuales son producto de:

- **La ventilación** $0.3 Q (t_i - t_e)$
 0.3 : Calor específico del aire
 Q : gastos horario de renovación del aire
 t_i, t_e : temperatura interior y exterior
- **Los cambios a través de las paredes exteriores** $SK_m (t_i - t_e)$
 S : Superficie de la pared
 K : Coeficiente de transmisión térmica
 m : Coeficiente de amortización, función de la inercia de la pared.
 t_e y t_i : Son las temperaturas exterior e interior consideradas con un cierto desfase, el cual es función de la inercia de la pared.
- **Los cambios con las paredes interiores:** $S_i h_i (t_i - O_i)$
 S_i : Superficie pared interior
 H_i : Coeficiente de cambio superficial
 t_i : Temperatura interior
 O_i : Temperatura de la superficie de la pared interior cuyas variaciones siguen las de (t_i) con una amortización y un retardo función de la inercia de la pared.

La onda de temperatura exterior retenida como condición climática de base se asimila a una senoide. Dada la forma lineal de las ecuaciones de cambios térmicos, la onda de temperatura interior es igualmente una senoide para el mismo período (24 horas) más o menos desfasada y amortizada.

La amortización es menor en tanto que los cambios entre el exterior y el interior por ventilación y transmisión a través de las paredes son mayores. Por el contrario, la amortización es mayor en tanto que la inercia es mayor.

La temperatura media interior (T_{im}), es por tanto igual a la temperatura media exterior (T_{em}), pero la amplitud de sus variaciones (E_i) es inferior a la amplitud de las variaciones de la temperatura exterior (E_e).

$$T_{im} = T_{em} \quad E_i < \rightarrow E_e$$

- Es un coeficiente sin dimensión inferior a 1; llamado coeficiente de amortización de la onda de temperatura en ausencia del sol.

Ahora bien, resulta factible, en lo que respecta al primer fenómeno parcial, no tomar en consideración para efectos del método los cambios térmicos debidos al calentamiento de los materiales (inercia térmica). Limitándonos por tanto a la expresión según la cual la **temperatura exterior (Te) es igual a la temperatura media interior (Ti), en ausencia de los aportes solares**. Ello está plenamente justificado en los casos siguientes:

- El régimen puede suponerse constante y por tanto permanente.²
- El régimen es variable y periódico, pero se trabaja con valores medios de temperatura.³
- La masa de los materiales corresponden a una inercia térmica débil o mediana.⁴

En efecto, tal y como se expresa en una de las hipótesis previas, con el presente procedimiento se persigue poder determinar en una primera instancia la **TEMPERATURA MEDIA INTERIOR**, para un período determinado, lo cual nos permite trabajar despreciando la influencia de la inercia, tanto en régimen variable como en régimen permanente. Por otra parte, en relación al tipo de inercia; la mayor parte de las edificaciones representativas en nuestro país se corresponden con la clasificación de inercia débil o mediana, siendo casi inexistentes las de inercia fuerte.

2. Suplemento de Temperatura Interior

Para el segundo fenómeno parcial se considera que la Edificación recibe un asoleamiento periódico, y que la temperatura exterior es constante por lo que puede considerarse nula.

La temperatura interior es el resultado de un equilibrio entre dos tipos de cambios térmicos:

En primer lugar, los cambios térmicos analizados precedentemente (ventilación y transmisión a través de las paredes); en relación a los cuales, concluimos que las temperaturas medias interior y exterior son iguales. Y en segundo lugar, los aportes solares transmitidos a la edificación, para cuyo cálculo hemos supuesto que la temperatura exterior es constante y nula.

Si suponemos que el régimen es permanente, es posible plantear el esquema siguiente:

$$Q_s = \text{Flujo debido a la radiación solar.}$$

$$Q_t = \text{flujo debido a la diferencia de temperatura (ti - te) (Admitiendo que el ambiente está a la temperatura del aire y que los intercambios son globales).}$$

$$Q_c = \text{flujo de calor sensible suministrado al local, considerado nulo si la ventilación es natural.}$$

$$\text{En régimen permanente } Q_s + Q_t + Q_c = 0$$

Q_s Caracteriza los aportes debidos a la Radiación Solar (directa, difusa y reflejada), los cuales son transmitidos a la edificación a través de techos, paredes, ventanas y orificios.

El suplemento interior de temperatura debido al sol es igual a:

$$\Delta t_{is} = \frac{P}{G_1 + 0,33 N}$$

La temperatura media interior (tim) es igual a:

$$t_{im} = \Delta t_{is} + t_{em} \quad t_{im} = \text{Suplemento interior de temperatura más temperatura media exterior.}$$

$$P = \frac{Q_s}{V} \left(\frac{w}{m^3} \right) P = \text{Relación entre los aportes solares medios y el volumen de la edificación.}$$

Q_s = Es el flujo transmitido a la edificación si suponemos nulas las temperaturas exterior e interior. Es la suma de los flujos que penetran por las distintas paredes, techos y ventanas sometidos a la radiación solar.

² Suponemos todo el ambiente exterior a la temperatura del aire (te) la cual consideramos constante.

³ Consideramos el ambiente exterior a temperatura variable a cada instante y suponemos dichas variaciones periódicas.

⁴ La determinación de la inercia es posible mediante un simple cálculo expuesto en anexo.

$$FSP = \frac{\infty}{he \left(\frac{1}{he} + r + \frac{1}{hi} \right)}$$

La cantidad de flujo transmitida al interior depende de un factor solar (FSP), el cual se define como la relación entre el flujo transmitido y el flujo incidente. Dicho factor solar depende a su vez de las características de los componentes constructivos y de los coeficientes de cambio globales exterior e interior de he y hi .

∞ = Factor de absorción de la superficie de la pared o su equivalente si existe una protección solar.

$r \text{ (m}^2 \text{ }^\circ\text{C/w)}$ = Resistencia térmica de la pared considerada

e = Espesor de la pared

$T = \frac{e}{\lambda} \text{ (m)} = \text{Conductividad térmica de un material.}$

$\frac{1}{he} + \frac{1}{hi} \text{ (m}^2 \text{ }^\circ\text{C/w)}$ = Resistencia térmica de los cambios superficial exterior e interior.

A cada instante, la repartición del flujo solar sobre los distintos componentes de la edificación es función de la orientación, del tipo de protección, del ambiente exterior, de la latitud, del instante del día y del día del año; y del tipo de tiempo (porcentaje de nubosidad).

En consecuencia, la caracterización del flujo, debido a la Radiación Solar, sólo podrá realizarse para condiciones particulares.

En lo que se refiere al caso específico de las ventanas, el factor solar se establece empíricamente por las dificultades para calcularlo.

El coeficiente (P) caracteriza una edificación para:

- Un día tipo de asoleamiento
- Un tipo de ambiente (albedo)
- Las condiciones de ventilación de las paredes (hi , he)

El cálculo práctico del coeficiente (P) puede hacerse:

1. Para los valores reales de asoleamiento del sitio
2. A partir de superficies horizontales equivalentes.

1. Para el primer caso sólo se considera un tipo de tiempo (valores medios para el período de asoleamiento). Por lo que el cálculo no requiere diferenciar la Radiación

Directa de la Radiación Difusa, calculándose en forma global.

Si multiplicamos la energía incidente media para el período considerado por el factor solar y por la superficie de los distintos componentes y sumamos todos los resultados, obtenemos la potencia transmitida a la edificación (RTR)

$$P = \frac{RTR}{V} \quad (= W / m^3)$$

$$RTR = RI \times FSP \times S$$

RI = Radiación solar incidente (Valor tabulado)

FSP = Factor solar de la pared

S = Superficie considerada.

2. Para el cálculo del coeficiente (P) a partir de la noción de superficies equivalentes se requiere separar el flujo correspondiente a radiación directa, del flujo correspondiente a radiación difusa, siendo los flujos considerados valores medios diarios.

Superficie transparente equivalente horizontal para la radiación directa (SHR). Es la superficie transparente horizontal que recibiría un flujo igual a aquél que dejaría pasar la superficie considerada si la radiación solar sólo fuera directa.

Dicha superficie es función de la pared (naturaleza, orientación, protección); del sitio (albedo y latitud) y del día del año (razonando en valores medios diarios), ya que el curso del sol interviene.

Los factores de reducción (FRR) para la radiación directa vienen dados por tablas tabuladas en función a las sombras, orientación, sitio y día.

$$SHR = FRR \times FSP \times S$$

FRR = Factor de reducción radiación directa

FSP = Factor solar de la pared

S = Superficie

Superficie transparente equivalente horizontal para la radiación difusa (SHD). El proceso es el mismo que anteriormente, con la diferencia que al considerar a la radiación difusa como isotrópica, el curso del sol no interviene y el resultado es independiente de la latitud, del día del año y de la orientación de la superficie considerada (pero no de su inclinación).

Los factores de reducción para la radiación difusa (FRD) vienen igualmente dados en tablas tabuladas.

$$\text{SHD} = \text{FRD} + \text{FSP} \times S$$

FRD = Factor de reducción radiación directa

FSP = Factor solar pared

S = Superficie

Una vez conocidos los valores medios de las potencias horizontales de la radiación directa y la difusa en función del tipo de tiempo y del período considerado, es posible calcular el valor del coeficiente (P).

(P) Tipo de tiempo

- Cielo claro
- Cielo ligeramente cubierto
- Cielo medianamente cubierto
- Valores reales del sitio

Meses del año

$$(P) = \frac{\text{SHR} \times \text{Radiación Directa} + \text{SHD} \times \text{Radiación Difusa}}{\text{Volumen}}$$

Una vez obtenido el valor de (P) a partir de alguno de los métodos anteriores, se realiza el cálculo del suplemento de temperatura interior originado por los aportes solares.

$$\Delta t_{is} = \frac{P}{G_1 + 0.33 N}$$

$$G_1 = \frac{\sum K S}{V} \quad (w / m^3 \text{ } ^\circ C)$$

G_1 = Pérdidas térmicas por $1^\circ C$ de diferencia de temperatura entre el interior y el exterior y divididas por el volumen habitable

$$\frac{1}{K} = \frac{\sum e}{T} + \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e}$$

$m^2 \text{ } ^\circ C / w$

K = Flujo de calor que atraviesa $1M^2$ de pared por una diferencia de temperatura de $1^\circ C$ entre los 2 ambientes que separan la pared.

$0,33 N$ = Pérdidas por renovación del aire, las cuales son igual al calor volumétrico específico del aire por el volumen de aire renovado $Q = NV$, siendo N una cifra sin dimensión que representa la tasa horaria de renovación del aire.

Finalmente, estamos en capacidad de conocer la temperatura media interior, la cual es la suma de los dos fenómenos parciales previamente expuestos, a saber:

1. La temperatura media interior (t_{im}) producto exclusivamente de los cambios térmicos sin considerar los aportes solares, la cual es igual a la temperatura media exterior (t_{em}).

$$t_{im} = t_{em}$$

2. El suplemento interior de temperatura (Δt_{is}) producido por los aportes solares.

$$\Delta t_{is} = \frac{P}{G_1 + 0.33 N}$$

Por lo tanto, la temperatura media interior es igual a la suma del suplemento de temperatura más la temperatura media exterior.

$$t_{im} = \Delta t_{is} + t_{em}$$

DESARROLLO DE LA FASE EXPERIMENTAL DEL PROYECTO

Dicha fase tiene por objeto la obtención a partir de un procedimiento empírico, de valores medios de temperatura ambiente y superficial al interior de edificaciones y/o prototipos seleccionados para tal fin. Los resultados arrojados por dicho estudio se confrontan con los obtenidos por la aplicación bajo idénticos parámetros del procedimiento teórico. Esta confrontación entre teoría y práctica nos permite realizar una primera evaluación del procedimiento teórico en cuanto a su nivel de simplificación y de aproximación a la realidad.

Para la primera etapa del proyecto se han llevado a cabo dos experiencias paralelas en edificaciones de distinta índole. Por una parte, se analizó la Sede del Departamento de Meteorología e Hidrología de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V., la cual es una edificación representativa de una construcción tradicional.

Y por otra parte, se realizó la 1ª Fase del Estudio Térmico del SICUP, Sistema Constructivo en Resina de Polyester reforzado con Fibra de Vidrio. Tecnología desa-

rollada por el IDEC para construcciones de bajo costo y múltiples usos como son: instalaciones agropecuarias, de emergencia, instalaciones industriales, viviendas provisionales, etc.

Para efectos de dicho estudio se construyó un prototipo del SICUP en su primera versión en los terrenos del Departamento de Meteorología e Hidrología; contándose por tanto para ambos casos de estudio con los datos meteorológicos de la estación situada en los terrenos del propio Departamento⁵

Para la obtención de los valores medios internos de temperatura requeridos, se elaboró un documento de experimentación, el cual expresa la información correspondiente, por una parte, a las características constructivas de las edificaciones en estudio; y por otra, a los datos climatológicos exteriores para el período considerado relativos a:

- Radiación solar
- Insolación
- Velocidad y dirección del viento
- Humedad relativa
- Temperatura exterior
- Cantidad y tipo de vegetación
- Urbanismo circundante.

Paralelamente a la recolección de los datos exteriores, se llevó a cabo durante el mismo período el registro continuo de la temperatura del ambiente interior y de las superficies de ambas edificaciones, así como de la humedad relativa.

Toda la información recopilada fue procesada en función al objetivo de conocer para distintos lapsos dentro del período de estudio y para el período en su totalidad los valores medios de temperatura interior. Resaltándose igualmente valores diarios y mensuales de temperatura máxima y mínima.

Una vez concluido el proceso de mediciones y ordenamiento de los datos, se realizó el modelo teórico, reproduciéndose para ello, en la medida de lo posible, los parámetros de la prueba empírica correspondientes a datos exteriores y características constructivas de las edificaciones.

Partiendo de dicha base se aplicó el procedimiento de cálculo de la temperatura media interior, con el objeto de

confrontar estos resultados con los obtenidos empíricamente para así dar inicio al proceso de evaluación de dicho método.

A tal efecto, como primera aproximación al problema se realizaron comparaciones entre los resultados prácticos y teóricos tanto para el SICUP como para la Edificación Sede del Departamento de Meteorología. Obteniéndose resultados dentro de rangos de similitud aceptables. Haciendo la salvedad del carácter aún parcial de los resultados obtenidos, así como de la flexibilidad planteada por ser ésta un área que generalmente ha estado signada por un bajo nivel de precisión y por una alta dosis de subjetividad.

Por último, se tomó el caso específico del Sistema en Plástico Reforzado (SICUP), a fin de efectuar un ejemplo real de diseño térmico a partir de la aplicación del método de cálculo de la temperatura interior.

Ello respondió a su vez a una solicitud al IDEC por parte de la Armada para proyectar y construir un puesto fronterizo de 400 mts² con dicho Sistema en una zona próxima al Río Meta, caracterizada por sus elevadas temperaturas y alto porcentaje de humedad durante todo el año.

En este sentido, nuestra participación en el equipo de diseño estuvo orientada hacia la evaluación térmica, para lo cual se aplicó el método de cálculo de la temperatura interior a las distintas soluciones propuestas, realizándose ajustes de diseño hasta obtener valores medios de temperatura interior iguales a los valores medios de temperatura exterior a la sombra.

Recientemente se concluyó la construcción del puesto fronterizo, realizado a partir del proyecto referido, por lo que dicha construcción fungirá como prototipo con el apoyo logístico de la Armada, a los fines de plantearse como caso de estudio para la 2ª Etapa del presente proyecto, con la doble finalidad de continuar la evaluación del método y el mejoramiento térmico del Sistema SICUP.

CONCLUSIONES

Tal y como lo señaláramos en los objetivos, el método expuesto constituye un instrumento de apoyo para el diseñador, en tanto que permite determinar, durante el proceso de diseño de una edificación, la temperatura interior en función a las características constructivas y a los datos climáticos exteriores.

Para la adaptación de dicho método a condiciones climáticas tropicales se diferenciaron los aspectos básicos

5 Es importante señalar que el período de experimentación para la Sede del Departamento de Meteorología fue de un año, mientras que en el prototipo del SICUP se comenzaron las mediciones en el mes de marzo de 1988, obteniéndose resultados parciales los cuales serán completados en la 2ª Etapa del presente proyecto de investigación.

sobre los fenómenos térmicos comunes a cualquier tipo de clima de aquéllos específicos a clima cálido tropical.

Igualmente se mantuvo como principio la búsqueda de simplificación de los parámetros que intervienen en la determinación de la temperatura interior, mientras ello no incidiera en la veracidad del método en relación a la realidad.

En este sentido, es posible inferir que para la 1ª Etapa del Proyecto los resultados obtenidos por la aplicación del método teórico se aproximan dentro de rangos aceptables a los recabados empíricamente. No obstante, son resultados aún parciales, no generalizables, los cuales deben ser corroborados mediante la realización de un número mayor de registros de temperatura en edificaciones variadas.

Asimismo es importante señalar que dicho método permite determinar, y en consecuencia controlar, uno de

los factores fundamentales que intervienen en la definición de un índice confort, como es la temperatura. Constituyéndose por tanto, en base y punto de partida para la determinación de dicho índice, como objetivo para diseñar racionalmente edificaciones térmicamente confortables.

En efecto, como ya se indicó, se efectuó un ensayo con carácter experimental de mejoramiento térmico del SICUP, aplicando el método teórico. Para ello se participó directamente desde la fase de diseño, calculándose, mediante dicho método, la temperatura interior alcanzada para las distintas proposiciones, buscándose en este proceso aproximarse en lo posible a los rangos de confort admitidos.

Para ello se tomó como referencia la zona de confort de la estación de Guasualito definida por Jean Luc Barisain en el Trabajo: "Análisis de datos climatológicos de Venezuela adaptados al confort térmico" (Julio 87).

La Construcción como Manufactura Dominantemente Heterogénea

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

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

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

Equipo de Investigación Incoven

Investigadores:

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

Asesor:

John Sudgen CONICIT

Ingeniero de Sistemas:

Elizabeth Cavallin

Asistentes de Investigación:

| | |
|-----------------|---------|
| Miriam Acacio | CONICIT |
| Frank Guere | CONICIT |
| Jenny Figueredo | IDEC |

(**) IDEC: Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.

IU: Instituto de Urbanismo, FAU-UCV.

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

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

Contenido:

1. La Organización de la Cooperación en el Trabajo de la Construcción.
2. Las Formas Fundamentales de Manufactura y el Tránsito de ésta a gran Industria.
 - 2.1. Del Origen de la Manufactura
 - 2.2. Las Formas Fundamentales de Manufactura
3. La Industria de la Construcción a la luz de las formas fundamentales de Manufactura.
4. La Dominancia de las formas orgánicas o de las formas heterogéneas de articulación entre los trabajos parciales durante el desarrollo de la obra de construcción.

1. LA ORGANIZACION DE LA COOPERACION EN EL TRABAJO DE LA CONSTRUCCION

En la construcción, como en toda producción humana, existe un intercambio orgánico hombre-naturaleza para obtener un producto. Lo característico de cualquier proceso de este tipo es el cómo se realiza. Es decir, la forma en que se realiza, de acuerdo a los factores que intervienen en la producción y a su organización general y particular. Ese cómo es la tecnología característica de cualquier proceso de trabajo. En esta parte de la investigación vamos a definir el tipo genérico de tecnología característico de la construcción y sus características específicas.

Para ello utilizaremos las categorías que definen a los tipos de cooperación en el trabajo colectivo: cooperación simple, organización manufacturera, organización industrial.

La cooperación simple ha existido con el trabajo colectivo, en todo tipo de sociedades. No es, por tanto, una etapa en la organización del proceso de trabajo y debe continuar presentándose en los diversos estadios genéricos de organización.

Organización manufacturera es un estadio genérico de la cooperación en el trabajo, donde la división interna del proceso de trabajo y la especialización de los trabajadores en partes o procesos de ese trabajo común, dan origen a un "trabajador colectivo", cuyos brazos son obreros dedicados a una función especial y donde la potencia fundamental del proceso descansa en la habilidad, pericia y capacidad de los trabajadores mismos.

Organización industrial es otro estadio superior de la organización del trabajo colectivo, donde la pericia de los trabajadores como potencia principal del trabajo ha cedido su lugar a un organismo objetivo, exterior al trabajador mismo, alrededor del cual se organiza la producción. Ese organismo objetivo es la maquinaria, más precisamente el sistema de maquinarias y la fábrica.

Ya dentro de la forma industrial de la organización del trabajo colectivo, se ha hablado de una primera y principal revolución industrial, realizada en el instrumento de trabajo; de una segunda revolución industrial referida al sistema de fuerza que impulsa las máquinas y contenida en la homogeneización energética del espacio con la electrificación; y de una tercera revolución industrial, contenida en el constante y progresivo perfeccionamiento de los sistemas de control de la producción, cada vez más desligados de la participación directa de los trabajadores humanos, hasta las recientes experimentaciones en robótica y en los denominados Golem.

El desarrollo de la tecnología, es decir, de la organización del proceso general de trabajo trata, pues, sobre la sustitución del trabajo vivo y directo de los hombres, por artefactos cada vez más elaborados, capaces de trabajar por el hombre. Es entonces un proceso de sustitución de trabajo vivo por trabajo muerto, cristalizado en esos artefactos cada vez más capaces de sustituir las funciones humanas o de potenciar indefinidamente su capacidad de trabajo.

El proceso general de trabajo no existe más que como abstracción y es a ese mismo nivel que podemos y debemos hablar de una tecnología general única, perteneciente al hombre y cada vez más desarrollada. Es el trabajo acumulado en términos del conocimiento científico y tecnológico. Se trata del saber patrimonial, en un sentido continuo e histórico y por ello, social en extremo, del género humano. Por ello, el concepto de trabajo general se aplica fundamentalmente a todo trabajo científico, a todo descubrimiento e invento científico. Estos dependen, en parte, de la cooperación con otras personas vivas y en parte del aprovechamiento de los trabajos de gentes anteriores.

Por su parte, las innovaciones tecnológicas son beneficios de las evoluciones conseguidas por el trabajo general y por su aplicación social mediante el trabajo en común o combinado.

En realidad, frente a la abstracción del proceso general de trabajo, lo que existen son multitud de trabajos concretos específicos, en número creciente con el desarrollo social, cada uno de los cuales tiene una o varias formas de realizarse bajo una organización específica, es decir, con una tecnología. Y esta organización del trabajo colectivo en cada caso concreto es, por definición y aún más en los últimos siglos, cambiante en una dinámica que designamos como proceso de desarrollo tecnológico.

Nuestras sociedades modernas fueron llevadas por la organización social capitalista a la forma genérica de organización del trabajo de gran industria o industrial, transitando a través de la organización genérica manufacturera.

Pero este proceso no se dio por igual en las distintas sociedades modernas que coexisten hoy en el planeta, ni las ha colocado a todas en el mismo grado de desarrollo tecnológico, para todas las ramas del trabajo concreto. De allí el interés científico en el estudio de las diferencias entre sociedades desde el punto de vista tecnológico.

Nuestro foco de atención es mucho más limitado. Se trata de establecer las características estructurales de la tecnología y organización del trabajo colectivo, en la que por convención se considera una rama del trabajo humano concreto: la construcción. Nuestras referencias son fundamentalmente nacionales y estudiamos el sector construcción en Venezuela. Sin embargo, de acuerdo a la información conocida y al tipo estructural de características utilizadas, podemos decir que la mayoría de las observaciones sobre el proceso de trabajo concreto de construcción pueden generalizarse para otras formaciones económico-sociales.

Del análisis del proceso de producción en la industria de la construcción podemos extraer que la división del trabajo, de tipo subjetivo, es la modalidad fundamental de cooperación que allí impera y con ello, definir a la construcción como manufactura.

En el proceso de trabajo de construcción encontramos un dominio de operaciones fundamentalmente manuales, dependientes de la fuerza, destreza, rapidez y regularidad del obrero individual en el manejo de herramientas e incluso maquinarias específicas. Las relaciones técnicas y de propiedad de los obreros con sus herramientas, así como la evolución en la especialización, perfeccionamiento y multiplicación de éstas nos confirman el carácter manufacturero de la construcción.

El mismo resultado obtenemos al analizar el tipo de calificación de la fuerza de trabajo de construcción, la combinación entre obreros calificados y peones, y los límites a la innovación tecnológica que suponen la calificación y habilidades disponibles en la fuerza de trabajo.

Si en la construcción analizamos el grado de separación de los trabajadores directos de las potencias espirituales que organizan el proceso de producción, es decir, el papel de la ciencia y la tecnología en la industria y el grado predominantemente formal en que el capital aparece ante los trabajadores parciales como la encarnación de la potencia del trabajo colectivo, podemos ratificar que la construcción es una manufactura.

El mismo resultado podemos obtenerlo del análisis de la posibilidad de constituir en mercancía el producto del trabajo parcial, aunque éste forme parte del trabajo colectivo de obra, y de los límites que ésto crea a la cooperación integral en la obra de construcción. O de la determinación de la ley técnica fundamental de construcción en la relación entre el producto obtenido y el tiempo de trabajo empleado, así como de la determinación de la forma fundamental de tecnología para la construcción en la organización del trabajo colectivo, en el control del ritmo, proporcionalidad e inserción de las operaciones necesarias para la consecución de un producto parcial o global.

También podemos concluir en que la construcción es una manufactura cuando estudiamos la forma en que obtiene el trabajo medio de su fuerza de trabajo o el papel del empresario promotor como comerciante o editor de las mercancías producidas por pequeños productores.

Igual resultado obtenemos cuando analizamos la aplicación en construcción de las formas genéricas de ahorro del capital constante.

Estos y otros elementos de análisis han sido desarrollados en la parte del proyecto INCOVEN dedicada a la característica de manufactura de la industria de la construcción. En el presente capítulo presentamos una parte del estudio del tipo de manufactura que es la construcción.

En construcción aparece la forma de cooperación de trabajos iguales o de la misma clase. Esto, al interior de algunos de los procesos de trabajo concreto integrantes de la manufactura, como acometer la albañilería en distintos frentes, con diferentes cuadrillas que hacen trabajos iguales, coordinadas de acuerdo a un plan, viene a ser la forma más sencilla de cooperación en el trabajo de construcción.

Pero también aparecen en la construcción otras formas de cooperación más avanzadas, correspondientes a un trabajo complejo, incluyente de diversas operaciones de distinta naturaleza. Es decir, conjuntos de procesos diferentes, pero encadenados y coordinados de acuerdo a un plan. Se trata de la organización general del trabajo de una

manufactura compleja, con distintos procesos de trabajo concreto.

La división del trabajo en la manufactura es una división del trabajo en el caso concreto. Es diferente a la división del trabajo en particular, que se da entre industrias específicas y de la división del trabajo en general, referente a la de agricultura e industria.

En realidad, el peso de la industria de la construcción, combinado con sus características manufactureras peculiares, es tal, que podría ubicarse toda la rama construcción frente a la producción industrial restante, en un grado intermedio de división del trabajo, entre la división en general y la división en particular.

Como veremos en el estudio de las formas fundamentales de manufactura (heterogénea y orgánica), ambas presentes y combinadas en la construcción, con dominación de la forma heterogénea, la división manufacturera del trabajo puede desglosar un trabajo concreto que antes formaba parte de una producción manufacturera, convirtiéndolo en una rama productiva distinta; que ofrece mercancías a lo que resta de la antigua manufactura y queda, por tanto, dividida de ésta por el tipo de división del trabajo que hemos denominado en particular.

En principio, dentro de la división manufacturera del trabajo en el caso concreto, las partes no producen mercancías. Esto supone una concentración de elementos de producción (medios de producción, fuerza de trabajo, tecnología) organizadas de acuerdo a la ley de la proporcionalidad por funciones, *a priori* de que se desarrolle el proceso de trabajo.

En cambio, en la división del trabajo dentro de la sociedad, las partes sí producen mercancías. Esto supone productores privados independientes, cuya organización colectiva sólo puede obtenerse, en términos económicos, *a posteriori* del proceso de trabajo, proporcionándose las partes a trompicones, por acción de la ley del valor.

Dentro de la manufactura construcción existe la particularidad de que las partes divididas del trabajo sí pueden producir mercancías. Esto permite aliviar la concentración de factores para el proceso de trabajo global en una sola unidad de producción, conservando sin embargo la definición *a priori* de la proporcionalidad de funciones dentro de la división manufacturera del trabajo, ya que las partes no intercambian mercancías entre sí, sino con la dirección general del proceso y de acuerdo a un encargo que precalifica como socialmente necesario al trabajo concreto a realizar.

La diferencia sustancial entre la división del trabajo dentro de una manufactura y la división del trabajo dentro de la sociedad tiene una importante consecuencia ideológica,

en las ideas de los agentes de producción: los mismos propietarios de los medios de producción, que no aceptan la coordinación del trabajo social, no quieren oír hablar de que en cada jornada dentro de su unidad de producción cada quien haga lo que se le ocurra.

La particularidad de la división manufacturera del trabajo en el caso concreto, dentro de la obra de construcción, hace que esta industria pueda mantener algunos rasgos premanufactureros. Para que haya manufactura, los medios de trabajo deben aparecer como capital frente al obrero. En el artesanado obrero e instrumento aparecen unidos.

En una obra de construcción los medios de trabajo no tienen que aparecer concentrados como un capital frente al conjunto de los trabajadores que van a emplearse. Aunque los obreros sean asalariados que no poseen medios propios de producción, pueden estar organizados de acuerdo al trabajo parcial o parte de obra que ejecutan, y es dentro de esa parte que se encuentran con sus medios de trabajo como un capital frente a ellos. Mas, vista la obra-taller en su conjunto, puede aparecer como una agrupación de capitales diferentes, encargados de las diversas partes de obra y en ocasiones, con una escala que no rebasa la pequeña producción, donde el propietario de los medios participa directamente en el trabajo. Así es como, aunque en ciertos momentos de la construcción de una edificación mediana cualquiera, ésta pueda alcanzar a tener un número de trabajadores ampliamente superior a los de una industria mediana, la forma de organización del trabajo colectivo se encuentra más cercana a la artesanía que a la gran industria y los medios de producción, que insistimos no presentan la forma industrial de un sistema de maquinarias o fábrica, pertenecen a un conjunto de pequeños capitalistas o subcontratistas, que producen mercancías por encargo para un contratista general o promotor, coordinadores del nivel más general del proceso de producción conjunto y de las formas discursivas del proceso de valorización, pero no propietarios absolutos del conjunto de medios de producción puestos en acción.

En la construcción, como en toda manufactura, la fuerza de trabajo no le sirve de nada al obrero si no se adscribe al trabajo colectivo. Las potencias espirituales del proceso material de producción: perspicacia, voluntad, astucia, reflexión, talento imaginativo, todas ellas integrantes de la técnica manufacturera, sólo las posee el colectivo en acción. En la tecnología industrial la situación llega al máximo, cuando estas potencias pertenecen a la ciencia, separada totalmente del trabajo.

En toda manufactura capitalista, el obrero colectivo en funciones es la forma por excelencia de existencia del capital. Las potencias espirituales que posee ese colectivo en acción son del capital. Sólo que la forma de presentarse este capital en el obrero colectivo puede presentar variantes de acuerdo a la naturaleza de la manufactura.

No es exactamente lo mismo enfrentarse a un taller manufacturero donde todos los medios de producción, la dirección del proceso y el poder dominador son un único capital concentrado, que trabajar para un capital parcial que sólo controla uno de los trabajos concretos en que se divide, a nivel del caso concreto, el trabajo dentro del taller obra de construcción.

Y no es lo mismo en los términos tecnológicos que más interesan. En el primer caso el nivel de potencias espirituales y de control sobre la forma del trabajo, es decir, la tecnología, debe, en igualdad de circunstancias, ser superior a la tecnología posible en el segundo caso.

Es decir, que la falta de concentración en el capital productivo de construcción, necesaria y adecuada para afrontar la circulación del producto y sus partes y para optimizar sus desembolsos y recuperaciones del capital, se convierte en una de las trabas al desarrollo de la tecnología, al avance de las fuerzas productivas al interior del proceso de trabajo.

Si el taller manufacturero es una máquina cuyas piezas son hombres, la interposición de relaciones mercantiles y la desintegración de la "máquina" en varias "máquinas más pequeñas" supone condiciones particulares y en general adversas para el perfeccionamiento del taller-obra de construcción en su conjunto.

La organización manufacturera del trabajo social surge como un procedimiento para aumentar las ganancias del capital, mediante el incremento de la plusvalía relativa, es decir, mediante un aumento de la productividad del trabajo. A través del análisis de las actividades manuales, la especificación de los instrumentos de trabajo y de la función de los obreros parciales y su agrupación y combinación en un mecanismo complejo, la manufactura supera el desarrollo de las fuerzas productivas que correspondía a las formas de organización del trabajo que la precedieron. Para tropezar con sus propios límites tecnológicos.

Todavía emplea demasiados obreros especializados y calificados. El mecanismo basado en la pericia de las operaciones no posee un esqueleto objetivo, independiente de los propios obreros, y así el orden en la producción posee una base meramente subjetiva, obligando a formas de salario por piezas y a una compleja supervisión constante del obrero colectivo. Ello puede implicar la frecuente rotación del personal.

Esta última limitación general de la tecnología manufacturera es particularmente aguda en la construcción, donde cada proceso parcial de trabajo integrante de la obra no es continuo a lo largo del tiempo total de producción y donde, en todo caso, la mayor parte de las unidades operativas del trabajo colectivo han de montarse para cada obra específica. La pericia en la realización del trabajo, el

saberlo hacer, ha de ser demostrada por la cuadrilla de trabajadores ante el aparato de supervisión de cada obra. Es así como tenemos una "rotación" general de los trabajadores adscritos a un proceso parcial, al iniciarse y finalizarse éste dentro de cada obra y también tenemos otra "rotación", muy alta en la actual construcción venezolana, correspondiente a cuadrillas o a trabajadores aislados que se van probando y descartando en la medida que se adelanta un trabajo parcial cualquiera, mientras no se constituya un equipo estable, poseedor de la pericia requerida y capaz de asegurar las cualidades, cantidades y costos de trabajo previstos para esa parte de la obra.

Por sus limitaciones tecnológicas, la forma manufacturera no puede abarcar toda la producción social. Por una parte, muy general, esto se refiere al conjunto de la producción, donde la forma manufacturera, mientras fue la más avanzada forma de cooperación en el trabajo social, debió convivir con el artesanado, la pequeña producción de mercancías y la industria doméstica rural. Por otra parte, más en particular y referida al interior de una rama de la producción donde no se haya superado la forma manufacturera de la organización del trabajo colectivo, pareciera que esta forma no fuese capaz de imponerse del todo y acabadamente dentro del conjunto de la rama. De allí la amplia gama de formas de organización del trabajo por pequeños productores mercantiles dentro de la construcción y la aún más amplia gama de formas de organización del trabajo, incluyendo formas precapitalistas, en la agricultura. En estas ramas el imperio del capital en toda su grandeza se dificulta por una estrecha base técnica manufacturera, cuya esencia no pasa de la adscripción del obrero a una función parcial. No han entrado plenamente en la forma industrial de la cooperación en el trabajo colectivo.

Para poder referirnos a las posibilidades de industrialización parcial de la construcción, debemos ahondar sobre las formas fundamentales de manufactura y su aplicación a la obra de construcción.

2. LAS FORMAS FUNDAMENTALES DE LA MANUFACTURA Y EL TRANSITO DE ESTA A GRAN INDUSTRIA

2.1. Del Origen de la Manufactura

Cada manufactura concreta surgió históricamente de dos formas o de una combinación entre ambas:

- La forma heterogénea de originarse una manufactura corresponde a una reunión o combinación de oficios independientes, encadenándose en una nueva manufactura, donde la producción fue dividiéndose en las distintas operaciones parciales que la integraban, apro-

ximadamente correspondientes a los oficios independientes originales.

- La forma homogénea u orgánica parte de la reunión de muchos talleres que ejecutan el mismo oficio en un taller manufacturero. De allí se va desarrollando la distribución de las diversas operaciones integrantes del oficio en partes divididas del trabajo manufacturero.

El origen de la manufactura construcción aparece como del primer tipo. No obstante, dentro de su actual organización interna presenta una variante funcional mucho más vinculada al segundo tipo de origen.

El proceso de trabajo de construcción, en sus fases primitivas, implicaba una cooperación simple, donde el conjunto de consumidores del bien intervenía, en la medida de sus posibilidades de sexo, agilidad y fuerza, en un trabajo colectivo no especializado, que se ejecutaba cuando hiciese falta modificar el medio ambiente construido. Esta función existe dentro de ciertas comunidades de la Formación Económico-Social venezolana.

La colonización del país trasladó las formas de organización artesanal, dividida gremialmente, a la construcción venezolana.

Lo que ahora más interesa es el tránsito a la forma capitalista, manufacturera, de organización del trabajo de construcción. Evidentemente, aún en su forma artesanal, precapitalista, existía una confluencia y reunión de diversos oficios independientes, combinados para producir la obra total de construcción. Y es sobre esta base que pudo darse el salto a la manufactura, con la desaparición de los gremios especializados en trabajos parciales y con la transformación de los trabajadores en asalariados de un capital parcial o global encargado de productos parciales o de la totalidad de la obra. Es ésta una forma general de la aparición de la manufactura en construcción y ella no da cuenta de la forma de tránsito específicamente seguida en Venezuela, seguramente vinculada a las formas de aparición y consolidación del capitalismo en el país. Mas un estudio histórico de este tipo, muy importante en sí mismo, escapa a los alcances de nuestra investigación.

Lo que queremos resaltar aquí es que la otra forma de origen de la manufactura, por reunión de unidades que ejecutan un trabajo similar, existía y sigue existiendo en la construcción como forma por excelencia de afrontar los cambios de escala que cada obra diversa significa. En la medida que el taller manufacturero se constituye para cada obra específica de construcción y que la naturaleza y dimensiones de esa obra requieren de variables cantidades de los diversos trabajos parciales a ejecutar en la misma unidad de tiempo, la respuesta en términos de organización del trabajo, con una base técnica manufacturera, consiste principalmente en variar el número de unidades de trabajo

similares, de acuerdo a las características de la obra y en mucho menor medida, en estructurar formas particulares de organización del trabajo, es decir, tecnologías propias de cada escala de obra.

2.2. Las formas fundamentales de Manufactura

Las formas fundamentales de manufactura son dos: heterogénea y orgánica. El que una manufactura específica pertenezca a una u otra forma fundamental es decisivo en las características de su tránsito a gran industria.

En la manufactura heterogénea el objeto fabricado está compuesto por un conjunto puramente mecánico de productos parciales independientes.

En la manufactura orgánica el producto es resultado de una serie sucesiva de manipulaciones y procesos enlazados entre sí.

Desde luego, en ambos casos existe la división manufacturera del trabajo ya explicada anteriormente.

Las formas fundamentales de la manufactura se refieren a formas fundamentales de organización del trabajo colectivo y dependen de la naturaleza del trabajo ejecutado.

En la manufactura heterogénea, los obreros parciales, que ejecutan variedades de los trabajos en que se descompone el proceso total, arrojan un producto social o conjunto. Pero sólo unas cuantas piezas de ese conjunto pasan sucesivamente por las distintas manos de los obreros parciales.

La mayoría de las partes se elaboran independientemente unas de otras y se reúnen en las manos de los obreros cuyo trabajo parcial es combinado para formar con todas ellas una unidad mecánica. Este vínculo externo o forma externa del vínculo entre el producto terminado y los elementos que lo forman hace que la coincidencia de los obreros parciales en el mismo taller no sea obligada, sino fortuita.

Los trabajos parciales pueden entonces efectuarse como oficios aislados, independientes, aunque también todos los operarios puedan reunirse en grandes manufacturas en base a la cooperación directa bajo el mando de un capital. Mas, aún en este último caso, es raro que el taller manufacturero heterogéneo cubra todos los trabajos parciales implicados en el producto total.

La falta de cohesión de los procesos de trabajo en que se descompone la producción heterogénea de objetos aglutinados, dificulta ya de suyo la transformación de estas manufacturas en grandes industrias maquinizadas. A esta dificultad teóricamente pueden añadirse dos trabas com-

plementarias, proveniente una de las características físicas de los elementos y la otra de la variedad en los productos finales de la misma manufactura.

Por su parte, la manufactura orgánica representa la forma más perfecta de trabajo manufacturero colectivo. En este tipo de manufactura se producen artículos que recorren una serie de fases y procesos graduales.

El objeto sobre el que se trabaja pasa por las manos de los diversos obreros parciales, hasta llegar a su forma final, luego de una serie de fases de producción. Si vemos al taller manufacturero como un mecanismo total, observaremos que la materia prima se presenta simultáneamente y de una vez en todas sus fases de producción. En cualquier jornada de trabajo del obrero colectivo se están ejecutando simultáneamente todos los procesos. A partir de etapas sucesivas acopladas en el tiempo, los diversos procesos graduales se convierten en zonas yuxtapuestas en el espacio, dentro del taller manufacturero. Se impone en su forma más perfecta la rígida proporcionalidad de la división del trabajo dentro de la manufactura. Los encadenamientos sobre fases sucesivas del mismo objeto, partiendo de la premisa de alcanzar un resultado dado en un tiempo de trabajo parcial dado, y cubriendo la necesidad de entregar una cantidad determinada de producto para la fase siguiente, caracterizan a la manufactura orgánica. Sin estas características no puede haber un empalme en el tiempo y en el espacio de trabajos parciales diferentes.

La interdependencia directa entre los trabajos parciales obliga a ajustar los tiempos de trabajos necesarios en cada uno de ellos y establece una continuidad, una uniformidad, una regularidad, una reglamentación y sobre todo, una intensidad de trabajo, distintas a las de los oficios independientes, a las de la cooperación simple y a las de la manufactura puramente heterogénea.

Cada conjunto de obreros encargado de un trabajo parcial forma un órgano especial dentro del mecanismo colectivo.

La adecuación de cada conjunto con un número distinto de obreros parciales a la regla proporcional del mecanismo colectivo puede darse de diversas maneras.

Por una parte el conjunto encargado de un trabajo parcial puede estar integrado por varios grupos similares que ejecuten operaciones análogas.

En este caso, la escala de trabajo requerida se obtiene por repetición del múltiplo grupal y éstos son homogéneos entre sí. La organización del trabajo entre estos grupos de trabajo u organismos elementales productivos similares es de cooperación simple. Sólo que ahora esta cooperación simple es expresión de un vínculo manufacturero entre conjuntos de obreros encargados de los diversos trabajos parciales.

Por otra parte, para las diferentes escalas de trabajo, el conjunto de obreros encargados de un trabajo parcial, puede a su vez estructurarse como un organismo similar al de la manufactura orgánica global, desarrollándose una tecno-logía u organización específica de este trabajo parcial en esa escala, con una especialización de ejecuciones propia y con el posible surgimiento de nuevas formas de trabajo dividido y especializado donde la ausencia de un miembro u operario implica la paralización del grupo elemental, convertido ahora en el conjunto encargado del trabajo parcial del que se trate.

La manufactura orgánica, por la forma general de organización de la cooperación del trabajo que implica, es la que se presta con mayor facilidad al tránsito hacia la forma industrial de organización del trabajo.

Para ello requerirá de la revolución en los instrumentos de trabajo, creándose una verdadera unidad técnica en base al sistema de maquinarias, a partir de una manufactura combinada u orgánica.

3. LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION A LA LUZ DE LAS FORMAS FUNDAMENTALES DE MANUFACTURA

Las formas fundamentales de manufactura, heterogénea y orgánica, pueden aparecer combinadas en un trabajo colectivo concreto, como la construcción.

Como dijimos, el predominio de una a otra forma fundamental depende de la naturaleza del trabajo ejecutado. Si simplificamos al máximo la producción de una edificación cualquiera, podremos describir en forma simple la naturaleza del trabajo colectivo en construcción.

Supongamos el conjunto de procesos en que se divide el trabajo al interior de la obra reducido a:

- A. Trabajos de preparación y modificación de la forma del terreno.
- B. Trabajos de ejecución de la base estructural o infraestructura portante.
- C. Trabajos de ejecución de la estructura portante.
- D. Trabajos de producción del sistema de instalaciones sanitarias.
- E. Trabajos de producción del sistema de instalaciones eléctricas.
- F. Trabajos de producción de los cerramientos fijos de mampostería.
- G. Trabajos de preparación e instalación de los cerramientos móviles.
- H. Trabajos de acabados internos de superficies horizontales y verticales, incluyendo 4 tipos diferentes de acabados.

- I. Trabajos de acabados externos en superficies horizontales y verticales, indicando 3 tipos diferentes de acabados.

Estos 9 macroprocesos en que hemos dividido el trabajo colectivo total de una obra de construcción no son más que aproximaciones groseras a los procesos de trabajo concreto en que se descompone en la realidad la obra vista como manufactura.

Por una parte, si relacionamos los macroprocesos A) al I) con la forma descriptiva de procesos de trabajo utilizada en nuestra investigación para el análisis de diversos casos de construcción (véase el anexo N° 1), nos encontramos que cada macroproceso puede incluir una amplia gama de partidas y subpartidas, y que, en la medida que nos refiramos a procesos no homologables, el concepto "partida" se aleja de definir con precisión a un proceso de trabajo específico. Véase al respecto el cuadro N° 1.

Por otra parte, aún las partidas y subpartidas que describen con mayor precisión formas de trabajo concreto pueden descomponerse en operaciones tales que algunas de estas operaciones sean comunes entre varias partidas, dificultándose con ello la correspondencia perfecta entre partidas y partes divididas del trabajo manufacturero.

Aún con todas estas limitaciones, la simplificación de la obra de edificación a los mencionados macroprocesos va a permitirnos ahondar en la naturaleza de la forma colectiva de trabajo dentro de la manufactura construcción. La obra se ejecutaría de la siguiente manera:

En primer lugar se efectúan los trabajos de preparación y modificación del terreno (A). Luego se ejecutan los trabajos para producir la base estructural o infraestructura portante (B). A continuación se produce la estructura portante (C), incluyendo en ella partes correspondientes a los sistemas de instalaciones sanitarias (D) y eléctricas (E). Puede continuarse con la producción de los cerramientos fijos de albañilería (F), combinada a la producción de otras partes de los sistemas de instalaciones (D) y (E). Simultáneamente se instala una parte de los cerramientos móviles (G), cuya preparación pudo iniciarse aún antes de (A), fuera de la obra.

A partir de aquí, se desarrollan simultáneamente diversos trabajos, incluyendo: la finalización, en diversas fases, de la producción de los sistemas de instalaciones sanitarias (D) y eléctricas (E); las partes restantes de la instalación de los cerramientos móviles (G); los trabajos de producción de acabados internos en sus distintos tipos y con las fases correspondientes a cada tipo (H) y los trabajos de producción de acabados externos en sus tipos diferentes, con las fases correspondientes (I).

Con ello hemos recorrido, esquemática y simplificada, el camino que lleva del suelo o terreno como

Cuadro N° 1

| MACRO-PROCESOS | CORRESPONDENCIA CON LOS PROCESOS DE TRABAJO IDENTIFICADOS EN EL CODIGO | |
|---|---|---|
| | PROCESOS | SUB-PROCESOS CODIGO (Ver anexo N° 1) |
| A. Trabajos de preparación y modificación de la forma del terreno. | Trabajos de limpieza del terreno | 2.1; 2.2; 2.3. |
| | Movimiento de tierra | 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 3.5. |
| B. Trabajos de ejecución de la base estructural o infraestructura portante. | Construcción de obras de concreto en exteriores e infraestructura. | 4.1; 4.2; 4.3; 4.4; 4.5; 4.6. |
| C. Trabajos de ejecución de la estructura portante. | Construcción de la estructura de concreto armado. | 5.1; 5.2; 5.3; 5.4; 5.5; 5.6. |
| D. Trabajos de producción del sistema de instalaciones sanitarias. | Trabajos de construcción de las instalaciones sanitarias. | 20.1; 20.2; 20.3; 20.4; 20.5; 20.6; 20.7. |
| E. Trabajos de producción del sistema de instalaciones eléctricas. | Trabajos de construcción de las instalaciones eléctricas, telefónicas y de intercomunicación. | 21.1; 21.2; 21.3; 21.4; 21.5; 21.6; 21.7. |
| F. Trabajos de producción de los cerramientos fijos de mampostería. | Trabajos de construcción de Albañilería y tabiquería | 11.1; 11.2; 11.3; 11.4. |
| G. Trabajos de preparación e instalación de los cerramientos móviles. | Trabajos de | |
| | - Revestimiento y acabados exteriores. | 12.4; 12.5; 12.6; 12.7. |
| | - Carpintería de madera. | 15.1; 15.2; 15.3; 15.4; 15.5; 15.6. |
| | - Carpintería metálica. | 16.1; 16.2; 16.3; 16.4; 16.5. |
| H. Trabajos de acabados interiores de superficies horizontales y verticales, incluyendo 4 tipos diferentes de acabados. | - Vidrios, cristales y similares. | |
| | - Cerraduras, bisagras, herrajes y otros similares de ferretería. | |
| | Trabajos de | |
| | - Revestimientos y acabados en paredes y techos interiores. | 13.1; 13.2; 13.3; 13.4; 13.5; 13.6. |
| I. Trabajos de acabados externos en superficies horizontales y verticales, indicando 3 tipos diferentes de acabados. | - Revestimientos y acabados en pisos. | 14.1; 14.2; 14.3; 14.4; 14.5; 14.6. |
| | - Pinturas, barnices y similares. | 19.1; 19.2; 19.3; 19.4. |
| | Trabajos de | |
| | - Impermeabilización y sus remates. | 10.1; 10.2; 10.3; 10.4. |
| | - Revestimientos y acabados exteriores. | 12.1; 12.2; 12.3; 12.4; 12.5; 12.6; 12.7. |
| | - Pinturas, barnices y similares. | 19.1; 19.2; 19.3; 19.4. |

objeto general sobre el que versa el trabajo de construcción, hasta obtener el edificio terminado.

En algunos de los diversos macroprocesos en que hemos descompuesto el trabajo total, hemos tenido que establecer una división en partes o fases, para considerar su articulación con los otros procesos. Claro está que para todo proceso existen operaciones diversas, organizables en partes o fases. Pero en nuestra simplificación en algunos casos (A,B,C,F) las hemos asumido por ahora como trabajos concretos, generales y únicos.

Observamos diversas formas de articulación entre trabajos parciales de nuestra hipotética obra de edificación.

En muchos casos tenemos una secuencia gradual de procesos. Así ocurre con la relación entre el proceso de preparación y modificación de la forma del terreno (A) y el proceso de ejecución de la base estructural (B). El segundo proceso supone como premisa la ejecución del primero, cuyo producto es el objeto general de trabajo del segundo. Una articulación secuencial similar la encontramos entre los trabajos de ejecución de la estructura portante (C) y los previos trabajos de ejecución de la infraestructura portante o base estructural (B).

Asimismo, la ejecución de la estructura portante (C) es una premisa para los trabajos de producción de cerramientos fijos de albañilería (F). Estos últimos deberán efectuarse antes de iniciar las diversas fases correspondientes a los trabajos de acabados internos (H) y externos (I). Hiriendo más fino encontramos una relación similar entre las fases de producción de los sistemas de instalaciones sanitarias (D) y eléctricas (E) donde las partes que acompañan a la ejecución de la estructura portante (C), son previas a las partes o fases de los mismo trabajos que acompañan a la producción de los cerramientos fijos de albañilería y se continúan con las fases o partes terminales de la producción de los sistemas eléctricos y sanitarios, a ejecutarse hacia el final de la obra, junto a los diversos acabados internos (H) y externos (I). Igualmente la fase de producción de los cerramientos móviles (G), que supusimos podía anteceder a la misma preparación y modificación del terreno (A), aparece como previa a la fase de instalación de algunos componentes de esos cerramientos junto a los trabajos de albañilería (F) y esta fase como previa a la finalización de los cerramientos móviles con los demás trabajos finales de la obra (H e I).

Estas formas de relaciones secuenciales entre procesos parecen apuntar hacia una articulación manufacturera orgánica o combinada. Sin embargo, la apariencia de manufactura orgánica deberá matizarse cuando profundicemos en las variantes de vinculación entre los diferentes trabajos concretos pertenecientes a los procesos considerados y cuando reconstruyamos sintéticamente el taller obra de construcción visto en su conjunto.

Por otra parte, aún en una visión preliminar, encontramos en la hipotética obra de construcción, una forma de relación entre procesos donde éstos se realizan independientemente unos de otros, dándose un vínculo externo entre el producto terminado total y los elementos, productos de estos procesos que lo forman.

Este último tipo de articulación, heterogénea, entre trabajos parciales, lo encontramos en la relación entre los trabajos de producción de las instalaciones sanitarias, en sus distintas fases (D) y los trabajos de producción de las instalaciones eléctricas (E) en sus fases correspondientes. También entre las fases finales de ambos tipos de instalaciones y los trabajos de acabados internos (H) y de acabados exteriores (I). Independencia similar encontramos entre el conjunto de trabajos de acabados interiores (H), el conjunto de trabajos de acabados exteriores (I), y entre éstos y algunas fases del trabajo de instalación de los cerramientos móviles (G). Dijimos también que, por definición, la fase de preparación de cerramientos móviles utilizadas aquí como ejemplo de la fase genérica de preparación para diversos procesos de construcción es relativamente independiente del resto de los procesos de obra. Si entrásemos a analizar con mayor detalle las relaciones entre los trabajos que producen los cuatro tipos diferentes de acabados internos o las relaciones entre los trabajos que producen los tres tipos diferentes de acabados externos, nos encontraríamos un alto grado de independencia, entre unos y otros trabajos y mucho más entre las operaciones internas constituyentes de los diversos trabajos concretos.

La presencia de esta segunda forma de articulación entre procesos constituyentes del trabajo general de construcción de la obra, forma que apunta hacia una manufactura de tipo heterogéneo, nos indica, aun vista de manera preliminar, que en la construcción aparecen combinadas ambas formas fundamentales de trabajo colectivo manufacturero: orgánica y heterogénea. Debemos ahora precisar cuál es la forma dominante, a través de la profundización en las articulaciones de los trabajos divididos y sin perder de vista la importancia decisiva del tipo de forma fundamental manufacturera en el tránsito hacia la maquinaria y las formas industriales de producción.

Consideremos ahora con mayor detalle las distintas formas de articulación entre los diversos trabajos parciales divididos, integrantes de la obra de construcción.

Como forma orgánica de articulación tenemos, por ejemplo, la producción de la estructura portante (C), combinada a algunas fases de la producción del sistema de instalaciones sanitarias (D) y a algunas fases de la producción del sistema de instalaciones eléctricas (E). La construcción, en forma tradicional, de una losa de concreto armado supone una cierta proporción entre trabajadores encargados de la estructura, por una parte y plomeros y electricistas por la otra, a fin de obtener el producto común:

una losa portante con algunos elementos de instalaciones sanitarias y eléctricas embutidos en ella.

Como condición previa al trabajo de estructuristas, plomeros y electricistas en la preparación de la losa, existen los trabajos que conducen a la producción del encofrado, a los que no vamos a referirnos aquí.

Luego, sobre el mismo objeto general de trabajo aparecen combinados trabajadores de los distintos procesos. Aunque no comparten herramientas, pueden compartir ciertas condiciones de trabajo, como los equipos para desplazar los materiales y a ellos mismos hacia la placa. Asimismo, al interior de los procesos, existe una secuencia y una cierta proporcionalidad entre los trabajos integrantes de las distintas fases que conducen a la producción de la losa. Dentro de este último tipo de relaciones están incluidas las que vinculan al trabajo de los cabilleros que preparan el material para las armaduras y los montadores de la armadura en el sitio de la losa. También la relación entre los trabajos de montaje en losa de las tuberías de instalaciones sanitarias y eléctricas y las fases previas de preparación de estos elementos, usualmente en talleres dentro de la misma obra. Sin embargo, este tipo de relaciones secuenciales, aunque suponen una proporcionalidad entre trabajadores de una y otra fase, no implican la inmediata ejecución de una fase al terminarse la anterior y pueden permitir una organización del trabajo donde los mismos obreros ejecutan las distintas fases, presentando así una flexibilidad de encadenamiento que supone un vínculo externo, organizativo, entre fases y por tanto, una articulación de tipo más bien heterogéneo, como las que caracterizaremos más adelante.

En cambio, el trabajo de montaje en la losa de las armaduras por los estructuristas, el trabajo de montaje de las tuberías de aguas negras y blancas por los plomeros y el trabajo de montaje de las tuberías para conducir cables por los electricistas sí están combinados en una articulación orgánica. El número de estructuristas-montadores, plomeros y electricistas que trabajan simultáneamente está determinado por las características de la losa y las técnicas que cada trabajo emplea. Pero la preparación de la losa para el vaciado es producto del trabajo combinado de todos ellos y ninguna parte puede faltar sin comprometer el trabajo de las otras.

Por otra parte se realiza el trabajo de preparación de la mezcla de concreto, seguida ésta sí más o menos inmediatamente como una necesidad técnica, por el transporte y vaciado del material fluído sobre el encofrado con las armaduras e instalaciones montadas, y por los trabajos de vibrado, de remates y de curado de la losa. Aquí las relaciones secuenciales y proporcionales entre fases de lo que genéricamente se denomina vaciado, responden a una articulación orgánica o combinada más que a una organización externa o heterogénea.

Obviada la producción y colocación de encofrados, nos hemos encontrado con tres categorías de procesos implícitos en la producción de una losa de concreto por métodos tradicionales: las fases de preparación de elementos, armaduras, tuberías, mezclas, no vinculadas localmente a la propia losa; las fases de armado y montaje de los elementos, armaduras y tuberías que va a contener la losa y finalmente, la fase de vaciado del concreto. Estas fases corresponden a los distintos trabajos divididos que participan en la producción de la losa: estructura, plomería y electricidad, y a la división interna dentro de estos trabajos con articulaciones tanto orgánicas, técnicamente determinadas, como heterogéneas, determinadas externamente. Vemos así que el carácter mixto de la forma fundamental de la manufactura construcción se manifiesta aún en los procesos aparentemente más orgánicos.

Si observamos ahora otro ejemplo de articulación de procesos de la construcción, como la producción tradicional de cerramientos en mampostería (F) con algunos elementos de las instalaciones sanitarias (D) y eléctricas (E) y con algunas fases de la instalación de cerramientos móviles (G), nos encontraremos también posibles formas orgánicas junto a formas heterogéneas. En principio, el trabajo de los albañiles presupone la previa instalación, tanto de las tuberías que van a estar contenidas en las paredes, como de los marcos de puertas. De allí podría derivarse una cierta proporcionalidad entre las clases de obreros que ejecutan los distintos trabajos y una articulación entre estos trabajos que brota de la propia técnica de producción y es, por tanto, orgánica o combinada. Sin embargo, en esta clase de trabajos parciales la interdependencia técnica es menos rígida que la que planteábamos para la preparación de la losa de concreto antes del vaciado. Con ello, aparecen elementos de formas de articulación heterogénea entre los trabajos parciales y con el producto común: la pared de mampostería con instalaciones embutidas y con los marcos de cerramientos móviles.

Por ejemplo, aunque los marcos de ventanas deben colocarse en cierto momento de la construcción de la pared de bloques y así articular orgánicamente las fases de los procesos (F) y (G), las implicaciones de pérdida de productividad del trabajo colectivo no son muchas si se deja el vano de ventana en la pared y luego, rompiendo la albañilería en algunos puntos, se empotra el marco, volviéndose a rematar la albañilería al final. Asimismo, algunas partes de las tuberías para instalaciones eléctricas y para instalaciones sanitarias de aguas blancas pueden, en una construcción de tipo tradicional, instalarse una vez completada la pared, mediante el expediente de romper ciertas partes de la albañilería hecha e instalar y rematar luego las paredes con mezcla de pega o recortes de materiales de albañilería. Claro que un grado superior de organización de este tipo de trabajo colectivo supone una coordinación más o menos perfecta entre los trabajos parciales y una minimización de los haceres y rehaceres improductivos. Mas, si observa-

mos la producción del conjunto de los cerramientos en mampostería, podemos encontrar formas de organización de los trabajos parciales coordinados, que contemplen la iniciación, avance y aún conclusión de las partes de los cerramientos que no contienen instalaciones o cerramientos móviles, antes de que se acometan aquellas partes donde sí se requiere de la participación de otro tipo de trabajos parciales, de instalación de tuberías o de elementos de los cerramientos móviles, previos o simultáneos al trabajo de albañilería. Así, no sólo la articulación entre trabajos parciales es externa, heterogénea, sino que también permite variantes en la forma de organización de la cooperación manufacturera utilizando las mismas técnicas, que hemos asumido como tradicionales, en cada trabajo parcial.

