

Publicación Patrocinada por:

Dirección General de Exportación

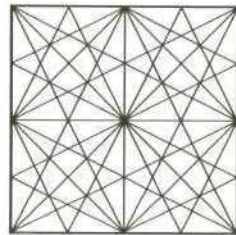
MINISTERIO DE ECONOMIA Y COMERCIO

MINISTERIO DE UNIVERSIDADES E INVESTIGACION

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO

SUMARIO	PAGINA
PROLOGO	4
LA INVESTIGACION	7
APLICACIONES DE LA METODOLOGIA DE DISEÑO	53
LA INDUSTRIA	71
COLABORADORES	101
VERSION FRANCAISE ARCHITECTURE ET INDUSTRIALISATION DE LA CONSTRUCTION	117
ENGLISH VERSION ARCHITECTURE AND INDUSTRIALISED BUILDING	137

ARQUITECTURA E INDUSTRIALIZACION DE LA CONSTRUCCION

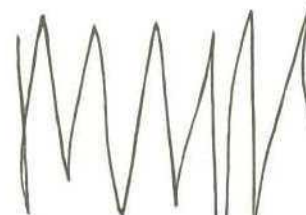


El proceso creador que alumbró Rafael Leoz bajo el signo de la Arquitectura Social ha sido tachado frecuentemente de quedarse confinado en demasía al ámbito de la especulación y de las teorías abstractas. Nacido con un propósito bien terminante, el de elevar al nivel de la ciencia y la técnica actuales el planteamiento y la solución de uno de los grandes problemas sociales de nuestro tiempo, el de la vivienda, sería un fracaso completo para su creador y para el conjunto de ejemplares proseguidores de su obra que vienen luchando con tanto ardor por desarrollar lo mucho que Rafael Leoz deja en estudio aún embrionario, el que todo quedase reducido a una simple, aunque brillante, teoría destinada a dormir entre el polvo de los archivos y de los anaqueles de las bibliotecas. Como toda revolución auténtica, el pensamiento de Rafael Leoz necesita tiempo, glosa y perseverancia para ir profundizando a través de las capas sociales y alcanzar el nivel adecuado para su eficacia práctica. No faltan entre estos estratos los que oponen resistencia pasiva —y a veces no tan pasiva— a que estas nuevas teorías alcancen su definitivo desarrollo, porque la miopía de sus intereses a corto plazo les impide proyectarse en la visión de futuro en donde habría sitio y trabajo para todos. El tiempo pasa sin más; pero la glosa y la perseverancia la están poniendo un puñado de hombres,

encabezados por esa extraordinaria mujer que es la viuda de Rafael Leoz, y, gracias a ellos, quienes creímos desde el primer momento en la fertilidad de una idea y en la fecundidad de una acción podemos comprobar cómo, a veces con lentitud exasperante desde nuestra perspectiva pero que tal vez la historia un día contemple como algo mucho más acelerado, se van rompiendo resistencias e inercias y se van abriendo los nuevos caminos que Rafael Leoz en su día imaginase.

El Pabellón Leoz en el CONSTRUMAT es ya algo más que una simple expresión de unas ideas o de un discurso sobre unas teorías brillantes pero estériles. Este pabellón ha sido posible por algo que es muy difícil entre nosotros: la alianza de muchos intereses, de muchas iniciativas y de muchos equipos directa o tangencialmente implicados en ese mundo apasionante que es el de la vivienda y el de la edificación. La respuesta a su convocatoria ha sido importante en el sector público, en el mundo de los empresarios y en todos aquellos a quienes se les ha llamado para que colaboren en una idea que, por ser de todos, a todos ha de beneficiar. El esfuerzo que en su realización han derrochado todos cuantos han intervenido en ella merecería ya por sí sólo el éxito más cumplido. Pero es que ese éxito va a ser también el de la técnica y el del ingenio español y su

proyecto no sólo va a resolver uno de los grandes problemas de la sociedad española sino que, además, va a llevar su mensaje social más allá de nuestras fronteras y muy particularmente a aquellos países de habla hispana que comparten con nosotros, entre tantas otras cosas, este agudo problema del alojamiento digno y moderno. Buena prueba de que se desea algo más que la simple apertura de un pabellón en una exposición es la voluntad de demostración perdurable que se quiere dar a las ideas aquí esbozadas y que con la generosa ayuda de varios Departamentos Ministeriales puede ser una realidad muy próxima, convertida en una iniciativa donde el propio domicilio de la investigación sea ya un fruto de esa misma investigación. Sin triunfalismos ni protocolos y con la plena consciencia del valor de cada una de las palabras se puede afirmar que el Pabellón Leoz en el CONSTRUMAT 81 va a marcar en la historia de la edificación española la apertura de una nueva era.



El Subsecretario de
Obras Públicas y Urbanismo,
MANUEL PEREZ OLEA

LA INVESTIGACION

La investigación representa sólo un estado de ánimo, una actitud amistosa y favorable hacia lo que puede significar un cambio.

Supone la mentalidad que resuelve los problemas, opuesta a la mentalidad que prefiere dejar las cosas como están. Es el espíritu del que compone música y no del mero virtuoso. Es la mente del mañana en vez de la mente del pasado. Es el optimismo frente al pesimismo y, en último término, es la fe en la Humanidad frente al escepticismo ante ella.

Para desenvolverse con éxito en un ambiente propio para la investigación hacen falta las siguientes virtudes: humildad, imaginación, perseverancia, sentido del orden y, sobre todo, paciencia.

A handwritten signature in cursive script, appearing to read 'Rafael Leoz', with a horizontal line underneath.

Rafael Leoz

— El hombre es parte de la naturaleza y en ella encuentra su albergue.

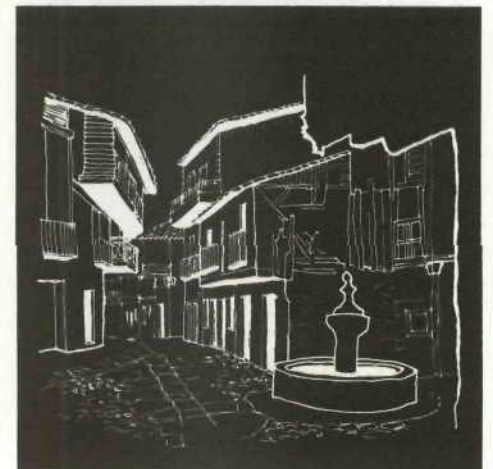
Para satisfacer sus necesidades de vivienda contó con conocimientos heredados y adquiridos por experiencia. Gracias a ellos pudo extraer los productos que necesitaba sin alterar su entorno.

El resultado era coherente con lo que le rodeaba y mantuvo el equilibrio entre sus conocimientos y la naturaleza.

Conforme fue desarrollando su cultura aumentó el número de productos básicos que utilizaba en la creación de su hábitat. Las viviendas que construyó eran coherentes con sus posibilidades técnicas y sociales, y también con la naturaleza.

Cuando aparecieron elementos artesanales más elaborados y distintos equipos de trabajo, requirieron una coordinación y una previsión de acciones: la dirección de obras y el proyecto previo.

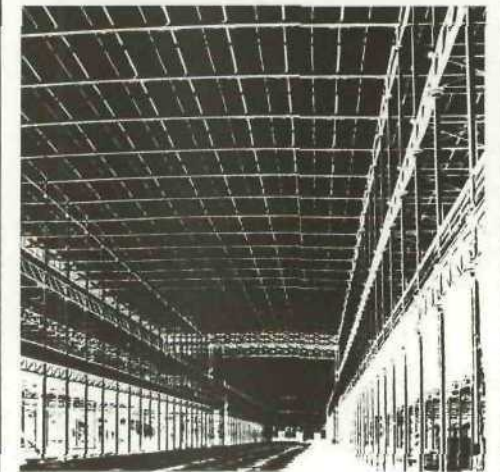
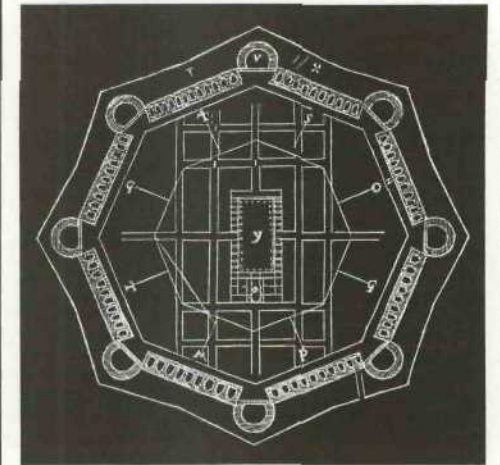
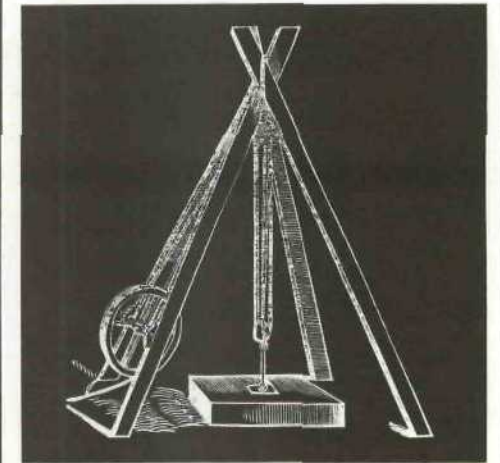
Los maestros de obras y arquitectos utilizaron los materiales, la energía disponible y el suelo de asentamiento sin violentar la naturaleza y en función de las necesidades humanas.





Apareció el fenómeno industrial. El equipo se desdobra y especializa aún más en sus funciones. Los primeros productos industriales aún pueden ser controlados pero empiezan a ser difíciles de coordinar.

Llega un momento en que la industrialización desborda las posibilidades de control del equipo humano. El arquitecto pierde contactos con la dimensión humanística al tener que concentrar su atención en los aspectos técnicos. El problema no se soluciona con más desdoblamiento del equipo, pues ya no existe conexión entre sus componentes.



La producción es anárquica, intensa y profusa con resultados incoherentes. Los recursos naturales se degradan, los energéticos se pierden, se rompe la conexión entre industria y arquitectura, entre la arquitectura y la problemática humana, y también entre los productos industriales entre sí.

"Si los arquitectos hacemos examen de conciencia tenemos que reconocer que estamos trabajando con la misma mentalidad que tenían los romanos en su trabajo y seguramente con menos audacia."

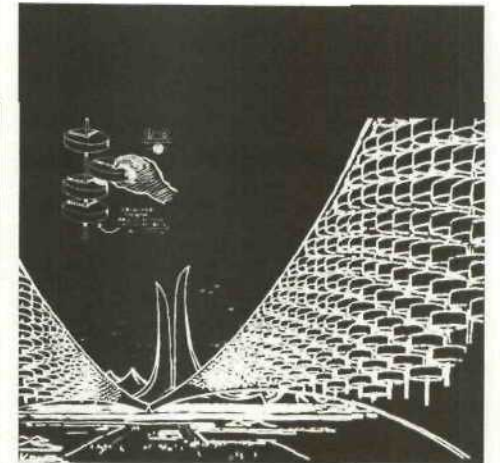
R. Leoz

"Enfrentados a problemas complejos, tenemos la tendencia a intentar simplificarlos si no podemos superarlos. Esto es una provechosa estrategia cuando se trata nada más que de problemas técnicos; pero si necesidades humanas, sociales y psicológicas son sobresimplificadas, el resultado es una degradación de la vida humana."

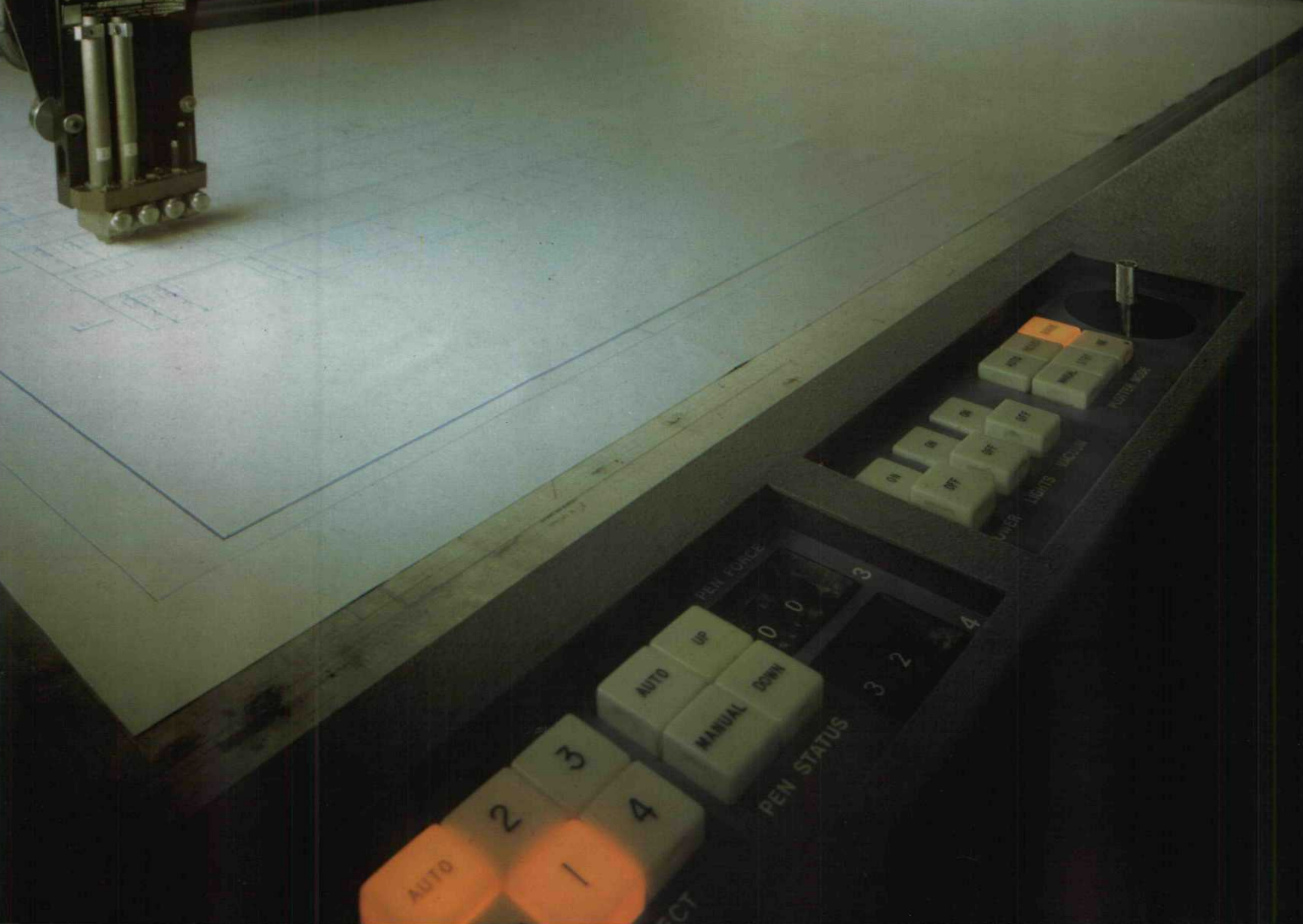
N. J. Habraken

Durante toda su historia la arquitectura constituyó una disciplina coherente, capaz de utilizar todos los medios a su alcance, de modificarlos o de inventar más, para organizar el espacio en función de las necesidades humanas.

De un tiempo a esta parte los medios para construir esos espacios han adquirido un desarrollo autónomo tecnológicamente muy avanzado en muchos casos; pero los arquitectos, los encargados de diseñar esos espacios y organizar su construcción están, por lo menos, desconcertados.







AUTO 1 2 3 4

AUTO UP
MANUAL DOWN

PEN FORCE

0 0 0

PEN STATUS

3 2 4

ON OFF
ON OFF
ON OFF
ON OFF
ON OFF
ON OFF
ON OFF
ON OFF

AUTO HOLD

POWER LIGHTS

POWER LIGHTS

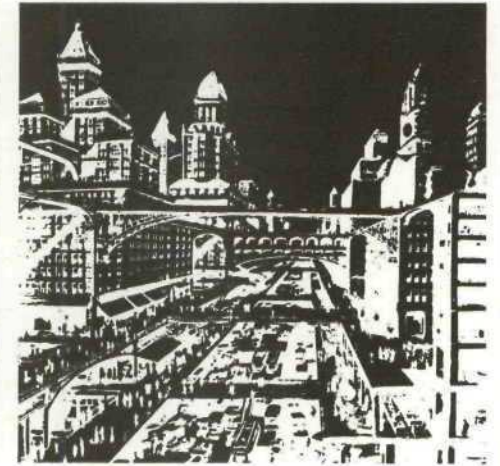
Una de las causas estaría en que los métodos de diseño que se aplican constituyen adaptaciones de los que eran válidos cuando la industria de la construcción tenía su fundamento en procesos artesanales, pero no reconocen la profunda transformación que han sufrido tanto los medios de producción como los de organización y montaje de obra.

En esos procesos de adaptación de métodos de diseño anacrónicos quedan a un lado demasiadas veces los condicionantes más profundos del problema arquitectónico. Es así como vemos crecer y transformarse nuestras ciudades en un conjunto cada vez más caótico, monótono y deshumanizado.

Otra causa, causa y efecto al mismo tiempo de la anterior, sería la enorme dispersión de productos industriales y la gran variedad de posibilidades, desconectadas entre sí, que se presentan para resolver un mismo problema.

Y esa dispersión industrial, que crea sólo una ilusión de variedad arquitectónica, viene incubando en su seno un problema (que no se resolverá con más desconexión y diversidad de productos); unas estructuras incapaces de aumentar la productividad dentro de un sector tan interconectado como es el de la construcción.

Los intentos de crear sistemas relativamente autosuficientes, que dadas las inversiones necesarias, requieren unas perspectivas sólo garantizables en países de economía planificada, han fracasado; y es así que ya no parecen tener viabilidad los sistemas cerrados de prefabricación actuando dentro de una economía de mercado.



Es necesario un replanteamiento de las ciencias sociales aplicadas al hábitat. Es necesario una reestructuración de la industria de la construcción creando vinculaciones más efectivas entre las tecnologías de producción y las de montaje. Es necesaria una nueva forma de concebir y de hacer arquitectura.

En el aspecto industrial se trata de rentabilizar los sectores básicos con una producción más coherente. Se trata de simplificar la elaboración de productos a través de un mínimo de elementos sencillos, adaptables, capaces de combinarse entre sí y coordinables arquitectónicamente. No se trata de industrializar más, sino de industrializar mejor.

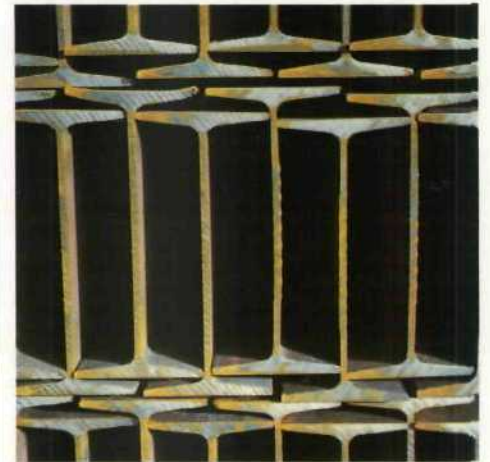
Hay que racionalizar una producción anárquica e incoherente.

Hay que abaratar costos y aumentar la calidad.

Hay que aumentar la producción para rentabilizar la mano de obra.

Hay que conseguir métodos de producción y montaje más cómodos, racionales y simples que brinden soluciones arquitectónicas de gran elasticidad.

Hay que conseguir soluciones para atender la demanda nacional y extranjera.



Básicamente la industria está estructurada en los siguientes bloques: materiales básicos, semielaborados o microsistemas y sistemas completos que coordinan un determinado número de elementos.

Los sistemas cerrados no sólo no resuelven la coordinación industrial, sino que generan nuevas gamas de productos que complican más el mercado.

Es necesario crear un sistema abierto: Abierto en soluciones, a la incorporación de nuevos materiales, a la investigación y a las nuevas ideas, a todo tipo de problemática, y a todas las industrias que quieran participar.

Cada vez es más evidente la necesidad de una reconsideración profunda de los métodos de concepción y diseño, de los de organización del proceso constructivo y de los papeles de los participantes en dichos procesos.

Paralelamente a la desconexión actual entre la arquitectura y la industria de la construcción, y como puntos que afectarían más directamente a esta última, pueden considerarse los siguientes hechos significativos:

— La evolución de los requerimientos que se plantean por parte de los usuarios cada vez con mayor claridad, como las que derivan de la necesidad de personalizar sus ámbitos cotidianos y adaptarlos a distintas formas de vida, o las exigencias de calidad y facilidad de mantenimiento acordes con la duración previsible para los distintos productos.



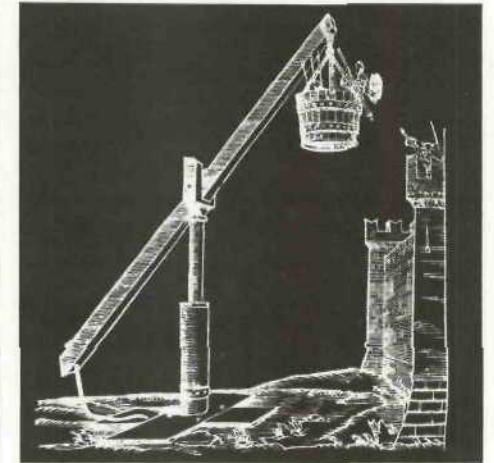
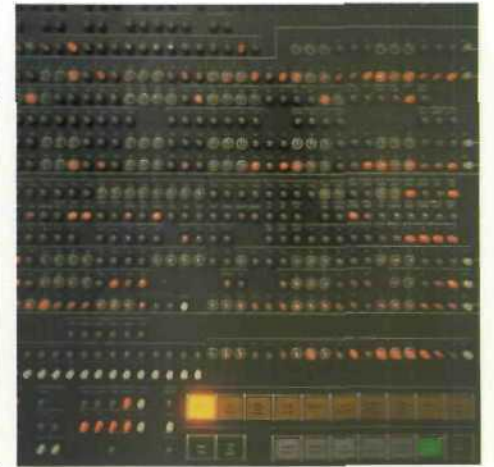
— La evolución de la organización del trabajo desde formas artesanales, donde las responsabilidades sobre la producción eran asumidas más individualmente y en ellas se encontraban sus propios alicientes, a otras más especializadas y sectorizadas, donde grupos de individuos, a veces muy grandes, deben entender de otro modo su trabajo común y los fines del mismo.

— La evolución de los métodos de producción, que dadas las circunstancias actuales requieren la fabricación de grandes series para la formación de stocks, independientes de encargos particulares, como único modo de reducir costos, aumentar la calidad y controlar efectivamente el producto.

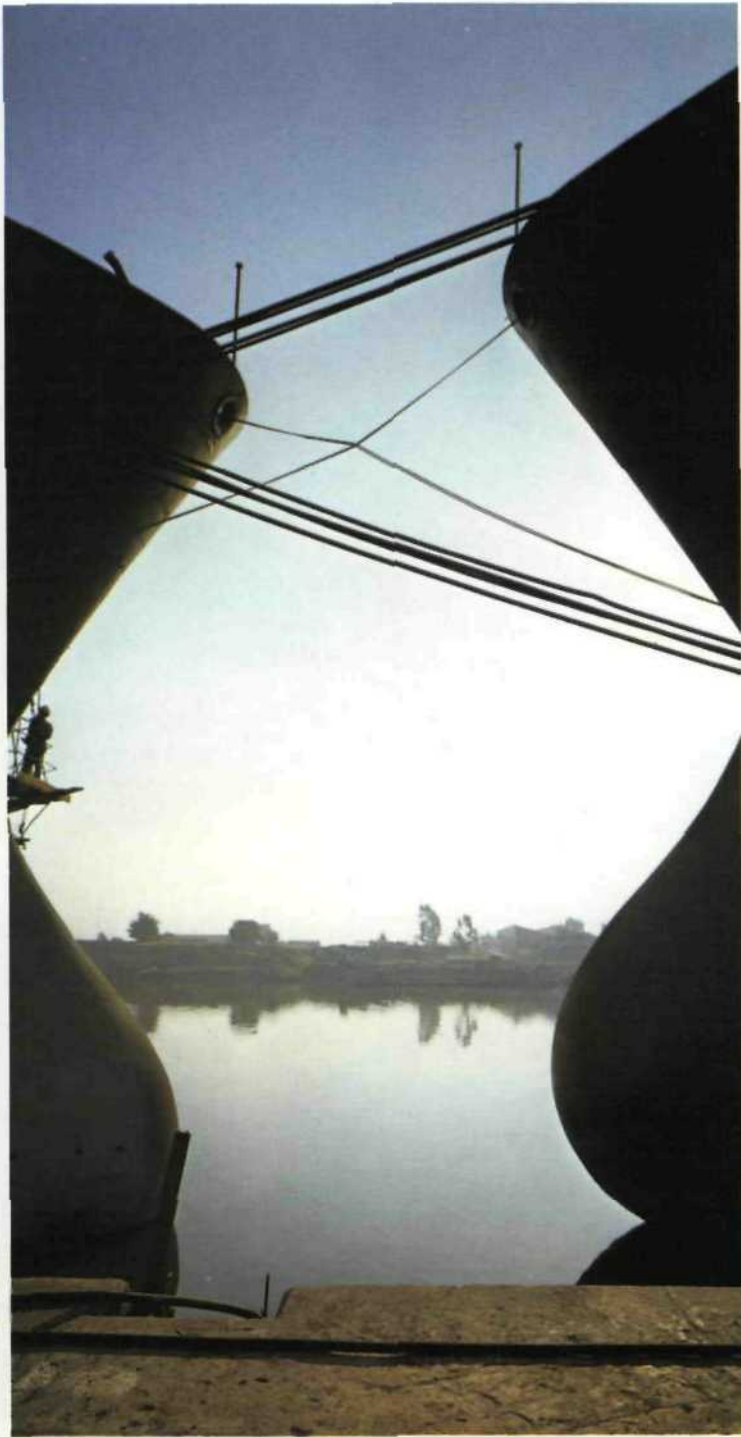
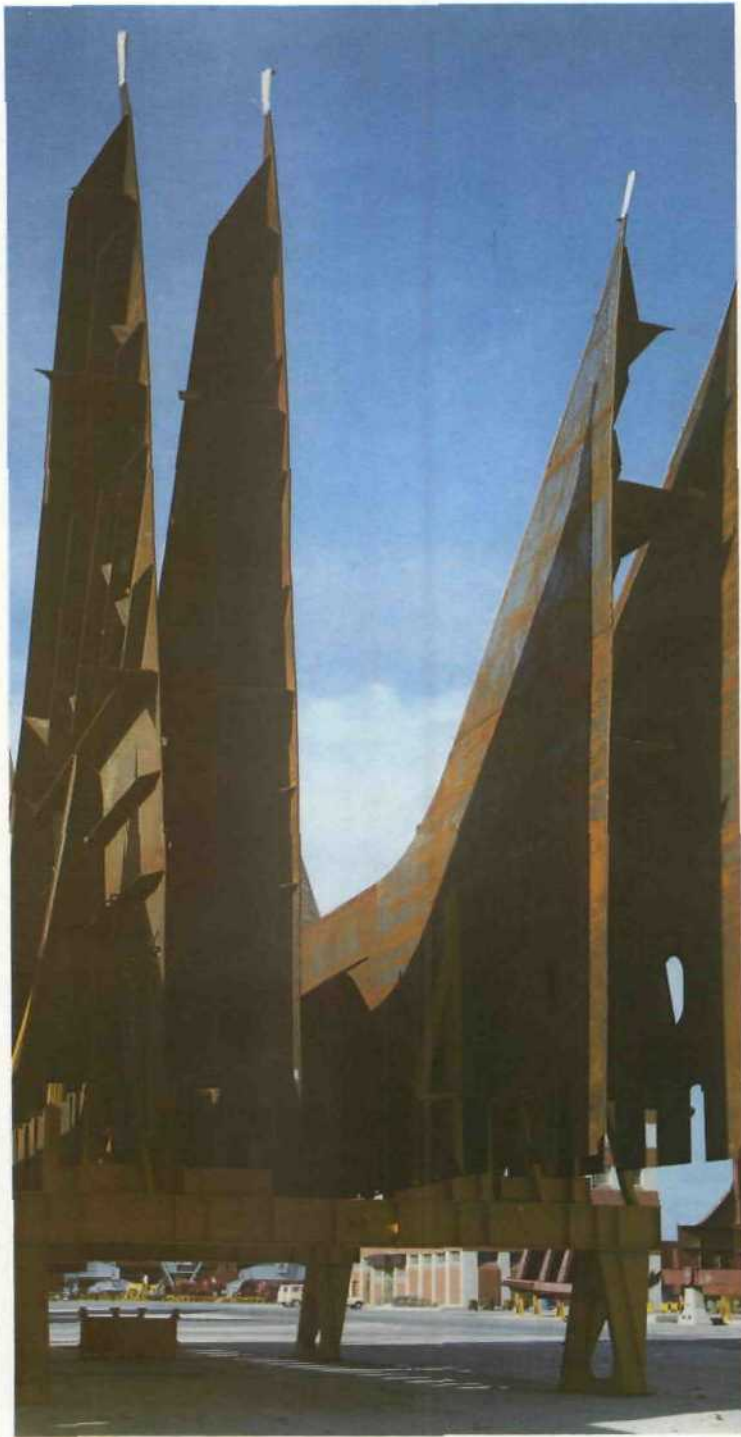
Esta producción de grandes series lleva implícita una normalización y estandarización para que sea efectiva, y será a partir de estos condicionantes que se diseñen los elementos constructivos.

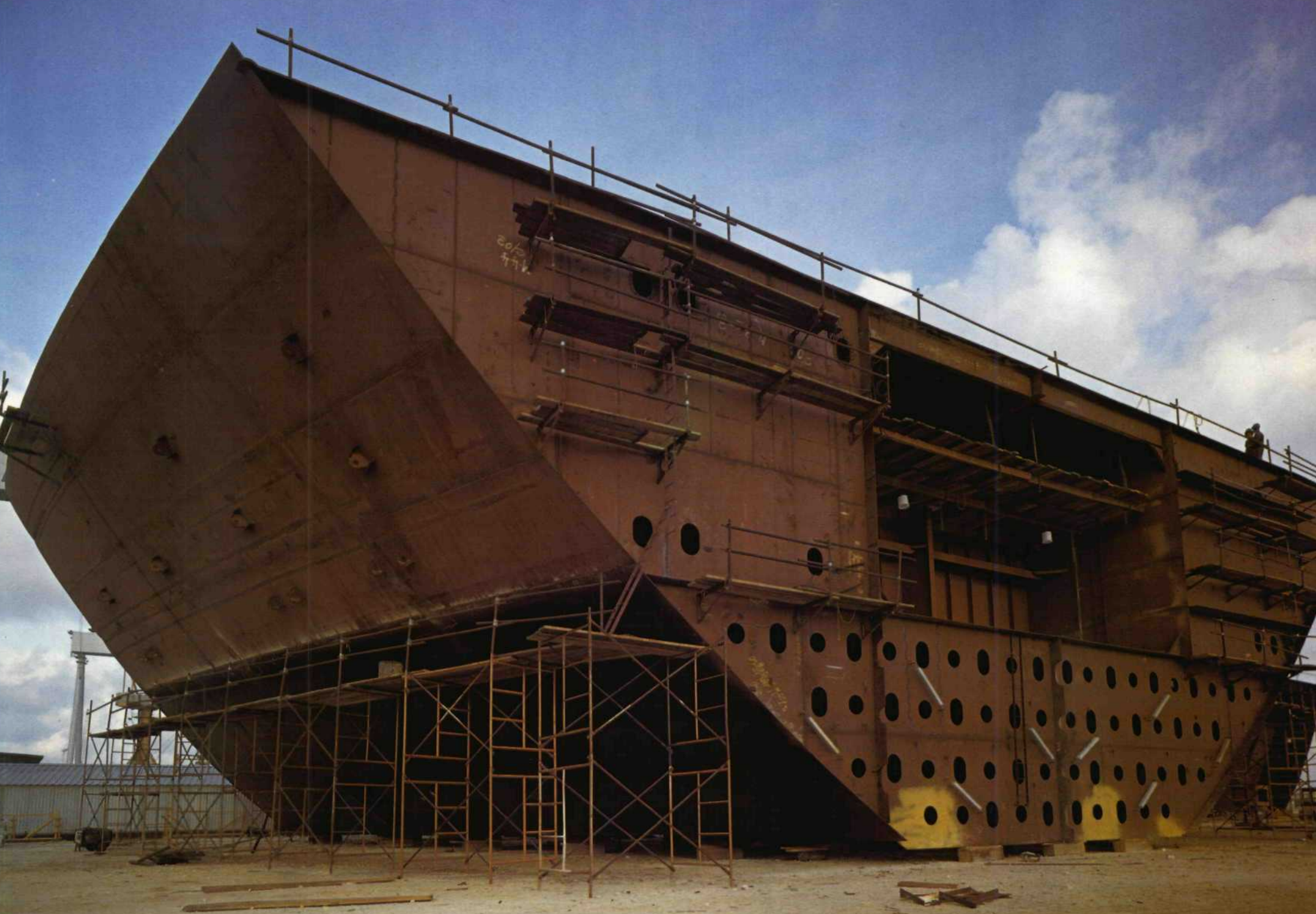
— La evolución de los sistemas de transporte, acopio y elevación, que proponen una utilización más racional de los mismos, apuntando a que la obra tienda a una organización de montaje de elementos de mayor tamaño y más terminados.

Estas evoluciones, que muchas veces han llevado caminos independientes, hacen que en este momento el proceso de la construcción sea incoherente, anacrónico y costoso.









Es necesario en este momento el desarrollo de actuaciones paralelas e interconectadas, para producir innovaciones de carácter metodológico más que tecnológico, en cuatro campos:

1. Los procesos de diseño, que abarcan desde los productos industriales hasta los trazados urbanísticos. Estos procesos de diseño deberían integrar la investigación y la experimentación como base para su desarrollo.

"Constituimos el único sector en el mundo industrial moderno que se ve forzado a diseñar y construir directamente. Debería existir un período de prueba entre estas dos actividades. Eso puede hacerse individualmente, pero cualquier país civilizado debería disponer siempre de programas para ciudades y edificios experimentales."

Alvar Aalto

2. Los procesos de montaje y organización de la obra, aprovechando todas las posibilidades actuales de un modo racional, tanto en lo que respecta a los medios de transporte, acopio y elevación, como a las posibilidades de programación.

3. La producción de elementos y componentes constructivos: donde más han incidido o pueden incidir las aplicaciones de los métodos industriales tal como se entienden actualmente; con todas las ventajas de la producción en serie, el control de calidad, la programación, etc.

4. El apoyo oficial, que debería verificarse a través de unos sistemas adecuados de financiación, acordes con las nuevas mecánicas de producción; actualizando las reglamentaciones y las formas de contratación de acuerdo a las nuevas formas de actuación; creando expectativas ciertas a largo plazo, como el modo más eficaz de promover las inversiones necesarias para una reorganización industrial.

Estos dos últimos puntos, la producción de elementos y el apoyo oficial, son los que tendrían posibilidades de actuar como desencadenantes de todo un nuevo proceso, apoyados en una investigación, que permita la natural inserción de los otros hacia una evolución ordenada y multiplicadora de efectos positivos.

En una primera fase, aunque se deban tener presentes siempre las metas de universalidad a que se aspira, convendría tomar como base de referencia el tema de la vivienda, por su amplitud e importancia, para desde allí extender consecuencias a los restantes.

Se parte de la premisa básica de apuntar a lo que ha dado en llamarse "industrialización abierta de la construcción", en base a elementos compatibles, intercambiables y renovables, desechando los caminos que conduzcan a procesos cerrados.

Esta premisa se fundamenta en la necesidad de que esos elementos o componentes de origen industrial puedan ser utilizados en la mayor diversidad posible de edificios (viviendas individuales, colectivas, en conjuntos autónomos o en contextos urbanos muy definidos), de modo que el mercado a que sirvan sea tan amplio que permita la reducción de costos, con la mayor calidad como base de la reactivación del sector. Se trata de determinar la menor cantidad de tipos de elementos diferentes cuya utilización autorice la mayor variedad posible de respuestas arquitectónicas.

1. USUARIO (FAMILIA)

REQUERIMIENTOS HUMANOS ABSOLUTOS (FISIOLÓGICOS, OXÍGENO, TEMPERATURA, ALIMENTOS, REPOSO, REPRODUCCIÓN, CUIDADO PROGENIE).



tablas de metabolismo fisiológico

1.2

REQUERIMIENTOS DE VIDA CONTINGENTE:

COMPOSICIÓN FAMILIAR (NÚMERO DE PERSONAS, EDAD, SEXO, RAZÓN DE CONVIVENCIA, CRITERIOS DE DEPENDENCIA, COMPOSICIÓN DE LA PAREJA, CRITERIOS DE COHABITACIÓN, NÚCLEOS FAMILIARES, ETC.)

REQUERIMIENTOS DEPENDIENTES DEL CUERPO DE LA CULTURA (HÁBITOS Y COSTUMBRES EN LA SATISFACCIÓN DE NECESIDADES Y SU DESARROLLO).

INVESTIGACIÓN SOCIOLÓGICA (PROFESIÓN, CABEZA DE FAMILIA, PROFESIÓN Y OCUPACIÓN DE LOS OTROS MIEMBROS FAMILIARES, CRITERIOS DE EXIGENCIAS DE RELACIÓN SOCIAL, VALOR SOCIAL EN LA COMUNIDAD, CARACTERÍSTICAS SOCIO-ECONÓMICAS).

INVESTIGACIÓN SOBRE LA RELACIÓN DEL USUARIO Y DE LOS OBJETOS.
TIPOLOGÍAS DE LA INSTITUCIÓN FAMILIAR Y DE LAS "MANERAS DE VIVIR".

cuero de la cultura



1.3

REQUERIMIENTOS EN EL DESARROLLO DE LA ACCIÓN (ANÁLISIS EN LOS PROCESOS EN ACTIVIDADES, PLANES DE CONDUCTA).

a) EN LA INTERACCIÓN HUMANA (INTRAFAMILIAR).

b) EN LA INTERACCIÓN HUMANA (EXTRAFAMILIAR).

c) EN LA INTERACCIÓN CON LOS OBJETOS (NATURALES [MOTIVACIÓN Y VALORACIÓN DE LA NATURALEZA] Y ARTIFICIALES [EQUIPOS, ÚTILES, MÁQUINAS, LIBROS, OBJETOS CREADOS POR LA CULTURA]).

TIPOLOGÍAS DE DIAGRAMAS FUNCIONALES DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA VIVIENDA.

cultura

↓
imágenes y horas



↓

vida real



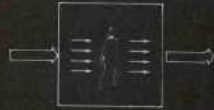
tabla de las actividades en el interior y en el exterior de la vivienda



necesidades de vivienda

2. SEDE - VIVIENDA

2.1



LA VIVIENDA COMO PROYECCION DE NECESIDADES DEL ORGANISMO INDIVIDUAL Y FAMILIAR.
 ASPECTOS METABOLICOS PSICOLOGICOS DE LA VIVIENDA:
 ACONDICIONAMIENTO DE AIRE
 " " TERMICO.
 ALMACENAMIENTO CONSERVACION DE ALIMENTOS Y BEBIDAS.
 EVACUACION Y ELIMINACION DE RESIDUOS
 PRIVACIDAD: AISLAMIENTO PARA EL REPOSO.
 NECESIDADES DE COMUNICACION Y DE VINCULACIONES CON EL EXTERIOR (INFORMACION).
 PROYECCION DE LAS ACTIVIDADES FAMILIARES EN EL ENTORNO.

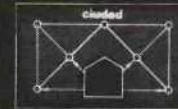
Caracterización de
entradas y salidas
de la vivienda



2.2



LA VIVIENDA INSERTA EN EL MEDIO NATURAL Y ARTIFICIAL O URBANO.
 VINCULACIONES DE LA VIVIENDA CON EL MEDIO NATURAL.
 ASPECTOS DE LA LOCALIZACION; GEOGRAFICOS
 VINCULACIONES CON EL MEDIO URBANO.
 POBLACION; HABITACION; PRODUCCION DE MATERIA; ENERGIA E INFORMACION; INSTALACIONES
 URBANAS; (TELEFONO AGUA ELECTRICIDAD ETC) AUTONOMIA.
 RELACIONES CON EL ENTORNO CULTURAL URBANO.
 VINCULACIONES DE LA VIVIENDA CON EDIFICACIONES COMPLEMENTARIAS: COMERCIO, ESCUELA ETC.
 TRANSPORTES
 TIPOLOGIAS.



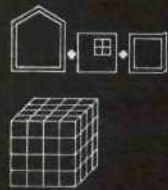
2.3



LA VIVIENDA COMO RESPUESTA A LAS NECESIDADES INFERIDAS DE LAS TIPOLOGIAS DE LA INSTITUCION FAMILIAR.
 ORGANIZACION Y COMPOSICION DE LA VIVIENDA DE ACUERDO A: ZONAS FUNCIONALES, SUPERFICIE HABITABLE; CARACTER DEL ALDAMIAMIENTO (PERMANENTE, PERIODICO, ALQUILER) DIFERENTES USOS.
 ADAPTABILIDAD FISICA DE LA VIVIENDA EN RELACION A LOS CAMBIOS: CRECIMIENTO FAMILIAR, REDEMPLAZO, PARTICIPACION DEL USUARIO (ESTATICA, FLEXIBLE).
 SEGUN EL ROL SOCIAL: PROFESIONAL, COMERCIAL, ARTESANAL.
 TIPOLOGIAS.



2.4



LA VIVIENDA COMO SISTEMA CONSTRUCTIVO Y SU AGRUPAMIENTO EN EL ESPACIO.
 LOS COMPONENTES Y SU ARTICULACION.
 LOS COMPONENTES DIVIDIDOS EN SUS DIFERENTES NIVELES CUANTICOS; ELEMENTOS SIMPLES (LADRILLOS, PANELES, ETC); ELEMENTOS COMPLEJOS (PUERTAS, VENTANAS, ETC); CONJUNTOS FUNCIONALES (ESTRUCTURA RESISTENTE, INSTALACIONES, EQUIPOS, ETC) Y CONJUNTO DE VIVIENDA.
 ESTRUCTURA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO APOYADO EN RITMOS; REDES ESPACIALES

TIPOLOGIAS DE TRAMAS: ESCUADRA, EXAGONAL, CARTABON
 ASPECTO DIMENSIONAL DE LAS TRAMAS
 COORDINACION DIMENSIONAL Y MODULACION
 DESARROLLO LINEAL Y EN ALTURA; ENCADENAMIENTO DE MODULOS ESPACIALES
 MODULO HELE.
 TIPOLOGIAS.

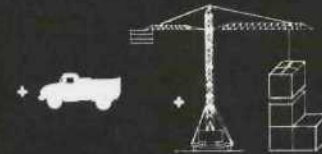


3. LA INDUSTRIA - CONSTRUCCION

3.1



INDUSTRIALIZACION
 PROBLEMAS DE DISEÑO Y MONTAJE DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO.
 PLANIFICACION DEL SISTEMA MATRIZ CON LA BASE DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.
 COMPLEJIDAD DE UN S CONSTRUCTIVO, LISTA DE MATERIALES Y FUNCIONES DE TRANSFORMACION INDUSTRIAL (PRENSADO, COLADO ETC.)



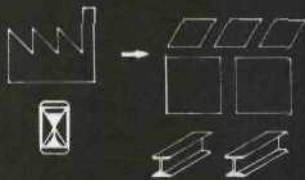
3.2

GRAMOS
 METROS
 SEGUNDOS

COORDINACION DIMENSIONAL SOBRE LAS UNIDADES DE MEDIDA BASICA, MASA, TAMAÑO, TIEMPO
 MODULACION.
 COSTE.
 ENERGIA.
 ANTROPOMETRIA.
 MECANOMETRIA.
 TIEMPO; DURABILIDAD DE LOS COMPONENTES.

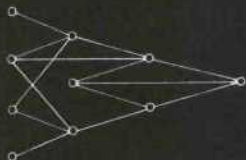
energia
 cinetica
 en el transporte
 costes de produccion
 modulos de
 mercado

3.3



INSERCIÓN DEL SISTEMA INDUSTRIAL EN EL SISTEMA ECONÓMICO Y DEMOGRÁFICO.
 PROSPECCIÓN INDUSTRIAL EN EL CAMPO DE LA CONSTRUCCIÓN; COMPROMISO ENTRE EL DESARROLLO ECONÓMICO Y DEMANDA DE VIVIENDA.
 CRECIMIENTO DE POBLACION Y SU PROYECCION EN LA SINCRONIZACION DE LA PRODUCCION;
 CRONOMETRAJE POR LA DEMANDA INICIAL Y POR REEMPLAZO.
 CRITERIOS DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACION.

3.4



LOCALIZACION INDUSTRIAL.
 EVOLUCION DE LOS ASENTAMIENTOS INDUSTRIALES EN RELACION AL MERCADO.
 ESTADIO TECNOLÓGICO Y MANO DE OBRA.
 ESTUDIOS DE LOCALIZACION SOBRE LA BASE DEL MONTAJE (SEGUN LA COMPLEJIDAD DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE QUE SE TRATE) Y DE TRANSPORTE.
 DISPERSION DE FABRICAS - TALLERES Y ALMACENAMIENTOS DE COMPONENTES Y/O UNIDADES COMPLETAS.



Para el desarrollo de este sistema abierto es necesario partir de un análisis del espacio arquitectónico que permita establecer una geometría común entre los elementos constructivos que lo componen y ese espacio que generan.

Se trata de satisfacer las auténticas necesidades humanas a través de una producción coordinada de evolución paulatina.

— El arquitecto Rafael Leoz se planteó esta investigación para enfrentarse a esta problemática. Buscaba un camino metodológico de diseño para desarrollar una sistematización geométrica y proyectiva del espacio arquitectónico, apoyado en leyes combinatorias.



Esa sistematización geométrica parte del hecho de que al espacio arquitectónico se le puede adjudicar una estructura poliédrica.

Básicamente son cuatro los poliedros que macizan el espacio. A partir de los elementos que los constituyen y de las redes espaciales que generan, Leoz sistematizó el estudio del espacio arquitectónico. Una nueva forma de entender la arquitectura.

Apoyándonos en la matemática pura y en facetas de las matemáticas, como es la topología combinatoria espacial, el espacio arquitectónico se estructura, se organiza y nos plantea el problema desde su origen. Esta manera de organizarlo en su estado "químicamente puro" aparentemente nos aleja de la realidad de la experiencia, pero nos pone en contacto con la problemática esencial a partir de la cual se pueden vislumbrar y estudiar las relaciones entre geometría e industria, nexo indispensable para una sistematización del diseño arquitectónico.

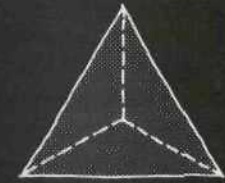
Como premisa básica y fundamental se trata siempre de obtener la máxima calidad ambiental (arquitectónica y urbanística), posibilitando al mismo tiempo la incorporación paulatina de la industria, con vistas a aprovechar al máximo sus métodos y cualidades, pero sin plantear la necesidad de una total industrialización previa.

Es necesario analizar el espacio, conocerlo a fondo y organizarlo en forma idónea. Merced al átomo arquitectónico, su composición resulta sencilla, como en el campo químico, donde el átomo origina los elementos, la agrupación de éstos da lugar a las moléculas y la de éstas componen los cuerpos.

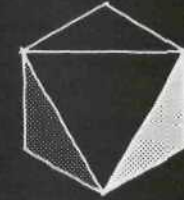
Partiendo de los poliedros platónicos (tetraedro; octaedro; cubo; icosaedro; dodecaedro) podemos desarrollar la mayoría de los cuerpos que aparecen en la geometría poliédrica: los poliedros semirregulares y arquimedianos al truncar los platónicos y toda la serie de los prismas. Pero antes conviene hacer una clasificación que es fundamental dentro de la materia que estamos tratando.

Llamamos poliedros inorgánicos al tetraedro, al octaedro, al cubo y a todos aquellos que de éstos derivan.

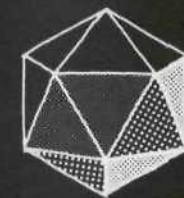
SOLIDOS PLATONICOS



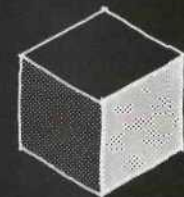
TETRAEDRO



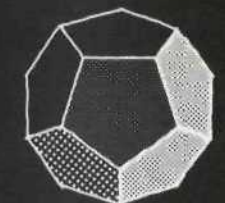
OCTAEDRO



ICOSAEDRO



CUBO



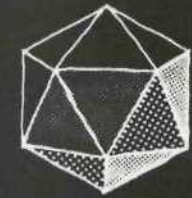
DODECAEDRO

Llamamos poliedros orgánicos al icosaedro, al dodecaedro y a todos sus derivados. Esta clasificación, que parece más bien de ciencias de la naturaleza que de geometría, responde a las siguientes analogías entre ambas disciplinas. Los seres inorgánicos cristalizan según sistemas de mínima energía, con acoplamientos compactos, sin puntos singulares, con simetrías triangulares, cuadradas, hexagonales, etc., pero nunca pentagonales. Así, por ejemplo, un cristal de CINA puede ser igual al que tiene a su lado y juntos formar otro cristal, que tiene exactamente las mismas propiedades cualitativas que aquéllos de los que proceden. Topológicamente, podríamos decir que el conjunto formado por una familia cristalográfica posee la propiedad uniforme con respecto a la operación unión; así, la unión de dos cristales es otro cristal. Pero esto mismo no ocurre con los seres orgánicos, y así, la unión de dos perros o de dos pinos no es un perro o un pino, sino que son dos perros o dos pinos.

Estas propiedades son análogas a las que se producen en los poliedros inorgánicos. Por ejemplo, la unión de dos cubos es un poliedro inorgánico también, y si mezclamos indefinidamente muchos cubos, podríamos ir macizando el espacio, llenándolo isotrópamente.

Los seres orgánicos, por el contrario, poseen una individualidad y singularidad que les caracteriza; su crecimiento siempre se produce concéntricamente, es decir, a partir de un punto singular, los grados de simetría que tienen son de orden superior a los de los poliedros inorgánicos; en ellos aparecen con frecuencia ejes de simetría pentagonal (el erizo de mar, la estrella de mar y algunas flores y cactus). Recientemente se han descubierto estructuras de virus que son copia exacta en miniatura de las cúpulas geodésicas de R. B. Fuller, que, como sabemos, son triangulaciones sucesivas de los poliedros orgánicos.

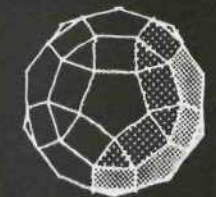
POLIEDROS ORGANICOS



ICOSAEDRO



DODECAEDRO



Hechos similares a éstos ocurren en los poliedros orgánicos cuya formación se produce concéntricamente a partir del más sencillo de ellos que es el icosaedro, que es la unión de doce esferas con un hueco en el centro, en la que cada una de ellas está en contacto con cinco más. Parece como si fuese la colocación más densa, aunque inestable, de doce esferas en un campo de fuerzas centrípetas.

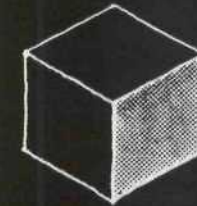
La simetría de eje pentagonal es la reina dentro de los poliedros orgánicos. Este tipo de simetría es mucho más compleja y, por tanto, de orden superior que la triangular, cuadrada, hexagonal, etcétera, que poseen los poliedros inorgánicos. Podríamos decir que los poliedros orgánicos tienen menor "entropía" que los inorgánicos y su existencia es más azarosa que la de los inorgánicos.

Según el cristalógrafo ruso E. S. Federoff, existen cinco tipos de paraleloedros (poliedros de caras paralelas) que macizan el espacio, es decir, que su yuxtaposición llena el espacio sin dejar intersticios. Estos son: el triparaleloedro o hexaedro o cubo; el tetraparaleloedro o prisma hexagonal, el hexaparaleloedro o rombo dodecaedro, el heptaparaleloedro o poliedro de Lord Kelvin y el rombododecaedro alargado o hexaparaleloedro tetragonal.

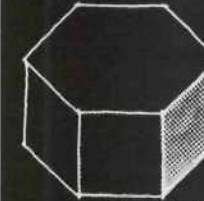
El resto de los sólidos descritos no macizan el espacio pero sí lo compactan en el sentido topológico de la palabra, y los huecos que dejan (todos iguales) son también poliedros inorgánicos. Por tanto, para su agrupamiento en red espacial, tendremos que combinarlos binaria o ternariamente.

La geometría inorgánica producida por los poliedros inorgánicos, tetraedro, octaedro, cubo, rombooctaedro, etc., nos producen cuatro redes espaciales fundamentales:

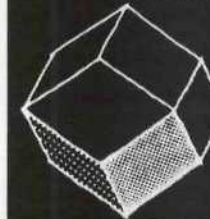
PARALELOEDROS (FEDEROFF)



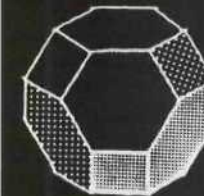
TRIPARALELOEDRO
O CUBO



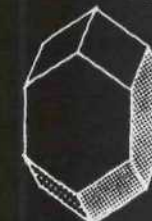
TETRAPARALELOEDRO
O PRISMA HEXAGONAL



HEXAPARALELOEDRO
O ROMBODODECAEDRO



HEPTAPARALELOEDRO
O POLIEDRO LORD KELVIN



HEXAPARALELOEDRO
O ROMBODODECAEDRO
ALARGADO

- a) Red tetraoctaédrica, que como su nombre indica, está formada por la yuxtaposición de tetraedros y octaedros. Dentro de ella podríamos situar al tetraedro, octaedro, cubo octaedro, tetraedro truncado, poliedro de lord Kelwin, etc.
- b) Red de prismas triangulares formada por acoplamiento de prismas triangulares equiláteros.
- c) Red cúbica formada por cubos.
- d) Red rombododecaédrica formada por rombododecaedros, pudiéndose estas cuatro superponerse formándose una super-red espacial inorgánica que trataremos más adelante.

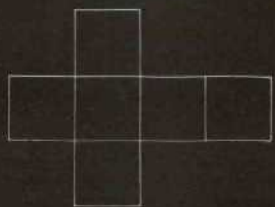
No obstante, el materializar mediante modelos en el espacio estas redes, es una labor árdua, y el tratar de utilizarlas para proyectar sobre ellas, prácticamente imposible. Tenemos, pues, que representarlas en el plano mediante proyecciones o secciones planas de ellas.

De esa forma, el proyectista trabaja sobre una retícula plana que representa una o varias redes espaciales.

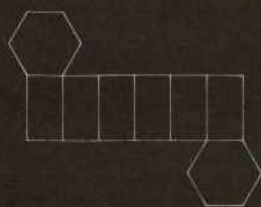
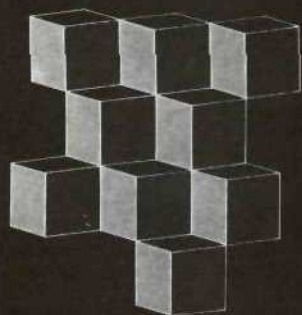
Las más importantes retículas planas obtenidas por proyección o sección de las redes espaciales son las siguientes:

- Retícula de la escuadra.
- Retícula del cartabón.
- Superposición hemipitagórica y escuadra.
- Retícula hemipitagórica.

POLIEDROS FUNDAMENTALES que tienen la propiedad de macizar el espacio



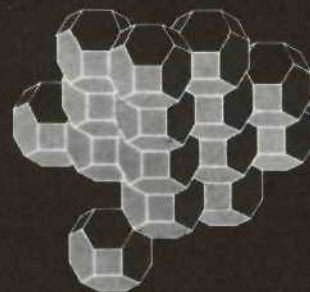
CUBO



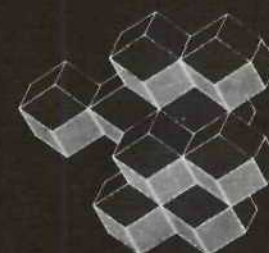
PRISMA EXAGONAL REGULAR



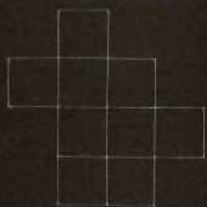
POLIEDRO DE LORD KELWIN



ROMBO DODECAEDRO



al agruparse entre si, definen cuatro reticulas espaciales distintas



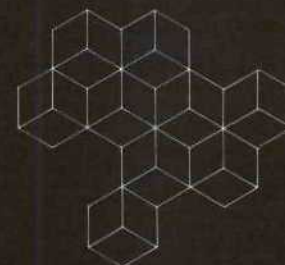
PLANTA



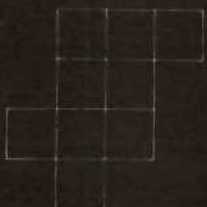
PLANTA



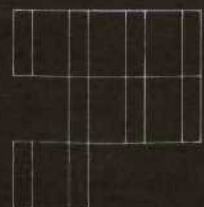
PLANTA



PLANTA



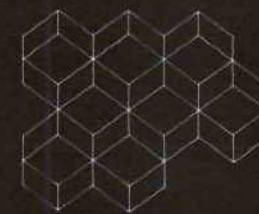
ALZADO



ALZADO

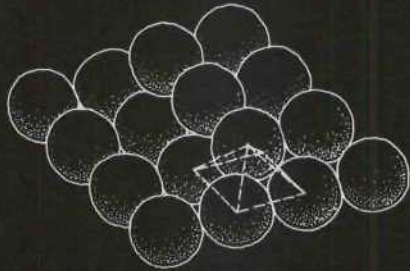


ALZADO

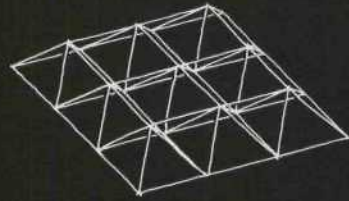


ALZADO

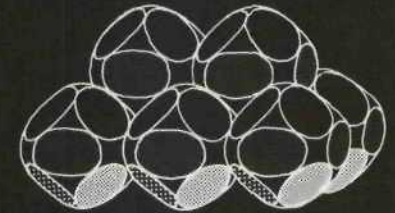
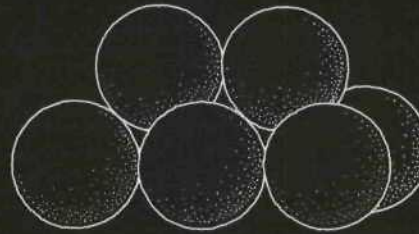
REDES ESPACIALES FUNDAMENTALES



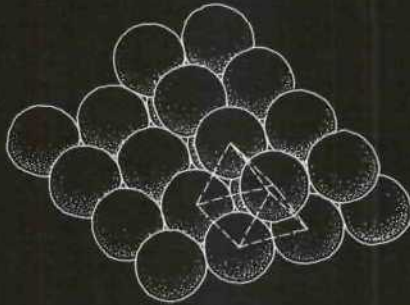
RED TETRA-OCTAEDRICA



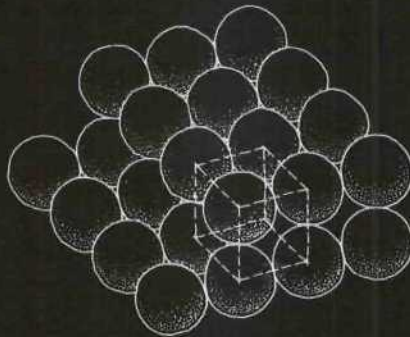
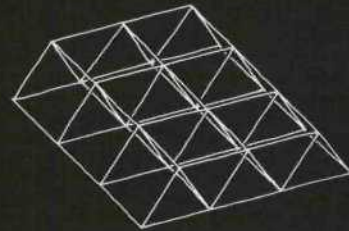
RED DE BOLAS TETRA-OCTAEDRICA.



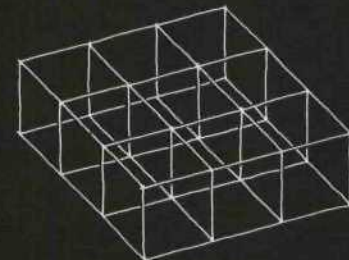
LOS PUNTOS DE TANGENCIA SE TRANSFORMAN EN CARAS.



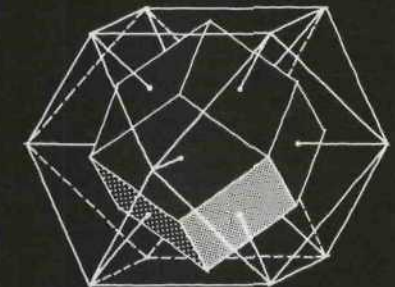
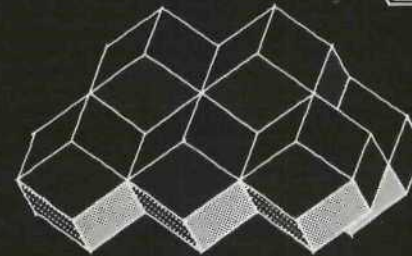
RED PRISMAS TRIANGULARES



RED CUBICA



RED DE ROMBODECAEDROS.

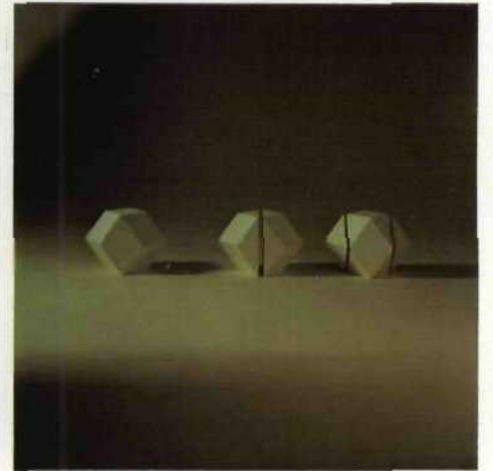
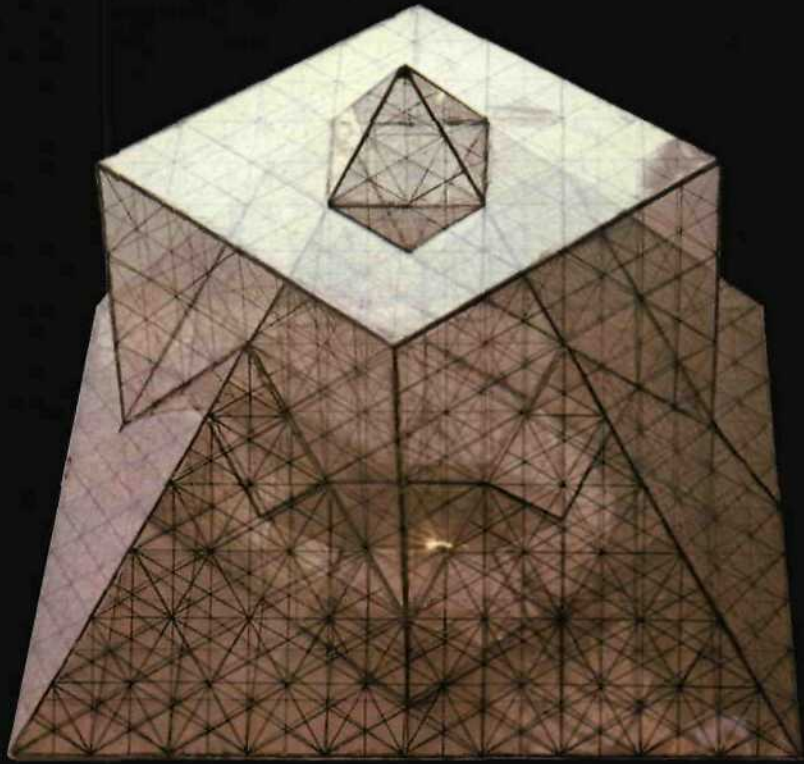


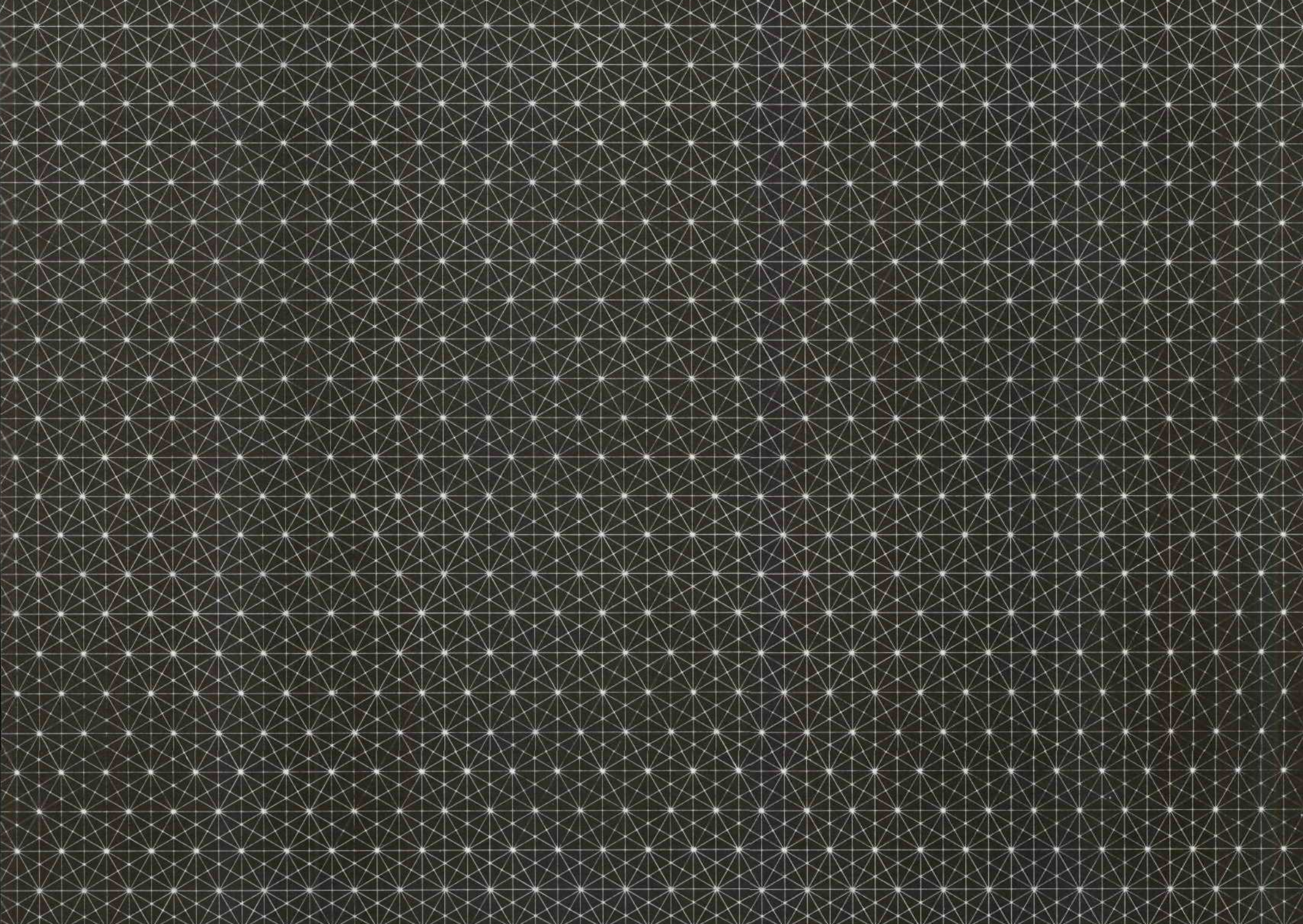
DUALIDAD ESPACIAL.
CADA CARA SE TRANSFORMA EN UNA ARISTA QUE ES PERPENDICULAR A LA MISMA EN SU CENTRO Y VICEVERSA.