La externalidad del vínculo entre los trabajos parciales que cooperan para obtener el producto común es dominante en estos casos de las paredes con instalaciones y partes de cerramientos móviles. La imperfección de la articulación no acarrea problemas de la envergadura de los que acarrearía de darse situación similar en el caso de la losa estructural antes mencionada, donde una precisa articulación entre trabajos parciales, aunque conserva algo de su carácter externo, puede entenderse más bien como una fase de articulación predominantemente técnica u orgánica entre trabajos parciales manufactureros. Dentro de la construcción de una edificación por métodos tradicionales, que estamos usando como ejemplo, la finalización de la producción de los cerramientos fijos de mampostería (F), supone el frisado de las superficies verticales de las paredes externas e internas. A continuación, obviando otros trabajos preliminares, podría darse inicio a los trabajos de acabados internos en superficies horizontales y verticales (H) y a los trabajos equivalentes de acabados externos (E). Como anteriormente apuntamos, la articulación entre estos distintos trabajos parciales y con la edificación terminada, es altamente heterogénea y externa a la técnica de los procesos de cada trabajo.

Por ejemplo, la colocación de un piso acabado interno, sea formado por elementos prefabricados (losas, baldosas, planchas, rollos de diversos materiales), o bien sea el caso de un piso de producción vinculada localmente a su base en obra (por ejemplo, granito artificial), es independiente de los trabajos de ejecución de los acabados de las paredes internas, tomando aquí, por ejemplo, la pintura. Aunque en casos específicos, como la combinación de pisos de granito artificial producidos in situ con el pintado de paredes, la secuencia sea necesariamente de ejecutar las primeras antes de realizar la pintura, porque el trabajo de producción de este tipo de pisos deterioraría las paredes si ya estuviesen pintadas. Pero la relación de precedencia debe imponerse como un orden externo, ya que la ausencia del acabado de pisos no impide técnicamente ejecutar el trabajo del pintor. Sólo que su trabajo se perdería y por ello necesita entonces de la culminación de los pisos, no para poder pintar, sino para no perder su trabajo de pintura. Más allá de este tipo de articulaciones

secuenciales, impuestas por la coordinación general del trabajo manufacturero colectivo, los procesos de acabados se mueven con una casi total independencia, presentándose aquí la fase más heterogénea de la relación entre los trabajos parciales de construcción. La colocación de pisos de baños supone una previa impermeabilización sobre la base de piso, pero pueden articularse de prácticamente cualquier manera con la colocación de porcelana en las paredes. En los acabados externos, la situación es muy similar. Aunque la impermeabilización de la losa precede, por ejemplo, a la colocación del revestimiento final del techo, estos encadenamientos no tienen que presentar una secuencia inmediata y no hay ninguna relación de secuencias o combinaciones técnicas imprescindibles. Aún menos entre los diversos trabajos de acabados externos y los distintos trabajos de acabados internos, que simplificamos a 3 tipos de los primeros y 4 de los segundos en nuestro ejemplo, pero que en una edificación real puedan ser muchos más. Son procesos de trabajo independientes, en todo caso coordinados entre sí exteriormente, como parte de la organización general del trabajo manufacturero de la construcción. Su articulación entre sí, y con el producto general es altamente heterogénea.

Nos encontramos pues, en una obra de edificación ejecutada tradicionalmente y muy simplificada para tomarla como ejemplo, con diversos grados de dominancia de las formas fundamentales orgánicas y heterogéneas, de articulación entre trabajos parciales manufactureros. De la interdependencia orgánica con una rígida proporcionalidad técnica entre los trabajos parciales que participan en la producción de la losa portante con sus instalaciones embutidas, hasta una "puesta en escena", en el sentido del término teatral de diversos trabajos independientes de producción de acabados de distinta naturaleza, articulados en una forma totalmente heterogénea, pasando por formas de articulación intermedias entre trabajos parciales, con una mayor o menor dominancia de lo heterogéneo o de lo orgánico.

Las formas intermedias, cuasi-orgánicas o cuasi-heterogéneas, de articulación entre los trabajos divididos de la manufactura construcción, tienen gran importancia en el estudio del desarrollo tecnológico de la producción.

Para profundizar en las formas intermedias de articulación entre los trabajos parciales, debemos desarrollar con mayor detalle el aspecto de las relaciones secuenciales entre procesos.

En la construcción, reducida por ahora a nuestro ejemplo simplificado de edificación con métodos tradicionales, nos encontramos con algunas relaciones secuenciales de precedencia directa. Tal es el caso de la relación entre los trabajos de preparación y modificación de la forma del terreno (A) y los trabajos de ejecución de la base estructural o infraestructura portante (B).

También nos encontramos con muchas relaciones secuenciales de precedencia indirecta, transitiva, donde un proceso antecede a otro y éste otro a un tercero, derivándose que el primero antecede al tercero. Esas precedencias indirectas pueden implicar largos encadenamientos a través de múltiples procesos. Así, en la medida que los trabajos de acabados internos (H) presuponen la culminación de los trabajos de producción de los cerramientos fijos de mampostería (F), que a su vez presupone la finalización de la estructura portante (C), que sólo pudo ejecutarse al concluir los trabajos de ejecución de la base estructural e infraestructura portante (B), a los que preceden los trabajos de preparación y modificación de la forma del terreno (A), tendremos entonces que la preparación y modificación de la forma del terreno (A) posee una articulación secuencial de precedencia indirecta con los trabajos de acabados internos (H). Se trata del encadenamiento de varias relaciones secuenciales de precedencia directa en una articulación secuencial de precedencia indirecta o compuesta. Sin embargo, la naturaleza del vínculo secuencial indirecto, está determinada por la naturaleza de los vínculos secuenciales directos que los componen. Por ello, aunque más adelante asumiremos una simplificación tajante, considerando formas semi-orgánicas a los vínculos de precedencia indirecta, ahora deberemos ahondar en las posibilidades de diversos grados de organicidad o de heterogeneidad en las relaciones secuenciales.

El límite de organicidad en una relación secuencial podemos encontrarlo en aquellos casos donde la naturaleza técnica de los procesos enlazados implica no sólo una precedencia directa, sino también que ésta sea más o menos inmediata. Tal es el caso de la relación entre la fase de preparación de la mezcla fluida de concreto y la fase de vaciado de ésta en la losa de nuestro ejemplo. Aunque en algunas manufacturas orgánicas clásicas como la del vidrio, encontramos articulaciones similares, este tipo de secuencias inmediatas por requerimientos de la técnica de los procesos vinculados, no son frecuente ni siquiera en otras manufacturas consideradas como formas orgánicas "perfectas", tal como la manufactura de agujas en la segunda mitad del siglo pasado. En esa manufactura orgánica, donde a partir del alambre, los productos parciales iban pasando de mano en mano, hasta completar la aguja, el proceso podría interrumpirse y de hecho se hacía al concluir la jornada de trabajo, dejando productos en cada una de las formas intermedias y, por tanto, con cada uno de los vínculos secuenciales cortados, hasta reiniciarse otra jornada. Porque el alambre estirado, por ejemplo, debía ser cortado inmediatamente no por la naturaleza técnica de ambos trabajos parciales, sino por la organización de la producción continua y, en consecuencia, la interrupción de la secuencia no afectaba a la posibilidad de ejecutar luego el trabajo correspondiente.

Aquí se introducen algunas características del proceso de trabajo en construcción que desarrollaremos en extenso más adelante: el producto es de tipo discreto, está vincu-

lado a una localización y es relativamente singular o único. Todo ello hace que en la mayoría de los múltiples casos de articulaciones secuenciales entre procesos de la construcción, donde la interrupción no afecte a la posibilidad técnica de ejecutar el proceso, pueda mantenerse esa interrupción durante períodos en ocasiones muy largos.

Nuestra hipótesis, confirmada en las formas de desarrollo tecnológico de estos procesos, es que este tipo de articulaciones secuenciales no inmediatas, y particularmente cuando se componen en una secuencia de precedencia indirecta, pueden considerarse como formas cuasi-heterogéneas de relación. El carácter discreto de los productos de la industria de la construcción y la inserción predominantemente puntual y no continua de los trabajos parciales en la ejecución de la obra singular, hace que las partes divididas no trabajen "con la regularidad de piezas de maquinaria" y que, tras la apariencia de unas secuencias, supuestamente características de la articulación combinada u orgánica, se oculten formas potencialmente heterogéneas de articulación.

A su vez, la forma pura de articulación heterogénea entre trabajos parciales de una manufactura no es secuencial. En el ejemplo heterogéneo clásico de la manufactura relojera de mediados del siglo pasado, cada parte constituyente del reloj se producía por trabajos parciales desarticulados, cuyos productos se reunían en la fase final de ensamblaje del reloj. Esta independencia entre trabajos parciales la encontramos en nuestro ejemplo de edificación cuando nos referíamos a los distintos trabajos parciales para producir los diferentes tipos de acabados externos e internos. Y la matizábamos con casos, como el de los pisos de granito vaciados en obra y la pintura interior, donde aparecía una relación secuencial de precedencia, a fin de no perder el trabajo de pintura. Sin embargo, en estos casos de trabajos parciales independientes en la construcción, no se trata de productos independientes que deberán luego ser ensamblados. El ensamblaje o montaje lo encontrábamos más bien cuando nos referíamos a la preparación de la losa, con el montaje de armaduras y de tuberías producidas en fases previas de los trabajos divididos de estructura y de instalaciones. En el límite, la actividad de ensamblaje o montaje de piezas producidas independientemente presenta una articulación secuencial con esas producciones.

El montaje de las piezas sanitarias, considerado aquí entre las fases terminales del trabajo de producción del sistema de instalaciones sanitarias (D), necesariamente presupone la existencia de las piezas como productos de otros trabajos. Sólo que aquí son externos a la obra e incluso a la propia industria de la construcción en general, perteneciendo más bien al "sector construcción". Este tipo de consideraciones sobre la posibilidad de que ciertos elementos articulados heterogéneamente con otros trabajos parciales y con el producto continuo general sean producidos al margen de la obra-taller manufacturero, van a abrir una de las vías fundamentales para el desarrollo

tecnológico de la construcción: la desarticulación o "estallido" fuera de la obra de algunos procesos de trabajo parciales, que se convierten en manufacturas autónomas o independientes.

Un último elemento de análisis debe ser introducido para abordar las articulaciones secuenciales entre procesos divididos del trabajo manufacturero. Se trata del grado en que el objeto de trabajo de un proceso es el producto del proceso que le antecede.

En el ejemplo clásico de la manufactura orgánica de agujas, la materia prima para cada proceso u operación estaba constituida sólo por el producto del proceso u operación que la antecede. Este es un caso límite.

Si observamos algunas de las relaciones secuenciales de precedencia directa que hemos destacado para la construcción, nos encontramos con situaciones de otro tipo. Así, la ejecución de la base estructural o infraestructura (B), implica la utilización de otras materias primas (encofrados, armaduras, concreto de fundaciones), además del producto del proceso de preparación y modificación de la forma del terreno (A), que la antecede.

Aunque encofrados, armaduras y concreto para las fundaciones son también productos de procesos de trabajos anteriores, realizados dentro y fuera de la obra -taller manufacturero, podemos afirmar que la secuencia movimiento de tierra-infraestructura no es la única relación de precedencia que determina a la articulación de los trabajos de edificación de la infraestructura portante dentro de la obra. Y si consideramos la producción de encofrados, la adaptación y colocación de las armaduras y la preparación y vaciado del concreto como fases integrantes del trabajo de ejecución de la base estructural, vemos que estas fases utilizan materias primas que no provienen del proceso que hemos considerado inicial en la obra de nuestro ejemplo: la preparación y modificación de la forma del terreno. Por tanto, la ejecución de la base estructural está múltiplemente definida por distintos procesos de trabajo que la anteceden, uno sólo de los cuales forma parte integrante de los procesos divididos de obra.

La forma general de este tipo de relación será que el proceso (B) utiliza como objeto de trabajo o materia prima el producto del proceso (A) que lo antecede. Pero también utiliza otras materias primas, producidas independientemente del proceso (A). Los grados de dependencia del conjunto de los objetos de trabajo del proceso (B), respecto al producto de proceso (A), se dan en función del trabajo acumulado muerto que se encuentra presente en el producto de (A) frente al cristalizado en el resto de las materias primas que van a incorporarse al producto de (B).

Las "otras materias primas" pueden significar un mayor trabajo acumulado que el que se encuentra en el pro-

ducto del proceso cuya relación secuencial de precedencia directa estamos estudiando. Tal puede ser el caso en la relación entre los trabajos de preparación y modificación de la forma del terreno (A) y los trabajos de la base estructural o infraestructura portante (B). Tal suele ser el caso en la relación entre los trabajos de ejecución de estructura portante (C) y los trabajos de ejecución la base estructural (B).

De allí en adelante, teniendo en cuenta el carácter discreto del producto de la construcción, es difícil que, en un proceso parcial encadenado secuencialmente, el mayor aporte de trabajo muerto provenga de las materias primas distintas al objeto de trabajo producto de los procesos de obra que lo anteceden. Esto, en la medida que vinculemos al nuevo proceso de trabajo parcial con el producto total acumulado de procesos anteriores. Otra cosa se produciría si la relación se estableciese con el trabajo acumulado que corresponda en un prorrateo a la parte de obra a la que está referido el nuevo trabajo parcial. Si relacionamos un acabado de pisos y paredes de un baño de nuestra edificación, por más que utilice materiales de lujo, con el total de obra construida, nunca podrá presentarse un dominio cuantitativo del trabajo muerto contenido en esas materias primas sobre el trabajo cristalizado en toda la obra ejecutada. Pero si lo comparamos con el trabajo ejecutado que corresponde a los metros cuadrados de baño, referido al total de metros cuadrados de construcción, sí puede darse con facilidad que el aporte del material de lujo supere al de todo el producto de trabajos anteriores. En todo caso, bajo cualquiera de las visiones alternativas, estamos considerando el producto, ya no de un proceso en secuencia de precedencia directa, sino de un conjunto de procesos precedentes, encadenado en una secuencia compuesta, de precedencia indirecta. Cuando llegamos al caso de procesos articulados heterogéneamente, al margen de cualquier secuencia entre sí, tal como acontece con dos tipos de acabados distintos, uno interno y otro externo, entonces el producto de ninguno de ellos constituye materia prima para el otro, y sólo se vinculan a través de su objeto genérico de trabajo -el edificio tal cual debe haberse producido para que intervengan estos procesos- y de su producto genérico: el edificio terminado, que requiere de ambos procesos.

Los ejemplos de construcción hasta ahora utilizados, como hemos insistido, se refieren a tecnologías "tradicionales" simplificadas y limitadas a edificaciones. Pero en la realidad existen distintas opciones tecnológicas para realizar los mismos procesos, el número de procesos y subprocesos es mucho mayor al aquí empleado y hay una importante variación en los procesos de construcción de distintos tipos de productos. Lo que ahora nos interesa destacar es que las formas de articulación entre trabajos parciales integrantes de la manufactura construcción, están sujetas a una dinámica que permite no sólo el desarrollo del aspecto orgánico o del aspecto heterogéneo de una articulación entre procesos, donde ambos aspectos aparezcan

combinados con miras al desarrollo de un tipo de tecnología, sino que también permite incluso la transformación de formas de relación aparentemente orgánicas o heterogéneas en su contrario, para adecuarlas a nuevos desarrollos tecnológicos. Aunque en los casos límite, donde cada proceso articulado orgánicamente utiliza como materia prima exclusivamente el producto del proceso secuencial anterior, no es concebible la transformación en manufactura heterogénea, para otros casos, donde las variables no asumen estos valores extremos, sí puede darse y de hecho se ha dado la transición a formas predominantemente heterogéneas, donde la desarticulación o "estallido" del trabajo parcial permitan el desarrollo de nuevas técnicas manufactureras e incluso el tránsito a formas industriales de cooperación en el trabajo y, viceversa, procesos articulados heterogéneamente en la construcción tradicional pueden aparecer como fases orgánicas dentro de una nueva tecnología.

La preparación en obra y subsecuente vaciado del concreto fluido pueden desintegrarse relativamente en una relación cuasi-heterogénea dentro de la tecnología del concreto premezclado. El acabado interno de pisos y el acabado interno de paredes de un baño, articulados heterogéneamente en la construcción tradicional, pueden convertirse en el montaje de una cápsula prefabricada en un proceso orgánico exterior a la obra, e incluir en dicha cápsula no sólo las superficies de acabados horizontales y verticales, sino también los artefactos sanitarios, todo en un sistema de piezas de producción industrial, fuera de la obra. En el límite de las posibilidades tecnológicas actuales nos encontramos casos como la maquinaria conformadora de terreno, pavimentadora y constructora de brocales que da forma orgánica a la articulación de procesos que antes no pasaban de tener una cierta secuencia semi-orgánica y, más allá, a las máquinas automáticas de ensamblaje de estaciones espaciales, capaces de dar globalmente organicidad y secuencia al conjunto de procesos heterogéneos de la construcción. Pero en estos ejemplos límite, la organicidad de formas originalmente heterogéneas se da más allá de la producción manufacturera, a través de un órgano objetivo de trabajo, característico de la producción industrial. Lo que por ahora queremos destacar es que así como en una manufactura orgánica, donde cada fase utiliza como materia prima sólo el producto a la fase anterior (caso de las agujas,) no es concebible una desarticulación o estallido de las fases para integrar manufacturas independientes, en el caso de la construcción este fenómeno se ha pre-

sentado y puede presentarse aún en una forma más acusada.

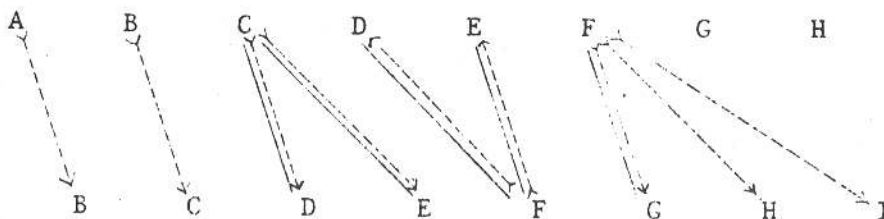
Casi todos los trabajos parciales que hemos considerado en nuestro ejemplo de edificación, es decir, los englobados bajo los apartes C, D, E, F, G, H, I, pueden ejecutarse solos o combinados en la mayor parte de sus fases independientemente de la obra, trasladándose luego sus productos al sitio donde los procesos A y B se hayan ejecutado, para proceder al ensamblaje de la edificación y a aquellas fases, como el cableado de las instalaciones eléctricas, que deban concluirse en obra. Aun para esta última fase del cableado, tomada como ejemplo, existen opciones tecnológicas donde el sistema de conductores eléctricos ha tomado la forma de barras y soportes prefabricados que pueden instalarse y removerse libremente en una edificación cualquiera. Estos y otros aspectos de las posibilidades dinámicas de desarrollo tecnológico de la construcción se desarrollarán más adelante.

Por ahora retomemos nuestro ejemplo simplificado de la construcción de una edificación con métodos tradicionales. Asumamos que los vínculos secuenciales de precedencia directa pueden asimilarse a formas cuasi-orgánicas de articulación entre procesos y que los vínculos de precedencia indirecta pueden asimilarse a formas cuasi-heterogéneas de relación, donde el orden del trabajo colectivo corresponde más a un vínculo externo que a la naturaleza de los procesos vinculados.

Esquematizando el tipo de articulaciones entre los trabajos parciales en que dividimos simplificada la producción de una edificación hipotética, nos encontraríamos con lo expresado en el esquema que se presenta al pie de la página. La línea llena (—) indica las articulaciones orgánicas, al menos entre dos fases de los trabajos parciales, y la línea punteada direccional (---->), las relaciones secuenciales de precedencia directa entre trabajos parciales o algunas de sus fases.

Como vemos, la consideración de distintas fases dentro de algunos trabajos parciales, hace que ciertas articulaciones o vínculos aparezcan dos veces, como articulación orgánica entre determinadas fases y como articulación secuencial de precedencia directa entre otras fases de los mismos trabajos parciales. Contando esas articulaciones de doble tipo como una sola, vemos que hay un total de nueve vínculos de tipo orgánico o de precedencia directa entre los trabajos parciales considerados en nuestro ejemplo.

Tipos de articulaciones entre trabajos parciales



El resto de los 36 vínculos posibles entre los nueve trabajos parciales ($\sum_{n=1}^{n-1} 9 = 36$) en que dividimos simplificada la construcción de la edificación de nuestro ejemplo, corresponde a articulaciones secuenciales de precedencia indirecta o a articulaciones plenamente heterogéneas.

Nos encontramos entonces con una relación de 27 a 9, es decir, de 3 a 1 entre el número de articulaciones cuasi-heterogéneas y el número de articulaciones cuasi-orgánicas entre los trabajos parciales considerados como integrantes de nuestra manufactura.

Este tipo de proporción, con un mayor número de articulaciones heterogéneas que de articulaciones orgánicas, suele mantenerse en las articulaciones de uno y otro tipo entre los múltiples trabajos parciales en que pueden descomponerse muchas de las obras reales de construcción. Es ésta una primera razón para considerar a la manufactura construcción, donde sabemos se encuentran combinadas las dos formas fundamentales de manufactura, como **dominantemente heterogénea**.

4. LA DOMINANCIA DE LAS FORMAS ORGANICAS O DE LAS FORMAS HETEROGENEAS DE ARTICULACION ENTRE TRABAJOS PARCIALES DURANTE EL DESARROLLO DE LA OBRA DE CONSTRUCCION

Nos hemos interesado por distinguir cuánto del taller-obra de construcción corresponde a un "obrero colectivo" coordinado, donde cada parte está técnicamente articulada a las otras, y cuánto de ese taller-obra corresponde más bien a un conjunto de trabajos parciales relativamente independientes entre sí, que se encuentran reunidos en una manufactura común, cooperando directamente bajo el mando de un capital. Porque el dominio de una u otra forma puede conducir a maneras diferentes de enfrentar el desarrollo tecnológico de la construcción. La articulación orgánica puede llevar, a través de la sistematización de los trabajos parciales y de la sustitución del trabajo vivo por trabajo muerto, a una forma industrial de producción incluyente de los trabajos parciales combinados. La articulación heterogénea, a su vez, puede conducir a través de la desarticulación de los capitales y los trabajos parciales que dominan, a un "estallido" de estos trabajos parciales fuera del taller-obra, constituyéndose en manufacturas independientes con posibilidades de asumir el nivel de cooperación correspondiente a la gran industria. Ambas formas de evolución tecnológica se han dado y continúan dándose dentro de la industria de la construcción, a partir de la constatación del carácter combinado de las dos formas fundamentales de manufactura al interior de la obra de construcción.

Si observamos las obras de construcción y cada una de ellas en su conjunto y a lo largo del tiempo total de producción, nos encontraremos con un fenómeno característico de las edificaciones realizadas con métodos tradicionales:

Una vez ejecutados el acondicionamiento del terreno, la infraestructura portante, la estructura y en cierta medida los cerramientos fijos de mampostería, que pueden representar hasta más del 80% de los costos totales de la obra, hay una caída en la pendiente de la curva de costos totales acumulados, a pesar de que la curva de costos acumulados en mano de obra sostenga su pendiente e incluso pueda incrementarla.

Así, excluyendo del tiempo real de producción la parte consagrada a los remates de obra (aproximadamente el 50% del tiempo total), nos aparecen situaciones donde en la primera mitad del tiempo de obra restante se cubren hasta casi el 90% de los costos totales. En los gráficos 1, 2, 3 y 4, correspondientes a los flujos de porcentajes de costos de fuerza de trabajo, materiales, maquinarias y totales agregados, en los porcentajes del tiempo total de construcción de una edificación industrial investigada, nos encontramos con un caso perfecto de esta situación.

Esto es así por cuanto en el primer cuarto del tiempo de la obra se han ejecutado un conjunto de procesos parciales articulados entre sí en formas predominantemente orgánicas y cuasi-orgánicas, y en los cuales las técnicas específicas suponen el empleo de maquinarias y/o materiales en una mayor proporción a la del resto de la obra, con respecto al trabajo vivo en acción. En esta parte de la obra se cumplieron el movimiento de tierra y acondicionamiento del terreno, las obras de infraestructura y estructura de concreto, los cerramientos fijos y algunas fases de los trabajos de instalaciones de diverso tipo.

Luego, en el siguiente cuarto del tiempo total que completa lo que estamos considerando el tiempo efectivo de obra, se realizarán los revestimientos de superficies, los acabados de distintos tipos, las fases finales de los diversos sistemas de instalaciones y los cerramientos móviles. Aquí la mano de obra toma por asalto la obra en distintos frentes, en procesos de trabajo parciales sin articulación orgánica entre sí donde la importancia del trabajo muerto, en maquinarias y materiales, decrece frente a la importancia del trabajo vivo puesto en acción. La heterogeneidad de la manufactura se manifiesta en todo su esplendor y aunque el número de trabajadores no se redujo sensiblemente, la productividad de cada trabajo, y sobre todo, la productividad del trabajo colectivo en cooperación, se vino abajo.

El trabajo vivo y muerto total que se pudo incorporar al valor de la obra en un lapso similar al anterior, se redujo a menos de un 10% de lo incorporado en la primera parte. Podría afirmarse que nuestra obra, como casi toda edifica-

PROYECTO INCOVEN

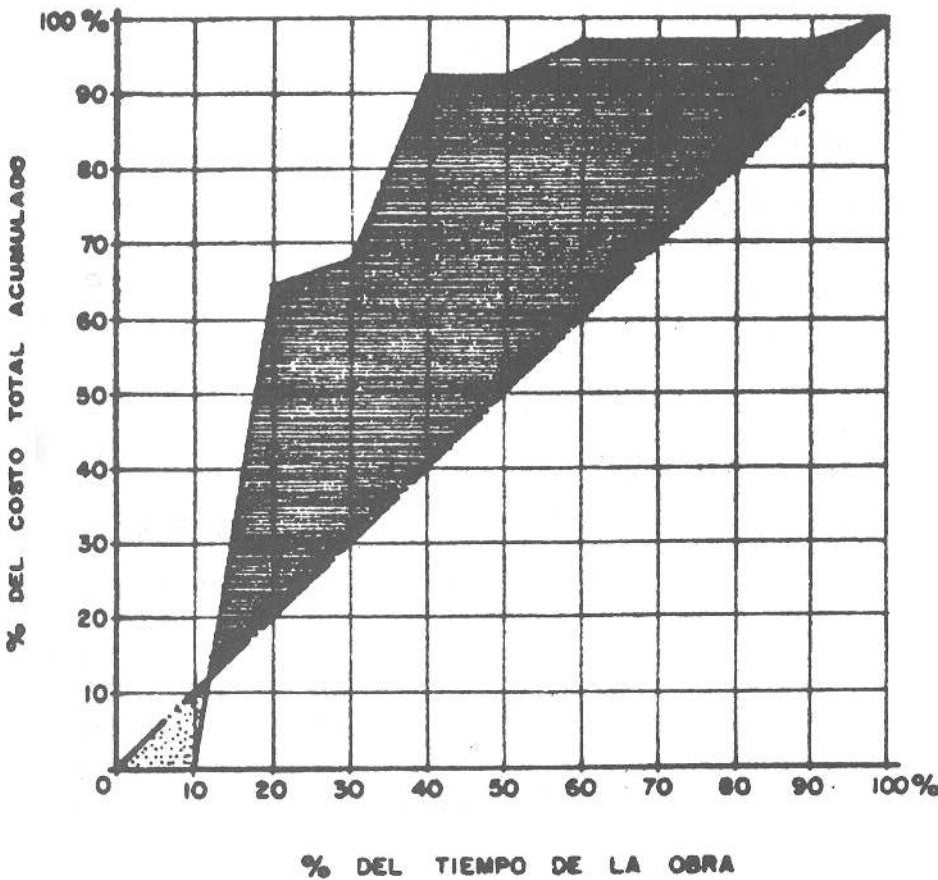
LA ORGANIZACION DE LA INDUSTRIA
DE LA CONSTRUCCION EN VENEZUELA
COMPONENTES Y RELACIONES

Gráfico Nº 1

CURVA NORMALIZADA DE COSTOS
EN EL FACTOR FUERZA DE TRABAJO

EMPRESA Nº 01

OBRA Nº 31



LEYENDA

- Costos totales acumulados
- Diagonal de flujo homogéneo de costos
- Áreas positivas
- Áreas negativas

UCV
FAU
DEC
U
SEU

| TIPO DE PRODUCTO | TIPO DE EMPRESA | | | TIPO DE CLIENTE | MONTOS DE OBRA | | ÍNDICE DE MECANIZACIÓN | | | | | | | | | PORCENTAJE DE COSTOS NO DESARROLLADOS POR PROYECTOS | |
|------------------|-----------------------|----------------|--|-----------------|----------------|----------------|------------------------|----------------|-------|----------|----------|-------|-----|-----|-----|---|-------|
| | CAPITAL | OBRA EJECUTORA | NÚMERO DE OBRAS EJECUTADAS EN EL AÑO DE PROYECTO | | TOTAL | ANUAL | PM SC(I) | PM EP(I) | CM(I) | PM SC(I) | PM EP(I) | CM(I) | | | | | |
| INDUSTRIA | 10 | 87 | 1000 | PUB | en miles de Bs | en miles de Bs | a.1 | a.2 | a.3 | b.1 | b.2 | b.3 | c.1 | c.2 | c.3 | | |
| 1 | CLASIFICACION: Grande | | | PRIV | x | 10.652 | 535 | CLASIFICACION: | | | | | | | | | 56.84 |

PROYECTO INCOVEN

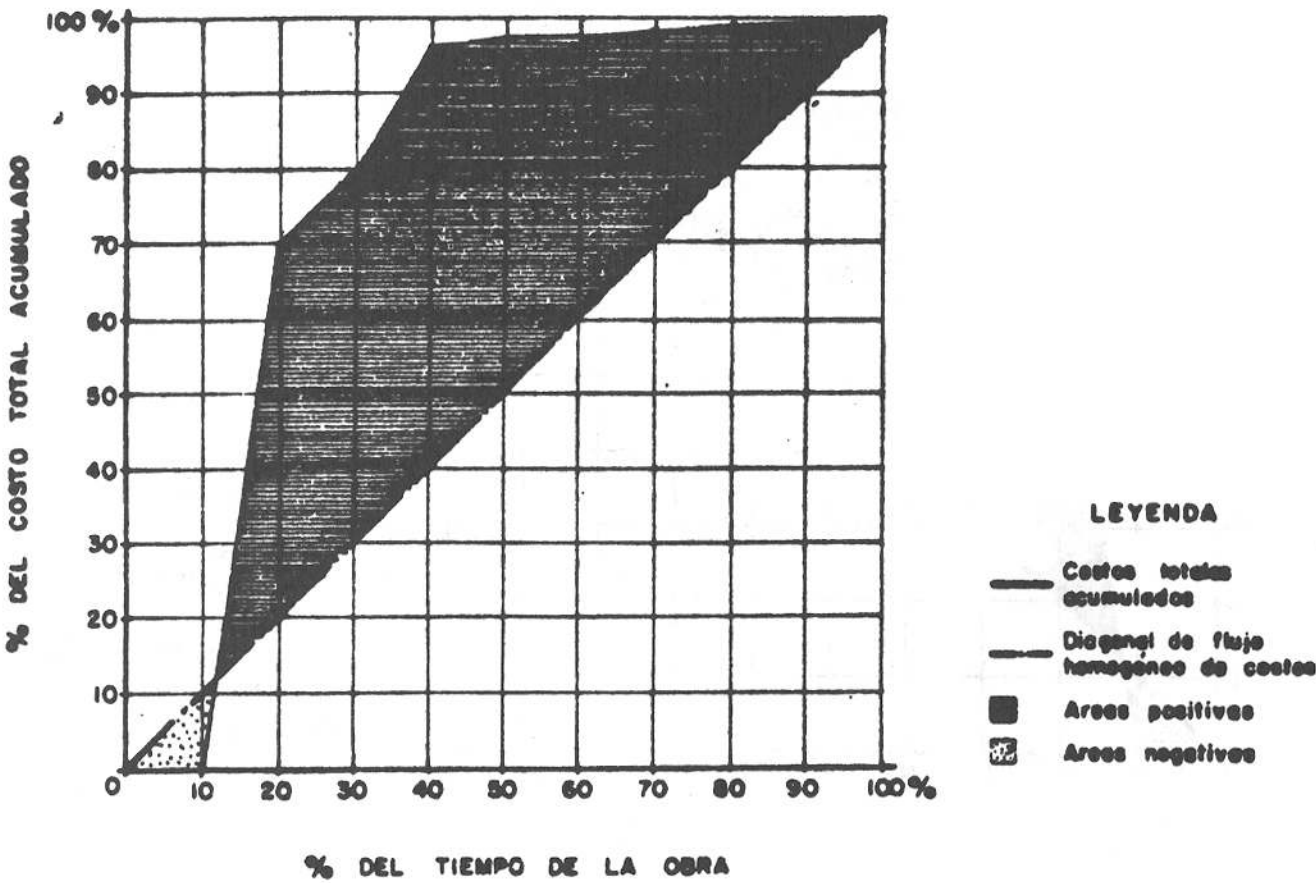
LA ORGANIZACION DE LA INDUSTRIA
DE LA CONSTRUCCION EN VENEZUELA
COMPONENTES Y RELACIONES

Gráfico Nº 2

CURVA NORMALIZADA DE COSTOS
EN EL FACTOR MATERIALES

EMPRESA Nº 01

OBRA Nº 31



UCV
FAU
IDEC
IU
SEU

| TIPO DE PRODUCTO | TIPO DE EMPRESA | | | TIPO DE CLIENTE | MONTOS DE OBRA | | ÍNDICE DE USABILIDAD | | | | | | PORCENTAJE DE COSTOS NO DESARROLLADOS POR TIEMPO | ° | |
|------------------|------------------------|----------------|--|-----------------|----------------|----------------|----------------------|-----------------|----------|-----|-------|-----|--|-------|--|
| | CAPITAL | OBRA EJECUTADA | VALOR DE OBRA EN MILLONES DE BOLÍVARES | | TOTAL | ÍNDICE MENSUAL | PMCC(I) | | PMCPM(I) | | CS(I) | | | | |
| INDUSTRIA | 10 | 87 | 21000 | PUB | no datos de B | no datos de C | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | | | |
| 3 | CLASIFICACION : Grande | | | PRIV. | x | 10.692 | 535 | CLASIFICACION : | | | | | | 56.84 | |

PROYECTO INCOVEN

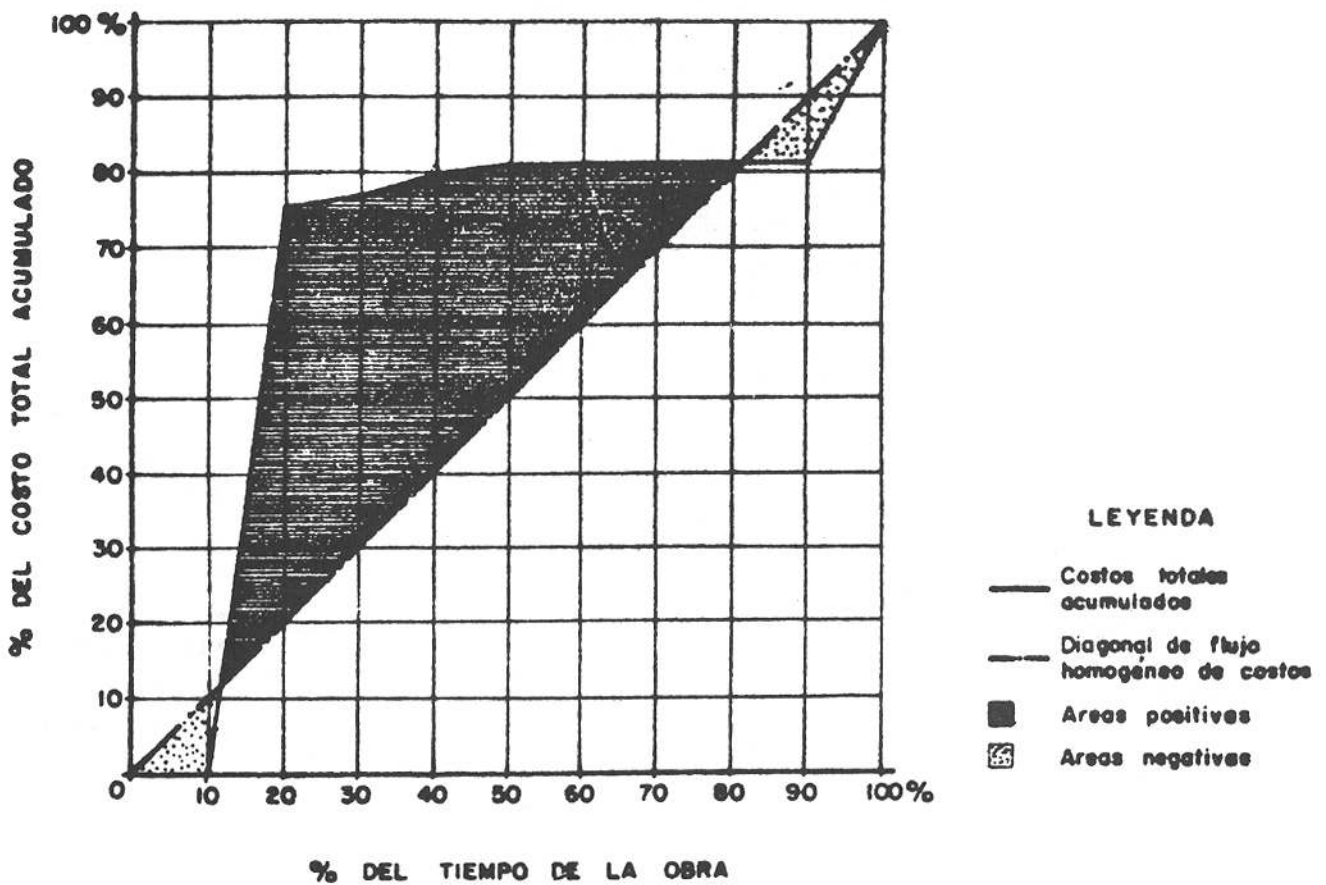
**"LA ORGANIZACION DE LA INDUSTRIA
DE LA CONSTRUCCION EN VENEZUELA
COMPONENTES Y RELACIONES"**

Gráfico N° 3

CURVA NORMALIZADA DE COSTOS EN EL FACTOR MAQUINARIA Y EQUIPOS

EMPRESA Nº 01

OBRA N° 31



| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------|-----------------|----------------|-----------|-----------------|----------------|----------------|-------------------------------------|-----|-----------------|--|--|--|--|--|--|--|
| UCV FAU IDEC IU SEU | TIPO DE PRODUCTO | TIPO DE EMPRESA | | | TIPO DE CLIENTE | MONTO DE OBRA | | ÍNDICE DE MECANIZACIÓN | | | | | | PORCENTAJE DE COSTOS RE-DECOMPLETOS POR FISTELES | | | |
| | INDUSTRIA | CAPITAL | OBRA EJECUTADA | NÚMERO DE | PUB | TOTAL | Y MENSUAL | PMEC(X) PMEP(X) CIX(X) | | | | | | | | | |
| | | 10 | 87 | 21000 | | en miles de \$ | en miles de \$ | e.1 e.2 e.3 d.1 d.2 d.3 c.1 c.2 c.3 | | | | | | | | | |
| | | CLASIFICACION | | | | Grande | PRIV. ix | 10 692 | 535 | CLASIFICACION : | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

PROYECTO INCOVEN

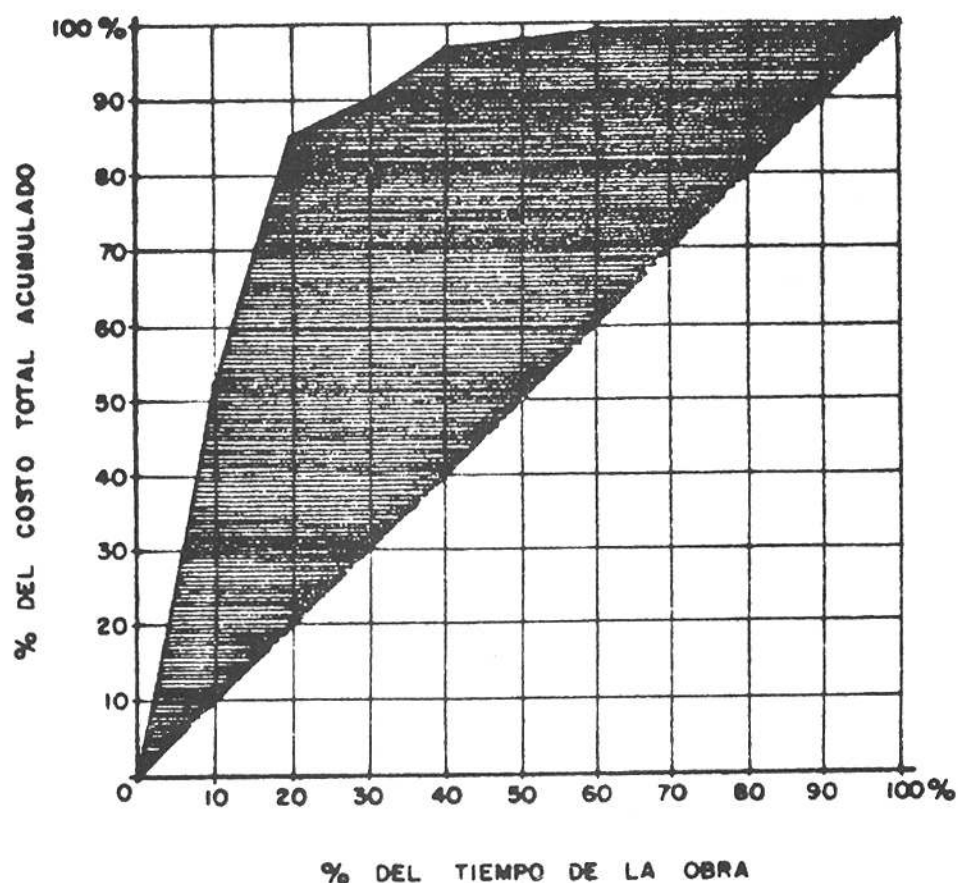
"LA ORGANIZACION DE LA INDUSTRIA
DE LA CONSTRUCCION EN VENEZUELA
COMPONENTES Y RELACIONES"

Gráfico N° 4

CURVA NORMALIZADA DE COSTOS TOTALES

EMPRESA N° 01

OBRA N° 31

**LEYENDA**

- Costos totales acumulados
- Diagonal de flujo homogéneo de costos
- Áreas positivas
- ▨ Áreas negativas

Nota

Para el cálculo del índice de mecanización solo se obtuvo la participación de la maquinaria en el costo total

6,13%

UCV
FAU
IDEC
IU
SEU

| TIPO DE PRODUCTO | TIPO DE EMPRESA | | | TIPO DE CLIENTE | MONTOS DE OBRA | | ÍNDICE DE MECANIZACIÓN | | | | | | PORCENTAJE DE COSTOS NO DESEMPEÑADOS POR PROYECTOS |
|------------------|-----------------|----------------|-----------|-----------------|----------------|----------------|------------------------|---------------|--------|-----------|------------|--------|--|
| | CAPITAL | OBRA EJECUTADA | NÚMERO DE | | TOTAL | Índice mensual | PM EC (I) | PM EPN (I) | CI (I) | PM EC (I) | PM EPN (I) | CI (I) | |
| INDUSTRIA | 10 | 87 | 2000 | PUB | en miles de Bs | en miles de Bs | 6.1 | 6.2 | 6.3 | 6.1 | 6.2 | 6.3 | 56,84 |
| CLASIFICACIÓN | Grande | | | PREV | x | 10.692 | 535 | CLASIFICACIÓN | | | | | |

ción realizada con métodos más o menos tradicionales, entra en esta segunda fase, heterogénea, en el siglo pasado. La caída de la tecnología general del trabajo colectivo ha aparecido en la medida más burda, aunque eficiente, del grado de desarrollo tecnológico de un trabajo colectivo cualquiera: su capacidad de incorporar valor al producto, por unidad de trabajo vivo empleada, en un lapso determinado. La articulación manufacturera heterogénea entre trabajos parciales que utilizan técnicas muy primitivas crea una forma de trabajo colectivo que no está en capacidad de incorporar valor en las proporciones que antes lo hacía, cuando los trabajos parciales empleaban técnicas más avanzadas y se encontraban articulados cuasi-orgánicamente.

Con la fuerza productiva del trabajo aumenta la masa de trabajo vivo y muerto que éste puede incorporar en un tiempo dado. Mientras más avanzada es una técnica específica, más valor puede incorporar en el mismo tiempo, y mientras más atrasada es, mayores son sus limitaciones en términos de incorporación de valor. De allí que hacia el final de las obras de edificación, cuando la manufactura opera en su forma más heterogénea y los distintos procesos finales se realizan tradicionalmente, casi a mano, haya caídas en las curvas de los costos totales acumulados, independientemente de que en esos momentos pueda existir un verdadero ejército de obreros trabajando simultáneamente. La organización del trabajo colectivo en esas etapas de obra se limita a un control externo de la relación entre los distintos trabajos parciales independientes, apoyado en una planificación y supervisión que intenta racionalizar el trabajo de conjunto y dar entradas y salidas ordenadas a los distintos equipos que realizan los diversos trabajos, sin contar con una racionalidad técnica inmanente a la forma de cada trabajo concreto, que si puede hallarse en otros lapsos del tiempo de producción cuando la articulación entre trabajos parciales es predominantemente orgánica.

La caída de la productividad del trabajo colectivo y con ella de las curvas de costos acumulados, hacia la segunda parte de una obra de edificación, es percibida por los agentes relacionados a la construcción como una contradicción desesperante. La obra, aparentemente casi lista en el bulto de su forma física, requiere de un tiempo mayor que el hasta entonces transcurrido, para finalmente completarse. Esto, sin considerar otro fenómeno, presente también en muchas edificaciones y muy acentuado en el caso correspondiente a los gráficos 1, 2, 3 y 4. Se trata de un tercer período dentro del tiempo de producción de la obra, que en el caso considerado abarca hasta casi el 60% final del tiempo total. En este período se producen los remates, refacciones, limpiezas, ajustes y reparaciones requeridos para entregar la obra completamente finalizada. La caída de la productividad llega a su máximo, que en la edificación presentada llega a significar menos de un 3% de los costos totales incorporados a lo largo de un período que representa el 60% del tiempo total de producción. Sólo que aquí no hay, a diferencia del período anterior, ningún

ejército de trabajadores en acción, tal como puede observarse en el gráfico 1, donde se aprecia una caída sustancial de los pagos a la fuerza de trabajo durante la última parte de la obra. Claro que los trabajos de remates implican técnicas muy atrasadas, donde no se utiliza prácticamente ningún capital constante. Pero su importancia como característica de la tecnología de la edificación es muy pequeña y ese tiempo de remates suele acortarse para otros casos de edificaciones, limitándose sus implicaciones más al campo de la rotación de los desembolsos del capital de construcción, es decir, a la cara valor o trabajo abstracto del proceso de producción, que a la cara proceso de trabajo propiamente dicha. Por ello nuestro análisis del trabajo colectivo se ha limitado al primer 40% del tiempo total de producción en el caso considerado. Aún así teníamos una sensible disminución de la productividad en la parte correspondiente a una articulación predominantemente heterogénea entre trabajos parciales independientes, en su mayoría ejecutados con técnicas tradicionales y atrasadas.

Esta cuestión está relacionada con algunas características estructurales de la tecnología de construcción, cuales son el carácter discreto de la producción, la vinculación local del producto, su singularidad y escala específica de producción, la consecuente falta de continuidad de los procesos de trabajo parcial a lo largo del tiempo total de obra y la diversidad y variedad de tipos y formas específicas de los productos finales. Esta última característica ya había aparecido como una de las que, teóricamente, impedían el avance tecnológico en las manufacturas heterogéneas.

Las maneras fundamentales como se han atacado estos problemas para desarrollar tecnológicamente la industria de la construcción incluyen la sistematización del conjunto de trabajos parciales implicados en la parte más heterogénea de la manufactura, creando técnicas de trabajo colectivo que pueden ampliar su escala de acción por repetición de grupos de trabajo en cooperación simple. Incluyen la restricción de la unidad de producción a una determinada escala de trabajo, aunque esta forma impida la flexibilidad de adaptación de la empresa constructora a diversos tipos y magnitudes de obra y presente, en consecuencia, una riesgosa dependencia de tipo específico de mercado para su producto. También se ha intentado reducir la variedad en los productos, sean edificaciones completas o sean componentes de combinación flexible en sistemas abiertos. Esta tendencia llega a su extremo en la producción de materiales y componentes en condiciones industriales y, por lo tanto, mucho más controladas que las de obra, que no forman en realidad parte de ningún sistema y que se relacionan con las obras de construcción a través del mercado abierto. Aún aquí se podría distinguir entre producciones manufactureras desarticuladas de la obra, producciones industriales desarticuladas de la obra, producciones industriales de creación independiente, cuyo único mercado lo constituyen las obras de construcción, y producciones industriales de creación independiente, con otros mercados aparte de las obras de construcción. Todas

ellas integrantes del sector construcción. Sobre estas opciones para el desarrollo tecnológico de la construcción volveremos más adelante.

Hasta ahora sólo nos hemos referido a la construcción de edificaciones. Pero ellas no constituyen todo el universo de las obras de construcción.

En otro tipo de obras de construcción, distintas a edificaciones, puede encontrarse un diferente comportamiento de la productividad del trabajo combinado a lo largo del tiempo de producción. Un flujo casi homogéneo de los costos acumulados, en fuerza de trabajo, en materiales y en maquinarias y en el total combinado, indica una productividad similar del trabajo en distintos momentos de la obra. Tal es el caso de la construcción de una carretera que muestran los gráficos 5, 6, 7 y 8.

Sea por la reducción del número de procesos de trabajo parciales o sea también, como de hecho es, por una articulación de tipo predominantemente orgánico entre estos procesos y con su producto común, la construcción de obras distintas a edificaciones presenta una participación más continua de los trabajos parciales a lo largo del tiempo de obra y con ello una mayor posibilidad de sustitución del trabajo vivo por trabajo muerto, es decir, un mayor índice de mecanización y, si pueden superarse algunas de las otras limitaciones tecnológicas estructurales, una forma de cooperación en el trabajo que apunta hacia la gran industria más que hacia la manufactura. No sólo en carreteras, sino en otros productos de menor escala como silos, o de mayor escala, como represas.

La hipótesis general es que el flujo homogéneo de los factores que intervienen en el proceso de trabajo a lo largo del tiempo de obra apunta hacia una secuencia racional continua entre los movimientos y manipulaciones de los distintos equipos que ejecutan trabajos parciales y con esta forma integrada u orgánica, puede permitir una vía de desarrollo tecnológico consistente en sustituir trabajo vivo por trabajo muerto en el proceso articulado y, en ciertas condiciones, alcanzar la objetivación del organismo de trabajo colectivo en obra, más allá de la fuerza de trabajo combinada.

En algunos casos de construcciones diferentes a edificaciones esta articulación cuasi-orgánica de los trabajos parciales en un trabajo colectivo, se yergue sobre la posibilidad material que resulta del relativamente escaso número de procesos de trabajo parcial implicados. Aunque sólo parcialmente, el código de partidas utilizadas en la presente investigación tiende a representar procesos de trabajo en los que pueda dividirse la construcción, conviene presentar aquí la descomposición en partidas de algunos casos de construcciones diferentes a edificaciones frente a otros casos, éstos sí de edificaciones.

El cuadro N° 2 muestra la descomposición por partidas y sub-partidas de la construcción de carreteras con pavimento de base asfáltica en caliente. La obra en su conjunto engloba 8 partidas y 39 sub-partidas, mientras que la construcción de una edificación con métodos tradicionales como la antes descrita involucra 23 partidas y 106 sub-partidas, como se puede apreciar en el anexo N° 1.

Pero, aún en los casos donde el trabajo colectivo de construcción se descomponga en unos pocos procesos de trabajo parcial representados plenamente por la designación en partidas, podría ocurrir, al menos teóricamente, que la homogeneidad en el flujo de los factores de producción a lo largo del tiempo de obra no refleje más que un conjunto de coincidencias en la participación cuantitativamente de, digamos, el factor fuerza de trabajo, aunque cualitativamente en términos de actividades, movimientos y manipulaciones concretas, exista una variación en lo presente en diversos momentos de la obra, donde se estén ejecutando sólo algunos de los trabajos parciales y no un trabajo combinado global. En la realidad de las obras diferentes a edificaciones esto no es así. Sea en base a la magnitud o escala de la obra o sea más bien por la naturaleza técnica del trabajo combinado, los procesos parciales de trabajo suelen tener continuidad a lo largo del tiempo de obra y estar presentes, articulados cuasi-orgánicamente en su conjunto, en cualquier momento de la obra.

En edificaciones, donde el número de procesos parciales de trabajo suele ser mucho mayor, sólo por la magnitud de obra o por la repetición consecutiva de muchas obras similares podemos encontrarnos con una continuidad de los procesos a lo largo de todo el período de construcción. Pero ello no impide que, por una parte, la articulación entre algunos procesos cuando ellos se estén desarrollando en la obra, sea cuasi-orgánica. Ni por otra parte, que al interior de ciertos procesos de trabajo parcial se dé una articulación cuasi-orgánica entre fases y operaciones. Estos tipos de trabajos combinados puede, como en el caso de las obras civiles, presentar una forma de desarrollo tecnológico sobre la base de la racionalización de secuencias y la progresiva maquinización, hasta objetivarse el organismo de producción en algo externo a los trabajadores mismos. Así lo vemos, por ejemplo, en la producción de pilotes.

El análisis dinámico del flujo de los factores de producción en procesos de trabajo parcial combinados y a lo largo de los períodos en que dicho conjunto aparece en la obra, es un elemento fundamental para analizar los grupos de procesos susceptibles de un desarrollo tecnológico derivado de formas orgánicas.

De la misma manera, al interior de procesos de trabajo parcial que impliquen formas complejas, con diversas fases y operaciones, el análisis dinámico de los flujos de factores durante el desarrollo del proceso puede indicar potencialidades de desarrollo tecnológico hacia formas industri-

PROYECTO INCOVEN

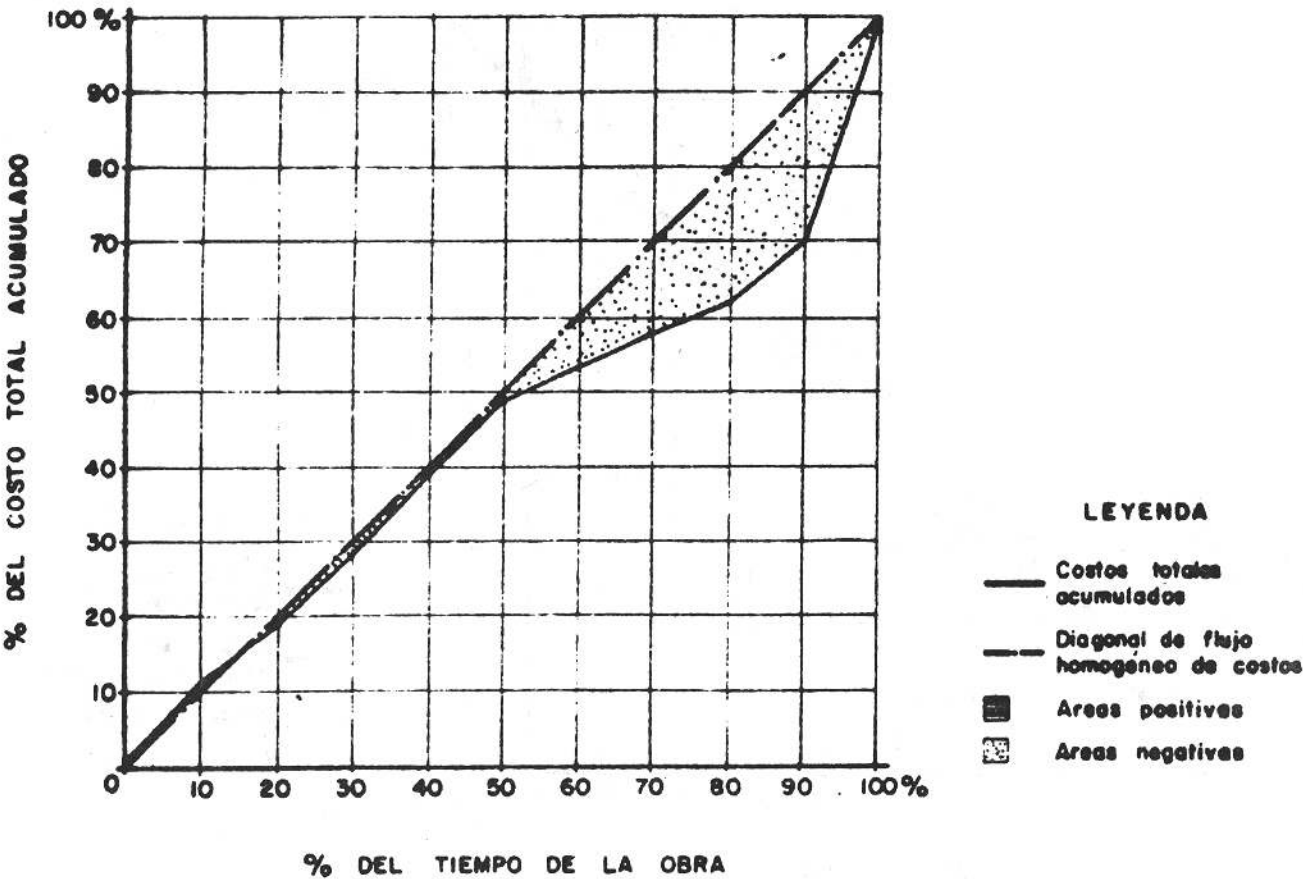
LA ORGANIZACION DE LA INDUSTRIA
DE LA CONSTRUCCION EN VENEZUELA
COMPONENTES Y RELACIONES

Gráfico Nº 5

CURVA NORMALIZADA DE COSTOS
EN EL FACTOR MATERIALES

EMPRESA Nº 09

OBRA Nº 79



UCV
FAU
IDEC
IU
SEU

| TIPO DE PRODUCTO | TIPO DE EMPRESA | | | TIPO DE CLIENTE | MONTOS DE OBRA | | INDICE DE MECANIZACION | | | | | | PORCENTAJE DE COSTOS NO DESCOMPUESTOS POR FACTORES |
|----------------------|-----------------|----------------|--------------------|-----------------|----------------|----------------|------------------------|----------|-------|--------|---------|--------|--|
| | CAPITAL | OBRA EJECUTADA | NÚMERO DE PERSONAL | | TOTAL | RECURSOS | PMEC(I) | PMEPH(I) | CI(I) | CI(II) | CI(III) | CI(IV) | |
| Vialidad | 50 | 245 | >1000 | PUB X | en miles de Bs | en miles de Bs | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 10.36 |
| CLASIFICACION Grande | | | | PRIV | 22.151 | 1.846 | CLASIFICACION | | | | | | |

PROYECTO INCOVEN

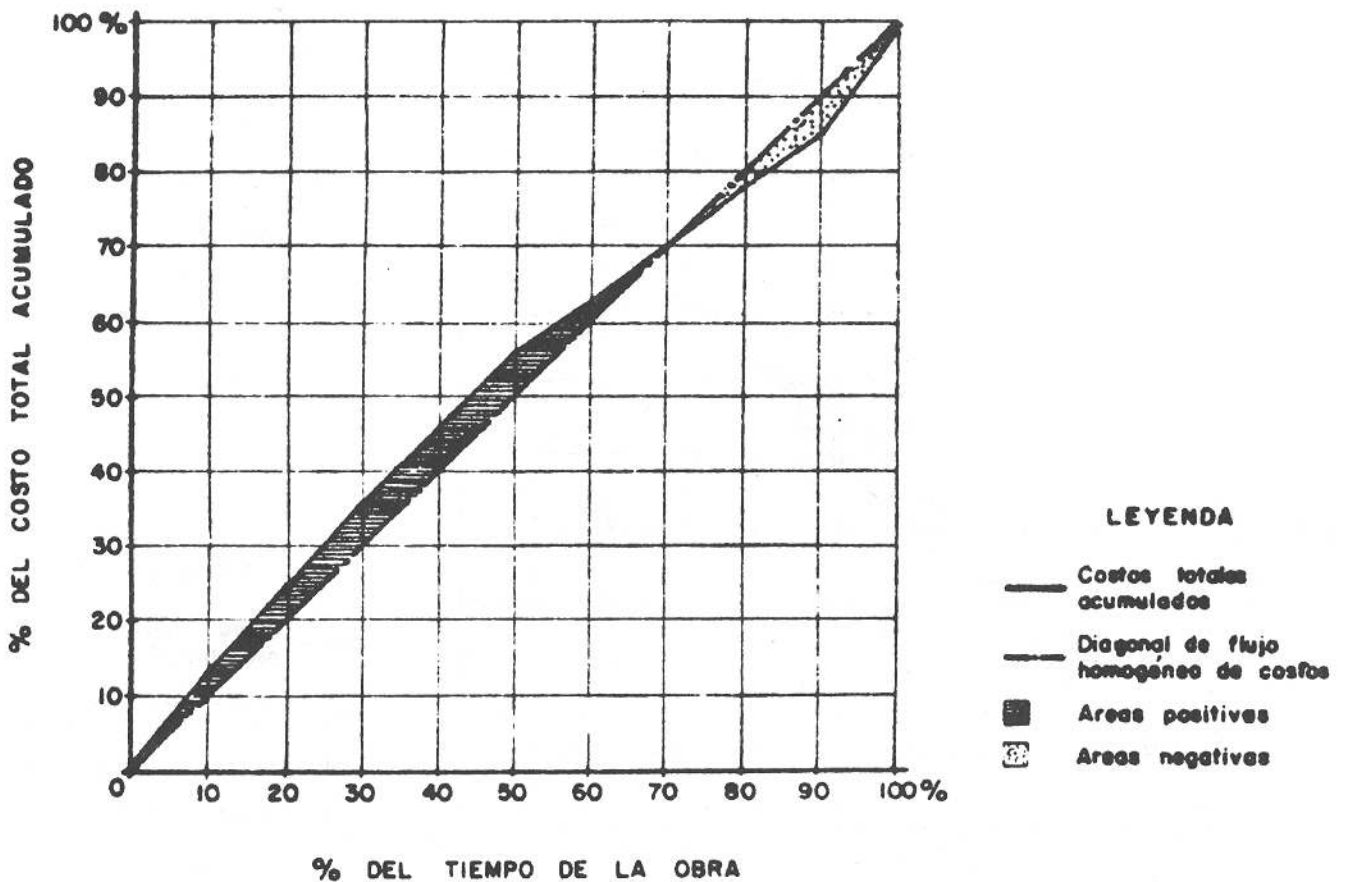
**"LA ORGANIZACION DE LA INDUSTRIA
DE LA CONSTRUCCION EN VENEZUELA
COMPONENTES Y RELACIONES"**

Gráfico N° 7

**CURVA NORMALIZADA DE COSTOS
EN EL FACTOR FUERZA DE TRABAJO**

EMPRESA Nº 09

OBRA Nº 79



| TIPO DE PRODUCTO | TIPO DE EMPRESA | | | TIPO DE CLIENTE | MONTOS DE OBRA | | INDICE DE MECANIZACION | | | | | | | | | PORCENTAJE DE COSTOS NO DE CONSUMIDOS POR FACTORES |
|------------------|-----------------------|----------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| | CAPITAL | OBRA EJECUTADA | NUMERO DE PERSONAL | | TOTAL | % MENSUAL | PNEC(I) PNEPH(I) CI(I) | | | | | | | | | |
| Vialidad | 50 | 245 | >1000 | PUB. X | en miles de Bs. | en miles de Bs. | C1 | C2 | C3 | B1 | B2 | B3 | C1 | C2 | C3 | 10.36 |
| | CLASIFICACION: Grande | | | PREV | 22.151 | 1.846 | CLASIFICACION | | | | | | | | | |

Cuadro N° 2
Cuadro de Partidas y Sub-Partidas para la Construcción de Carreteras
con Pavimento de Base Asfáltica en Caliente

| Partidas | Sub-partidas |
|---|---|
| 1. Operaciones Preliminares | 1.1 Localización y construcción de campamentos 1.2 Avanzadas (apertura de trochas y vías provisionales) 1.3 Replanteo |
| 2. Preparación del Sitio | 2.1 Reforestación y limpieza 2.2 Demoliciones 2.3 Remociones 2.4 Excavaciones 2.5 Compactación 2.6 Transporte de materiales procedentes de la preparación del sitio |
| 3. Construcción de Drenajes | 3.1 Alcantarillas: Metálicas corrugadas, tubulares de concreto o de cajón o placa de concreto 3.2 Canales, zanjas y sub-zanjas |
| 4. Construcción de Estructuras | 4.1 Construcción de pilotes 4.2 Muros de sostenimiento de piedra 4.3 Tablestacas 4.4 Gaviones 4.5 Excavaciones para estructuras 4.6 Compactaciones 4.7 Elaboración, vaciado, vibrado, acabado y cura de obras o estructuras en concreto 4.8 Suministro, transporte, doblado y colocación de acero de refuerzo en obras o estructuras. |
| 5. Movimiento de Tierras | 5.1 Remoción de tierras desechables 5.2 Banqueo 5.3 Excavación en préstamo 5.4 Ejecución de terraplenes 5.5 Transporte de tierras hasta distancias variables. |
| 6. Construcción de Sub-bases y bases en granzón natural u otro material | 6.1 Depósito del material sobre la vía 6.2 Extendido del material 6.3 Conformación del material 6.4 Compactación 6.5 Prueba de resistencia |
| 7. Construcción del pavimento compuesto de agregado sin triturar y cemento asfáltico, mezclados en planta, en caliente | 7.1 Riego de imprimación asfáltica 7.2 Preparación de la mezcla asfáltica 7.3 Transporte y colocación de la mezcla hasta el sitio de utilización 7.4 Extendido de la mezcla asfáltica 7.5 Compactación de la mezcla asfáltica 7.6 Pruebas de nivelación y corrección Nota: 7.3; 7.4; 7.5 y 7.6, se repiten sobre la superficie de acuerdo a los cuerpos aplicados hasta alcanzar el espesor especificado. |
| 8. Construcción de obras complementarias | 8.1 Brocales, cunetas y aceras 8.2 Tanquillas y bases de visitas 8.3 Barandas y defensas 8.4 Cercas 8.5 Otros |
| Total Partidas: Ocho (8) | Total Sub-Partidas: 39 |

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Dirección de Vialidad Terrestre. Dirección de Estudios y Proyectos. Oficina de Normas de Vialidad. Norma Covenin 2000-80. Provisional. Parte I. Carreteras.

PROYECTO INCOVEN

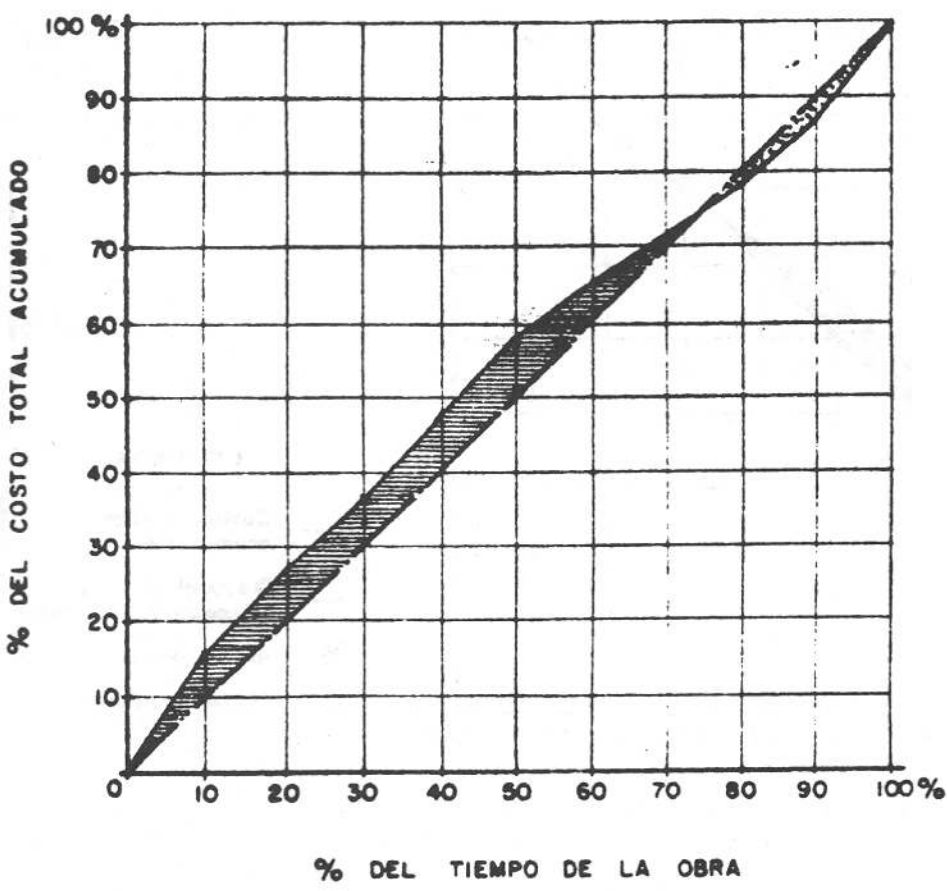
"LA ORGANIZACION DE LA INDUSTRIA
DE LA CONSTRUCCION EN VENEZUELA
COMPONENTES Y RELACIONES"

Gráfico N° 8

CURVA NORMALIZADA DE COSTOS TOTALES

EMPRESA N° 09

OBRA N° 79



- LEYENDA
- Costos totales acumulados
 - Diagonal de flujo homogéneo de costos
 - Áreas positivas
 - Áreas negativas

Nota
Para el cálculo del índice de mecanización solo se obtuvo la participación de la maquinaria en el costo total 18.37%

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------|--------------------------|----------------|--------------------|-----------------|-------------------|------------|------------------------|-----|-----|----------|-----|-----|--|---------------|
| UCV FAU IDEC IU SEU | TIPO DE PRODUCTO | TIPO DE EMPRESA | | | TIPO DE CLIENTE | MONTOS DE OBRA | | ÍNDICE DE MECANIZACIÓN | | | | | | PORCENTAJE DE COSTOS NO DESCOMPUESTOS POR FACTORES | |
| | Vialidad | CAPITAL | OBRA EJECUTADA | NÚMERO DE PERSONAS | PUB. x | TOTAL | PERMANENTE | PNEC(X) | | | PNEPH(X) | | | | CLASIFICACION |
| | | en millones de Bolívares | | | | en millones de Bs | | a.1 | a.2 | a.3 | b.1 | b.2 | b.3 | | |
| | | 50 | 245 | >1000 | | 22.151 | 1.846 | | | | | | | | |
| | | CLASIFICACION: Grande | | | | | | | | | | | | | |

Cuadro N° 2
Cuadro de Partidas y Sub-Partidas para la Construcción de Carreteras
con Pavimento de Base Asfáltica en Caliente

| Partidas | Sub-partidas |
|---|---|
| 1. Operaciones Preliminares | 1.1 Localización y construcción de campamentos 1.2 Avanzadas (apertura de trochas y vías provisionales) 1.3 Replanteo |
| 2. Preparación del Sitio | 2.1 Reforestación y limpieza 2.2 Demoliciones 2.3 Remociones 2.4 Excavaciones 2.5 Compactación 2.6 Transporte de materiales procedentes de la preparación del sitio |
| 3. Construcción de Drenajes | 3.1 Alcantarillas: Metálicas corrugadas, tubulares de concreto o de cajón o placa de concreto 3.2 Canales, zanjás y sub-zanjás |
| 4. Construcción de Estructuras | 4.1 Construcción de pilotes 4.2 Muros de sostenimiento de piedra 4.3 Tablestacas 4.4 Gaviones 4.5 Excavaciones para estructuras 4.6 Compactaciones 4.7 Elaboración, vaciado, vibrado, acabado y cura de obras o estructuras en concreto 4.8 Suministro, transporte, doblado y colocación de acero de refuerzo en obras o estructuras. |
| 5. Movimiento de Tierras | 5.1 Remoción de tierras desechables 5.2 Banqueo 5.3 Excavación en préstamo 5.4 Ejecución de terraplenes 5.5 Transporte de tierras hasta distancias variables. |
| 6. Construcción de Sub-bases y bases en granzón natural u otro material | 6.1 Depósito del material sobre la vía 6.2 Extendido del material 6.3 Conformación del material 6.4 Compactación 6.5 Prueba de resistencia |
| 7. Construcción del pavimento compuesto de agregado sin triturar y cemento asfáltico, mezclados en planta, en caliente | 7.1 Riego de imprimación asfáltica 7.2 Preparación de la mezcla asfáltica 7.3 Transporte y colocación de la mezcla hasta el sitio de utilización 7.4 Extendido de la mezcla asfáltica 7.5 Compactación de la mezcla asfáltica 7.6 Pruebas de nivelación y corrección Nota: 7.3; 7.4; 7.5 y 7.6, se repiten sobre la superficie de acuerdo a los cuerpos aplicados hasta alcanzar el espesor especificado. |
| 8. Construcción de obras complementarias | 8.1 Brocales, cunetas y aceras 8.2 Tanquillas y bases de visitas 8.3 Barandas y defensas 8.4 Cercas 8.5 Otros |
| Total Partidas: Ocho (8) | Total Sub-Partidas: 39 |

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Dirección de Vialidad Terrestre. Dirección de Estudios y Proyectos. Oficina de Normas de Vialidad. Norma Covenin 2000-80. Provisional. Parte I. Carreteras.

alizadas donde la maquinaria sustituya cada vez más la mano de obra, en la medida que los flujos factoriales sean relativamente homogéneos y correspondan a una cierta regularidad de operaciones.

Sin embargo, para generalizar estas hipótesis de posibles fases de desarrollo tecnológico de acuerdo a la regularidad de operaciones articuladas dentro de un proceso de trabajo parcial o entre varios procesos, deberían introducirse aquí al menos dos consideraciones adicionales. En primer lugar, el concepto de proporcionalidad entre factores de producción como complemento a la homogeneidad en el flujo en el tiempo. Anteriormente, cuando hablábamos sobre el origen de la manufactura ya habíamos dicho que en muchos casos una tecnología de combinación de fases de un proceso o de procesos entre sí podría basarse en la descomposición del volumen total de trabajo en partes separadas a cargo de equipos combinados similares, trabajando todos ellos en cooperación simple. Es decir que, tras un flujo homogéneo de factores, puede ocultarse una descomposición del trabajo en varias unidades o equipos, en cada una de los cuales se emplea una técnica similar, con una secuencia racional de operaciones combinadas que implica flujos homogéneos de factores. La eliminación de algunos de estos equipos de trabajo combinados modulares (cuadrillas) o el aumento del número de equipos en diversos momentos del tiempo de producción puede crear, a través de alteraciones en la homogeneidad del flujo de los factores consolidados, la errónea impresión de que las formas de trabajo no son orgánicas y de que las técnicas del proceso de que se trate no son las mismas a lo largo de la obra y por tanto no ofrecen posibilidades de industrialización a partir de la sistematización y sustitución del trabajo vivo en obra por trabajo muerto empleado también en obra. De allí la utilidad de añadir el análisis de flujo de factores, la participación porcentual de estos factores en las diversas magnitudes de costos incorporados en ese tipo de trabajo en distintos momentos de la obra. Se trata de descubrir casos donde la homogeneidad de los flujos factoriales esté alterada, no por formas variables del proceso de trabajo, sino por magnitudes de obra y por número de equipos que trabajen con la misma técnica.

La otra consideración adicional se refiere a volver sobre la continuidad en obra del proceso o el conjunto de procesos organizados combinadamente. Dijimos que en el proceso de obras de construcción con gran número de trabajos parciales es difícil que éstos se desarrollen todos a todo lo largo del tiempo de obra. Con las excepciones derivadas de las obras de gran magnitud y/o construidas por repetición de muchas obras iguales.

Aunque el proceso o los procesos donde se da el trabajo combinado sólo estén presentes en una parte de la obra, pueden estar articulados internamente o entre sí en forma orgánica e industrializarse en consecuencia. Sin embargo, existen límites dados por la participación mínima del proceso en obra, para que éste pueda tender a indus-

trializarse, por sistematización de secuencias de operaciones. Un criterio, que implica al tiempo en su dimensión económica, es el de la magnitud del costo del producto parcial de ese proceso o procesos combinados. Puede medirse en términos absolutos y también en términos de la proporción de los costos totales de obra que representan los costos de ese proceso o procesos parciales. La hipótesis es que los procesos con flujo homogéneo de costos por factores y con una importante participación de su producto en los costos totales de obras, son los más susceptibles de racionalizarse y de avanzar tecnológicamente hacia una sustitución del trabajo vivo por trabajo muerto en obra.

Sin embargo, en el caso de algunos procesos combinados que sí presentan una regularidad técnica susceptible de maquinización en obra, pero que no se dan sino puntualmente en cada obra y que incluso no representan un porcentaje importante de los costos totales, puede darse también un importante progreso tecnológico en las operaciones de obra, en la medida que este proceso o procesos sea asumidos por empresas especializadas, cuyo universo sean muchas obras y cuando esta situación le permita a dicha empresa altamente tecnificada mantener la continuidad en su trabajo, pasando de una a otra obra. Pero aquí puede interponerse la diversidad de formas o especificaciones del producto parcial dentro de cada obra, y las consecuentes dificultades e improbabilidades de completa industrialización, en la medida que el mercado para ese producto parcial sea por encargo, a la medida y, por ende, relativamente imperfecto.

En otras partes del proyecto INCOVEN se ha manejado el concepto de trabajo parcial dividido al interior de la manufactura en por lo menos dos escalas: tomando como trabajo parcial al conjunto de actividades englobadas en una partida general, como "trabajos de modificación de la forma del terreno", y también tomando, en otras ocasiones, a cada una de las diferentes sub-partidas o trabajos más precisos englobados en una partida genérica, como si aquéllas fuesen los trabajos divididos. Tal sería el caso de excavación y relleno, dentro de la partida mencionada.

La precisión puede llevarse a extremos mayores cuando en el relleno, por ejemplo, comenzamos a distinguir operaciones tales como la descarga del material de relleno, su extensión o distribución en la zona a rellenar y su compactación. De hecho, la ingeniería de análisis de costos vinculada a la descomposición del proceso de trabajo, suele llegar a detalles de aún mucha mayor precisión, distinguiendo movimientos y manipulaciones en la descripción de cada trabajo concreto. Este nivel de análisis parece necesario en las investigaciones tecnológicas que puedan conducir al perfeccionamiento de los instrumentos de ejecución y de los instrumentos de control en el camino de la industrialización y hacia los artefactos que puedan gobernar máquinas y a la vez ajustarse a sí mismos a las propiedades individuales de la máquina en cuestión, es decir, hacia la robótica. Pero este límite superior de la

industrialización a partir de articulaciones orgánicas o heterogéneas entre trabajos parciales divididos deberá tratarse con mayor detalle en otro tipo de investigación.

Lo que por ahora nos interesa es asumir la relatividad del término "trabajo parcial" y anotar que para llegar al trabajo concreto en sus formas de existencia real, el instrumento analítico debería afinarse al máximo. Esa relatividad es la que nos permite referirnos tanto a articulaciones entre procesos de trabajo parcial, como a articulaciones entre fases y operaciones al interior de cada proceso.

Ahora bien, aún manejándose a nivel de partidas generales, sean aquéllas las designadas de A a I en el conjunto simplificado, o sean más bien las efectivamente utilizadas para la descomposición de las obras en la investigación, existe una distinción operacional elemental entre las que hemos designado partidas homologables y las designadas como no homologables.

La homologabilidad de una partida viene dada por la capacidad de definir con ella a un proceso de trabajo concreto, específico, que implique operaciones similares, aunque pueda realizarse con diferentes técnicas y/o en la obtención de distintas variedades de productos parciales del mismo género.

Los "trabajos de preparación y modificación de la forma del terreno" (A en el código simplificado) o "trabajos de modificación de la forma del terreno" (en el 2º grupo de partidas del código efectivamente empleado en la investigación) son un buen ejemplo de esto, en la medida que describen el conjunto de operaciones para la transformación morfológica y resistente del suelo: excavación, relleno y compactación y transporte del material producido o requerido respectivamente por estas operaciones. El producto de estos trabajos puede ser un terraplén, una zanja o cualquier otra forma de terreno modificado, para los más variados usos y en gran variedad de escalas. Las técnicas empleadas en estas operaciones incluyen desde grandes voladuras hasta la excavación con herramientas manuales. De la compactación con "pisonos" manuales al uso de grandes maquinarias compactadoras. Desde el transporte y relleno con herramientas simples a la utilización de mototraíllas, tractores y tolvas gigantescas. Pero la partida designa operaciones similares y es homologable.

Para que ciertas partidas respondan a la definición de homologable se requiere precisar en ellas la "tecnología" dominante, entendiendo aquí por "tecnología", no el nivel técnico en la organización del trabajo, sino más bien la constitución material del producto. Por ejemplo, nuestra partida simplificada de "trabajos de ejecución de la estructura portante", equivalente a la realmente utilizada en la investigación bajo la designación de "construcción de la estructura", sólo es homologable en la medida que asumamos la utilización del concreto armado como material

estructural, del acero como material estructural, o de cualquier otro material estructural. Una vez definida la constitución material del producto, tendremos ante nosotros un trabajo concreto, suficientemente específico y que implica operaciones similares.

Sin embargo, la constitución material definida suele referirse más a un rango de variantes de un mismo material que específicamente a una de esas variantes. Es así cómo el concreto armado, que es un material compuesto, incluye preparaciones de concreto de diferente resistencia y con variantes en la composición química, incluye también distintos tipos de armadura metálica interna, realizados con aceros de distintas resistencias y, desde luego, formas, dimensiones y tipos de elementos estructurales muy variados. Pero todas las variantes caben dentro del material genérico "concreto armado" e implican en su producción operaciones similares.

En otros casos, la definición de la constitución material del producto, que permite la homologación de una partida o sub-partida, se refiere a aspectos físico-formales, como peso y dimensiones, más que a aspectos de la constitución físico-química o naturaleza interna del material en cuestión. Es así cómo a nivel de sub-partidas podemos considerar homologable la producción de cerramientos de bloques, independientemente de que esos bloques prefabricados sean de arcilla o de concreto. Esto, en la medida que el proceso de trabajo con uno u otro material se efectúa en forma similar, determinada por las dimensiones de los bloques y la forma y materiales que se utilizan para unirlos entre sí.

El criterio de constitución material del producto para homologar los procesos de trabajo implícitos en su ejecución va perdiendo precisión e incluso haciéndose irrelevante en la medida que nos refiramos a productos complejos, de constitución material compuesta. En casos sencillos como el del concreto armado, vimos que el criterio es relevante y define una tecnología. Pero en productos más complejos, como una máquina, un sistema de maquinaria o un sistema plenamente automatizado de robots, no parece muy relevante el anotar su constitución por diferentes aleaciones metálicas, combinadas con elementos plásticos y de otro tipo.

Por su parte, los procesos no homologables, son aquéllos que comprenden, bajo una misma denominación general, a una importante variedad de trabajos concretos distintos, constituidos por operaciones y manipulaciones disímiles.

En el listado de procesos de trabajo utilizado para el análisis de obras en la presente investigación, se incluyen ocho procesos como no homologables: suministro, almacenaje y colocación de cubiertas de techo (Nº 9), trabajos de impermeabilización y sus remates (Nº 10), trabajos de albañilería y tabiquería (Nº 11), trabajos de construcción de revestimiento y acabados exteriores e interiores (Nos.

12, 13 y 14), trabajos de suministro e instalación de equipos e instalaciones especiales (Nº 22) y trabajos de construcción del paisajismo y equipamiento exterior (Nº 23). En el listado simplificado de procesos utilizado en el ejemplo de edificación, los no homologables serían los comprendidos entre las letras G e I, ambos inclusive.

Como puede apreciarse, se trata de procesos que, en mayor o menor medida, pueden abarcar dentro de sí trabajos de distinta naturaleza. Mientras más amplio sea el espectro de trabajos concretos que abarque un proceso menos homologable será éste. Lo que no impide que a nivel de sub-partidas a un nivel mayor de desagregación, pueda describirse un trabajo concreto lo suficientemente específico para permitir la homologación a dicho nivel, aunque ese trabajo pueda efectuarse con diferentes niveles técnicos y arrojar variedades dentro del mismo producto genérico. Así como la "producción de pavimentos y pisos" es tan genérico que no puede homologarse entre obras diferentes, una sub-partida de otro nivel, tal como el "suministro y colocación de pisos interiores de losas de mármol" puede designar con mucha precisión a un proceso de trabajo concreto, homologable entre distintas obras. Sólo que un sistema de clasificación de los trabajos divididos de la construcción, llevado a tal nivel de desagregación, puede perder su utilidad operativa e instrumental, en vistas de que los datos de las obras de construcción no suelen manejarse a ese nivel de detalle. Con esto enfatizamos el carácter instrumental de la clasificación de procesos y sub-procesos empleado en nuestros análisis, admitiendo sus debilidades como taxonomía rigurosa.

La designación de un proceso de trabajo parcial como homologable no pasa pues, de indicar la precisión con que ese proceso describe un solo tipo de trabajo concreto, y, manejándose a distintos niveles de desagregación, siempre puede llegarse a una sub-partida que designe a un proceso de trabajo parcial específico, para toda la gran variedad de trabajos divididos presentes en los distintos tipos de obras de construcción.

Lo hasta ahora dicho dentro de este aparte se refiere a la designación de los trabajos parciales integrantes de la manufactura construcción. Pero todo trabajo parcial puede descomponerse en diversas partes, manipulaciones y operaciones, y éstas pueden estar articuladas entre sí y con el producto común, tanto en forma orgánica como en forma heterogénea, o combinaciones de ambas, dependiendo del trabajo parcial considerado. Esta forma de articulación entre las fases y operaciones de cada trabajo concreto, junto a consideraciones de la regularidad del flujo de factores de producción y a la continuidad del trabajo en la misma escala, son determinantes de sus posibilidades y formas de desarrollo tecnológico.

Dentro de un trabajo concreto cualquiera de construcción, digamos la pintura, podemos encontrar articu-

laciones de tipo similar a las descritas entre varios trabajos concretos. Hay encadenamientos secuenciales entre el encamisado de una pared frizada y las manos de pintura que deberán aplicársele. O entre el fondeado de los elementos metálicos con una base anticorrosiva previa a la aplicación de las capas de pintura. Pero estas secuencias no tienen por qué indicar una sucesión inmediata y su diferimiento puede implicar un encadenamiento más bien heterogéneo, donde algunas fases se realicen en una manufactura o taller diferente a la obra-taller de construcción. Es así como el fondeado anticorrosivo de los elementos metálicos suele realizarse en el taller de herrería, frecuentemente externo a la propia obra de construcción, y con ello queda separado de las restantes fases de la pintura, a ejecutarse en obra y muchas veces bastante después de que los elementos metálicos han sido instalados.

En la medida que las fases, manipulaciones y operaciones de un trabajo concreto en los que se divide la construcción tengan una articulación de tipo orgánico, y en la medida que ese proceso se desarrolle en una forma relativamente continua y en la misma escala, el desarrollo tecnológico del proceso tenderá a avanzar por racionalización y simplificación de operaciones y manipulaciones y por la progresiva incorporación de maquinarias e instrumentos en obra que, primero, faciliten el trabajo humano vivo y luego, puedan ir reduciendo su participación.

Un trabajo concreto de este tipo, en obra, puede adoptar un nivel técnico o forma concreta de realizarse, especialmente adecuado a la escala en que se deba realizar el proceso. Sólo que las variaciones, en la escala del trabajo, en distintas obras y aun dentro de la misma obra en el tiempo, suelen ser mucho más frecuentes y llevar al establecimiento de "módulos" de trabajo con el nivel técnico más adecuado para una determinada escala mínima, acometiéndose entonces las escalas de producción mayores por repetición de estos módulos, que trabajarían en cooperación simple entre sí. Usualmente, como en todo trabajo colectivo, el nivel técnico óptimo para las pequeñas escalas o "módulos" de trabajo, suele ser menos desarrollado que el que podría obtenerse para escalas mayores. Pero la aparentemente menor productividad del trabajo queda compensada por la capacidad de la técnica de menor escala de adaptarse a mayor variedad de obras concretas y por repetición, a distintas escalas de trabajo dentro de un cierto rango.

Por otra parte, como ya hemos mencionado anteriormente, la falta de continuidad de un trabajo concreto a lo largo de todo el tiempo de una obra, puede incentivar su desarrollo tecnológico a través de empresas especializadas que consigan trabajar más o menos continuamente trasladándose de una a otra obra. Este trabajo dividido, según el que estemos considerando en concreto, podrá ser tecnificado con vistas a la ejecución más productiva dentro de la misma obra o más bien, si la naturaleza heterogénea de la articu-

lación de sus fases y operaciones lo permite, avanzará tecnológicamente en el perfeccionamiento de las fases y operaciones que puedan realizarse fuera de la obra, en una manufactura o industria separada, reduciendo al mínimo y sistematizando al máximo las fases de instalación o montaje, necesariamente articuladas en forma orgánica al resto de los trabajos concretos de obra. Para cualquiera de los trabajos concretos de construcción, la separación de la obra y el trabajo externo a ésta puede concretarse en el conjunto de fases y operaciones de articulación heterogénea, "estalladas" fuera de la obra y acometidas con niveles técnicos cada vez más productivos, en manufacturas distintas a la obra de construcción, mientras que en la obra permanece simplemente la instalación o montaje de los productos de esa manufactura dividida o separada.

Así como en algunas edificaciones realizadas en el pasado histórico podría hablarse de un trabajo concreto de "producción de revestimientos de tejas para el techo", incluyendo allí como trabajo vinculado a la obra el moldeado y horneado de las tejas de arcilla, hoy en día, el mismo proceso ha quedado reducido en obra al "suministro y colocación de revestimiento de tejas en el techo", mientras que la producción de la teja ha "estallado" hacia el exterior de la obra y puede realizarse en plantas industriales automatizadas que producen para las variadas y múltiples obras que constituyen su mercado. La preparación de la teja en obra, en el pasado, no estaba vinculada técnicamente al cuerpo principal de la edificación en progreso. Sólo había una unidad externa, consistente en prepararla en la zona de la obra y a tiempo para que hubiesen tejas cuando se fueran a colocar. Bastó con romper la unidad externa y hacer las tejas en una manufactura o industria independiente de la obra, de donde podían transportarse, con la mediación del almacenaje y la comercialización, para aparecer en distintas obras en el momento necesario. Esta tendencia de reducción del trabajo de obra al "suministro y colocación" de ele-

mentos, materiales y componentes, elaborados en manufacturas e industrias independientes de la obra, ha tenido un desarrollo muy acentuado y marca una clara línea de desarrollo tecnológico dentro del sector construcción.

Esto es particularmente acentuado para los productos complejos o muy elaborados como los equipos, pero, como vimos en el caso de la teja, también se ha desarrollado para productos más simples. Llevada a su extremo, esta tendencia reduce el taller-obra de construcción a un ensamblaje en sitio de productos previamente elaborados y magnifica el papel del transporte como trabajo concreto encadenado a la obra de construcción.

Esta forma de acumular trabajo en materiales elaborados al margen del taller-obra, estuvo siempre presente en los procesos de construcción que utilizaban cualquier materia prima, es decir, materia con un grado de elaboración superior al de la simple materia bruta, extraída directamente de la naturaleza. De lo que se trata cuando nos referimos a una tendencia de desarrollo tecnológico, que como toda tendencia de este género consiste esencialmente en sustituir trabajo vivo por trabajo muerto acumulado, es por una parte del incremento constante del trabajo acumulado en las materias elaboradas al margen de la obra, hasta reducir ésta a un ensamblaje final, característico de la manufactura heterogénea, y es por otra parte la constatación de la mayor capacidad de desarrollo tecnológico de las partes divididas del trabajo colectivo en la medida que se desprenden de las limitaciones estructurales de la obra de construcción, se desplazan a otras manufacturas divididas y se convierten en grandes industrias.

Es así como también, desde el punto de vista de la evolución tecnológica, la manufactura construcción puede aparecer como predominantemente heterogénea.

ANEXO 1

UCV, FAU, IDEC - IU - SEU

**“La Organización de la Industria de la Construcción
En Venezuela. Componentes y Relaciones”
(INCOVEN)**

**Código de Procesos y Sub-Procesos de Trabajo
en Obras de Construcción (Edificaciones)**

1. Construcción de instalaciones preliminares
2. Trabajos de preparación y limpieza del terreno
 - 2.1 Deforestación
 - 2.2 Demoliciones
 - 2.3 Remociones
3. Trabajos de modificación de la forma del terreno (movimiento de tierra)
 - 3.1 Excavación a mano
 - 3.2 Relleno, compactación y conformación a mano
 - 3.3 Excavación a máquina (y explosivos)
 - 3.4 Relleno a máquina
 - 3.5 Transporte de préstamo y/o bote de tierra y escombros
4. Construcción de obras de concreto en exteriores e infraestructura
 - 4.1 Suministro, vaciado y vibrado de concreto premezclado
 - 4.2 Preparación, vaciado y vibrado de concreto
 - 4.3 Construcción y/o colocación de encofrados
 - 4.4 Armado y colocación de acero de refuerzo
 - 4.5 Construcción y/o colocación de anclajes, juntas y similares.
 - 4.6 Construcción de pilotes de concreto

Nota: Se incluye la construcción de: Losas de fundación, muros, cabezales, fundaciones, pedestales, vigas de riostra, estanques subterráneos, fosos de ascensores y montacargas, sótanos de transformadores y otras obras de concreto, exceptuando los asociados y vialidad y a la partida de paisajismo y equipamiento exterior (proceso N° 23).

5. Construcción de la estructura de concreto armado
 - 5.1 Suministro, vaciado y vibrado de concreto premezclado
 - 5.2 Preparación vaciado y vibrado de concreto
 - 5.3 Construcción y/o colocación de encofrados
 - 5.4 Armado y colocación de acero de refuerzo
 - 5.5 Suministro y colocación de accesorios para concreto armado y pretensado
 - 5.6 Suministro, almacenamiento y colocación de bloques de platabanda

Nota: Se incluyen los trabajos de construcción de la estructura en sí misma, quiebrasoles de concreto, estanques elevados, escaleras de concreto, muros y pantallas.

6. Suministro y colocación de componentes prefabricados de concreto
 - 6.1 Componentes de paredes y tabiques
 - 6.2 Columnas
 - 6.3 Vigas
 - 6.4 Losas
 - 6.5 Escaleras y escalones
 - 6.6 Montaje de componentes

Nota: Se incluye el transporte.

7. Construcción de estructura de madera
 - 7.1 Suministro y/o construcción de componentes estructurales
 - 7.2 Montaje de componentes

Nota: Se incluye el transporte. Si se emplean pilotes de madera, su construcción se incluye en este proceso.

8. Construcción de estructura metálica
 - 8.1 Suministro y/o construcción de componentes estructurales
 - 8.2 Montaje de componentes

Nota: Se incluye el transporte. Si se emplean pilotes metálicos, se incluyen en este proceso.

9. Suministro, almacenaje y colocación de cubiertas de techo
 - 9.1 Asbesto cemento
 - 9.2 Láminas metálicas
 - 9.3 Madera y teja arcilla
 - 9.4 Madera y teja asfáltica
 - 9.5 Tabelón y perfil metálico
 - 9.6 Plásticos y similares

10. Trabajos de impermeabilización y sus remates
 - 10.1 En techos
 - 10.2 En estanques, jardinerías y similares
 - 10.3 Para aislamiento térmico
 - 10.4 En juntas, flashings, remates, protecciones, canales.

11. Trabajos de albañilería y tabiquería
 - 11.1 Albañilería de arcilla
 - 11.2 Albañilería de bloques de concreto
 - 11.3 Tabiquería
 - 11.4 Cemento, cal y otros materiales de albañilería

Nota: La tabiquería no incluye la construcción y/o suministro y colocación de tabiques de madera o metálicos sanitarios, los cuales se incluyen en los procesos referidos a la carpintería de madera y carpintería metálica (15 y 16 respectivamente). En tabiquería se incluyen: el suministro y la colocación de tabiques de fórmica, aluminio y similares tipo sandwich; tabiques de yeso y cartón-yeso, tabiques de asbesto cemento.

12. Trabajos de construcción de revestimientos y acabados exteriores

- 12.1 Suministro y colocación de cerámica, porcelana y similares
- 12.2 Construcción de frisos exteriores
- 12.3 Construcción de remates en frisos exteriores
- 12.4 Suministro y colocación de fachadas cortina (curtain-wall) y similares
- 12.5 Suministro y colocación de cerramientos metálicos exteriores
- 12.6 Suministro y colocación de cerramientos de asbesto-cemento exteriores
- 12.7 Suministro y colocación de cerramientos de plásticos y similares

Nota: En 12.4 se deben incluir los tipos de ventanería y cerramientos que incluyen carpintería metálica y cristalería o vidriería asociada; por ej.: Macuplas, unifedo y similares.
En 12.5; 12.6 y 12.7, se incluyen quiebrasoles y similares.
La pintura se registra por separado en el proceso 19.

13. Trabajos de construcción de revestimientos y acabados en paredes y techos interiores.

- 13.1 Suministro y colocación de cerámica, porcelana y similares
- 13.2 Construcción de frisos interiores
- 13.3 Construcción de remates interiores
- 13.4 Suministro y colocación de madera, corcho y similares
- 13.5 Suministro y colocación de papel tapiz y similares
- 13.6 Suministro y colocación de cielorrasos y plafones.

14. Trabajos de construcción de revestimiento y acabados en pisos

- 14.1 Suministro y colocación de cerámica y similares
- 14.2 Construcción de granito, cemento y similares
- 14.3 Suministro y colocación de madera, corcho y similares
- 14.4 Suministro y colocación de vinyl, caucho y similares
- 14.5 Suministro y colocación de alfombras y similares
- 14.6 Suministro y colocación de rodapié de vinyl

Nota: Otros tipos de rodapié se incluyen en los sub-procesos correspondientes al tipo de material.

15. Trabajos de carpintería de madera, construcción y/o suministro y colocación de:

- 15.1 Puertas y marcos
- 15.2 Ventanas y ventanales
- 15.3 Closets
- 15.4 Escaleras, escalones, barandas y pasamanos
- 15.5 Muebles y similares
- 15.6 Tabiques de madera

16. Trabajos de carpintería metálica, construcción y/o suministro y colocación de:

- 16.1 Puertas y marcos

- 16.2 Ventanas y ventanales
- 16.3 Rejas y similares
- 16.4 Escaleras, barandas y pasamanos
- 16.5 Tabiques sanitarios metálicos

17. Trabajos de suministro y colocación de vidrios, cristales y similares

18. Trabajos de suministro y colocación de cerraduras, bisagras, herrajes y otros similares de ferretería.

Nota: Pueden aparecer incluidos en carpintería de madera y carpintería metálica.

19. Trabajos de suministro y aplicación de pinturas, barnices y similares

- 19.1 En exteriores
- 19.2 En interiores
- 19.3 En carpintería de madera
- 19.4 En carpintería metálica

20. Trabajos de construcción de las instalaciones sanitarias

- 20.1 Puntos de aguas negras y ventilación
- 20.2 Puntos de aguas blancas
- 20.3 Puntos de gas
- 20.4 Suministro y colocación de piezas sanitarias y accesorios
- 20.5 Tanquillas, caja troncocónica y similares
- 20.6 Tanque séptico, sumideros y similares
- 20.7 Punto de aguas de lluvia

Nota: Incluyen piezas sanitarias (20.4): batea, fregaderos, lavamopas, etc

21. Trabajos de construcción de las instalaciones eléctricas, telefónicas y de intercomunicación.

- 21.1 Canalización y cableado de puntos de iluminación, tomacorrientes y similares
- 21.2 Suministro y colocación de lámparas y similares
- 21.3 Suministro e instalación de tableros
- 21.4 Canalización y cableado de acometidas, transformadores y otros
- 21.5 Canalización y cableado de puntos para teléfonos
- 21.6 Canalización y cableado de acometidas telefónicas
- 21.7 Suministro e instalación de sistemas de intercomunicación, circuitos cerrados de T.V., antenas y similares.

22. Trabajos de suministro e instalación de equipos e instalaciones mecánicas y especiales

- 22.1 Ascensores, montacargas, escaleras mecánicas y similares
- 22.2 Aparatos y equipos de aire acondicionado, incluyendo ductos.
- 22.3 Sistemas de detección y alarma contra incendios, incluyendo tuberías
- 22.4 Sistema de disposición de basuras, incluyendo ductos, compactadoras, incineradores y similares.

- 22.5 Sistemas de ventilación mecánica, incluyendo ductos y extractores

22.6 Sistemas hidroneumáticos, incluyendo tanques metálicos y bombas

22.7 Sistemas de señalización, incluyendo buzones, anuncios y similares

22.8 Instalaciones especiales de aire comprimido, vapor, gases y otros
- 23.1 Jardinería, grama, arborización, reforestación y similares

23.2 Piscinas, fuentes y similares

23.3 Mobiliario exterior (bancos, jardineras, postes y similares)

23.4 Cercas y similares

23.5 Señalización exterior

23.6 Pararrayos.
23. Trabajos de construcción del paisajismo y del equipamiento exterior

La Circulación del Capital en la Industria de la Construcción (*)

Federico Villanueva B.(**)

(*) El presente texto corresponde a uno de los capítulos introductorios del Trabajo sobre el tema del autor, Miembro del Equipo INCOVEN.

(**) Profesor-Investigador del Sector de Estudios Urbanos, Escuela de Arquitectura, FAU, UCV.

El desarrollo de las fuerzas productivas en la construcción se encuentra limitado por una organización manufacturera de la cooperación en el trabajo. Se trata de una manufactura donde la potencia fundamental del proceso de trabajo colectivo descansa en la habilidad, pericia y capacidad de los trabajadores mismos y no de una verdadera industria donde exista un organismo objetivo, externo a los trabajadores y sobre el cual se organiza necesariamente el trabajo colectivo.

Sobre una base manufacturera, la construcción en sitio tiene que presentar una composición orgánica relativamente baja, ser amplia utilizadora de mano de obra y poseer una tecnología general relativamente atrasada.

Como la productividad de construcción se halla condicionada por un gran derroche de fuerza humana de trabajo que se sustrae a otros ámbitos de la producción, el valor de sus productos es comparativamente muy elevado. Tanto que aún en la forma de precios monopólicos que implican una gran transferencia de valor desde la construcción a otras ramas de la producción, las obras de construcción tienen un alto precio. Esto no sólo se corresponde a la alta participación relativa de la fuerza de trabajo frente a los medios de producción, sino también a la gran magnitud del trabajo cristalizado en cada obra completa.

Los productos de la industria de la construcción son el resultado de un largo período de trabajo continuo, cuyas múltiples jornadas culminan con la aparición de un producto parcial en elaboración progresiva. Sólo al final del proceso se obtiene un producto capaz de pasar a los distintos tipos de consumo que puedan efectuarse en otras ramas de la producción, del capital y de la reproducción

colectiva e individual. Decimos entonces que los productos de la industria son de tipo discreto y que su tiempo de producción, primer componente del tiempo total de rotación, es bastante largo, superando en buena parte de las obras al ciclo anual tomando usualmente como referencia en la contabilidad social.

Los distintos procesos y subprocesos en que se divide el trabajo manufacturero de construcción se articulan entre sí y en su conjunto de una manera predominantemente heterogénea. Aunque algunos procesos se desarrollan continua y secuencialmente sobre un mismo objeto de trabajo de elaboración progresiva, buena parte de las secuencias suelen interrumpirse y otros procesos actúan de una manera relativamente independiente, ensamblándose luego sus productos parciales.

Más importante aún para definir la forma heterogénea de la manufactura construcción es la imposibilidad material de que en el mismo taller-obra, los procesos se sucedan lineal y continuamente sobre nuevos ejemplares del objeto de trabajo. Esta posibilidad tropieza con la forma de constitución específica del taller para cada obra singular vinculada localmente, con su consecuencia en cuanto a la brevedad de la existencia de cada taller manufacturero así constituido. Es así como los distintos procesos y subprocesos de trabajo integrantes de la manufactura no aparecen en ella a lo largo de todo el tiempo de producción, sino más bien durante períodos específicos y cómo aún los procesos de presencia más prolongada varían su escala de producción e importancia relativa a lo largo del período.

Las características fundamentales de la producción hasta aquí descritas van a influir individualmente y en conjunto sobre la circulación del capital de construcción.

En la primera fase de la circulación dentro del ciclo del capital dinero, es decir, en la compra de los medios de producción y de la fuerza de trabajo, van a influir tanto la participación variable de los procesos y subprocesos a lo largo del tiempo total de obra, como la vinculación local específica y distinta de cada taller de obra. Si a estas características sumamos las limitaciones materiales en extensión y sobre todo en acondicionamiento de un taller-obra constituido en cada caso, para almacenar adecuadamente existencias de medios de producción, así como las implicaciones en términos de desembolsos de capital que tendría la compra masiva de medios de producción que no serían inmediatamente utilizados sino reservados para otras fases del trabajo, nos resulta fácil deducir la importancia que tiene, dentro de la construcción, la cuestión de la organización del transporte, suministro y almacenamiento de los medios de producción, a fin de garantizar la oportunidad en la disposición de éstos y la continuidad de un proceso de producción con requerimientos que varían sensiblemente a lo largo de su desarrollo. Todo ello en condiciones de dispersión geográfica de los proveedores y

de montaje y desmontaje del taller manufacturero en distintas localizaciones, para cada obra diferente.

De igual manera, la participación variable, en el tiempo y en su intensidad, de los distintos procesos integrantes de la manufactura-obra, va a configurar características peculiares en la compra de fuerza de trabajo para cada unidad de producción. La vinculación y liberación de capital variable en la obra de construcción van a ser mucho más fluidas que en cualquier industria o manufactura estable. Sobre todo si vemos este capital variable encarnado en obreros con habilidades específicas requeridas para los distintos procesos y subprocesos que se presentan, crecen, decrecen o desaparecen a lo largo del tiempo de obra. Si a esta forma de rotación de los trabajadores sumamos la rotación correspondiente a la constatación en cada obra de las habilidades individuales sobre las que se sostiene la producción manufacturera, podemos deducir la peculiaridad de la contratación de la fuerza de trabajo en cada unidad productiva de la industria de la construcción y la necesidad que tienen, en su conjunto, de disponer de una oferta constante de trabajadores, en un mercado fluido.

La vinculación local de cada obra de construcción implica en todos los casos la necesidad de disponer del suelo como objeto de trabajo y en muchos casos la compra de éste, o capitalización de la renta del suelo, como condición de producción. Se trata de un adelanto de parte del excedente que sólo se recuperará, usualmente con creces, al completarse la circulación del producto. En otros casos, menos frecuentes en nuestro país, el pago se limita a la renta de la tierra durante el tiempo de producción, que luego seguirá cobrándose al consumidor del producto, indisolublemente ligada al alquiler de éste.

La especificidad y vinculación local de cada obra de construcción también implican, en la mayoría de los casos, la aparición del proyecto y de la tecnología en él recogida, como insumos particulares de cada producto. A diferencia de otras ramas de la producción, industriales o manufactureras, de productos continuos e incluso discretos, donde las tecnologías e incluso los diseños son aplicables a muchos productos similares o variaciones de éstos, independientemente de que tecnologías y diseños sean autogenerados por la rama industrial de que se trata o adquiridos como mercancías a otras ramas especializadas y sustentadas por la división social del trabajo.

La relativamente breve duración del taller-obra y su modificación en cuanto a los procesos que lo componen a lo largo del tiempo da una singular importancia a la disponibilidad de maquinarias y equipos, dentro de la empresa constructora o en mercado abierto, y al transporte de estos capitales fijos hacia o desde la obra cuando el próximo inicio o reciente finalización de los procesos específicos en que participan así lo determinen. Todo el capital fijo, de cualquier rama industrial, mantiene su forma material y su valor de uso al lado del producto en cuya

elaboración se utiliza. Pero en las industrias y manufacturas que mantienen sus fábricas y talleres produciendo constantemente en la misma localización, el parque, una vez instalado, rara vez vuelve a desplazarse físicamente. En cambio, casi todo el capital fijo utilizado en el taller-obra de construcción sobrevive a la conclusión de la obra que determina el desmontaje del taller y más a la conclusión del trabajo parcial en el que participa. De allí la importancia del transporte para la incorporación de los capitales fijos en construcción.

Para el conjunto de las obras de construcción es necesaria una oferta constante, sostenida y fluida de maquinarias y equipos. Esto, considerando al capital fijo como valor. Como valor de uso, el capital fijo de construcción debe presentar características de transportabilidad, de facilidad de montaje y desmontaje aún en los equipos mayores y más complejos y de adaptabilidad a las condiciones variables de cada obra. Este es uno de los límites que acotan el desarrollo de la tecnología de construcción en sus instrumentos de trabajo.

Hasta aquí, venimos refiriéndonos a las características fundamentales de la primera fase de la circulación en el ciclo del capital dinero de construcción, es decir, a la compra de capital-mercancías con una forma apta para producir. Pero las características fundamentales de la producción en construcción van a influir también en la segunda fase de la circulación o venta del producto, así como en la articulación particular que presenta la construcción, entre una parte de la venta, la del producto semi-elaborado o parcial, y la obtención del producto discreto global capaz de entrar en el consumo social.

La vinculación local del producto, con la consiguiente necesidad de disposición de tierra, muchas veces obtenida por la vía de la compra; junto a la gran masa de medios de producción y de fuerza de trabajo que se va acumulando durante un período relativamente largo en el producto discreto y que determinan un alto precio de éste, hacen que los desembolsos de capital necesarios para obtener un producto final listo para el consumo sean muy grandes y por mucho tiempo, aún sin considerar todavía el tiempo de circulación del producto de construcción terminado.

Esto determina la forma peculiar de organización del proceso de circulación y producción en su conjunto, dentro de la industria de la construcción. En vez de enfrentar el proceso con un solo gran capital productivo concentrado, capaz de sostener por sí mismo todos los desembolsos necesarios para concluir la obra, en la gran mayoría de los casos aparecen a este nivel tres agentes capitalistas genéricos, con distinto papel en el proceso y distintas formas y magnitudes de desembolso y recuperación de capital: el empresario constructor, el empresario promotor y el capital financiero de la producción.

Este tipo de organización se constituye sobre la posibilidad de realizar una parte de la Fase II de la circulación del producto, es decir, de la venta, antes de que el producto discreto global sea completado. Se trata de la venta de los productos parciales y semi-elaborados que van constituyendo la obra, mediante el sistema de valuaciones de obra ejecutada. Este sistema permite al empresario constructor, bajo cuyo control se dan los procesos y subprocesos de producción que constituyen en su conjunto la manufactura, vender el producto parcial de los procesos o de parte de éstos a un cliente que le ha encargado parte o la totalidad de la obra. Este cliente es el empresario promotor, propietario de una obra cada vez más terminada y bajo cuyo control se encuentra el negocio en su conjunto: garantiza la disposición del suelo como objeto genérico de trabajo, compra o elabora el insumo proyecto, supervisa o controla una parte de los elementos fundamentales en la logística de suministro e incorporación de los medios de producción, contrata al empresario o conjunto de empresarios constructores y les va pagando por sus productos parciales. Pero en buena parte de las obras, el cliente-promotor no puede, ni le conviene, sostener por sí mismo el conjunto de desembolsos de capital que a través de él se dan hasta completar el producto discreto. De allí la necesidad del tercer agente genérico, que le presta al promotor el capital dinero necesario para la compra de los productos parciales y el grado de elaboración progresiva: el capital financiero de la producción.

Los desembolsos de este agente se dan también en función del sistema de valuación de obra ejecutada y en la medida que el producto cada vez más elaborado va constituyendo una garantía hipotecaria cada vez más valiosa para el préstamo de dinero.

La organización descrita, dominante dentro de la industria de la construcción, independiza el grado de concentración de capital del empresario constructor del grado de concentración requerido para el negocio en su conjunto, a un punto tal que puede aparecer otra forma de acción de capital financiero de la producción, descontando valuaciones y contratos completos, para que el constructor no tenga ni siquiera que soportar, con capital propio, el período entre pagos efectivos de valuaciones y, en el extremo, nos encontraremos con casos donde el aporte de capital propio del constructor no es sólo inexistente, sino que éste dispone de capital ajeno excedente, más allá de sus costos, a lo largo de toda la obra.

Es en la fase de la circulación correspondiente a la venta del producto donde encontramos las características más específicas de la industria de la construcción.

En primer lugar, la vinculación local de los productos de la industria de la construcción hace que éstos no puedan trasladarse físicamente y que su circulación como mercancías se refiera al movimiento de los títulos que acreditan su propiedad y no al de la cosa misma. Como bienes materiales,

las obras construidas no pueden desplazarse entre mercados regionales.

Como dijimos, la forma general es que se construye por encargo de un cliente, y el constructor es pagado en la medida que entrega productos parciales. A esta venta progresiva del producto al cliente que encarga la hemos denominado primera parte de la segunda fase de la circulación, en el ciclo del capital dinero de construcción.

El cliente del constructor puede conservar el producto para sí o actuar como intermediario comercial hacia la segunda parte de la segunda fase de la circulación.

En el primer caso, o el producto construido constituye un valor de uso para el cliente-promotor, sea directamente o sea indirectamente cuando el promotor administra alguna forma de consumo colectivo, o bien el producto se constituye, por su valor, en un tipo particular de capital financiero en forma funcional de mercancía, que va a ser alquilado.

En el segundo caso, el promotor, actuando como capital comercial, va a vender el producto a otro intermediario comercial o, más frecuentemente, al propietario-usuario o al propietario que alquila el producto al usuario o usuarios.

El tránsito del producto de manos del intermediario a las del usuario consumidor, que denominamos segunda parte de la segunda fase de la circulación, presenta entonces las formas genéricas de venta y de alquiler, que transmiten respectivamente la propiedad o el usufructo del bien construido.

La reventa correspondiente a la segunda parte de la segunda fase de la circulación es siempre de contado, aunque esta denominación se conserva para aquellos casos donde el cliente-usuario paga con dinero propio, denominándose venta por cuotas o a plazos aquellos casos donde el cliente-usuario debe recurrir al préstamo de capital en forma funcional de dinero, por parte del capital financiero. Deberá entonces reponerlo, con sus intereses, por cuotas.

Sea cuando el cliente promotor conserva el producto para sí o bien cuando lo revende al usuario, la necesidad de concentrar la gran masa de capital dinero que permita, en el primer caso, cancelar todos los productos parciales que constituyen el producto discreto global y, de haber mediado el capital financiero a la construcción, el préstamo y los intereses que le correspondan y que, en el segundo caso permita además cancelar las partes del excedente de construcción que correspondan al promotor, suele hacer aparecer a un cuarto agente genérico del capital de construcción, que aportando buena parte de esa masa de dinero, sea capaz de sostener un período de recuperación que puede llegar a ser muchísimo más largo que el tiempo de producción de la obra. Este agente genérico es el capital

financiero denominado generalmente “del consumo” o “de largo plazo” a cuyo cargo está completar, en la circulación prolongada del dinero que sirvió para comprar el bien con la realización de todo el excedente que allí puede apropiarse, la circulación total del capital de construcción cuya forma mercancía entró en la esfera del consumo individual o productivo poco después de completarse el producto discreto.

El financiamiento a largo plazo de la compra del producto de construcción suele otorgarse sobre la base de una garantía hipotecaria, aunque para cierto tipo de compradores y de productos se utilicen formas distintas y más complejas.

Los préstamos hipotecarios otorgados pueden constituir la base para la emisión de títulos-valores (cédulas, bonos) por el capital financiero institucionalizado, que una vez colocados puedan ser usados para nuevos préstamos.

El agente genérico “capital financiero de largo plazo” puede asumir una forma relativamente simple, donde el encadenamiento fundamental sea hacia la captación y origen de los fondos que presta, pero también puede asumir formas complejas de encadenamientos interfinancieros que en el caso de nuestro país han conducido tradicionalmente hasta el Estado actuando como garante de la reproducción del capital de construcción en su conjunto. En todo caso, la expansión de la oferta de crédito y su fluctuación de acuerdo al comportamiento de los indicadores monetarios -circulante, liquidez, tasas de interés, propensión al ahorro- condicionan las posibilidades de producción y circulación en la construcción.

Es a la recuperación o acumulación previa del capital-dinero con el cual el cliente-usuario paga el bien construido, haya o no mediado un capital financiero de largo plazo, a la que denominamos el corolario de la segunda fase de la circulación en el ciclo del capital dinero de construcción. Es evidente que en todas las formas de circulación de todos los tipos de productos de la industria de la construcción van a aparecer la primera parte de la segunda fase de la circulación y el corolario de la segunda fase. La que hemos denominado segunda parte de la Fase II de la circulación aparecerá sólo en aquellos casos donde haya un promotor intermediario actuando como capital comercial, es decir, comprando para luego vender, o cuando el producto se capitalice a través del alquiler.

La forma característica de la construcción en la organización de todo el proceso de producción y circulación en su conjunto permite la presencia de cuatro funciones capitalistas genéricas: la de empresario constructor, la de empresario promotor, la de financista de la producción y la de financista a largo plazo del pago del propietario final. A los agentes que efectúan cada una de estas cuatro funciones les corresponden distintas formas de desembolso y recuperación de capitales de diferentes magnitudes y por

lapsos diversos. Asimismo, se apropian de partes diferenciadas del excedente total captable en la circulación del producto de la construcción.

En el ciclo del capital dinero en su conjunto, la metamorfosis final de la forma mercancía del producto a la forma dinero sólo concluye cuando todo el excedente realizable haya tomado esa forma de dinero. Pero el ciclo particular de cada agente genérico del capital concluye para él cuando ha realizado su parte del excedente.

Esto, que es característico de la producción y circulación de cualquier bien o servicio y que se corresponde con la presencia de fracciones particulares de capital comercial y financiero al lado del capital industrial o productivo, se manifiesta además en la construcción y otras ramas mediante una secuencia entre la transformación de partes de la plusvalía en dinero, el paso del producto mercancía al consumo y la posterior realización progresiva del resto del excedente apropiable contenido en el precio del producto. De allí las diferencias entre el precio en que el constructor vende el producto al promotor, el precio en que el promotor vende el producto al consumidor y lo que finalmente paga el usuario al capital que financió la compra.

En la contabilidad social, para la cual la forma de ciclo más conveniente es la del capital mercancías, usualmente sobre una base anual, el excedente considerado para la formación del precio del producto de construcción incluye hasta los intereses que corresponden al capital financiero de la producción. Los intereses del financiamiento al consumo van a aparecer en las matrices de insumo-producto de dos maneras diferentes según se trate de consumo productivo o no productivo. En el primer caso estos intereses aparecerán como una parte del excedente apropiado en futuros ciclos dentro de las ramas productivas que emplean la obra como parte de su capital fijo. En el caso del consumo no productivo de diversa índole, los intereses a largo plazo aparecerán como tales en las columnas correspondientes a los distintos tipos de consumo no productivo en futuros ciclos, en doble contabilidad en el cuarto cuadrante de la matriz, mientras que el destino de estos intereses aparecerá también como consumo capitalista y/o acumulación de productos de distintas ramas, en el tercer cuadrante de la matriz de Insumo-Producto.

Como vemos, independientemente de la forma genérica y de la variante concreta mediante la cual el consumidor o usuario obtenga el uso, o la propiedad y el uso del producto de construcción, las formas de consumo van a abarcar desde formas netamente productivas, como capitales fijos empleados en la producción de todo tipo de bienes y servicios, hasta formas de consumo colectivo no productivo, constituyentes de la base material de la reproducción de la población en su conjunto.

Todos éstos van a ser consumos prolongados, donde el objeto construido, a la manera de un capital fijo, va a

mantener su forma material al lado de la de los productos o consumidores en cuya producción o reproducción intervino. Esta característica del valor de uso de los productos de la construcción es la base material que permite el surgimiento de las formas de circulación prolongada de alquiler y venta a plazos, y de las distintas variantes de acumulación previa y recuperación del capital dinero necesario para producirlos.

Los productos de la industria de la construcción no sólo van a participar a la manera de capitales fijos en la producción y el consumo, sino que dentro de los capitales fijos o de los bienes durables de consumo, las construcciones de todo tipo suelen ser las de más larga vida útil y menor coeficiente de depreciación anual.