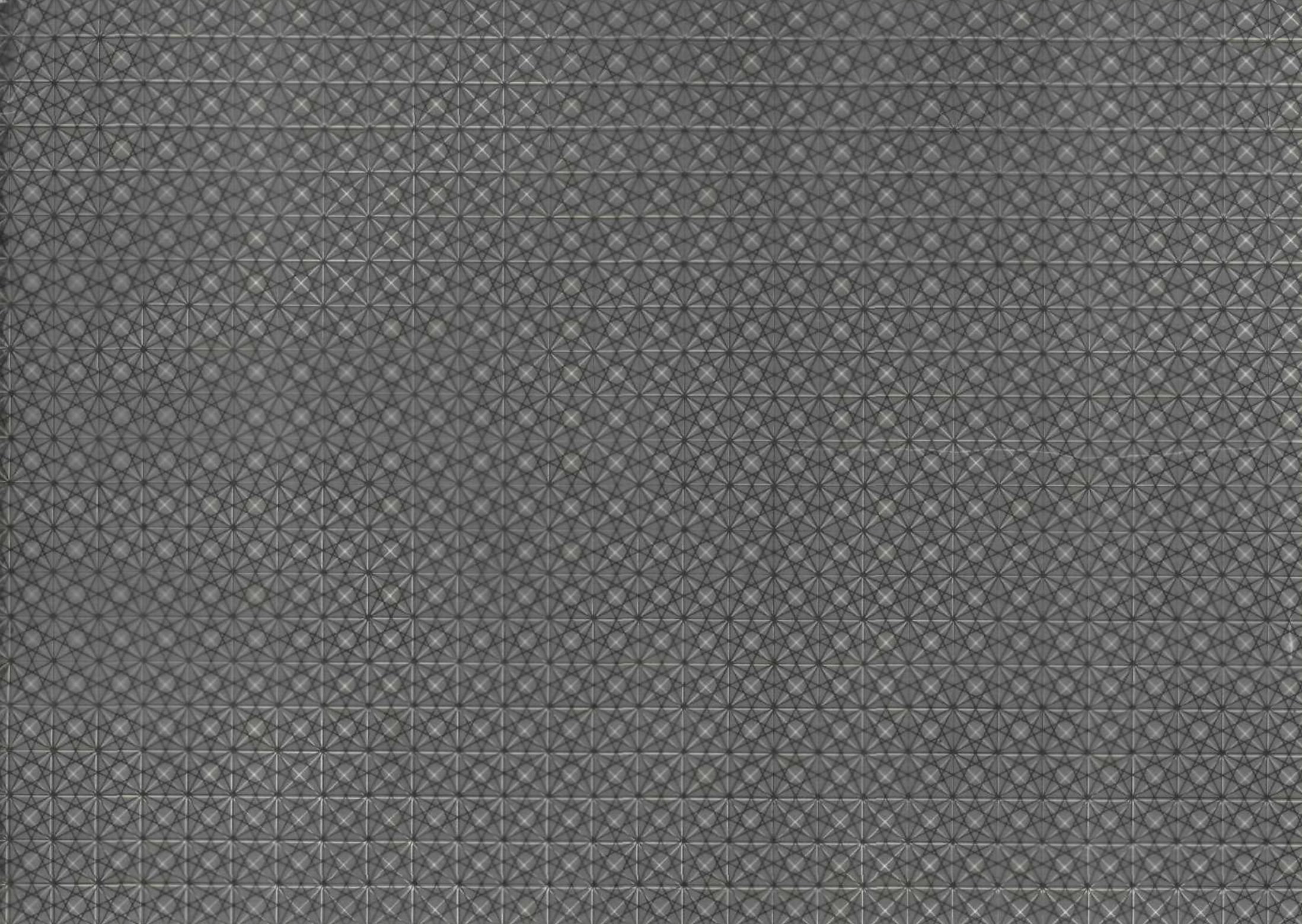
RED TETRA-OCTAEDRICA



RED ROMBODECAEDRICA

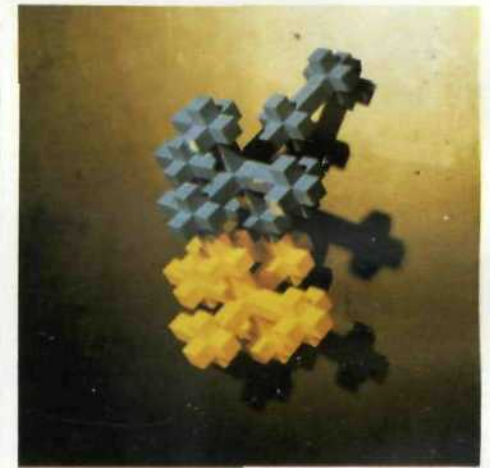
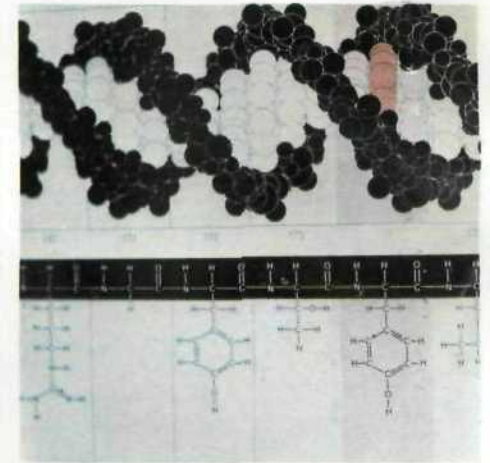






De manera similar a lo que ocurre con el lenguaje, donde a partir de 29 letras o moléculas elementales y siguiendo ciertas reglas gramaticales se forman sílabas, palabras y frases, se busca seleccionar aquellas formas elementales y básicas que combinándose entre sí articulen otras más complejas, con las que es posible desarrollar variados programas funcionales.

El pensamiento de Leoz, su escuela, aborda el problema de la arquitectura en general y el de la vivienda en particular, a partir de un replanteamiento del espacio arquitectónico, fundamentalmente desde un punto de vista geométrico-topológico para ordenar una teoría general que, superado su origen específicamente arquitectónico, permite conocer el origen y estructura de la Forma. Se trata, como dicen Turnbull y Sylvester; de "entender el significado de los invariantes, lo que representa un esfuerzo para reconocer lo que, por su forma, color, sentido, o lo que sea, es importante y significativo entre aquello otro que es solamente trivial, efímero o anecdótico. A cada uno de los "cuantos" invariantes va asociada una infinita variedad de otras formas que pueden engendrarse en ellos y flotando como una atmósfera a su alrededor, pero que, aunque estas existencias derivadas, estas emanaciones de la forma madre son infinitas, se ve que admiten ser obtenidas mediante composición o, por decirlo así, mediante mezclas de mezclas de un cierto y limitado número de formas fundamentales moviéndose por líneas maestras".



*Continuation de la Table
de 256 Permutations.*

193		200		207		214	
194		210		217		224	
195		211		220		227	
196		212		223		230	
197		213		226		233	
198		214		229		236	
199		215		232		239	
200		216		235		242	
201		217		238		245	
202		218		241		248	
203		219		244		251	
204		220		247		254	
205		221		250		257	
206		222		253		260	
207		223		256		263	
208		224		260		266	

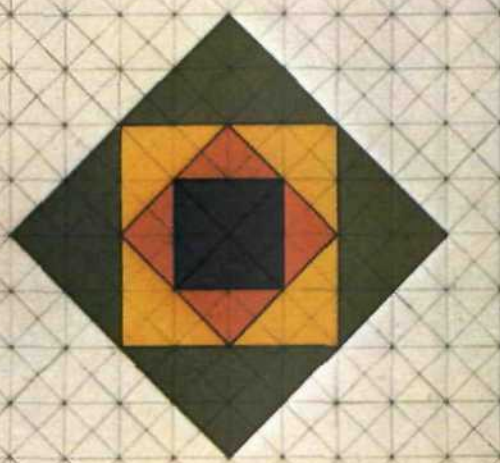
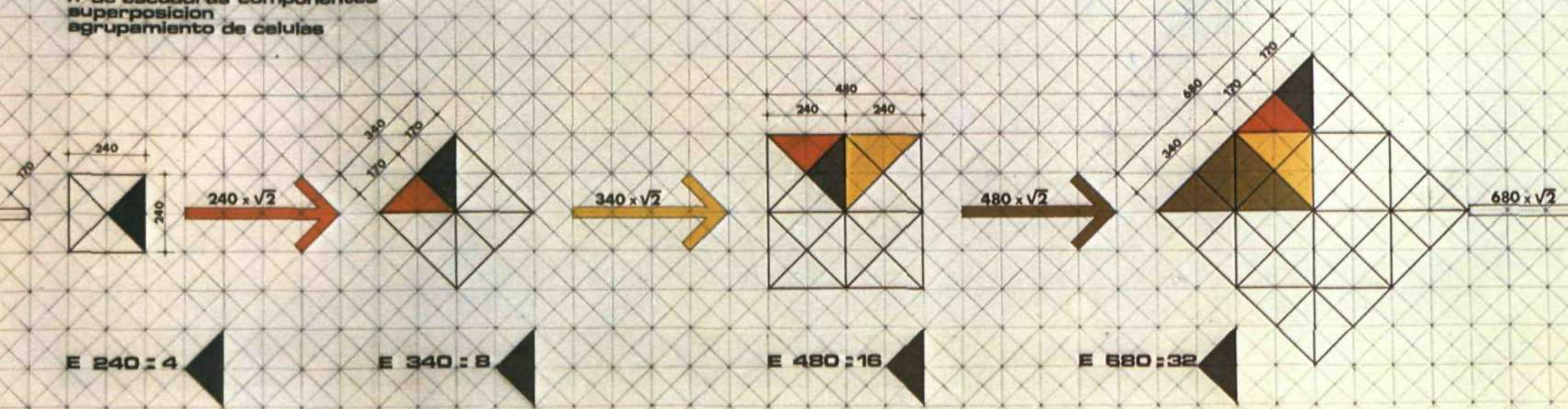
CONTINUATION DE LA TABLE
de 256 Permutations.

193 DDDD	209 DAAD	225 DBAD	241 DABB
194 DDDA	210 DBBD	226 DACD	242 DCBB
195 DDDB	211 DCCD	227 DCAD	243 DACC
196 DDDC	212 DDAB	228 DBCD	244 DBCC
197 DDAD	213 DDBA	229 DCBD	245 DABA
198 DDBD	214 DDBC	230 DAAA	246 DACA
199 DDCD	215 DDCB	231 DBBB	247 DBAB
200 DADD	216 DDAC	232 DCCC	248 DBCB
201 DBDD	217 DDCA	233 DAAB	249 DCAC
202 DCDD	218 DADB	234 DAAC	250 DCBC
203 DDAA	219 DBDA	235 DBBA	251 DABC
204 DDBB	220 DADC	236 DBBC	252 DCAB
205 DDCC	221 DCDA	237 DCCA	253 DCBA
206 DADA	222 DBDC	238 DCCB	254 DBAC
207 DBDB	223 DCDB	239 DBAA	255 DACB
208 DCDC	224 DABD	240 DCAA	256 DBCA

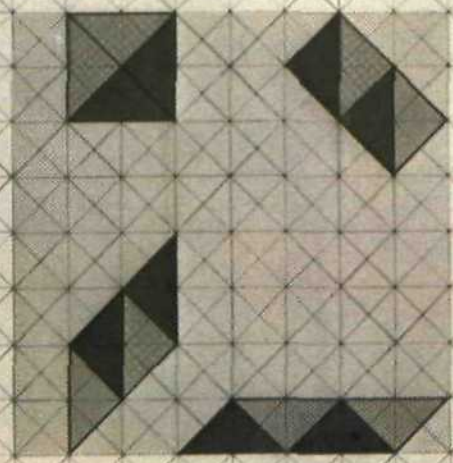
CELULAS BASICAS

SISTEMA DE LA ESCUADRA

dimensiones de las celulas
 situacion sobre la reticula
 n° de escuadras componentes
 superposicion
 agrupamiento de celulas



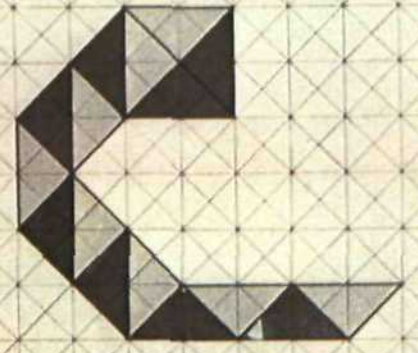
SUPERPOSICION DE CELULAS
 en funcion de $\sqrt{2}$



CELULAS BASICAS
 variantes de 4 escuadras

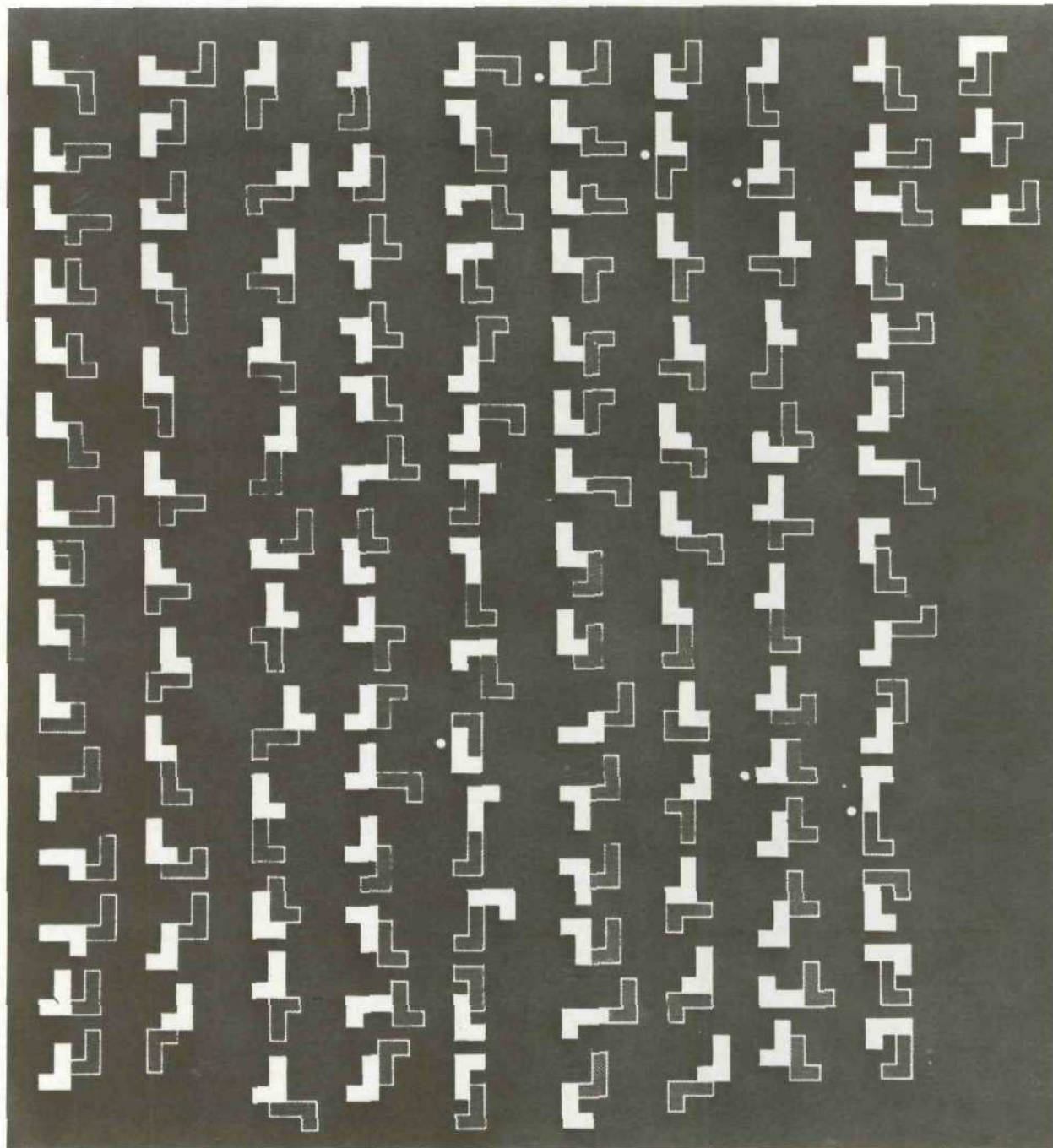


4 CELULAS IGUALES
 ≈ 1 modulo



4 CELULAS BASICAS
 ≈ 1 modulo

El módulo L, molécula asimétrica compuesta por el mínimo número de átomos iguales, que permite el máximo de posibilidades combinatorias, significó el detonante y la puesta en marcha de todo este proceso de investigación.



Es lo que ocurre, por otra parte, con el idioma, con la música, con la química y con la genética.

"El módulo de Leoz es tan importante para la arquitectura de hoy como lo fueron mis ideas de los años veinte al treinta."

Le Corbusier

"Viendo lo que presenta España en la Bienal de Sao Paulo, concretamente el nuevo módulo del Señor Leoz, pienso que la arquitectura española es la más honrada, equilibrada y sincera en este momento. Puede llegar a marcar toda una pauta."

Mies Van der Rohe

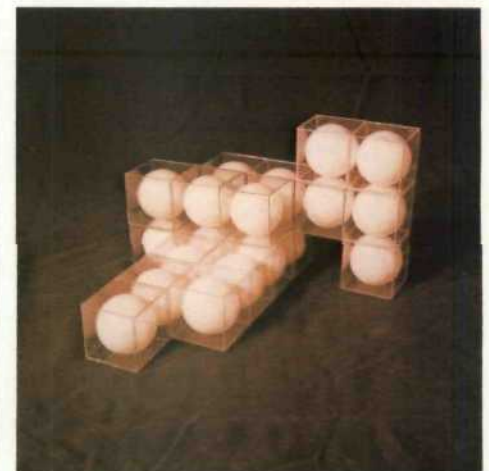
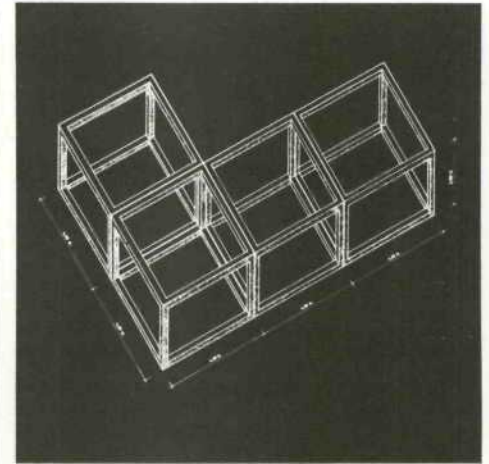
"Con las teorías de nuestro colega, cualquier buena arquitectura contemporánea es susceptible de ser reproducida e industrializada económicamente."

C. Candilis

"Admiro a un profesional como Leoz, que ha hecho una labor que nos enorgullece a todos. Hay que animarle en esa labor que hasta ahora ha sido de puro sacrificio, ya que no ha hecho más que iniciarla, pero con tal acierto que se ha dicho de él que se ha acercado a Platón. Su labor me parece muy seria, profundamente aplicable, con unas repercusiones excepcionales en nuestra manera de trabajar y en la industria que nos tiene que servir. Creo que este módulo va a encajar perfectamente en la labor que España tiene que realizar en el problema de la vivienda."

Creo que siguiendo estas orientaciones que nos ha dado podemos llegar a normas de utilización de los procedimientos constructivos que pueden hacer que la labor de Leoz sea histórica."

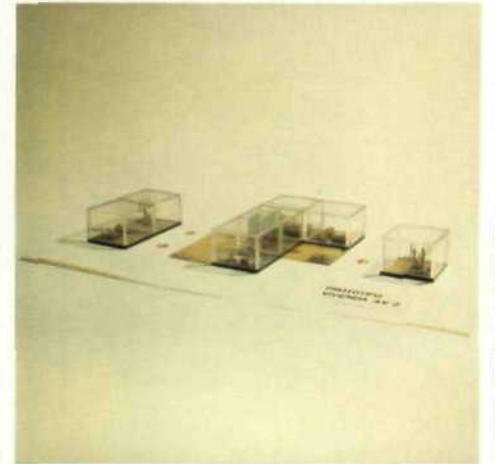
Secundino Zuazo

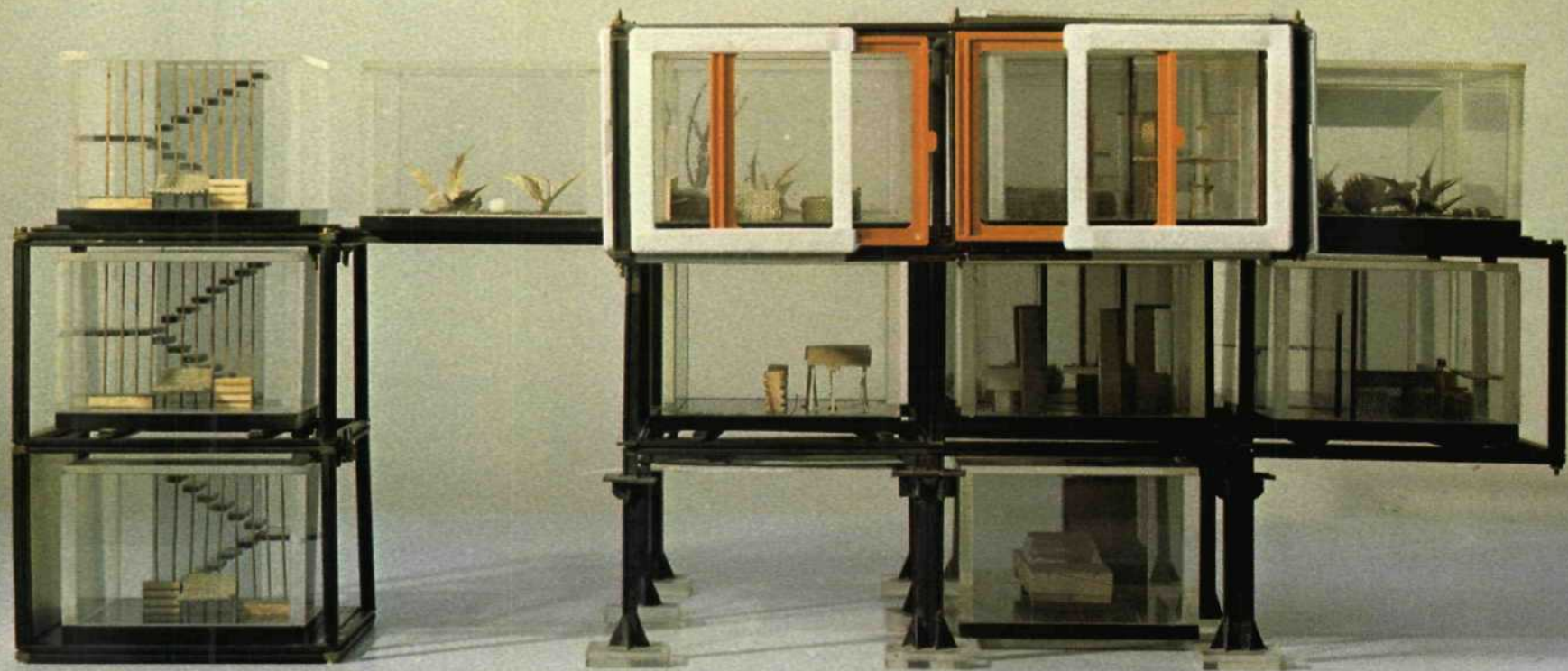


Existen, también, innumerables series de agrupaciones poliédricas moleculares, o ritmos, que con similares características son de aplicación específica en determinados casos.

Una vez encontradas unas redes para trabajar, se hace necesario el emplear grupos poliédricos, o moléculas poliédricas que nos permitan componer con rapidez y agilidad dentro del espacio "pautado" que disponemos. El encontrar la molécula y ritmo de composición más adecuado para el programa que se quiere desarrollar es problema del diseñador, que lo podrá buscar en base a estudios de equivolumetría o equisuperficialidad, o descomposición, particiones y secciones de poliedros, o agrupamiento de ellos, etcétera.

Se tendrán así mismo que establecer reglas y leyes de composición que, si son lo suficientemente inteligentes y adecuadas, en vez de rigidizar la composición nos proporcionan un amplio repertorio de formas y enlaces topológicos, de donde se escogerán los más óptimos por su belleza, funcionalidad y adaptación al problema planteado.





Estos ritmos, materializados a través de los productos más idóneos para cada caso, compatibles entre sí, a través de una geometría común permiten disponer de una gama infinita de modelos previos para desarrollar proyectos con la más absoluta libertad de creación.

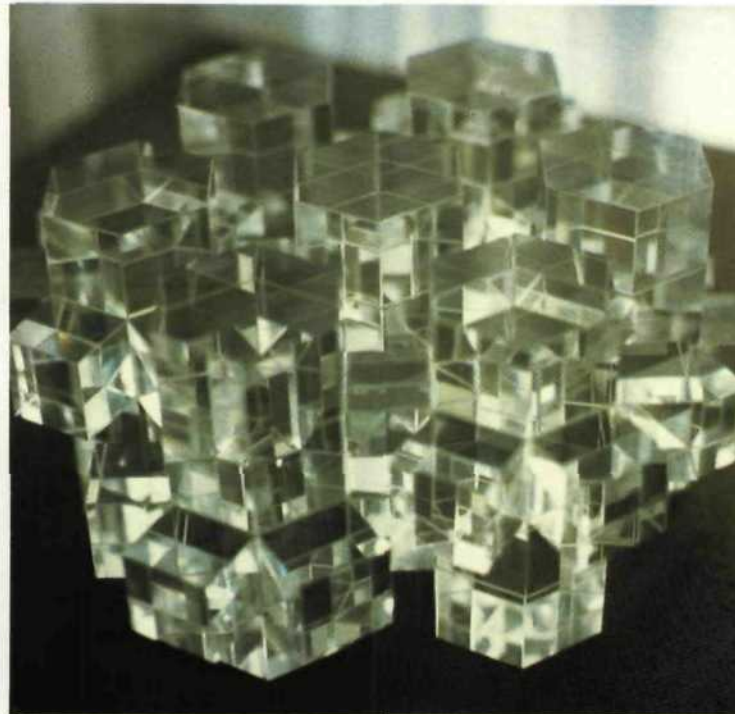
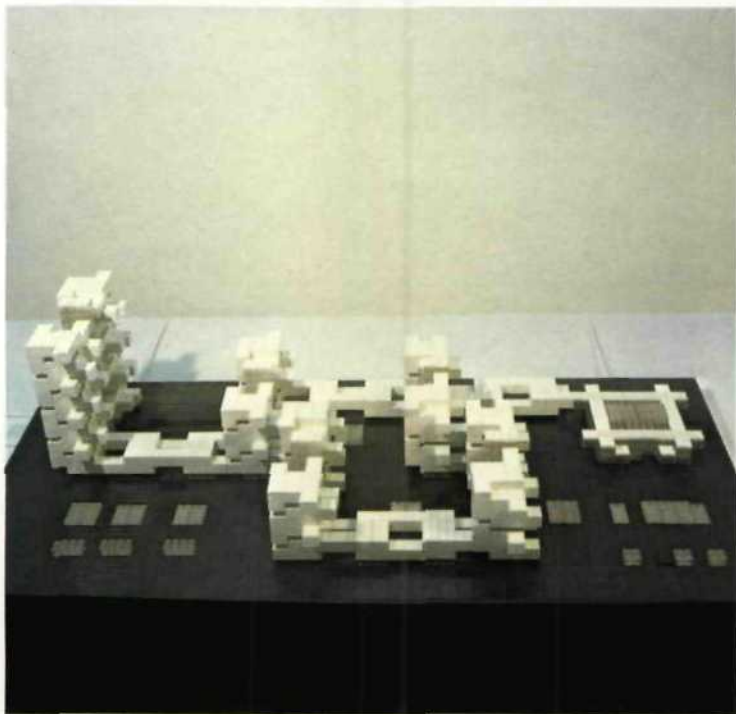
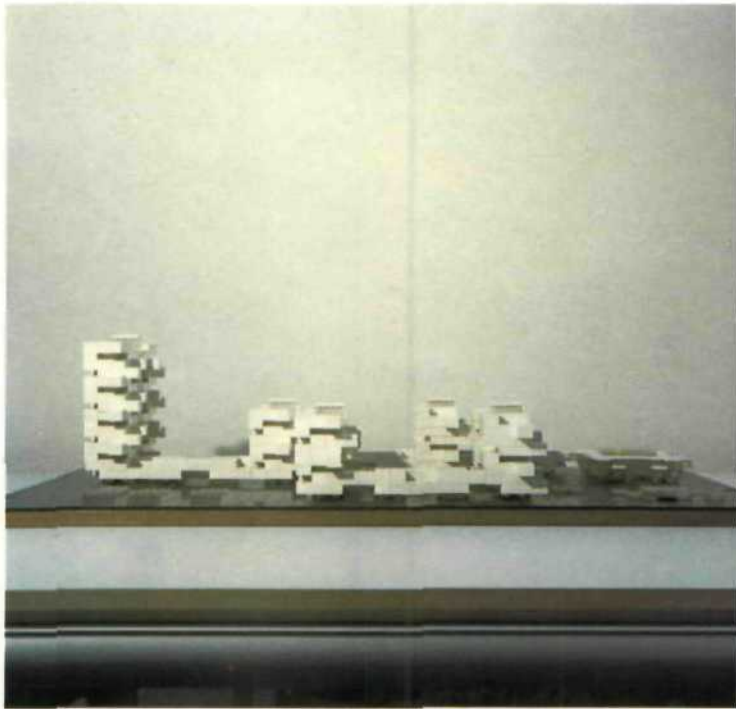
Sin esta sistematización, surgida de esos estudios, el arquitecto seguirá manejando una industria que le ofrece soluciones particulares y resueltas a priori, ya que ignora los principios básicos de una metodología que abarque la totalidad del proceso constructivo.

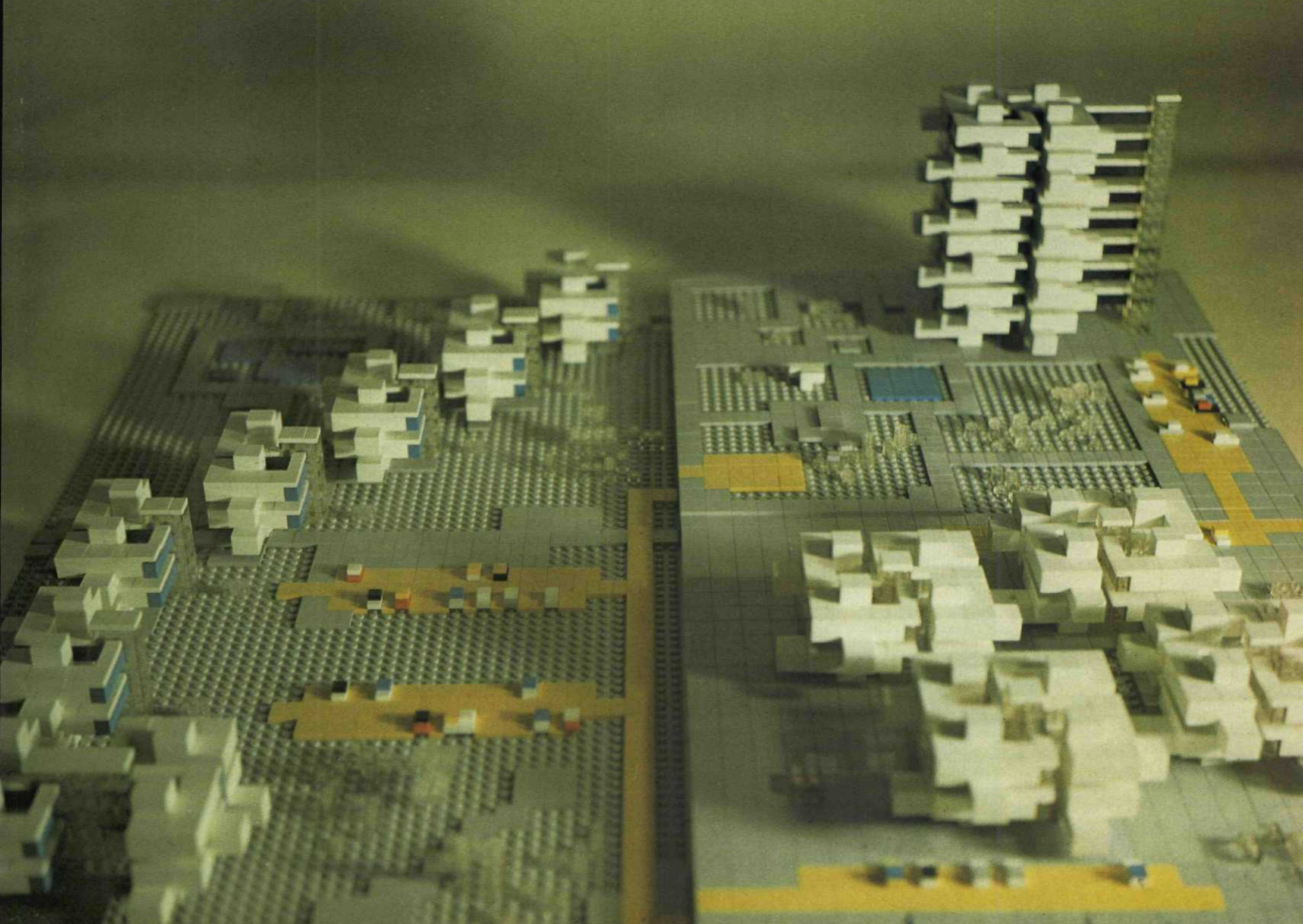
“El arquitecto va a encontrarse con que la industria ha resuelto una serie de facetas que lo descargan de caer en algunas preocupaciones marginales que ahora no le permiten soltar su imaginación a plenitud. En cambio, el día que todos esos problemas marginales los tenga resueltos, será más arquitecto que nunca, ya que lo que le preocupará será el ambiente local, el paisaje, el clima, la topografía del lugar donde va a construir, el ambiente dominante, la psicología colectiva.”

R. Leoz

Se trata, en suma, de aportar el orden y el espíritu arquitectónico a esos productos que salgan de la industria y que sean factibles de una combinatoria constructivo-espacial, que posibilite una calidad generosa en el producto final.







Para adaptar estos cuerpos teóricos a viviendas, necesitamos definir las partes que la constituyen:

- Llamamos célula al espacio interior habitable.
- Piel, a los planos que limitan dicho espacio interior y
- Macroestructura a la red que genera y ordena estos espacios.

Al analizar un edificio se pueden independizar tres grupos de elementos constructivos que, en algunos casos, pueden estar más o menos confundidos entre sí, pero que, de cualquier manera, se refieren a la solución de los problemas típicos y conviene individualizarlos para efectuar un correcto análisis y proponer soluciones que, desde un principio, consideren esta problemática desde su raíz.

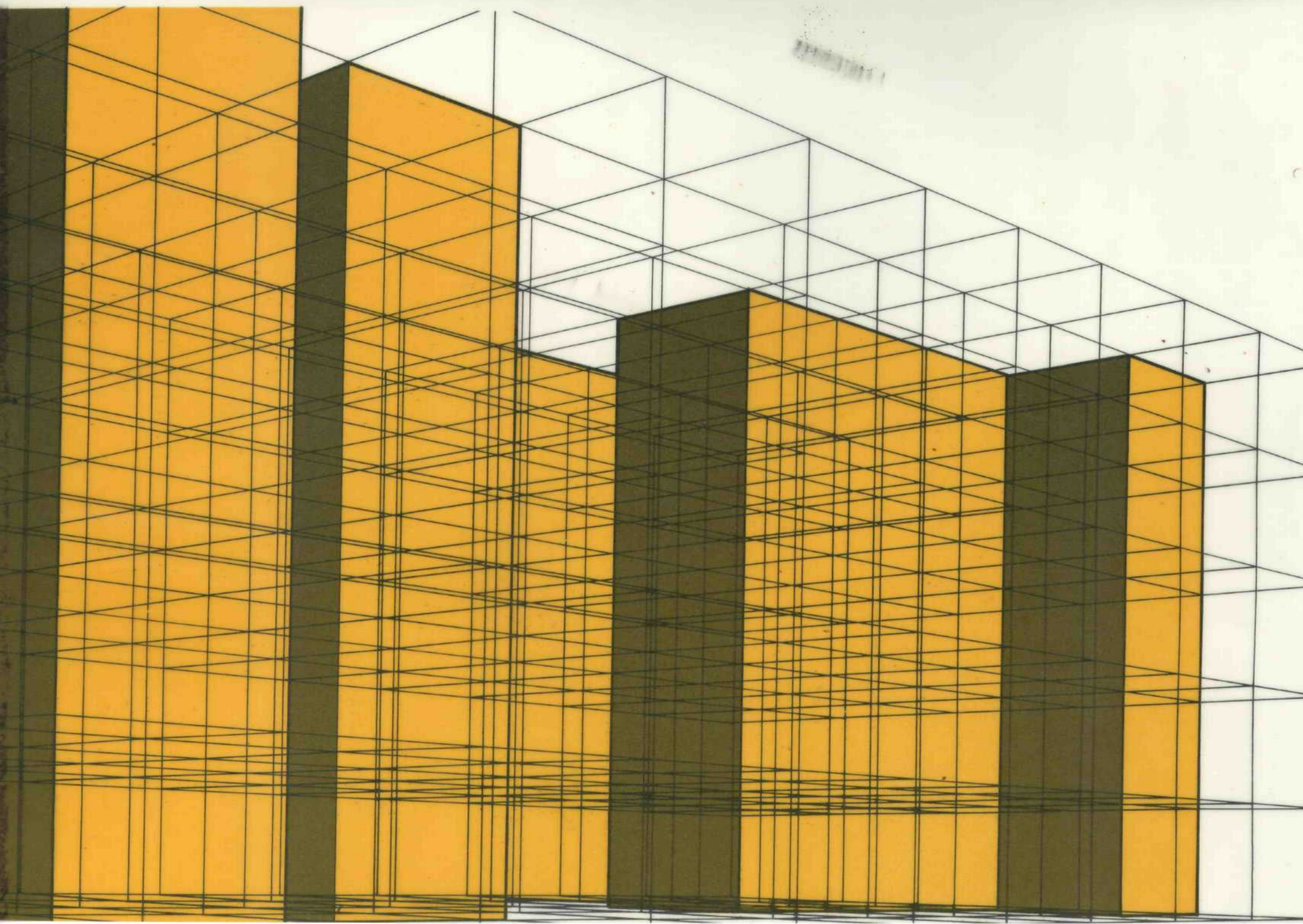
Estos tres grupos son:

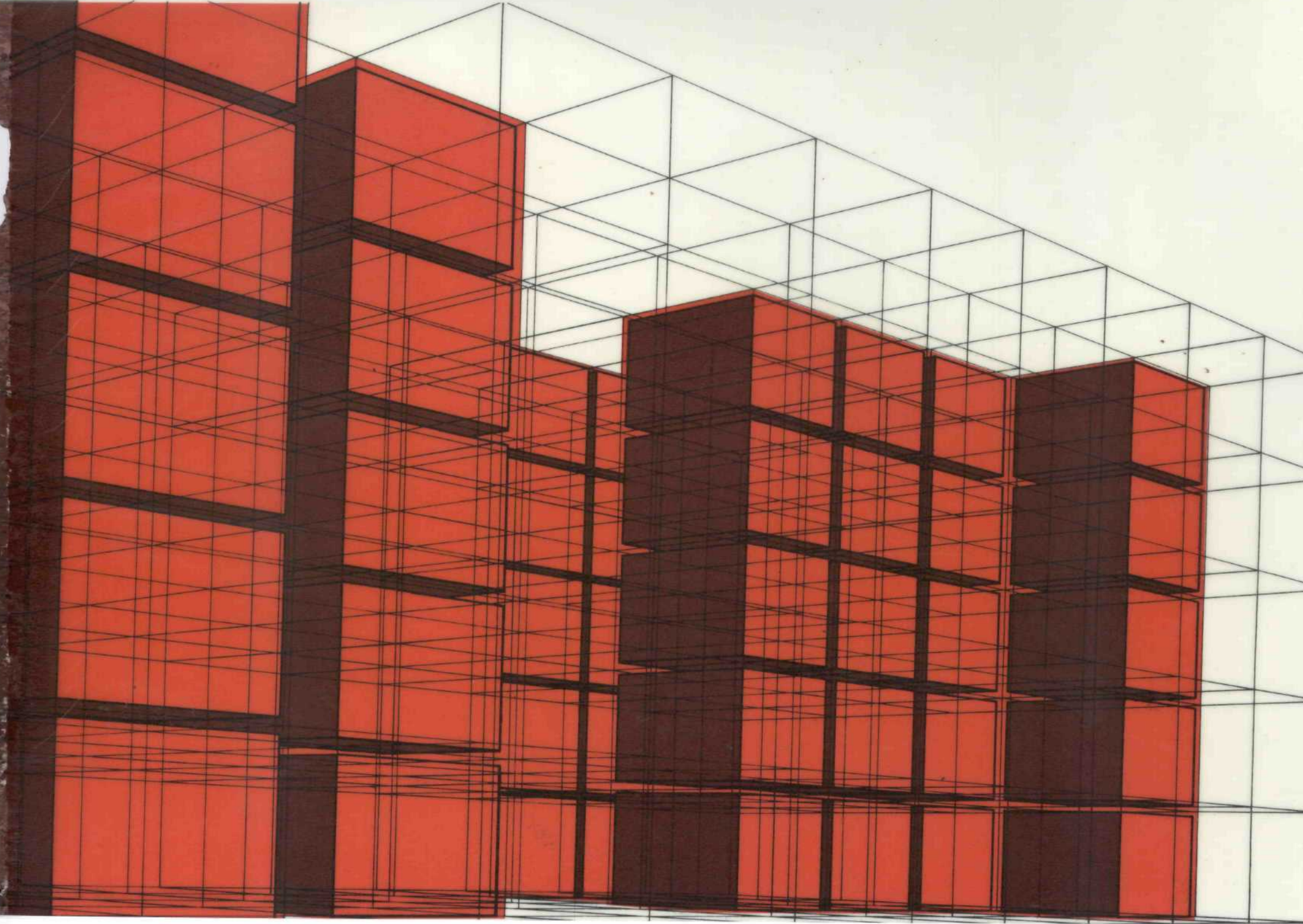
- La macroestructura: sustentación e instalaciones que sirven a la célula.
- La piel: protección y vinculación con el medio externo.
- La célula habitable: confort interior y equipamiento.

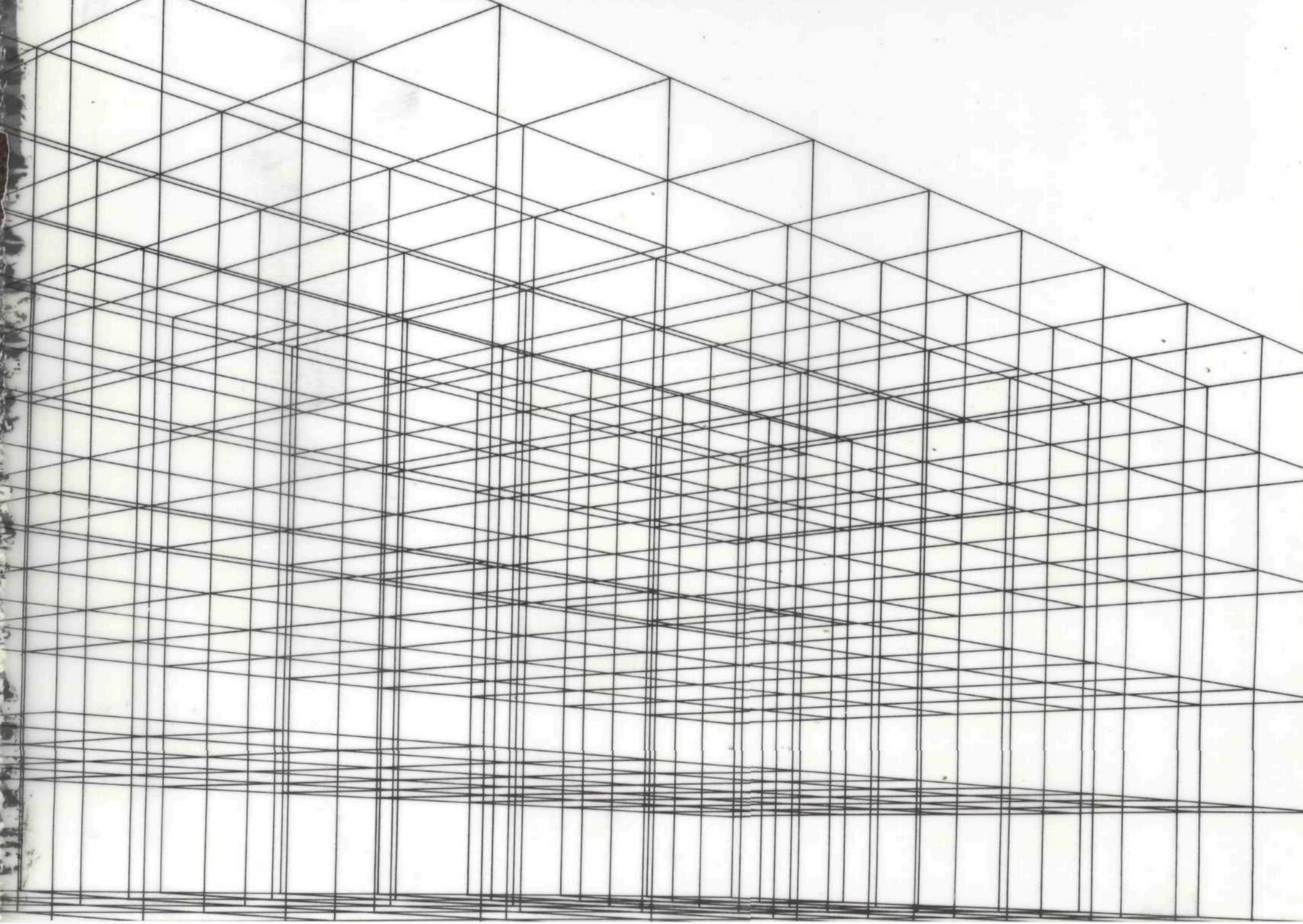
Desde este punto de vista, cada grupo se puede tratar específicamente, para acercarlo a los comportamientos óptimos. Al mismo tiempo queda claro que el nivel de industrialización de cualquiera de las partes no requiere inevitablemente la de las otras. Esta condición es fundamental si pretendemos incidir eficazmente desde este momento, en la construcción masiva de viviendas, ya que muchos métodos tradicionales siguen siendo más económicos y flexibles para resolver algunos de estos problemas.

"El aprovechamiento de las ideas enunciadas es tan útil a la construcción tradicional como a la prefabricada, pero el aprovechamiento que de ella puede hacerse crece, y adquiere su máxima relevancia, cuando los medios se industrializan y la tipificación, incluso en la fase proyecto, se convierte en necesaria."

R. Leoz









Esa red funciona como base, de forma similar a la gramática con las letras, palabras y frases de un mismo idioma. Sobre ella se ordenan los elementos constructivos para expresar ideas arquitectónicas.

Dado un problema cualquiera se pueden establecer "cuantos" espaciales, formales, constructivos, funcionales y de sistemas de relaciones, a partir de un estudio tipológico o de cualquier otro método que nos aproxime a estas definiciones. Al realizar esa determinación de "cuantos" es necesario hacer una interpretación de los datos, y aparecerá una intencionalidad que condicionará todo el proceso, al adjudicarle a una familia de cuerpos, a una trama determinada, el papel de ordenador general del sistema.

Luego de establecer estos "cuantos" el trabajo topológico permitirá una segunda aproximación a la resolución del problema, y de allí se podrán extraer conclusiones válidas para el diseño definitivo.

Como intento de esclarecer todos aquellos conceptos que afectan —o son consecuencia— al proceso de creación arquitectónica, nos encontramos con la necesidad de ejemplificar la forma en que intervienen, en el momento de proyectar, los principios teóricos acotados.

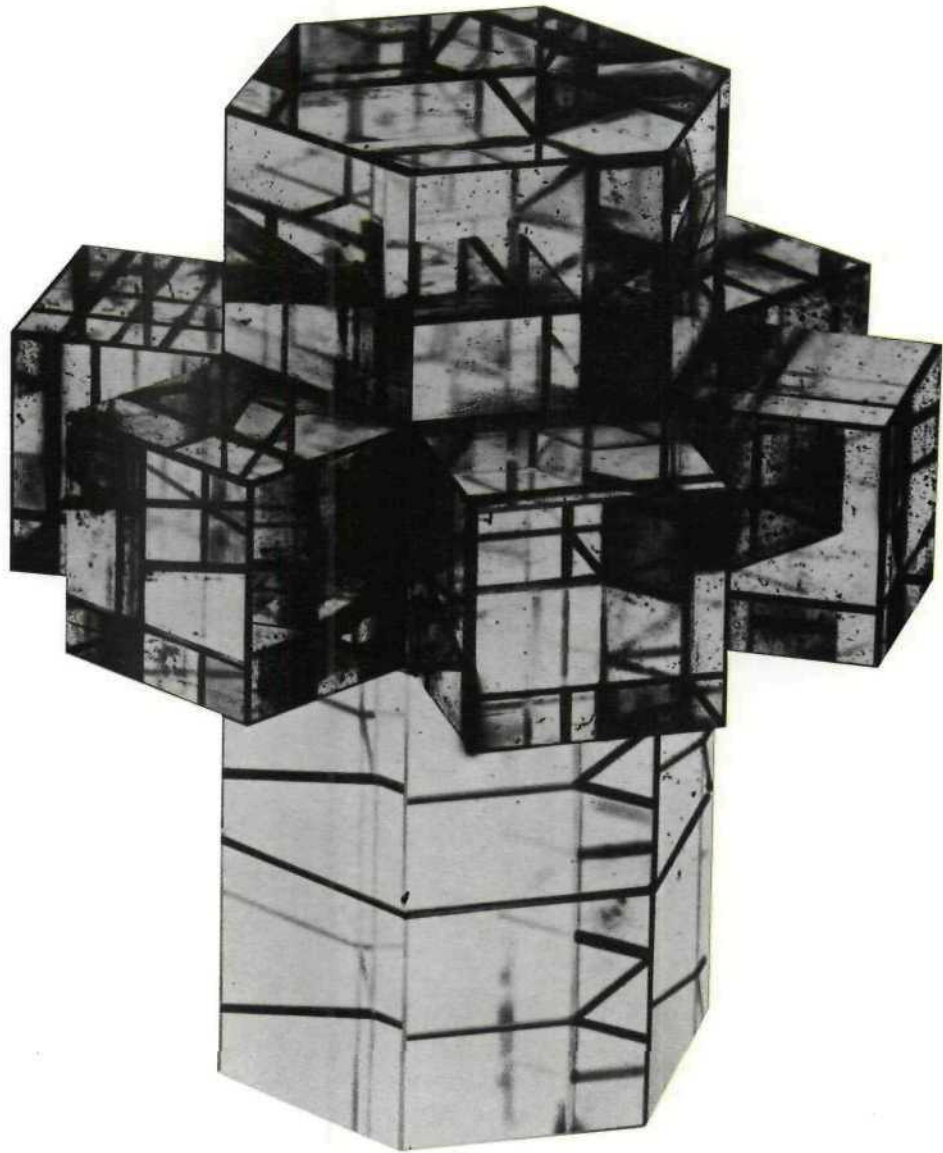
Descontamos la existencia de un respaldo suministrado por una intensa reflexión en la práctica arquitectónica: conocimiento, intencionalidad, generosidad, sentido común.

Intentamos conectar, "ordenar" en lo esencial todo resultado válido obtenido por el análisis del problema —programa— que tenemos entre manos. Es de hacer notar que no estamos haciendo un proceso que va de un particular programa a una particular solución. Estamos planteando la necesidad de buscar soluciones típicas, de obtener un repertorio codificable de células y agrupamientos, que sugieran todo el orden hallado en un sistema que nos ofrezca la mayor diversidad con la menor cantidad de células diferentes.

Encontraremos, en un programa, cierto tipo de elementos del diseño que por sus medidas, función, lugar y cantidad de veces que se repiten en él, son susceptibles de ordenarse en distintos esquemas formales, "partido", pero por sobre esta aparente diversidad sin límites nuestras necesidades, los distintos requerimientos de uso, los condicionantes del sitio, las superficies con que contamos, etc., precipitarán un esquema primario sobre el cual se podrá operar, codificando y sistematizando los distintos elementos espaciales que queremos estructurar en otros elementos constructivos.

Considerando que todos los elementos constructivos que de cualquier manera inciden en la materialización del espacio arquitectónico pueden ser considerados como "cuerpos geométricos macizos", y dicho espacio como "cuerpos geométricos vacíos", es evidente que podremos organizar toda la construcción del medio físico como una suma o una división modular, donde los vacíos y los llenos participan del mismo régimen geométrico.

APLICACIONES DE LA METODOLOGIA DE DISEÑO

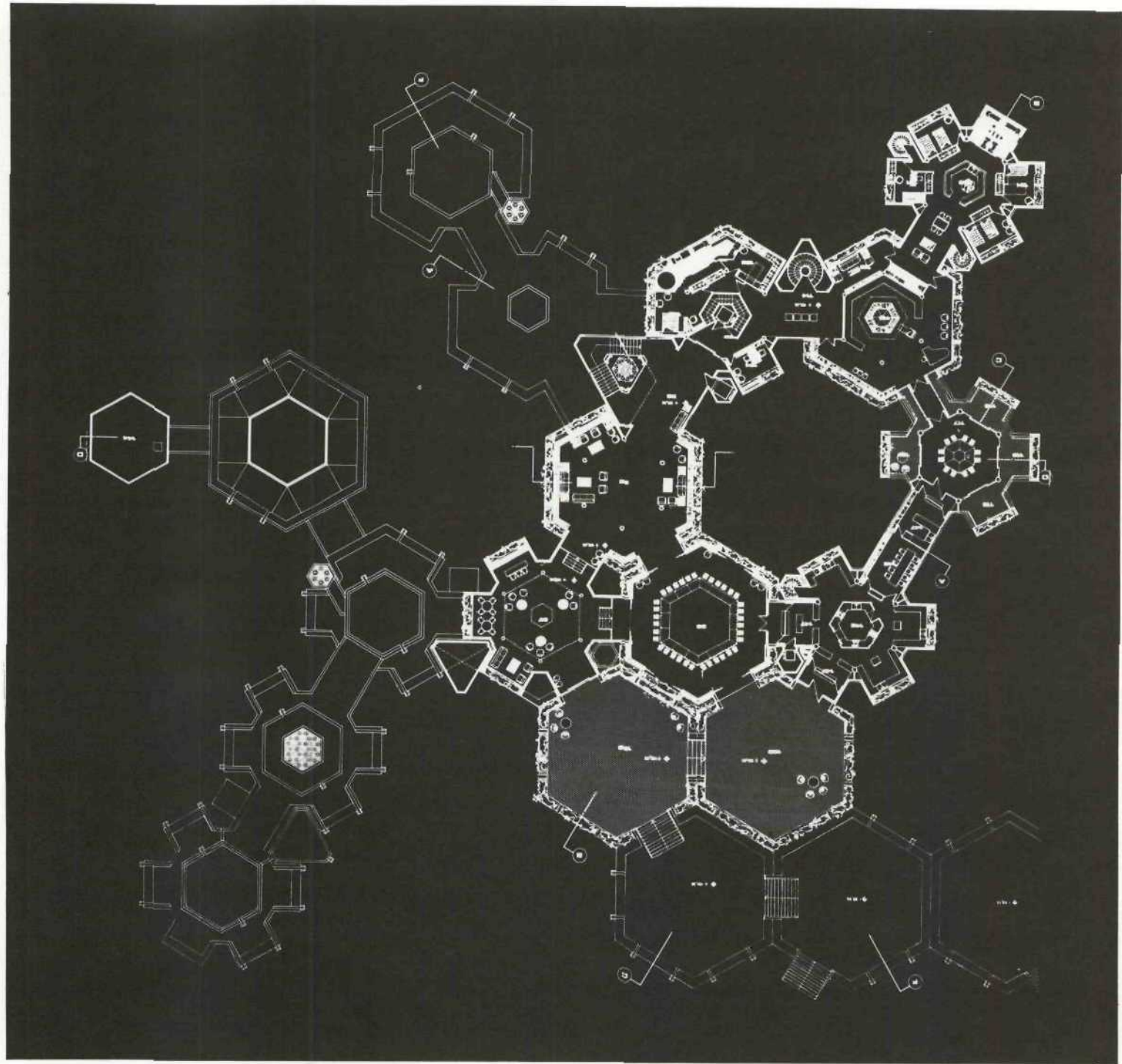


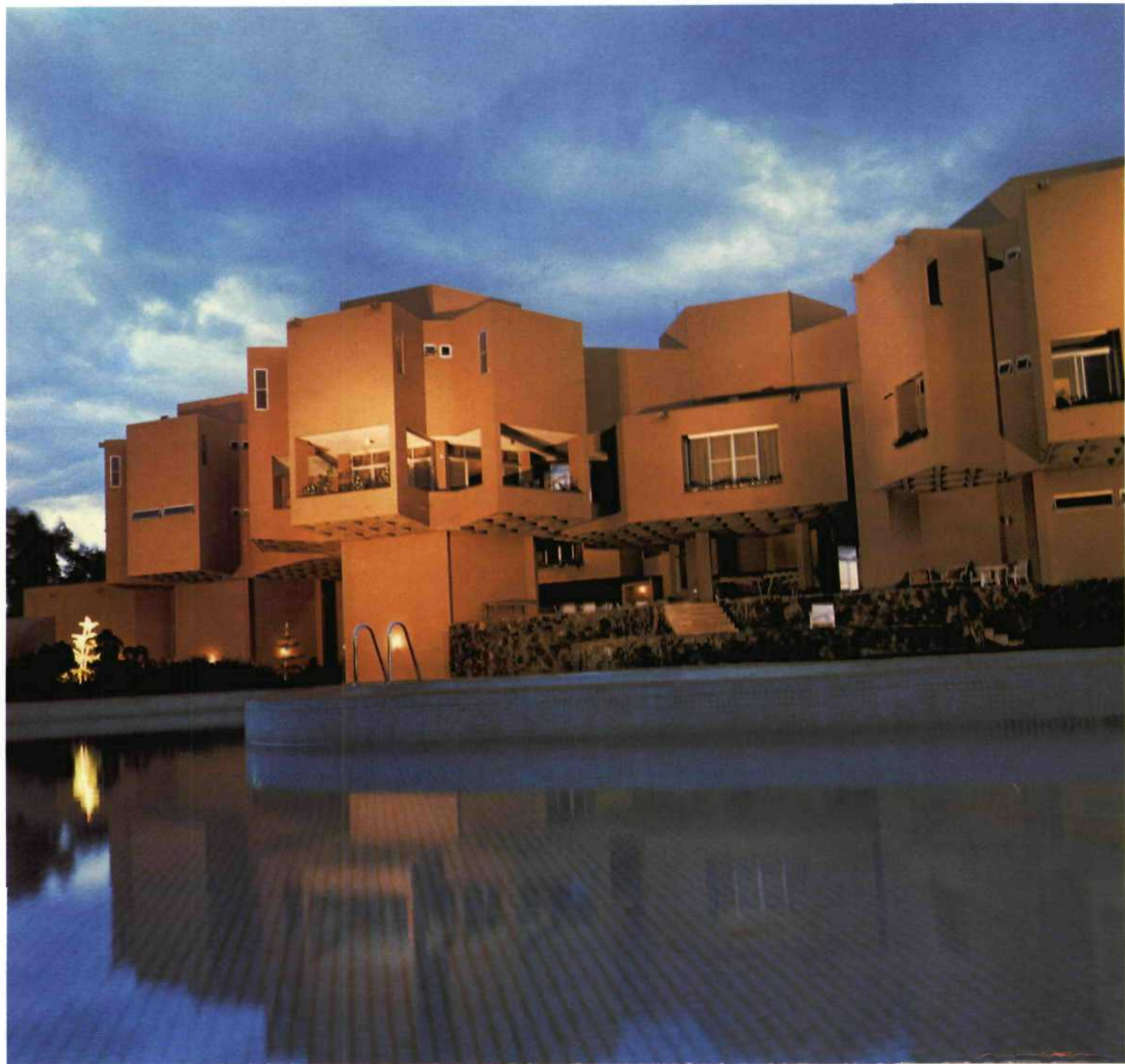
En febrero de 1969 se constituyó la Fundación Rafael Leoz que, pese a la desaparición de su fundador, continúa su obra consolidando este camino. Se pretende replantear la problemática de la construcción, tanto en el aspecto técnico como humanístico.

Rafael Leoz, y actualmente la Fundación, demuestran que dichas teorías son aplicables a realizaciones tan variadas, conceptual y técnicamente, como viviendas sociales, urbanismo, escuelas, pabellones desmontables, edificios públicos, barracones militares, esculturas, diseño textil, joyas, vidrieras, etcétera.

“Lo mismo de riguroso o de inexacto es partir en nuestro trabajo, desde el punto de vista de la programación y del comportamiento humano para llegar al diseño, que basarse en sistemas espaciales topológicos, tan generales y elásticos que den, a priori, la seguridad de poder ser adaptados, a posteriori, a todas las necesidades que se nos planteen. Desde luego, actualmente este último camino ha sido mucho más eficaz para nosotros que el anterior; al menos en los trabajos que hemos realizado hasta ahora.”

R. Leoz

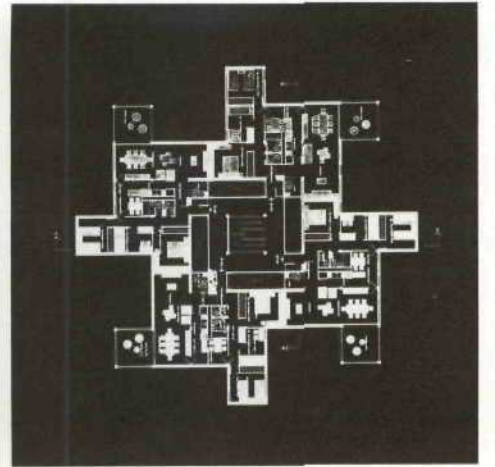


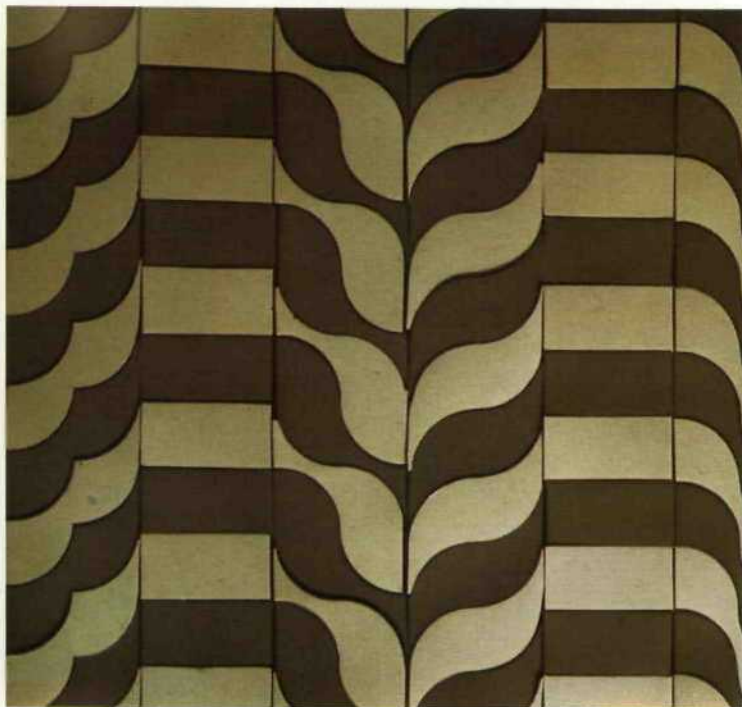
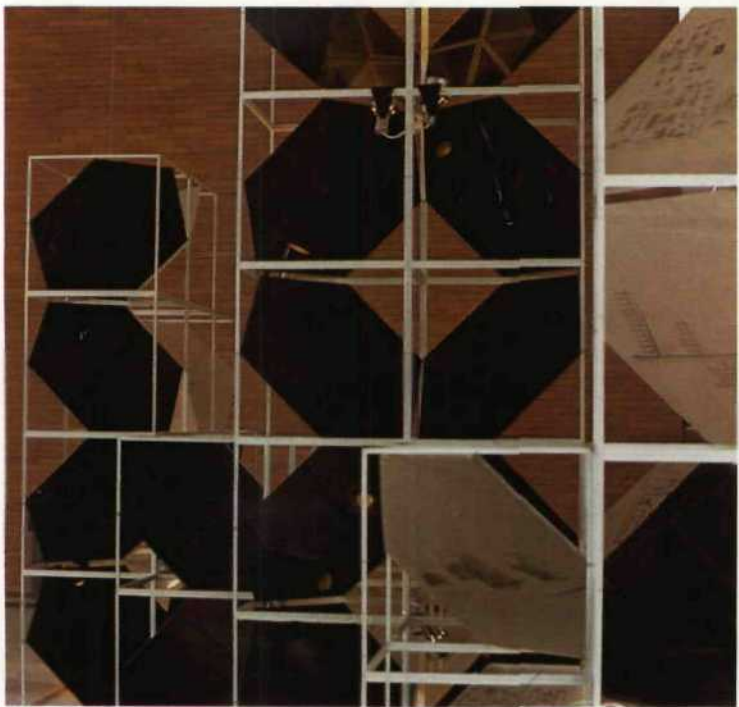
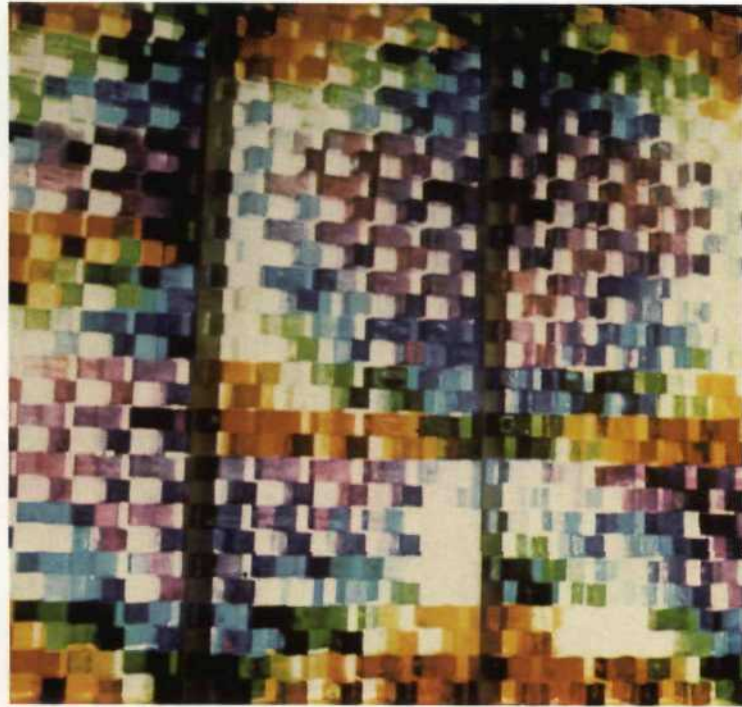