Semejante característica permite el retorno de muchas construcciones a la circulación de mercancías en cualquier momento de su vida útil, sean como capitales mercancías para la venta al contado o a plazos, o sean como capitales financieros en forma funcional de mercancías para alquilar. Ello puede ser para la misma forma de consumo genérico y concreto o para otra diferente y puede implicar o no transformaciones más o menos importantes del producto, que vuelve en el primer caso a constituirse en objeto general de trabajo de un nuevo proceso de construcción.

De la durabilidad de los productos de la construcción se desprende además la importancia que poseen el mantenimiento y la reparación como especializaciones del trabajo de construcción que se realizan a lo largo de la vida útil del bien y luego de terminado éste como producto manufacturero discreto, permitiendo establecer categorías como el "costo global",¹ que sirven para cuantificar económicamente y a largo plazo las influencias del tipo de tecnología seleccionado para producir y de la calidad del producto.

Por otra parte, la conservación prolongada del valor de uso del producto de construcción supone también la conservación de su valor y permite el retorno de éste a la circulación financiera, por la vía directa de préstamos hipotecarios que puedan obtenerse sobre el bien en cualquier momento de su vida útil y por la vía indirecta de constituir elementos fundamentales de un balance personal o mercantil que permita la obtención de otro tipo de préstamos.

Productos como los de construcción, de consumo no productivo durable o de consumo productivo como capitales fijos, aparecen dentro de la contabilidad social como inversiones. Por tanto figuran en las matrices de inversiones acumuladas o capitales fijos que enmarcan a los esquemas

1 Francieu, Marie-Claire de "La Noción del Costo Global del Habitat: Ejemplos de Aplicación". —En: Coloquio venezolano-francés sobre economía de la construcción, IDEC/CSTB/UCV, 1981.

descriptivos del ciclo anual del capital mercancías social, o esquemas de insumo-producto.

En la matriz de insumo-producto propiamente dicha, el sector o los sectores que representan a la producción en construcción aparecen como cualquier columna normal, con sus transacciones intersectoriales en el primer cuadrante y su producto de valor en el segundo cuadrante. En el sentido del consumo o de las filas del sector o los sectores de construcción todo el producto va a aparecer en el tercer cuadrante en la casilla o casillas que corresponden a inversiones. En las formas simplificadas de insumo-producto, esta casilla se limita a la de la columna de "formación de capital". Pero esta columna, en formas más desarrolladas de la matriz, puede descomponerse en formación de capital productivo y formación de bienes de consumo durable y esta última puede aparecer como varias columnas que correspondan a cada una de las subdivisiones pertinentes del consumo no productivo: capital comercial, capital financiero, consumo privado individual-divisible en obreros productivos, asalariados no productivos y capitalistas-, consumo colectivo y, consumo del gobierno. Cualquiera que sea su desagregación y número, cada columna de formación de capital y cada una de las casillas que la forman en el tercer cuadrante, incluyendo a la o las correspondientes al producto de construcción, contiene una cifra constituida por dos valores: uno repone a la depreciación del capital o bien durable del mismo tipo ocurrida durante el ciclo anual y otra, de existir, representa la acumulación en forma de ese tipo de bienes, sea para producir con ellos en mayor escala o sea para el consumo durable, individual o colectivo, de los nuevos trabajadores que se incorporarán en el próximo ciclo a consecuencias de la nueva escala de producción.

Por otro lado, las construcciones que forman parte del parque productivo o de los productos de consumo durable disponibles, van unas parcialmente a aparecer en las distintas columnas de la producción dentro de la matriz de Insumo-Producto, en el segundo cuadrante a nivel de la fila de depreciación, cuya forma más perfecta sería la de una matriz similar a la de capitales fijos anteriormente mencionada; mientras que la misma fila o matriz en el cuarto cuadrante, correspondiente a distintas columnas del consumo no productivo, va a contener, en doble contabilidad, los valores de la depreciación de bienes de consumo no productivo durable, que también deben aparecer en la formación o formaciones de capital, como antes dijéramos, a menos que esté operando una desacumulación en la economía estudiada.

Esta es la forma de reflejar en la contabilidad social la característica de los capitales fijos y bienes durables, de intervenir totalmente en la formación de los valores de uso y parcialmente en la formación de sus valores.

Evidentemente, para el estudio de la articulación de la industria de la construcción con el conjunto de la economía, mientras más desagregada, detallada y continua sea la información disponible en forma de matrices de Insumo-Producto, mejores resultados podrán obtenerse. Para el estudio concreto de la circulación de la construcción de un país son datos necesarios la matriz de capitales fijos, con su depreciación matricial y la mayor descomposición posible de los sectores no productivos y de la formación de capital y bienes durables, en una visión continua y confiable que cubra varios años. Al menos en nuestro país, no es fácil disponer de una información así organizada.

Elementos de control en la tecnología del concreto (*)

Gladys Maggi V. (**)

(*) Trabajo presentado en las Terceras Jornadas de Investigación del IDEC. Diciembre, 1984.

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

1. INTRODUCCION

Para la producción de componentes y sistemas constructivos de concreto, se requiere el conocimiento de la tecnología del material, en sus aspectos de componentes, propiedades, proceso de producción y control, entre otros, para así poder estimar su comportamiento final, y garantizar los requerimientos de resistencia establecidos en el diseño.

El estudio sobre los elementos de control en la tecnología del concreto tiene como objetivo plantear los lineamientos básicos que deben tenerse en cuenta para la producción y control de calidad del concreto. No se trata de un análisis exhaustivo de todas las variables que influyen en la calidad del producto final, habiéndose intentado ampliar el estudio a todas las consideraciones establecidas en la bibliografía consultada.

El estudio consta de tres secciones:

1. Control de los componentes
2. Control del proceso de producción
3. Control del producto final.

En la primera sección se incluye una descripción de los componentes del concreto: agregados, cemento, agua y aditivos, su influencia en la mezcla, los ensayos requeridos, y los rangos establecidos para la aceptación o rechazo de los materiales. La segunda sección se refiere a las operaciones requeridas para la elaboración del concreto, y al control necesario de los equipos utilizados en la dosificación y mezclado de los componentes. En la última sección se considera el comportamiento estadístico de las variables analizadas, en función de las pruebas de cilindro ensayadas.

2. CONTROL DE LOS COMPONENTES

Las propiedades de los componentes del concreto deben ser conocidas detalladamente, para poder estimar las propiedades del concreto que con ellos se elabore.

Las operaciones requeridas para elaborar el concreto son numerosas: selección de los materiales, diseño y ajuste de mezclas, mezclado, transporte, manejo, colocación, vibrado y curado; y a cada una de ellas debe prestársele la atención adecuada para no dañar la calidad del concreto.

Sin embargo, la selección de los componentes idóneos, y el diseño y preparación de la mezcla constituyen actividades primordiales, por cuanto con la primera garantizamos el control de las propiedades de los materiales que constituyen el concreto. Y con la segunda, garantizamos las proporciones de los componentes en la mezcla, a fin de estimar el comportamiento final del concreto.

Como ya sabemos, los componentes que intervienen en la fabricación del concreto son: agregados, cemento, agua y aditivos.

2.1. Agregados

Los agregados constituyen el mayor componente de la masa de concreto, y su participación es decisiva tanto en la ejecución de la mezcla como en el comportamiento del concreto. Los agregados deben ser inocuos, estar libres de impurezas y tener una granulometría dentro de los límites adecuados; de allí la importancia de que ellos cumplan con un conjunto de propiedades físicas y de exigencias químicas que garanticen la calidad del concreto.

Para el análisis de los agregados podemos considerar diferentes niveles de control:

- **Agregados controlados:** Son aquéllos para los cuales se ha establecido un control riguroso a fin de garantizar su calidad en todos los aspectos; son producidos en plantas destinadas a ese fin específico. Esta es la condición ideal para la producción de agregados, pero no es frecuente.
- **Agregados conocidos no controlados:** Son los agregados, provenientes de zonas de saque, y cuya inocuidad es conocida por haber sido analizada y probada en ocasiones anteriores. Estos agregados requieren ser sometidos a operaciones de limpieza y a una clasificación adecuada, para garantizar la calidad del producto.
- **Agregados nuevos:** Son materiales cuya calidad se desconoce y no existe experiencia de su utilización. En estos casos debe asegurarse cabalmente la calidad del material, mediante los métodos de ensayos normalizados establecidos por las normas.

La evaluación de las condiciones físicas y químicas requeridas para los agregados se realiza mediante ensayos en muestras representativas del material a considerar, y cuyos resultados permiten la comparación con las especificaciones establecidas, para la determinación de la aceptación o rechazo del material.

El conocimiento de las características físicas de los agregados: textura, forma, tamaño máximo, granulometría y otras, permite predecir la calidad del concreto. Y el control de exigencias químicas: presencia de finos, terrones de arcilla y materiales orgánicos, entre otras, permite evitar su reacción en la masa de concreto.

Los ensayos esenciales que deben efectuarse a los agregados son:

- Granulometría (tamaño máximo)
- Presencia de finos: - menor cedazo 74 μ *
 - menor cedazo 20 μ **
- Terrones de arcilla y partículas desmenuzables
- Sales solubles: cloruros y sulfatos
- Materia orgánica **
- Reactividad potencial
- Resistencia al desgaste *
- Peso específico y unitario
- Porosidad y absorción.

Nota: (*) Ensayos sólo para agregado grueso
(**) Ensayos para agregados finos solamente.

Seguidamente, la **Tabla N° 1** muestra la interrelación existente entre:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| a. Exigencia de los agregados; | Conjunto de características, tanto físicas como químicas, a las cuales deben estar sujetos los agregados. |
| b. Influencias sobre el concreto; | Algunos de los efectos producidos sobre la calidad de la pasta y la mezcla de concreto. |
| c. Ensayos; | Métodos de ensayo requeridos para la determinación de las diferentes exigencias de los agregados, así como la norma COVENIN que los establecen (se incluye también la norma equivalente según el Comité Conjunto del Concreto Armado -CCCA-). |
| d. Rangos recomendables del ensayo; | Condiciones de aceptación o rechazo del material. |

■ Tabla N° 1

| Exigencias del agregado | Influencias sobre el concreto | Ensayos | Rangos recomendables del ensayo | Componentes sujetos a ensayos y su periodicidad |
|-------------------------------|--|---|---|--|
| Forma y textura | <ul style="list-style-type: none"> * Trabajabilidad del concreto (cantidad de agua requerida en la mezcla). * Las formas alargadas o muy achatadas pueden definir zonas débiles dentro de la masa, en su comportamiento ante los esfuerzos mecánicos. | * COVENIN N° 264 (CCCA Ag. 11) "Determinación del cociente entre la dimensión máxima y la dimensión mínima en agregados gruesos". | Partículas alargadas (long \geq 5 ancho) no sobrepasan el 25% en peso del agregado. | |
| Tamaño máximo y granulometría | <ul style="list-style-type: none"> * Trabajabilidad del concreto. * Se relaciona con las resistencias mecánicas a través de las diferentes posibilidades de densidad. * Mezclas de gradación discontinua, pero bien estudiadas, ofrecen elevadas resistencias. * Mezcla con exceso de retención en uno o varios tamices, producen mezclas áridas. * Granulometría continúa tendiendo a finos \Rightarrow mayor contenido de agua y cemento. * Granulometría continúa tendiendo a gruesos \Rightarrow inclinación a la segregación. | * COVENIN N°225 (CCCA Ay. 2) "Método de ensayo para determinar la composición granulométrica de agregados gruesos y finos" | % retenido en cualquier tamiz $<$ 40% | <p>Ensayo a efectuarse a los agregados finos y gruesos, al inicio de cada obra y cuando se varíe la fuente de suministro.</p> <p>Se recomienda establecer una periodicidad en este ensayo, con la finalidad de prever variaciones en las características de la fuente.</p> |
| Dureza | La dureza del agregado grueso resulta decisiva en el caso de concretos sometidos a elevadas tasas de desgaste por roce o abrasión. | * COVENIN N° 265 (CCCA Ag 12) "Método de ensayo para determinar la dureza al rayado de partículas de agregados gruesos". -Ensayo directo- | Máximo de 5% en peso, de partículas blandas. | <ul style="list-style-type: none"> - Agregados desconocidos - Ensayo obligatorio cuando el concreto vaya a estar sometido a sollicitaciones de desgaste. |

| Exigencias del agregado | Influencias sobre el concreto | Ensayos | Rangos recomendables del ensayo | Componentes sujetos a ensayos y su periodicidad |
|-------------------------|---|--|---|---|
| Dureza (cont.) | | * COVENIN N° 267 y 266 (CCCA Ag 13 - Ag 14) "Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste mecánico". (Ensayo de los Angeles) -Ensayo Indirecto- | Desgaste ≤ 50% en peso Obras especiales ≤ 40% | |
| Presencia de finos | * Exceso de finos plantea una mayor avidez de agua: → produce pasta fina que envuelve a los granos de agregado, dañando la condición de adherencia entre estos y la pasta. → puede afectar las condiciones de trabajabilidad. * Disminuye la resistencia al desgaste por abrasión del concreto. | * COVENIN N° 258 (CCCA Ag 5) "Determinación por lavado del contenido de materiales más finos que el cedazo de 74 micras (N° 200) en agregados minerales". * COVENIN N° 259 (CCCA Ag 6) "Determinación por suspensión de partículas menores de 20 micras, en agregados finos". | Concretos con elevado índice de desgaste: < 3% en peso de finos. Concretos normales: < 5% en peso de finos. | Agregados gruesos naturales y arenas. |
| Terrones de arcilla | * La característica de plasticidad de la arcilla al mezclarla con agua: → produce masas blandas que afectan la resistencia del concreto o la adherencia entre las fases de agregado y de pasta. * La arcilla y granos de material deleznable representan puntos débiles en la masa de concreto. | * COVENIN N° 257 (CCCA Ag 4) "Contenido de partículas desmenuzables en los agregados". * COVENIN N° 260 (CCCA Ag 7) "Determinación del contenido de partículas livianas en los agregados". | < 1% Concretos normales: 1% en peso. Concretos en obra limpia: 0,5% en peso. | - Agregados finos y gruesos, desconocidos. - Se recomiendan los ensayos cuando se detecten cantidades menores de terrones de arcilla y partículas desmenuzables. - Ensayo se realizará en caso de sospecha de partículas perjudiciales de material carbonoso. |

| Exigencias del agregado | Influencias sobre el concreto | Ensayos | Rangos recomendables del ensayo | Componentes sujetos a ensayos y su periodicidad |
|------------------------------|---|--|--|---|
| Peso específico | Característica poco variable en el tiempo y en el espacio geográfico. Propiedad intrínseca del material que debe conocerse para los efectos de la aplicación en algunos métodos de diseño de mezclas. | <p>* COVENIN N° 269 (CCCA Ag. 16) "Determinación del peso específico y la absorción del agregado grueso".</p> <p>* COVENIN N° 268 (CCCA Ag 15) "Determinación del peso específico y la absorción del agregado fino".</p> | <p>Los resultados de este ensayo no constituyen aceptación o rechazo del material.</p> <p>Densidad promedio 2.65 (en Venezuela).</p> | Agregados finos y gruesos. |
| Pesos unitarios | Es la relación entre el peso del material que cabe en un recipiente y el volumen de ese recipiente. Se puede obtener: Peso unitario suelto Peso unitario compacto | <p>* COVENIN N° 263 (CCCA Ag 10) "Determinación del peso unitario del agregado".</p> <p>Ensayos no obligatorios.</p> | | Agregados finos y gruesos. |
| Porosidad y absorción | Características de suma importancia en la etapa de ajustes del diseño, a las condiciones reales de los materiales ⇒ Correcciones de la cantidad de agua a incorporar en la mezcla. | <p>* COVENIN N° 272 (CCCA Ag 19) "Determinación de la humedad superficial del agregado fino".</p> | | |
| Reactividad potencial | Las reacciones químicas del alcali del cemento con el agregado pueden producir productos expansivos que conducen al deterioro progresivo del cemento. | <p>* COVENIN N° 262 (CCCA Ag 9) "Determinación de la reactividad potencial del agregado" (Método químico).</p> <p>* COVENIN N° 276 (CCCA Ag 23) "Determinación de la reactividad potencial alcalina de combinaciones cemento-agregado". (Método de la barra de mortero).</p> | | En agregados desconocidos o donde hay duda de su inocuidad. |

| Exigencias del agregado | Influencias sobre el concreto | Ensayos | Rangos recomendables del ensayo | Componentes sujetos a ensayos y su periodicidad |
|-------------------------|--|---|---|--|
| Materias orgánicas | Las materias orgánicas no visibles que impregnan o se adhieren a los granos del agregado pueden resultar de peligro, ya que afectan la velocidad de reacción del cemento, retrasando considerablemente el tiempo normal de fraguado. | <p>* COVENIN N° 256 (CCCCA Ag 3) "Determinación cualitativa de impurezas orgánicas en arenas para concreto" (Ensayo colorimétrico)</p> <p>* COVENIN N° 275 (CCCCA Ag 22) "Método de ensayo para determinar el efecto de impurezas orgánicas en el agregado fino de la resistencia de morteros".</p> | <p>Color comparado con patrones de aceptación o rechazo.</p> | <p>- Arenas donde se detectan impurezas orgánicas.</p> <p>- Es recomendable control periódico de las arenas, aunque no hayan antecedentes.</p> |
| Sales solubles | <p>* El alto contenido de sulfatos o de cloruros adheridos a las superficies de las arenas constituye un peligro para el concreto.</p> <p>* Los sulfatos atacan al cemento produciendo reacciones expansivas que agrietan y desmoronan la masa de concreto.</p> <p>* Los cloruros corroen el acero del concreto armado, perdiendo sus condiciones resistentes, aumentando el volumen y agrietando las secciones de concreto. Producen alteraciones en el tiempo de fraguado y en la velocidad de endurecimiento.</p> | <p>* COVENIN N° 261 (CCCCA Ag 8) "Determinación cuantitativa del contenido de cloruros y sulfatos solubles en las arenas".</p> | <p>Sulfatos $\leq 1\%$ en peso</p> <p>Cloruros $\leq 0,1\%$ en peso</p> | <p>- Arenas localizadas en zonas costeras, deberán ensayarse periódicamente.</p> <p>- Arenas desconocidas.</p> |

2.2. Cemento

El cemento es el componente activo del concreto, y por ende influye en todas las características de ese material. Como es sabido, el cemento constituye solamente un 10 a 20% del peso del concreto, siendo el porcentaje de materiales restantes lo que condiciona la posibilidad de que se desarrollen las propiedades del cemento. La calidad de los agregados y las proporciones de mezcla entre los componentes son primordiales en la calidad del producto final.

El control estricto en la obtención del cemento en plantas de gran capacidad, determina su calidad y la confiabilidad del usuario en el producto. Los tipos de cemento portland considerados por las normas A.S.T.M. y sus características, se indican en la Tabla N° 2.

TABLA N°2 TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

| Tipo | Características | Límites de la composición usual promedio, % | | | |
|------|---|---|------------------|------------------|-------------------|
| | | C ₃ S | C ₂ S | C ₃ A | C ₄ FA |
| I | Uso general | 40-55 | 25-30 | 8-15 | 5-10 |
| II | Resistente a los sulfatos y bajo calor de hidratación | 40-50 | 25-35 | <8 | 10-15 |
| III | Altas resistencias iniciales | 50-63 | 15-20 | 3-15 | 8-12 |
| IV | Muy bajo calor de hidratación | 25-35 | 40-50 | <7 | 10-15 |
| V | Muy alta resistencia a los sulfatos | 32-42 | 38-48 | <5 | <10 |

Fuente: "Manual del concreto Fresco" 1975.

En Venezuela, el cemento más utilizado y el de mayor producción es el Tipo I; el Tipo II, tiene producción limitada y el Tipo III se produce ocasionalmente.

Los índices principales para determinar la calidad del cemento, son el tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión.

El control de calidad del cemento se basa en la determinación de la finura y en el comportamiento estadístico de los resultados de ensayos de compresión. Con ellos se puede prever la resistencia del cemento y de la mezcla.

Las resistencias mecánicas del concreto se deben al cemento, pero están condicionadas por la calidad y proporciones de los otros materiales que constituyen la mezcla.

Para comparar la calidad resistente del cemento en pruebas de concreto, es necesario mantener constantes los componentes de la mezcla con excepción del cemento, y las mezclas deben ser iguales en todos los aspectos al igual que las condiciones de ensayo. Este procedimiento resulta muy costoso y constituye un método poco sensible. Por ello, para detectar las resistencias mecánicas del cemento, se recurre al ensayo de morteros.

Actualmente existen dos métodos de ensayos: el de la A.S.T.M. (en Venezuela CCCA: Ce 100) y el de RILEN-CEMBUREAU (en Venezuela CCCA: Ce 15 16). Con ambos se obtiene un coeficiente de variación del 2%. Sin embargo, no debe olvidarse que las resistencias obtenidas por cualquiera de los métodos no serán las resistencias definitivas que se obtendrá en concretos, ya que éstas últimas dependen de la calidad de los agregados y de las proporciones de los componentes.

El cemento es un polvo demasiado fino para poder hacerle un análisis granulométrico por medio del tamizado. Por ello para la determinación de la finura se pueden utilizar los siguientes métodos:

- Turbidímetro Wagner
- Permeabilímetro Blaine

Este último es el más frecuente, y consiste en determinar la velocidad de paso de una corriente de aire a través de un bloque de polvo de cemento compactado; velocidad ésta que se relaciona con la geometría de las partículas.

Los cementos usuales se muelen a finuras Blaine entre 2.800 y 3.500 cm²/grs. Cuando este valor es mayor a 4.000 cm²/grs., y tomando en cuenta la composición del cemento, se pueden presentar problemas de retracción en el cemento o dificultades en el mezclado.

En resumen, algunos de los factores a considerar en el control del cemento al llegar a la obra son:

- Verificación de la temperatura de llegada
- Toma de muestras representativas
- Ensayos de laboratorio para la determinación del tiempo de fraguado, finura y resistencia a la compresión.

2.3. Agua

Las características del agua, cantidad y calidad, influyen de una manera determinante en las propiedades del concreto endurecido. El agua es el componente que inicia las reacciones que permitirán al cemento adquirir las propiedades requeridas por la mezcla de concreto.

Para la hidratación del cemento se requiere de la proporción adecuada de agua de calidad aceptable, dentro de la pasta.

El agua deberá estar libre de impurezas -materia orgánica, sales disueltas, álcalis, sólidos en suspensión y otros-, ya que ciertas proporciones de estas sustancias pueden afectar la resistencia del concreto, producir alteraciones en el tiempo y proceso de fraguado, así como corrosión del refuerzo metálico, para el caso de concreto armado.

Si se tienen dudas sobre la calidad del agua a utilizar en el mezclado, es necesario realizar algunos ensayos de control, entre ellos:

- Análisis químico
- Morteros de prueba

En la **Tabla Nº 3** se indican valores máximos permitidos de sustancias, en el agua de mezclado.

Tabla Nº 3: SUSTANCIAS EN EL AGUA DE MEZCLADO DEL CONCRETO

| Sustancias | Contenido máximo (ppm ó ml/l) |
|----------------------------------|----------------------------------|
| Carbonato y bicarbonato de sodio | 1.000 |
| Carbonatos de calcio y magnesio | 400 |
| Sulfato de magnesio y cloruro | 40.000 |
| Cloruro de sodio | 20.000 |
| Sulfato de sodio | 10.000 |
| Ácidos | 10.000 |
| Sales de hierro | 40.000 |
| Limos o partículas en suspensión | 2.000 |
| Agua de mar | 35.000 |
| Desechos industriales | 4.000 |
| Desechos sanitarios | 400 |
| Azúcar | 500 |
| Algas | 1.000 |
| Hidróxido de potasio y sodio | 0,5-1% por peso de cem. |
| Aceites | 2 % por peso de cem. |

FUENTE: P.C.A. Principles Of Quality Concrete

Para la evaluación de los morteros de prueba, se recomienda tener un mortero patrón que permita evaluar, por comparación, la influencia del agua de mezclado. La única variable en las probetas que se sometan a ensayos deberá ser el agua cuya calidad se trata de comprobar. En los resultados del ensayo de comprensión a los 7 días se verificará el aumento de la resistencia con el tiempo; y los valores obtenidos de los ensayos a los 28 días no deberán diferir en más de un 10% por debajo del valor obtenido con la probeta patrón.

En la **Tabla Nº 4** se indican los efectos producidos por las sustancias presentes en el agua.

Tabla Nº 4: EFECTOS SOBRE LA MEZCLA DE LAS SUSTANCIAS PRESENTES EN EL AGUA.

| Sustancias | Efectos sobre la mezcla |
|------------------------------------|---|
| Agua de mar | Aumento de la resistencia a edades tempranas y reducción a edades mayores. |
| Ácidos o Alcalis | En general no afectan la resistencia del concreto, a excepción de la presencia de ácido sulfúrico. |
| Sulfato y Cloruro de Sodio | Reducción de la resistencia. |
| Carbonatos y Bicarbonatos | Efectos en el tiempo de fraguado. |
| Desechos o sustancias industriales | Pueden modificar el tiempo de fraguado o reducir la resistencia. |
| Azúcar | Concentración entre 0,03 y 0,15% retarda fraguado, concentración sobre 0,20% aceleran el fraguado. |
| Aceites | Causan disminución de la resistencia. |
| Algas | Pueden producir disminuir resistencia, al interferir en la adherencia entre pastas y agregados, o por incorporar aire en la mezcla. |

2.4. Aditivos

La utilización de los aditivos químicos en la producción del concreto para modificar las propiedades del mismo, con el fin de obtener mejores condiciones de trabajabilidad o de economía, ha aumentado considerablemente en los últimos años. De allí la importancia de establecer un control estricto de su uso durante la fabricación del concreto.

Las especificaciones ASTM clasifican los aditivos químicos en términos de su función, a saber:

- Tipo A: Aditivos reductores de agua
- Tipo B: Aditivos retardantes
- Tipo C: Aditivos acelerantes
- Tipo D: Aditivos reductores de agua y retardantes
- Tipo E: Aditivos reductores de agua y acelerantes
- Los aditivos incorporadores de aire están referidos en un grupo aparte.

Entre los factores a considerar en el control de los aditivos, podemos mencionar:

- Verificación de las especificaciones establecidas por el fabricante.
- Es recomendable realizar los ensayos necesarios para comprobar la efectividad de los aditivos con los materiales que se van a utilizar en la ejecución de la obra.
- Almacenaje apropiado para evitar su contaminación o deterioro.
- Determinación de la uniformidad entre lotes de productos suministrados en diferentes fechas.
- Control en la correcta dosificación del aditivo apropiado, así como en el proceso de incorporación a la mezcla.
- Comprobación del efecto producido por el aditivo en las mezclas de concreto, con respecto al determinado en los ensayos preliminares. La uniformidad de estos resultados puede considerarse más importante que el promedio de resultados aceptables.

En el uso de un aditivo debe considerarse la variación en el costo unitario del concreto (comparación del costo de los componentes de la mezcla con aditivos, y el costo de los mismos sin aditivos) así como su influencia en el costo de mezclado, transporte, colocación, acabado y curado del concreto. El empleo de aditivos influye en la determinación del método constructivo.

Otras características de importancia en la selección del aditivo adecuado y su dosificación son trabajabilidad, velocidad de incremento de la resistencia, textura de las superficies, variación del tiempo de fraguado y otros.

2.5. Diseño de Mezclas

Con el diseño de mezclas se trata de establecer un método para determinar las proporciones en que se deben mezclar los componentes, partiendo de las características exigidas para el concreto.

Las propiedades del agregado y del cemento tienen marcados efectos sobre la resistencia y durabilidad del concreto, así como el contenido de agua requerido para su colocación.

Se podría afirmar que si las fuentes de suministro de los componentes del concreto son uniformes y se mantienen constantes (pequeña variación en la granulometría y en el tamaño máximo, así como en el contenido de cemento y en la trabajabilidad del concreto), la resistencia del cemento no se afectará en forma apreciable, siempre y cuando la calidad de la pasta de cemento, definida por la relación agua/cemento, se mantenga constante.

Sin embargo, si las fuentes de suministro varían, podrían producirse alteraciones de importancia en la resistencia del cemento, aun cuando la relación agua/cemento se mantuviera constante.

Es por ello que, para obras donde se empleen cantidades importantes de concreto, se recomienda un control sistemático de los suministros, en base a ensayos de laboratorio.

En términos generales puede establecerse que el concreto debe ser vaciado con el menor contenido de agua que garantice una trabajabilidad adecuada, con la finalidad de garantizar su resistencia, durabilidad y estabilidad ante los agentes agresivos externos. Por otra parte, el diseño de la mezcla debe enfocarse en términos de economía.

Para el control de la fabricación del concreto debe conocerse la siguiente información:

- Resistencia especificada a la compresión
- Tamaño máximo del agregado
- Trabajabilidad
- Tipo de cemento
- Relación agua/cemento
- Aditivos
- Método de colocación.

Mezclas de Prueba: La determinación definitiva de las proporciones de la mezcla de concreto debe basarse en las mezclas de prueba de laboratorio o en la experiencia de campo con los materiales que se van a utilizar. Es difícil establecer proporciones promedio que produzcan el mejor concreto, para un lugar u obra determinada, sin experiencia previa o pruebas con los materiales disponibles.

3. CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCION

En el proceso de producción del concreto se deben verificar todas las operaciones que intervienen en la fabricación de la mezcla de cemento, así como el control de los equipos requeridos para la dosificación y mezclado de los componentes.

3.1. Mezclado de Concreto

Mediante el mezclado se debe garantizar la adecuada distribución de los componentes del concreto con el fin de obtener una mezcla homogénea.

Todas las operaciones que intervienen en el proceso de mezclado pueden realizarse en forma manual o mecánicamente con la ayuda de aparatos mezcladores; este último procedimiento es el más utilizado. Se recomiendan las mezcladoras de eje horizontal y la de eje inclinado para mezclas plásticas, y las mezcladoras de eje vertical para mezclas secas.

En la práctica se tiende a disminuir el tiempo de mezclado a un mínimo, con el fin de aumentar el rendi-

miento en la producción de concreto. En la **Tabla Nº 5** se indican los tiempos mínimos recomendables, para mezcladoras de eje horizontal y las de eje inclinado.

Los tiempos de mezclado deben medirse a partir del momento en que todos los componentes están colocados en la mezcladora. Los tiempos de mezclado demasiado cortos pueden afectar la uniformidad del cemento, así como su resistencia; y tiempos de mezclado excesivo pueden incidir en la facilidad de evaporación del agua de mezclado, disminuyendo la trabajabilidad.

Tabla Nº 5 TIEMPOS MINIMOS DE MEZCLADO

| Capacidad (lts) | Tiempo de mezclado (Minutos) |
|-----------------|------------------------------|
| Hasta700 | 1 |
| 1500 | 1 1/4 |
| 2000 | 1 1/2 |
| 3000 | 1 3/4 |
| 3500 | 2 |
| 4300 | 2 1/4 |

Fuente: “Manual del concreto fresco” 1975. p. 102

- Debe tenerse en cuenta que los valores numéricos de la variación dependerán del tipo de mezcladora y de las características de la mezcla de concreto.

Para la colocación de los componentes en la mezcladora, debe tenerse en cuenta que un porcentaje del agua es el primer material que se coloca. Luego se añadirán, de la manera más uniforme posible, los agregados y el cemento. Los aditivos se incorporarán a la mezcla con los materiales sólidos o con el agua, según las especificaciones dadas por el fabricante.

La norma COVENIN 633, “Especificaciones para concretos premezclados”, establece los requerimientos para evaluar la uniformidad del concreto, en función de la máxima diferencia permisible en los resultados de los ensayos realizados a dos muestras de la mezcla, a saber:

- Peso por metro cúbico: 16 kg/m³
- Contenido de aire: 1%
- Asentamiento: - Si el asentamiento es menos de 10 cm (4”), la diferencia no debe exceder de 2,5 cm (1”)
- Si el asentamiento está comprendido entre 10 y 12 cm (4” a 6”), la diferencia no debe exceder 4 cm (1,5”).
- Contenido de agregado grueso entre muestras, no diferirá en más de un 6%.

- Peso unitario de mortero libre de aire, no diferirá en más de un 1,6%
- Resistencia promedio a la comprensión a los 7 días para cada muestra, no diferirá en más de 7,5% de la resistencia promedio de las probetas comparativas.

Los resultados de los ensayos deben cumplir 5 de estos 6 requisitos, para que el concreto se considere uniforme.

3.2. Control de los Equipos

En el control de calidad de la mezcla de concreto cabe considerarse también la calidad y precisión de los equipos de pesada, la forma y secuencia de descarga de los componentes, así como la uniformidad en el mezclado; de allí la importancia del control de los equipos que intervienen en todas estas fases.

Dosificadoras: Se debe disponer de tolvas de compartimiento independientes tanto para el agregado fino como para cada uno de los tamaños requeridos de agregado grueso.

Debe garantizarse que el proceso de descarga de la tolva pesadora sea eficiente y libre.

Las balanzas deben estar debidamente calibradas y presentar una tolerancia de $\pm 0,4\%$ de su capacidad total, cuando se prueban bajo carga estática.

Los sistemas de dosificación utilizados para determinar las proporciones de los componentes de la mezcla son muy variados -dosificación manual, dosificación parcialmente automática, dosificación automática-, pero para obtener la precisión requerida es fundamental que todos los equipos se encuentren en perfectas condiciones técnicas y que las balanzas tengan la graduación adecuada para evitar errores en las lecturas.

Mezcladoras estacionarias y de camión: deben ser capaces de combinar los ingredientes hasta obtener una masa uniforme de concreto, y con ello determinar la eficiencia del equipo mezclador.

Para una comprobación rápida del grado de uniformidad, se realizan ensayos de asentamientos a dos muestras.

La primera se toma, al descargar entre el 10 y el 20% de la mezcla. La segunda se toma al descargar entre el 60 y 90% del volumen total de la mezcla. Estas dos mezclas deben tomarse dentro de un período de tiempo no mayor a 15 minutos.

4. CONTROL DEL PRODUCTO FINAL

Todas las operaciones requeridas para la determinación de las proporciones de los componentes de la mezcla, su elaboración y colocación, deben asegurar la resistencia a la compresión promedio requerida y minimizar la frecuencia de los resultados de prueba de resistencia por debajo del valor de resistencia a la compresión especificada del concreto (f'_c).

La posibilidad de reducir esas variaciones al mínimo es utilizando métodos de muestreo y control de calidad del concreto y sus componentes, con el fin de obtener los requerimientos establecidos, así como ventajas económicas.

Podemos considerar que el adecuado control de calidad del concreto comprende: técnicas de muestreo probabilístico, manejo eficiente y adecuado del material, correcta colocación y curado, y evaluación estadística e interpretación de los resultados de los ensayos.

A través de este análisis se pueden obtener datos relativos al comportamiento del concreto, que permitan establecer normas de calidad, métodos de muestreo y ensayos adecuados.

Los requisitos de f'_c deben basarse en pruebas de cilindros, elaborados y ensayados de acuerdo a los métodos establecidos de la ASTM.

Las muestras para las pruebas de resistencia deberán tomarse en una forma estrictamente aleatoria. La elección de las horas de hacer el muestreo de la mezcla de concreto debe hacerse al azar dentro del período de vaciado, con el objeto de que sea representativa. Cada resultado de prueba de resistencia deberá ser el promedio de dos cilindros de la misma muestra probados a 28 días.

Las muestras para las pruebas de resistencias de cada clase de concreto deberán tomarse: una muestra como mínimo por cada día de vaciado, o una cada 120 m³ de concreto, o una cada 450 m² de superficie.

Según la norma ASTM se establecen los siguientes métodos de ensayo:

- "Método de muestreo de concreto fresco" (ASTM C172) para las muestras que se utilicen para las pruebas de resistencia.
- "Método de fabricación y curado en campo de especímenes de concreto para pruebas de compresión y flexión" (ASTM C31), para el moldeo y curado en el laboratorio.
- "Métodos de pruebas para determinar la resistencia a la compresión de cilindros moldeados de concreto" (ASTM C39).

El profesional responsable de la construcción debe solicitar pruebas de resistencia de especímenes curados en condiciones de campo, a fin de comprobar el apropiado curado y protección del concreto en la estructura. Cuando la resistencia de los cilindros curados en campo, a la edad de prueba designada para medir f'_c , sea menor que el 85% de los cilindros de prueba curados en el laboratorio, deberán mejorarse los procedimientos y curado del concreto.

La resistencia del concreto puede considerarse adecuada cuando la probabilidad de los valores de la resistencia de los cilindros de concreto inferiores a f'_c sea menor del 9%.

4.1. Métodos para medir la variabilidad

En la producción de concreto, los resultados de ensayos realizados con probetas del material producido en diferentes períodos, tendrán variaciones. Si de un mismo mezclado se ensayan cierto número de cilindros, los resultados variarán en un rango de 20 a 30 kg/cm².

El valor medio de cierto número de probetas ensayadas a la misma edad nos da el primer índice de la resistencia a la compresión de un concreto. (Resistencia media a compresión, \bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Sin embargo, ese valor medio aislado no suministra información acerca de la dispersión de los resultados. Comúnmente se admite la hipótesis de que la variabilidad de los resultados en el concreto pueden ser representadas, para fines prácticos, por la distribución probabilística correspondiente a una curva normal. Esta distribución normal puede interpretarse como la forma límite de un histograma de frecuencia construido a partir de un cierto número de ensayos para cada rango de resistencia. La forma de la curva normal, es acampanada y simétrica respecto a \bar{X} .

La desviación estándar σ es una medida de la dispersión de los resultados de los ensayos, y viene expresada en las mismas unidades que X_i

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

Si se calculan los porcentajes del total de los ensayos y su rango de variación, y se presentan en un gráfico cuya escala de ordenadas según la ley normal de probabilidades,

se obtiene una línea recta, cuya intersección con el 50% será la resistencia media (\bar{X}).

Coefficiente de variación: es la relación porcentual de la desviación estandar respecto a la media aritmética (V). Muestra el grado de dispersión en términos de la media.

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100$$

Para fines de evaluación y control es importante analizar no sólo la variación de los resultados provenientes de las propiedades de mezclas sucesivas, sino también las variaciones que se derivan del ensayo. Estas últimas se evalúan mediante lo que se denomina rango de variación (r).

Y la desviación estandar propia de los ensayos puede calcularse en base al valor medio de varios rangos de variación.

$$\bar{r} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{n} \qquad \sigma_1 = \frac{\bar{r}}{d_2}$$

d_2 depende del número de cilindros de cada grupo, y se dan en la Tabla N°6

TABLA N° 6

| Número de Probetas | d_2 |
|--------------------|-------|
| 2 | 1,128 |
| 3 | 1,693 |
| 4 | 2,059 |
| 5 | 2,326 |
| 6 | 2,534 |
| 7 | 2,704 |
| 8 | 2,847 |
| 9 | 2,970 |
| 10 | 3,078 |

FUENTE; A.S.T.M. 15-C

4.2. Limitaciones de los Métodos Estadísticos

Las ventajas de los métodos estadísticos son aplicables cuando se dispone de un número elevado de resultados de ensayos, lo cual es posible en obras donde se produce volúmenes grandes de concreto, plantas de premezclados y laboratorios de investigación (experimentos controlados).

Para que un análisis estadístico no conduzca a errores, es aconsejable basarse en no menos de 30 ensayos. La ACI establece que, cuando no se dispongan suficientes resultados para calcular de σ , la dosificación de la mezcla se hará para una resistencia media que supere a $f'c$ en 34 kg/cm².

En una obra, cuanto menor sea el número de ensayos, la dispersión será mayor, dando como resultado resistencias más bajas que tengan implicaciones graves en la seguridad de la estructura.

Mientras menor sea el grado de control de una obra, la resistencia a emplear en el diseño será mayor.

Los registros periódicos de la calidad de concreto producidos en una planta constituyen una valiosa fuente de información que servirá de referencia para mostrar la variabilidad del producto así como para establecer el control del proceso de producción. Esta evaluación estadística es muy superior a la selección de valores teóricos promedios.

5. BIBLIOGRAFIA

- ACI JOURNAL - COMMITTEE REPORT
"Guide for use of normal weight aggregates in concrete"
Report ACI 221R
March - April 1984
- Asociación Venezolana de Productores de Cementos
"Controles en Obras de Concreto"
Caracas, Noviembre 1981.
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.
"Control de Calidad del Concreto" (ACI - 704)
México 1974.
- Jornadas del Concreto Premezclado 2. V. II. Caracas 1980.
Areyan, Jesuado y de González, Roselia Cordero
"Elementos Básicos en un Sistema de Control de Calidad en Concreto Premezclado".
- Jornadas del Concreto Premezclado 2. V. II. Caracas 1980.
Covenin 633-79
"Especificaciones para Concreto Premezclado".
- Jornadas del Cemento Premezclado 2. V. IV. Caracas 1980.
Fulcao Bayer, Luis
"Control Tecnológico del Concreto Producido en Planta Dosificadora Fija-estacionaria"

- Jornadas de Concreto Premezclado 2. V. III. Caracas 1980.
Fernández F., Gabriel R.
"Control de Calidad de las Dosificaciones".
- Porrero, Joaquín; Ramos, Carlos y Grases, José
"Manual del Concreto Fresco"
Comité Conjunto del Concreto Armado
Caracas 1975.
- Ramos, Carlos
"Agregados para Concreto. Significado de los Ensayos de Control"
Caracas, Septiembre 1980.
- Rosario, Roberto
"La Estadística y Control de Calidad del Concreto"
Asociación Venezolana de Productores de Cementos
Caracas 1978.
- Salas Jiménez, Rafael
"Los Agregados para Concreto y su Control"
Asociación Venezolana de Productores de Cementos
Caracas 1981.

Sistema CONCACERO I. Una solución para construcciones docentes (*)

José A. Peña (**)
Nancy Dembo (***)
Carlos Díaz P. (***)
Luisa Maggi (***)
Carmen Yanes (**)

(*) El presente texto obtuvo el cuarto Premio del II Concurso Iberoamericano de Informes de la construcción: "Soluciones Actuales al Problema de las Construcciones Docentes en Iberoamérica", Instituto Eduardo Torrojas, Madrid, España, 1986.

(**) Profesor IDEC-FAU-UCV miembros del Equipo Profesional de OTIPCA.

(***) Miembro del Equipo Profesional de OTIPCA.

INTRODUCCION

El presente trabajo es consecuencia de la labor de un equipo profesional que ha venido actuando durante los últimos veinte años en el campo del diseño y puesta en marcha de tecnologías para la construcción, teniendo como una de sus premisas fundamentales, para el desarrollo de dichas tecnologías, la incorporación mayoritaria de los recursos de equipo, inversión y mano de obra con que se cuenta en Venezuela.

Las experiencias realizadas son diversas, y por la circunstancia de la alta demanda de edificaciones para vivienda existente en el país, ha sido a este sector al que le hemos prestado mayor atención. Sin embargo, también hemos actuado en otros campos, como es el caso de las construcciones docentes y de servicios, en las que la aplicación de tecnologías industrializadas ha dado lugar a sistemas constructivos que resuelven de forma integral el problema de este tipo de edificaciones. Tal es el caso del SISTEMA CONCACERO I, objeto del presente trabajo.

El Sistema CONCACERO I es un sistema totalmente prefabricado que combina el acero como armadura rígida con el hormigón armado, produciendo así una estructura mixta.

La forma de combinar estos materiales, en este sistema, surge como consecuencia de la experiencia de diseñar y producir las herramientas y equipos necesarios para la puesta en marcha de los sistemas constructivos desarrollados por nuestro equipo de trabajo, así como del uso, en manera no tradicional, del hormigón armado y el hormigón pretensado.

El sistema CONCACERO I ha permitido resolver las diversas exigencias de espacios que pueden tener las edificaciones destinadas a la docencia, abarcando desde el aula de dimensiones tradicionales hasta los espacios de grandes luces, lo cual mostramos a través de la descripción de los componentes del Sistema y su producción y montaje, así como de las experiencias realizadas.

EL SISTEMA CONCACERO I

El concepto fundamental del Sistema CONCACERO I es la producción de elementos prefabricados planos de acero - hormigón, en los cuales la armadura rígida de acero está localizada en todos sus bordes conformando un bastidor y el hormigón armado actúa como un diafragma rigidizador del bastidor. El hecho de plantear los elementos prefabricados con bordes metálicos, además de las ventajas que ofrece para su producción y manejo, obedece a la premisa de utilizar la tecnología ampliamente conocida en la producción y montaje de estructuras metálicas de acero unidas mediante soldadura. El conocimiento de esta tecnología hizo posible desarrollar piezas especiales -conectores, soportes y vigas tipo cercha- que permiten conformar la edificación con un conjunto de elementos prefabricados de acero-hormigón y elementos de acero que se integran entre sí, haciendo uso de las técnicas de unión de elementos de acero mediante soldadura. El manejo y montaje de los elementos prefabricados se apoya en la experiencia obtenida por el equipo profesional y en el desarrollo y la puesta en marcha de sistemas constructivos prefabricados (Lámina 1).

El Sistema CONCACERO I resuelve conjuntamente los aspectos estructurales, los cerramientos externos e internos y los elementos de protección de fachada de las edificaciones. Estas pueden alcanzar hasta cinco pisos de altura. Sus componentes han sido normalizados de forma tal que permiten obtener diferentes soluciones de diseño para edificaciones de servicios tales como centros educativos, centros asistenciales, oficinas, centros comunales y locales comerciales, entre otros.

EL SISTEMA ESTRUCTURAL Y LA CONFORMACION DE LOS ESPACIOS

Desde el punto de vista estructural es un sistema en base a paredes portantes en dos direcciones ortogonales, que se complementa con un sistema portante horizontal en base a vigas-cerchas que se apoyan en los soportes. Estos se unen a los bordes superiores de las paredes mediante los conectores. Las losas se apoyan en las paredes y en las vigas-cerchas (Lámina 2). El sistema cruzado de muros portantes en dos direcciones permite al conjunto estructural resistir, además de las cargas verticales, las eventuales fuerzas originadas por sismo o viento.

Para la conformación de los edificios se parte de una trama horizontal ortogonal de 1,80 m por 1,80 m, que permite la ubicación de las paredes portantes en dos direcciones, atendiendo a las exigencias funcionales de la edificación. La altura de los pisos es de 3,20 m, siendo su altura útil de 2,60 m. Los espacios de altura útil de 2,60 m pueden tener en planta desde 1,80 m hasta 9,60 m en una dirección por múltiplos de 1,80 en la dirección perpendicular. Cuando se requieren luces mayores es posible utilizar los mismos elementos componentes de paredes y losas, pero con alturas de pisos mayores, pudiendo ser espacios de doble o triple altura, en función del múltiplo de 3,20 m. La altura útil, en estos casos, dependerá de las luces de los espacios, pudiendo lograrse luces libres hasta de 45,00 m; en estos casos se varía solamente la altura de las vigas-cerchas en función de la luz libre a cubrir, teniéndose especial cuidado en arriostrar las paredes de contorno que conforman los espacios libres de doble o triple altura, mediante elementos perpendiculares a ellas ubicadas a distancias no mayores de 3,60 m (Lámina 2, foto 3 y Lámina 6, fotos 1 y 3).

Como se desprende de la anterior descripción, con las dimensiones de la retícula en planta, en base al módulo de 1,80 m se obtienen los espacios prescritos para docencia, tales como aulas (7,20 m x 7,20 m), laboratorios y bibliotecas (7,20 m x 9,60 m ó 7,20 m x 10,80 m), pasillos (1,80 m ó 3,60 m) o áreas administrativas.

Si fuese el caso de plantear aulas especiales de 14,40 m x 14,40 m, con altura de piso de 3,20 m, ello es posible planteando en el centro del espacio una columna.

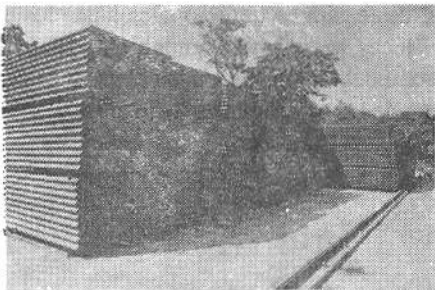
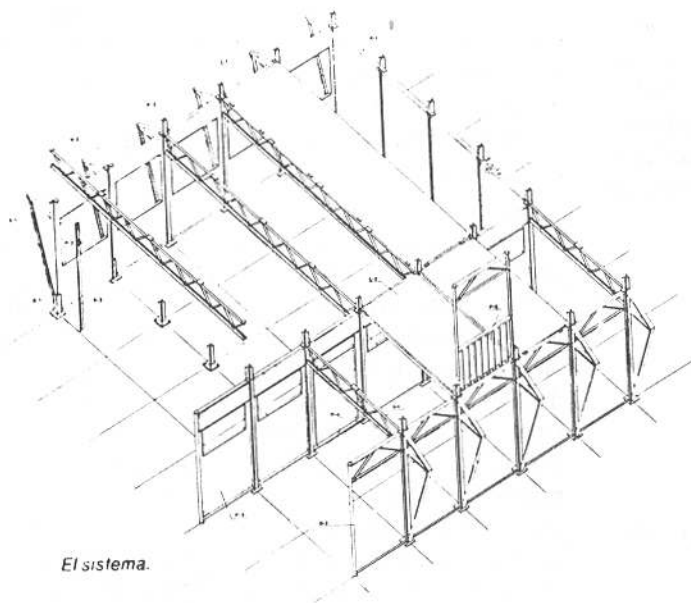
COMPONENTES DEL SISTEMA CONCACERO I

Los componentes prefabricados que constituyen el sistema son los siguientes:

1. **Bastidores de acero**, que tienen doble función ya que constituyen la armadura rígida de la estructura y sirven como encofrados para el vaciado del hormigón.

Lámina 1

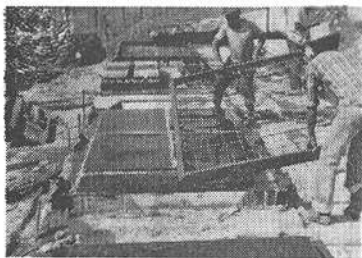
SISTEMA
CONCACERO I



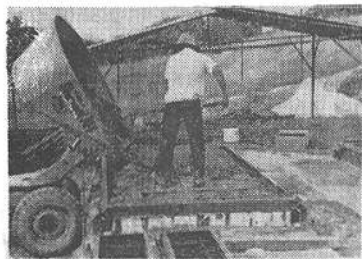
Deposito de bastidores.



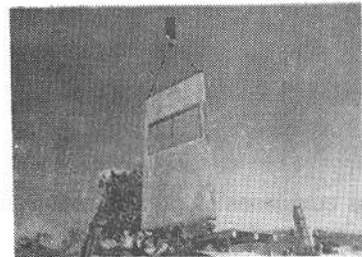
Union viga-pared.



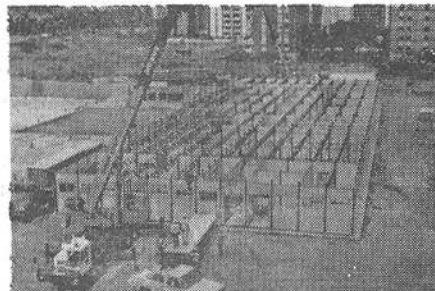
Mesa de produccion



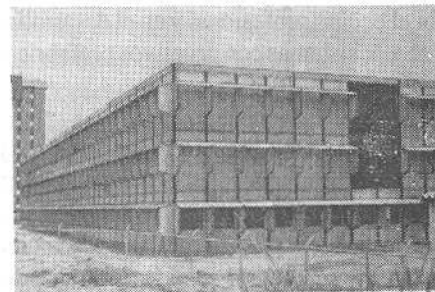
Vaciado de elemento prefabricado



Elemento pared.



Etapla del montaje.



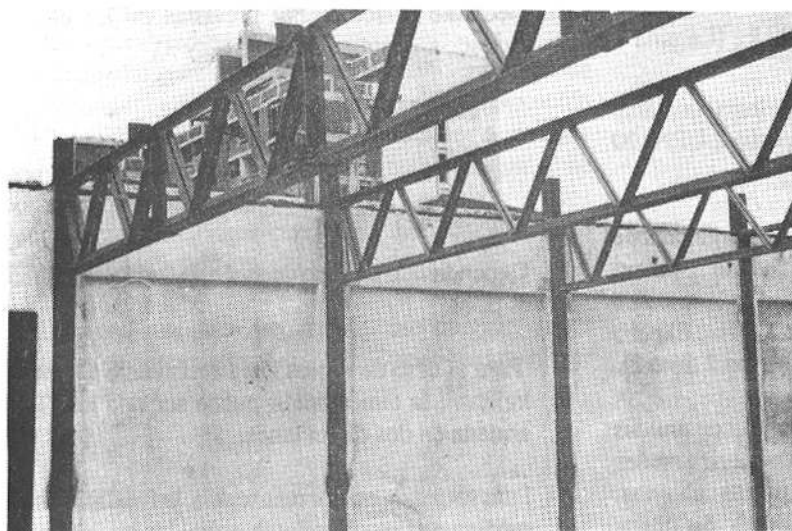
Edificacion montada.

Lámina 2

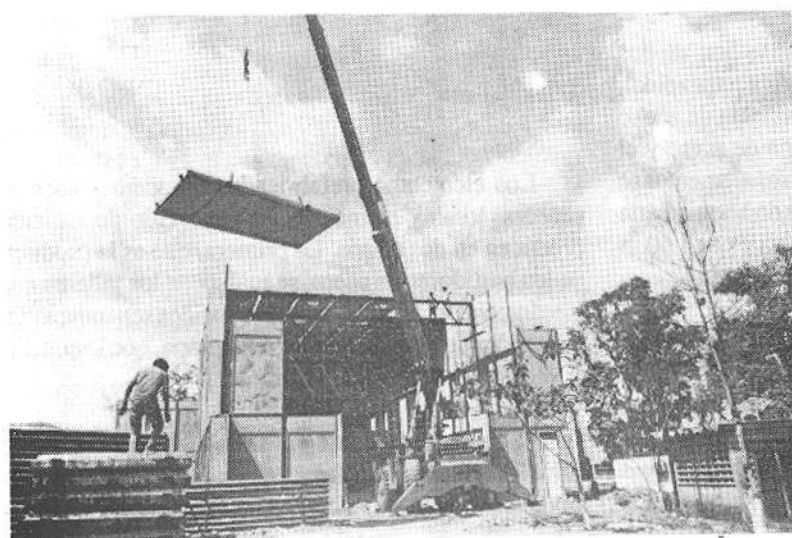
SISTEMA
CONCACERO I



1
Proceso de montaje en planta baja.



2
Unión viga-cercha con pared.



3
Montaje en triple altura y luz libre de 12.50 m.

Los bastidores son de dos tipos:

Bastidores para la producción de muros portantes:

Sus bordes verticales son angulares de 75 x 75 x 7 y los horizontales, UPN 100; tienen un ancho de 1,80 m, una altura de 3,20 m y un espesor de 0,10 m. Con ellos se producen las paredes exteriores e interiores de la edificación. A estos bastidores, previamente al vaciado de hormigón, se incorporan las armaduras constituidas por cabillas y mallas electrosoldadas, así como los marcos para puertas y ventanas cuando la pared así lo requiere. El espesor del hormigón es de 0,10 m en los bordes y de 0,06 m en la parte central (Lámina 2, foto 2)

Bastidores para la producción de losas: Todos sus bordes son perfiles UPN100, tienen un ancho de 1,80 m y longitud de 3,60, 5,40 m y 7,20 m y un espesor de 0,10 m. También en este caso se incorporan las armaduras previamente al vaciado de hormigón. Las losas tienen una altura de 0,16 m y son reticulares con nervios a cada 1,80 m; el espesor de la loseta es de 0,06 m. El peso máximo es de 2.400 kg (Lámina 8, foto 3).

2. **Pilares**, de acero en forma de cruz, de altura constante de 3,20 m, que están formadas por perfiles UPN100 (Lámina 4, foto 3).
3. **Vigas-cerchas**, construidas con perfiles angulares de acero; sirven de apoyo a las losas cuando éstas no apoyan sobre los muros portantes. Tienen longitudes de 3,60 m y de 7,20 m y una altura de 0,54 m. El peso máximo de las vigas es de 160 kg (Lámina 2, foto 2).
4. **Vigas-cerchas de grandes luces**, de acero, construidas con perfiles angulares y UPN. Permiten cubrir grandes espacios como auditorios, gimnasios, plazas cubiertas, etc. Tienen longitudes hasta de 45,00 m. Su altura depende de la luz a cubrir (Lámina 5, foto 3 y Lámina 8, foto 3).
5. **Elementos de protección de fachada**. Son de dos tipos: los elementos verticales, de forma trapezoidal, que se colocan a cada 1,80 m; tienen 0,90 m de ancho por 0,10 m de espesor, sus bordes son de acero y el espesor del hormigón es de 0,10 m. Estos elementos se combinan con elementos horizontales de hormigón de 0,10 m de espesor por 0,85 m de ancho y por 3,60 m de largo (Lámina 4, foto 1 y Lámina 5, foto 1).
6. **Soportes y conectores de acero**. Los primeros, contruidos en angulares de 75 x 75 x 7, sirven de apoyo a las vigas-cerchas y los segundos, en base a pletinas de 10 mm de espesor, en forma de cruz, que sirven de unión entre elementos prefabricados (Lámina 2, foto 2).

UNIONES ESTRUCTURALES

Las uniones verticales entre paredes y vigas-cerchas se realizan con soldadura a través de los conectores especialmente diseñados que se colocan en las intersecciones de las paredes y los soportes (Lámina 2). La unión de las losas con los elementos verticales o con las cerchas se logra por soldadura de las pletinas de apoyo previstas en los bastidores de las losas; el espacio entre las losas y el cordón superior de las vigas-cerchas, de 0,10 m por 0,16 m, se rellena con hormigón (Lámina 2, foto 2).

INSTALACIONES

Todas las instalaciones tanto eléctricas como sanitarias son superficiales y se trazan a través de las vigas-cerchas; los pasos de las instalaciones de un ambiente a otro se hacen mediante perforaciones previstas en los elementos prefabricados. (Lámina 10, fotos 2 y 3).

CIMENTACIONES

Dependiendo del tipo de suelo, la fundación puede ser de dos tipos:

- Para el caso de suelos cuya resistencia alcance 0,80 kgf/cm², la cimentación puede ser una losa flotante armada en dos direcciones.
- Para suelos de menor resistencia, la fundación se logra mediante el uso de pilotes, sobre los cuales se vacían cabezales y vigas de losa en manera apropiada.

PRODUCCION

Los elementos prefabricados de acero - hormigón: paredes, losas y elementos de protección de fachada se producen en dos etapas. La primera, que es la producción de los bastidores de acero, se realiza en los talleres metal-mecánicos. Los bastidores así producidos son transportados al sitio donde se realiza la segunda etapa, que la constituye el vaciado de hormigón (Lámina 1).

El vaciado de hormigón se realiza sobre mesas metálicas horizontales a las cuales se fijan los bastidores, sirviendo el contorno de ellos como encofrado lateral.

Las mesas metálicas son transportables, lo que permite su utilización en diferentes obras o en una planta fija de producción. Las vigas, conectores, anclajes y soportes son producidos totalmente en los talleres metal-mecánicos.

La producción actualmente se realiza en una planta fija que hemos ubicado en San Sebastián de los Reyes, en el Estado Aragua, con un rendimiento de 150 m²/día (Lámina 3).

MONTAJE

Al vaciar las fundaciones se fijan los anclajes, sobre los cuales se colocan los conectores que sirven de guía y de fijación de las paredes en la parte baja (Lámina 1). Los elementos están diseñados en forma tal que no es necesario apuntalarlos durante el montaje.

Una vez realizado el montaje de las paredes, se colocan inmediatamente los conectores y luego las vigas con sus soportes correspondientes. Luego se procede a la colocación de las losas. Una vez soldados los conectores a nivel de piso, se montan las paredes del siguiente entrepiso y se procede de inmediato al vaciado de hormigón en los espacios entre losas y vigas-cerchas repitiéndose el proceso hasta completar la edificación.

El montaje se hace mediante el uso de grúas sobre cauchos, con una capacidad de 20 tf. El rendimiento que se ha logrado es de 100 m²/día, por frente de trabajo.

MATERIALES EMPLEADOS, SOBRECARGAS Y GASTO DE MATERIALES

Los perfiles de acero que se utilizan son UPN100 y angulares de alas iguales que varían desde 35 x 35 x 4 mm hasta 75 x 75 x 7 mm; son de calidad Fy = 2.500 kgf/cm².

El hormigón es de calidad F'c = 250 kgf/cm².

Las armaduras del hormigón son cabillas de 10,0 mm y de 12,7 mm de diámetro y mallas electrosoldadas formadas por alambre de 5,0 mm de diámetro; son de calidad Fy = 4.000 kgf/cm².

La sobrecarga prevista para los entrepisos es de 300 kgf/m² y para los techos es de 100 kgf/m².

El gasto promedio de materiales en el SISTEMA CONCACERO I es el siguiente:

| | Perfiles | Hormigón | Armadura |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|
| Por m² de superficie de edificio..... | 38,90 kg | 0,16 m³ | 12,99 kg |

EXPERIENCIAS REALIZADAS CON EL SISTEMA CONCACERO I

1. Centro Audiovisual del Grupo Escolar Josefa Irausquin, Caracas D.F. 1982. Obra en servicio. Area = 420 m² (Lámina 4).
2. Liceo Aplicación, Caracas D.F. 1985. Obra en servicio. Area = 8.500 m² (Lámina 5).
3. Centro Cultural Manuel Tomás Aquino, Tucupido, Estado Guárico, 1985. Obra en servicio. Area = 1.000 m² (Lámina 6).
4. Centro Comunal y Cuartel de Policía. Camaguán, Estado Guárico, 1986. Obra en servicio. Area = 350 m² (Lámina 7).
5. Instituto Universitario de Tecnología de Valencia, Estado Carabobo. Obra en construcción. Area = 2.700 m² (Lámina 8).
6. Facultad de Agronomía de la Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Estado Lara. Obra en Construcción. Area 5.000 m² (Láminas 9 y 10).

CONCLUSIONES

La experiencia en el desarrollo y puesta en marcha del Sistema CONCACERO I ha ratificado nuestro criterio de la necesaria participación sistemática de los equipos interdisciplinarios en la toma de decisiones acerca de problemas de diseño. Esta forma de actuar, en nuestro caso, ha tenido como resultado soluciones en las cuales todos los aspectos son compatibles, pues cada situación particular que se presenta durante el proceso de diseño de las edificaciones es analizada en función de su influencia o de su consecuencia sobre el Sistema en su totalidad. En el campo de las construcciones docentes, estas particularidades han sido ampliamente investigadas, lo que ha dado lugar a la definición de una serie de patrones de comportamiento de las edificaciones educacionales, que han hecho posible el análisis exhaustivo de las posibilidades que el Sistema ofrece para este tipo de construcciones.

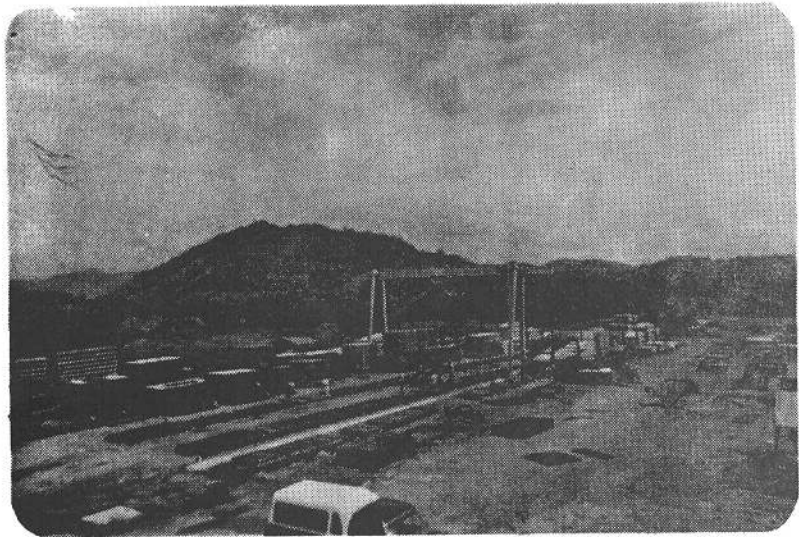
El equipo profesional creador del SISTEMA CONCACERO I ha obtenido en este que hacer lineamientos y guías de diseño que han permitido a profesionales, ajenos al equipo, la utilización del Sistema en proyectos para diversos tipos de construcciones docentes, quedando así demostrado que con los sistemas prefabricados es posible obtener la versatilidad deseada en cuanto a la adecuación de los ambientes a su uso, la flexibilidad de organización de los espacios, la diversificación de la volumetría y la calidad de los acabados.

La producción, transporte, montaje y acabados de las edificaciones construidas con el Sistema, hasta el presente, han sido ejecutados por una única Empresa (OTIP, C. A.), en la cual participa el equipo profesional creador del mismo. Esto ha asegurado que las determinantes se hayan cumplido cabalmente y ha permitido constatar los índices de productividad preestablecidos. Es así como, en las obras ejecutadas con el SISTEMA CONCACERO I, se ha logrado aumentar la productividad respecto a las técnicas tradicionales de construcción utilizadas para el mismo fin, lo cual se manifiesta en una economía de costos de un 10% y una disminución de tiempos de ejecución hasta de 50%.

La tecnología del SISTEMA CONCACERO I ha producido significativas ventajas económicas en la producción y montaje de edificaciones educacionales por cuanto utiliza en forma racionalizada los materiales disponibles en el país y el plantel industrial existente. Cabe señalar que en Venezuela se cuenta con una Industria Siderúrgica, plantas de producción de cemento, disponibilidad de áridos para el hormigón y talleres metal-mecánicos de reconocida capacidad. Por otra parte, la simplificación de los procesos de producción y montaje ha permitido la incorporación de un alto contingente de mano de obra no especializada.

En síntesis: para el desarrollo de un Programa de Construcciones Docentes, el SISTEMA CONCACERO I, ofrece la posibilidad de adaptarse a una amplia gama de proyectos, utilizando los mismos elementos constructivos; en consecuencia, es factible organizar un proceso de producción "en avance" de dichos elementos, lo que finalmente redundará, no sólo en ventajas de tipo económico, sino en la agilización de los procesos de ejecución de dichos programas, con los consecuentes beneficios de orden socio-cultural que implica el contar con edificaciones de calidad para el desarrollo de la educación.

Lámina 3

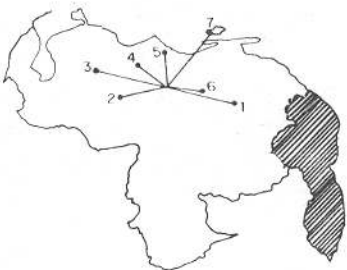


SISTEMA
CONCACERO I

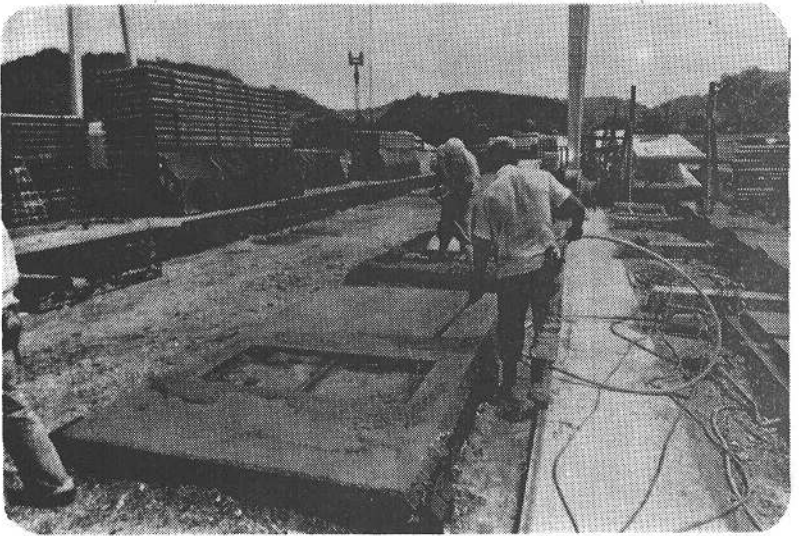
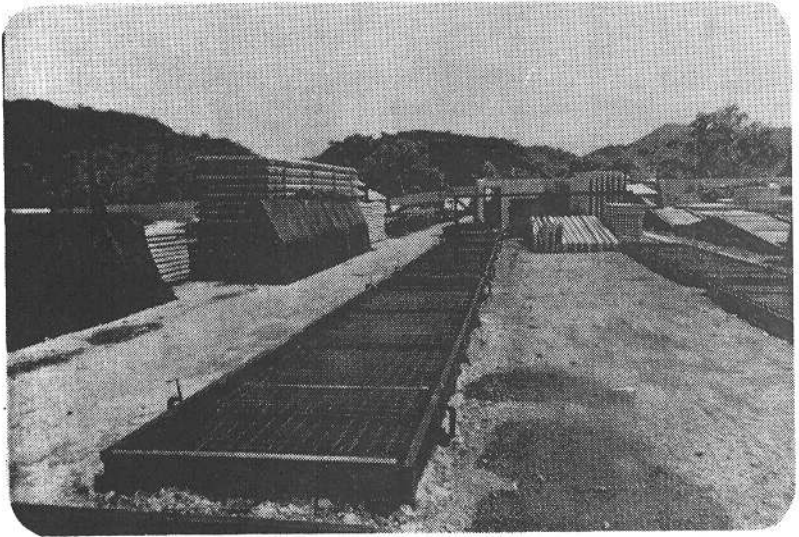
Planta de producción
San Sebastián de los Reyes -
Estado de Aragón

Area: 30.000 m²
Capacidad de producción:
150 m³/día. en un solo turno.

RADIO DE ACCION

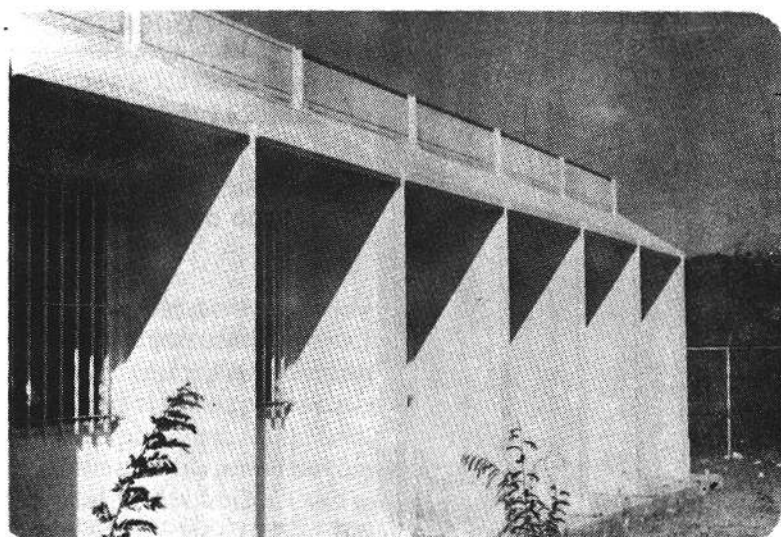


- 1. Puerto Ordaz
- 2. Acarigua
- 3. Barquisimeto
- 4. Valencia
- 5. Caracas
- 6. El Tigre
- 7. Porlamar
- y sitios intermedios



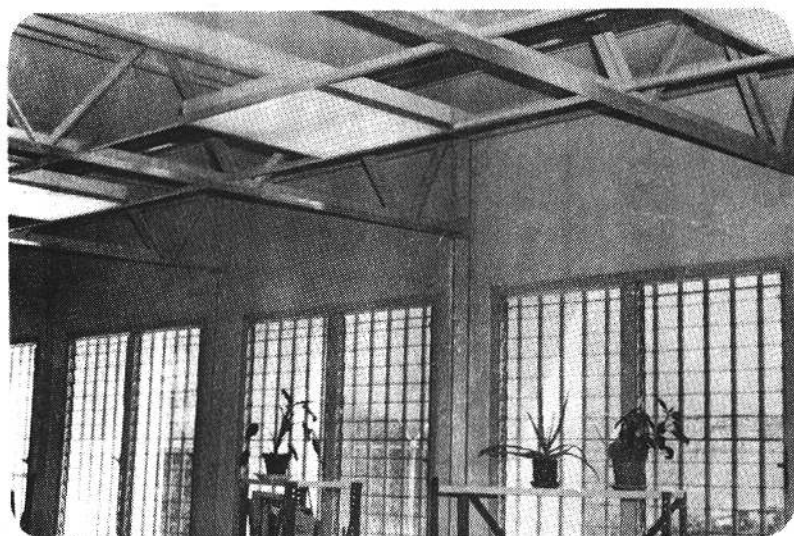
- 1 Vista general de la pista de prefabricación.
- 2 Encofrado de paredes.
- 3 Vaciado de un elemento.

Lámina 4



**SISTEMA
CONCACERO I**

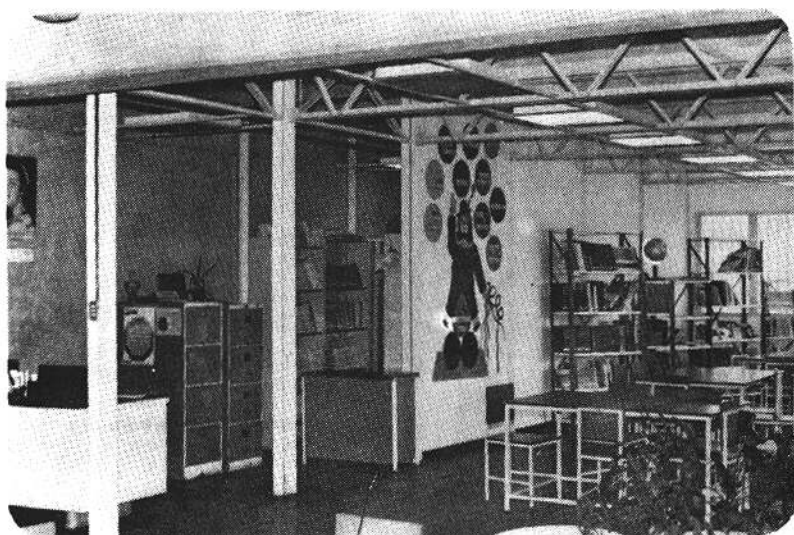
**Centro Audiovisual
Grupo Escolar Josefa
Irausquin. Caracas**



*Ubicación: Urbanización San Luis, Caracas.
Área de construcción: 420 m².
Costo total de la obra: BS. 420 000.
Contratista: OTIP, C.A.
Contratante: Comunidad Educativa.
Tiempo de construcción: dos meses.
Año: 1982.
Proyectista OTIP, C.A.*

Características de la obra

Ampliación de una edificación educacional existente para albergar las actividades de biblioteca y centro audiovisual. La construcción sirvió como módulo experimental para la evaluación del sistema, aportando OTIP, C.A. el 50 % del costo de la obra.



1 Fachada.

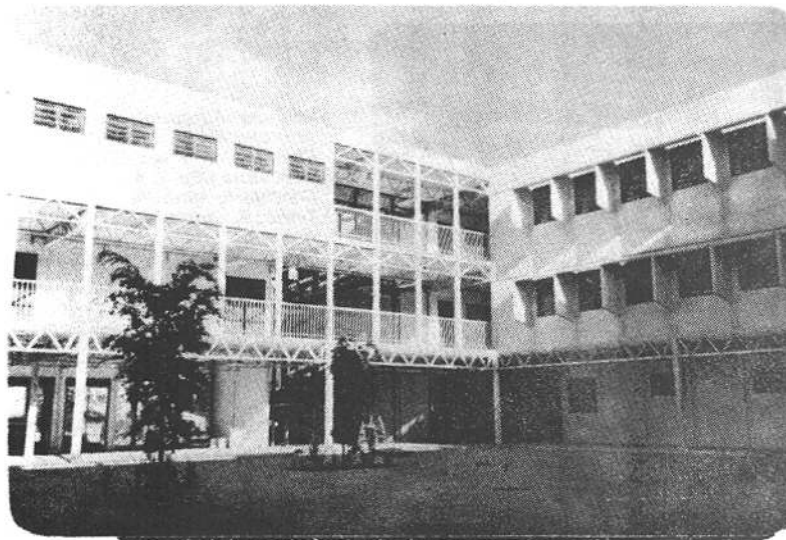
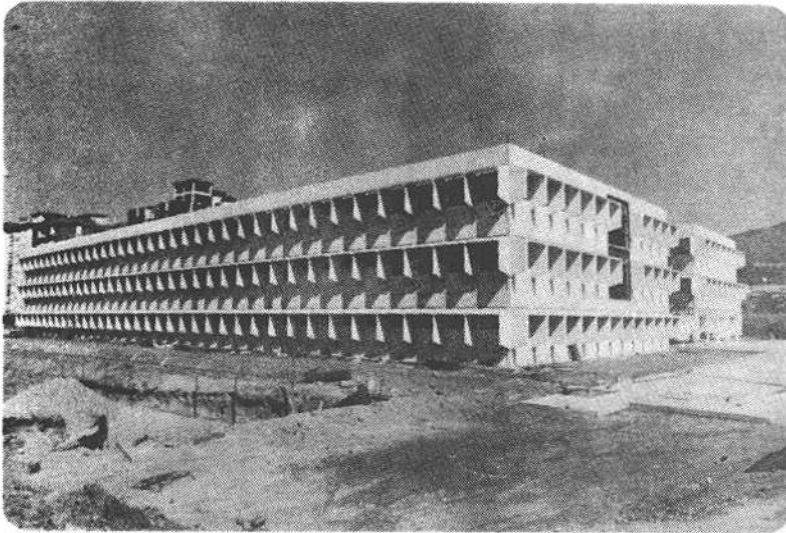
2 Vista interna.

3 Vista de la biblioteca.

Lámina 5

**SISTEMA
CONCACERO I**

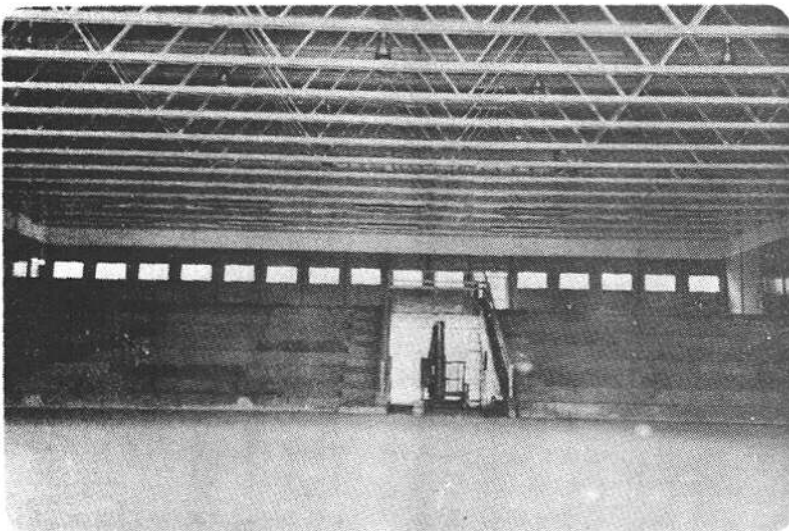
Liceo Aplicación, Caracas



Ubicación: Urbanización Montalbán, Caracas.
 Área de construcción: 8.500 m².
 Costo total de la obra: BS. 20.000.000.
 Contratista: OTIP, C.A.
 Contratante: FEDE-MINDUR.
 Tiempo de construcción: un año.
 Año: 1984-1985.
 Proyectista: OTIP, C.A.

Características de la obra

Complejo educacional que incluye un bloque de aulas y talleres desarrollados en tres pisos para 1.800 alumnos, un auditorio, un gimnasio cubierto, y los servicios correspondientes.



1 Bloque de aulas.

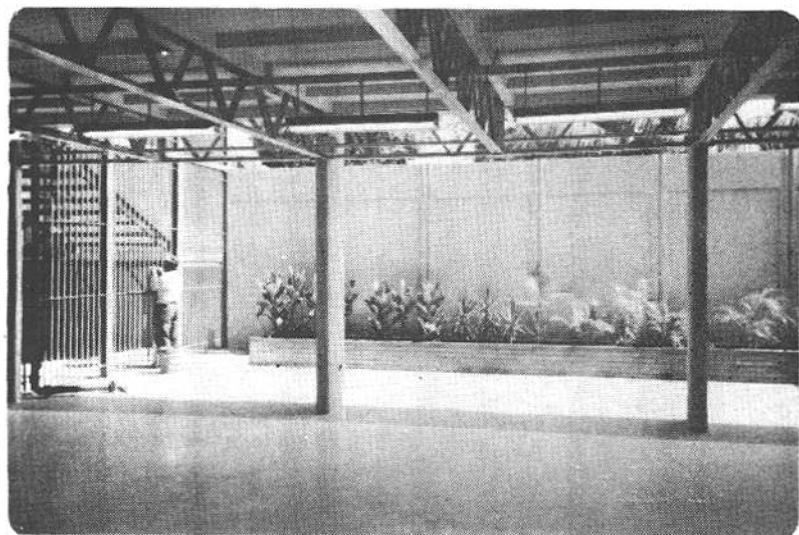
2 Patio interno.

3 Vista interna del gimnasio.

Lámina 6

**SISTEMA
CONCACERO I**

**Centro Cultural Manuel
Tomás Aquino, Tucupido**

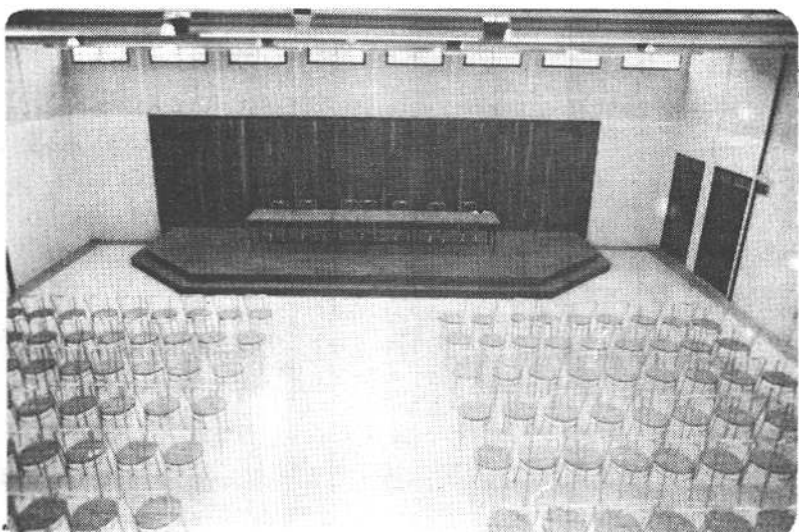


2

Ubicación: Tucupido, Estado Guárico.
Área de construcción: 1 000 m².
Costo total de la obra: BS. 2.800 000.
Contratista: OTIP C.A.
Contratante: MINDUR.
Tiempo de construcción: cuatro meses.
Año: 1985.
Proyectista: Luis Guillermo Díaz, Arquitecto.

Características de la obra

El centro comunal cuenta con un auditorio con capacidad para 200 personas, área de exposiciones, biblioteca, taller de artes y oficios y área de usos múltiples.



3

1 Fachada principal.

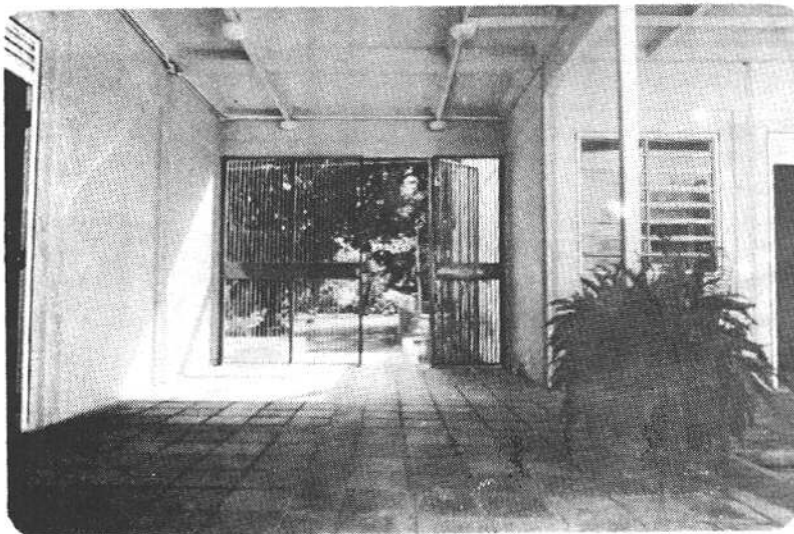
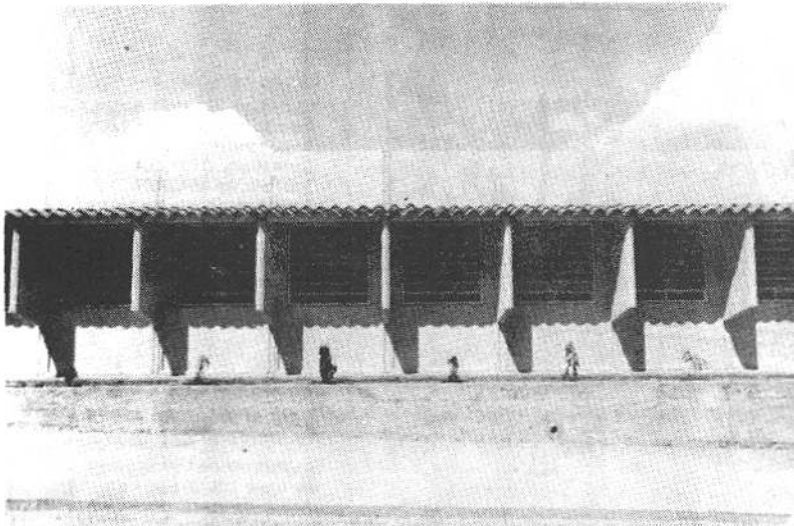
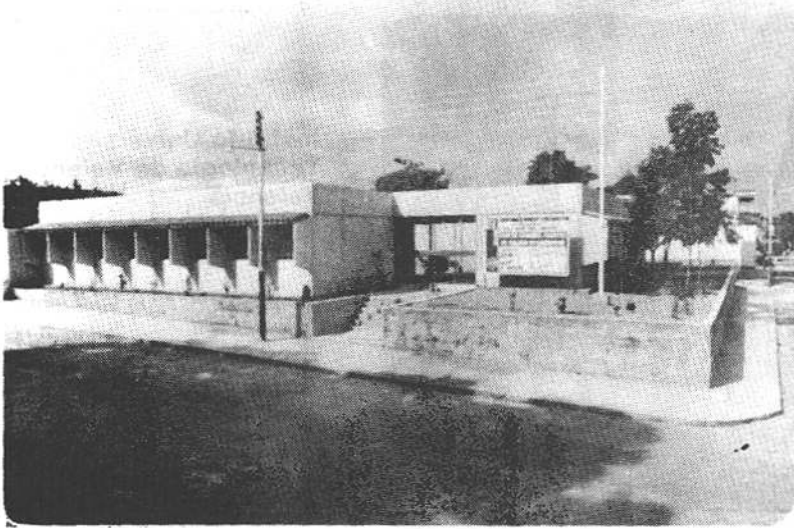
2 Patio interior.

3 Auditorio.

Lámina 7

**SISTEMA
CONCACERO I**

**Centro Comunal y Cuartel
de Policía, Camaguan**



2

Ubicación: Camaguan, Estado Guárico.
Área de construcción: 350 m.
Costo total de la obra: BS. 1.528.338,15.
Contratista: OTIP, C.A.
Contratante: Gobernación del Estado
Guárico.
Tiempo de construcción: tres meses.
Año: 1986.
Proyectista: OTIP, C.A.

Características de la obra

El centro comunal cuenta con locales
para el cuartel de policía, prefectura,
junta comunal, biblioteca y un patio
central para usos múltiples.

3

1 Vista del conjunto.

2 Vista fachada.

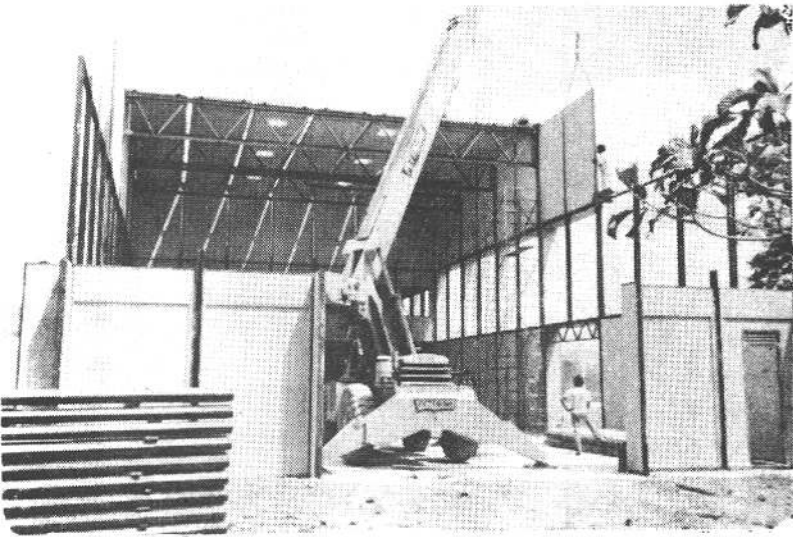
3 Entrada principal.

Lámina 8

SISTEMA
CONCACERO I



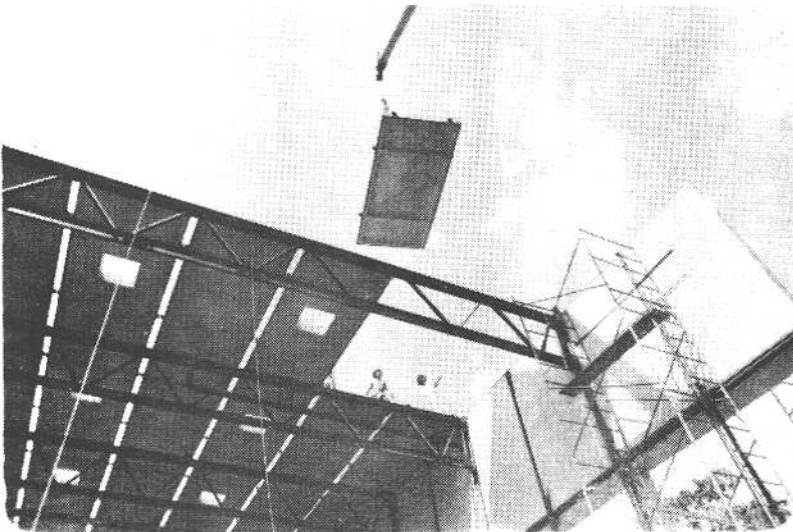
Instituto Universitario de
Tecnología de Valencia,
Valencia



Ubicación: Valencia, Estado Carabobo
Área de construcción: 730 m²
Costo total de la obra: BS. 1.999.500
Contratista: OTIP C.A.
Contratante: MINDUR
Tiempo de construcción: tres meses.
Año: 1985-1986.
Proyectista: Luis Antonio Herrera, Arquitecto.

Características de la obra

Edificación de tres pisos que contiene el Laboratorio de Operaciones Unitarias -de triple altura- con sus locales anexos de aulas, oficinas y servicios correspondientes.



1 Fachada principal

2 Montaje en triple altura

3 Montaje de losa.

Lámina 9

SISTEMA CONCACERO I

FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA U.C.L.A.

Barquisimeto - Edo. Lara

UBICACION: BARQUISIMETO, Edo. LARA

AREA DE CONSTRUCCION: 5 000 m²

COSTO TOTAL DE LA OBRA: Bs 14 200 000,00

CONTRATISTA: OTIP C.A.

CONTRATANTE: MINDUR

TIEMPO DE CONSTRUCCION: 9 meses

FECHA: INICIO: 15-10-86

TERMINACION: 15-07-87

PROYECTISTA:

ARQ. NEIDA NOVOA DE SUAREZ

ARQ. CONSUELO DE ARELLANO

CARACTERISTICAS DE LA OBRA

EDIFICACION PARA AULAS Y LABORATORIOS
DOCENTES, DE CUATRO PISOS, DESARROLLA-
DA LINEALMENTE CON PASILLOS EN UNA
DE SUS FACHADAS.

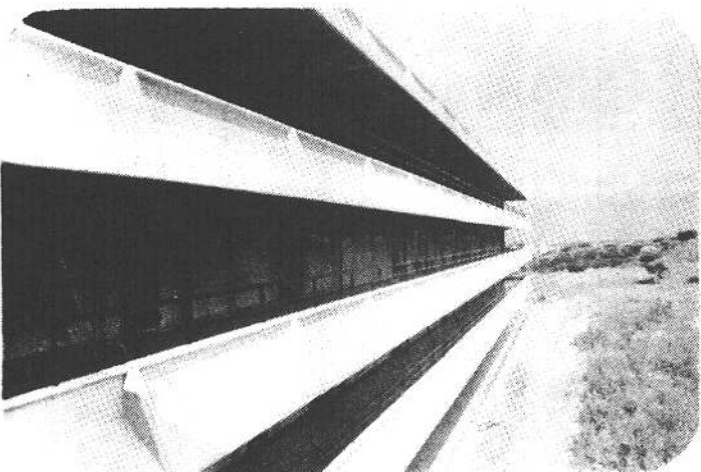
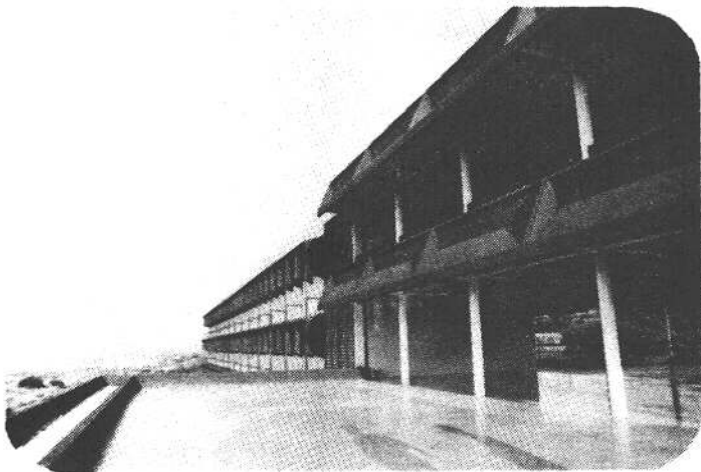
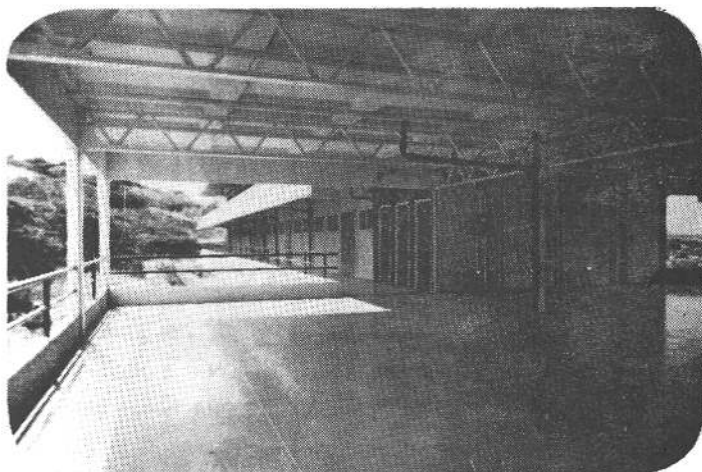


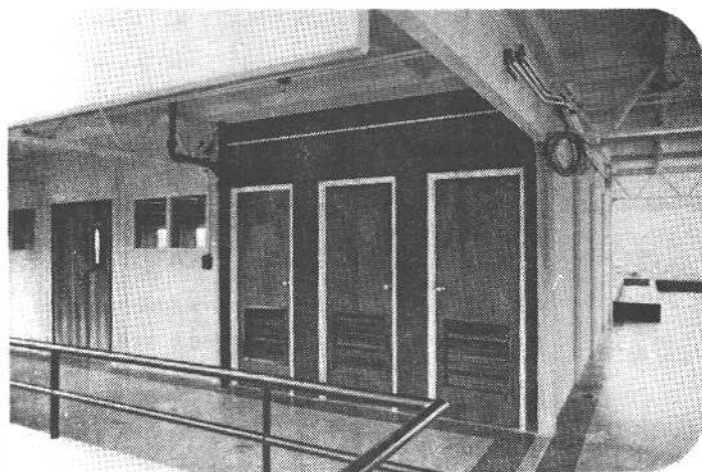
Lámina 10

SISTEMA CONCACERO I



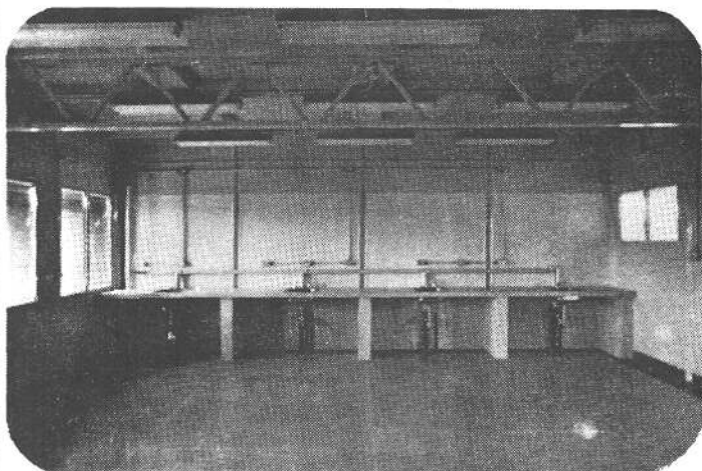
FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA U.C.L.A.

Barquisimeto — Edo. Lara



CARACTERISTICAS DE LA OBRA

EDIFICACION PARA AULAS Y LABORATORIOS
DOCENTES, DE CUATRO PISOS, DESARROL-
LA LINEALMENTE CON PASILLOS EN UNA
DE SUS FACHADAS.



Las Instalaciones. Componentes de las Edificaciones.

Criterios para un proyecto de investigación.(*)

Ute Wertheim de Romero (**)

(*) Trabajo presentado en las III Jornadas de Investigación del IDEC, 1984.

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

RESUMEN

Este trabajo constituye un ejemplo de formulación de los planteamientos generales de un Proyecto de Investigación, referido al tema de las INSTALACIONES como elementos de las edificaciones.

Constituye un primer ensayo orientado al planteamiento de un enfoque y definición de los procesos necesarios para un plan experimental.

Considerando a las INSTALACIONES como partes de las edificaciones, bajo un enfoque sistémico, a ser utilizadas en edificaciones de vivienda y servicios, con criterio de producción en serie.

El objetivo de la investigación es el desarrollo de nuevos componentes de las INSTALACIONES, para la producción masiva de edificaciones; mediante el análisis de procedimientos, metodologías y enfoques, basado en un proceso de racionalización, con el fin de tipificar componentes e incorporarlos a la producción industrializada.

INTRODUCCION

Este trabajo constituye UN EJEMPLO DE FORMULACION de los planteamientos generales, de UN PROYECTO DE INVESTIGACION, referido al tema de las INSTALACIONES, denominado: CRITERIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION: LAS INSTALACIONES. COMPONENTES DE LAS EDIFICACIONES.

Surge como inquietud e interés en afrontar y aportar con nuevos criterios, aspectos concernientes a las instalaciones en las edificaciones.

Se toman como base las experiencias realizadas en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción - IDEC-, relacionadas con el Estudio y Proyecto desarrollado conjuntamente con el Instituto Nacional de la Vivienda -INAVI-, en los años 1975-1978, denominado: ESTUDIO DE LA RACIONALIZACION DE LA DOCUMENTACION DE PROYECTOS, con la aplicación a un conjunto de viviendas, construidas por el INAVI, en la Unidad de Ordenamiento N° 1 en Valencia, Edo. Carabobo.

Posteriormente, con otras experiencias realizadas en el IDEC, referidas al desarrollo de Sistemas Constructivos y sus aplicaciones a Proyectos específicos; en la búsqueda de soluciones acordes con la producción masiva de edificaciones, se han detectado áreas no desarrolladas dentro de los criterios de desarrollo de COMPONENTES CONSTRUCTIVOS como lo es: la incorporación de las Instalaciones como elementos básicos de las edificaciones. Razón esta que afirma la necesidad de trabajar en el tema del desarrollo de las Instalaciones, como Componentes de las Edificaciones.

ENFOQUE DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

El trabajo se enfoca en un proyecto de investigación, dirigido al sub-sector EDIFICACION -edificaciones de vivienda y servicios-, para su producción masiva, enmarcado en el área del DESARROLLO TECNOLÓGICO de la construcción, en un determinado tema de estudio, referido a las INSTALACIONES en las edificaciones.

Constituye un MODELO elemental de un proceso de desarrollo; partiendo de la determinación de un "problema", en función a una posible solución, se pretenden reformular concepciones de diseño, definiendo las estrategias y tomando en cuenta la factibilidad de usos.

Antecedentes

A. El "problema" de desarrollo que fundamenta la investigación:

Es importante considerar a las INSTALACIONES como parte de las Edificaciones, y tomarlas en cuenta desde la fase inicial del proceso de producción de las edificaciones. Especialmente cuando las consideramos bajo un enfoque SISTEMICO, a ser utilizadas en edificaciones, de vivienda y servicios, con criterio de PRODUCCION EN SERIE.

El problema que genera la investigación es:

En PRIMER LUGAR, la falta de un criterio de RACIONALIDAD en el USO de las instalaciones en la etapa de diseño y/o elaboración del proyecto de las edificaciones; lo cual implicaría: Racionalizar los criterios para el diseño de las instalaciones.

En SEGUNDO LUGAR, la falta de un desarrollo y la incorporación de NUEVOS COMPONENTES CONSTRUCTIVOS, tipificados, producidos en forma INDUSTRIALIZADA; para así:

- Reducir la mano de obra especializada en la obra
- Aligerar el proceso de montaje
- Por ende, reducir el costo de producción y montaje

En TERCER LUGAR, la falta de utilización de un SISTEMA DE DOCUMENTACION adecuado, para la representación de las instalaciones, lo cual implicaría:

La tipificación de ramales y la elaboración de catálogos, que incluirían: la información gráfica, los cómputos y las especificaciones, así como los planteamientos en cuanto al uso específico de cada uno de ellos.

Esto permitiría:

- Facilitar el proceso de diseño
- Permitir un mejor control en el proceso de producción, en el de montaje, y en el de control en obra, así como en el control de costos de la obra (en la elaboración de presupuestos y valuaciones)
- Permitir la utilización de medios de programación y control mecanizado, en las diferentes etapas del proceso de producción

Implicando el desarrollo de los documentos de producción.

B. Expansión del "problema" : (local o regional)

Diría que se trata de un "problema", que afecta no sólo a Venezuela, sino a toda la región de Latinoamérica:

La no disponibilidad de componentes constructivos industrializados en el mercado se hace más notoria en los últimos años, y es evidente que debemos incentivar la producción nacional en todos los campos.

El desarrollar componentes en forma industrializada e incorporar nuestros industriales y empresarios, utilizando nuestros materiales e insumos, constituye un aporte en todas las regiones del país, no sólo en lo que a Instalaciones

se refiere, sino a todos los renglones que conforman las edificaciones como son: la estructura, los cerramientos y los acabados.

C. Vinculación entre la investigación con las prioridades de desarrollo del país:

Por la actual situación de Venezuela (crisis económica), deberá operarse en nuestro país, necesariamente un PROCESO DE INDUSTRIALIZACIÓN EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN; incrementando la productividad en el sector e incorporando la industrialización y el desarrollo de las técnicas de prefabricación a este sector, por mantener éste un alto grado de operación artesanal.

Hay escasez de mano de obra calificada y excedentes de mano de obra común.

Hay déficit nacional de vivienda y otras construcciones de servicios; lo cual hace necesaria la participación, con la aplicación e incorporación de desarrollos vinculados a la investigación, en los planes gubernamentales, como de vivienda, en el campo de la Industria de la Construcción.

Interés global del estudio

Justificación

Interés social: Los entes vinculados con el mundo de la edificación y de promoción de edificaciones exigen nuevas respuestas tecnológicas, en el tema de los componentes entre otros, para los sectores de menores ingresos económicos.

Esta razón nos parece que justifica que un Instituto de Investigación como el nuestro -IDEC- aborde el tema mencionado.

Interés tecnológico: Se buscan nuevas soluciones para contrarrestar las soluciones vigentes, como en el caso de la vivienda de bajo costo, donde en muchos casos hay carencia de servicios e instalaciones.

Interés político: El tema propuesto es de suma vigencia; es prioritario el producir edificaciones cuya concepción se realiza como resultado de una producción en serie, más económica. Ya que los próximos años exigen de quienes nos dedicamos a la innovación tecnológica, el poseer una visión de conjunto y alcances de la crisis que atravesamos.

Objetivos

Las metas científicas que aspira alcanzar la actividad de investigación:

El OBJETIVO de esta investigación es el desarrollo de nuevos componentes de las instalaciones, para la producción masiva de edificaciones; mediante el análisis de procedimientos, metodologías y enfoques, basado en un proceso de racionalización, con el fin de tipificar componentes e incorporarlos a la producción industrializada.

Con este proyecto se pretende:

- Establecer tipologías de nuevos componentes constructivos de las instalaciones, para ser producidos por la pequeña y mediana industria, con la participación de mano de obra no especializada; considerando a las Instalaciones, como un sub-sistema, de elementos de tamaño limitado, implicando el diseño de unidades de producción.
- Proporcionar un producto final, cuyas características fundamentales sean: la adecuación a las necesidades físicas, socio-económicas y políticas, para contribuir a afrontar las necesidades del déficit que vive el país.
- Disminución en el costo de ejecución de las mismas.
- Incorporar este trabajo al Programa de Investigación y Desarrollo en el Campo de la Vivienda¹, en el cual participan varias Instituciones.

Métodos

Los pasos de la investigación y los métodos de análisis:

Para el desarrollo de un proyecto de investigación como el formulado, se hace necesario determinar los ELEMENTOS DEL PROCESO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO, cuyo procedimiento puede resumirse de la siguiente forma:

Considerando en el AREA DE ESTUDIO, la identificación de un PROBLEMA, se analiza la problemática actual, a través de la búsqueda de información y/o estudio, para así conocer el ESTADO DEL ARTE respectivo; con éste, obtendremos una gama de posibles

1. Proposición elaborada y presentada ante otros organismos por el Arq. Henrique Hernández, IDEC. 1982.

Las Instalaciones. Componentes de las Edificaciones Fases del Plan de Desarrollo

| | | | | |
|--|---|---|-------------------------------|---------------------------|
| A1 Estudio bibliográfico, Antecedentes | B1 Estudio de la racionalización de las instalaciones | C1 Diseño de los nuevos componentes constructivos, uniones y especificaciones | D1 Construcción de prototipos | E1 Divulgación |
| A2 Estudio de componentes existentes | | | | |
| A3 Evaluación de los criterios aplicados actualmente | B2 Análisis y Tipificación de componentes industrializados | C2 Tecnología de producción, ensamblaje y usos de los nuevos componentes | D2 Ajustes | E2 Aplicación a proyectos |
| A4 Datos cuantitativos sobre los componentes, su ensamblaje y usos | B3 Planteamientos de los nuevos componentes y su análisis dentro del proceso de producción de edificaciones | | D3 Ejecución del plan piloto | |
| 1era. Etapa | | | 2da. Etapa | |

ESQUEMA GENERAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

A continuación se hace referencia al ESQUEMA GENERAL, necesario para el desarrollo del proyecto; haciendo notar la secuencia de los principales aspectos a considerar, las fases y sub-fases del proceso, de acuerdo al enfoque que se persigue; y el tipo de producto final, que se plantea como posible "solución" -alternativa- a la problemática existente.

Descripción y contenido

Resumen del cuerpo de desarrollo del proyecto:

- INTRODUCCION (Proposición, motivaciones, condicionantes, problemática, planteamiento).

-PRIMERA PARTE: Constituye el Documento escrito compuesto de las siguientes fases:

-FASE A;
(MARCO DE REFERENCIA)

A1.-Estudio bibliográfico y *antecedentes*
a. Antecedentes nacionales
b. Antecedentes en el IDEC. Experiencias
c. Antecedentes internacionales

-FASE B:
(DESARROLLO de ALTERNATIVA)

A2.-*Estudio* de Componentes existentes
Objetivos. Conceptos del proyecto e interés.

Finalidad general.

a. Enfoque general (proposición, concepto)

b. Objetivos

c. Interés global del estudio

A3.-*Evaluación* de los criterios aplicados tradicionalmente (definición de los elementos en producción, proceso constructivo, proceso de montaje)

A4.-Datos cuantitativos sobre los componentes, su ensamblaje y usos.

a. Análisis de las soluciones existentes
b. Experiencias realizadas sobre el tema
c. Aspecto costos
d. Complejidad
e. Mantenimiento
f. Documentación

B1.-Estudio de la Racionalización de las instalaciones

B2.-Análisis y tipificación de los componentes en forma industrializada. Prefabricación. Normalización

B3.-Planteamientos de nuevos componentes y su análisis dentro del proceso de producción de edificaciones.

- Complejidad de los componentes
- Materia prima utilizada

-FASE C:

C1.-Diseño de los nuevos componentes constructivos, uniones y especificaciones. Desarrollo de las alternativas, selección, elaboración de detalles.

RESULTADO PROPOSICION)

- a. Los componentes
- b. Los procedimientos
- c. La documentación
- d. Sugerencias para aplicación en proyectos
- e. Especificaciones

C2.-Tecnología de producción, ensamblaje. Usos de los nuevos componentes.

- a. Función
- b. Producción
- c. Ejecución

- Alternativas sobre las experiencias realizadas.

-SEGUNDA PARTE: Constituye la etapa de verificación, comprobaciones prácticas de los planteamientos realizados en la 1ª. Parte.

-FASE D:

D1 Construcción de Prototipos, donde se ensayan las geometrías, las uniones de las instalaciones.

D2.Ajustes. Evaluación de alternativas. reciclado

D3. Ejecución del plan piloto

-FASE E:

E1.Divulgación

E2.Aplicación a proyectos específicos

- RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

- ANEXOS (Complementos del trabajo)

- BIBLIOGRAFIA

USOS POTENCIALES

Empleo de los resultados, usuarios y acceso:

Los resultados constituirán mejoras e innovaciones al Sistema Constructivo de Edificaciones.

Con la utilización de la metodología y los procedimientos aquí planteados, se podrá proceder al desarrollo de MANUALES y CATALOGOS para la utilización de los elementos producidos a ser aplicados en la construcción o ampliación de viviendas o edificaciones de servicios; inclusive a la elaboración de Normas para sus usos.

Con la colaboración del INCE, se podrá programar el entrenamiento del personal en las labores de producción de componentes y el montaje.

Para la puesta en práctica de los resultados, el IDEC procederá a probar y evaluar la tecnología propuesta, en su Planta Experimental de Producción (El Laurel).

Se divulgarán los resultados y se ofrecerán a Instituciones vinculadas con la producción masiva de edificaciones, tales como el INAVI, la FEDE y otros.

Una vía sería a través de las relaciones con las Instituciones vinculadas con el Programa de Vivienda; otra sería a través de aplicaciones a proyectos específicos, en donde se utilicen criterios de tipificación; otra sería la incorporación al mercado a través de una empresa o industriales interesados en los resultados de este Estudio.

El seguimiento, en la elaboración de la 2ª Etapa, se podrá considerar como fuente de datos y enseñanza práctica. Posible realización con la docencia en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, a través de algún sector relacionado.

La Investigación del Habitat (*)

María Clara Echeverría (**)

(*) El presente texto es una versión aún sujeta a modificaciones de la que presentó su autora en el Taller "La investigación urbana en América Latina. Caminos recorridos y por recorrer", organizado por el Centro de Investigaciones CIUDAD, realizado en Quito, Ecuador, entre el 7 y el 11 de septiembre de 1987.

(**) Directora del Centro de Estudios del Hábitat Popular (CEHAP), Colombia.

El presente texto intenta aportar algunos elementos para la reflexión de quienes se interesan por la evolución de las condiciones habitacionales de la población urbana popular, y por desarrollar alternativas y estrategias para ello. No es su propósito realizar un balance general de la investigación sobre el hábitat popular en América Latina. Más bien, plantea elementos que caracterizan algunas tendencias y riesgos en la investigación, que aunque no son necesariamente generalizables ni representativos, si pueden considerarse como significativos. Estamos conscientes que este intento no es un estudio acabado, limitaciones de diferente índole nos obligan a presentarlo como una primera exploración sobre el tema.

INTRODUCCION

Siendo la investigación urbana en nuestro continente de muy reciente data, años 60 al 70¹ encontramos que el estudio de la problemática habitacional popular tiene un origen aún más reciente, el cual podría corresponder al momento cuando el fenómeno urbano adquirió dimensiones que evidenciaron la incapacidad de los anteriores enfoques de la planificación tradicional y de las intervenciones estatales para la orientación del desarrollo urbano, e inclusive para su control. Es igualmente evidente que los problemas urbanos se encuentran altamente concentrados en los sectores más pobres de las ciudades, que existe una carencia de conocimientos sobre este fenómeno, y que como consecuencia hay una falta de propuestas integrales que permitan una evolución social, económica, espacial y tecnológica adecuada para atender el crecimiento concentrado y desigual de la mayoría de las ciudades latinoamericanas.

Así, alrededor de los años setenta ya se hace explícito el estudio del sector de la vivienda como un área de la investigación urbana. Dentro de la misma se puede mencionar la importancia que a nivel latinoamericano han tenido los trabajos de algunos investigadores que inician la crítica al tratamiento funcionalista que regía la investigación. Entre estos investigadores se encuentran: Emilio Pradilla Cobos², Manuel Castelis -aún no siendo latinoamericano³, y Alfredo Rodríguez, quien es uno de los iniciadores de la búsqueda de una articulación más directa del investigador con los procesos populares⁴.

1. La cual en muchas partes del Continente tiene su origen a partir de los años 60 y 70, después del inicio de la implementación de los planes reguladores para el desarrollo urbano cuando el crecimiento acelerado de las ciudades demanda de un conocimiento más científico que supere el empirismo y la orientación pragmática que caracterizaba la interrelación urbana y la planificación tradicional.
2. Emilio Pradilla Cobos, *El problema de la vivienda en América Latina*. Ed. Centro de Investigaciones CIUDAD, Quito, Ecuador, 1983.
3. Manuel Castelis (Comp.), *Imperialismo y urbanización en América Latina*, Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1973; y *La Cuestión Urbana*, Ed. Siglo XXI, Madrid, 1974.
4. Alfredo Rodríguez, *Asistencia técnica. Punto de encuentro entre pobladores y profesionales*. Ed. CEUR, Buenos Aires, 1986.

De otro lado, en este período, con el inicio del reconocimiento del protagonismo popular en la atención de sus propias necesidades, se produce una fuerte tendencia, soportada por algunos investigadores, que plantea responsabilizar a los pobladores de su propio desarrollo. Esta podría ser denominada como la corriente "Turneriana" ⁵. Tales planteamientos han sufrido serias críticas, cuestionando el riesgo del desconocimiento de las responsabilidades del Estado y la sociedad sobre el problema habitacional y la sobre-explotación de la fuerza de trabajo implícita.

Es importante mencionar que a partir del actual desarrollo investigativo, y de la cada vez mayor articulación de nuevos grupos profesionales alternativos a la cualificación de las condiciones habitacionales de los sectores populares, encontramos ya diferentes y nuevas formas de aproximación al problema, concepciones y perfiles para la acción, que buscan metodologías de acercamiento de los procesos teóricos con la práctica popular. Allí se desarrollan planteamientos que datan de mediados de los 70's y toman auge en el inicio de la década del 80.

Actualmente en la investigación urbana hay una clara tendencia al estudio de los procesos de urbanización y habitacionales, lo urbano y el hábitat, con un interés concreto sobre lo correspondiente a los sectores populares. Se puede hacer mención a la existencia de grupos de investigación que han concentrado su trabajo con una dirección decidida de apoyo a los procesos populares en su lucha por el espacio urbano a partir de una actividad investigativa más integral⁶.

Así hoy se cuenta con una amplia experiencia en diferentes modalidades de investigación, que merecen en sí mismas constituirse en objeto de estudio, permitiendo su evaluación y su formulación de avances. Este estudio está aún por hacerse.

La presente década de los 80's es así la del crecimiento del proceso investigativo en materia de hábitat popular, en la cual se busca una comprensión del fenómeno de las condiciones de vida de la población urbana popular que trascienda la aprehensión del problema de la vivienda como objeto, a la del proceso habitacional popular como sujeto.

Ello lleva a una búsqueda de reflexiones y discusiones del proceso habitacional que logre conocer la integralidad del problema, ampliando el ámbito de la vivienda al del hábitat, en todas sus dimensiones: geográfica, social, política, económica, cultural, antropológica, institucional; en sus diferentes niveles del macro al micro; y en sus diferentes escalas de relación: como problema mundial, continental, nacional, regional, municipal, y finalmente, local.

Siendo así, el conocimiento de lo habitacional debería permitir avances hacia:

- el planteamiento de políticas urbanas correspondientes con una cualificación socializada del hábitat urbano;
- el tratamiento adecuado a la lógica económica de los sectores populares, contraponiendo opciones económicas y financieras que acorten la brecha existente entre los grupos más pobres de la población urbana y el mejoramiento de sus condiciones de vida.
- la formulación de propuestas de sistemas y mecanismos de acceso a los servicios públicos concepto que debe ampliar su significado trascendiendo aquel que reconoce únicamente agua, luz y evacuación de aguas, que si bien abaraten los costos a partir de tecnologías alternativas, propongan igualmente un real mejoramiento en las condiciones de vida de tales grupos y analicen los esfuerzos implícitos en el mantenimiento de los servicios y los niveles de competencia de tal esfuerzo, así como los beneficios para quienes lo realicen⁷.
- en articulación con propuestas relativas a la vivienda, la formulación de estrategias para el tratamiento integral del mejoramiento de las condiciones de vida de la población, buscando elevar su situación de empleo e ingresos, salud, educación, capacitación, recreación y cultura, en fin, todo aquello que hace la vida de una mujer, un hombre, un niño y una sociedad.
- el desarrollo de contra-propuestas para las limitantes y condicionantes del sistema al mejoramiento del hábitat urbano popular.

5. John F. C. Turner, *Todo el poder para los usuarios*, Ed H. Blume, Madrid.

6. Entre otros, podemos mencionar: CENVI, COPEVI y UAM en México; CINEP, CPU, Foro Nacional por Colombia, Universidad del Valle, CEHAP-Universidad Nacional de Colombia; AVP ENDA, PROCO y CICAHP (este de reciente creación) en Colombia; CIDAP, DESCO y CIPUR en Perú; CIUDAD en Ecuador; Fundación Vivienda y Comunidad, CEUR y AVE-CEVE en Argentina; CEDEC en Brasil; SUR, NORTE, JUNDEP y CIPMA en Chile; CENDES en Venezuela. De igual manera que se pueden identificar varios investigadores, entre muchos otros podríamos mencionar a Alfredo Rodríguez, René Coulomb, Gustavo Riofrio, Humberto Molina, Samuel Jaramillo, Gilma Mosquera.

7. Durante los últimos 15 años ha habido una fuerte tendencia de investigación tecnológica en la búsqueda de sistemas sanitarios alternativos (p. ej., las letrinas). Sin embargo, es necesario evaluar el tiempo invertido por los usuarios, la calidad del servicio y los beneficios del mismo. Si bien hay algunos sistemas que revierten sub-productos de beneficio para los usuarios, valdría hacer un análisis de los costos y beneficios sociales, y a quién (familia, comunidad, distrito o ciudad), le correspondería este esfuerzo y/o este beneficio.

SOBRE EL ESTUDIO DEL PROCESO DEL HABITAT POPULAR

1. Los conceptos: de la vivienda al hábitat

La década de los 60' coincide con cambios en varios países latinoamericanos hacia una economía basada en la industrialización, hacia procesos de urbanización acelerados, con concentración de población en pocas ciudades, lo cual originó el desigual desarrollo regional,⁸ hacia un desequilibrio en el desarrollo de los diferentes sectores de la economía, hacia un deterioro en las condiciones de vida de la población, especialmente concentrado en los nuevos pobladores urbano populares.