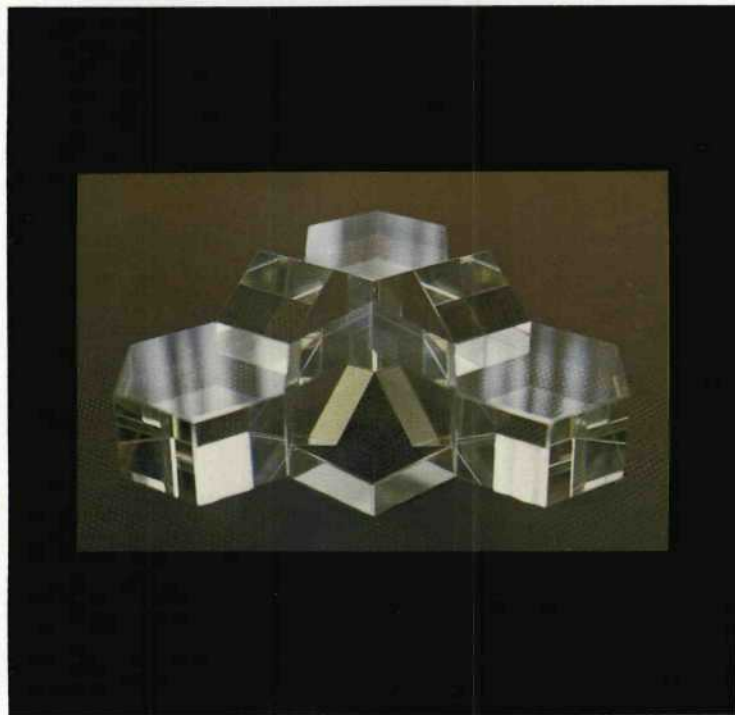


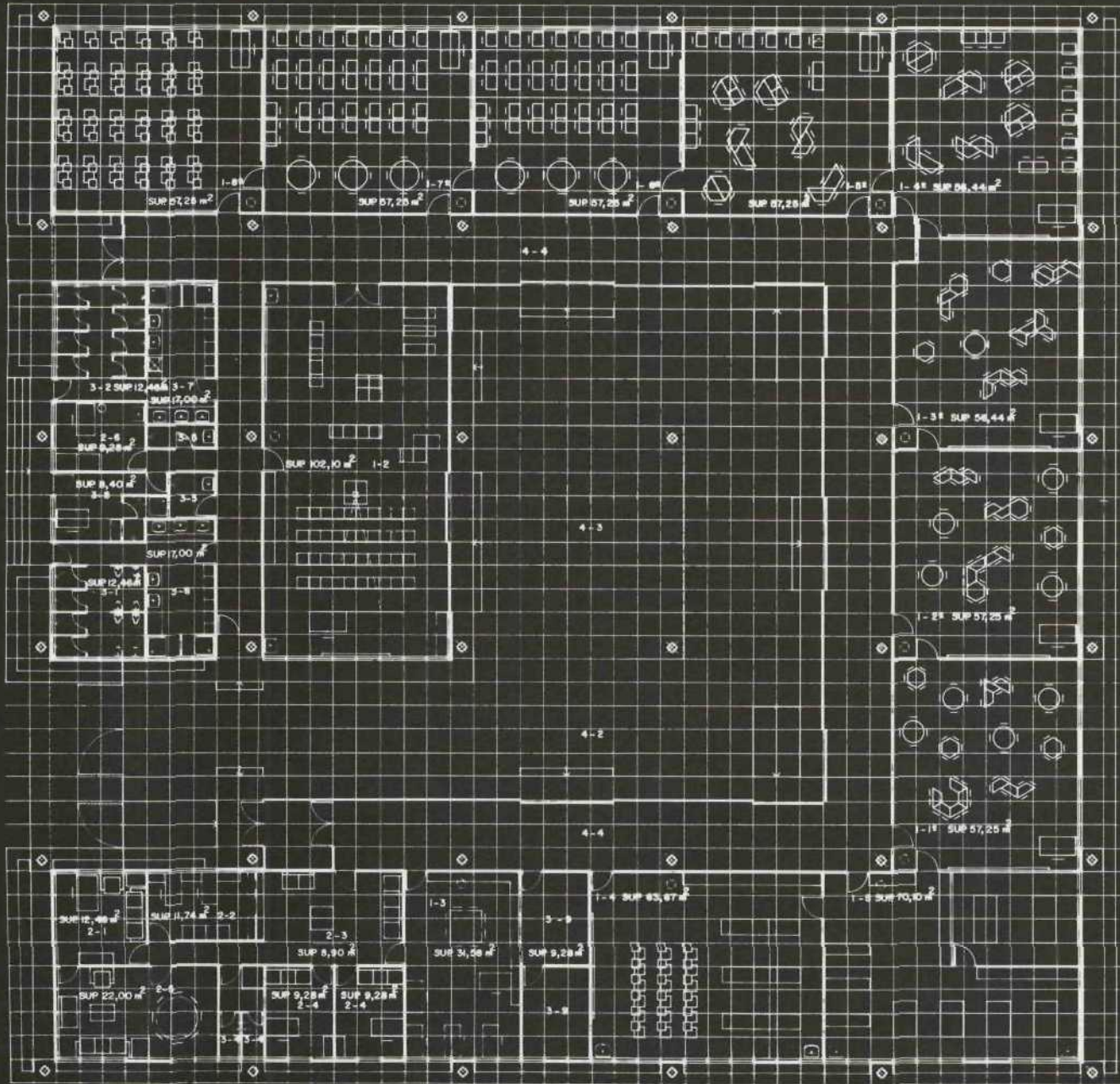




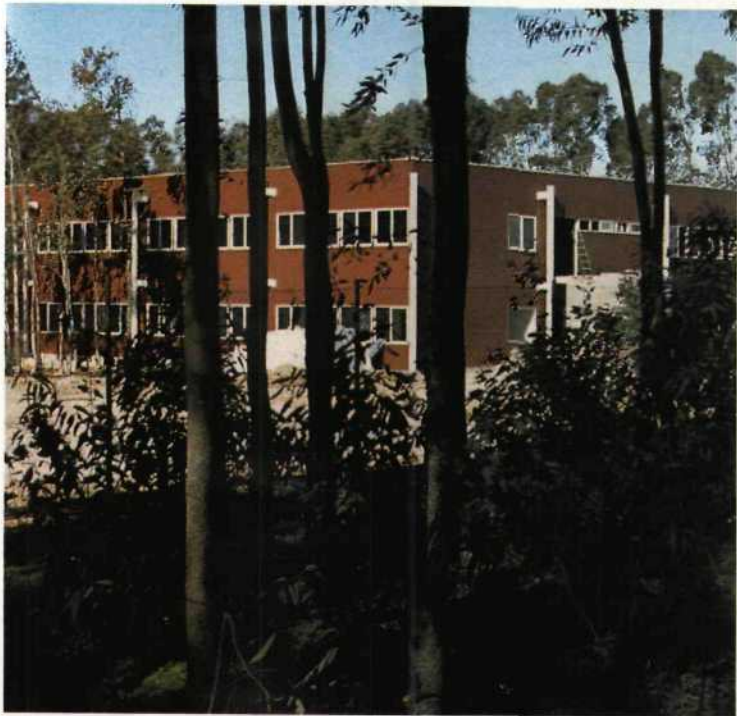




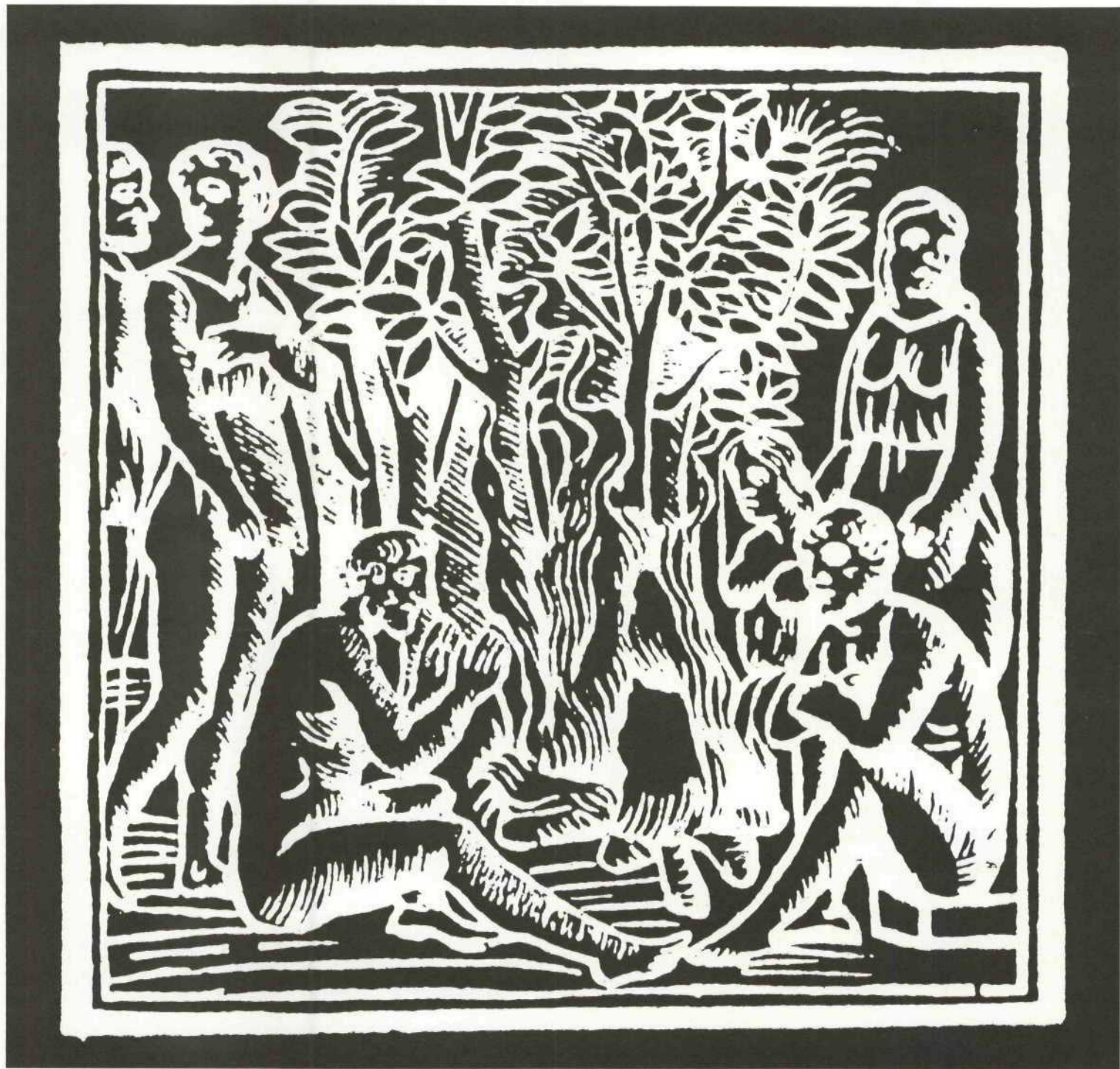












Actualmente se profundiza como debe ser la vivienda en diferentes condiciones culturales, climatológicas, geográficas, sociales, económicas y técnicas.

En el estudio del ser humano como componente social pueden distinguirse tendencias o actitudes aparentemente contradictorias, en un análisis funcional de su comportamiento. Sin embargo, en la medida que sepamos interpretar estos comportamientos es que llegaremos a dar propuestas arquitectónicas factibles de adaptarse a las necesidades psicofísicas del usuario.

La ciudad debe ser considerada como una macroestructura y la vivienda como la célula en donde ha de buscarse una protección y un confort para el usuario individual y colectivo, de forma integral y armónica entre las partes componentes; por tanto, el continente arquitectónico y urbanístico ha de ser la resultante del estudio del ser social como una entidad dinámica y con requerimientos diversos (sociológicos, fisiológicos, antropológicos, etc.).

LA INDUSTRIA

HAY QUE COMPAGINAR LA ARQUITECTURA COMO BELLA ARTE Y CIENCIA HUMANISTICA CON LAS
POSIBILIDADES DE LA GRAN INDUSTRIA CONTEMPORANEA

Rafael Leoz

De estas investigaciones y del análisis de la situación actual de la industria de la construcción se desprende la necesidad de actuar conjuntamente.

"Hasta el presente, los intentos de la industrialización de la construcción han sido hechos por caminos equivocados. Casi siempre se ha partido de unos detalles constructivos, realizados a través de técnicas diferenciadas; y a partir de esos detalles —algunos ingeniosamente bien resueltos— se ha pretendido, sin otras consideraciones, hacer arquitectura. Naturalmente, los resultados alcanzados no han sido alentadores, y hasta tal punto ha sido así que, en algunos casos, se ha intentado "a posteriori" disfrazar de arquitectura un defecto vergonzoso que debía ocultarse."

R. Leoz

Es imprescindible desarrollar una metodología de trabajo en equipo, que sienta las bases para coordinar el esfuerzo en beneficio común.

“Dentro de este camino, que de manera apremiante hemos de emprender todos juntos, lo primero que hay que resolver, en colaboración con la industria, es la seriación, normalización y sistematización de los elementos que, combinados luego por nosotros, compondrán los conjuntos arquitectónicos, y simultáneamente, aunque en un escalón de más altura, acometer, no como aficionados, sino con el rigor con que trabajan los físicos o los matemáticos, la búsqueda de aquellos instrumentos que permitan un progresivo avance sobre nuestros objetivos.

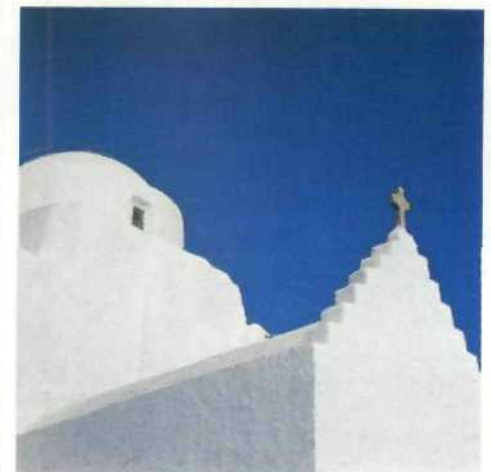
Esta labor, naturalmente, no la podrá hacer el arquitecto aislado, sino respaldado por equipos competentes que, con humildad, constancia y eficacia, acometan el trabajo con el mismo espíritu que a otras técnicas les llevó a resolver, maravillosa e ingeniosamente, los tremendos problemas con los que se han enfrentado en lo que va de siglo.”

R. Leoz

Queda en claro que la práctica de esta forma de diseñar, debe estar incluida en un proceso no ajeno al de la organización industrial, para así poder favorecer la intervención de esos equipos en la elaboración y programación de esos elementos que convendrán al sistema que queremos coordinar. Luego vendrá la fabricación de esos elementos sistematizados.

“Ni un automóvil, ni un nuevo barrio, ni una máquina de afeitar, ni una nevera, ni una cápsula espacial pueden seguir —ni siquiera en los aspectos más epidérmicos de la forma— un proceso de creación parecido al de la vasija del alfarero o al del igloo del esquimal.”

Oriol Bohigas





Como primer paso es necesaria la elaboración de una serie de convenios por sectores, apoyados por una investigación conjunta; con la participación activa de organismos oficiales.

Al considerar los problemas que hacen a la construcción del habitat, debemos tener en cuenta que muchos elementos constructivos independientes, realizados por diversos sectores industriales, conforman los edificios.

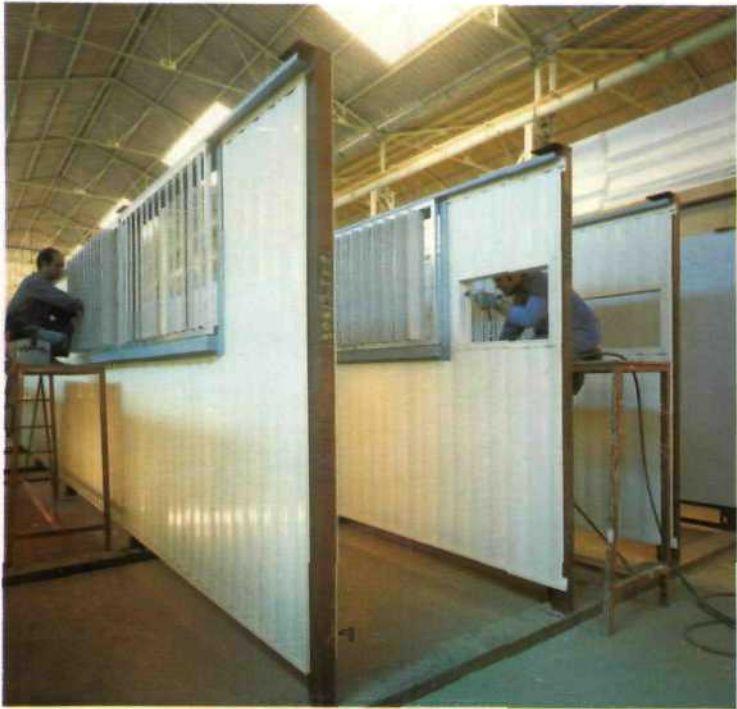
Por un lado existe el grupo de la fabricación de materiales y componentes, y por el otro, el de montaje y acoplamiento de estos, generalmente "in situ".

Estas dos básicas industrias, más finamente analizadas, están integradas por muy diversas especialidades y sectores. Existe, en consecuencia, una dispersión de responsabilidades cuya suma no constituye la verdadera responsabilidad que el producto acabado exige.

Cada participante puede cumplir al máximo con su responsabilidad, sin que por ello se satisfagan los requerimientos de la responsabilidad de la totalidad del proceso. Incluso, en ocasiones, esta optimización parcial puede ser contraproducente en relación a la totalidad. La mejor situación total, debe preponderar sobre las soluciones parciales, debe abarcarlas.

Este proceso podría tener solución, integrándolo en una sola empresa, y de hecho, existen numerosas experiencias de esto que ha dado en llamarse "prefabricación cerrada".

Pero el camino realmente fecundo será el que abarque toda la industria, manteniendo el nivel de especificidad, de desintegración y división del trabajo que se desee, con toda la competitividad que ello implica y que servirá de acicate para el perfeccionamiento progresivo de las partes, al mismo tiempo que del producto final.







SAINCO
64ED11L-2 8-77

4116R-001-471 0597Z

4116R-001-471 0597Z

4116R-001-471 0597Z

4116R-001-471 0597Z

4116R-001-471 0597Z

4116R-001-471 0597Z

4116R-001-471 0597Z

4116R-001-471 0597Z

F 40014BPC
7740
INDONESIA

F 40014BPC
7740
INDONESIA

F 40014BPC
7740
INDONESIA

F 40014BPC
7740
INDONESIA

F 40014BPC
7740
INDONESIA

F 40014BPC
7740
INDONESIA

F 40014BPC
7740
INDONESIA

F 40014BPC
7740
INDONESIA

F 40014BPC
7740
INDONESIA

F 40014BPC
7740
INDONESIA

F 40014BPC
7740
INDONESIA

SN74LS365N
F 7735

SN74LS365N
F 7735

SN74LS365N
F 7735

SN74LS365N
F 7735

SN74LS365N
F 7735

SN74LS365N
F 7735

SN74LS365N
F 7735

SN74LS365N
F 7735

SN74LS365N
F 7735

SN74LS365N
F 7735

SN74LS365N
F 7735

SN74LS00N
7734

SN74LS00N
7734

SN74LS00N
7734

SN74LS00N
7734

SN74LS00N
7734

SN74LS00N
7734

SN74LS00N
7734

SN74LS00N
7734

SN74LS00N
7734

SN74LS00N
7734

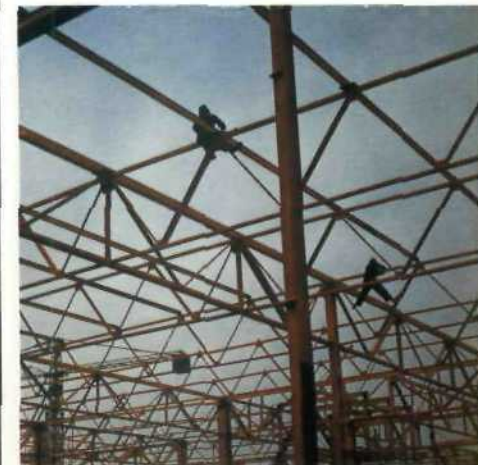
SN74LS00N
7734

A estos convenios, la investigación aportará sus conocimientos sobre el espacio arquitectónico y necesidades humanas en relación con la vivienda y el habitat. La industria, sus conocimientos tecnológicos de producción y montaje. Se establecerán unos acuerdos dimensionales de tolerancia, de montaje, de comercialización, etc., para posibilitar una interrelación coherente de los diversos componentes.

Convenio entre las industrias que dedican su actividad a la *macroestructura*, entendiendo por macroestructura el macrosistema que organiza espacialmente a todos los elementos portantes.

Convenio entre las industrias que dedican su actividad a la *piel*, entendiendo por piel al macrosistema que engloba los sistemas que definen y relacionan el interior y el exterior de un edificio.

Convenio entre las industrias que dedican su actividad a la *célula*, entendiendo por célula al macrosistema que engloba los elementos que constituyen el espacio habitable y registrable que dan servicio a la vivienda.



Con estos tres convenios, se trabajará en un convenio general que los coordine entre sí. Este, revertirá sobre los convenios parciales a modo de normativa, nacida de la iniciativa de todos sus miembros.

Cada productor que participe en esta empresa común, seleccionará sus productos para que cumplan las especificaciones de la normativa: montaje, dimensiones, aspectos comerciales, etc., para incluirlos en un catálogo de componentes industrializados compatibles.

Este catálogo llegará a manos de diseñadores y constructores, siendo la herramienta básica que permitirá que exista un idioma común entre industria y arquitectura que todos manejen.

Un catálogo abierto a nuevas aportaciones, que permitirá un conocimiento ordenado, claro y actualizado de las técnicas coordinadas de producción y montaje. Así, la industria, a través de sus distintos sectores, podrá servir con mayor eficacia a la construcción del hábitat.

ORGANISMOS OFICIALES
INVESTIGACIÓN

INDUSTRIA

MACROESTRUCTURA

CONVENIO

CIENCIA

INDUSTRIA

espacio registrable

INDUSTRIALES

CONVENIO

ELEMENTOS

DE

GENERAL

CONVENIO

CATALOGO

EQUIPO
ARQUITECTO
URBANISTA

TECNOLOGIA

EL
HOMBRE

INDUSTRIA

CELULA

espacio habitable

COMPATIBLES

CONVENIO

GENERAL

CONVENIO

CATALOGO

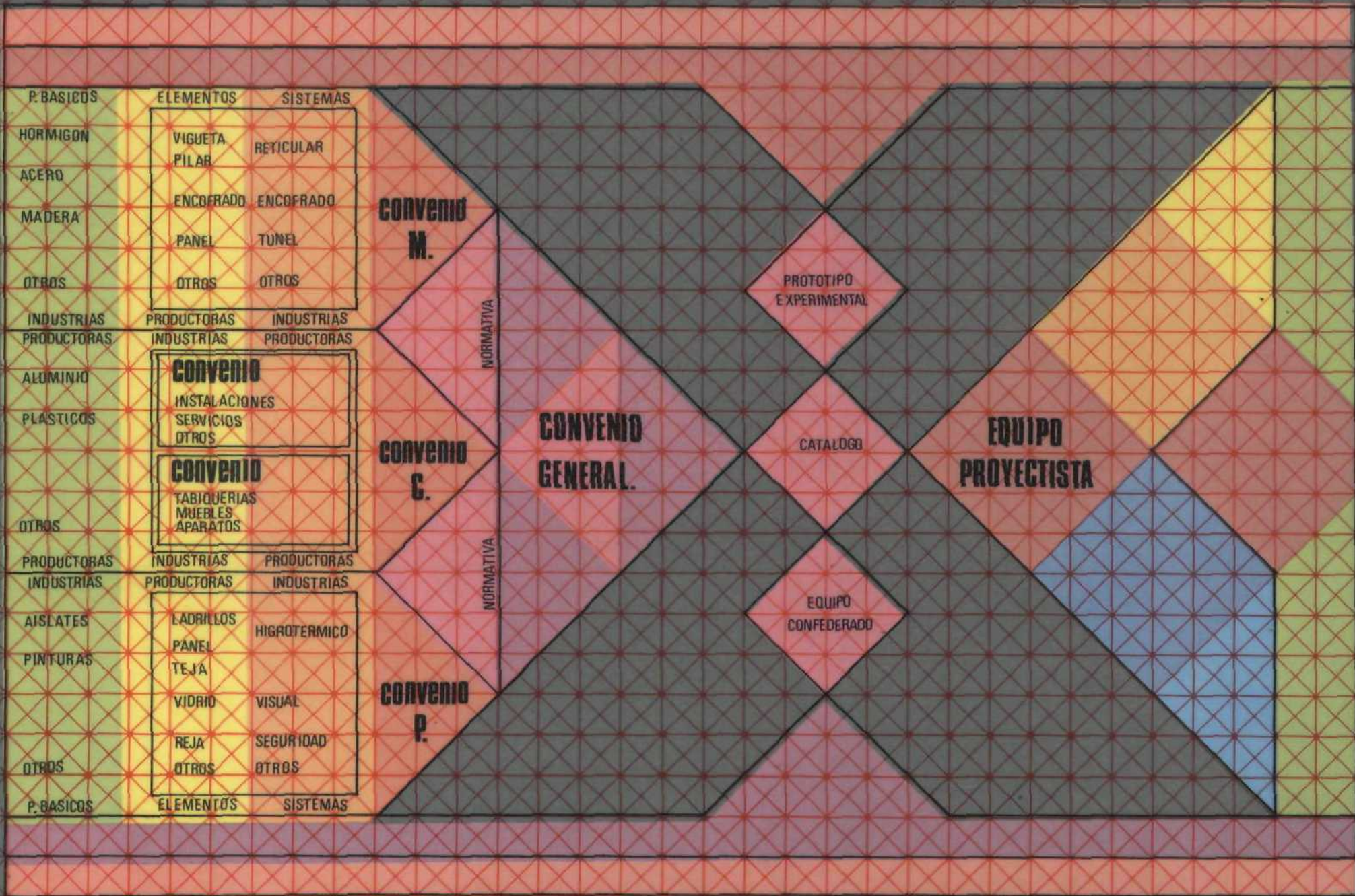
HUMANISTICA

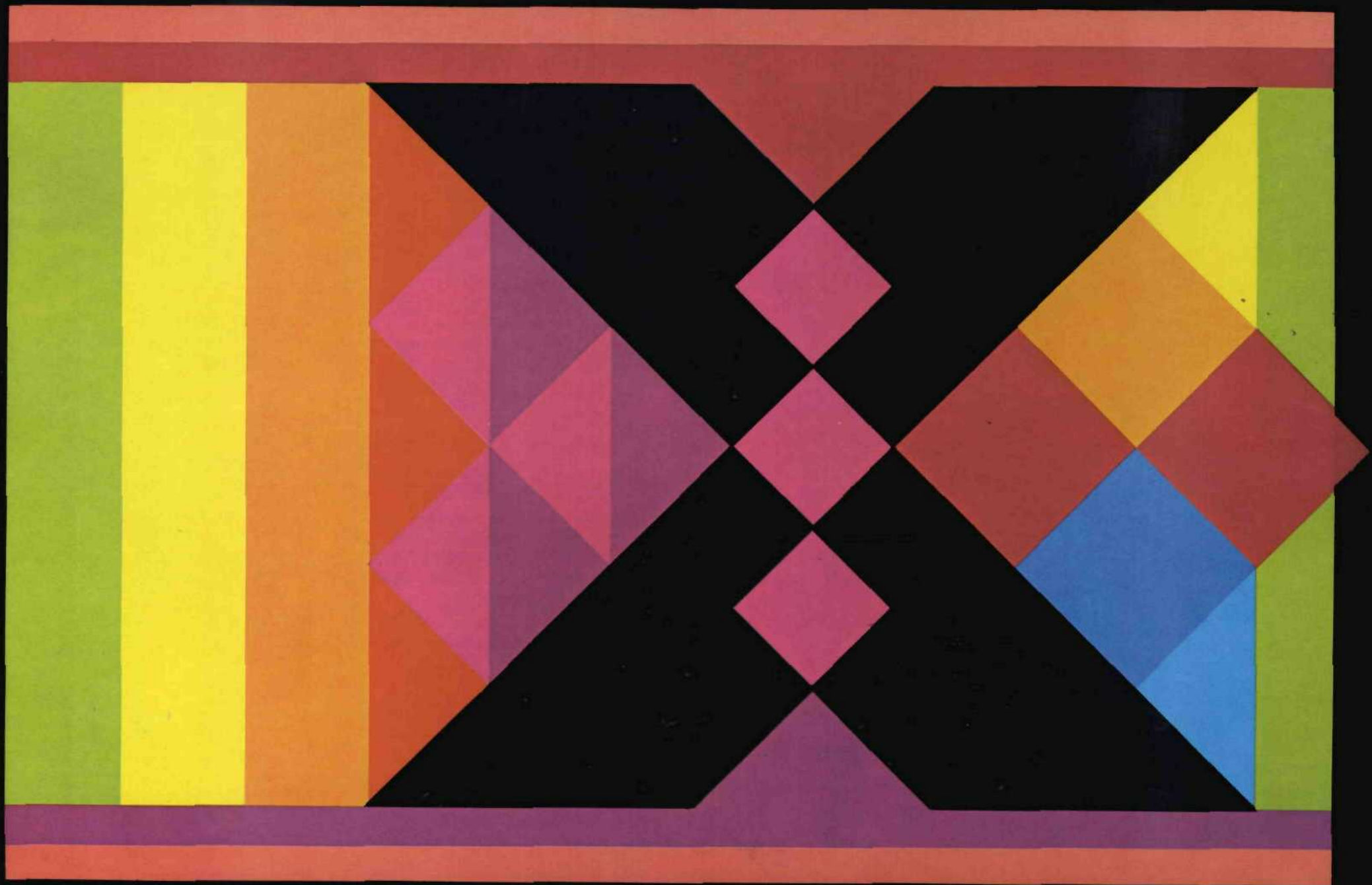
ARTE

PIEL

ASOCIACIONES
ORGANISMOS

NACIONALES
OFICIALES





Este perfeccionamiento de las partes en función del proyecto final sólo podrá alcanzarse a través de una investigación coordinada que establezca el comportamiento de cada componente refiriéndolo a la totalidad del proceso constructivo y a la utilización y mantenimiento que se hará del mismo una vez puesto en uso.

Entonces se hace necesario definir ese comportamiento de los componentes (además de sus cualidades intrínsecas) considerando su capacidad de adaptación e integración, dentro de una gama de sistemas y posibilidades de montaje, con otros componentes de distinta índole y procedencia, su costo relativo, su mantenimiento, etcétera.

Para determinar las características que deberán cubrir, será necesario realizar una serie de acuerdos o convenios entre los productores de elementos, y entre estos y los montadores.

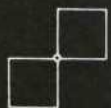
Estos acuerdos o convenios son fundamentalmente tres:

— Coordinación dimensional: La coordinación industrial estará apoyada, fundamentalmente, en un sistema prefijado y ordenado de medias.

La coordinación dimensional responderá a dos requerimientos que deberán cumplimentarse: los que se originan en el diseño (funcionales, expresivos, etc.) y los que plantea la industria de la construcción (materiales, técnicas de fabricación, montaje, etc.).



ACOPLAMIENTOS



PUNTUAL



LINEAL



SUPERFICIAL

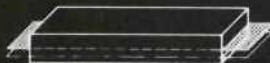


VOLUMETRICO

PRINCIPALES POSIBILIDADES DE ACOPLAMIENTOS.

SIMETRIA ASIMETRIA

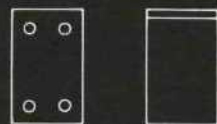
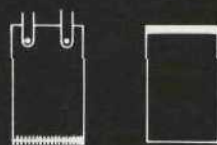
----- EJE MODULAR
 - - - - - EJE DEL MATERIAL



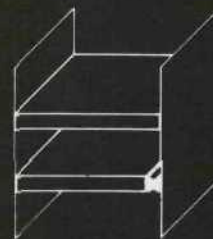
POSICION DE LOS ELEMENTOS SOBRE EL PLANO MODULAR.

MONTAJE

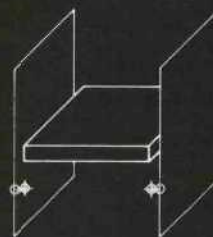
SUJECION POSICION X LINEAL PUNTUAL



FIJACION + TOLERANCIA



A: SIN MEDIO FIJACION
 B: CON MEDIO FIJACION



⊕ : TOLERANCIA

POSICION DE LOS ELEMENTOS SOBRE LA INTERSECCION DE PLANOS MODULARES



INTERSECCION DE PLANOS MODULARES



SIMETRIA

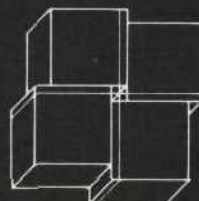
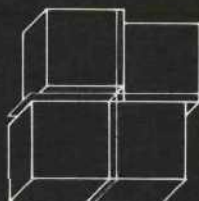
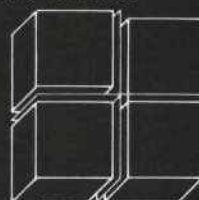
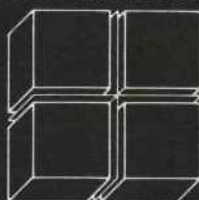


SIMETRIA ASIMETRIA



ASIMETRIA

POSICION DE LOS VOLUMENES SOBRE LOS PLANOS MODULARES



ASPECTOS GEOMETRICOS DE LA MODULACION

— Tolerancias de fabricación y montaje: Los convenios sobre tolerancias pueden considerarse como corolarios de los de coordinación dimensional, pero en la práctica son tan importantes como éstos.

— Compatibilidad de juntas: Descartando planteamientos utópicos sobre la posibilidad de encontrar juntas universales, la unión entre familias de componentes puede ser materia de convenios que incluso establezcan los problemas particularizados como tales.

Estos convenios deberán referirse, al mismo tiempo que a las vinculaciones entre componentes, a los sistemas constructivos que los organiza.

Como herramienta para la difusión y correcta utilización de esos productos será necesario elaborar al mismo tiempo un catálogo de componentes y sistemas constructivos, que en su fase más evolucionada podrá constituir un banco de datos sistematizados.

A medida que se pone en marcha el proceso será necesaria la realización de prototipos experimentales que permitan evaluar todas sus implicaciones para su sucesivo perfeccionamiento.

Es necesario tener en cuenta que estos componentes deberán poder integrarse a través de los sistemas tradicionales de construcción y de los que con mayor o menor grado de industrialización se vienen aplicando, de modo que su incorporación sea paulatina, sin crear traumas en ningún sector.

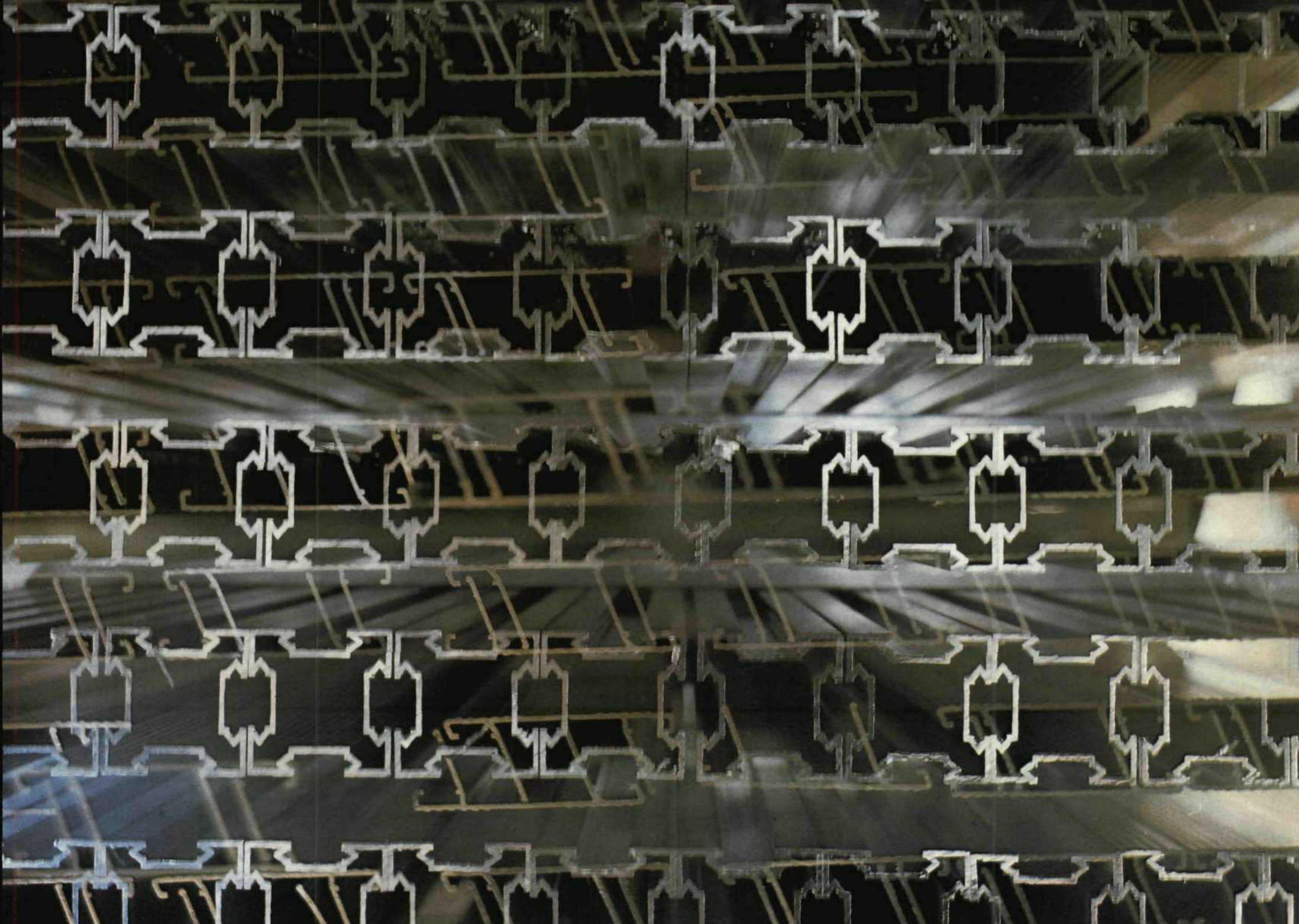
Por otra parte deberían realizarse unos convenios de comercialización que, garantizando la competitividad, trataran de impedir las monopolizaciones y las intermediaciones costosas e improductivas.