Se inicia igualmente el tratamiento explícito del problema de la vivienda como objeto de la planificación urbana, antecedido por los planteamientos de planificación funcionalistas, que estratificaron el desarrollo de las ciudades en "campos" para determinados grupos sociales, dando como resultado nuestras ciudades de hoy: el más aterrador estado de la incomunicación y falta de diálogo entre los hombres y grupos que hacen la sociedad, la más desgastadora sectorialización espacial que atropella a sus habitantes por la exagerada demanda de tiempo para el desarrollo de las diversas actividades de la vida cotidiana, y la más deprimente distribución espacial que evita y controla el acceso de determinados grupos a vastas zonas de la ciudad, lo cual nos hace preocuparnos aún más por alternativas y estrategias que permitan aportar a un desarrollo democrático del hecho urbano y a una cualificación del mismo.

En este período se inicia la implementación de una serie de acciones estatales orientadas a atender básicamente los déficits cuantitativos, ejecutando diversos proyectos de vivienda masiva (en muchos de nuestros países con intervención extranjera, tal como la participación de la "Alianza para el Progreso"). Es así como el problema que encierran las condiciones habitables del hombre se interpretaba únicamente en relación con el nivel local de "la casa" para "la familia", sin darle mayor importancia a su significado y dimensión humana y, por qué no, regional; a su implicación económica, social y política; a su contenido antropológico y cultural, a la relación de la tecnología con un modelo determinado de desarrollo; al requerimiento de integrar la accesibilidad a la tierra urbana, la financiación y los servicios públicos y sociales; a la definición colectiva

del futuro urbano; en fin, a todo aquello que finalmente hace mejores o peores nuestras condiciones habitacionales.

Con estos antecedentes se inicia el pensamiento racionalizado de diferentes investigadores sobre el problema de la vivienda, inicialmente marcados por una concepción "viviendista" y por una percepción del problema cuantitativo y funcionalista como el eje de interpretación del fenómeno.

"La temática ha evolucionado aceleradamente desde concepciones puramente cuantificadoras de déficit en que ni siquiera se la presenta como el rasgo dominante y principal del problema, sino más bien como si su explicación se agotara en sí misma (JUNAPLA, s/f), hasta verlo como una 'cuestión', en la que se combinan, bajo una óptica metodológica diferente, componentes tales como: a) la magnitud del problema de la vivienda (De la Bastida, 1984); b) mecanismos de acceso al mercado de la tierra (Valencia, 1984; Oquendo, 1983; Carrión D., 1985); c) características de las formas tradicionales de construcción y tecnologías para el campo (Pérez et. al., 1984) y para la ciudad (Larrea et. al., 1985); d) condiciones en las que se definen las políticas estatales de vivienda (Aguirre, 1984; Villavicencio, 1981)".⁹

Con esta fuerte tendencia a buscar alternativas de "solución" al problema de "la vivienda" a través de la reducción del déficit cuantitativo, se desarrollan básicamente propuestas en el campo de la reducción de normas y estándares para la "vivienda de interés social" y alternativas tecnológicas para el abaratamiento del proceso constructivo. No siendo extraña la aparición en Colombia¹⁰ en 1971, apenas cruzando la década del 60, del "Estudio de normas mínimas de urbanización",¹¹ el cual influenció notablemente la política nacional, y la aparición de planteamientos semejantes en los programas de otros países.

En la misma interpretación se enmarcan políticas aparecidas en los años subsiguientes (70 al 74 en Colombia), en las cuales se toma el sector de la Construcción como el sector líder del desarrollo nacional,¹² incentivando la inversión de capital hacia dicho sector, estimulando la orientación del ahorro público hacia programas masivos de vivienda. Es ésta la década donde se inicia una aplicación generalizada del sistema de unidades de poder adquisitivo constante (Brasil como país de punta en esto), lo cual afecta notablemente la accesibilidad a la vivienda para los sectores populares.

8. En algunos países una ciudad concentra la mayor parte del crecimiento urbano nacional (México, Lima, Buenos Aires, Caracas, Montevideo); en otros se dan dos ciudades en "competencia" por dicho crecimiento (Quito y Guayaquil); y son una excepción aquellos con un sistema de ciudades importantes que absorban tal crecimiento poblacional (Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Bucaramanga, Pereira, en Colombia. Río de Janeiro, Sao Paulo, Brasilia en Brasil).

9. Fernando Carrión, Balance de la investigación urbana ecuatoriana, Ed. CIUDAD, Quito, Ecuador, 1986.

10. Uno de los países más significativos como "laboratorio de experimentación" de alternativas.

11. Germán Samper, Bogotá, Colombia, 1971.

12. Plan de Desarrollo Nacional, "Las cuatro estrategias de desarrollo", Colombia.

Así en los 70' podemos ver dos tendencias diferentes en la investigación de la problemática habitacional: La primera, articulada al concepto de viviendas manejado estatalmente, en búsqueda de reducción de costos, tiempos, estándares (y obviamente calidad), para disminuir el déficit cuantitativo de la vivienda. La segunda plantea una posición crítica frente al problema de la vivienda, enmarcada dentro del capitalismo y la dependencia, mirando la "vivienda como mercancía" y la industria monopólica de la construcción, en articulación con el proceso de valorización de capital.¹³ En esta segunda tendencia, el análisis critica y supera la óptica del problema del déficit y del enfoque netamente pragmático, y sirve de base para el trabajo de nuevos grupos de estudio y análisis crítico del problema urbano y habitacional de nuestro continente.

En general durante los 70' se agudiza la demanda sobre la tierra urbana, sin que se encuentren políticas que rompan con la creciente brecha entre tal demanda y la oferta que sigue la lógica urbana capitalista.

En este período las ocupaciones de tierras evidencian ser la única alternativa para los sectores populares más pobres, o bien los procesos de subdivisión ilegal de terrenos como segunda opción para aquellos grupos que pueden adquirir una deuda a largo plazo. La adquisición de un lugar digno para habitar llega pues a constituirse en todo un frente de lucha popular. De allí que las estrategias para la ocupación y conservación de terrenos, la lógica del desarrollo en el tiempo, la lucha por los servicios públicos y urbanos básicos, los requerimientos de negociaciones y gestiones de los pobladores, en fin, todos aquellos frentes de acción popular en torno al mejoramiento de sus relaciones urbano-espaciales entran a constituir un ámbito propio del problema de lo habitacional.

En correspondencia con lo anterior, y con la gradual articulación de investigadores a los procesos populares, se van generando cambios significativos en la investigación sobre el problema habitacional popular. Es así que, del estudio de la vivienda se pasa a buscar el estudio del hábitat en una dimensión más amplia del concepto, que permita entenderlo tanto en su relación con el sistema del capitalismo dependiente, cuanto en su dimensión política nacional y municipal; en su contenido estratégico para la participación en ciertos niveles de poder; en su articulación espacial urbana y regional; en su dimensión de macro y micro economía; en su contenido de identidad popular y potencial y organizativo para el fortalecimiento de luchas urbanas populares; en su significado antropológico, cualitativo y cultural; en su dimensión de tecnología y desarrollo; y en su significado alternativo de producción y acceso.

Los nuevos investigadores buscan, por lo tanto, a la par con la evolución del conocimiento teórico, el desarrollo

de propuestas y estrategias alternativas que permitan la articulación de sus conocimientos con procesos propios de la lucha habitacional de los grupos más desprotegidos de la población.

2. Diferentes modalidades de investigación del proceso habitacional.

Dentro de los procesos de investigación del hábitat popular urbano encontramos varias modalidades, las cuales es preciso caracterizar y analizar en cuanto a su validez y posibles articulaciones y contradicciones existentes. Si bien todas ellas encierran elementos importantes para el desarrollo de las condiciones habitacionales de los sectores más pobres de nuestro continente, hay riesgos y niveles de incomunicación, e inclusive contradicciones, a los que vale estar atentos.

2.1. La investigación teórica (y la "elitización" del conocimiento)

Es claro cómo el estudio teórico del problema de la vivienda que ha tenido bases en el marxismo, toma los planteamientos de Engels, e igualmente se soporta sobre los desarrollos de Castells. Así, el actual desarrollo investigativo que se desprende un tanto de lo anterior, a la vez se enfrenta al reto de hacer evolucionar dicho enfoque. Ello presupone un respeto por tales desarrollos, y simultáneamente una suficiente flexibilidad y crítica como para proponer nuevas aproximaciones.

En esta óptica se mueve la actual investigación, la cual de alguna manera tiende a no aceptar marcos preestablecidos "per se": una actitud frente al conocimiento del problema habitacional no preconicionado por marcos que han sido rigurosamente, pero rígidamente, establecidos; una articulación investigativa que permita su comunicación con los diferentes niveles de proyección que debe tener el conocimiento; una búsqueda de lenguajes propios y marcos de referencia acordes, que permitan aún así interpretaciones multilaterales, en correspondencia con las diferentes implicaciones de la problemática, la cual está atravesada, como se vio anteriormente, por varios campos del conocimiento. "La vivienda de masas o la vivienda popular, posee la suficiente complejidad como para justificar que se realicen aproximaciones desde otras disciplinas. Este fenómeno en sí mismo no sólo no es objetable sino además necesario".¹⁴

13. Emilio Pradilla Cobos, *op. cit.*

14. Luis A. Boh, "Vivienda y conocimiento o el conocimiento de la vivienda", IN: *Ciudad y Vivienda en el Paraguay*, SAEP, Asunción, Paraguay, 1984, p. 9.

A diferencia de otros autores,¹⁵ podemos considerar que sí existe un desarrollo teórico significativo como para permitirnos hablar de una buena cualificación del problema de "la vivienda"; si bien el actual conocimiento teórico sobre la problemática habitacional no ha sido aún sistematizado, ni recogido de la manera más rigurosa sobre un marco definido,¹⁶ sus avances en la década del 80 nos permiten constatar la existencia de un cuerpo teórico para su estudio.

Dada la complejidad y la diversidad de disciplinas que convergen en el problema de la vivienda, existe una discusión en torno a cuál disciplina le corresponde propiamente el desarrollo de su marco de análisis, dando lugar a algo así como la "competencia" disciplinaria por adoptar la vivienda como objeto propio (natural) de alguna de ellas: la Sociología, la Economía, la Arquitectura, la Politología, entre otras. "De ahí que la definición y configuración final en cuanto a objeto teórico sólo se volverá factible en la medida en que se identifique y defina cuál es el campo de pertinencia disciplinaria en el cual la vivienda pueda ser encarada con propiedad, vale decir, en función de los rasgos que la definen en cuanto fenómeno concreto y proyectable".¹⁷ Sin embargo, debido a la insistencia por estratificar disciplinariamente los problemas, podemos considerar que allí se está creando, más que una clarificación del problema, una 'sobrecomplicación' del mismo. ¿Acaso no es posible el desarrollo de un marco teórico a partir de planteamientos no sólo multidisciplinarios sino interdisciplinarios?

El tratamiento analítico de los problemas a veces nos lleva por caminos que son más complejos que el problema en sí mismo. ¿Qué de contradictorio puede tener el analizar un problema de manera interdisciplinaria, problema que además de implicar diferentes campos, igualmente para su atención conlleva o toca estos variados campos?

Vemos así que la extrema 'complejización' en los mismos investigadores es tal vez uno de los elementos que origina reacciones de 'independencia' de los marcos teóricos y el desarrollo de planteamientos que buscan 'enfrentarse' más directamente con la realidad para, a partir de ello, perfilar el marco de análisis correspondiente a tal realidad.

Sin poner en duda la importancia que ha tenido, y debe seguir teniendo, la investigación teórica para el desarrollo no sólo del problema urbano y del hábitat, sino de la sociedad en su conjunto, entremos en una reflexión que no debe interpretarse en su posible negatividad, sino mirarse como una de las preguntas que debe suscitarse entre los investi-

gadores, en relación con los niveles de comunicación que debe tener cualquier proceso investigativo.¹⁸

Si miramos el acceso que tiene el común de la gente a las interpretaciones y a la información aportada por el estudio teórico del problema de la vivienda, podemos decir, sin temor a equivocarnos, que la posible comprensión de tales trabajos deja de lado a la mayoría de los agentes que participan en el problema: no sólo a los pobladores, de quienes debemos preocuparnos, por ser ellos los principales generadores de procesos sociales que propendan por cambios significativos tanto en la cualificación del hábitat, como en su incidencia para la definición de políticas; sino también a los grupos profesionales que participan como asesores de tales procesos, o como parte de las agencias estatales, y al mismo Estado, como formulador e implementador de políticas, quien no siendo un agente homogéneo podría llegar a tener una incidencia oportuna.

En pocas palabras, podríamos plantear que en general el estudio teórico del tema ha tenido un comportamiento "elitista", que no ha hecho mucho por un acercamiento con el resto de los agentes, manteniendo lenguajes y metodologías poco aptos a acortar el espacio de los problemas existentes para hacer más accesibles sus avances.

Podemos finalmente decir que, a pesar de la innegable e incuestionable importancia de la investigación teórica, ésta se mantiene aún alejada de superar lo que igualmente le critica al conjunto de la sociedad: una distribución inequitativa de los beneficios sociales. Así que se deberían orientar muchos esfuerzos de parte de los investigadores a ampliar la accesibilidad de su trabajo, a buscar la posibilidad de conservación con otras modalidades de investigación entre las cuales hay un real fraccionamiento y, finalmente, a superar el riesgo de una brecha entre el discurso teórico y la realidad. Así formulamos la pregunta "¿Es el fin de la investigación teórica recrear la teoría o intervenir en la realidad?"¹⁹

2.2 La investigación tecnológica (y el "pragmatismo")

A diferencia de la investigación teórica, la investigación tecnológica no necesariamente parte de un marco teórico definido, ni necesariamente se basa en premisas conceptuales. Podemos decir que generalmente la investigación tecnológica ha estado ceñida por enfoques empíricos, que buscan atender los aspectos mesurables y cuantificables del problema habitacional.

15. Wilson Herdoiza, *Consideraciones metodológicas y conceptuales para el estudio del problema de la vivienda*, Ed. Universidad Central del Ecuador, Escuela de Planificación de Postgrado, Quito, 1984, p.4: "...consideramos que en el momento actual a nivel de la teoría no existe un objeto teórico que califique lo que es el problema de la vivienda"

16. Fernando Carrión, *op.cit.*, p. 11

17. Luis A. Boh, *op.cit.*, p.9

18. Más si no hablamos de ciencias puras (Física, Química, etc.), sino de ciencias sociales y de campos como la Antropología, el Urbanismo y la Planificación.

19. Rafael Fernando Rueda. Entrevista, 1987.

Sin embargo, vale mencionar una tendencia más reciente que busca articular la investigación del asunto tecnológico y de sus alternativas con un marco de referencia social y político que plantee conceptos definidos sobre el tipo de evolución social que se pretende.

La investigación tecnológica se mueve así en dos extremos: El primero es la absoluta indiferencia frente al contexto real económico, social y político, en el cual se busca la innovación de sistemas constructivos y de servicios sanitarios (poco se ha hecho en términos del sistema infraestructural como un sistema combinado) que, de manera radicalmente pragmática y eficientista, permitan atender el déficit cuantitativo de vivienda. El segundo busca las bases teóricas del estudio de la vivienda, mirando el desarrollo de nuestros países, con la consecuente propuesta de investigación y la formulación de pautas tecnológicas que correspondan a un nuevo modelo adecuado a nuestra propia realidad económica y social. Sin embargo, puede decirse que este último se encuentra ahora en su fase inicial, como una opción investigativa más integral del asunto tecnológico.

La investigación tecnológica mantiene así dos retos: desarrollar planteamientos coherentes y claros que articulen la tecnología al problema económico, social y político de nuestros países y, de otro lado, tener un nivel de aplicabilidad y pragmatismo que realmente permita operativizar sus planteamientos. Ellos, en la dirección de superar lo sectorial de la búsqueda tecnológica. "Los planteamientos básicos de esta aproximación (la sectorialista) mantuvieron vigencia incuestionada en el país hasta fines de la década del 60, generando a nivel profesional y académico todo un "know how" en relación al diseño y la construcción de viviendas económicas".²⁰

Sin embargo, esto de la aplicabilidad y el pragmatismo se mueve en extremos riesgosos, pues no es únicamente el factor de constructibilidad, costos, rendimiento económico, lo que debe preocupar a los investigadores del campo técnico, sino trascender del nivel sectorial mismo; las implicaciones en cuanto a la economía local y la economía del país que se ponen en juego, llevándonos a pensar en ¿quién se beneficia con una determinada tecnología?, y de otro lado, las implicaciones culturales que generalmente son relegadas a un tercer plano, las cuales sin embargo llevan en sí una serie de potencialidades de arraigamiento o no, de valores, que construyen niveles de autoestima y potenciación de los grupos con los cuales se trabaja.

Pero de otro lado, los planteamientos tecnológicos integrales, que toman en cuenta todos los factores inherentes al campo socio-económico, deben igualmente preocuparse por una aproximación pragmática y tener un nivel de apli-

cabilidad concreto, pero suficientemente flexible como para que o bien su metodología, o su propia propuesta técnica, permita la ampliación de sus resultados.

La búsqueda de tecnologías alternativas es indispensable para hacer evolucionar la aproximación tradicional, la cual estaba amarrada a las tecnologías implantadas e impuestas por el sector privado, que generalmente carecen de bases culturales propias y requieren de sistemas de producción y ensamblaje que no son realmente captables por los grupos populares. Al menos estos grupos no se benefician del sistema, pero sí son sometidos a determinadas tecnologías, demandándolas con el beneficio para el sector privado generalmente. El asunto de tecnologías adecuadas o apropiadas debe interrogar su propio nombre: ¿Adecuadas porque las tecnologías propias o externas se adecuan a las actuales necesidades propias o porque son las tecnologías que más corresponden con las expectativas y necesidades? ¿Y apropiadas porque se toman de otro lugar para un caso específico, es decir, se las apropia, o porque son las que más corresponden con las expectativas y necesidades de quien las utilizará?

Estos nos lleva a pensar en el significado que puede tener el origen de una determinada tecnología: qué representa la introducción de tecnologías externas; cuál es el rol del investigador para permitir el mejor acoplaje de estos dos puntos; cuál es el rol como innovador, cuál su nivel de reconocimiento de las demandas y expectativas de los pobladores, y cómo compatibilizar estos puntos.

Es preciso, pues, mantener activo el estudio y la formulación de propuestas que tomen en consideración aspectos como el nivel de aceptabilidad, la formación y capacitación de cuadros técnicos y pobladores en asuntos tecnológicos, la transferencia tecnológica, la adecuación del proceso productivo y de ensamblaje por parte de las comunidades, el beneficio económico de la comunidad, la generación de empleo e ingresos que pueda o no desprenderse de determinado sistema, la tecnología y el diseño y sus grandes contenidos culturales y de valores propios.

Cabe que repensemos el reto de la tecnología y el diseño, al enfrentarnos a una sociedad que gradualmente va deteriorando las condiciones físicas y espaciales de la mayoría de la población. Y que reflexionemos sobre cuál sería un avance significativo de éstos, para renovar y evolucionar los planteamientos que hasta ahora en general "han regido la autoconstrucción, los programas de desarrollo progresivo y lotes con servicios",²¹ y las tecnologías alternativas.

20. Joan Mac Donald M., *Vivienda y sociedad. Reflexiones y experiencias*, Ed. Corporación de Promoción Universitaria, Santiago, Chile, 1983, p.6 (paréntesis nuestro)

21. Gilberto Arango. Entrevista, 1987.

2.3 La investigación-acción ²² (y "los conejillos de Indias")

Por investigación-acción entendemos aquel proceso investigativo que se articula a una práctica determinada, ligando los resultados del proceso de estudio con una realidad concreta, determinada, localizada social y geográficamente. Bien a partir de una relación de una investigación que establece nexos con el medio para practicar sus logros; o a partir de una acción que deriva experiencias y resultados para su estudio; o, como debería armarse realmente, maximizando el diálogo de práctica-teoría-práctica, en ambas direcciones.

Pedro Demo plantea: "La propia falta de práctica posee significado ideológico, es decir, es una de las prácticas y favorece a alguien. Así pues, no hay sentido sólo en la teoría, ni sólo en la práctica, sino en la interacción dinámica de ambas, aunque sin confundirlas"²³

Aunque esta modalidad tuvo sus comienzos en los 70' se puede decir que apenas en los 80' se abre paso y se generaliza entre los investigadores. El cambio de actitud de varios grupos de investigación en nuestro continente se deriva de la necesidad de una articulación más concreta de sus experiencias con el medio, así como del aumento en las demandas de los pobladores por asesoría técnica de estos grupos, la cual no se pretende que exista desarticulada del resto de actividades de los mismos: investigación, capacitación, documentación, entre otras. La asesoría técnica se mira como: la posibilidad de transferir y proyectar los avances logrados por los estudiosos del problema; la posibilidad de entrar en contacto directo con la práctica del problema; la posibilidad de aprehender la otra concepción del problema, la de los propios pobladores; la posibilidad de aplicar y experimentar alternativas y estrategias con los propios procesos populares.

En general, el propósito y las experiencias obtenidas se pueden entender como uno de los cambios más positivos que ha sufrido la investigación. No siendo solamente importante para la investigación de las ciencias sociales del hábitat, sino para la investigación de cualquier problema o área. Esa transformación llama a reflexionar sobre la necesidad de ampliar, más directamente y a plazos cortos, los resultados obtenidos por los investigadores, sobre todo si consideramos las grandes dificultades que existen en nuestros países para investigar, y para difundir y proyectar los resultados; con mayor razón se debe buscar la ampliación de resultados desde la base, es decir, buscar el proceso más corto y adecuado para socializar sus resultados.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta algo que ya desde 1971 advertían Gustavo Riofrío, Alfredo Rodríguez y Eileen Welsh,²⁴ el estar atentos a la ola de investigadores, grupos de apoyo, entidades de caridad, etc., que invaden las comunidades, con propósitos de toda índole, al igual que con resultados semejantes. A pesar de la existencia de varios grupos que participan en una dirección constructiva, esta advertencia debe hacerse. Las comunidades, si bien son campos de trabajo para los investigadores, antes que nada son de quienes viven y sufren cualquier proceso que les corresponda llevar sobre su experiencia.

Se da mucho la articulación de grupos no muy formados, o con una formación muy vertical, o con otra serie de sesgos (desde políticos hasta religiosos), que empiezan a actuar a partir de una proyección investigativa para determinadas comunidades (no tanto con determinadas comunidades), y en su proceso de investigación puede haber diferentes problemas, a saber: desconocimiento de la organización, expectativas, problemas y posibilidades, desde la óptica de las comunidades con las cuales se trabaja; colocación de gran atención a la acción, mas no logro de la sistematización y del análisis que permita ampliar el trabajo a un nivel investigativo; abandono súbito del proceso comunitario; generación de dependencias de la comunidad sobre el grupo externo; utilización de las comunidades, sin regreso concreto de los resultados del estudio; uso de lenguajes inadecuados como para permitir que las comunidades se beneficien realmente del trabajo; utilización política de las comunidades; utilización experimental de las comunidades, sin medir los alcances de un trabajo que toca aspectos sociales, económicos, culturales, etc.

Es importante mencionar algunas ideas de Pedro Demo que nos permiten pensar más esta modalidad de investigación práctica:

"Se trata de práctica en un contexto científico, es decir, que contenga el elemento de descubrimiento científico, para que pueda atribuirse el carácter de investigación".

"Para que sea investigación, y no mera ideologización política, es menester que predomine la preocupación científica por lo menos en el sentido de ser una ideología científicamente conducida y fundamentada. Así, no se puede llamar investigación práctica a cualquier acto político."

"Al mismo tiempo, hay distintos niveles en la práctica. Es extremadamente ingenuo pensar que sólo sea práctica la posición revolucionaria. La reaccionaria no es menos práctica, está solamente en la dirección ideológica contraria. Práctica significa opción política e ideológica, pero no garantiza la dirección de la política ni de la ideología. En este sentido, es un error de base suponer que la investigación

22. Pedro Demo, *Investigación participante. Mito y realidad*, Ed. Kapelusz, Buenos Aires, 1985.

23. Pedro Demo, *op.cit.*, p. 15

24. Alfredo Rodríguez et. al., *De invasores a invadidos*, Ed. DESCO, Lima, 1980.

práctica tenga como vocación natural defender a los oprimidos..."²⁵

Es necesario, así, tener claro el balance y el compromiso que se adquiere al intervenir en la realidad y, las dificultades metodológicas para desarrollar simultáneamente la investigación y la práctica, sin implicar el dominio de los intereses de una sobre las exigencias de la otra, así como la necesaria correspondencia ideológica en ambas. Vale pues preguntarnos: ¿Se trata de adoptar un par de actividades, "investigar y actuar?", como pretexto para defender una de ellas, o es posible que establezcamos claros derroteros que permitan el diálogo permanente entre ambas?

2.4 La investigación participante (y la "idealización" de lo popular)

La investigación-acción en parte abre paso a una nueva modalidad de investigación: la investigación participante, que si bien pueden ir combinadas, en sí misma la investigación participante no necesariamente existe en los procesos de investigación-acción.

La investigación participante es aquella que introduce como parte investigante al propio objeto-sujeto de investigación. No se relaciona con los grupos investigados solamente como objetos de estudio, sino que los hace partícipes del proceso mismo de investigación, como sujetos de la misma. Ello permite definir conjuntamente áreas de investigación de interés para aquellos agentes principales de la misma investigación.

Así el nivel de participación de los grupos a investigar genera como resultado colectivo de investigación, donde se puede establecer un diálogo de contenidos y metodológico que permita nuevas aproximaciones a los problemas tradicionalmente tratados unilateralmente. No se trata de la relación investigación-acción, sino de la relación investigación-participación, donde igualmente puede producirse la primera relación.

Se trata de un campo realmente nuevo en materia de investigación, que si bien pueden derivarse de allí notables avances, igualmente vale mencionar ciertos riesgos o puntos que requieren una atención especial, no por ello descalificadores de esta posibilidad:

- La idealización de lo popular: este punto no sólo le compete a esta modalidad de investigación, pues todas pueden caer en ello. Sin embargo, dado el gran acercamiento entre el investigador y los grupos analizados, es más difícil mantener una independencia de pensamiento que permita realmente manejar cierta objetividad en el análisis. Ello nos lleva a pensar en la necesidad de un diálogo abierto entre los diferentes agentes que intervienen en el proceso

de investigación participante, respetando y potenciando su propia identidad, pues no se trata de una confusión de roles sino de un acercamiento en igualdad de condiciones frente a la definición de la investigación.

- La carencia de antecedentes investigativos en esta modalidad y de desarrollos metodológicos. Todo este campo está por descubrirse. Se mueve entre varios tipos de actividad: la formación popular, la investigación, la participación, la concertación y la generación de compromisos de los agentes involucrados en el proceso. De allí que la metodología para su trabajo debe ser cuidadosa de cubrir los propósitos de la misma, sin atentar contra la calidad del trabajo investigativo, ni de las propuestas y las prácticas derivadas de la misma.

- La búsqueda de participación en el proceso investigativo puede (y generalmente debe) involucrar diversos agentes del proceso. Así los resultados obtenidos, desde el proceso de diagnósticos, el análisis, la planificación o acciones derivadas, serán compartidos por los agentes involucrados. Ello podría derivar en aciertos significativos de la denominada planificación participante. Sin embargo, debido a tan serio compromiso, es preciso atender cuidadosamente esta modalidad.

En esta dirección, si hablamos de investigación participante, debemos tomar en cuenta lo enunciado por Seno Comelly en relación con el planteamiento participativo:

"... no significa sólo una acción momentánea en que los planificadores del gobierno llamen al pueblo o a algunas de sus categorías para legitimar determinados proyectos... No significa, igualmente, apenas llamar a sectores comunitarios para la ejecución de tareas derivadas de planes elaborados sin participación de la comunidad".

"Se entiende que el planteamiento participativo constituye un proceso político, un continuo propósito colectivo, una deliberada y ampliamente discutida construcción del futuro de la comunidad... Significa, por lo tanto, más que una actividad técnica, un proceso político vinculado a la decisión de la mayoría, tomada por mayoría, en beneficio de la mayoría"

"...Por lo tanto, es fundamental que esas mayorías tomen conciencia de su situación, de su fuerza numérica, que se organicen, se movilicen, se coordinen y actúen políticamente".²⁶

Quedan aún muchos puntos por resolver sobre esta modalidad, lo cual representa un reto para aquellos que buscan el desarrollo de alternativas participativas, tanto en la investigación como en los procesos de planificación y ciudadanos.

25. Pedro Demo, *op.cit.*, pp. 25-27

26. Seno Comelly, "Ideas sobre planeamiento participativo", IN: *Selecciones de Servicio Social*, Nº. 35 (may-ago), 1978, p. 3

Así vemos que todas las modalidades de investigación tienen, y pueden tener aún más, muchos aspectos válidos y de aporte a la evolución de las condiciones de vida de la población. Lo importante es generar y desarrollar espacios y metodologías para correlacionar estos esfuerzos que, más que dispersarse, confluyen en direcciones coherentes.

3. Otras preocupaciones sobre la investigación de los procesos habitacionales populares

De una manera muy breve, y sin mayor desarrollo, se denunciarán algunos aspectos que consideramos importantes, a ser tomados en consideración para el desarrollo investigativo del problema habitacional.

3.1. La transferencia de conocimientos

Como se mencionó anteriormente, es necesario reflexionar sobre la posición del investigador como generador y propietario del conocimiento; un poco sobre la imagen del "investigador investido de una capa protectora", lo cual ya se vio, no trae necesariamente beneficios muy convincentes al desarrollo de la ciencia, ni a las condiciones de vida.

Así, nuestra preocupación mira a la necesidad de aunar esfuerzos que propendan, por el desarrollo de modalidades, metodologías y estrategias de comunicación de los avances investigativos, hacia: los pobladores, los niveles de gobierno local, los grupos técnicos, las organizaciones no gubernamentales (término éste aún muy vago), y todo aquel cuerpo de agentes que de diversas formas puedan contribuir al cambio hacia unas condiciones más democráticas el devenir urbano.

Buscando resolver el problema de la accesibilidad en el lenguaje y la comunicación con el medio, podremos ver más claramente las respuestas a las preguntas sobre ¿quién investiga, para quién y para qué?

3.2. Algunas tendencias riesgosas en la investigación del problema habitacional

A partir de lo mencionado anteriormente, vale hacer referencia a los siguientes riesgos:

- La investigación sectorial y el tratamiento del problema habitacional deslindados del contexto macroeconómico y del fenómeno urbano.

- La carencia de articulación entre las diferentes modalidades de investigación, llegando inclusive a suponerse la existencia de incompatibilidades, las cuales no necesariamente se basan en la modalidad de investigación sino en la metodología y uso que se haga de ésta.

- La tendencia a la generalización del problema y la falta de tratamiento específico de diferentes situaciones

que hacen al problema habitacional: el alquiler, los centros urbanos, la ocupación de tierras, la explotación por ventas ilegales (o legales), los adjudicatarios de programas estatales o privados (la vivienda terminada, el desarrollo progresivo, los lotes con servicios).

- La tendencia de la investigación de apoyar la autoconstrucción en sí misma y no propiamente el proceso habitacional popular.

- La tendencia generalizada a tener áreas y temas "sobre-estudiados", centralizando las actividades de investigación, y la dificultad para ampliar la cobertura de la dinámica investigativa a otras regiones del continente y de los respectivos países. Así, podríamos decir que en general los países centroamericanos y Bolivia en Sur América no cuentan con una dinámica investigativa en materia de hábitat popular que pueda compararse con los casos de Argentina, Chile, Brasil, Colombia o Ecuador. Igual, hay ciertas, y muchas, regiones en los países que están aún por descubrirse, en diversos campos, cultural, antropológico, arquitectónico, económico (local), social, geográfico, etc., y en las cuales poca participación ha tenido el avance de la investigación sobre el hábitat.

- La dependencia de políticas externas en nuestros países, las cuales, a través del apoyo internacional, definen y perfilan áreas temáticas y criterios para las coberturas nacionales y de países, para el desarrollo de la investigación. No podemos desconocer que, con las dificultades que tenemos en nuestros países para financiar la investigación, una alta proporción de la actividad investigativa en nuestro continente recibe financiación del exterior. Ello requiere, pues, tratar muy atentamente este punto, con el fin de permitirnos realizar la investigación que deseamos y requerimos, a pesar de las propuestas y del apoyo externo.

3.3. La investigación, las políticas, los procesos de planificación y la implementación.

En el entendido de que el fenómeno habitacional es un proceso económico, social, político, arquitectónico y cultural, entre otros, es necesario iniciar, a partir del alto contenido político y demagógico que ha tomado el sector de la vivienda, una reflexión que permita desarrollar estrategias investigativas que apunten a aprovechar la actual sobre-estimación del sector en la mayoría de nuestros países.

Esta coyuntura puede constituirse en la opción para el desarrollo de procesos e investigación apuntando a un desarrollo del conocimiento que igualmente apunte a la transformación de las formas tradicionales de evolución del hecho urbano, hacia un proceso más democrático con formas alternativas de participación de los diferentes sectores de población en su propio devenir.

Hablamos, pues, de generar procesos de investigación más participativos, que gradualmente establezcan las condiciones para la planificación participativa y concertada, lo que podría constituirse en una política alternativa. Se busca con ello una democratización de los procesos de elaboración de diagnósticos, de definición de recursos, planes de acción e implementación y evaluación, a la vez que un compromiso colectivo en lo que serán nuestras ciudades de los años venideros.

Se plantea así, la vinculación y el compromiso de los diferentes agentes: la organización popular, el Estado, el sector privado, las organizaciones no gubernamentales, y los grupos técnicos y profesionales, para con ello buscar un trabajo con proyecciones en diferentes niveles de competencia, del macro al micro; diferentes escalas, desde la local, la municipal y la regional, hasta la nacional.

3.4. *La investigación, la información, la difusión, la multiplicación y el proceso colectivo*

Debemos mencionar la necesidad de trazar una estrategia que permita realmente una buena circulación del conocimiento recogido y desarrollado por bastantes investigadores en América Latina. Ello igualmente requiere de un análisis que permita entender el universo existente, caracterizarlo, encontrar sus potencialidades y flaquezas, en función del objetivo, y luego derivar un plan para realmente cumplir lo que tantas veces se ha intentado en términos de redes, circulación de información y boletines, con destino a una diversidad de usuarios.

En este mismo sentido, se podría intentar la identificación de algunos posibles temas para la investigación venidera sobre el hábitat popular.²⁷

27. En la ponencia presentada por la autora en Quito, se hace un listado tentativo de algunos de esos posibles temas de investigación.

Cálculo versus diseño (*)

Waclaw P. Zalewski (**)

(*) Este ensayo forma parte del libro del autor: *Hacia la interpretación fenomenológica de las estructuras en educación y en la práctica*, Mit, en prensa.

(**) Profesor del IDEC-FAU-UCV y del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT).

Cuando se amplía el tema de la necesidad de desarrollar la capacidad de síntesis de los elementos que definen el comportamiento de los sub-sistemas, a la formación de los conocimientos estructurales del Ingeniero o Arquitecto, se detecta que el actual proceso de aprendizaje de las estructuras les ha hecho indiferentes ante el tipo de demanda antes mencionada, haciendo caso omiso de lo que es de primera importancia para los proyectistas.

Lo que falta en la enseñanza de las estructuras son los estudios fenomenológicos que permiten sintetizar los conocimientos del comportamiento estructural y que además también faciliten la exposición de los mecanismos de transmisión de fuerzas a través de las estructuras.

Es una lástima que este enfoque de estudios se encuentre fuera de la corriente del interés intelectual y profesional del establecimiento estructural.

No hay duda que esta situación no es ventajosa ni para nuestros edificios, ni para el desarrollo de tendencias racionales en la construcción industrializada, ni tampoco para el adelanto del arte y la práctica del diseño estructural.

Los trabajos e ideas (contrarias a las tendencias y prejuicios analíticos que dominan) de los maestros del diseño estructural deben ser tratados como una excepción del curso general descrito.

Los volúmenes de cálculos estructurales se hacen cada vez más gruesos mientras el interés en el diseño propio de las estructuras se disminuye.

A veces se llama diseño estructural al trabajo limitado a la determinación de esfuerzos, de espesores de planchas de acero o de secciones de armaduras en concreto, o a las actividades similares. Se olvida que el diseño estructural es un proceso creativo orientado hacia la exploración y la búsqueda de las formas estructurales que cumplan en la manera adecuada con los criterios básicos del proyecto.

Frecuentemente se olvida que la tarea principal del diseñador estructural es solucionar los problemas que surgen durante el transcurso de todo el período de diseño y de realización de la obra, incluyendo en esta tarea la aprehensión conceptual inicial de la parte técnica, la elaboración del método de su implementación y la justificación por la simulación matemática o experimental de la lógica del proyecto desde el punto de vista de seguridad, funcionamiento, economía, etc.

Los cálculos estructurales que deben representar la simulación analítica de comportamiento estructural del edificio cumplen la función de apoyar la determinación de dimensiones y resistencias de los componentes y en la determinación del grado necesario de seguridad y durabilidad.

Pero los más gruesos cálculos de nada sirven cuando el proyecto de la estructura es incorrecto o cuando sus resultados no están incorporados en la obra. Sin despojar a los cálculos de su importancia hay que verlos solamente como la disciplina auxiliar al proceso del diseño.

El nombre "el calculista" se refiere entonces a un especialista en el análisis estructural, pero no es equivalente a la denominación "proyectista estructural". Una mirada por la literatura existente en el campo de la ingeniería estructural es suficiente para darse cuenta del enorme énfasis sobre los aspectos de análisis. Innumerables trabajos están dedicados a los detalles y a veces sutilezas de los métodos matemáticos aplicables al proceso de determinación de los esfuerzos y las deformaciones en las condiciones particulares.

Todo eso crea la impresión de que el tratamiento fenomenológico de la teoría, como también de diseño y evaluación de estructuras, es superficial y no tiene base científica, por ser libre de una dependencia absoluta de los atavíos matemáticos.

El énfasis excesivo puesto sobre los aspectos computacionales de diseño estructural ha causado un distanciamiento y la pérdida del lenguaje común entre arquitectos e ingenieros. Cuando la enseñanza estructural de ambos, no está desarrollando una habilidad y costumbre espontánea de percibir y prever (con poco o ningún cálculo) las relaciones entre la forma de estructura y su funcionamiento, puede producirse durante el proceso de diseño la siguiente situación hipotética:

El arquitecto solo determina la forma de la estructura, a base de sus propios criterios, sobretodo visuales, mientras que el ingeniero está satisfecho -si su educación estructural le hizo creer que cálculo es diseño- con la ejecución de análisis de la estructura que tiene forma ya predeterminada. La actitud del ingeniero en esta hipótesis lo convertiría en una especie de "Contabilista Estructural".

Pero independientemente de si la situación descrita es teórica o real, o de quien sea, arquitecto, ingeniero o escultor, el originador del concepto básico estructural, el proyecto basado sobre este concepto debe ser racional, para que el edificio resulte económico, funcional, seguro y agradable. Para alcanzar este objetivo, otro tipo de habilidad y experiencia se hace esencial, diferentes de aquéllos basados en la convicción de que las fórmulas y ecuaciones simulan suficientemente la realidad física y que una manipulación ágil de ellas representa la "quinta-esencia" del trabajo del diseño de una edificación.

No se debe tampoco olvidar que la inmersión excesiva en el análisis puede enturbiar la claridad del proceso creativo del diseño.

La visualización del comportamiento estructural

El desarrollo de la percepción de la naturaleza de propiedades mecánicas y resistentes de las estructuras resulta de la observación directa o indirecta de cómo las estructuras reaccionan a las fuerzas en ciertos casos típicos.

Las conclusiones sacadas de observaciones o contemplaciones sobre la manera de transmisión de las fuerzas a través de las estructuras conducen a la noción del flujo de las fuerzas internas. El concepto del flujo de fuerzas es análogo (aunque no es idéntico) al flujo de fluidos o gases, con todas las ventajas de la fácil percepción de estos fenómenos, y por eso enriquece enormemente el modo de ver el funcionamiento de los sistemas resistentes.

Una vez conocidos los principios de este funcionamiento, uno puede asumir una postura activa, tratando de manejar el recorrido del flujo de fuerzas internas por las manipulaciones con la geometría de estructura y con su material.

Esta actividad ya constituye una parte del diseño si se le incorpora en el proceso del diseño del edificio y se le somete a los requerimientos y restricciones del proyecto.

Aunque la noción del flujo de fuerzas es de carácter figurativo, el utilizarla para sintetizar y describir en forma simple pero precisa (lo que es esencial en el trabajo interno de las estructuras) los aspectos geométricos y físicos del flujo de fuerzas, tiene una base firme en las características bien definidas y mensurables de la mecánica, tales como esfuerzos principales y sus trayectorias.

Con la ayuda de la noción del flujo de fuerzas se puede hablar de la canalización de fuerzas, dirigiéndolas conforme a ciertas ideas previas del comportamiento deseable.

También se puede observar que un buen diseño estructural está relacionado al tráfico organizado y racional

de fuerzas, obligadas (por decisiones del proyectista) a seguir las trayectorias determinadas por él.

Por ejemplo, las conexiones entre las partes de la estructura se pueden ver como las puertas o exclusas en los canales que conducen las fuerzas. El aumento de la velocidad del flujo que pasa por la angostura de una puerta corresponde en la analogía estructural a la concentración de esfuerzos en juntas.

El flujo de fuerzas como una representación del estado de fuerzas internas puede ser contemplado visual o verbalmente, lo que abre nuevas posibilidades para la percepción de los fenómenos estructurales, los cuales son a menudo difíciles de entender con el uso del lenguaje matemático solamente.

Las figuras 1-4 presentan ciertos casos de la aplicación del conocimiento del recorrido de fuerzas en una viga, en la creación (por Morsch) del modelo de trabajo de viga construida de concreto armado. El modelo toma en cuenta el hecho de que el concreto es poco resistente en tracción, lo que resulta en su agrietamiento perpendicular a la dirección del flujo de fuerzas de tracción. Como en el concreto armado la manera de reaccionar a cargas varía con su agrietamiento, eso afecta también al flujo de fuerzas internas. Las figuras 5-6 representan, por ejemplo, la imagen del trabajo de una viga bajo cargas próximas a las últimas cuando la armadura inferior está bien anclada en los soportes. Se nota fácilmente la similitud al trabajo del arco.

Las figuras 7-12 presentan los casos análogos del mecanismo resistente de las ménsulas.

Las figuras 13-15 explican lo básico que se refiere a los flujos de fuerzas en las paredes que trabajan como vigas.

El mecanismo de la repartición de fuerzas internas causadas por carga local aplicada al borde de elemento es visualizado en la figura 16, mientras las figuras 17 y 18

sirven como una aclaración de la diferencia entre el comportamiento de concreto normal (fig. 17) con agregados duros que atraen el flujo de fuerzas y comportamientos de concreto liviano (fig. 18) con huecos que obviamente están evadidos por las líneas de fuerzas.

Un ejemplo muy simple de una intervención en la canalización del flujo de fuerzas internas es presentado por las figuras 19 y 20. En un edificio de hotel construido en concreto monolítico, los muros longitudinales internos del corredor central trabajan como vigas altas, cubriendo espacios libres en la planta baja. El traslado de ciertas puertas en estos muros obligó al flujo de fuerzas a seguir la trayectoria (flechas) funicular, arqueada, mecánicamente muy eficiente, dentro del muro perforado por una multitud de aberturas que normalmente crean los obstáculos para los flujos de fuerzas internas.

Efectos estructurales de la industrialización

La visualización del estado de fuerzas por su flujo es muy útil en la investigación de estructuras construidas por métodos industriales.

A menudo los procesos industriales de producción causan discontinuidades temporales o permanentes en la transmisión de fuerzas, lo que obliga a la estructura o a sus componentes a trabajar en distintas maneras durante las diferentes etapas de construcción y después como obra terminada.

Cuando una construcción es prefabricada o del tipo mixto, sus componentes antes de estar sometidos a las acciones que resultan de la posición de estos componentes en la estructura del edificio en servicio, pasan por varios casos de carga, que resultan no solamente de las situaciones previstas, dictadas por los procesos tecnológicos, sino también sufren varios sacudimientos, los cuales son prácticamente inevitables.

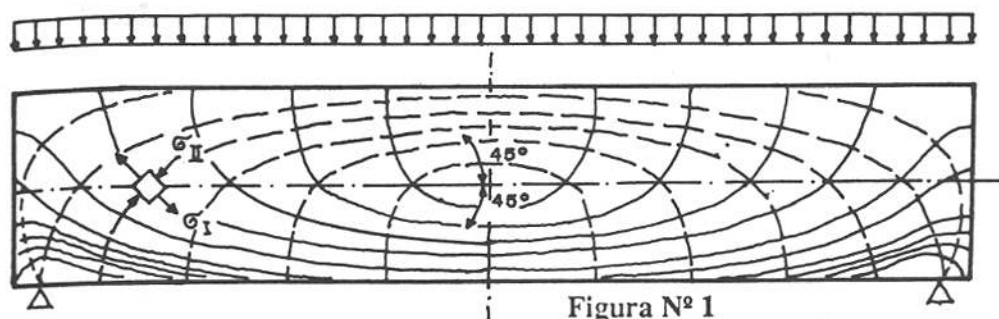


Figura Nº 1

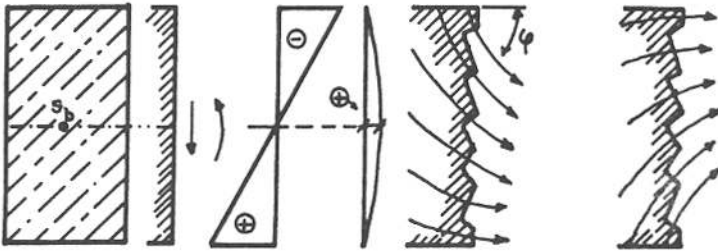


Figura N° 2

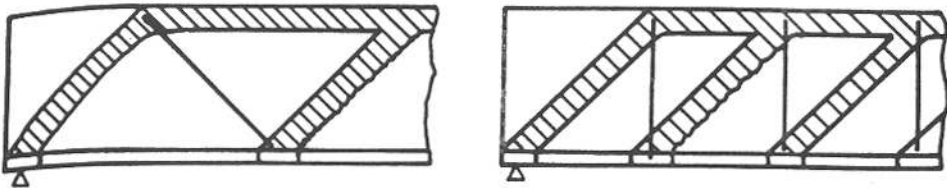


Figura N° 3

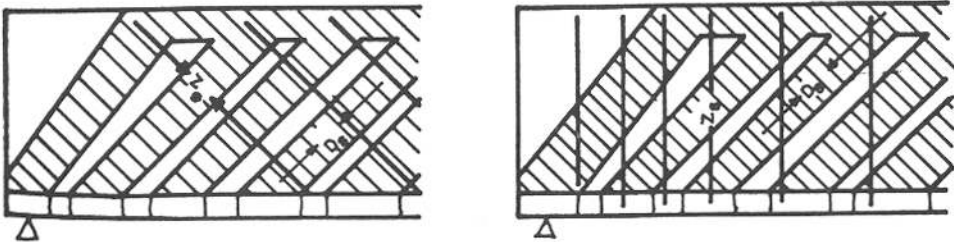


Figura N° 4

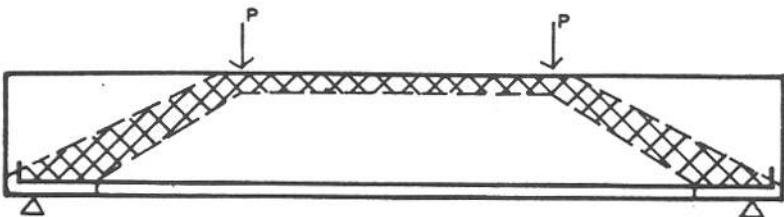


Figura N° 5

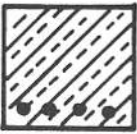
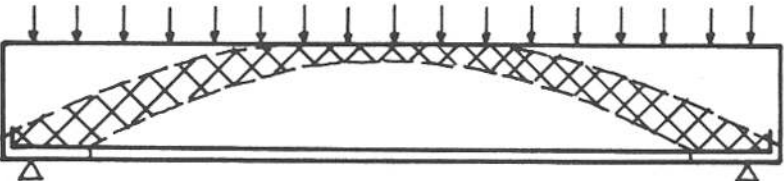


Figura N° 6

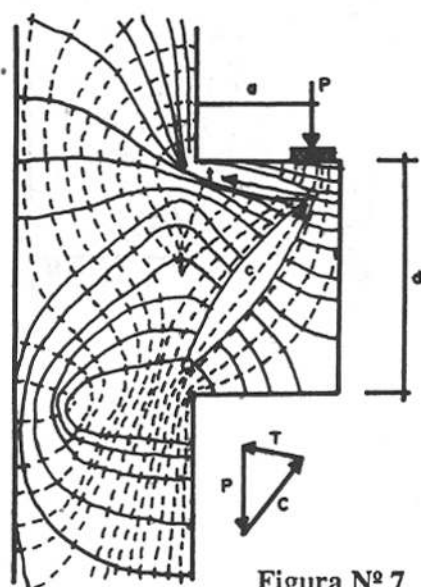


Figura N° 7

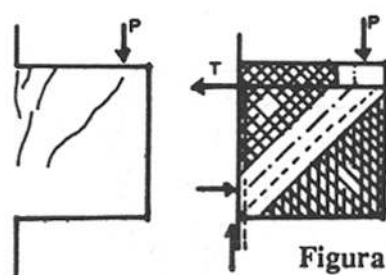


Figura N° 8

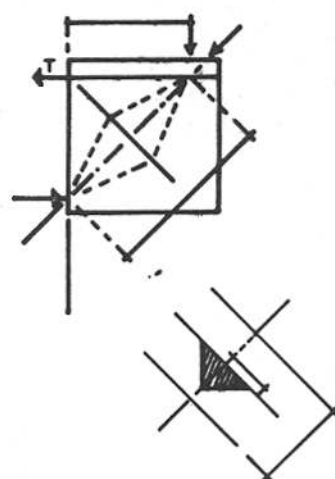


Figura N° 9

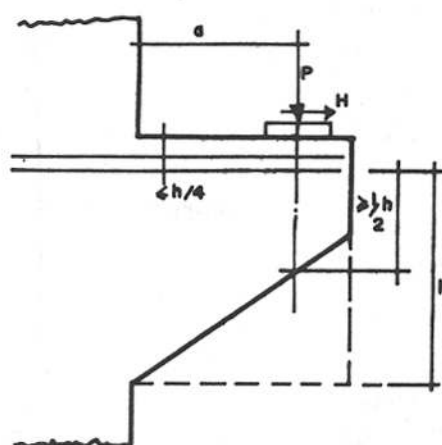
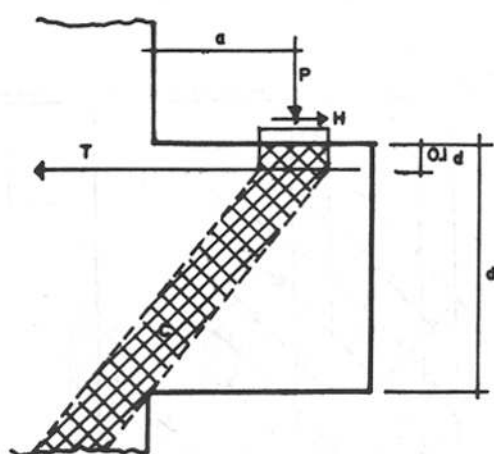
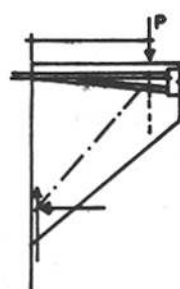


Figura N° 10

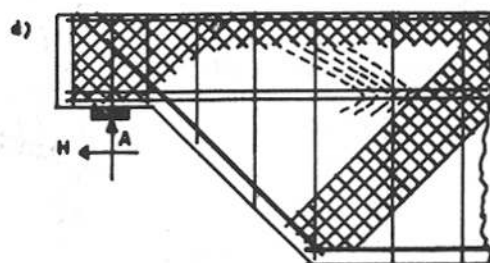
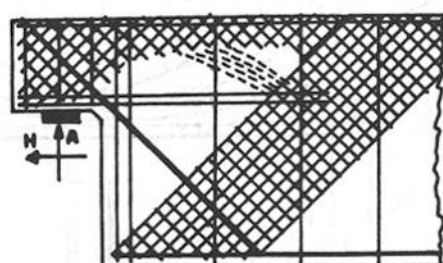


Figura N° 11

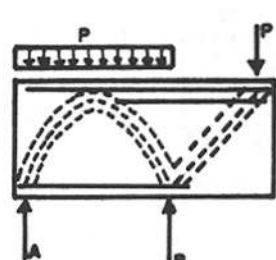
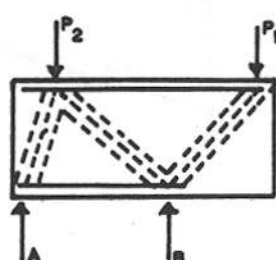
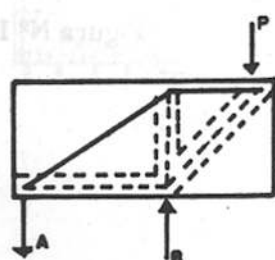


Figura N° 12

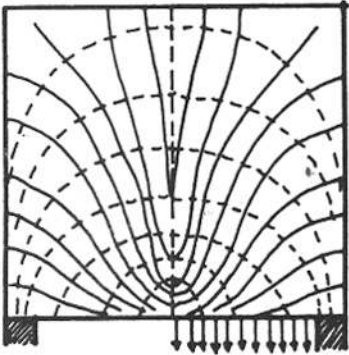
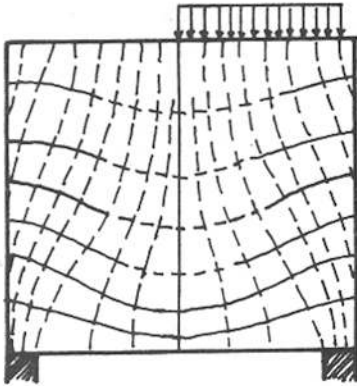


Figura N° 13

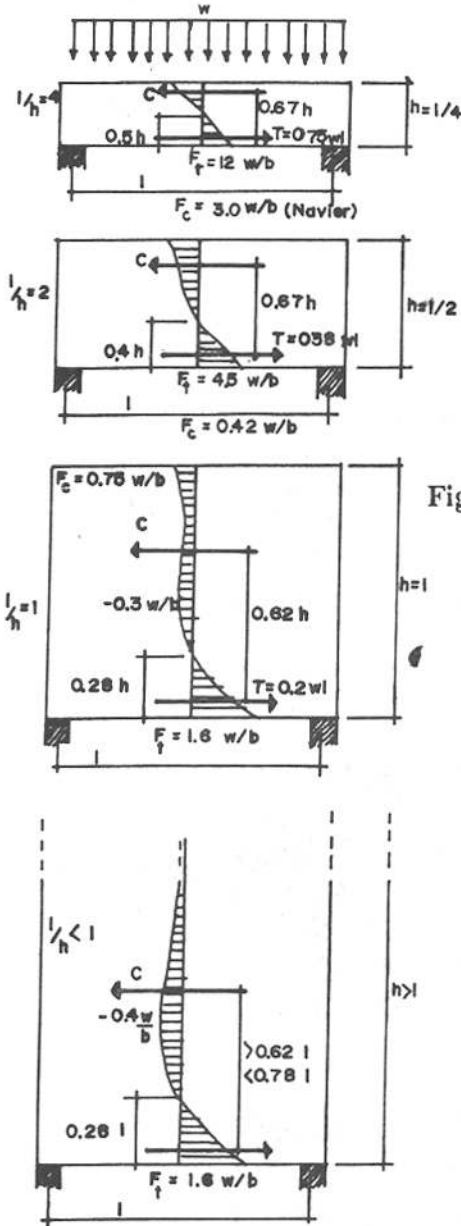


Figura N° 14

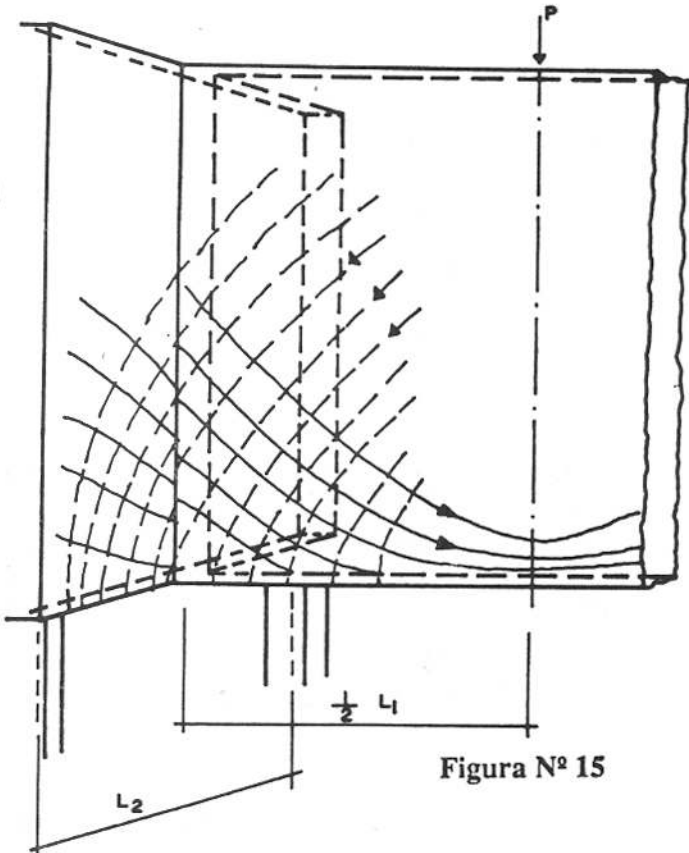


Figura N° 15

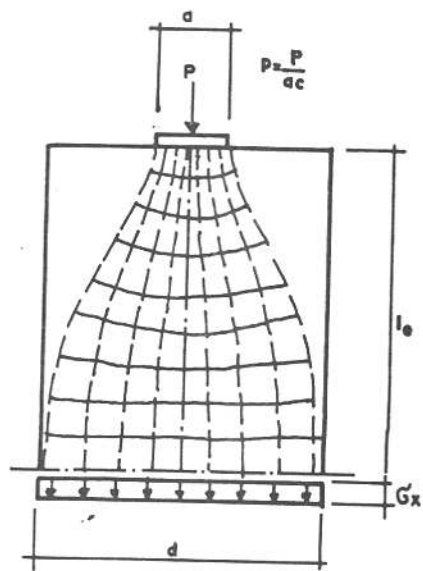
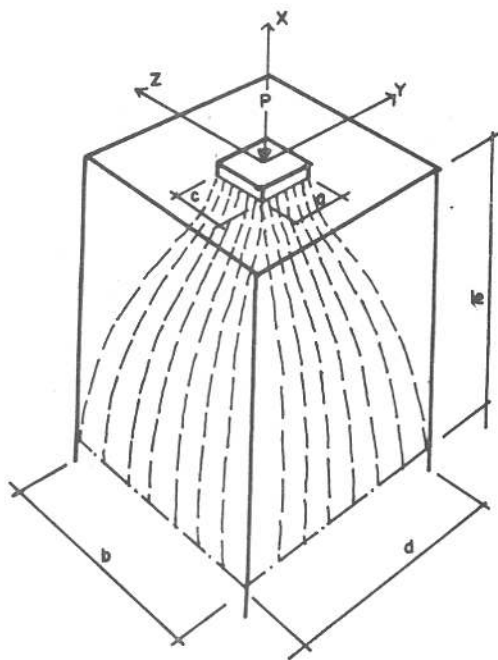


Figura N° 16

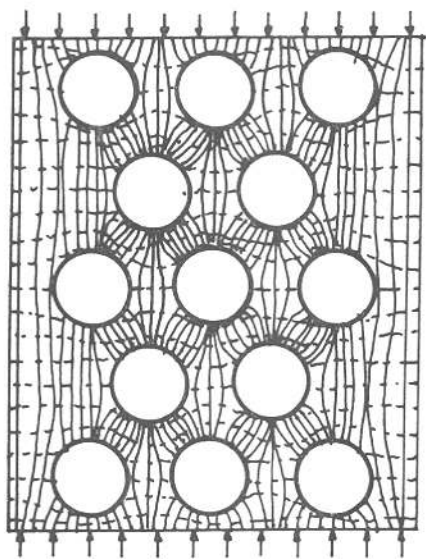


Figura N° 17

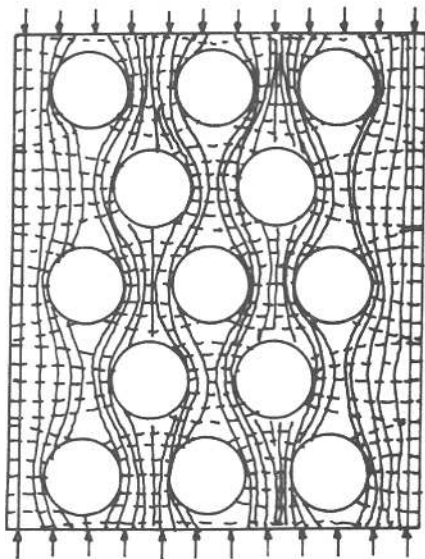


Figura N° 18

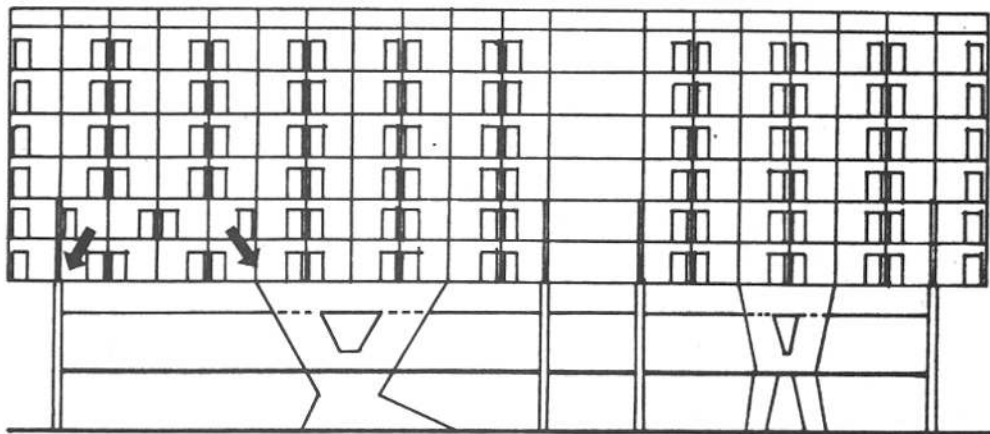


Figura N° 19

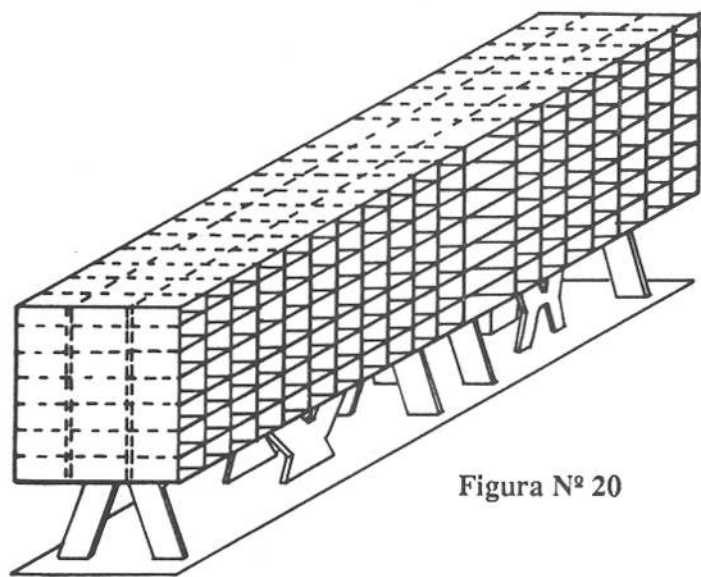


Figura N° 20

"El papel del arquitecto y del ingeniero en el diseño y construcción de edificaciones y obras en zonas sísmicas" (*)

José A. Peña U. (**)

(*) Trabajo presentado en el taller "El terremoto de Caracas del 29 de julio de 1967, veinte años después...", organizado por el Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV).