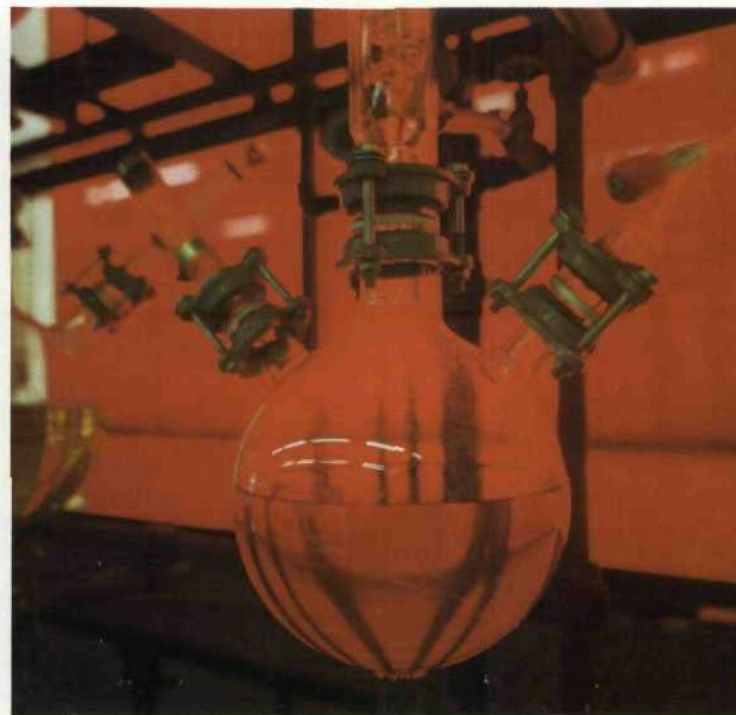
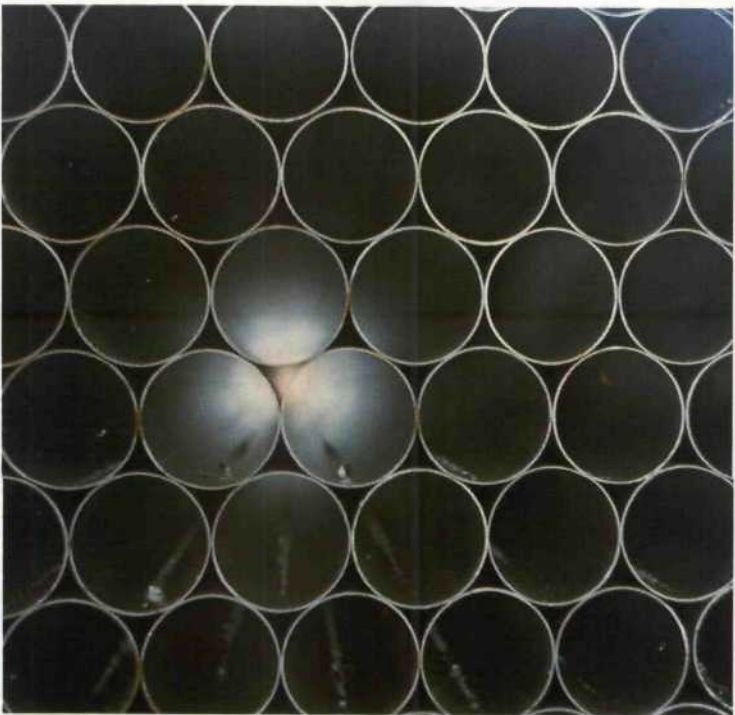
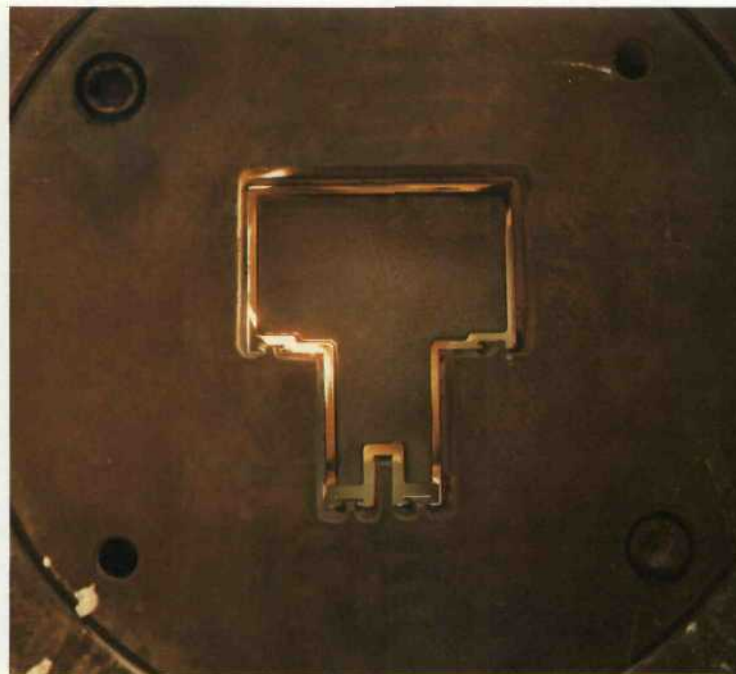
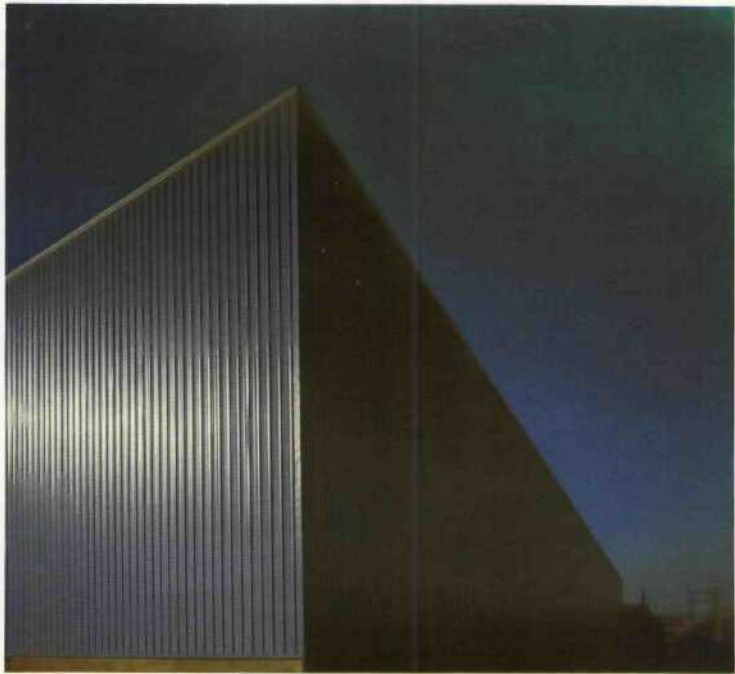
La realización de estos acuerdos depende inexcusablemente de la participación activa de los productores implicados y, para que las determinaciones que se adopten cuenten con la mayor representatividad posible, esa participación debería realizarse a través de las Asociaciones que nucleen a los distintos sectores.

Una consideración fundamental es la necesidad de coordinar los esfuerzos de las distintas Asociaciones para obtener de los organismos pertinentes el apoyo necesario para promover este proceso dentro del país y con miras a convertirlo en una fuente de exportación masiva dentro de los prometedores mercados con que cuenta España.

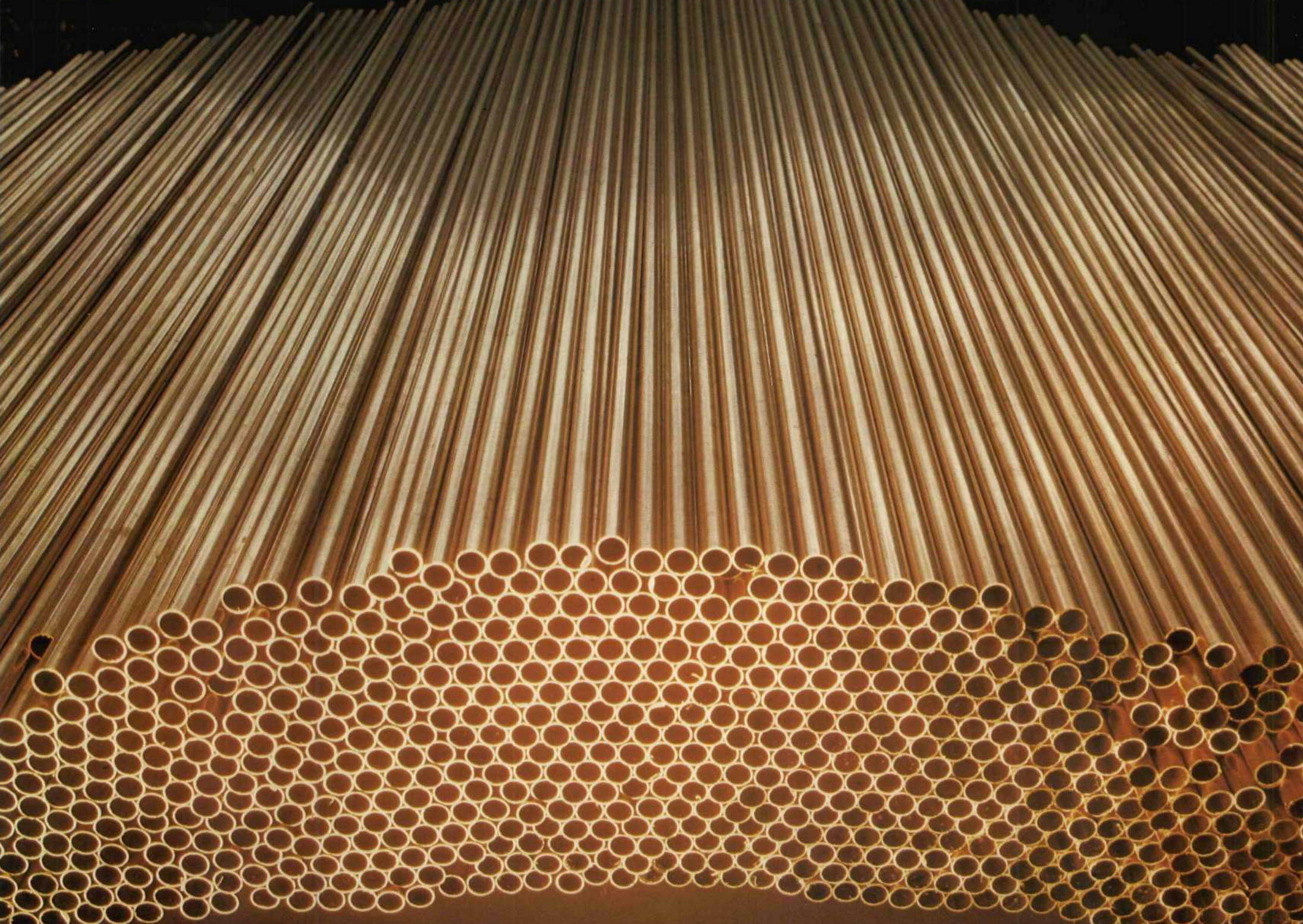
Este camino no será viable si no se cuenta con ese apoyo oficial que podría traducirse en una serie de medidas como las que a continuación se resumen:

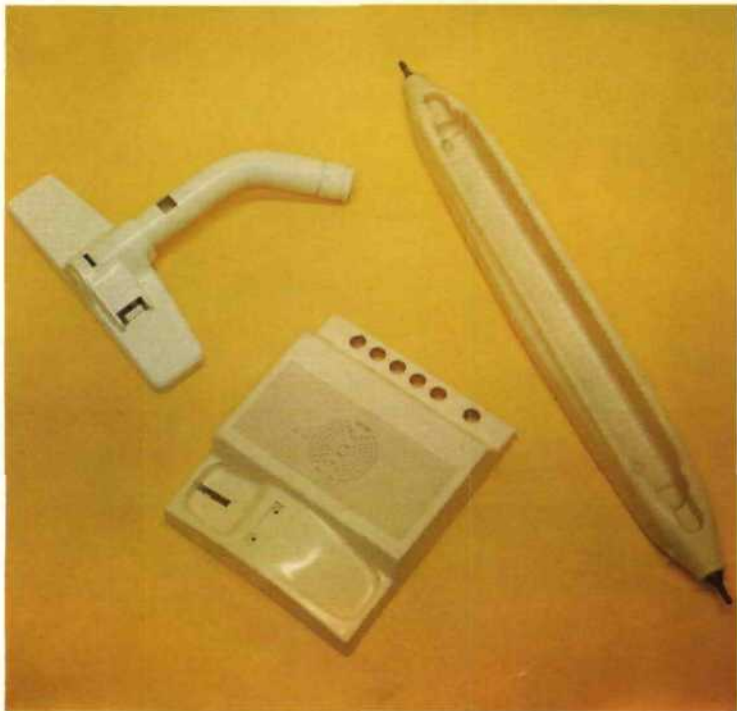
- Una reglamentación que permita el desarrollo de sistemas de construcción industrializada abierta.
- El fomento de la utilización de componentes estandarizados coordinados en la construcción de viviendas de promoción oficial.
- Una política de vivienda que apunte a desarrollar planes a largo plazo, exentos de los vaivenes gubernamentales, como la mejor garantía para la realización de inversiones.
- Una financiación para la realización de prototipos experimentales que en las primeras fases pueden resultar más costosos que los contruidos tradicionalmente.

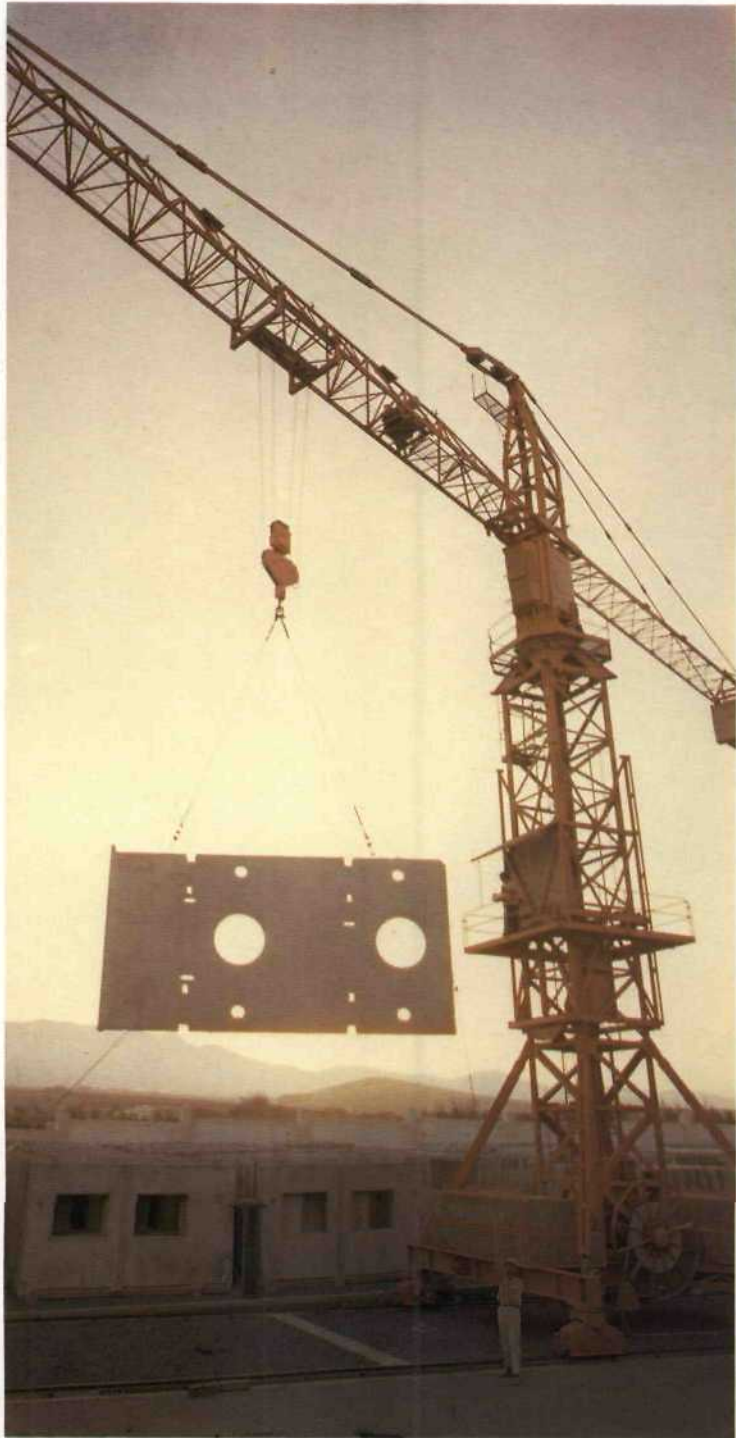










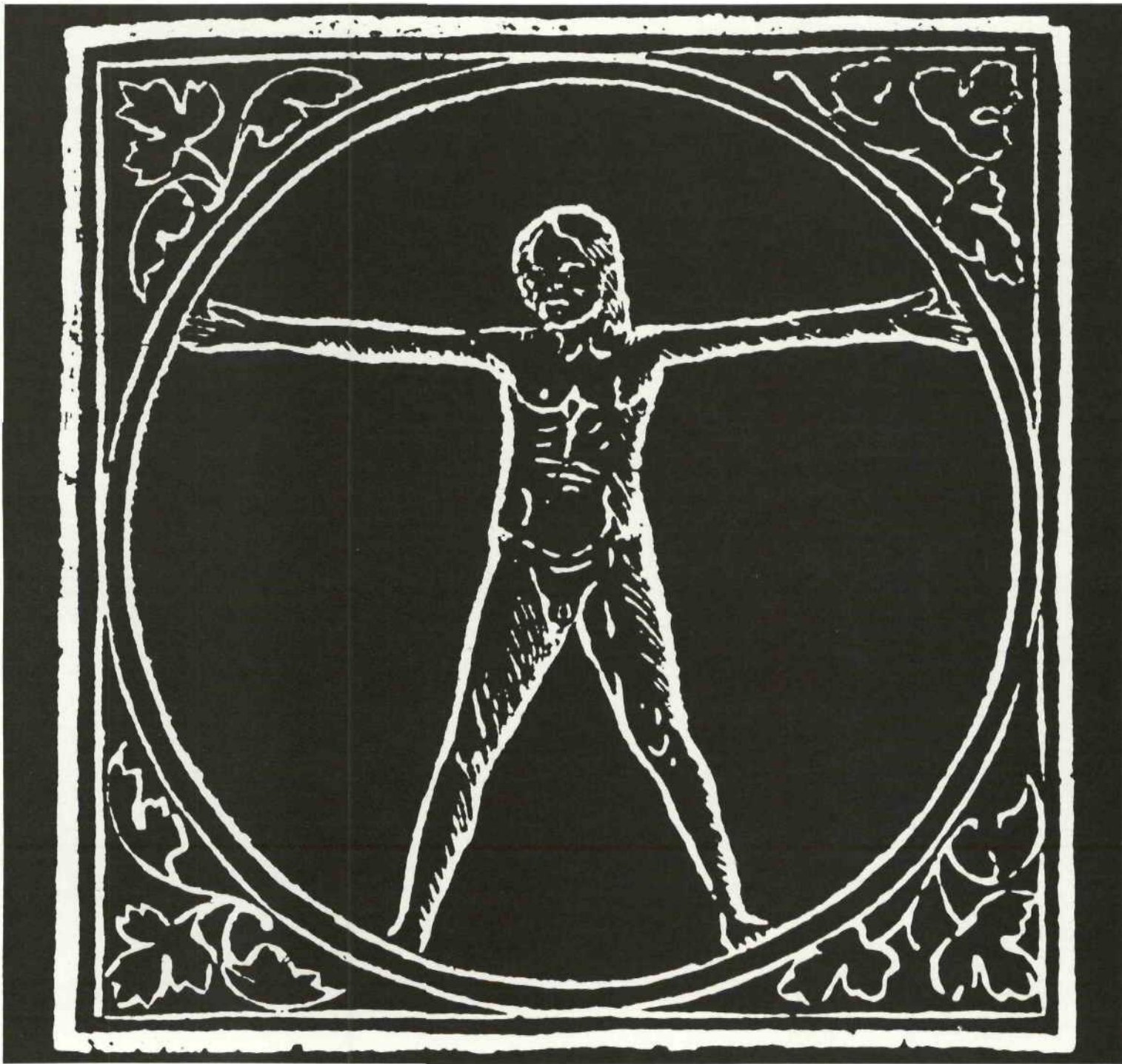




Estos convenios, este trabajo, este esfuerzo común, van a permitir el restablecimiento del equilibrio perdido entre industria y arquitectura, porque se van a obtener no sólo productos mejorados, racionales y rentables, sino también con nuevas posibilidades creativas, que sirvan de base para satisfacer las auténticas necesidades humanas de vivienda, nuevamente en armonía con la naturaleza.

“Tiene que trazarse un sendero, siempre consciente de que por ese camino podrá llegarse a la meta. Hay que salir de la desorientación en que actualmente nos encontramos. Se está haciendo una pseudo-filosofía que oculta la desvalorización del ser humano a quien van dirigidos los productos resultantes de la especulación y falta de seriedad científica y técnica. Pensamos que es necesario aportar de inmediato soluciones a las principales necesidades sociales, como son la salud, la educación y la vivienda; caso contrario, la injusticia se hace tan patente que será imposible la Paz.”

R. Leoz



COLABORADORES

MINISTERIOS PATROCINADORES

MINISTERIO DE CULTURA

Paseo de la Castellana, 109. Madrid

MINISTERIO DE ECONOMIA Y COMERCIO

Paseo de la Castellana, 162. Madrid

MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA

Alcalá, 34. Madrid

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Paseo de la Castellana, 160. Madrid

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO

Paseo de la Castellana. Nuevos Ministerios.
Madrid

MINISTERIO DE UNIVERSIDADES E INVESTIGACION

Serrano, 150. Madrid

ORGANISMOS COLABORADORES

CONFEDERACION NACIONAL DE CAJAS
DE AHORROS

INSTITUTO NACIONAL DE INDUSTRIA
(I.N.I.)

INSTITUTO NACIONAL DE INDUSTRIA
(I.N.I. SOLAR)

CONSEJO SUPERIOR DE COLEGIOS
DE ARQUITECTOS

CATEDRA CONSTRUCCION, 5.º E.T.S. DE
ARQUITECTURA. BARCELONA

CENTRO DE INFORMACION TECNICA DE
APLICACIONES DEL VIDRIO (CITAV)

INSTITUTO DE PLASTICOS Y CAUCHO

INSTITUTO DE COOPERACION
IBEROAMERICANA (I.C.I.)

FERIA DE LA CONSTRUCCION DE
BARCELONA. CONSTRUMAT

ASOCIACION DE INVESTIGACION DE LA
CONSTRUCCION (ASIC)

ASOCIACIONES DE EMPRESAS

ARCHITECTURE ET INDUSTRIALISATION DE LA CONSTRUCTION

PROLOGUE

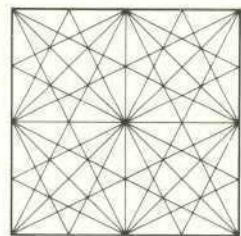
On a souvent reproché au procédé de création mis au point par Rafael Leoz sous le signe de l'Architecture Sociale, de trop se confiner dans le domaine de la spéculation et des théories abstraites. Il était né dans un but fort clair, celui d'élever le niveau actuel de la science et de la technique, d'énoncer et de résoudre l'un des grands problèmes sociaux de notre temps qui est le logement; le fait que tout ceci en soit réduit à une simple, quoique brillante, théorie destinée à dormir dans la poussière des archives et des rayons des bibliothèques, aurait constitué un échec complet aussi bien pour son créateur que pour ceux qui, dans son sillage, luttent avec ardeur pour développer les nombreuses études que Rafael Leoz a laissées à l'état embryonnaire. De même que toute révolution authentique, il faut à la pensée de Rafael Leoz du temps, des études et de la persévérance pour qu'elle pénètre à travers les couches sociales et atteigne le niveau nécessaire à une efficacité pratique. Parmi ces strates, certains opposent une résistance passive — pas si passive que cela parfois — qui bride ces théories nouvelles dans leur développement définitif, car la myopie de leurs intérêts à court terme leur interdit de se projeter dans une vision d'avenir où il y aurait de la place et du travail pour tous. Le temps passe, un point c'est tout; mais l'étude et la persévérance sont à la charge d'une poignée d'hommes qui ont à leur tête cette femme extraordinaire qu'est la veuve de Rafael Leoz; grâce à eux, qui ont cru dès le début à la

fertilité d'une idée et à la fécondité d'une action, nous voyons se rompre les résistances et les inerties et s'ouvrir les voies nouvelles que Rafael Leoz avait imaginées en son temps, même si cela survient, dans notre perspective, avec une lenteur exaspérante, que l'histoire verra peut-être un jour se dérouler d'une façon beaucoup plus rapide. Au CONSTRUMAT, le Pavillon Leoz est d'ores et déjà plus que la simple expression d'idées ou d'un discours sur des théories brillantes mais stériles. Ce pavillon a été rendu possible par un élément peu fréquent chez nous: l'alliance de plusieurs intérêts, de nombreuses initiatives et de diverses équipes impliquées plus ou moins directement dans le monde passionnant du logement et de la construction. Ont répondu amplement à son appel le secteur public, le monde des chefs d'entreprises et tous ceux à qui il a été demandé de collaborer à une idée qui est à tout le monde et doit donc supposer un bénéfice pour tous. Rien que l'effort de réalisation assumé par tous les participants mériterait le succès le plus complet. Mais ce succès sera également celui de la technique et du génie espagnol et ce projet ne se contentera pas de résoudre l'un des principaux problèmes de la société espagnole: il portera également son message social par-delà nos frontières, particulièrement vers ces pays hispanophones qui, entre autres, partagent avec nous ce problème si aigu d'un logement digne et moderne. La meilleure preuve qu'il s'agit bien plus que de la simple ouverture d'un pavillon dans le cadre d'une exposition, c'est la volonté de démonstration durable que

l'on veut donner aux idées qui y sont ébauchées et qui, avec l'aide généreuse de plusieurs Départements Ministériels, peut devenir très vite une réalité et se convertir en une initiative où le domicile même de la recherche soit déjà le fruit de cette recherche. Sans prétentions excessives ni protocoles, dans la conviction absolue de la valeur de chaque mot, on peut affirmer que le Pavillon Leoz du CONSTRUMAT 81 marquera, dans l'histoire de la construction espagnole, le début d'une ère nouvelle.



El Subsecretario de
Obras Públicas y Urbanismo,
MANUEL PEREZ OLEA



LA RECHERCHE

La recherche ne représente qu'un état d'âme, une attitude amicale et favorable envers ce qui peut signifier un changement.

Elle implique la mentalité qui résoud les problèmes, en opposition à celle qui préfère laisser les choses telles qu'elles sont. C'est l'esprit de celui qui compose de la musique et non celui du simple virtuose. C'est la pensée de l'avenir et non celle du passé. C'est l'optimisme face au pessimisme. Enfin, c'est la foi dans l'humanité qui s'oppose au scepticisme à son égard.

Pour se mouvoir avec succès dans l'atmosphère propre à la recherche, il faut posséder les vertus suivantes: humilité, imagination, persévérance, sens de l'ordre et, surtout, patience.



Rafael Leoz

L'homme fait partie de la nature et celle-ci lui fournit un abri.

Pour satisfaire ses besoins de logement, l'homme a disposé de connaissances héritées et acquises par l'expérience.

Grâce à elles, il a été en mesure d'extraire les produits dont il avait besoin, sans altérer l'environnement.

Le résultat a été un accord avec ce qui l'entourait et un maintien de l'équilibre entre ses connaissances et la nature.

Au fur et à mesure que se développait sa culture, s'accroissait le nombre des produits de base qu'il utilisait pour créer son habitat. Les logements qu'il construisait cadraient avec ses possibilités techniques et sociales, mais aussi avec la nature.

Lorsque des éléments artisanaux plus élaborés et des équipes de travail distinctes apparurent, il fallut une coordination et une prévision des actions: la direction des travaux et le projet préalable.

Entrepreneurs et architectes utilisèrent les matériaux, l'énergie disponible et l'emplacement au sol sans faire violence à la nature et en fonction des nécessités humaines.

Le phénomène industriel se fit jour.

L'équipe se dédouble et ses fonctions se spécialisent plus encore. Les premiers produits industriels peuvent encore être contrôlés, mais il devient difficile de les coordonner.

Il arrive un moment où l'industrialisation déborde les possibilités de contrôle de

l'équipe humaine. L'architecte perd le contact avec la dimension humaniste, car il lui faut concentrer son attention sur les aspects techniques. On ne parvient pas à résoudre le problème en dédoublant encore l'équipe, puisqu'il n'existe plus de liaisons entre ses éléments.

La production est anarchique, intense, abondante; les résultats sont incohérents. Les ressources naturelles se dégradent, les ressources énergétiques se perdent, le lien se rompt entre l'industrie et l'architecture, entre l'architecture et les problèmes humains, mais aussi entre les produits industriels eux-mêmes.

Il est nécessaire de refaire l'énoncé des sciences sociales appliquées à l'habitat. Il est nécessaire de restructurer l'industrie de la construction en créant des liens plus efficaces entre les technologies de production et celles de montage. Il est nécessaire de revoir la façon de concevoir et de faire l'architecture.

Du point de vue industriel, il s'agit de rentabiliser les secteurs de base, avec une production plus cohérente. Il s'agit de simplifier l'élaboration des produits à travers un minimum d'éléments simples, adaptables, susceptibles de se combiner entre eux et de se coordonner architectoniquement. Il ne s'agit pas d'industrialiser plus, mais d'industrialiser mieux.

Il faut rationaliser une production

anarchique et incohérente.

Il faut abaisser les coûts et accroître la qualité.

Il faut augmenter la production, afin de rentabiliser la main d'oeuvre.

Il faut arriver à des méthodes de production et de montage plus pratiques, plus rationnelles et plus simples, offrant des solutions architectoniques d'une grande souplesse.

Il faut arriver à des solutions qui répondent à la demande nationale et étrangère.

L'industrie est fondamentalement structurée sur les blocs suivants: matériaux de base, semi-élaborés ou micro-systèmes et systèmes complets coordonnant un nombre d'éléments donnés.

Les systèmes fermés sont non seulement inutiles pour résoudre la coordination industrielle, mais de surcroît ils créent de nouvelles gammes de produits qui ne font que compliquer le marché.

Il est nécessaire de créer un système ouvert: ouvert en matière de solutions, ouvert à l'incorporation de matériaux nouveaux, à la recherche et aux idées neuves, à tous les types de problèmes et à toutes les industries souhaitant participer.

Pour développer ce système ouvert, il faut partir d'une analyse de l'espace architectonique qui permette d'établir une géométrie commune aux éléments de construction et à l'espace ainsi créé.

Il s'agit de répondre aux besoins authentiques de l'homme, à travers une production coordonnée, évoluant progressivement.

L'architecte Rafael Leoz entreprit de telles recherches afin de faire face au problème. Il cherchait une voie méthodologique de projet, de façon à développer une systématisation géométrique et projective de l'espace architectonique, sur la base de lois combinatoires.

Cette systématisation géométrique part du fait que l'on peut conférer à l'espace architectonique une structure polyédrique.

Les polyèdres qui donnent du volume à l'espace sont essentiellement au nombre de quatre. A partir de leurs éléments constitutifs et des réseaux spaciaux les créant, Leoz systématisa l'étude de l'espace architectonique, en une façon nouvelle d'envisager l'architecture.

Parallèlement à ce qui se produit dans le langage, où l'on forme des syllabes, des mots et des phrases à partir de 29 lettres ou molécules élémentaires et en suivant certaines règles, on cherche à sélectionner les formes élémentaires de base qui, en se combinant entre elles, en ordonneront d'autres plus complexes et permettront de développer des programmes fonctionnels variés.

Le module en L., molécule assymétrique composée d'un minimum d'atomes égaux et offrant le maximum de possibilités de combinaisons, constitua le

PAG. 30

PAG. 40

PAG. 43

détonateur et la mise en route de tout ce processus de recherche.

PAG. 45

Il existe également d'innombrables séries de groupements polyédriques moléculaires, ou rythmes, de caractéristiques similaires et d'application spécifique dans des cas déterminés.

PAG. 47

Ces rythmes, matérialisés au moyen des produits les mieux adaptés à chaque cas, compatibles entre eux à travers une géométrie commune, permettent de disposer d'une gamme inépuisable de modèles préalables, afin de développer les projets dans une liberté de création absolue.

PAG. 50

Pour adapter ces corps théoriques aux logements, il nous faut en définir les constituantes:

- Appelons cellule l'espace intérieur habitable.
- Peau, les plans qui limitent cet espace intérieur.
- Macrostructure, le réseau qui engendre et ordonne ces espaces.

PAG. 52

Ce réseau joue le rôle de base, comme la grammaire pour les lettres, les mots et les phrases d'une même langue. Sur lui viennent s'ordonner les éléments constructifs pour exprimer des idées architectoniques.

PAG. 57

C'est en février 1969 que s'est constituée la Fondation Rafael Leoz. Depuis, malgré la disparition de son fondateur, elle poursuit son oeuvre en se consolidant dans cette voie. L'idée

est de reprendre l'énoncé des problèmes de la construction, sur le plan aussi bien technique qu'humaniste.

Rafael Leoz, et de nos jours la Fondation, démontrent que ces théories sont applicables à des réalisations aussi variées, d'un point de vue conceptuel et technique, que les logements sociaux, l'urbanisme, les écoles, les pavillons démontables, les édifices publics, les baraques militaires, les sculptures, le dessin textile, les bijoux, les vitrages, etc.

A l'heure actuelle, on approfondit l'étude de ce que doit être le logement dans des conditions culturelles, climatologiques, géographiques, sociales, économiques et techniques différentes. Tant ces recherches que l'analyse de la situation actuelle de l'industrie de la construction mettent en lumière la nécessité d'une action conjointe.

PAG. 71

Il est indispensable de mettre au point une méthodologie de travail en équipe, qui pose les bases d'une coordination de l'effort au bénéfice de la communauté.

PAG. 74

En premier lieu, il est nécessaire d'élaborer une série de conventions sectorielles, soutenues par une recherche commune, avec la participation active des organismes officiels.

PAG. 75

PAG. 77

La recherche apportera à ces conventions les connaissances qu'elle possède sur l'espace architectonique et sur les besoins humains en matière de logement et d'habitat. L'industrie, ses connaissances technologiques de production et de montage. On établira des accords dimensionnels de tolérance, de montage, de commercialisation, etc., afin de permettre une inter-relation cohérente des différentes composantes.

Convention entre les industries consacrant leur activité à la macro-structure, entendant par macro-structure le macro-système organisant dans l'espace tous les éléments portants.

Convention entre les industries consacrant leur activité à la peau, entendant par peau le macro-système qui englobe les systèmes définissant et reliant l'intérieur et l'extérieur d'un édifice.

Convention entre les industries qui consacrent leur activité à la cellule, entendant par cellule le macro-système qui englobe les éléments constituant l'espace habitable et enregistrable et le service du logement.

Ces trois conventions se fondront en une convention générale de travail les coordonnant entre elles. Celle-ci se projettera sur les conventions partielles sous forme d'un ensemble de normes engendré par l'initiative de tous les membres.

Chaque producteur prenant part à cette

entreprise commune sélectionnera ses produits afin qu'ils répondent aux spécifications de la norme: montage, dimensions, aspects commerciaux, etc., et qu'ils s'insèrent dans un catalogue d'éléments industrialisés compatibles. Ce catalogue sera remis aux dessinateurs et constructeurs, constituant ainsi l'outil de base qui permettra l'existence d'un langage commun entre l'industrie et l'architecture, et que tous utiliseront. Un catalogue ouvert à des apports nouveaux, offrant une connaissance claire, ordonnée et actualisée, des techniques coordonnées de production et de montage. De la sorte, les différents secteurs de l'industrie se mettront plus efficacement au service de la construction de l'habitat.

Ces conventions, ce travail, cet effort commun rendront possible le rétablissement de l'équilibre perdu entre l'industrie et l'architecture, car ils fourniront non seulement des produits améliorés, rationnels et rentables, mais aussi de nouvelles possibilités de création, point de départ pour répondre aux authentiques nécessités humaines de logement, de nouveau en harmonie avec la nature.

“Si nous, les architectes, faisons un examen de conscience, force nous sera de reconnaître que notre mentalité de travail est la même que celle des romains, mais avec sûrement moins d’audace.”

R. Leoz

“Confrontés à des problèmes complexes, si nous ne pouvons pas les résoudre nous avons tendance à les simplifier. Ceci constitue une stratégie utile lorsqu’il ne s’agit que de problèmes techniques; mais si les nécessités humaines, sociales et psychologiques sont sur-simplifiées, le résultat est une dégradation de la vie humaine.”

N. J. Habraken

Tout au long de son histoire, l’architecture a constitué une discipline cohérente, capable d’utiliser tous les moyens à sa portée, de les modifier ou d’en inventer d’autres, afin d’organiser l’espace en fonction des besoins de l’homme. Ces temps derniers, les moyens pour construire ces espaces ont acquis un développement autonome, technologiquement très avancé dans certains cas. Mais les architectes, les techniciens chargés de dessiner ces espaces et d’en organiser la construction se sentent pour le moins déconcertés.

L’un des motifs serait que les méthodes de projet appliquées constituent des adaptations de celles qui étaient valables lorsque l’industrie de la construction reposait sur des procédés artisanaux, mais sans reconnaître la transformation profonde qu’ont subie aussi bien les moyens de production que ceux d’organisation et de montage des ouvrages.

Ces processus d’adaptation de méthodes de dessin anachroniques omettent trop souvent les conditionnements les plus profonds du problème architectonique. De sorte que nous voyons nos villes croître et se transformer en un ensemble de plus en plus chaotique, monotone et deshumanisé. Une autre cause, à la fois cause et conséquence de l’antérieure, serait l’énorme dispersion des

produits industriels et la grande variété des possibilités, sans lien entre elles, de résoudre un même problème.

Cette dispersion industrielle, qui ne fait que créer l’illusion d’une variété architectonique, incube dans son sein un problème que ni une déconnection accrue ni la diversité des produits ne résoudront: des structures incapables d’accroître la productivité d’un secteur aussi interdépendant que la construction.

Les tentatives de créer des systèmes relativement autosuffisants ont échoué: étant donné les investissements nécessaires, il leur fallait des perspectives que seuls des pays d’économie planifiée pouvaient garantir; de sorte que les systèmes fermés de préfabrication, agissant dans le cadre d’une économie de marché, ne semblent plus valables.

Il apparaît de plus en plus évident qu’il faut reconsidérer en profondeur les méthodes de conception et de projet, celles d’organisation du processus de construction et celles du rôle des participants dans ces processus.

Parallèlement à l’actuelle absence de liens entre l’architecture et l’industrie de la construction, les faits significatifs qui affecteraient le plus directement cette dernière seraient les suivants:

— L’évolution des exigences que les usagers imposent de plus en plus clairement et qui sont d’une part celles qui découlent de la nécessité de personnaliser leur environnement quotidien et de l’adapter à différents modes de vie, et d’autre part celles de qualité et de facilité d’entretien, du fait de la durée prévisible des divers produits.

— L’évolution de l’organisation du travail, depuis des formes artisanales où les responsabilités en matière de production étaient assumées plus individuellement et constituaient en soi un stimulant, jusqu’à d’autres plus spécialisées et sectorisées, où des groupes d’individus, parfois fort nombreux, doivent concevoir leur travail en commun et ses buts d’une autre façon.

— L’évolution des méthodes de production qui, dans les circonstances actuelles, requièrent la fabrication de grandes séries avec formation de

stocks, indépendamment des commandes particulières, ce qui constitue la seule façon de réduire les coûts, d'accroître la qualité et de contrôler effectivement le produit.

Cette production en grandes séries implique, pour être efficace, une normalisation et une standardisation, les éléments de construction étant dessinés sur la base de ces conditionnements.

— L'évolution des systèmes de transport, d'approvisionnement et d'élévation, qui se propose de les utiliser plus rationnellement, afin que l'ouvrage tende à une organisation de montage des éléments les plus grands et les plus terminés. Ces évolutions, qui ont suivi des voies indépendantes dans bien des cas, sont responsables de ce que le processus de construction soit actuellement incohérent, anachronique et coûteux.

De nos jours, il est nécessaire de développer des interventions parallèles et interconnectées, afin d'introduire des innovations de caractère plus méthodologique que technologique dans les quatre domaines suivants:

1. Les processus de projet, qui couvrent depuis les produits industriels jusqu'aux tracés d'urbanisme. Comme base de leur développement, ces processus devraient comprendre la recherche et l'expérimentation.

"Dans le monde industriel moderne, nous sommes le seul secteur qui se voit contraint à projeter et à construire directement. Il devrait exister une période d'essai entre ces deux activités. Ceci peut se faire individuellement, mais n'importe quel pays civilisé devrait, à tout moment, disposer de programmes pour les villes et édifices expérimentaux."

Alvan Aalto

2. Les processus de montage et d'organisation de l'ouvrage, en mettant rationnellement à profit toutes les possibilités actuelles, en ce qui concerne autant les moyens de transport, d'approvisionnement et d'élévation que les possibilités de programmation.

3. La production d'éléments et de composantes de construction: c'est là que les applications des méthodes industrielles telles qu'on les conçoit actuellement ont joué le plus, ou peuvent jouer, avec l'appui de tous les avantages de la production en série, du contrôle de qualité, de la programmation, etc.
4. L'aide officielle, qui devrait fonctionner à travers des systèmes de financement adéquats, conformes aux nouvelles mécaniques de production; en actualisant les réglementations et les formes de contrat, en fonction des nouvelles méthodes d'action; en créant des perspectives sûres à long terme, qui seraient la meilleure façon de promouvoir les investissements nécessaires à une réorganisation industrielle.

Ces deux derniers points, la production d'éléments et l'aide officielle, seraient susceptibles de déclencher tout un processus nouveau, avec l'appui de la recherche, qui permettrait l'insertion naturelle des autres vers une évolution ordonnée et multipliant les effets positifs.

Dans une première phase, et bien qu'il ne faille jamais perdre de vue les buts d'universalité que l'on poursuit, il serait souhaitable de prendre comme base de référence la question du logement, du fait de son ampleur et de son importance, pour étendre par la suite les conséquences au reste.

On part de l'idée de base de tendre vers ce qu'on a appelé "l'industrialisation ouverte de la construction", à partir d'éléments compatibles, interchangeables et renouvelables, en fuyant les voies qui mènent à des processus fermés. Cette idée de base repose sur la nécessité de pouvoir utiliser ces éléments ou composantes d'origine industrielle dans des édifices aussi divers que possible (logements individuels, collectifs, en ensembles autonomes ou dans des contextes urbains bien définis), de sorte que le marché ainsi servi soit aussi vaste que le permette la réduction des coûts, le maximum de qualité étant à la base du relancement du secteur. Il s'agit de déterminer la quantité minimum d'éléments différents dont

l'utilisation permette le maximum de variétés dans les réponses architectoniques.

AG. 31

Si nous prenons appui sur la mathématique pure et sur certains aspects des mathématiques tels que la topologie combinatoire dans l'espace, l'espace architectonique se structure, s'organise et nous pose le problème dès son origine. Cette façon de l'organiser à l'état "chimiquement pur" semble nous éloigner de la réalité de l'expérience, mais elle nous place au contact du problème essentiel à partir duquel il devient possible de deviner et d'étudier les relations entre la géométrie et l'industrie, ce lien étant indispensable pour systématiser le projet architectonique.

La prémisses fondamentale de base est toujours d'obtenir le maximum de qualité d'environnement (architecture et urbanisme), tout en permettant d'y insérer peu à peu l'industrie, de sorte que l'on puisse tirer le maximum de profit de ses méthodes et de ses qualités sans que se pose la nécessité d'une totale industrialisation préalable.

Il importe d'analyser l'espace, de le connaître à fond et de l'organiser correctement. Grâce à l'atome architectonique, sa composition s'avère simple, de même que dans le domaine de la chimie, où l'atome donne naissance aux éléments, le groupement de ceux-ci crée les molécules et celui de ces dernières compose les corps.

A partir des polyèdres platoniques (tétraèdre, octaèdre, cube, icosaèdre, dodécaèdre) il est possible de développer la plupart des corps figurant dans la géométrie polyédrique: les polyèdres semi-réguliers et archimédiens en tronquant les platoniques et toute la série des prismes. Mais auparavant il convient de procéder à un classement, essentiel dans le domaine que nous traitons.

Nous appelons polyèdres inorganiques le tétraèdre, l'octaèdre, le cube et tous ceux qui en dérivent.

AG. 32

Nous appelons polyèdres organiques l'icosaèdre, le dodécaèdre et tous leurs dérivés. Ce classement, qui évoque plus les sciences de la nature que la géométrie, répond aux analogies suivantes entre les deux disciplines.

Les êtres inorganiques cristallisent suivant des

systèmes d'énergie minimum, en accouplements compacts, sans points singuliers, avec des symétries triangulaires, carrées, hexagonales, etc., mais jamais pentagonales. Ainsi par exemple, un cristal de CINA peut être égal à son voisin et former avec lui un autre cristal ayant exactement les mêmes propriétés qualitatives que ceux qui l'ont précédé. Topologiquement parlant, nous pourrions dire que l'ensemble formé par une famille cristallographique possède la propriété uniforme vis-à-vis de l'opération union; de sorte que l'union de deux cristaux est un autre cristal. Mais il n'en est pas de même pour les êtres organiques: ainsi, l'union de deux chiens ou de deux pins n'est pas un chien ou un pin, mais deux chiens ou deux pins.

Ces propriétés sont analogues à celles qui se produisent dans les polyèdres inorganiques. Par exemple, l'union de deux cubes est aussi un polyèdre inorganique, et si nous mélangeons des cubes à l'infini, nous pourrions rendre l'espace massif et le combler isotropiquement.

Au contraire, les êtres organiques possèdent une individualité et une singularité qui les caractérisent; leur croissance est toujours concentrique, c'est à dire qu'elle se produit à partir d'un point singulier; leurs degrés de symétrie se situent à un niveau supérieur à celui des polyèdres inorganiques; des axes de symétrie pentagonale s'y présentent fréquemment (l'oursin, l'étoile de mer, certaines fleurs et cactus). Récemment, on a découvert des structures de virus qui sont une copie exacte en miniature des coupes géodésiques de R. B. Fuller et qui, nous le savons, sont des triangulations successives des polyèdres organiques.

Des faits semblables à ceux-ci se présentent dans les polyèdres organiques dont la formation se produit concentriquement à partir du plus simple d'entre eux, soit l'icosaèdre, qui est l'union de douze sphères avec un vide au centre, chacune d'elles étant en contact avec cinq autres. On dirait qu'il s'agit de la mise en place la plus dense, quoiqu'instable, de douze sphères dans un champ de forces centripètes.

PAG. 33

C'est la symétrie d'axe pentagonal qui règne dans les polyèdres organiques. Il s'agit d'un type de symétrie beaucoup plus complexe et, par conséquent, d'un ordre supérieur à la triangulaire, carrée, hexagonale, etc., que possèdent les polyèdres inorganiques. Nous pourrions dire que les polyèdres organiques ont une "entropie" moindre que les inorganiques et que leur existence est plus soumise au hasard que celle de ces derniers.

Selon le cristallographe russe E. S. Federoff, il existe cinq types de paralléloèdres (polyèdres à faces parallèles) qui massifient l'espace, c'est à dire dont la juxtaposition remplit l'espace sans laisser d'interstices. Ce sont: le triparalléloèdre ou hexaèdre ou cube; le tétraparalléloèdre ou prisme hexagonal; l'hexaparalléloèdre ou rhombododécaèdre; l'heptaparalléloèdre ou polyèdre de Lord Kelvin; le rhombododécaèdre allongé ou hexaparalléloèdre tétragonal. Bien que les autres solides décrits ne massifient pas l'espace, ils le compactent dans le sens topologique du terme, et les vides qui subsistent (tous égaux) sont également des polyèdres inorganiques. Par conséquent, si nous voulons les regrouper en un réseau dans l'espace, il nous faudra les combiner en binaire ou en ternaire. La géométrie inorganique produite par les polyèdres inorganiques, tétraèdre, octaèdre, cube, rhomboctaèdre, etc., construit dans l'espace quatre réseaux fondamentaux:

- a/ Réseau tétraoctaédrique qui, comme son nom l'indique, est formé par la juxtaposition de tétraèdres et d'octaèdres. On pourrait y faire figurer le tétraèdre, l'octaèdre, le cube octaèdre, le tétraèdre tronqué, le polyèdre de Lord Kelvin, etc.
- b/ Réseau de prismes triangulaires, formé par l'accouplement de prismes triangulaires équilatéraux.
- c/ Réseau cubique, composé de cubes.
- d/ Réseau rhombododécaédrique formé de rhombododécaèdres. Ces quatre réseaux peuvent se superposer et former dans l'espace un super-réseau inorganique que nous aborderons plus tard.

Malgré tout, c'est une tâche ardue que de matérialiser ces réseaux dans l'espace au moyen de modèles; essayer de les utiliser pour projeter sur eux s'avère pratiquement impossible. Il nous faut donc les représenter dans le plan au moyen de projections ou de sections planes de ceux-ci. De sorte que le dessinateur travaille sur un réticule plan qui représente un ou plusieurs réseaux dans l'espace.

Les réticules plan les plus importants obtenus par projection ou section des réseaux dans l'espace sont les suivants:

- Réticule de l'équerre isocèle.
- Réticule de l'équerre.
- Superposition hémipythagorique et équerre isocèle.
- Réticule hémipythagorique.

La pensée de Leoz, ou plutôt son école, aborde le problème de l'architecture en général et celui du logement en particulier, à partir d'une nouvelle façon d'envisager l'espace architectural, d'un point de vue essentiellement géométrico-topologique, afin de mettre au point une théorie générale qui, après avoir dépassé son origine spécifiquement architectonique, permette de connaître l'origine et la structure de la Forme. Comme disent Turnbull et Sylvester, *il s'agit de "comprendre la signification des invariants, ce qui implique un effort pour distinguer ce qui est important et significatif, par sa forme, sa couleur, son sens ou quoi que ce soit, de ce qui n'est que banal, éphémère ou anecdotique. A chacun des "quantos" invariants est liée une variété infinie d'autres formes qui peuvent prendre leur source en eux et flotter comme une atmosphère autour d'eux; mais on voit que ces existences dérivées, ces émanations de la force mère, bien qu'étant infinies, admettent d'être obtenues au moyen d'une composition ou, pour ainsi dire, de mélanges de mélanges d'un certain nombre limité de formes fondamentales qui se meuvent suivant des lignes directrices".*

C'est d'ailleurs ce qui se produit dans le langage, la musique, la chimie et la génétique.

"Le module de Leoz est aussi important pour l'architecture d'aujourd'hui que le furent mes idées entre les années vingt et trente."

Le Corbusier

"Après avoir vu ce que l'Espagne présente à la Biennale de Sao Paulo, et en particulier le nouveau module de Monsieur Leoz, je considère que l'architecture espagnole est actuellement la plus honnête, la plus équilibrée et la plus sincère. Elle pourrait bien devenir tout-à-fait marquante."

Mies Van der Rohe

"Grâce aux théories de notre collègue, toute bonne architecture contemporaine est susceptible d'être reproduite et industrialisée économiquement."

C. Candilis

"J'admire un professionnel tel que Leoz; nous sommes tous fiers de l'oeuvre qu'il a accomplie. Il faut l'encourager dans une tâche qui n'a été jusqu'ici qu'un pur sacrifice, car il n'a fait que la démarrer, mais avec tant de succès qu'on a pu dire de lui qu'il est proche de Platon. Sa tâche me paraît très sérieuse, profondément applicable, avec d'exceptionnelles répercussions sur notre façon de travailler et sur l'industrie qui doit nous servir. Je crois que ce module va s'insérer parfaitement dans le labeur que l'Espagne doit mener à bien sur le problème du logement. J'estime qu'en suivant les orientations qu'il nous a données nous pourrions parvenir à des normes d'utilisation susceptibles de donner à la tâche de Leoz un caractère historique."

Secundino Zuazo

Une fois trouvés les réseaux pour y travailler, il devient nécessaire d'avoir recours à des groupes polyédriques, ou molécules polyédriques, qui nous permettent de composer avec rapidité et agilité dans l'espace "réglé" dont nous disposons. Il incombe au dessinateur de trouver la molécule et le rythme de composition s'adaptant le mieux au programme que l'on veut développer; les recherches pourront s'effectuer à base d'études d'équivolumétrie, équisuperficialité, décomposition, partages et sections de polyèdres, ou de groupements de ceux-ci, etc.

Il faudra également établir des règles et des lois de composition qui, si elles sont suffisamment intelligentes et bien adaptées, loin de rendre la composition rigide, nous fourniront un vaste répertoire de formes et de liaisons topologiques parmi lesquels on choisira les meilleures pour leur beauté, leur fonctionnalité et leur adaptation au problème posé.

A défaut de la systématisation surgie de ces études, l'architecte continuera à disposer d'une industrie lui offrant des solutions particulières et résolues a priori, dans son ignorance des principes de base d'une méthodologie couvrant la totalité du processus de construction.

"L'architecte va se trouver dans une situation où l'industrie a résolu une série de facettes le délivrant de certaines préoccupations marginales, qui l'empêchent actuellement de lâcher pleinement la bride à son imagination. En revanche, le jour où tous ces problèmes marginaux seront résolus, il sera plus architecte que jamais, car il pourra se pencher sur l'atmosphère locale, sur le paysage, le climat, la topographie du lieu où il va construire, sur l'ambiance dominante, sur la psychologie collective."

R. Leoz

Il s'agit en somme de projeter l'ordre et l'esprit architectural sur les produits sortant de l'industrie, qui soient susceptibles d'une combinaison construction-espace et permettent une qualité généreuse du produit fini.

Lorsqu'on analyse un édifice, on peut distinguer trois groupes d'éléments de construction, qui peuvent parfois se confondre plus ou moins, mais qui se réfèrent d'une manière ou d'une autre à la solution des problèmes typiques. Il convient d'individualiser ces groupes afin de pouvoir effectuer une analyse correcte et proposer des solutions qui tiennent compte, dès le départ, de la racine des problèmes.

Ces trois groupes sont les suivants:

- La macrostructure: sustentation et installations desservant la cellule.
- La peau: protection et liaison avec le milieu externe.
- La cellule habitable: confort intérieur et équipement.

Dans cette optique, chaque groupe peut être traité spécifiquement, afin de le rapprocher des comportements optima. D'autre part, il est clair que le niveau d'industrialisation d'une quelconque de ces parties n'entraîne pas inévitablement celle des autres. Ceci est une condition fondamentale si nous prétendons, dès maintenant, influencer efficacement la construction massive de logements, car nombreuses sont les méthodes traditionnelles qui s'avèrent encore plus économiques et plus souples pour résoudre certains de ces problèmes.

"La mise à profit des idées énoncées est utile aussi bien dans la construction traditionnelle que dans la préfabrication; mais cette mise à profit possible ne fait que croître et acquiert son importance maximum quand les moyens s'industrialisent et la typification, y compris dans la phase de projet, devient nécessaire."

R. Leoz

Sur un problème quelconque, on peut établir des "quantos" dans l'espace, formels, constructifs, fonctionnels, de systèmes de relations, à partir d'une étude typologique ou de toute autre méthode qui nous rapproche de ces définitions. Lorsqu'on procède à cette détermination des "quantos", il est nécessaire d'effectuer une

interprétation des données, ce qui fera apparaître une intentionnalité qui conditionnera tout le processus, puisqu'une famille de corps, une trame donnée, se verront confier le rôle d'ordonnateur général du système.

Une fois ces "quantos" établis, le travail topologique permettra une seconde approche de la solution du problème, d'où l'on pourra tirer des conclusions valables pour le projet définitif. Pour essayer de dégager tous ces concepts qui affectent le processus de création architectonique —ou en sont la conséquence—, nous nous voyons contraints de donner un exemple de la façon dont interviennent, au moment du projet, les principes théoriques délimités.

Il va de soi que l'on dispose de l'appui fourni par une réflexion intense sur la pratique architecturale: connaissance, intentionnalité, générosité, bon sens. Nous essayons de connecter, "d'ordonner" dans l'essentiel tout résultat valable tiré de l'analyse du problème —programme— nous affectant. Il convient de souligner que nous ne suivons pas un processus allant d'un programme particulier à une solution particulière. Ce que nous énonçons, c'est la nécessité de rechercher des solutions typiques, d'obtenir un répertoire codifiable de cellules et de groupements, suggérant tout l'ordre sous-jacent dans un système qui nous offre une diversité maximum pour un minimum de cellules différentes.

Dans un programme, nous trouvons un certain type d'éléments de projet qui, du fait de leurs mesures, de leur fonction, du lieu et de la quantité de fois où cela se répète, sont susceptibles de s'organiser en différents schémas formels, "choix"; mais par-delà cette apparente diversité sans limites, nos besoins, les diverses exigences d'utilisation, les conditionnements de l'emplacement, les surfaces dont nous disposons, etc., précipiteront un schéma primaire sur lequel on pourra travailler, en codifiant et systématisant les différents éléments dans l'espace que nous voulons structurer en d'autres éléments de construction.

Etant donné que tous les éléments de construction qui jouent, d'une manière ou d'une autre, sur la matérialisation de l'espace architectonique peuvent être considérés comme des "corps géométriques massifs" et cet espace comme des "corps géométriques vides", il est évident que nous pourrions organiser toute la construction du milieu physique comme une somme ou une division modulaire, où les vides et les pleins relèveront du même régime géométrique.

g. 57 "Il s'avère aussi rigoureux ou inexact de partir, dans notre travail, du point de vue de la programmation et du comportement humain pour en aboutir au projet, que de se baser sur des systèmes topologiques dans l'espace, si généraux et si souples qu'ils donnent, a priori, la sécurité de pouvoir les adapter a posteriori à tous les besoins qui se feront jour. Le fait est qu'à l'heure actuelle cette dernière voie nous est apparue bien plus efficace que la première, tout au moins dans les travaux que nous avons réalisés jusqu'ici."

R. Leoz

g. 71 Dans l'étude de l'être humain en tant que composante sociale, on peut distinguer des tendances ou attitudes apparemment contradictoires, lors d'une analyse fonctionnelle du comportement. Cependant, c'est dans la mesure où nous saurons interpréter ces comportements, que nous parviendrons à fournir des réponses architectoniques capables de s'adapter aux besoins psycho-physiques de l'utilisateur.

La ville doit être envisagée comme une macro-structure, et le logement comme la cellule où l'utilisateur individuel et collectif trouvera protection et confort, en intégrant et harmonisant les composantes; par conséquent, le contenant architectonique et d'urbanisme doit être la résultante de l'étude de l'être social en tant qu'entité dynamique ayant des exigences diverses (sociologiques, physiologiques, anthropologiques, etc.).

g. 74 "Jusqu'ici, les tentatives d'industrialiser la construction ont suivi des chemins erronés. Elles

sont presque toujours parties de détails de construction, réalisés au moyen de techniques différenciées; on a alors prétendu, sans autres considérations, faire de l'architecture à partir de ces détails, dont certains sont résolus d'une façon fort ingénieuse. Comme de bien entendu, les résultats n'ont pas été encourageants, au point même que, dans certains cas, on a essayé a posteriori de maquiller d'architecture un défaut honteux qu'il fallait cacher."

R. Leoz

"Dans cette tâche qu'il est urgent d'entreprendre tous ensemble, la première des choses à faire, en collaboration avec l'industrie, est de sérier, de normaliser et de systématiser les éléments qui, une fois combinés par nous, composeront les ensembles architectoniques; simultanément, bien qu'à un échelon supérieur et non pas en amateurs mais avec la même rigueur qui guide les physiciens et les mathématiciens, il faut entreprendre la recherche des instruments qui nous permettront de nous rapprocher progressivement de l'objectif.

Il est évident que l'architecte ne pourra pas aborder cette tâche isolément; il aura besoin de l'appui d'équipes compétentes qui, avec humilité, constance et efficacité, travailleront dans ce même esprit qui a permis à d'autres techniques de résoudre d'une façon ingénieuse et admirable les terribles problèmes que notre siècle leur a posés."

R. Leoz

PAG. 75

Il est clair que la pratique de cette forme de projet doit s'inscrire dans un processus qui ne soit pas étranger à celui de l'organisation industrielle, de sorte que soit facilitée l'intervention de ces équipes dans la mise au point et la programmation des éléments convenant au système que l'on désire coordonner. Viendra ensuite la fabrication de ces éléments systématisés. "Pas une automobile, pas un quartier neuf, pas un rasoir, pas un réfrigérateur, pas une capsule spatiale ne doivent suivre —pas même dans les aspects les plus épidermiques de la forme— un processus de création ressemblant à celui du vase du potier ou de l'igloo de l'esquimau."

Oriol Bohigas

Lorsque nous considérons les problèmes de la construction de l'habitat, nous devons tenir compte que nombreux sont les éléments de construction indépendants, réalisés par divers secteurs industriels, qui conforment les édifices. Il y a d'une part le groupe de fabrication des matériaux et composantes, et d'autre part celui du montage et de l'assemblage de ceux-ci, généralement "in situ".

Si nous analysons plus à fond, nous voyons que ces deux industries de base se composent de spécialités et de secteurs très divers. En conséquence de quoi il existe une dispersion des responsabilités dont la somme ne constitue pas la véritable responsabilité que le produit fini exige. Chaque participant peut assumer à fond sa responsabilité propre sans que, pour autant, soient satisfaites les exigences de la responsabilité du processus dans sa totalité. Il peut même arriver parfois que cette optimisation partielle joue à l'encontre de la totalité. La meilleure situation totale doit être prépondérante sur les solutions partielles, elle doit les englober.

La solution pourrait être l'intégration de ce processus dans une seule entreprise; de fait, il existe de nombreuses expériences de ce qui a pris le nom de "préfabrication fermée".

Mais la voie véritablement féconde sera celle qui englobera toute l'industrie, en maintenant le

niveau de spécificité, de désintégration et de division du travail souhaité, avec toute la compétitivité que cela implique, et qui permettra de stimuler le perfectionnement progressif tant des parties que du produit fini.

Ce perfectionnement des parties en fonction du projet final ne pourra être atteint qu'à travers une recherche coordonnée qui définisse le comportement de chaque composante, sur la base de la totalité du processus de construction et de son utilisation et entretien une fois mise en service.

Il devient donc nécessaire de définir ce comportement des composantes (en marge de leurs qualités intrinsèques), en examinant leur capacité d'adaptation et d'intégration, dans une gamme de systèmes et de possibilités de montage, à d'autres composantes de nature et d'origine différentes, leur coût relatif, leur entretien, etc. Pour déterminer les caractéristiques qu'elles devront présenter, il sera nécessaire d'établir une série d'accords ou conventions entre les producteurs d'éléments, et entre ceux-ci et les monteurs.

Ces accords ou conventions sont essentiellement au nombre de trois:

— Coordination dimensionnelle: la coordination industrielle reposera fondamentalement sur un système de mesures, fixé au préalable et ordonné. La coordination dimensionnelle répondra à deux exigences qu'il faudra remplir: celles qui découlent du projet (fonctionnelles, expressives, etc.) et celles qu'impose l'industrie de la construction (matériaux, techniques de fabrication, montage, etc.).

— Tolérances de fabrication et de montage: les accords relatifs aux tolérances peuvent être considérés comme corollaires de ceux de coordination dimensionnelle, mais en pratique ils sont aussi importants qu'eux.

— Compatibilité des joints: il faut écarter les idées utopiques sur la possibilité de trouver des joints universels; l'union entre familles de composantes pourra faire l'objet de conventions, qui établissent même les problèmes particuliers en tant que tels. En plus des liaisons entre composantes, ces

PAG. 86

PAG. 89

accords devront se référer aux systèmes de construction les organisant.

Pour disposer d'un outil permettant de diffuser et d'utiliser correctement ces produits, il faudra en même temps mettre sur pied un catalogue de composantes et de systèmes de construction; dans sa phase la plus évoluée, celui-ci pourra se constituer en banque de données systématisées.

Au fur et à mesure de la mise en marche du processus, il sera nécessaire de construire des prototypes expérimentaux permettant d'en évaluer toutes les implications et de le perfectionner progressivement.

Il faut tenir compte que ces composantes devront pouvoir s'intégrer dans les systèmes traditionnels de construction et dans ceux qui s'appliquent actuellement, à un degré plus ou moins grand d'industrialisation, afin que leur incorporation s'effectue peu à peu, sans traumatiser aucun des secteurs.

D'autre part, il conviendrait d'établir des conventions de commercialisation qui, tout en garantissant la compétitivité, s'efforcent d'éviter les monopolisations et les intermédiaires coûteux et improductifs.

La réalisation de ces accords dépend sans palliatifs de la participation active des producteurs impliqués; pour que les décisions prises soient aussi représentatives que possible, une telle participation devrait s'effectuer par le truchement des Associations professionnelles des différents secteurs.

Un élément fondamental est la nécessité de coordonner les efforts des diverses Associations, afin d'obtenir des organismes responsables l'appui nécessaire pour développer ce processus dans le pays et le convertir en une source d'exportations massives au sein des marchés prometteurs dont l'Espagne dispose.

Ce cheminement ne sera valable que s'il jouit d'un appui officiel, lequel pourrait se traduire dans la série de mesures que nous résumons ci-dessous:

— Une réglementation qui permette de développer des systèmes de construction industrialisée ouverte.

— Favoriser l'utilisation de composantes standardisées coordonnées dans la construction de logements de promotion officielle.

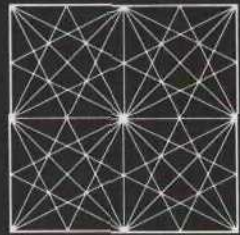
— Une politique du logement tendant à établir des plans à long terme, non soumis aux aléas gouvernementaux, ce qui serait la meilleure des garanties pour les investissements.

— Financer la réalisation de prototypes expérimentaux qui, dans les débuts, peuvent s'avérer plus coûteux que les constructions traditionnelles.

"Il nous faut tracer un sentier, en restant conscients qu'il nous permettra d'atteindre notre but. Il faut nous dégager de la désorientation que nous subissons actuellement. Une pseudo-philosophie est en train de naître, qui cache la dévalorisation de l'être humain à qui s'adressent les produits résultant de la spéculation et du manque de sérieux scientifique et technique. Nous estimons qu'il est nécessaire d'offrir immédiatement des solutions aux principaux besoins sociaux, la santé, l'éducation et le logement; dans le cas contraire, l'injustice sera telle que la Paix en deviendra impossible."

R. Leoz

PAG. 98



ARCHITECTURE AND INDUSTRIALISED BUILDING

The creative process under the mark of Social Architecture, to which Rafael Leoz gave birth, has frequently been criticised as being overly confined to the realm of speculation and abstract theories.

Born from a truly definite purpose, that of raising to the level of present-day science and technology the framing of and the solution to one of the major social problems of this day and age, that of housing, it would be a complete failure for its creator and for the team of exemplary followers of his work who have been fervently struggling to develop all the studies that Rafael Leoz left in a still embryonic stage, if it were to be reduced to a mere, though brilliant, idea destined to lie dormant in dusty archives or on library shelves.

Just as any other true revolution, Rafael Leoz's thinking needs time, comment, and perseverance so as to probe deeper into the social strata and reach the appropriate level for it to take practical effect.

Among such strata, there are some which present a passive resistance—which at times is not that passive—to these new theories reaching their final stage of development, because the nearsightedness of the short-term interests involved prevent these from entertaining the projected vision of a future where there will be a place and work for everyone.

Time goes by without further ado, but such comment and perseverance are being put in by a handful of men led by that uncommon woman, Rafael Leoz's widow. And thanks to them,

those of us who from the outset believe in the fertility of an idea and in the fruitfulness of an action can now see for ourselves —at times with an exasperating slowness from our outlook, although history may perhaps one day witness a quickening pace— that the resistance to and the inertia against following the new avenues that in his day were imagined and opened up by Rafael Leoz are being broken.