(**) Director del Equipo de Diseño OTIP, C.A. - LARPRE C.A.

El proceso de diseño de edificaciones es una actividad en la cual participan varias disciplinas que intervienen en diferentes maneras, para cumplir con un plan que se ajusta a determinantes preestablecidas, con el fin de satisfacer los requerimientos de uso de las mismas. Los resultados obtenidos de este proceso deben cumplir con los objetivos de: EFICIENCIA en los espacios, SEGURIDAD en las edificaciones, ECONOMIA en los resultados de la construcción de la edificación, y que éstas sean aceptables tomando en consideración los cánones de BELLEZA del medio en el cual nos desempeñamos.

Estamos todos de acuerdo en que las edificaciones deben ser eficientes (funcionales), seguras, económicas y bellas, pero indudablemente diferimos en cuanto a los criterios que rigen estos aspectos. Pero dentro de la diversidad de criterios debe y tiene necesariamente que existir uno que es factor común, cual es el factor de la SEGURIDAD de las edificaciones y obras. Este factor tiene el máximo de probabilidades de lograrse con éxito cuando en el proceso del diseño participan, en equipo, los diseñadores de las diferentes disciplinas, desde la concepción inicial de la edificación hasta su ejecución y puesta en servicio.

Cuando nos referimos al diseñador, estamos pensando en el individuo capaz de resolver un problema haciendo uso de los conocimientos y herramientas a su alcance con una carga de "creatividad", que es el elemento fundamental en el logro de la solución adecuada.

No entendemos como actividad de diseño aquella que se desempeña bajo el patrón de repetición de esquemas preestablecidos, solución de cálculos numéricos, bien por

métodos manuales o con el uso de computadoras para determinar cantidades de cabillas, espesores de planchas de acero, tamaños de perfiles o secciones necesarias de concreto, entre otros. La labor de diseño tiene que ir acompañada de una creatividad responsable evitando aquellas soluciones audaces y complejas que anticipan en manera notoria un comportamiento no deseable ante la ocurrencia de un terremoto. El diseñador estructural tiene que volcar su esfuerzo para comprender en manera intuitiva el comportamiento de una edificación, con la finalidad de anticiparse a la solución arrojada por los folios interminables del cálculo numérico realizado por computadoras y que éstos sean la verificación de la solución que garantice la seguridad de la estructura. La seguridad de una edificación no se obtiene con cálculos múltiples super-elaborados y de una precisión innecesaria, que en muchos de los casos no se corresponde con las hipótesis que rigen, en la realidad, el comportamiento de la edificación sometida a fuerzas derivadas de un movimiento sísmico. Los especialistas en instalaciones tienen que esforzarse en diseñar las mismas comprendiendo los espacios que van a servir y permitiendo que ellas se incorporen dentro de la edificación sin variar las hipótesis en las cuales se basa el diseño. El diseñador, en este caso, tiene que plantear las hipótesis que deben ser tomadas en cuenta por las otras especialidades. En fin, cada especialista tiene que ser un buen diseñador dentro de su rama, pero ello de nada sirve si no se trabaja en manera conjunta en el proceso del diseño, con un enfoque único y coherente entre sí. ¿De qué vale una óptima solución de diseño dentro de una especialidad, si para el logro de ello no se ha tomado en consideración su influencia o su consecuencia sobre las otras especialidades? Se hace necesario, de ello no cabe duda, que el proceso de diseño sea el producto de la participación sistemática de un equipo de profesionales, entre los cuales estén involucradas las diferentes disciplinas que sean necesarias, y que esta participación se materialice en la toma de decisiones acerca de problemas de diseño, abarcando desde la generación de la idea inicial hasta su ejecución total. Esta manera de actuar no se corresponde en la mayoría de los casos con la forma tradicional de ejercer la profesión de la Arquitectura, la Ingeniería y Afines. Se impone un cambio, especialmente en la actitud de los profesionales, que haga posible su real participación interdisciplinaria en el proceso del diseño, y se impone también un cambio en los criterios de diseño sísmico, como veremos más adelante.

La manera tradicional en que actúan los profesionales que participan en el proceso del diseño se corresponde a la del desarrollo de un proyecto para una obra única. Generalmente es de esta manera: El Arquitecto crea su propio diseño, desarrollando el proyecto ajustado únicamente a su idea; así determina el tamaño de los espacios, desarrolla las fachadas, en fin, determina el volumen y la forma de la edificación. En algunas oportunidades decide la ubicación de los elementos que deben integrar la estructura, por ejemplo, la distribución de las columnas en planta, disposición de vigas y, a veces, pretende imponer dimensiones

de los elementos estructurales. Por otra parte, decide los tamaños y ubicación de ductos para las instalaciones y al definir los espacios y funciones ha ubicado intrínsecamente el resto de servicios, sin importarle, en algunos casos, la funcionalidad de ellos en relación a la estructura. Por ejemplo, se tiende a "racionalizar" las instalaciones imponiendo una concentración excesiva de los servicios y creando interferencia de los mismos con los elementos estructurales, cuando la idea fundamental es lograr una agrupación conveniente de los servicios para una mayor eficiencia en el comportamiento total de la edificación.

Posteriormente, hace uso de los servicios profesionales de otras especialidades para resolver los problemas específicos de ellas, sin que éstos tengan la oportunidad de plantear alternativas a la solución impuesta, ya que ésta es defendida por el Arquitecto como "la solución". En caso del Ingeniero Estructural, su participación se limita a prestar sus servicios como calculista, negociando con el Arquitecto las dimensiones de los elementos estructurales, pero en ningún caso se cuestionan su forma y disposición, ya que ello es fruto de la "creatividad y libertad para diseñar del Arquitecto". Cumplida esta etapa, el Ingeniero procede a establecer un esquema de los elementos componentes de la estructura en planta y en alzado (comúnmente llamados los "monitos") y se procede a procesar la estructura en una computadora. Esta etapa corrientemente se llama "el análisis estructural" y de ella se puede esperar hasta los dibujos de los diferentes elementos componentes de la estructura. Si durante el procesamiento de datos se comprueba que las deformaciones de la estructura sobrepasan los máximos permitidos por las Normas, o que un elemento arroja porcentajes de acero superiores a los permitidos, se establece una nueva conversación con el Arquitecto, para proponerle aumentar las dimensiones de los elementos a fin de que, al procesar de nuevo los datos mencionados, se cumpla con las exigencias normativas. Otro tanto se hace con los otros especialistas (de instalaciones eléctricas, sanitarias, de aire acondicionado, montaje de equipos, etc.). De este proceso surge un cúmulo de información que el Arquitecto cuida de ensamblar de manera ordenada y que se llama "el proyecto". Una variante de este proceso puede ser aquella en que el Arquitecto realiza consultas esporádicas con los especialistas, durante un proceso de diseño, pero donde las decisiones finales las tomará el Arquitecto. Otro ejemplo de este proceso lo puede ilustrar el diseño de un distribuidor vial: el Ingeniero Vial decide sobre la forma e implementaciones del distribuidor, luego hace uso de los servicios del Ingeniero Estructural para realizar los cálculos de los elementos estructurales componentes del distribuidor y del especialista de instalaciones eléctricas, para el proyecto del alumbrado. En la mayoría de los casos no se consulta con el Arquitecto sobre la influencia de "la solución" propuesta dentro del entorno urbano en el cual va a funcionar el distribuidor. En fin, hay variantes de este proceso, llegándose al caso de Oficinas o Empresas de Proyectos de cierta magnitud que llegan a dividir su Departamento Técnico de

acuerdo a las especialidades que participan, pero donde la manera de actuar de los profesionales no difiere fundamentalmente de los ejemplos descritos.

En esta variante se hace énfasis en la coordinación de las etapas de trabajo, mas no del proceso del diseño. Dicho de otra forma, en términos musicales, es como disponer de intérpretes de diferentes instrumentos musicales, donde el Director de Orquesta limita su papel a controlar la presencia de los músicos y que cada quien ejecute de manera eficiente su partitura, sin ocuparse él, en el momento de la ejecución de la obra musical, de unificar los acordes de los diferentes sonidos de los instrumentos de manera sólida, ordenada y armoniosa, formando ellos parte de un todo.

En el campo del diseño y construcción de edificaciones y obras en zonas sísmicas, la solidez y la armonía de las mismas dependerá de la participación de los diferentes especialistas en la toma de decisiones durante todas las etapas del proceso, donde cada profesional se hace responsable de su parte integrada al todo. De esta manera, el director del proceso de diseño coordinará en forma ordenada y coherente la participación de las diferentes especialidades, teniendo la posibilidad de tomar decisiones de forma ecléctica y no en maera individualista, exclusivista, arbitraria y absoluta. Así como la obra musical se ejecuta para deleitar al público oyente, la construcción de obras se realiza para conformar un habitat en donde se desempeñen las actividades del hombre en un armónico diálogo con la naturaleza.

En el proceso de diseño arquitectónico de una edificación, no sólo deben atenderse los aspectos funcionales y de comportamiento de la estructura, sino también los de estética de cada una de sus partes y del total, considerando también el entorno urbano inmediato.

Las dimensiones, formas y colores de las edificaciones están siempre presentes en el campo de percepción de sus usuarios. Es incalculable la importancia que tiene este aspecto en el desarrollo de la mentalidad de las personas y, muy en especial, en la formación psicológica de los niños. Por razones de higiene ambiental, si es el caso de un conjunto de viviendas agrupadas en un parque residencial, urbanización o barrio, es muy improbable que se forme una mente sana en un medio físico inarmónico en que prevalecen el desequilibrio, la estridencia, la deformación, la falsedad y el descuido.

Por su naturaleza, una edificación o grupo de ellas tiene siempre un carácter bien definido, pero con frecuencia el diseñador no soluciona el problema de expresar su carácter en la arquitectura. Si en un conjunto de viviendas económicas, por ejemplo, este aspecto es bien estudiado, el resultado final reflejará en su aspecto general la simplicidad de las estructuras, la sencillez del programa, la armonía de las proporciones, el mayor provecho y agrado del uso del terreno y el empleo racional y sincero de los materiales.

Estas características de una obra, expresadas por medio de formas, proporciones y colores que emanan de una realidad vital y no del capricho o tendencia transitoria de moda, producen entre el hombre y su medio una relación armónica e inmediata.

Por lo tanto, resultan innecesarios los adornos superfluos y las decoraciones postizas (arquitectura de quincalla), que suelen constituir peligro en caso de producirse movimientos sísmicos. Estos agregados sirven para disimular las proporciones desagradables de una obra o para suplir la pobreza de expresión arquitectónica producida por la desidia que acompaña al estudio del problema.

Las decoraciones sobrepuestas representan, en potencia, posibilidades de grietas y desprendimientos que pueden atentar contra la vida de los usuarios de la edificación o causar inútiles gastos en reparaciones. Otras veces, por un mal entendido prestigio o por el deseo de buscar efectos llamativos, se hace uso de materiales inapropiados para ser usados en zonas sísmicas y que además son importados, como es el caso de las fachadas cortina de vidrio, "courtain-wall". Estos ocasionan, además, otro tipo de problemas como es el consumo mayor de energía por una demanda excesiva de aire acondicionado. Tales elementos se encuentran expuestos a dañarse y desprenderse ante los efectos de un terremoto, debido a que están adosados y no formando parte de la estructura.

Sin embargo, es necesario destacar que siempre será posible, por medio de refuerzos adicionales, obtener que estas fachadas o cualquier otro elemento decorativo de una edificación quede suficientemente asegurado contra los peligros que representa un terremoto. Pero si esos elementos son sustituibles, en el caso de las fachadas cortinas, o superfluos e innecesarios recubrimientos, las precauciones constructivas que se puedan tomar para hacerlos antisísmicos redundarán en recargos directos de los costos de la edificación. Es difícil justificar y aún explicar la existencia de ellos en los proyectos, salvo suponiendo una imperdonable pereza mental en los proyectistas, su incompreensión social o el deseo de satisfacer algún vano capricho del Arquitecto o del Propietario.

Hagamos el siguiente planteamiento: sea el caso de una edificación tapizada de vidrio en todas las fachadas; la probabilidad más cierta es que ante la ocurrencia de un terremoto ellas pasarán a constituir una alfombra de vidrio roto de varios centímetros de espesor alrededor del edificio. ¿Qué pasará en el supuesto de que la estructura no haya sufrido daños? Ya que no suele consultársele al Ingeniero Estructural sobre el tipo y forma de adosar la fachada, cabe preguntarse, ¿quién asume la responsabilidad en este caso?

La expresión formal de una edificación debe ser consecuencia natural de la concepción arquitectónica y estructural, así como de los materiales escogidos, y debe estar contenida en la obra y no adosada a ella artificialmente.

Desde el punto de vista de su comportamiento estructural en una edificación, se plantea un complejo esquema de fuerzas que actúa en tres dimensiones y que tiene un flujo horizontal y vertical. Este flujo de fuerzas está condicionado, por supuesto, a la ubicación y tamaño de los elementos componentes de la edificación, sean o no estructurales, y puede verse obstaculizado al interrumpirse un elemento constructivo, o al establecer un cambio brusco de sección. El transporte de este flujo de fuerzas a las fundaciones sólo podrá ser solucionado satisfactoriamente, si el diseñador tiene, desde el comienzo, una visión clara del conjunto de la edificación y busca que en la transmisión de fuerzas, la estructura se comporte satisfactoriamente de acuerdo a los patrones de rigidez y resistencia, manteniendo a su vez homogeneidad con el conjunto de elementos no estructurales que conforman la edificación.

La distribución de los elementos estructurales en líneas resistentes nítidas, la continuidad entre ellos basada en una clara interacción de los mismos y una unión detallada, obviarán dificultades para comprobar en manera fehaciente, mediante el análisis estructural, su comportamiento bajo un estado de cargas. Una estructura resuelta de esta manera simplificará su construcción.

Lograda una estructura con estos principios, con la continuidad descrita, podrá la edificación, como un todo, soportar los efectos consecuentes de un terremoto, en forma armónica; las cargas se distribuirán a través de sus partes en la forma prevista y cada elemento componente realizará la fracción de trabajo que le corresponda. En cambio, si la trabazón mecánica de las partes o elementos estructurales es deficiente, o no integran líneas de resistencia, la acción del terremoto se manifestará "separadamente" sobre cada uno de ellos en forma proporcional a sus masas, lo que se traduce en un peligro evidente.

En la homogeneidad de la edificación influirá también y de manera determinante tanto el adecuado empleo como la calidad de los materiales especificados para cada uno de los elementos componentes de ella, tanto estructurales como los de cerramientos, divisiones, incorporaciones e instalaciones. La falla de un material puede producir en el elemento respectivo una zona de resistencia más baja que la admisible, exponiendo al colapso parcial o total al conjunto completo. Si realmente se quiere lograr un buen resultado del diseño estructural, el cuidado puesto en el proceso de desarrollo del mismo debe completarse con un estricto control de calidad durante la etapa de construcción.

En una región sísmica tenemos que estar conscientes de suplir a las edificaciones y obras que nos son encomendadas de las exigencias impuestas por la "cuota sísmica", en forma que asegure la preservación de las vidas humanas y la conservación, en lo posible, de los bienes materiales que ellas alojan.

En el Terremoto de Caracas del 29 de Julio de 1967, así como en otros terremotos ocurridos en las dos últimas décadas, han quedado hartamente demostrados ciertos criterios que son inconvenientes para lograr la seguridad adecuada de las edificaciones. El criterio generalizado, racional y económico para el diseño de edificaciones seguras en zonas sísmicas, exige que las estructuras se comporten de la siguiente manera:

- a) En temblores de poca intensidad las estructuras deben comportarse en forma elástica, sin sufrir ni ocasionar daños.
- b) En temblores moderados se prevé la posibilidad de que se presente algún daño sólo en elementos no estructurales (recubrimientos y tabiquería).
- c) En sismos intensos las estructuras podrían sufrir daño estructural pero sin llegar al colapso.

Todo ello con la finalidad fundamental de preservar las vidas humanas y hacer posible la reparación de la edificación con mayor o menor costo.

Entre los criterios de diseño inconvenientes podemos señalar, entre otros, como los más importantes, los siguientes:

- a) El uso de vigas planas en cualquier dirección para conformar pórticos o losas de tipo reticular celular sin capiteles o ensanchamientos de las columnas.
- b) Cambios bruscos de rigidez.
- c) Columnas, no previstas como tales, debido a la presencia de cerramientos no estructurales a su alrededor.
- d) Plantas bajas flexibles.
- e) Columnas de doble y triple altura sin elementos de arriostre.

Esto en cuanto al comportamiento de las edificaciones. Pero hay aspectos no cubiertos en las Normas y Reglamentos de Construcción existentes que ameritan ser revisados. Entre ellos cabe mencionar lo referente a estudios urbanísticos basados en la microzonificación y riesgo sísmico, que incluyan recomendaciones en cuanto a la densidad máxima de las construcciones y distribuciones de espacios urbanos, que tomen en consideración la necesidad de guarecer a las personas damnificadas en el momento de un terremoto, y la planificación de la vialidad y transporte para que sea funcional una vez ocurrido el desastre, dando facilidades de acceso a los lugares donde se encuentran ubicados los Centros Hospitalarios y de Servicios.

Merece atención en la actualidad el auge que ha tomado el reciclaje de las edificaciones para usos distintos a los previstos originalmente, para los cuales no hay reglamentación específica y que en muchos casos, por atender a una "moda arquitectónica", pueden convertirse en trampas humanas.

En cuanto a las etapas del proceso de construcción de edificaciones y obras en zonas sísmicas, es necesario resaltar la participación del Profesional o Profesionales Inspectores como vigilantes y garantes de que la obra se ejecute respetando las directrices emanadas de los proyectos y especificaciones resultantes del proceso del diseño. El profesional, en este caso, tiene que entender y comprender que en sus manos está la posibilidad de ejecutar la obra de manera tal que cumpla con todas las hipótesis establecidas en el proceso del diseño. No es lo tradicional, pero se impone, la necesidad de la participación del equipo del diseño en esta etapa, en calidad de supervisores y asesores del equipo de inspección. Indudablemente que de acuerdo a la magnitud de la obra, esta participación tendrá mayor o menor intensidad. De esta manera se asegura, además, la corrección de cualquier aspecto imprevisto o resuelto en forma inconveniente para cumplir con las hipótesis establecidas en el proceso de diseño o se da cabida a la formulación de alternativas que mejoren los resultados previstos, cuando al ejecutar una construcción se presentan situaciones que, por inesperadas, no fueron contempladas en el proceso del diseño.

CONCLUSIONES

Las experiencias recopiladas en el terremoto de Caracas ocurrido hace veinte años, así como los terremotos acaecidos en este lapso en Perú, Nicaragua, Colombia, Guatemala, Chile, México y El Salvador, nos han puesto en evidencia que la manera tradicional de asumir las responsabilidades profesionales en el proceso de diseño y construcción de edificaciones y obras en zonas sísmicas no es la más adecuada. Los resultados están a la vista de manera notoria. Se impone la necesidad de un cambio de actitud. Una alternativa válida es la creación de equipos interdisciplinarios de diseño, donde los profesionales actúen con un enfoque único y coherente entre sí y donde sus aportes son parte de un todo: la edificación u obra encomendada, logrando con ello que las mismas sean funcionales, seguras, económicas y al mismo tiempo un elemento integrado armónicamente al entorno urbano.

Los profesionales que participamos en el proceso de diseño y construcción de edificaciones y obras en zonas sísmicas debemos estar conscientes de lo siguiente:

a) EL ARQUITECTO: debe enriquecer su creatividad con conocimientos técnicos y científicos que le permitan suplir la cuota sísmica, logrando edificaciones armónicas y seguras.

b) EL INGENIERO ESTRUCTURAL: debe ser más creativo en la concepción de estructuras sismorresistentes, siendo más cuidadoso en la interpretación y aplicación de las Normas así como de los resultados obtenidos durante el proceso del análisis estructural.

c) EL INGENIERO CONSTRUCTOR: debe anteponer, ante cualquier economía de la obra o facilidad del proceso de construcción, los intereses propios de la edificación u obra a realizar.

d) EL INGENIERO INSPECTOR: tiene que hacer valer su posición como vigilante y garante de que la obra se ejecute según el proyecto, especificaciones y normativa vigente, en beneficio del usuario.

e) EL PROFESIONAL INVESTIGADOR: tiene que ocuparse de que sus conocimientos se difundan a los profesionales proyectistas, constructores o inspectores, para que éstos los pongan al servicio de las edificaciones y obras que les son encomendadas.

f) EL PROFESIONAL DOCENTE: tiene que ocuparse no sólo de transmitir el conocimiento global que permita a sus educandos participar en el proceso del diseño y construcción en forma eficiente, sino también de inculcarle la responsabilidad que le corresponderá asumir en tal proceso.

En fin, la expectativa de nuestras profesiones es servir con lo mejor de nuestros conocimientos a la comunidad, que espera de nosotros que seamos garantes de la seguridad de las edificaciones y obras que conforman nuestro habitat. Nuestra responsabilidad está en ser los autores de edificaciones "honestas", que no escondan con falsos plafones, recubrimientos y fachadas espectaculares aquellos defectos de la estructura cuya patología pudo ser controlada en el proceso de diseño o construcción de la misma.

Dado que la manera tradicional de ejercer la profesión para el diseño y construcción de edificaciones y obras en zonas sísmicas ha producido más problemas que éxitos, se nos impone la necesidad de crear un lenguaje común entre los profesionales, que nos lleve a comprender los "por qué" de las decisiones que se toman en cada una de las especialidades. No cabe duda: de cara al futuro, debemos cambiar de actitud.

Del optimismo tecnofílico al pesimismo tecnofóbico (*)

J. J. Martín Frechilla (**)

"Si la máquina es una categoría económica entonces el bucy que arrastra el arado lo es también. La aplicación actual de las máquinas es una de las relaciones de nuestro régimen económico, pero el modo de explotar las máquinas es desde todo punto distinto de la máquina misma. La pólvora sigue siendo pólvora tanto si se usa para herir a un hombre como si se emplea para calmar las quejas del herido"

K. MARX, 18.12.1848

"- ¿Y qué es el progreso?
- Ir un poco más deprisa que el caracol..."

G. GRASS, 1972

(*) Este artículo es parte del Capítulo 2 del Trabajo "Desde la Arquitectura, la ciudad moderna" con el cual el autor obtuvo en 1986 el Premio Anual de Investigación de la APUCV en el área tecnológica.

(**) Profesor-Investigador del Sector de Estudio Urbanos de la Escuela de Arquitectura, FAC/UCV

Moloch todo lo destruye; exige una rítmica, sistemática y sincronizada atención; exige adoración y sacrificio de vidas humanas. Es la máquina que traga obreros-esclavos en la subterránea ciudad industrial de la Metrópolis de Fritz Lang. La imagen del hombre como diente de un engranaje sólo podrá superarse con la destrucción de la máquina. Pero ni siquiera la insurgencia en el proceso de trabajo parece posible; tendrá que ser un Golem quien finalmente dirigirá a los obreros en el motín; muchos mueren, las máquinas son destruidas; de la Metrópolis sólo la catedral-monumento sobrevive. Renace el humanismo, la esperanza; capital y trabajo se reconcilian; esta vez no sólo van de la mano sino que se besan. En esta escenografía metropolitana aparecerán enunciadas una tras otra las letanías esenciales del proceso contra la gran ciudad y el capitalismo¹. La raíz expresionista se entrecruza con el romanticismo, la crítica social con la conciliación de clase, la ciencia ficción con las "gargouilles de Notre-Dame"; todo en un fresco ecléctico, ideológico y magnífico que parece debatirse diletantemente entre la racionalidad y la irracionalidad de la sociedad capitalista, de las máquinas, del trabajo, de la vida.

1. En casi setenta años, el mundo cultural volverá reiteradamente sobre ésta y otras visiones críticas, apocalípticas, ideológicas o moralizantes. Sin que busquemos continuidad, El proceso, Un mundo feliz, 1984 o Tiempos Modernos reflejarán rasgos de desigual densidad. Más rocambolescamente, en 1984, Ghostbusters guiará el ojo en un parcial remake de Metrópolis; Moloch será el dios Zull, María se desdoblará (el tema de los dobles: "doppelgänger": Caligari, Marbuse... del cine expresionista alemán); esta vez los sacrificios humanos se trasladan al último piso de los rascacielos; la ciudad es medio destruida; las gárgolas parisinas rompen su cascarón, malignas, demoníacas, desatando tempestades eléctricas de maléficis resultados; con trivial guiño la romántica corrosión de Lang -a pesar del final- queda recuperada.

1. La construcción de un mundo artificial

La espontaneidad en el crecimiento, las rupturas, las sacudidas y las transformaciones de la naturaleza están quedando atrás; restringidas, dando paso a la "naturaleza" artificial. El medio ambiente modificado² muestra planetariamente transformaciones cada vez más profundas, en intensidad y escala. Como bastión de un paisaje natural, evaluado, cuantificado, explorado, permanecerán, con dificultades, desiertos, regiones árticas o antárticas, macizos montañosos o zonas de selva. Una "costra técnica" se incrustará o adherirá perforando o recubriendo la tierra de una imagen cada vez más artificial³; es decir, más humana. Un mundo tecnificado pero en modo alguno antinatural puesto que todos los artefactos deben coincidir con las leyes del mundo físico; es decir, que todo lo creado o por crear no podrá ser contrario a ellas.⁴ Un mundo tecnificado que, por otra parte, no representa ningún fenómeno singular porque entre las intervenciones del hombre "la azada es tan antinatural como una central atómica" y si situamos al ser humano dentro de un contexto de evolución biológica "los productos técnicos son hasta comparables con las construcciones de los animales que son vistas como algo 'natural' (colmenas, hormigueros, nidos)". Un mundo tecnificado representa siempre una modificación técnica sobre una situación anterior pero que con el tiempo convierte "lo antinatural" en una "relación natural entre el hombre y el medio ambiente" resultando de hecho que todo medio ambiente técnico creado por el hombre es, en última instancia, tan natural como cualquier otro.⁵

El despliegue del mundo tecnológico se encargará de la ocupación del espacio tanto por la vía de las transformaciones: "la producción de la tierra-capital"⁶, como por

las modalidades que su grado de desarrollo impone o potencia". Así la agricultura no sólo ampliará su superficie, sino que recibirá del desarrollo tecnológico nuevas posibilidades que provienen tanto de la mecanización de los procesos, de su concentración e intensidad, como de su manipulación química y biológica; pudiéndose alterar desde la constitución genética de las especies productivas hasta la estructura del suelo agrícola para adaptarlo a los vaivenes de la coyuntura económica. El límite de lo posible está sólo supeditado a la rentabilidad. La transgresión de las condiciones naturales es uno de los objetos favoritos del discurso ideológico de nuestro tiempo: el sentido de los avances tecnológicos, el carácter privado de la apropiación de su rentabilidad, el progreso y sus consecuencias sociales en un nuevo paisaje agrícola.

Por su parte, en el ámbito industrial, la extracción de materias primas y el desarrollo y producción de energía serán las fases iniciales de otra transgresión de las condiciones naturales, esta vez por la producción industrial. Nuevo dilema que oscila entre las lágrimas por las heridas provocadas a la madre tierra y la admiración por el trabajo humano concreto y acumulado que las ha hecho posibles. Los resultados serán yacimientos, sistemas de producción de energía y complejos industriales de una intrincada y heterogénea red de comunicaciones, y medios para el transporte de bienes y personas. Un paisaje industrial consecuencia del desarrollo tecnológico y de la potencia ilimitada, avasallante, y aparentemente incontrolada, del capital.

Finalmente será la ciudad y la vida en ella las que recibirán también el contundente embate del desarrollo tecnológico. La construcción de la ciudad, la mecanización y la motorización de las circulaciones horizontales y verticales se unirán al dominio tecnológico de la vida social, doméstica, productiva o de servicios.⁷

Toda la técnica moderna aparece como un rechazo al conocimiento ingenuo, o a las creencias religiosas; será la búsqueda ilustrada de un saber universal, válido, lógico, consistente, permanentemente revisado. La búsqueda de una intelección objetiva que desemboque en una ciencia neutral. Dentro de este comportamiento, la cosificación de la naturaleza concebida mecánicamente es una condición para su transformación sistemática a través de la tecnología.⁸

2. A pesar de la aparente redundancia de los conceptos de : medio - conjunto de circunstancias externas que influyen en el desarrollo de un ser vivo- y ambiente -circunstancias que rodean a las personas o las cosas-, mantenemos el uso del concepto de medio ambiente modificado en tanto que resultado por la incorporación de trabajo humano, y el de medio ambiente construido, similar al francés "cadre bâti" y al inglés "built environment", que incluye tanto "los medios de trabajo en sentido amplio, es decir, los objetos -productos del trabajo humano- incorporados a la tierra, que son capital fijo dentro del proceso de producción", como "los productos materiales del trabajo humano que incorporados a la tierra en forma más bien permanente no son capital y actúan en lo esencial como soporte físico de las esferas no productivas de la vida social". Como se puede comprobar el concepto busca focalizar el interés hacia las cosas y no hacia las circunstancias. v. Martin, J.J., *El proceso de producción del medio ambiente construido*, p. 31-37, Proyecto Incoven, IDEC/IU/SEU/FAU/UCV, Caracas, 1982.
3. "Costra técnica" es la expresiva expresión del geógrafo francés P. George, *La era de las técnicas*, Monte Avila, Caracas, 1975.
4. De modo que la mayor parte de los desastres naturales, con su cobro de vidas humanas, tiene mucho que ver con la ignorancia, la necesidad o el lucro y la ocupación "antinatural" del medio físico. No hace falta insistir para que todos bajemos del hiperónimo al hipónimo.
5. v. Rapp, F. *Filosofía analítica de la técnica*, Alfa, Buenos Aires, 1981 en especial el Capítulo V, El mundo tecnificado, pp. 127-198.
6. Concepto desarrollado por Marx en *La misère de la philosophie*, E. Sociales, Paris, 1972 pp.169-170, que retomará en *El Capital*, Siglo XXI, México, 1975, Tomo III, Vol. 8, p. 792. Se refiere a la tierra como capital fijo en la medida que bajo la forma de medio de producción ha recibido inversión de capital; quedando fuera las formas más transitorias de inversión sobre la tierra como abonos y cultivos.

7. Pierre George dice al respecto: "La ciudad es la imagen perfecta del ambiente creado donde progresivamente desaparecen los elementos naturales del marco de vida. Pero no es sino el elemento más representativo, por la concentración de los hombres y de sus actividades de una civilización material que transforma todos los paisajes, es decir, de hecho, todos los marcos concretos, sensiblemente perceptibles, de la vida humana. Entre la urbanización densa con ocupación del subsuelo y "climatización" casi total del marco de vida y la asepsia del ambiente "natural" y rural tropical no hay sino una diferencia de escala".
8. v. Rapp, F., *Ibidem*, Capítulo III.

Así como definimos el carácter de nuestra época a partir de sus contradicciones esenciales,⁹ al remitirnos al nivel de desarrollo alcanzado por las fuerzas productivas, es notoria la omnipresencia de una dimensión tecnológica en lo social, con una difusión planetaria de sus alcances.

Una progresiva y cada vez más trascendente concepción mecánica del mundo ha llevado a considerar al hombre mismo como una máquina explicándose toda la biología a través de la física y la química.¹⁰ La reacción opositora al desarrollo de la ciencia abarcará distintos matices: desde un renacer de las viejas ideas de Coleridge, Blake, Wordsworth o Goethe, con el consiguiente emerger romántico de la magia y la mística frente a la posible venganza de la naturaleza, hasta las visiones desesperanzadas y holocásticas del mundo del futuro. Cerroni en "Técnica y Libertad"¹¹ propone una clasificación de las diferentes posiciones ante el proceso de desarrollo científico-tecnológico, sus directrices y consecuencias. Un primer modelo *tecnocrático* de raíz positivista que invoca la eliminación de todo control que no sea de naturaleza técnica o científica; un segundo modelo *eticista* de antecedentes platónico-cristianos que pregona una redefinición del fin del hombre y su dominio sobre los medios;¹² un tercero *esteticista*, vitalista, de origen hegeliano-freudiano que rescata la reconquista de la libertad humana contra la ciencia y la técnica emancipándolas del dominio tecnológico y retornando a la naturaleza; y finalmente un cuarto modelo *comunitario*, de visión marxista, que sitúa el carácter particular de la aprobación de lo socialmente construido por el hombre junto al alienante predominio de las cosas sobre los hombres, como una encrucijada que sólo podrá recuperar la libertad reconstruyendo las relaciones sociales.¹³

Dilemas entre rechazo o aceptación. Porque en el fondo podríamos sintetizar dos reducciones. Una actitud positiva, en la cual el progreso técnico es fundamento de

libertad de difusión, de producción y consumo masivos que liberan las penurias materiales, objetivando la posibilidad del desarrollo intelectual y del ocio.¹⁴ Frente a este optimismo, la liberación de las tradiciones, la modificación del medio ambiente construido, la tecnificación de la vida social e individual son responsables de desarraigo, de irreflexión, de desasosiego, de ausencia de valoración. El ocio y la independencia no son evidentes y las nuevas penurias serán más acuciantes, de modo que la despersonalización, la masificación de la transformación instrumental de la naturaleza destruye el equilibrio.¹⁵

Refiriéndose a Benjamin, Tafuri analiza el carácter dilemático de la evolución de los intelectuales europeos de la primera y segunda postguerra debatiéndose entre "el rechazo y la aceptación del nuevo universo de significados propios de la civilización tecnológica y de masa". El drama de Benjamin será el mismo de Weber, Husserl, Brecht, Klee o Le Corbusier.¹⁶ Se trata de apreciar el carácter de la ciencia y la tecnología, de dirimir, en tanto que fuerzas productivas y saber objetivado, la cuestión de su neutralidad. En este sentido habría que separar el conocimiento de "la orientación y el ritmo del desarrollo de las fuerzas productivas"; así la neutralidad queda denegada al ser la lucha de clases el pivote terminante; afirmándose además el carácter de potencia del saber acumulado en espera de su liberación bajo nuevas relaciones sociales.¹⁷

Durante más de dos siglos "la civilización en la encrucijada" ha dominado sin modificar los elementos estructurales que orientan su comportamiento y su desarrollo. Los resultados han sido la adopción de formas concretas de producción industrial signadas por la innovación y el cambio tecnológico al interior de un proceso heterogéneo y múltiple con respecto a las ramas productivas; discontinuo, circunstancialmente homogéneo, pero a su vez contradictorio y caracterizado por una progresiva socialización del proceso de producción industrial en el cual la transferencia es posible, y los principios mecánicos o electrónicos que orientan determinadas proposiciones tienen carácter y aplicación universales.

En estos dos siglos de transformación capitalista del proceso de industrialización ninguna rama de la actividad económica ha escapado a la lógica de su desarrollo. Las desigualdades, los atrasos relativos son sólo manifestación de dificultades circunstanciales, aún no resueltas, del propio proceso de producción, de barreras y límites aún no tras-

9. Burguesía-proletariado; superpotencias entre sí; el tercer mundo frente a ambas.

10. Se trata de Crips, biólogo molecular, premio Nobel, autor del Libro *Of molecules and men*; en la misma tendencia estarían Wooldridge, *Mechanical man*; Watson, *Behaviourism* y Skinner, *Science and human behaviour*; Meadow, *Man-machine communication*. Para una crítica a tendencia fisicalista v. Easlea, B., *La liberación y los objetivos de la ciencia*, Siglo XXI, Madrid, 1977 pp. 348 y ss.

11. v. Cerroni, U., *Técnica y libertad*, Fontanella, Barcelona, 1973, pp. 27-38.

12. Dentro de esta corriente puede insertarse, por ejemplo, Maíz Vallenilla, cuando le da al "universo técnico" autonomía en las leyes que lo rigen y autarquía en su dinámica de desarrollo hasta constituirlo en un sistema, cuya totalidad posee finalidad independiente, constituida por una razón técnica como forma de alienación. v. *Ratio Technica*, Monte Avila, Caracas, 1983, pp. 19-59.

13. "La civilización en la encrucijada" es el pertinente título de un libro de Radovan Richta publicado en Checoslovaquia en 1968, previo a la invasión, en el cual se parte de un sistemático, minucioso y completo análisis de la naturaleza de la revolución científico-técnica y de sus consecuencias en la división del trabajo; así como de las transformaciones en el modo de vida y en los medios de ésta, para reducir el tipo de organización social que permita un desarrollo libre, sin trabas, esencialmente democrático.

14. Richta afirma: "el elemento sofocante no es un real exceso de los medios técnicos (como creen los románticos), sino su desarrollo limitado e imperfecto... Cuando la tecnología es débil, limita y domina al hombre; sin embargo, cuando está perfeccionada y es versátil le da el estímulo para su desarrollo independiente".

15. v. Hubner, K. *Crítica de la razón científica*, Alfa, Buenos Aires, 1981, Capítulo XIV, pp. 245-267.

16. v. Tafuri, M. *Teorías e historia de la arquitectura*, Laia, Barcelona, 1972, p. 119.

17. v. Amín, S. *Clases y naciones en el materialismo histórico*, El Viejo Topo, Barcelona, 1979, pp. 17-18.

pasados, o de la ausencia de acicates importantes, en referencia a las tasas de ganancia, que impulsen su modificación. Hechos esenciales que deben marcar dos elementos para nosotros fundamentales: las modificaciones y cambios al interior del proceso de producción del medio ambiente construido en su sentido más amplio, y las consecuencias de la cada vez más compleja división del trabajo en los campos de actividad profesional. Las transformaciones en los modos de vida y de trabajo, en la forma de asumirse la relación hombre-naturaleza, en la propia estructura de la personalidad y las manifestaciones en las relaciones entre los hombres; todo ello conforma un medio ambiente construido de vida y de trabajo nuevo en sus requerimientos, en las técnicas de su producción, en las propuestas tecnológicas para resolver la escala y el alcance de sus necesidades, en las aspiraciones ideológicas y económicas de los grupos sociales. La arquitectura y el urbanismo no podrán ser los mismos; tecnología, industrialización y división del trabajo cambiarán necesariamente las cosas y las profesiones. Los hechos son demasiado contundentes.

2. La tecnología

Hemos de remitirnos al trabajo, a la actividad humana orientada a la satisfacción de necesidades. "Toda vida social es esencialmente *práctica*. Todos los misterios que inducen a la teoría, al misticismo encuentran su solución racional en la práctica humana y en la comprensión de esta práctica".¹⁸ La praxis expresa entonces unidad dialéctica entre el pensamiento y lo real; es saber y práctica, conocimiento y acción, esencia de hombre puesto que se trata de actividad humana concreta y conocimiento sobre ella, teoría y práctica, acción sobre un complejo universo natural y social, objetivamente estructurado. En este sentido, la praxeología¹⁹ en tanto ciencia general de la actividad racional, eficiente, adquiere un carácter totalizador en su aplicación al mundo de la producción, de la actividad económica en su sentido más amplio. Los instrumentos de trabajo constituyen el medio más importante para desarrollar la actividad humana de transformación de la realidad. Marx y Engels definieron en el Manifiesto a la revolución industrial como la revolución de los instrumentos de trabajo. La máquina se constituye en factor intermediario al descomponer y asumir las operaciones de la mano del hombre. El centro de esa primera revolución industrial -y esta lógica se mantendrá- estaba en la relación entre el capital y la fuerza de trabajo, en la sustitución de obrero por máquina, en la "minimización de la intervención". Estamos

ante un conjunto de instrumentos puestos en movimiento que pueden operar simultáneamente o consecutivamente mediante un mecanismo que es la "unión de la actividad de instrumentos individuales de un complejo determinado en una cadena de causas y efectos, cuyos miembros son las actividades de los instrumentos individuales".²⁰ Así queda transformado el trabajo humano, desplazándose el trabajo sobre el objeto de trabajo hacia el trabajo sobre la máquina, quedando la transformación ahora en manos de ésta. Un sistema de máquinas organizado espacialmente en una cadena de actividades especializadas constituye la fábrica; estructura esencial que integra el desarrollo técnico dentro de una determinada transformación de las relaciones de producción.

Pero desde el momento en que la actividad concreta del hombre en el proceso de producción se limita a la aplicación de una fuerza, desde ese mismo momento se abre la posibilidad de la sustitución de la fuerza humana. Después de la "primera gran revolución industrial el empleo de la máquina de vapor, como máquina que produce movimiento, constituyó la segunda revolución".²¹ Con el vapor, y luego la electricidad, se domina la fuerza motriz y se completa con los elementos de transmisión y cadena, una nueva unidad objetiva del proceso de industrialización.

Taylor comprenderá perfectamente esta circunstancia cuando somete al análisis del "thinking department" el trabajo de separar el pensamiento de la ejecución que se concreta en la preparación y distribución del trabajo en la fábrica, asumiendo como problema científico la nueva complejidad del trabajo operado con las máquinas. El aforismo "no se os pide que penséis" resume la propuesta de Taylor en el sentido de cómo abordar las relaciones entre el obrero y la máquina: los movimientos, la descomposición de los gestos, la disposición espacial. Taylor concibe la fábrica como un organismo al que hay que dotar de eficacia mecánica, al margen de lo que se fabrique y de los propósitos que impulse.²²

Ford no ocultará el carácter más práctico de su discurso respaldado por una de las experiencias de producción industrial más exitosas del capitalismo moderno. Imbuido como Taylor de la ideología de progreso no asumirá sin embargo la cooperación entre empleados y empresarios como la clave, sino que será la producción masiva y los altos salarios lo determinante para la prosperidad general; abriendo así la posibilidad de salida a la producción. Para ello la línea de montaje acentuará la división del trabajo reduciendo tanto la necesidad de pensar de cada obrero como el número de sus movimientos. Es necesario llegar a su-

18. Marx, K. *Tesis sobre Feuerbach*, p. 665 in Marx/Engels, *La ideología Alemana*. Pueblos Unidos, Grijalbo, Monetevideo-Barcelona, 1970.

19. Es una teoría general de la acción eficiente, desarrollada por T. Kotarbinski que intenta establecer un punto de convergencia entre el empirismo lógico y el marxismo, entre el pragmatismo y el marxismo. Esta teoría general de la práctica proyectual tiene ramificaciones según Maldonado, O., *Environnement et idéologie*, UGE, París, 1972, p. 174, en Preti y Gramsci con la filosofía de la praxis. V. también Lange, O., *La economía en las sociedades modernas*, Grijalbo, México, 1966, pp. 218 y ss.

20. v. Lange O., *La economía en las sociedades modernas*, Grijalbo, México, 1966, p. 228.

21. Marx, K., *Capital y tecnología*, Terranova, México, 1980, p. 77

22. v. Giedeon, S. *La mecanización toma el mando*, Gili, Barcelona, 1978, pp. 111, 116 y 129-140, y Friedmann, G. *La crisis del Progreso*, Laia, Barcelona, 1977, pp. 86-160.

primir la habilidad. Con Taylor y Ford nos encontramos en la antesala de la tercera revolución industrial que Bernal denomina científico-técnica.

Todo este proceso capitalista de explotación del plusvalor es el responsable de la transformación de la manufactura en gran industria. La máquina sustituye al obrero parcial, permite la prolongación de la jornada de trabajo, la intensificación del ritmo. Toda la organización del trabajo se hace objetiva a partir de la aplicación de la ciencia a la producción, como dice Marx, es así que nace "la modernísima ciencia de la tecnología". El concepto de gran industria corresponde a una forma estructural que engloba el proceso tecnológico y el de acumulación. El capital se apodera de la ciencia y la técnica en tanto que fuerzas productivas, determinando sus usos y orientaciones en el proceso de valorización, penetrando directamente la producción. Ya no se trata solamente de una modificación radical de los factores objetivos de las fuerzas productivas sino de la totalidad de éstos. "El proceso de trabajo se perfecciona tanto que el manejo se reduce a la puesta en movimiento y al control de la actividad" mediante máquinas automáticas que la dirigen y regulan. La automatización será "la introducción de estos mecanismos que sustituyen la intervención directa del hombre en la dirección y regulación de los sistemas de acción aceptados que se emplean en el proceso de trabajo".²³ Se completa la limitación de la habilidad como factor subjetivo transfiriéndola a la máquina.

Se automatiza la dirección, la regulación, la rectificación, la determinación de actividades, la programación de las mismas. La automatización elimina la necesidad de intervenir directamente, mecanizándose, conduciéndose y regulándose el paso del objeto de trabajo de una a otra máquina. Se evita la intervención humana directa. La automatización transforma por otra parte, de un modo esencial, el carácter del proceso de trabajo; pasando de la dirección y regulación del sistema nervioso central del hombre en la máquina-herramienta a la constitución de "cerebros artificiales" capaces de sustituir lo que parece ser, por el momento, la primera de las más elevadas "extensiones" inventadas por el hombre para dominar la naturaleza. Atrás quedó el músculo, el ojo, el oído.

Se trata de la mente sustituida por sistemas electrónicos de regulación y control. Ahora el umbral es otro, porque el límite de sustitución del "homo faber" está en el robot como "modelo de hombre ejecutando una acción productora de servicios",²⁴ más allá el Golem será el modelo del "homo sapiens".

En 1947 Wiener publica su libro "Cybernetics", formulando como ciencia la que estudia los problemas de control y comunicación entre el hombre y la máquina. Ya allí se apuntaban elementos sobre la presunción equivocada de que las máquinas no pueden ser originales en el sentido de trascender lo que se ha puesto en ellas,²⁵ sobre la "comprensión inteligente" y la lentitud de los reflejos humanos, sobre el posible desarrollo de "originalidad"; todo ello evaluado dentro de la perspectiva de que estas máquinas no se quedan en la producción del objeto sino que buscan imitar el comportamiento humano. Pareciera que las predicciones de Butler en el sentido de que las máquinas podrán encargarse del control de la humanidad no hay que remitirlas simplemente al terreno de la ciencia-ficción.

La metáfora de Erehwon, el país donde llevar un reloj es un crimen, sintetiza nuevamente el miedo a la máquina resolviéndolo con su abandono. "El progreso científico es un proceso de control y comunicación cuyo propósito es la comprensión a largo plazo de la materia y el control sobre ella", dice Wiener, y en este proceso, concluye, cincuenta años son un día en la vida de un hombre.

La tercera revolución industrial -la científico-técnica- plantea nuevos problemas ante la renovada y desarrollada base material del capitalismo. Parecería como si el complejo e inmenso potencial no tuviese límites en su crecimiento, por la presunta autonomía de la determinación de las fuerzas productivas sobre las relaciones sociales de producción. Nuevamente la confusión entre la capacidad de la ciencia y la técnica de trascender los sistemas sociales en tanto que fuerzas productivas patrimonio común de la humanidad y el imposible desarrollo neutral, independiente o progresivo de éstas. La lógica de acumulación de capital impone un carácter complejo, social y clasista al proceso de producción de conocimientos científico-técnicos, y la división internacional del trabajo no estará al margen de esta dominación.

Esta nos remite necesariamente a la cuestión de la automatización y el progreso social; a los motivos que las impulsan. No se trata de mejorar las condiciones de trabajo sino de reducir los costos y aumentar los beneficios. La

23. v. Lange, o.c., p. 232.

24. v. Greniewski, M. *Cibernética sin Matemáticas*, F.C.E., México, 1977, pp. 337-338.

25. "... las máquinas pueden y logran trascender algunas de las limitaciones de sus diseñadores y que, al hacerlo, pueden ser simultáneamente efectivas y peligrosas", Wiener in AA.VV., *El hombre y las máquinas*, Monte Avila, Caracas, 1974, p. 12. Dentro de esta pretendida posibilidad puede ubicarse el alegato de R.U.R. de los Hermanos Capek, al terminar la primera guerra mundial cuando describen una revuelta de Robots impulsada por octavillas que proclaman "Robots de todo el mundo. Nosotros, la primera organización nacional de Robots Universales Rossum, proclamamos al hombre nuestro enemigo y fuera de la ley del universo. Robots de todo el mundo, unámonos para acabar con la humanidad. No dejéis un hombre vivo. No dejéis una mujer viva. Salvad las fábricas, los ferrocarriles, la maquinaria, las minas y las materias primas. Destruid el resto. Luego volved al trabajo. No se debe dejar el trabajo parado..." Años más tarde resolvería el problema la "solomata gente" sin necesidad de los RUR.

automatización tiende a abolir el trabajo repetitivo, pero la generalización tropieza con barreras de tipo técnico y razones económico-sociales; todavía se está muy lejos de producir objetos complicados automáticamente, y es necesario abordar el eslabón más flojo del proceso, el montaje; diseñando además nuevamente el producto. Pero en todo caso es evidente que la automatización, aún en la brillante visión de Lilley en 1956, con su fábrica automática, afecta tanto al proceso de producción como a la naturaleza del producto. Aumenta la productividad del trabajo trasladándolo desde el hombre a la fábrica como conjunto; estableciéndose una relación entre el valor del producto y la masa total de lo invertido en máquinas y materias primas; pudiéndose incorporar a las maquinarias el costo de los salarios. Reduce los costos de producción, de capital y gastos generales aún cuando encuentra obstáculos en el costo del crédito para las nuevas inversiones y en el tamaño y naturaleza de los mercados. Modifica finalmente la calidad del producto, las condiciones de trabajo y la estructura de las profesiones; se altera la relación del obrero con el equipo y el grupo, operándose una metamorfosis con cambios cuantitativos, estructurales, del valor del trabajo y de comportamiento,²⁶ ampliándose la concepción y la importancia del mantenimiento.

Para construir la Grossiedlung de Berlín, se hizo necesario movilizar a mano 10 a 12 veces 24.500.000 ladrillos.²⁷ No es de extrañar que el técnico socialdemócrata Martin Wagner fuese un abanderado de la organización científica del proceso de producción, del taylorismo, de la economía de movimientos, de la aplicación de la racionalización a nivel de la obra, de la oficina de proyectos y del funcionamiento de la vivienda. Aspectos esenciales que tocan la *producción* del objeto y las posibilidades de asumir un proceso de industrialización, así como el *diseño* del objeto en lo relativo a la investigación formal-funcional, a los nuevos materiales y a la organización espacial.

3. Industrialización, mecanización, estandarización

La construcción como proceso de producción industrial debe, al igual que las otras ramas de la actividad económica, mejorar su productividad dentro de la lógica general del sistema económico. Todo esfuerzo entonces por disminuir la dependencia de la mano de obra calificada se orienta a la industrialización entendida como el doble proceso de mecanización y racionalización; menos mano de obra total

dentro de un proceso de planificación, coordinación y economía en la organización de todo el proceso productivo. Mecanización y racionalización son dos líneas de evolución técnico-económica de la construcción. La industrialización implica entonces estandarización del producto, especialización del trabajo, concentración de la producción y su mecanización o automatización. Todo esto exige, desde el punto de vista tecnológico, la presencia de un proceso de producción de base objetiva y lógica que permita incorporar de forma explícita los principios de la ciencia y la tecnología, desechando la subjetividad del trabajo humano por la objetividad de la máquina de modo que el progreso y los cambios posean base racional de desarrollo; descomponiendo el proceso, modificando su organización, aumentando la productividad, dándole a la tecnología estatuto de objeto de análisis científico y en consecuencia sujeto a perfeccionamiento; consumándose en la gran industria la separación "de la ciencia como potencia productiva autónoma", compeliéndola "a servir al capital".²⁸ Este proceso exige la cooperación de las actividades articuladas con la aplicación de la división del trabajo. Las diferencias entre manufactura y gran industria son esenciales para comprender, en el caso de la construcción, el nivel alcanzado por la producción manufacturera basado en la división del trabajo con la aplicación de herramientas, instrumentos y máquinas.

La caracterización de la construcción como manufactura heterogénea "ensamblamiento puramente mecánico de productos parciales independientes"²⁹ representa desde el punto de vista del camino seguido por la industrialización en construcción consecuencias fundamentales dadas las peculiaridades características de encadenamiento del proceso de trabajo y la cuestión de la temporalidad en la producción de los productos parciales.³⁰ Queda por supuesto la pregunta de Argan en el aire: "¿...podrá la máquina, empeñada como está en hacer un trabajo económico, llegar a producir obras de arte?".³¹

Pregunta necesaria cuando se trata de construcción-creación, y el mundo de la producción artística ha estado históricamente ligado a la construcción. Pregunta en la que Argan reconoce en un tono patético que el arte es un bastión embestido. Se trata de la confrontación de dos técnicas, una objetiva y otra subjetiva; se trata de una oposición entre el valor único irrepetible mientras que en la técnica industrial, "la cantidad toma, en la jerarquía de los valores, el lugar de

26. v. Naville, P. *¿Hacia el automatismo social?*, F.C.E., México, 1965.

27. Base sin duda objetiva que apoya lo dicho por Lilley en los años cincuenta cuando después de demostrar la inminente automatización de los materiales y componentes de construcción pregunta: "Pero ¿cabe esperar que se haga automáticamente la construcción verdadera? Por fantástico que pueda parecer esto, ha sido logrado ya, sobre una base experimental, en Varsovia. Una máquina de colocar ladrillos, dejando los espacios, según se desee, para puertas y ventanas y construyendo paredes de una altura y espesor determinados".

28. v. Marx, K. Tomo I, Vol. 2, p. 440.

29. ibidem, p. 416.

30. v. Informe Final Proyecto INCOVEN: "La Organización de la Industria de la Construcción en Venezuela. Componentes y Relaciones", FAU-UCV, 1985.

31. v. Argan, G.C. *Proyecto y Destino*, UCV, Caracas, 1969, p. 15.

la calidad";³² entendiéndose que otros parámetros, otros valores, otros patrones, aparecen valorando el acceso al consumo o a la "obsolescencia".

La producción industrializada de la construcción se ha desarrollado de forma por lo demás desigual, dependiendo de la naturaleza del producto, de la tecnología adoptada, de la posibilidad de separar y mecanizar aspectos parciales - productos parciales- del proceso global de producción, de las tendencias asumidas en la industrialización en su relación con el mercado. Pero, por otra parte, la producción industrializada en construcción, y en edificaciones en particular, debe enfrentar la investigación del propio objeto, su diseño, sus materiales. Todos los temas relativos a la racionalización de la vivienda tienen origen, entre otros, del taylorismo en la búsqueda por economizar circulaciones, ahorrar energía en el trabajo doméstico. Klein avanza un grado importante al desarrollar el análisis científico de la vivienda mínima a partir de coeficientes que relacionan la superficie construida con el número de camas, la superficie útil y la superficie de zonas de estar y dormir; otra correlación era la que establecía, confrontando soluciones de plantas de viviendas para evaluar las circulaciones, las relaciones geométricas. En todo caso es evidente que el atraso relativo en el desarrollo de las fuerzas productivas en el sector construcción está hermanado a un estrecho y limitado avance de la investigación científica y tecnológica en el campo del diseño de edificaciones. La conferencia de Bernal en 1946 titulada "La ciencia en la arquitectura" no parece tener ya cuarenta años.³³ Pero es conveniente recordar que todo el discurso tendiente a consolidar un dominio científico y tecnológico del diseño de edificaciones, del desarrollo e innovación de nuevos materiales, tropieza con las barreras que impone la estructura de la producción y del consumo. Así como la modificación del proceso de producción está delimitada por la búsqueda de una disminución de los costos de producción, la modificación del producto busca la ampliación de la ganancia con la creación de nuevos mercados, expandiendo la demanda. La mercancía vivienda más que cualquier otro bien de consumo durable estará sujeta a las coyunturas históricas nacionales, a las políticas estatales y a las modificaciones de los tramos de ingreso de la denominada demanda solvente. La modificación del proceso de producción y del producto, en

el caso de la vivienda, serán temas que se entrecruzan en la discusión arquitectónica y urbana de este siglo; los acentos, los intereses y la profundidad serán disímiles.

4. La relación arquitectura-técnica

Para la arquitectura contemporánea la relación entre el objeto y su producción, entre sus características morfológicas, económicas, funcionales o culturales y las limitaciones técnico-sociales ha hecho girar, y de hecho todavía hoy lo hace, los discursos, las tendencias, las obras, los temas. Si revisamos las visiones particulares de los arquitectos más paradigmáticos de este siglo será fácil reconocer los límites aún actuales de la cuestión y nuestros más presentes debates: la formación profesional, el carácter clasista de la producción masiva, el deseado deslinde entre arquitectura y construcción, la humanización del objeto o la deshumanización maquinista.

4.1 F.L. Wright (1869-1959): *The art and craft of the machine*

Desde 1903 cuando Wright dictó su famosa conferencia en Hull House hasta los últimos escritos en 1958, los temas derivados de la relación entre arte e industria, arquitectura y máquina, estarán presentes con toda la desbordante e ideológica exuberancia poética de un discurso que se retoma, se copia, se retiene, pero que no dejará de ser, aun para quienes no lo suscriben, encantador, emocionado, egocéntricamente arquitectónico. Es difícil encontrar otra profesión que haya digerido tan mal los avatares de la descomposición, especialización, división del trabajo; y es difícil también encontrar otra profesión como la arquitectura, en la que sus protagonistas no logren encajar el golpe reconstruyendo siempre motivos llamados a un humanismo perdido, o abarcando más allá de toda medida propuestas, inventos o doctrinas con gran desenfado. El origen no importa, puede venir desde las filas de la afirmación del protagonismo hegemónico del destino norteamericano, como en Wright, hasta la oposición más auténtica, honesta, declarada y activa contra él, como en el caso de Fruto Vivas.³⁴ Sin hilar demasiado fino, sin excesiva perspicacia, es posible decantar algunos elementos entre la voluntad de someter a la máquina al firme control del artista creador y la "humanizadora" tecnología suave o alternativa.

Wright necesita y construye un discurso sólido, orgánicamente estructurado para afrontar la diferencia esencial de su época con el pasado, la sustitución del ins-

32. Argan, O.C., p. 22. En la p. 55 Argan concluye: "El proyecto que lleva del artesanado a la industria es irreversible, así como también lo es la crisis del objeto. La industria es indudablemente el sistema de trabajo y de la producción de nuestro siglo; el ciclo de su evolución aún no se ha cerrado, puede tener desarrollos imprevisibles y la posibilidad de una relación entre arte e industria permanece pese a todo abierta".

33. "... la construcción es una de las partes más atrasadas de la técnica moderna: Como no sabemos lo suficiente, ya sea en cuanto a la resistencia de los materiales que utilizamos o en lo referente a su reacción a los esfuerzos que hasta ahora no se pueden calcular con precisión entonces invertimos diez veces más materiales de los que necesitamos en la producción de espacio útil. Este es el llamado coeficiente de seguridad, en realidad, es un coeficiente de ignorancia".

34. Fruto Vivas requeriría un amplio estudio ante los componentes ideológicos de su discurso político y arquitectónico. Monografía que permitiría además, evaluando su obra, recorrer peculiares coincidencias con Wright en temas como la vivienda de la burguesía, la autoconstrucción, los inventos, las estructuras límites, los nuevos materiales, el estudio de la naturaleza y su incorporación en la vivienda aislada, el rechazo a la gran ciudad y a la arquitectura en altura, la tecnología apropiada...

trumento por la máquina, la pérdida de apoyo de la "aristocracia hereditaria de los mecenas"; todo lo cual obliga al arquitecto y a los otros artistas a someterse ciegamente a la automatización de la industria y no a su propia habilidad artesanal.³⁵ Sin embargo, este sometimiento es también la libertad, porque la máquina podrá responder con toda sencillez a los requerimientos "como la arcilla a la mano del escultor", la libertad permitirá actuar según su voluntad racional. Para ello el arquitecto debe salirse de la "gramática" antigua, "la máquina no proclama la condena de la libertad sino que espera como instrumento incomparable a disposición del hombre que éste la utilice a fin de establecer una democracia auténtica".³⁶ Dentro de esta visión, la máquina ha sido hecha para reemplazar y multiplicar la energía humana, convirtiéndola en el "cerebro de un orden social nuevo". La vinculación con la industria es clara, hay que educar y formar diseñadores, no hay que producir artesanos, ya que las máquinas son los nuevos artesanos, listas, eficaces, obedientes. Lo importante es entonces lograr que estos enormes artefactos produzcan un buen trabajo que trascienda la habilidad mecánica; será la "imaginación, una maquinaria superior y suprema"; un verdadero artista creador será el que haga, hoy como siempre, esto posible.

La nueva unidad arte-industria permitirá un estilo; resultado natural del empleo justo, correcto y adecuado de las máquinas y los materiales, de su comprensión y dominio. El Artífice³⁷ será quien desarrolle los vastos recursos y abra la posibilidad de aplicación mucho más amplia de las máquinas; sólo el Artífice será capaz de rescatar la prefabricación de su inorganicidad, de la degeneración de la calidad como resultado de la producción en masa.

Esta posición ante la industrialización y la producción masiva se hará por demás evidente en el tema de la vivienda y la actitud claramente diferenciadora según se trate de vivienda aislada, burguesa, obra de arte única o de vivienda para los pobres, en la cual el "do it yourself" adquiere características de discurso apologético de la auto-construcción.

En una de las páginas más fanáticamente analógicas con la biología y la anatomía, Wright describe una casa criticándola como un cuerpo humano en indigestión permanente.³⁸ Su casa alternativa será la "prairie house",

casa compañera de los hombres y de los árboles, en paz y armonía con la naturaleza externa, cerca del suelo, sirviéndolo en amigable pertenencia. La casa será para su dueño "a su propio gusto o capricho". Wright se reserva para la arquitectura este concepto de casa, bien alejado de la máquina para vivir del "camarote" o "del hotel" entendidos como conceptualizaciones alternativas. "Una casa no tiene nada de vehículo en desplazamiento" afirma en 1931 en clara oposición a algunos de los discursos europeos del momento; insistiendo que las casas "modernas" parecen cortadas con tijeras en forma de cajas de cartón en un "intento infantil de hacer parecer los edificios barcos, aviones o locomotoras". Sin embargo, afirma: "ciertas casas en Los Angeles pueden muy bien convertirse en cosas que se desplazan rodando por todas partes lo cual es otra cosa y muy lejos de ser una mala idea para ciertas clases de población".³⁹ En Broadacre City la producción industrializada dará posibilidad a la vivienda de los pobres, gracias al abaratamiento de la moderna fabricación masiva bajo "el firme control del artista creador".

De modo que a medida que aumentan los recursos del constructor pobre, éste irá comprando las partes en un sistema perfecto de prefabricación abierta dentro de un "bien concebido plan colectivo de producción" que garantiza "la misma calidad que está al alcance del rico". Las instalaciones eléctricas y sanitarias, los artefactos de cocina y "todos los servicios desprovistos de individualidad, le serán entregados lo mismo que el automóvil, en unidades prefabricadas".⁴⁰

Si separamos las consideraciones morales acerca de la tasa de ganancia, las máquinas en el discurso wrightiano deberán desarrollarse contundentemente hasta convertir, por ejemplo, el transporte aéreo en el centro de un sistema de comunicaciones barato y eficaz; las máquinas son objetos, su producción masiva debe asegurarse dentro de las pautas del Artífice. La arquitectura es otra cosa, se trata de la suya; de modo que no resulta en modo alguno contradictorio afirmar que "la verticalidad insensata y congestionada es antiartística y anticientífica"⁴¹ y proponer el edificio Illinois; ni valorar la horizontalidad como "streamlined" porque en el fondo esa aguja de una milla de alto es verticalmente aerodinámica, no es insensata ni congestionadora: es su arquitectura. Los de Manhattan son sólo edificios.

Al final de su vida, la esperanza de que la máquina deje de ser explotada industrialmente y científicamente "a expensas de artes y de la verdadera religión",⁴² se vuelve escepticismo y decepción. Wright llamará a comenzar de nuevo, a volver a la raíz, a la luz humana que convierte a la aurora y el crepúsculo en símbolos "adecuados a la existencia

35. v. para todo este discurso Wright, F.L., "Architecture Moderne" en *L'avenir de l'architecture*, Denoel/Gonthier, París, 1982, Tomo 1, pp. 53-183, subtítulo por los editores franceses con bastante audacia y razón "Los orígenes del postmodernismo".

36. Ibidem, p. 33.

37. Sinónimo de Artista Agricultor, Artista Mecánico, Maestro Inspirado Inventor, Hombre de ciencia en la motivación wrightiana que sugiere a pesar de lo antitético del punto de partida, influencias posteriores, como lo apunta Argan, con Gropius y su visión del papel del Artista-Artesano integral en el mundo de la producción industrial.

38. Wright, O.C., Tomo 1, p. 126 y ss.

39. Ibidem, t.p.m., p. 127.

40. v. Wright, F.L. *La ciudad viviente*, Fabril, Buenos Aires, 1961, p. 214.

41. Ibidem, p. 225.

42. Ibidem, p. 225.

del hombre sobre la tierra". Por más que el propio Wright afirme lo contrario entre el discurso posible de 1903 y las conclusiones finales de la Ciudad Viviente en 1958, mediará la nostalgia de un sueño imposible.

4.2. W. Gropius (1884-1969): entre el mundo del arte y el mundo de la producción.

En 1910 Wright expone su obra en Berlín, las revistas "Wendungen" y "De Stijl" se ocuparán en Amsterdam en sucesivas oportunidades de la arquitectura "orgánica" del maestro norteamericano; las pistas acerca de la influencia de ella en la producción arquitectónica europea serán sin duda menores tanto como discurso contrapuesto como en la clara asunción formal de la "gramática" wrightiana. Argan será uno de los analistas más consistentes de esta evaluación.⁴³ Mientras Wright desarrolla su propuesta en una sociedad en el camino de la opulencia, en la consolidación de un destino manifiesto, Gropius deberá aceptar al igual que toda Europa la quiebra de la primera guerra mundial, la esperanza de la post-guerra hasta el nuevo derrumbe. Wright podrá al final de su vida a lo sumo manifestarse escéptico o decepcionado, en crisis personal porque su ideario y su protesta no alcanzaron a ser explosión poética generalizada. Gropius se sentirá acuciado por problemas y respuestas más contingentes; actuará entre las dos guerras como "un socialdemócrata, un burgués exacerbado por los errores de la burguesía".⁴⁴ El derrumbe de Weimar deberá asumirlo como derrumbe colectivo no personal; al finalizar la segunda guerra mundial, los maestros del racionalismo no reconstruirán Europa; los planes y programas de producción de viviendas inspirados en sus propuestas, superándolas o modificándolas, serán desarrollados sin ellos.⁴⁵ El mundo en crisis es el mundo en la crisis de esa visión prometeica de la arquitectura como resolución racional de las contradicciones sociales. No será dentro del ámbito burgués una crisis de la tecnología, ni de la construcción capitalista.

Entrar en el mundo de la producción exigiendo voz de mando, clamando por una vuelta a la artesanía, luchando por merecer para los arquitectos el nombre de "Señor del

Arte", no parece ni la mejor estrategia ni la forma de articularse al empuje de la producción industrial. Así la Bauhaus convierte la humanización de la máquina en punto central de reflexión por medio del equilibrio entre los componentes utilitarios, estéticos y psicológicos involucrados en el diseño del objeto. "No se consideraba el funcionalismo como un mero proceso racionalista, abarcaba también los problemas psicológicos",⁴⁶ porque "las necesidades emocionales" exigen satisfacción "como cualquier necesidad utilitaria". De modo que la máquina, la tecnología y la ciencia eran en el discurso de la Bauhaus preocupación esencial en la búsqueda de un uso "humanizado".

En 1935 Gropius inicia su periplo hacia Occidente publicando en Londres "La Nueva Arquitectura y la Bauhaus". Retoma el tema de la unidad arte, belleza y técnica, apoyándose en la racionalización como libertadora del "caos ornamental" -no del ornamento- pero saliendo al paso de las teorías contradictorias de los arquitectos, de los dogmas del "funcionalismo", de las manifestaciones de "lo correcto para función = belleza", rescatando para la Nueva Arquitectura el papel catalizador de lo material y lo espiritual, y no aceptando ser relegado al "campo limitado del diseño". De modo que mecanización, racionalización y estandarización dentro de la producción industrial en construcción adquirirán en su visión un carácter progresista en la medida que responde a las necesidades de una "sociedad bien formada y organizada", en la cual "la mecanización tiene una sola finalidad: abolir el trabajo físico del hombre y ofrecerle los medios de vida necesarios para que destine su cuerpo y su inteligencia a actividades de orden superior".⁴⁷ El mito de la mecanización para el ocio se reafirma.

En 1910, Gropius se referirá a la cuestión de la industrialización de la construcción abordando el problema de la calidad de la producción industrial y el menor costo, buscando conjugar el "trabajo artístico del arquitecto con el económico del empresario"⁴⁸ con el doble objetivo de sanear la situación y obtener una "mercancía sólida y genuina", resultado del principio de la producción en serie, y basada en la economía y la rentabilidad. La unidad artística como "condición previa para el 'estilo de la época'" deberá sin renunciar a la base industrial responder a la individualidad de los deseos, además de proporcionar casas baratas, sólida y prácticas. Es así que la construcción racionalizada tendrá desde el punto de vista técnico dos objetivos: mayor economía y mejor nivel de vida, sin olvidar la belleza, "la libertad creadora del arquitecto" que podría verse en peligro ante la repetición de elementos estandarizados y prefabricados. En 1954 Gropius insistirá

43. v. Argan, o.c. y Walter Gropius y el Bauhaus, Nueva Visión, Buenos Aires, 1977.

44. v. Argan, *Proyecto y Destino*, p.148.

45. Pareciera que Europa no fue reconstruida, que no se produjeron centenares de miles de viviendas y que la arquitectura capitalista no siguió su curso: "El hecho mismo que, en la segunda postguerra, cuando las necesidades impelentes de la reconstrucción habrían justificado el regreso al orden y a la severa metodología del racionalismo, se ha tenido, en cambio, en todo el mundo, un brusco desplazamiento hacia formas "orgánicas" de Frank Lloyd Wright: en la obra del entonces ya viejo pionero de la arquitectura norteamericana los arquitectos de la Europa en Ruinas veían fundirse, en una segunda poética constructiva, los tres temas fundamentales de la socialidad ilimitada e igualmente respetuosa de la comunidad y del individuo, de la técnica liberada del cálculo abstracto y directamente experimentada en la plástica de la construcción de la confianza igualmente abierta hacia todas las posibilidades de la naturaleza y de los hombres", Ibidem, p. 172.

46. v. Gropius, W., *Alcances de la arquitectura integral*, La isla, Buenos Aires, 1976, p. 113.

47. v. Gropius, W., *La nueva arquitectura y la Bauhaus*, Lumen, Barcelona, 1976, p. 35.

48. v. Gropius in AA.VV. *La arquitectura del Siglo XX*, Corazón, Madrid, 1974, p. 34.

todavía, habrá esta vez un cierto tono de desaliento del Señor del Arte en sus expectativas de influir sobre la industria:

“La máquina y las nuevas potencialidades de la ciencia revestían para nosotros gran interés, pero la técnica no se dirigía tanto hacia la máquina misma como hacia el mejor uso de la máquina y la ciencia al servicio de la vida humana. Mirando hacia atrás, descubro que nuestro período no se ha ocupado excesivamente de la máquina; por el contrario, no le ha dedicado atención suficiente”.⁴⁹

El equilibrio entre los “dos polos del pensamiento”, entre lo irrazonable de plantas distintas y fachadas de estilos diferentes y el “peligro de una normalización demasiado rígida” será difícil de mantener. Quien ha puesto como ejemplo de la producción industrial en masa los zapatos⁵⁰ no le queda otro remedio que ideologizar la existencia de modelos diferentes. Primero recurriendo a la marca inconfundible de nuestro tiempo del “traje moderno” para después trasladar a la casa y a su equipamiento esa preocupación por la variedad en los detalles de la producción industrializada de componentes cuya lógica está en lo esencial articulada a la estructura productiva y de mercado en cada coyuntura social, y muy lejos de buscar la sustentación de la libertad de creación. Mercado, moda y variedad están coyuntados a la realización de las mercancías, y no a la satisfacción de necesidades expresivas de los diseñadores. En la Bauhaus Gropius afrontará el problema de la forma de los objetos a partir de sus funciones y condicionantes materiales. Una investigación sistemática permite llegar a la esencia de los objetos unida a una rigurosa consideración de su producción, su construcción y sus materiales. El resultado será una forma no tradicional, sin referentes, moderna, un estilo de la época. La relación entre la esencia del objeto y la creación de tipos estándar es clara. Cuando afirma “las condiciones de vida de la mayoría de los hombres son iguales en lo esencial”,⁵¹ está tratando fundamentalmente de rescatar los elementos-objetos constitutivos de un mínimo común denominador de necesidades humanas más allá de las contingencias clasistas. Los objetos de consumo masivo están en la mira porque es allí donde la industria capitalista tiene mercado que satisfacer en una expansión nacional y planetaria. Los llamados a enfrentar el peligro de la disminución en la calidad de los objetos caerán en el vacío. El taller-laboratorio de la Bauhaus no podrá luchar por imponer artesanía a la producción en serie, a la reproducción mecánica de los

objetos. El espíritu de simplicidad, sobriedad, de liberación de lo accesorio sólo será un acto de voluntad que coyunturalmente la lógica industrial aceptó y acepta frente al complejo, variable y clasista mercado de consumo.

Sin embargo, el tema de la expansión del mercado de consumo y el interés capitalista de producción masiva de objetos se manifiesta en la república socialdemócrata con mucha más contundencia en el campo de la vivienda. A fin de concluir en la pertinencia de la vivienda mínima para la población obrera de las ciudades, Gropius plantea en 1929⁵² la cuestión del progreso en la historia del desarrollo y perfeccionamiento sucesivo de la sociedad acompañada de un elaborado análisis sociológico que incluye la modificación de la estructura y el significado de la familia en su esencia y tamaño, la socialización de las antiguas funciones familiares, la irracionalidad del trabajo doméstico, la independencia espiritual y económica de la mujer, la necesaria concentración de servicios a fin de disminuir el trabajo de la mujer activa, la proliferación de estímulos sociales externos a la familia, para concluir que “la forma organizativa de las tareas del hogar para mujeres y hombres solteros, para niños y adultos, viudos o casados, para jóvenes matrimonios o para sociedades e ideologías de diferente estructura, está ligada inseparablemente al problema de la vivienda mínima”.⁵³ Con esta cuestión del tamaño óptimo de la vivienda que resuelva las necesidades de menor costo, Gropius apunta al tema de la esencia del hombre⁵⁴ o de la nueva familia más allá de las contingencias nacionales, ya que las diferencias geográficas y climáticas no deben enturbiar “la futura igualdad de necesidades vitales debida a la comunicación y al comercio a escala mundial”. Sin duda, el tema del carácter de nuestra época impregnó ideológica y prácticamente este Congreso de Frankfurt.

Más adelante Gropius justificará como científicamente más importante el sol, la luz y el aire que el aumento de espacios, “muchos creen erróneamente que la esencia de la salud está en un espacio y una vivienda mayores”.⁵⁵ Claro que una familia descrita en términos de su trabajo productivo en la fábrica, con los niños en la escuela y las mujeres cocinando o lavando en servicios comunes, poco aire, luz y sol van a disfrutar; pero como afirma Hilberseimer analizando una vivienda sin ventanas de Haring, los dormitorios no necesitan ninguna vista, aunque para ser justos con Haring, su vivienda poseía un jardín adelante y estaba apareada por los otros tres lados.

49. v. Gropius, *Alcances de la arquitectura integral*, p. 113.

50. “Alojar a la gente es un problema de necesidades de masa. ¿Quién pensaría en encargar zapatos a la medida? En lugar de ello, compramos productos de stock, que satisfacen la mayoría de las exigencias individuales gracias a refinados métodos de producción. Análogamente, será posible al individuo del futuro pedir viviendas de stock, adaptables a sus finalidades”, *Ibidem*, p. 165.

51. v. Gropius in Conrads, *Programas y manifiestos de la arquitectura del siglo XX*, Lumen, Barcelona, 1973, p. 144.

52. Ponencia presentada en el II Congreso de la Arquitectura Moderna en Frankfurt, “Los fundamentos sociológicos de la vivienda mínima in Aymonimo, *La vivienda racional*, Gili, Barcelona, 1973.

53. In: Aymonimo, o.c. p. 118.

54. Imaginamos que toda la teoría de la reducción de la fenomenología de Husserl está en la base del discurso de Gropius.

55. In: Aymonimo, o.c. p. 124.

Las necesidades sociológicas de la población obrera alemana en 1929 están marcadas por la "independencia del individuo" y la "temprana separación de los niños de la familia", por lo tanto, la tipología de la vivienda multifamiliar en la que se establece una "relación cuantitativa entre superficie habitable o volumen construido y la superficie edificable"⁵⁶ es adecuada y el deseo del hombre de estar ligado al suelo está "biológicamente superado".⁵⁷ Las justificaciones se suceden una tras otra hasta concluir que la población obrera de las ciudades acepta como necesaria la vivienda mínima, el edificio multifamiliar y la concentración de los servicios porque todo ello conforma un nuevo modo de vivir resultado de la investigación de la esencia del hombre.

Con una mirada amable, Argan afirma: "No se puede negar, que de perfecta buena fe, Gropius se propuso dar a la tecnología industrial una investidura ideológica que no le competía y transferir a una revolución de los técnicos los impulsos concretamente históricos y revolucionarios de Alemania en 1920 y 1930".⁵⁸ El derrumbe arrastró también a la idealización del arquitecto. En 1924, Gropius consideraba que el papel de organización y realización práctica del esquema productivo le correspondía esencialmente al ingeniero, treinta años después reconocerá el abismo que la arquitectura ha aceptado entre el proyecto y la construcción; el trabajo en equipo bajo el liderazgo del arquitecto será la salida que propone ante la situación. Han transcurrido otros treinta años y parecería que ya ni de eso se trata; las cosas están en su lugar, y quien paga lideriza.

4.3. L. Mies van der Rohe (1886-1964): lo bueno, lo malo, lo bello, lo feo.

La relación, o mejor dicho la unidad entre arte y técnica, aparece en Mies como una posición manifiesta en el sentido de hacer evidente el sistema estructural a fin de que la muestra de la capacidad técnica sea objeto de una valoración adicional. De este modo la firma será la concreción de la "esencia del problema con los medios de nuestra época". Esta esencia del problema, este rescate de la escasez como valor estético posee además su vertiente económica al medirse la funcionalidad en términos de costos.

La otra arista de la unidad arte/técnica es la relativa no ya al diseño sino a la construcción y sus métodos. En este

sentido la visión de Mies en 1924 es relativamente clara y expresa; ataca en primer lugar el comportamiento atrasado de la empresa constructora sin cuyo freno la industrialización de los métodos de construcción ya hubiese avanzado. Esta crítica manifiesta una falsa visión de cuál es el verdadero motor del proceso de industrialización, convirtiendo al desarrollo tecnológico en un fin en sí mismo, obviando que el motor es el negocio y la obtención de plusvalor; y mientras las circunstancias de índole económica, social, técnica o productiva no la entran no habrá incentivo para modificar la situación.

Sólo partiendo de la consideración del proceso de producción en su conjunto como el centro de cualquier intento de industrialización, se podrá, según Mies, reconocer el exagerado énfasis que se pone en las posibilidades de los métodos de montaje. Partes esenciales del proceso en obra se construyen aún según sistemas tradicionales; y es evidente que el trabajo manual no podrá ser eliminado en su totalidad, aunque se mejoren los métodos de trabajo, dado el carácter de "manufactura heterogénea" de la industria de la construcción y la existencia de las pequeñas empresas. "Está demostrado que el uso de grandes piezas de obra puede bajar los costos del material y del trabajo, pero no puede eliminar el trabajo humano".⁵⁹ Es entonces esencial transformar todo el proceso y no partir de la racionalización de los métodos actuales, cuya naturaleza no sufrirá modificaciones importantes si no se desarrollan nuevos materiales de construcción, porque los viejos requieren para su ejecución del trabajo manual. "La industrialización de los procesos de construcción depende de los materiales".⁶⁰ Mies está manejando aquí con toda claridad frente a la tecnología la diferencia entre el cambio técnico al interior de un determinado proceso productivo por medio de la organización del proceso productivo, su racionalización o su mecanización, o la propuesta de innovación tecnológica que puede abarcar la totalidad del producto o partes esenciales de éste. Los nuevos materiales reflejan en el discurso de Mies la posición que les da en la modificación o en la motorización de una nueva arquitectura que supere los métodos tradicionales de construcción. La reducción del tiempo de trabajo en obra adquiere aquí sentido distinto, no se trata de modificar sino de crear nuevos métodos de montaje reductores de los costos de construcción.

El mismo tema de la innovación lo plantea Mies cuando se refiere a las viviendas del "Weissenhofsiedlung en Stuttgart",⁶¹ reconociendo la complejidad del problema de la vivienda en cuanto a su planificación y a los aspectos técnicos y económicos, y ante todo arquitectónicos.⁶² El

56. in Aymonino, o.c., p. 122.

57. "La moderna población obrera de la ciudad proviene directamente de la población del campo. Conserva sus antiguos deseos, a menudo en forma reducida, en lugar de adoptar los deseos que corresponden a su nueva forma de vida. Intentar la satisfacción de sus antiguas necesidades vitales parece retrógrado al tener en cuenta las bases ya demostradas y en contradicción con la totalidad de una nueva forma de vida", Ibidem, p. 124.

58. v. Argan, G.C., *Historia del arte como historia de la ciudad*, Laia, Barcelona, 1984, p. 207.

59. v. Mies Van der Rohe, *Escritos, Diálogos y Discusiones*, CCCOAAAT, Murcia, 1981, p. 29.

60. Ibidem.

61. Utilizamos la denominación alemana de "siedlung" porque la castiza "colonia" nos desazona; y parecería que lo que cultural y clasistamente representa barrio o urbanización no se corresponde.

62. Mies, o.c., p. 36.

"ante todo" puede interpretarse como la visión manejada por Mies acerca de la correlación entre la industrialización de los métodos de construcción y la consiguiente resolución de los "problemas sociales, económicos, técnicos e incluso artísticos". Sin embargo, la complejidad, ante todo, del problema arquitectónico de la vivienda moderna tiene que ver con las distintas posibilidades, tendencias o puntos de vista a partir de los cuales pueden aportarse soluciones racionales y normalizadas a la propia organización del espacio arquitectónico y su forma material. Es bajo esta perspectiva que el "concurso de ideas-prototipos" resulta más claro. En el comentario acerca de su propio edificio, Mies explica la caracterización de la vivienda siendo obligantes la rentabilidad para la racionalización y normalización; la proposición estructural le permitirá abordar la dicotomía entre la producción masiva y los múltiples requerimientos con una posición de privilegio ofreciendo distintas posibilidades de organización del espacio interno con el núcleo de servicio fijo. Tema que recurrentemente aparecerá ligado a toda vivienda para los sectores de menores ingresos por lo cual sus bondades o maldades no se refieren a flexibilidad sino a costos.

Cuando Mies abandona el terreno concreto de la obra y la construcción, intenta volverse grave, esencial. Su discurso en 1938 al hacerse cargo de la sección de arquitectura del Armour Institute of Technology es una muestra de este estallido intelectual de transcendencia. La técnica se reconoce como fuerza básica y progresista "que no sólo nos ofrece poder y grandeza, sino que también encierra peligro", sirviendo "tanto para lo bueno como para lo malo", el discurso se moraliza invocando a San Agustín, recurriendo a la dualidad orden y caos con toda la articulación idealista que parece decantada para el auditorium y la ocasión. Pero mientras la batalla del espíritu esté en manos del orden, del bien, de la tecnología será la culminación de "uno de los grandes movimientos que forman y representan su época".⁶³ En 1953, en sus aforismos, levantará con gran convicción frente a una ambivalente "civilización slipcover" la civilización del capitalismo avanzado; la de "la voluntad humana de dar forma a lo inconmensurable", hacia nuevas metas, fronteras y mandamientos de su nueva patria. De modo que el refinamiento estético alcanzará en la obra al artista-ingeniero toda su plenitud y la tecnología en su verdadero contenido "trasciende a arquitectura".⁶⁴ El ascetismo será moralmente bueno en su búsqueda esencialista, en su lógica ausente de emoción; de este modo el orden vence al caos, la arquitectura expresa la civilización en que se encuentra, es decir, en lo que ideológicamente se quiere mostrar: limpieza, lujo en los materiales, claridad estructural, asepsia, para ocultar de esa manera la cara que no se desea ver de la arquitectura; la que también expresa esa misma civilización, la de la "baratura, la rapidez o la utilidad"; una arquitectura con olores, la que grandes gru-

pos de población pueden pagar. Mies contrapone un edificio de una empresa transnacional o unos apartamentos sobre la bahía con los locales de cualquier cadena de fast-food; pero, sin embargo, estamos hablando de la misma civilización.

El tema del bien y del mal se renueva en la arquitectura, una como resultado de la parte mala del capitalismo y otra buena, bella, elegante, monumental. Ya al final de su vida insistirá en la fuerza civilizadora de la técnica y en lo alejado que está el arte de la construcción de la invención de formas y gustos personales. "El verdadero arte de la construcción es siempre objetivo y es la expresión de la estructura interna de la época de la que ha nacido".⁶⁵

4.4. *Le Corbusier (1887-1965): sobre el tiempo, el trabajo y los relojes*

Durante el siglo XIV el Sur de Francia es sacudido por una importante expansión de movimientos heréticos en clara oposición a la corrupción de la iglesia católica oficial. Las órdenes religiosas, entre ellas los dominicos -los llamados "canes del Señor"- serán fundadas para perseguir a los valdenses, cátaros o albigenses. En 1350 la familia Jeanneret se refugia en La Chaux-de-Fonds en la región del Jura cabalgando entre Francia y Suiza.

Años más tarde, quienes ya habían puesto en duda dogmas y doctrinas serán base favorable a la reforma de Calvino (1509-1564). Estamos en pleno momento de la acumulación primitiva de capital, y el protestantismo ascético expresará también una relación entre la vida religiosa y el obrar en el mundo. Del laberinto de corrientes, matices, ramificaciones y peculiaridades nacionales, parecería poderse extraer, sin embargo, una condena moral del ocio que responde a una reacción ética y moral ante la corrupción, el escándalo del goce de la riqueza y de los bienes terrenales. El puritanismo en su orientación ascética, calvinista, pietista, metodista o bautista se extenderá hacia Holanda e Inglaterra, y la gloria de Dios deberá retringir el ocio, la sensualidad, el tiempo de sueño, los lujos, lo superfluo, porque "una hora que se roba al trabajo en servicio de la gloria de Dios" es una hora perdida. Este código moral y religioso era sin duda el código de comportamiento económico que exigía el proceso de transformación de las relaciones sociales en la génesis del capitalismo.⁶⁶ La dila-

63. Ibidem, p. 83.

66. La homogeneidad no es sin duda el signo a levantar en este análisis, así por ejemplo en tan sólo uno de sus aspectos Weber dice: "Para los puritanos ingleses, los judíos de su tiempo eran los representantes de ese capitalismo que especulaba con la guerra, los monopolios estatales, las fundaciones y los proyectos financieros o constructivos de los reyes, que tanto aborrecían ellos. De hecho, la antítesis entre uno y otro podría formularse así -con las consiguientes reservas-: el capitalismo judío era capitalismo especulador de parias; el capitalismo puritano, por el contrario, era organización del trabajo", p. 232, Weber, M. *La ética protestante y el espíritu del capitalismo*, Península, Barcelona, 1969, v. segunda parte, Capítulo II, pp. 209-262.

Resulta además importante distinguir que la lucha contra "la sensualidad y el amor a la riqueza" no es en modo alguno una lucha contra el lucro, contra la obligación de ganar y ahorrar, sino por el contrario oposición al uso irracional de lo producido.

63. Ibidem, p. 54.

64. Ibidem, p. 57.

pidación del tiempo será tema esencial al cual se contrapondrá el trabajo, la resistencia y la lealtad como condiciones del mismo.

Sobre el reparto desigual de los bienes del mundo Calvino dirá que el pueblo, "es decir, la masa de trabajadores y artesanos, sólo obedece a Dios cuando se mantiene en la pobreza".⁶⁷ La tecnología calvinista completará la operación elevando a categoría de dogma la doctrina de la predestinación sin permitirse las debilidades de Lutero. El éxito o el fracaso en el trabajo y el progreso quedan así estable y moralmente estructurados. Junger en su libro "Perfección y fracaso de la técnica" afirma que "al contemplar la maquinaria y la organización del hombre promovidas simultáneamente por la técnica, notaremos también que sin la noción mecánica del tiempo ésta ni siquiera podría existir, que sólo esta noción garantiza el progreso técnico".⁶⁸ No es extraño el "nexo entre la calvinización de Ginebra y la industria relojera que se fundó allí en 1587"; ni lo es tampoco que Rousseau fuese simultáneamente calvinista e hijo de relojero, ni finalmente que La-Chaux-de-Fronds se convirtiera a partir del Siglo XVIII en un importante centro relojero; y que la dualidad calvinismo/relojería acompañe también al nacimiento de Le Corbusier.

La conciencia del tiempo ha sido radicalmente modificada, no sólo medida, y el tiempo libre es apenas el tiempo de reproducción de la fuerza de trabajo. Pero la medición del tiempo es la forma de organizarlo, de racionalizarlo, de dividirlo, de controlar su consumo; como dice Junger: de contraponer al tiempo vivo un tiempo de reloj que es "tempus mortuum".⁶⁹

"La ordenación del tiempo regula todas las actividades conjuntas de los hombres. Podría decirse que la ordenación del tiempo es el más eminente atributo de esta dominación. Un poder recién aparecido que quiere imponerse, debe proceder a una nueva ordenación del tiempo" CANETTI, *Masa y Poder*, Mucnik, Barcelona, 1981.

"Si todos los relojes de Berlín funcionaran mal, aunque sólo fuera por una hora, toda la vida económica y las comunicaciones de la ciudad quedarían distorsionadas por largo tiempo. Además, un factor aparentemente externo - las grandes distancias - haría de todas las citas y esperas fracasadas una costosa pérdida de tiempo. De tal modo, la técnica de la vida metropolitana es inimaginable sin la integración más puntual de todas las actividades y relaciones mutuas en un horario estable e impersonal". SIMMEL, "Metrópolis y Vida Mental" in AA.VV. *La soledad del hombre*, Monte Avila, Caracas, 1980.

La medición del tiempo sirve tanto para articular y coordinar la compleja maraña de funciones sociales, económicas o personales como para convertir en patrón esencial en la determinación del valor de lo producido el tiempo de trabajo socialmente necesario o el individualmente invertido.

"Trabajar no es un castigo, trabajar es *respirar*. Respirar es una función extraordinariamente regular: ni más fuerte ni más suave sino constantemente. Hay *constancia* en el adverbio "constantemente". La constancia es una definición de la vida. La constancia es natural, productiva, noción que implica el tiempo y la duración. Hay que ser modesto para ser constante. Constancia implica perseverancia. Es un incentivo de la producción ...".⁷⁰

Casi al final de su vida Le Corbusier mira hacia atrás; con un dejo de pesadumbre reconoce que "es un poco extravagante haber trabajado tanto" y recuerda un refrán materno: "Lo que tú haces, hazlo", que se pierde en los orígenes medievales de una tradición familiar anterior a la llegada a Suiza.

Si vivir es un destino, el trabajar es una consecuencia. La perseverancia, la constancia serán los elementos motores de esta posición que impregnará toda la vida de Le Corbusier. Desde su desesperado y contundente rescate de los papeles asignados por la división del trabajo hasta la búsqueda "inmoral" de un patrón, cliente, ejecutor. Ser un técnico es también un destino, y como tal la posible utopía corbusiana no estará nunca en la imposibilidad teórica de sus propuestas, sino en la imposibilidad objetiva de no comprometerse. En los papeles asignados no puede haber confusión, él no hace política si es Petain quien construye, él hace lo que tiene que hacer; no importan los sufrimien-

67. Ibidem, p. 253.

68. v. Junger, F.A., *Perfección y fracaso de la técnica*, Sur, Buenos Aires, 1968, p. 39.

69. Dos citas a propósito del tiempo:

"La ordenación del tiempo regula todas las actividades conjuntas de los hombres. Podría decirse que la ordenación del tiempo es el más eminente atributo de esta dominación. Un poder recién aparecido que quiere imponerse, debe proceder a una nueva ordenación del tiempo" CANETTI, *Masa y Poder*, Mucnik, Barcelona, 1981.

"Si todos los relojes de Berlín funcionaran mal, aunque sólo fuera por una hora, toda la vida económica y las comunicaciones de la ciudad quedarían distorsionadas por largo tiempo. Además, un factor aparentemente externo - las grandes distancias - haría de todas las citas y esperas fracasadas una costosa pérdida de tiempo. De tal modo, la técnica de la vida metropolitana es inimaginable sin la integración más puntual de todas las actividades y relaciones mutuas en un horario estable e impersonal". SIMMEL, G., "Metrópolis y Vida Mental" in AA.VV. *La soledad del hombre*, Monte Avila, Caracas, 1980.

70. v. Boesinger, W. *Le Corbusier*, Gili, Barcelona, 1976, carta del 5.9.1960.

tos o las vicisitudes, es un destino. Trabaja, y la época le exigirá una forma de producción, una concepción de la organización del trabajo, una respuesta técnica nueva a las nuevas necesidades. No habrá moral en las proposiciones, lo inmoral será no hacerlas, no ahorrar tiempo y dinero; será inmoral el lujo que sólo puede medirse en tiempo de trabajo socialmente necesario; hasta el tiempo del ocio y la recreación necesitan una propuesta técnica que los organice para bien de la eficiencia de todo el proceso social.⁷¹ Actuar y producir es la única forma para no morir; el mecanicismo está en movimiento constante, perpetuo, sin emoción, "si no se actúa, el mundo no se conforma con esperar, se desploma, se diluye, se destruye y lleva a los horrores del hambre".⁷² Por definición vital lo que se detiene se destruye progresivamente; un reloj parado es un artefacto inútil, una máquina también; expresan trabajo muerto objetivado en espera de la acción del trabajo vivo.

En la época de la civilización maquinista la arquitectura debe evolucionar y transformarse; las viviendas tendrán que ser más económicas, y esto sólo es posible y se podrá lograr, dice Le Corbusier, por medio de la estandarización, la industrialización y la taylorización; de modo que la economía esté apoyada en la búsqueda y determinación de elementos tipo que reúnan funciones precisas, de dimensiones constantes que permitan su producción mecánica y la especialización de la mano de obra en la fábrica ejecutando siempre el mismo trabajo; ganando tiempo y produciendo más de mejor calidad.⁷³ La estandarización por otra parte no puede referirse a la totalidad de la vivienda, cualquiera que sea su tamaño, sino al sistema estructural que permite dar respuesta a las múltiples modalidades de formas de vida; cumpliendo además con el objetivo fundamental de reducir los costos. La cuestión tipológica debe referirse al hombre bajo una doble perspectiva; como tipo físico único al cual le corresponden y convienen artefactos y objetos ergonómicamente producidos; y como tipos morales, múltiples en sus concepciones o agrupaciones sociales. En esta matriz de complejas posibilidades las clases no estarán presentes. Se trata de un análisis múltiple y determinado del cual Le Corbusier extraerá consecuencias tecnológicas y productivas esenciales: "no hay una casa tipo", lo que hay son elementos tipos de la casa", que como letras de un alfabeto permiten la constitución de conjuntos, de casas, que son palabras compuestas de letras reunidas en una sola y elemental unidad; elementos tipo que poseen entre ellos un estilo común.⁷⁴ Esta posición frente a la producción indus-

trializada permite un diálogo, entre los vendedores y los compradores-visitantes de la Exposición de Werkbund en la Ciudad-Jardín de Weissenhof en Stuttgart, sumamente esclarecedor. "Ustedes que proyectan adquirir una casa, fijen claramente su programa: con los medios estandarizados y combinables que poseemos; podemos, siguiendo compradores-visitantes de la Exposición del Werkbund en la Ciudad-Jardín de Weissenhof en Stuttgart, sumamente esclarecedor. "Ustedes que proyectan adquirir una casa, fijen claramente su programa: con los medios estandarizados y combinables que poseemos; podemos, siguiendo el programa que ustedes requieran, construir la casa para la familia obrera de cero, uno o diez hijos, o también la casa del intelectual o del esteta etc... y la solución se adaptará a lo grande o pequeño que sea su presupuesto".⁷⁵ Producir y vender, asegurar como en cualquier otra rama de la producción industrializada la continuidad, la eliminación del tiempo muerto. Alcanzar por la vía de la serie la resolución del problema de la vivienda, perfeccionando la creación de tipos estandarizados en empresas de construcción que "deben ser fabricadas con sus estados mayores y sus máquinas, sus equipos taylorizados";⁷⁶ pensando ya hasta en una posible "organización internacional de los estándares de la edificación".

Mientras Gropius abordaba el problema de la producción industrializada de la construcción estudiando los aspectos sociológicos de la vivienda mínima, esencialmente lo relativo a la estructura familiar y los usos y costumbres de la vida obrera urbana, Le Corbusier se sitúa en un paradigma de evidente contraste, lo esencial son los elementos tipo. "Lo que yo denomino buscar 'una célula a escala humana' es olvidar toda cosa existente, todo código de habitación existente, todas las costumbres o la tradición. Es estudiar con sangre fría las nuevas condiciones en las cuales nuestra existencia se desarrolla. Es tener la osadía de analizar y saber sintetizar. Es sentir detrás de sí el apoyo de las técnicas modernas y delante de sí la fatal evolución de la construcción hacia unos métodos sensatos".⁷⁷

Se trata de construir una propuesta radical, de lo que Huet denomina la anti-casa, con la destrucción de los viejos mitos que la conforman; volviendo el mundo al revés; despegando la casa del suelo; abriéndola a todas partes; convirtiendo el techo en terraza o jardín. Porque para Le Corbusier, la estandarización de las funciones, de las necesidades, de los objetos y sus dimensiones constituye respuesta al espíritu y a la lógica productiva de la época. La producción en masa y la ampliación del consumo pasa necesariamente por la reafirmación de lo constante, lo cotidiano y lo regular de las funciones. "Todos los hombres tienen las mismas necesidades, a las mismas horas, cada día, toda la vida".⁷⁸ No hay equívoco posible, se trata del

71. "Las 'ocho horas'

Quizás incluso las 'seis horas', un día
Espíritus pesimistas y angustiados se dicen:
el abismo está ante nosotros
¿Qué hacer con estas horas libres, con estas
horas vacías?

Llenarlas", Le Corbusier, *La Ciudad del Futuro*, Infinito, Buenos Aires, 1971, p. 121.

72. Ibidem, p. 143.

73. v. Le Corbusier, "La significación de la cité-jardín du Weissenhof a Stuttgart" in *L'architecture vivante*, París, 1928, p. 10.

74. Le Corbusier, O.C., p. 12.

75. Ibidem.

76. Le Corbusier, *La ciudad del futuro*, o.c., p. 135.

77. v. Le Corbusier, *Precisiones*, Poseidón, Barcelona, 1978, p. 124.

78. Ibidem, p. 130.

hombre tipo físico único, el que sube escaleras, pasa por las puertas, y se sienta en las sillas; es el rescate de lo unitario fisiológico del hombre para dar una respuesta a partir de la célula a escala humana de la cual es fácil decantar la apología del camarote de barco y de la socialización de los servicios comunes, sobre todo después de quince días de travesía entre Burdeos y Buenos Aires.

En la ponencia que presentan Le Corbusier y Jeanneret en el II CIAM de Frankfurt en 1929, aparece la necesidad de separar dos aspectos del problema de la producción de viviendas que son reveladores; por una parte, la necesidad social de "proporcionar alojamiento" y, por la otra, la obligación técnica de proponer proyectos que permitan la construcción industrializada de viviendas. La vivienda mínima que Le Corbusier está pensando es la vivienda del futuro para lo cual deberá resolver un complejo y nuevo conjunto de problemas de equipamiento y de requerimientos físicos. La ventilación y el aislamiento, la acústica y la radiación térmica son problemas que la ciencia en la arquitectura debe enfrentar. La crisis del alojamiento es cualitativa y cuantitativa en métodos y materiales; "necesitamos verdades científicas en todo y para todo en nuestras búsquedas cotidianas. La física y la química son territorios que debemos inspeccionar en la búsqueda de verdades suficientes".⁷⁹ Es necesario, por ejemplo, que los especialistas determinen las cualidades del aire o de la luz, escudriñar la insonoridad, la isoterminia, la radiación; sólo así el confort podrá ser manipulado, dominado.

La apología corbusiana de la técnica será la afirmación profesional, "la palabra pertenece a los técnicos" cuyo deber es formular propuestas para que sea la autoridad, cuando ella surja, la que las recoja. De modo que frente a la guerra, por ejemplo, las proposiciones arquitectónicas y urbanas deben ser regulares para que el diseño engañe a la aviación en su orientación,⁸⁰ y los espacios urbanos abiertos y extensos para que los gases de la guerra aérea sean barridos con facilidad por las corrientes de aire. No hay juicio moral, ni comentario, ni crítica, sólo se extrae del fenómeno lo esencial para articular una respuesta técnica satisfactoria; al día en todos sus aspectos. Tiene razón, no hay utopía, sólo roles determinados, predeterminados que deben ser asumidos, realizados a conciencia, con trabajo constante; de modo que las "propuestas sin destino" de Le Corbusier significarán, como apunta Tafuri, el camino inverso de los arquitectos al servicio del Estado en Weimar; él se inventa el encargo, la misión oficial; afirmando su necesidad vital de trabajo y acción, de un destino solitario, independiente del poder aunque éste sea quien puede actuar; el éxito o el fracaso no son determinantes: "ce que tu fais, fais-le".

4.5. A. Rossi (1931) : de las tumbas y los "italiener-falle"

Con la segunda guerra mundial se despejarán las dudas que podían existir; la crisis económica, política y militar recorrió con mucha mayor intensidad todo el escenario europeo. Cuando Roosevelt viajó a Yalta fundió en un solo gesto e intención la aceptación del rol protagónico del anfitrión y el reconocimiento de que el reparto tenía objetivamente otras bases. Dentro de este contexto, la segunda postguerra fue mucho más demoledora y angustiosa que la primera; los teatros de operaciones más amplios; la envergadura de la reconstrucción mucho más espectacular. El alivio de la paz no fue capaz de transformarse en esperanza; las necesidades de la población requirieron de un esfuerzo mayor, más sostenido y más largo; la preeminencia conservadora sólo comenzará a resquebrajarse muchos años después pero dentro de un escepticismo generalizado.

En los países vencidos, Italia y Alemania dividida, nuevas fuerzas políticas debieron afrontar la tarea de levantar otra vez una estructura del estado y una forma de gobierno favorable y sincronizada con los vencedores. La reconstrucción física de todos los estados nacionales, de su medio ambiente construido y de su aparato industrial requirieron capital y trabajo. Al otro lado del Atlántico se dieron los toques finales al más impresionante negocio de todos los tiempos, y la acción se reanudó. La producción de metros cuadrados o lineales de construcción de vías, carreteras, edificaciones o centrales eléctricas no admitió esta vez experimentos, no los toleraron, ni los prestamistas ni los gerentes nacionales.⁸¹ Más, y más barato, fue una voz de mando general, y comprensible, en la construcción de viviendas. Sólo cuando el mercado se sature, cuando la estabilidad y el nivel de ingreso lo permitan; cuando las nuevas generaciones sin memoria entren en escena, es decir, hace muy poco tiempo, algunos tramos de ingreso se permitirán reclamar el lujo de la calidad que pueden pagar.

Dentro del planteamiento de Argan habría que preguntarse quiénes fueron los derrotados, y si realmente lo fueron; habría inclusive que medir el alcance y el nivel de la derrota antes de enterrar el (o los) programa (s) del Movimiento Moderno; habría que discutir hasta la propia utilidad y pertinencia de esa denominación unificadora; habría, como dice Argan, que razonar el rechazo en bloque de esa experiencia; habría finalmente que argumentar la negación de todo posible revival.

Si aceptamos la analogía que hace Gustavo Flores⁸² de la terminología Hadjinicolaou en cuanto a las dos prácticas de la producción arquitectónica como proyecto articulado

79. v. Le Corbusier, *La ville radiuse*, Vincent, París, 1964, p. 33.

80. Le Corbusier, "La parcelación del suelo de las ciudades" in Aymonimo, o.c., p. 243.

81. Ya en la primera postguerra miles de millones de marcos inundaron Alemania con el plan Dawes en la producción industrial y en la construcción de viviendas.

82. v. Flores, G. "¿Le queda alguna esperanza a la arquitectura?", in *Punto* No. 66, FAU/UCV (en prensa).

al campo de la producción de edificaciones y como ideología en el campo de la cultura y sus manifestaciones de lucha de clases; es entonces evidente la fluidez con la cual la producción arquitectónica del período de entreguerras se movió con la participación de algunos arquitectos en una clara línea de desarrollo de las fuerzas productivas y al servicio del programa político de la socialdemocracia. Sin embargo, el fracaso de la socialdemocracia al igual que su progresiva y reciente recuperación no pueden ser el elemento a partir del cual pivote el análisis de la derrota o la recuperación del proyecto moderno. Si lo definimos "como proyecto de desarrollo de las fuerzas productivas, como proyecto decididamente innovativo de la realidad social y cultural",⁸³ entonces, el progresivo abandono, pérdida de ambición o restricción del pretendido papel protagónico del arquitecto contemporáneo ha sido sacudido, no en uno de los frentes como plantea Rossi,⁸⁴ sino en los dos; porque la restricción disciplinar no puede verse en uno solo de los componentes de una práctica única. El conjunto de formas como expresión de una ideología de clase sin la prescripción para la construcción, según la forma de abordar la cuestión por el Prof. Flores, no hace sino remitirnos a otra profesión, otra disciplina; en la que lo proyectual es el último remanente semántico de una denominación equivocada en la que la prescripción no es la etapa inicial de la construcción de nada.

El rescate para la profesión de arquitecto de una pérdida "dignidad cultural" dibuja con toda precisión a Rossi enfrentado a los temas de la industrialización y la vivienda, el desarrollo de las fuerzas productivas y la producción industrializada, la división del trabajo y el desarrollo del capitalismo.

Un primer elemento que parece impregnar las preocupaciones intelectuales de Rossi es el abandono del doble componente diseño/producción. Las transformaciones en el campo científico y tecnológico, las propias posibilidades de utilización transformadora en el proceso de producción de edificaciones y en la industria de la construcción parecen consolidar la separación entre arquitectura y construcción. La fascinación por Loos y su cita "jocker"; "si encontramos un montículo en un bosque, de 6 pies de largo y 3 de ancho, amontonado en forma piramidal, nos pondremos serios y en nuestro interior algo nos dirá: Aquí hay alguien enterrado. *Esto es arquitectura*",⁸⁵ rescatará la reducida parte de la arquitectura que se mantiene en el dominio del arte para reafirmar sin quererlo que quien parece estar enterrada allí es la propia arquitectura o una determinada concepción de ella. El rescate profesional; la automatización y definición del territorio de la arquitec-

tura, que parece perfectamente articulado a la progresiva y compleja división del trabajo en el campo de la construcción de edificaciones; el resguardo del diseño asumiendo la tecnología como un catálogo y la construcción como supervisión del hecho creativo; todo ello no se corresponde, en la engañosa reducción disciplinar, con los intentos de rescatar un liderazgo omnímodo, omnipresente, omnipotente y omnisciente.

El problema de la vivienda es asumido como preocupación intelectual y discurso social que unifica tanto la división nacional entre subdesarrollo y desarrollo como la periferia de la emigración italiana en Europa. Los "italien-erfalle" se incorporan a un discurso de crónica realista con el mismo carácter descriptivo de las tipologías constructivas que sólo refieren una aproximación formalista. Estamos ante una reflexión externa desligada de cualquier voluntad de acción. Vivienda no es arquitectura, o en todo caso lo será por poco tiempo. "La arquitectura se ocupará cada vez menos del problema residencial: las casas cumplirán unos requisitos técnicos y económicos bien delimitados".⁸⁶ Los monumentos comerciales, educacionales, culturales o públicos deberán adquirir nueva "importancia formal" y los temas volverán "a tener un significado. La arquitectura, hoy envilecida por la especulación, volverá a tratar los grandes temas civiles y podrá describir, con la audacia de técnicas cada vez más avanzadas, los progresos de la civilización".⁸⁷ Modelo de desarrollo nuevo en una sociedad que define como "dinámica y ordenada"; en ella la arquitectura rescatará no sólo su hegemonía cultural sino todo lo que funcional y envilecidamente había sido excluido del "imperio del arte".

En un lúcido análisis de las confrontaciones políticas y culturales contemporáneas Habermas reconoce que su "temor radica en que las ideas del antimodernismo, con el añadido de un toque de premodernismo, han ido ganando terreno dentro de los grupos ecologistas y dentro de los grupos sociales alternativos. Por el otro lado, en el cambio de conciencia de los partidos políticos se puede apreciar ya en acción y con éxito una inversión de la tendencia, es decir, una alianza entre lo postmoderno y lo premoderno".⁸⁸

5. Tecnofobia y tecnofilia

Con algunos años de atraso respecto a otras circunstancias geográficas, los temas de la relación arquitectura, tecnología y construcción, de la producción industrializada, y el campo de acción profesional han aparecido nuevamente. La crisis económica y la escasez de recursos, unidas a la incongruencia de los trasplantes culturales y su frivolidad imitadora, permiten ventilar con toda razón estos temas en el país.

83. v. Maldonado, T. "El movimiento moderno y la cuestión 'post'" in *Casabella*. 463-464, 1980.

84. Rossi, A. *Por una arquitectura de tendencia*, Gili, Barcelona, 1977, p. 92.

85. v. Loos, A., *Ornamento y delito y otros escritos*, Gili, Barcelona, 1972, p. 230.

86. Rossi, o.c., p. 117.

87. *Ibidem*.

88. v. Habermas, D., "La modernidad inconclusa" in *El viejo Topo*, No. 62, 1981, p. 50.

Cuando Habermas defiende su opinión de que "en vez de dar por perdido lo moderno y su proyecto, debemos más bien aprender de sus equivocaciones y de los errores de su exagerado programa de superación",⁸⁹ se está refiriendo con todas las dudas del caso a una salida en un mundo occidental favorable y promotor de toda crítica al modernismo; reconociendo dentro de este vasto panorama tres orientaciones: el antimodernismo de los jóvenes conservadores⁹⁰, el premodernismo de los viejos conservadores⁹¹ y el postmodernismo de los neoconservadores.⁹² Sin embargo, todo este discurso en sus distintos componentes ideológicos y culturales tiene un referente de capitalismo desarrollado que debe ser considerado, sin que por ello subyazca deseo alguno de aislarse del nefasto y contaminante aire cultural en una mítica cápsula esterilizada. Estamos de acuerdo con Maldonado⁹³ cuando afirma que el debate va más allá de las características estilísticas de los edificios. Es evidente que la propia ambigüedad del prefijo post -siguiendo a Maldonado- no permite aclarar ninguna duda, porque su imagen de futuro puede desviarse, en el campo de las sociedades capitalistas desarrolladas, hacia una sociedad post-industrial pre o super; y en el campo más restringido del postmodernismo -sin que se resuelva el panorama de sus diversas acepciones- orientarse hacia una vertiente de exaltación nostálgica del mundo tradicional, o hacia otra, de fe ilimitada en la revolución tecnológica. Tecnofobia y tecnofilia cobijadas bajo un mismo manto y sin que exista manipulador y malintencionado intento reductor.

En el ámbito de la arquitectura el post-modernismo focaliza en el Movimiento Moderno una determinada morfología de las edificaciones de base racionalista y funcionalista culpable de "todos los males de la actual degradación del ambiente construido"⁹⁴ y oponiéndole una variedad morfológica que oscila entre el maquillaje y la escenografía cinematográfica, y el rescate de las formas monumentales del pasado. "Ce qui paraîtra bientôt le plus vieux c'est qui d'abord aura paru le plus moderne", este aforismo parece querer situar el análisis en una doble dimensión, quizás mucho más contradictoria. Porque si lo

adecuamos a una crítica a la renovación de la gramática arquitectónica en cualquiera de sus manifestaciones post, estaremos afirmando una densidad, un rescate de los valores esenciales del arte y por asimilación de los aspectos formales de la arquitectura; pero si por el contrario reafirmamos la restricción del territorio artístico de la arquitectura, de la desacralización, de la potenciación de su reproducción técnica, en ese caso, la gramática debe interpretarse con los mismos criterios que se utilizan para el mundo de las mercancías. Entonces, la mercancía vivienda está sujeta a los avatares de la diversidad, de la moda, de la manipulación comercial. De modo que la clasificación del público consumidor, esencial en los mensajes publicitarios, se coyunta perfectamente con las orientaciones del gusto, del lujo, de la "nobleza" de los materiales, de la falsedad del concreto, de la "calidez" del parquet o del status en la localización espacial. Así el problema de la calidad o la diversidad no es en absoluto contradictorio con la producción industrial sino consecuencia lógica del desarrollo del mercado, de su ampliación, de la competencia. La producción industrializada de objetos puede enfrentar la diversidad, la calidad y la cuestión post con toda desfachatez.⁹⁵ Cuando el mercado deja de ser cautivo y deja de ser nacional, la industria de la construcción producirá sistemas abiertos o cerrados, venderá plantas, patentes o componentes, según las coyunturas nacionales, pero buscará resolver su inserción en el mercado en términos económicos, y la práctica cultural, ideológica y de manipulación será perfectamente asimilable a la que subyace en cualquier otro producto de consumo durable, luchando por abrirse paso en el mercado.

Si "lo postmoderno se presenta decididamente como antimoderno", habrá entonces que deslindar campos y rescatar del proyecto moderno una sistemática y consciente evaluación que permita enfrentar la construcción del medio ambiente en cualquiera de nuestras escalas de intervención profesional dentro de una lógica de desarrollo de las fuerzas productivas materiales de nuestra sociedad. En una reducción a sus elementos más sencillos podríamos decir que la técnica no es sino un medio para alcanzar determinados fines, que se trata de una respuesta a solicitudes concretas sociales, sin embargo, nadie puede asegurar cuáles serán los efectos y las consecuencias de las respuestas obtenidas en función de los objetivos deseados. Esta situación remite al primer momento de cualquier respuesta técnica y a los posibles efectos destructores o secundarios no deseados o no intencionados. Cuando la tecnificación significa la posibilidad de alcanzar un cierto nivel de bienestar material resulta obvia la pretensión de lograr las expectativas deseadas aún a costa de los sacrificios y sin tener demasiado en cuenta sus efectos negativos.⁹⁶ Pensamos por ejemplo en el esfuerzo de los países del Tercer Mundo por salir del

89. Ibidem, p. 49

90. "... fundan un antimodernismo irreconocible. Desplazan las fuerzas espontáneas de la imaginación, la vivencia y la efectividad hacia una época lejana y arcaica, y oponen maniqueamente a la racionalidad instrumental un principio que es accesible sólo a la evocación, a saber, la voluntad de poder, la autoridad soberana, el ser..." Ibidem, p. 50.

91. "... no se dejan contagiar por la cultura moderna. Ven con tristeza el derrumbe de la razón sustancial, la separación entre la ciencia, la moral y el arte, la concepción moderna del mundo basada en una racionalidad sólo formal y protocolaria. Esta situación los lleva a recomendar una vuelta a posiciones premodernas", Ibidem, p. 50.

92. "... aplauden el desarrollo de la ciencia moderna, pero solo en la medida en que traspasa su frontera para impulsar el desarrollo técnico, el crecimiento capitalista y la administración racional. Respecto a todo lo demás aconsejan una política que desactive los contenidos explosivos de la cultura moderna", p. 50, Ibidem.

93. v. Maldonado, *El movimiento moderno y la cuestión "post"*, o.c.

94. v. Maldonado O.C.

95. Con la misma que se puede observar en los sistemas constructivos "postmodernos" que venden constantemente los franceses a los países árabes, o algunos conjuntos de vivienda de Boffil.

96. Rapp, *Filosofía analítica de la técnica*, o.c., pp. 175-182.

rcino de la necesidad, o en la mitad de la población venezolana viviendo con luz trampeada, sin cloacas y con servicio irregular de agua, escaso y externo a la vivienda, inestable en su estructura y deleznable en sus materiales. Lo que sí resulta obvio, es que en la medida en que la técnica ha sido capaz de dar más y más respuestas, más y más rápidamente a las demandas sociales, sus posibilidades de desencadenar efectos no intencionados o no estudiados se han multiplicado, pero es también cierto que la única manera de avanzar es reafirmando el principio de

“sabemos en la medida que hacemos”.⁹⁷ Este punto de vista refleja una actitud de optimismo frente al progreso y sus posibilidades que no debe en modo alguno convertirlo en el espejismo de la resolución de las relaciones sociales, aquí la herencia del pensamiento arquitectónico tiene un peso importante en todas las escalas de nuestra intervención. Lo que resulta es que “si se parte del hecho de que no es posible hacer retroceder la tecnificación, la tarea consiste pues en la *dominación* y no en la *eliminación* de la enajenación”.⁹⁸

97. Ibidem, p. 117. Quienes sientan como irreversibles los procesos de degradación del medio ambiente deben recordar, por ejemplo, cómo el Támesis pasó en menos de diez años de cloaca a río.

98. Ibidem, p. 181.