The Leoz Pavilion at CONSTRUMAT 81 is already something more than a mere expression of a few ideas or of a speech on certain brilliant but sterile theories. This pavilion has been made possible through something that is most difficult among ourselves —an alliance of many interests and of many teams that are directly or indirectly involved with such an enthralling world as that of housing and building.

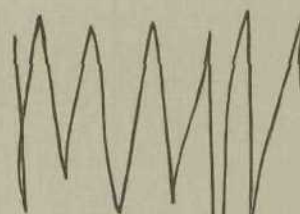
The response to the call for participation has been significant in the public sector, in the business world, and among all those who were invited to cooperate towards an idea which will benefit all of us in that it belongs to us all.

The bursting effort for its accomplishment as made by all those who participated in the project would already in itself be worthy of the most complete success. But the facts are that such success will also be that of Spanish technology and ingenuity; and that the scheme involved is not only going to solve one of the major problems of Spanish society but that it is going to carry its social message beyond our frontiers and, most particularly, to those Spanish-speaking

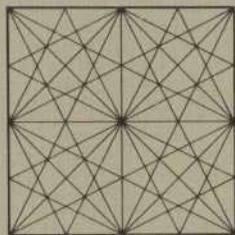
countries that share with us —among so many other things— this severe problem of the lack of decent and modern dwellings.

A good proof of the eagerness for something more than the simple opening of a pavilion in an exposition is the intention that the ideas outlined here shall convey the desire for a lasting demonstration and shall, through the generous assistance of several Government departments, very shortly be a reality; a reality represented by an initiative whereby the seat itself of the research undertaking will already be a fruit of that same research.

Without either exultations or formalities and being fully aware of the value of each of the following words, it can be affirmed that the Leoz Pavilion at CONSTRUMAT 81 is going to mark the beginning of a new era in the history of Spanish building construction.



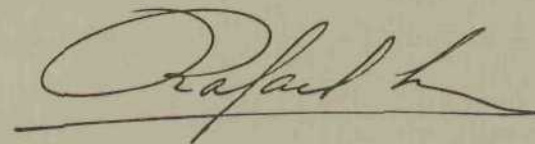
El Subsecretario de
Obras Públicas y Urbanismo,
MANUEL PEREZ OLEA



RESEARCH

Research represents only a state of mind, a friendly and favourable attitude towards that which may mean change. It entails a mentality that resolves problems, as opposed to the one that prefers to leave things as they are. It requires the spirit of a music writer and not that of a mere virtuoso. It's the mind of tomorrow and not that of yesterday. It is optimism as against pessimism; and, lastly, it is faith in, and not scepticism, towards mankind.

In order to get along successfully in an atmosphere that is appropriate for research, the following virtues are needed: humbleness, imagination, perseverance, a sense of order, and, above all, patience.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rafael Leoz', with a horizontal line underneath it.

Rafael Leoz

Man is a part of nature and in her he finds his shelter. To satisfy his need for a dwelling place, he could depend on a knowledge that was both inherited and acquired through experience. Thanks to *this he was able to extract the products* that he needed without disturbing his environment.

The results were coherent with his surroundings and the equilibrium between nature and his knowledge was maintained.

As he developed his culture there was an increase in the number of basic products that he used in creating his habitat. The houses he built were consistent with his social and technical possibilities, as well as with nature.

When the more elaborate items of craftsmanship and the various *implements of labour came on the scene*, there was a need for coordination and planning-management of construction plus development of a prior design.

Master builders and architects used their materials, the then available energy, and their building sites without straining nature and only in terms of human needs.

Then the industrial phenomenon appeared. Equipment was split up and its functions became even more specialised. It is still possible to control

the first few industrial products but the coordination of these starts to be difficult. The time comes when industrialisation is overwhelming for the possibilities of control by the human element. The *arquitect looses touch with the humanistic dimension* upon his having to concentrate his attention on technical aspects. The problem is not solved by a further splitting up of the equipment, since a connexion between its components does not exist any longer.

Production is anarchical, intesive and lavish, with incoherent results. Natural resources are debased, energy resources are wasted; and there is a severence of the links between industry and architecture, between architecture and the human problem areas, and also between the industrial products themselves.

It is necessary to reopen the question of the social sciences as applied to the habitat. A restructuring of building construction is needed to create more effective links between production and erection technologies. A new way of conceiving and practising architecture is required.

In the industrial aspect the intent is to make the basic sectors profitable with a more coherent production. The aim is to simplify product fabrication through use of a minimum number of simple and adaptable building elements capable of

being blended together and architecturally coordinated. It is not a matter of more, but of a better, industrialisation. We have to rationalise a production that is anarchical and incoherent.

Costs have to be reduced while improving quality. Production has to be increased so that labour can be cost effective.

We have to achieve more convenient, rational, and simple production and erection methods that will afford highly flexible architectural solutions.

We have to achieve solutions for meeting domestic and foreign demand.

This industry is fundamentally structured around the following sections: basic materials, semifabricated products or microsystems, and complete systems which coordinate a particular number of building elements.

Closed systems not only do not solve industrial coordination but that they generate new ranges of products which complicate the market even more so.

It is necessary to create an open system—a system open to solutions, to the incorporation of new materials, to research and new ideas, to all sorts of problem areas, and to any industry that wishes to participate in the effort.

For the development of this open system it is necessary to start out from an

analysis of the architectural space that shall permit establishing a common geometry between the constituent building elements and the space that they generate.

The aim is to satisfy the true human needs through a gradually evolving production coordination.

The architect Rafael Leoz laid this research project out for himself so as to face this problem. He was seeking a methodological means of design for developing a geometrical and projective systematisation of the architectural space, on the basis of combinative laws.

This geometrical systematisation springs from the fact that it is possible to assign a polyhedral structure to the architectural space.

There are basically four polyhedrons which make up the solid envelopment of the space. Starting from the constituent building-elements and the spatial networks which they generate, Leoz systematised the study of the architectural space—a new way of understanding architecture.

In much the same manner as happens with language —wherein syllables, words, and phrases are put together from 26 letters or elementary 'molecules' by following certain grammatical rules—, there is a quest for a selection of such elementary and basic

PAG. 30

PAG. 40

forms as shall, when combined together, produce other, more complex forms that will enable implementing a variety of functional programs.

PAG. 43 The L-module, an asymmetrical 'molecule' which consists of a minimum number of like 'atoms' and which permits a maximum number of combination possibilities, was the spark and the starter for all this research process.

PAG. 45 There are, too, numberless series of molecular polyhedral groupings, or 'rhythms', of similar characteristics, that are specifically applicable in particular cases.

PAG. 47 Such 'rhythms', which are materialised through the most suitable products for each case and which are compatible with each other by means of a common geometry, make available a boundless range of prior models for developing design projects with a most absolute creative freedom.

PAG. 50 In order to adapt these theoretical bodies to housing projects, we need to define their constituent parts:

- we designate by 'cell' the interior habitable space;
- by 'skin', the planes that limit said interior space; and
- by 'macrostructure', the network that generates and arranges these spaces.

PAG. 52 This network operates as a base, in

much the same way as grammar operates with the letters, words, and phrases of one same language. Over this network the building elements are arranged so as to express architectural ideas.

In February, 1969, there was established the Rafael Leoz Foundation, an organisation which, notwithstanding the passing away of its founder, is carrying on his task through a consolidation of his ideas. The intent sought by the Foundation is to re-examine the problem areas in the building industry, as regards both the technical and the humanistic aspects.

It has been proven —originally by Rafael Leoz and currently by the Foundation— that said theories are applicable to such conceptually and technically varied projects as economical housing, urban planning, schools, sectional prefabricated pavilions, public buildings, military barracks, sculptures, textile design, jewelry, stained-glass doors, and so on.

There is currently a probing as to how a dwelling ought to be under varying cultural, climatic, geographic, social, economic, and technical conditions.

From such research and from an analysis of the state-of-the art in building construction, it follows that there is a need for a joint action.

PAG. 57

PAG. 71

PAG. 74

AG. 75 It is essential to develop a team-work methodology that shall lay the bases for coordinating the required effort in the common interest.

AG. 77 As a first step, it is necessary to develop a number of agreements by business areas, with the support of a joint research effort and with the participation of government organisations.

AG. 82 To such agreements, research would be contributing a knowledge of the architectural space and of the human needs in connexion with housing and habitat. Industry would be contributing its technological production and erection know-how. A dimensional coordination as to tolerance, erection, marketing, and so forth, would be established so as to make possible a coherent interrelationship between the sundry components.

An agreement should be reached between the industries that are concerned with macrostructures. By 'macrostructure' we mean the macrosystem which organises all the supporting members of a structure in space.

A further agreement should be reached between the industries that are concerned with 'skins'. By 'skin' we mean the macrosystem encompassing the individual systems that determine

and interrelate the interior and the exterior of a building.

And, finally, an agreement should be reached between the industries concerned with 'cells'. By 'cell' we mean the macrosystem encompassing the elements that make up the habitable and registerable space available in a dwelling.

Such three agreements could be worked into a coordinating master agreement that would apply thereto as a regulation springing from the initiative of all the member firms concerned.

Each producer participating in this common effort would select his products to meet the ruling specifications as to erection, dimensions, commercial aspects, etc., so as to have such products included in a catalogue of compatible industrialised components.

Such catalogue, which would be issued to designers and builders, could be the basic tool to be used as a common language between industry and architecture.

It would be a catalogue open to new contributions, with a view to permitting an orderly, clear, and up-to-date knowledge of any coordinated production and erection techniques. Thus, industry could, through its various business areas, more efficiently attend to the building of a habitat.

PAG. 83

Such agreements, such task, and such common effort would permit re-establishing the lost balance between architecture and industry, because not only could improved, rational and profitable products be obtained, but that these would have new creative possibilities to serve as a basis for satisfying the true human needs for housing... of a type that would once again be in harmony with nature.

"If we architects were to make a self-examination, we would have to admit that we are working with a mentality that is the same as that which the Roman's applied to their own work—and possibly with less boldness."

R. Leoz

"When facing complex problems, we tend to simplify them if they cannot be overcome. This is an advantageous strategy when only technical problems are involved; but if we oversimplify human, social and psychological needs, the result is a debasement of human life."

N. J. Habraken

Throughout its history, architecture has constituted a coherent discipline capable of using or modifying all means within its reach, or of inventing new means, so as to organise space in relation to human needs.

For some time past, the means for building up these spaces have been gaining a development that in many instances is most advanced technologically speaking; but architects, the individuals responsible for designing and organising such building up are—to say the least—bewildered.

One of the causes is the fact that the design methods being applied constitute adaptations of those that were valid when the building industry was based upon craftsmanship-type processes, and do not allow for the deep-lying transformation suffered as much by production facilities as by job organisation and erection.

In these processes for the adaptation of anachronic design methods the most deep-lying determinants of the architectural problem are oftentimes left out. It is thus that we witness the growth and transformation of our cities within an ever more chaotic, monotonous, and dehumanised aggregate.

Another cause—or, rather, a cause as well as the effect of these determinants—is the enormous dispersal of industrial products and the large

variety of mutually disconnected possibilities that are available to solve one same problem.

And this industrial dispersal, which creates solely an illusion of architectural variety, breeds in its bosom a problem (one which will not be solved by further product disconnection and diversity), i.e., structures that are incapable of increasing productivity within such a disconnected business area as that of the building industry.

The attempts at creating relatively self-sufficient methods which—in view of the needed investment—require certain prospects that are guaranteeable only in countries with a planned economy, have failed. And so much so that the closed-type prefabrication methods do not seem to be workable within a market economy.

The need for an in-depth reconsideration of conception and design methods, of the reorganisation of the building process and of the roles of the participants in said processes is ever more obvious.

On a parallel with the current disconnection between architecture and the building industry, the following significant facts—as points that would more directly affect the latter—are to be considered:

- The evolution of the requirements that are being ever more clearly set forth by the user, such as those stemming from the need for personalising and adapting his everyday atmosphere to various ways of life, or from the demands for quality and ease of maintenance in keeping with the foreseeable life of the several products.
- The evolution of work organisation from the craftsmanship forms, wherein responsibility for production was more individually assumed and an inducement existed in the responsibility itself, to other more specialised and sectoralised forms, where groups of individuals, which at times are very large, have to understand in some other way their common work and its aims.
- The evolution of production methods, which, considering the present circumstances, require the manufacture of long-runs so as to build up stocks—

irrespective of private orders— as the only way to reduce costs, increase quality and effectively control a product.

This long-run production involves a standardisation for it to be effective, and it will be from these determinants that the building elements shall have to be designed.

● The evolution of means of transport, and of storing and hoisting systems, which suggests for those facilities a more rational use that shall be aimed at an organisation for the erection of larger-and-better-finished building components.

These evolutions, which have many times followed independent paths, cause the present construction process to be incoherent, anachronic, and costly.

At this time, the development of parallel and interconnected actions is necessary, in order to produce innovations of a methodological, rather than a technological, character in four fields:

1. Design processes, covering from industrial products to urban planning drawings. These design processes should integrate research and testing as a basis for their development.

"We make up the only business area in the modern industrial world which is forced to design and construct directly. A trial period should exist between these two activities. This can be achieved individually, but every civilized country should always have available programmes for experimental buildings and cities."—Alva Aalto.

2. The erection and project-organisation processes, taking advantage of all present-day possibilities in a rational way, as regards both transport, stocking and hoisting facilities, and programming possibilities.

3. The production of building elements and components, wherein application of industrial methods—such as these are currently understood—have or can have the greatest influence, with all the advantages of mass production, quality control, programming, etc.

4. Government support, which should take effect through adequate financing systems, in keeping with the new production mechanics;

updating the regulations and the forms of contracting in accordance with the new forms of performance; and creating real long-term expectations as the most effective way to promote the investments necessary for an industrial reorganisation.

These last-named two points, the production of elements and government support, are the ones that would have possibilities of sparking off a whole new process—underpinned by research—permitting the natural inclusion of the other points, all with an eye to an orderly evolution with positive multiplying effects.

Although we should always keep in mind the universal goal being pursued, in a first stage it would always be desirable to take the housing subject—due to its broadness and importance—as a standard of reference, in order for it to serve for extending any findings to the others.

We are to start out from the basic premise of aiming at what has been termed an "unlimited industrialisation of building construction" on the basis of compatible, interchangeable and replaceable elements, stepping aside from any road leading to limited processes.

This premise is grounded on the need for being able to use such elements and components of industrial origin in the widest possible variety of buildings (individual- and group-type dwellings, in either autonomous aggregates or within clearly-defined urban contexts), so that the market catered to shall be so broad that it will allow for cost reduction, with top quality as the basis for reviving this business area. It is a question of determining the least number of different types of elements whose use capability will warrant the largest possible variety of architectural answers.

By basing ourselves on pure mathematics and, more specifically, on mathematical faces, such as spatial combinatorial topology, the architectural space is structured—is organised—and the problem is posed from the outset. This method of organising such space in the "chemically-pure" state, apparently separates us from the reality of experience but it puts us into touch with the essential

PAG. 23

PAG. 31

problem area from which we can begin to see and study the relationship between geometry and industry, an indispensable nexus for the systematisation of architectural design.

As a fundamental premise, achievement of the maximum environmental quality (from both the architectural and the urban planning aspects) should always be sought, thereby making possible the gradual incorporation of the manufacturing industry with the view of taking the maximum advantage of its methods and quality standards, but without posing the need for a total prior industrialisation.

It is necessary to analyse the space, to know it in depth, and to organise it in a suitable manner. Through the architectural 'atom', its composition turns out to be simple; just as in chemistry, where the elements originate from the atom, the grouping of these give rise to molecules, and the grouping of the molecules make up material bodies.

Starting with the Platonic polyhedrons (tetrahedron, octahedron, hexahedron, icosahedron, and dodecahedron), we can develop the majority of the solid figures appearing in polyhedral geometry; such as the semi-irregular and the Archimedian polyhedrons obtained upon truncating the Platonic bodies, plus the whole series of prisms. But first it is advisable to make a classification which is basic within the subject under discussion.

We designate a tetrahedron, an octahedron, and a hexahedron, plus all the derivatives thereof, as inorganic polyhedrons; and we designate an icosahedron, a dodecahedron, and all the derivatives thereof as organic polyhedrons. This classification, which seems to be more a classification for the natural sciences rather than for mathematics, corresponds with the undernoted analogies between both disciplines.

The crystallisation of inorganic bodies depends upon minimal-energy systems with compact connexions—without single points—and with triangular, square, hexagonal or other symmetries, but in no case with pentagonal symmetries. Thus,

for instance, a CINA crystal can be the same as another adjoining CINA crystal, both jointly forming another crystal which will have exactly the same qualitative properties as those of the two crystals from which it originated.

Topologically, we could say that the aggregate formed by a crystallographic family is possessed of a uniform property in terms of the union operation—thus, the union of two crystals is another crystal. But this same result does not occur with all organic beings—the union of two dogs or of two trees, for instance, is not a dog or a tree, but a couple of dogs and a couple of trees.

These properties are similar to those present in inorganic polyhedrons. For example, the union of two hexahedrons is another inorganic polyhedron; and if we were to go on joining hexahedrons together, indefinitely, we could progressively have space solidly-enveloped, isotropically-filled.

Organic beings, on the other hand, are possessed of an individuality and singularity which characterise such beings. Their growth always occurs concentrically, i.e., from a single point. They have degrees of symmetry that are of an order superior to that of the inorganic polyhedrons, and pentagonal axes of symmetry are often found in these beings (e.g., in sea urchins, starfishes, certain flowers, and cacti). There have recently been discovered viral structures that are an exact copy, in miniature, of R.B. Fuller's geodesic dome which, as we know, is a succeeding triangulation of organic polyhedrons.

Points of fact similar to those occur in organic polyhedrons, the formation of which takes place concentrically from the simplest of them, which is the icosahedron (a union of twelve spheres with a central empty space, wherein each sphere is in contact with five others). It seems that it is the densest, though an unstable, placement of twelve spheres in a field of centripetal forces.

The pentagonal-axis symmetry is the queen among the organic polyhedrons. This type of symmetry is much more complex and, hence, is of a much higher order than that of the triangular, square,

hexagonal, and other symmetries as are possessed by inorganic polyhedrons. We could say that organic polyhedrons have a lesser 'entropy' than do the inorganic polyhedrons and that their existence is more ruled by chance than these are. According to the Soviet crystallographer E. S. Federoff, there are five types of parallelohedrons (polyhedrons having parallel faces) that solidly envelop space, i.e., juxtapositioned parallelograms that fill up space without leaving any interstices. The five are: the triparallelohedron, hexahedron, or cube; the tetraparallelohedron or hexagonal prism; the hexaparallelohedron or rhombododecahedron; the heptaparallelohedron or Kelvin polyhedron; and the elongated rhombododecahedron or tetragonal hexaparallelogram.

The remaining above-described figures do not solidly envelop space, but they do compact it in the topological sense of the term; and the (all equal) empty spaces that they leave are also inorganic polyhedrons. Therefore, in grouping said solids in a spatial network we will have to make binary or tertiary combinations.

The inorganic geometry originated by inorganic polyhedrons (tetrahedron, octohedron, hexahedron, rhombo-octohedron, etc.) affords us four basic spatial networks:

- a. A tetraoctohedral network, which, as is indicated by its name, is formed by the juxtapositioning of tetrahedrons and octohedrons. Within that network we could additionally position hexahedrons, truncated tetrahedrons, Kelvin polyhedrons, and other polyhedrons.
- b. A network of triangular prisms formed by connecting equilateral triangular prisms.
- c. A cubic network formed by hexahedrons.
- d. A rhombododecahedral network formed by four rhombododecahedrons, which figures can be superimposed, thereby forming a super, spatial inorganic network. This type of network will be discussed later.

However, materialisation of these networks in space by means of models is an arduous task; and any attempt at making projections thereon is

virtually impossible. Therefore, we have to represent these networks in a drawing by means of plane projections or sections. In that way, the designer works on a plane grid representing one or several spatial networks.

The most important plane grid obtained from a projection or a section of these spatial networks are:

- A 45°-drafting-triangle grid.
- A 90°-drafting-triangle grid.
- A superimposition of a hemipythagorian grid and a 45° drafting triangle.
- A hemipythagorian grid.

Leoz's thinking, or rather his school's, approaches the problem of architecture in general and of housing in particular from a reframing of architectural space basically from a geometrical-topological standpoint, so as to order a general theory that, after transcending its specifically architectural origin, shall permit becoming aware of the origin and structure of Form. As stated by Turnbull and Silvester, it is a question of "understanding the meaning of invariants, which represents an effort to recognise what is by its form, colour, sense or whatever, important and significant from that something else which is only trivial, ephemeral, or anecdotal". Each one of the 'quantum' invariants has an associated infinite variety of other forms that can be begotten in, and be floating as an atmosphere around, these invariants. However, although such derived types of existence, such emanations from the 'brood'-form are infinite, it is obvious that they are capable of being obtained through composition or, so to speak, through mixtures of mixtures of a certain and limited number of basic forms, by proceeding within a frame of reference.

Again, that is what occurs in language, in music, in chemistry, and in genetics.

"Leoz's module is as important to present-day architecture as were my ideas of the 1920' and the 1930's."

Le Corbusier

PAG. 40

PAG. 44

PAG. 34

"Upon seeing what Spain is exhibiting at the Bienal de Sao Paulo, specifically Sr. Leoz's new module, it occurs to me that Spanish architecture is the most honest, balanced, and sincere architecture at this time. It may set a real example".

Mies Van Der Rohe

"With the theories of our colleague, any good contemporary architecture is susceptible of being economically reproduced and industrialised".

C. Candilis

"I admire a professional such as Leoz, whose accomplished effort fills us all with pride. We have to encourage him in his effort, which has thus far been one of sheer sacrifice, since he has just initiated it—but with such good judgment that someone has said that he comes near to Plato. His labour strikes me as being very serious, downright applicable, [and] having certain exceptional repercussions for our way of setting about our work and for the industry that has to cater to us. I think that this module is going to fit in perfectly with the effort that Spain will have to carry out in the housing problem area. I believe that by following these guiding directions that he has given us we can arrive at usage standards for our building procedures that may cause Leoz's labour to be historical".

Secundino Suazo

45 Once we have found networks for our job, it is necessary to employ polyhedral groups or 'molecules' that will enable us to compose rapidly and nimbly within the 'ruled' space that is available to us. The problem of finding the most appropriate molecule and compositional rhythm for the programme that is desired to be implemented is up to the designer, who may seek them on the basis of studies in equivolumetry or equisuperficiality; or in the splitting up,

divisioning, or sectionalising of polyhedrons, polyhedral groupings, etc.

Likewise, there shall have to be established compositions laws and rules which shall, if they are formulated in a sufficiently intelligent way and are appropriate, afford us a broad stock of topological forms and linkages—in lieu of a rigidified composition—from which we will select those that are optimum because of their beauty, functionality, and adaptability for a posed problem.

Without this systematisation arising from such studies, the architect shall continue to be dependent upon an industry that offers him particular solutions that were worked out *a priori*, since he will be ignorant of the basic principles of a methodology encompassing the totality of the building process.

"The architect will be finding that industry has solved a number of aspects, whereby he will be prevented from lapsing into certain marginal concerns that do not now permit him to fully set his imagination free. On the other hand, he will, the day when these problems shall have been solved, be a better architect than ever before, since he will be concerned with such things as the local environment, the landscape, the climate, the topography of the site where he is going to do the building, the prevailing atmosphere, the group psychology".

R. Leoz

In sum, it is a question of bringing the architectural order and spirit to bear upon such products turned out by industry as shall be capable of constructional combinative arrangements in space that will facilitate a liberal high-quality in the end product.

Upon analysing a building, there can be singled out three groups of constructional elements which, in certain cases, may be more or less mixed up but which, anyhow, will apply to the solution of the problems that are typical. It is therefore desirable that we shall individualise such groups so as to perform a proper analysis and to put forward solutions that will, from the outset,

PAG. 50

consider this problem area from its source. These three groups are:

- The macrostructure— support for and installations that render service to the cell.
- The skin— protection against and linkage with the external medium.
- The habitable cell— interior comfort and fitting out.

From this viewpoint, each group can be dealt with specifically, in order to bring it near to the optimum performance characteristics. At the same time, it will be apparent that the degree of industrialisation of any of the groups does not necessarily call for the industrialisation of the others. This is a basic condition if we seek to have, from this time, an effective influence over the building of dwellings on a large scale, since many conventional methods continue to be more flexible—as well as more economical—for solving some of these problems.

“The turning of the above-formulated ideas to advantage is as useful for the conventional building construction as it is for the industrialised one, but the advantage to be had from it grows and gains its maximum degree of excellence when the means are industrialised and standardisation—even in the planning stage—becomes necessary.”

R. Leoz

Given any problem, spatial, formal, constructive, functional and relational-system quanta can be established from a topological study or from any other method that shall bring us near to these definitions. Upon accomplishing such quantum determinations, it is necessary to make an interpretation of the data involved; and there shall appear a purposefulness that will condition the entire process upon assigning the role of general arranger of the system to a family of bodies, to a particular ‘woof’.

After these quanta have been established, the topological work will afford a second approach to the solution of the problem; and from there, valid solutions for the definitive design may be drawn.

In an attempt at illuminating all such concepts as affect—or are a consequence of—the architectural creation process, we run up against the need to exemplify the manner in which the marked-out theoretical principles intervene at the time of planning.

We are disregarding the existence of a support as afforded by an intense reflection on practical architectural work—knowledge, purposefulness, generosity, common sense.

We are attempting to connect, to ‘arrange’ that which is essential in any valid result obtained from the analysis of the problem—the programme—in hand. It should be noted that we are not going through a process extending from a particular programme to a particular solution. We are posing the need to seek typical solutions, to obtain a stock of codifiable cells and groupings that shall suggest all the order found in a system that will offer the largest diversity with the least number of different cells.

In the design within a programme, we will find a certain type of elements that—due to their measurements, function, location, and number of times in which they recur—are susceptible of being arranged into different formal schemes or ‘partis’. But over this apparently boundless diversity, our needs, the various usage requirements, the locational determinants, the areas available to us, and other factors will ‘precipitate’ a primary scheme on which we will be able to operate, codifying and systematising the various spatial elements that we wish to structure into other constructional elements.

Considering the fact that all the constructional elements that in some way have a bearing on the materialisation of the architectural space may be regarded as ‘solid geometric figures’— and such space, as an ‘empty geometric figure’— it is obvious that we will be able to organise the complete construction of the physical medium as a modular addition or division wherein all voids and masses partake of the same geometrical regime.

PAG. 53

PAG. 52

a. 57 "In our work, it is just as rigorous or as inexact to start out from the standpoint of programming or of human behaviour to arrive at a design, as it is to do so on the basis of such general and flexible topological spatial systems as shall, *a priori*, give us the assurance of their being, *a posteriori*, adaptable to all the needs with which we will be presented. In recent times, the latter course has, to us, certainly been much more effective than the former; at least in the projects that we have carried out thus far."

R. Leoz

a. 71 Upon studying the human being as a social component, apparently contradictory tendencies or attitudes can be distinguished in making a functional analysis of his behaviour. However, to the extent that we shall be able to interpret such behaviours we will succeed in coming up with architectural answers capable of being adapted to the user's psychophysical needs.

A city should be regarded as a macrostructure; and a dwelling, as a cell wherein protection and comfort is to be provided to the individual and the group users, integrating and harmonising the component parts. Therefore, the architectural and urban-planning continent is to be the outcome of a study of the social being as a dynamic entity having sundry (physiological, anthropological, sociological, and other) requirements.

a. 74 "To this time, the attempts at industrialising building construction have been made along wrong lines. Nearly always, a start has been made from certain constructional details accomplished through use of differing techniques; and from such details—some of which have been ingeniously resolved—individuals have, without taking into account other considerations, intended to do architecture. Naturally, the results obtained have not been encouraging; and to such a point is this so, that in some instances there have been, *a posteriori*, attempts at disguising as architecture a disgraceful defect that had to be concealed."

R. Leoz

PAG. 75
"Along this road, which we all have to follow together on a pressing basis, the first thing to be settled—in cooperation with the manufacturing industry—is the seriation, standardisation and systematisation of the elements which, after having been combined by us, will make up the architectural aggregate. And, simultaneously, though at a higher step, we have to undertake—not as amateurs but with the rigour that physicists or mathematicians apply in their work—the quest for such instrumentalities as shall permit our advancing towards our objectives. An architect will not, naturally, be able to carry out this task in isolation, but backed up by qualified staffs who, with humbleness, perseverance and efficiency, shall tackle the job with that same spirit as led other technical experts to solve, wonderfully and ingeniously, the tremendous problems by which they have been confronted so far this century."

R. Leoz

"It will be apparent that the exercise of this manner of designing ought to be included in a process not inconsistent with industrial engineering, so as to be thus able to favour the participation of those teams in the production of and programming for such elements as shall be desirable for the system that we wish to coordinate. Manufacture of such systematised elements will come later.

Neither a housing quarter nor a motor car nor a shaving machine nor a refrigerator nor a space capsule should follow through—even as regards the most 'epidermal' aspects of their form—a creation process similar to that followed by the potter's vase or the Eskimo's igloo."

Oriol Bohigas

Upon considering the problems that have to do with habitat building, we must take into account that many independent building elements, accomplished by various industrial sectors shape a building.

PAG. 77

On the one hand, there is the group that manufactures materials and components; and on the other, the group that erects and connects these, generally *on site*.

These two basic industries are—in a finer analysis—composed of the most diverse subsectors and specialty lines of business. In consequence, there exists a dispersal of responsibilities the sum total of which does not constitute the true responsibility that is demanded of the finished product.

Each participant can discharge its responsibility to the maximum without thereby satisfying the requirements under the responsibility for the entire process. At times, even this partial optimization may be counterproducing in terms of the aggregate. The best overall solution should prevail over, should encompass the partial solutions.

This process could have a solution by integrating it into one single undertaking; and, as a matter of fact, there are numerous experiences of that which is being persistently designated as "closed prefabrication".

But the really fruitful road will be that which shall encompass the entire industry, maintaining the desired degree of work specificity, segregation and division, with all the entailed competitiveness which will be an incentive for the progressive improvement of the parts and of the end-product as well.

This improvement of the parts in terms of the final product may be attained only through a coordinated research that shall establish the behaviour of each component by relating it to that of the entire constructive process and to the utilisation and maintenance of such product after it has been put to use.

It will then be necessary to define such behaviour of the components (in addition to their intrinsic properties), considering their capacity of adaptation and integration—within a range of erection systems and possibilities—together with other components of a different sort and source, as well as their relative cost, maintenance, etc. In order to determine the specifications that the

components shall meet, it will be necessary that a variety of understandings or agreements be reached between the building-element makers and between these and the erectors.

Such understandings or agreements are, basically, three:

- **Dimensional Coordination.** Industrial coordination would depend fundamentally upon a prefixed orderly system of measurements. It should answer two requirements that must be met, namely, those (functional, expressive, etc.) originating in design and those (materials, manufacturing techniques, erection, etc.) presented by the building industry.

- **Manufacturing and Erection Tolerances.** The agreements on tolerances may be regarded as a corollary to the dimensional coordination agreements, but, in practice, they are as important as the latter.

- **Joint Compatibility.** Dismissing Utopian presentations on the possibility of finding universal joints, the union between component families can be the subject-matter of agreements that will, even, establish the problems involved, particularised as such.

These agreements should apply to the constructional systems that organise the components, while they deal with the linkages between the components themselves.

As a tool for spreading, and for a proper utilisation of, these products it will be necessary to prepare, at the same time, a catalogue of building components and systems, which publication could in its most advanced stage constitute a bank of systematised data.

As the process is set on foot, it will be necessary to accomplish experimental prototypes that shall permit evaluating all the implications of a succeeding improvement.

It is necessary to take into account that these components should be capable of integration through the conventional building systems and through those which are being applied with a greater or lesser degree of industrialisation, so

PAG. 89

PAG. 86

that their incorporation shall be gradual, without causing dislocations in any business area. In addition, there should be concluded marketing agreements which, while guaranteeing competition, shall attempt to prevent costly and unproductive monopolisations and intermediations.

The accomplishment of these agreements inescapably depends upon the active participation of all the producers involved; and in order that any determinations adopted shall bear the largest possible representativeness, such participation should be carried out through the Associations that cluster the various business areas.

A fundamental consideration is the need to coordinate the efforts of the several Associations, so as to secure from the proper government organisations the support necessary for promoting this process within Spain and with the view of turning it into a source of massive exports to this country's promising markets.

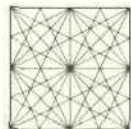
This road will not be negotiable if we do not enjoy such governmental support, which could result in a number of measures such as those summarised hereunder:

- A regulation that shall allow for the development of open industrialised-building systems.
- Fostering the use of coordinated standardised components in the building of government-promoted housing.
- A housing policy aimed at implementing long-term programmes—free from political fluctuations—as the best guarantee for the accomplishment of investments.
- Financing for the making of experimental prototypes, which in the early stages may turn out to be more costly than the conventionally-built components.

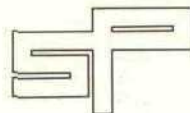
"In laying out a path, we always have to realise that it is along that line that we can reach our goal. We have to find a way out of this state of bewilderment in which we currently find ourselves. There is being preached a pseudo-philosophy that conceals the devaluation of the human being to

whom the products resulting from speculation and from a lack of scientific and technical seriousness are directed. We think it is necessary that we shall promptly contribute solutions to the principal social necessities, viz., health, education and a dwelling place; otherwise, unfairness shall be so patent that Peace will be impossible."

R. Leoz

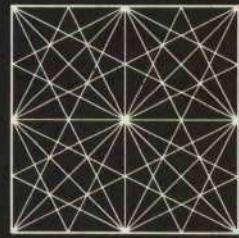


Editado por
Fundación Rafael Leoz
para la Investigación y Promoción de la
Arquitectura Social
Carbonero y Sol, 26
Teléfono: 411 07 45/95. Madrid-España.



Realización
SPAINFO, ING., S. A.
Martínez Campos, 47. Madrid
Fotocomposición: Conde
Fotomecánica: Fotograbado Ibérico
Fotografía arquitectura: Archivo Fundación Rafael Leoz
Fotografía industrial: Spainfo
Impresión: Gaez, S. A.
Encuadernación: Ramos
Depósito Legal: M-9.255-1981





FUNDACION RAFAEL LEOZ PARA LA INVESTIGACION Y PROMOCION DE LA ARQUITECTURA SOCIAL

Carbonero y Sol, 26 - MADRID-6 - ESPAÑA

Tels. 411 07 45/95

