

El tendido de las instalaciones

Joan Lluís Fumadó

Ignacio Paricio

Este libro ha sido redactado en primera persona por I. Paricio, aunque, como indican los créditos de autor, es el resultado de la colaboración con J.LI. Fumadó, que ha aportado sus propios textos, ideas y documentos.

Maquetación y tratamiento de las imágenes: Ana Paricio
Edición: Mercè Rius

Bisagra
Barcelona
Tel.: 93 485 12 85
E-mail: bisagra@arrakis.es
<http://www.arrakis.es>

© Ignacio Paricio
© Bisagra

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio o procedimiento sin la autorización previa de los titulares del ©

1ª edición: Diciembre 1999

ISBN: 84-923125-8-0
Depósito Legal: Z-3661-99

ÍNDICE

1. La explosión de las instalaciones	5
1.1 Lo que está ocurriendo	6
1.2 De piel y huesos a vasos y nervios	8
1.3 La postura del arquitecto	10
2. Las inadecuadas estrategias tradicionales	17
2.1 Tradición vergonzante: la ocultación	18
2.2 Las nuevas inserciones: la accesibilidad	22
2.3 El coste de enseñar: la exhibición	26
3. Los núcleos verticales	29
3.1 La tradición del patinejo	30
3.2 Los núcleos verticales y la planta de las viviendas	34
3.3 Los tendidos en fachada	38
4. Las distribuciones interiores	41
4.1 La limitada capacidad de los elementos verticales	42
4.2 La fácil evidencia de los falsos techos	44
4.3 Los prometedores suelos técnicos	50
5. La innovación tecnológica	57
5.1 La prefabricación hoy	58
5.2 Los nuevos materiales	60
5.3 Las nuevas técnicas	62
6. Perspectivas inteligentes	65
6.1 Aprendiendo unos de otros	66
6.2 El individuo y el grupo	70
6.3 Proyecto: previsión y coordinación	74

No me gustan los tubos y las cañerías. Realmente los odio por completo, pero a causa de esto, siento que se les debe dar su lugar. Si solo los odiase y no tuviese cuidado, creo que invadirían el edificio y lo destruirían totalmente.

Louis Kahn citado por R. Banham

Referencias bibliográficas

Allan, John: *Lubetkin*. Riba Publications Ltd. Londres, 1992.

Ávalos, Iñaki y Herreros, Juan: *Técnica y arquitectura*. Nerea. Madrid, 1992.

Banham, Reyner: *Teoría y diseño en la primera edad de la máquina*. Paidós Estética. Segunda edición Barcelona, 1985.

Banham, Reyner: *La arquitectura del entorno bien climatizado*. Ediciones Infinito. Buenos Aires, 1975.

Bender, Richard: *A crack in the rear-view mirror*. Van Nostrand Reinhold Company. New York, 1973.

Fernandez Galiano, Luis: *El fuego y la memoria*. Alianza Editorial. Madrid, 1991.

Giedion, Siegfried: *La mecanización toma el mando*. GG. Barcelona, 1978.

Herbert, Gilbert: *The dream of the Factory-Made House*. The Mit Press. London, 1984.

Paricio, Ignacio, Sust, Xavier: *La vivienda contemporánea*. ITeC. Barcelona, 1998.

Russell, Barry: *Building systems industrialization and architecture*. John Wiley&Sons. Norwich, 1981.

Productos citados

Para mayor información y comodidad del lector se reseñan aquí las referencias de los productos citados en el texto. El contenido de esta lista responde exclusivamente a las exigencias del guión y a los conocimientos de los autores. No se puede garantizar que sean los mejores ni los más difundidos. No se ha establecido ninguna relación comercial con estas empresas.

TETTON

Samep, S.L.
P. Valldaura, 218 2º3ª
08042 Barcelona
Tel.: 93.353.71.99
Fax: 93.353.92.74

REDELEC

TDM
C/ Santa Brígida 17
28220 Majadahonda (Madrid)
Tel.: 91.638.87.11

HERFORDER

Aide Group
Pl. Aralar, 4 Bj.
20160 Lasarte
Tel.: 943.36.52.50
Fax: 943.37.24.38

INTERCELL

Cador
Torre Mapfre – Villa Olímpica
C/ Marina, 16-18 Pl. 14D
08005 Barcelona
Tel.: 93.221.14.16
Fax: 93.221.23.38

INTUMEX

Euroquímica
Carretera Argentona, Dosrius Km 2
08319 Dosrius (Barcelona)
Tel.: 93.797.43.00

RUNTAL

Zehnder Radiadores, S.A.
Pol. Ind. Suroeste
Crta. Mollet a Sentmenats
08213 Polinyà (Barcelona)
Tel.: 93.713.23.13
Fax: 93.713.19.21

CHANNEL FLOOR

Permasteelisa España, S.A.
P. Zona Franca, 80
08038 Barcelona
Tel.: 93.296.64.46
Fax: 93.432.28.23

FLEXALINO

Georg Fischer
C/ Alcalá 85, 2ª
28009 Madrid
Tel.: 91.781.98.90

ESPIROFLEX

Espiroflex, SA
Pol. Ind. La Florida
C/ Vic, s/n, Pol.Ind. La Florida
08130 Santa Perpetua de la Mogoda (Barcelona)
Tel.: 93.560.24.00
Fax: 93.560.26.26

GARDENA

Agrojardín
Lopez de Hoyos 295
28043 Madrid
Tel.: 91.4158410

REHAU

C/ Dr. Trueta, 11
08860 Castelldefels (Barcelona)
Tel.: 93.635.09.09

SIEMENS

Siemens Building Technologies, S.A.
Gran Vía de les Corts Catalanes, 701
08013 Barcelona
Tel.: 93.232.30.61
Fax: 93.265.69.21

ASPEN PUMPS

Salvador Escoda, S.A.
C/ Roselló 430
08025 Barcelona
Tel.: 93.347.55.44

GEBERIT

Geberit, S.A.
Parque de Negocios "Mas Blau", Edificio Oceano
C/ Garrotxa, 10-12
08820 El Prat de Llobregat (Barcelona)
Tel.: 93.478.34.41
Fax: 93.478.34.71

KNAUF

Knauf
P. Gràcia 87 2ª esq
08008 Barcelona
Tel.: 93.487.46.47

TATE

Teinresa
C/Orense 10
28020 Madrid
Tel.: 91.597.42.67

1. LA EXPLOSIÓN DE LAS INSTALACIONES

Finaliza el mes de junio, redacto estas líneas en mi casa oyendo el repiqueteo de los albañiles. Mis vecinos empiezan obras como todos los veranos. Unos quieren unir dos dormitorios, otros van a mejorar el aspecto o el equipo de su cuarto de baño. Las dos terceras partes del dinero que se van a gastar tienen que ver con las dificultades planteadas por las instalaciones o con las obras de albañilería generadas por ellas. A pesar de lo desmedido de ese coste y de la incomodidad de esas obras la situación no parece mover a reflexión a nadie.

Los cables tubos y conductos crecen dentro de nuestros edificios, y con ellos los espacios que ocupan y las exigencias de accesibilidad. Pero los arquitectos no nos decidimos a dar a estos tendidos la importancia que evidentemente tienen. Parece que los proyectistas entendemos que eso no es arquitectura... que la arquitectura trata de otras cosas. ¿Hasta cuando podremos mirar hacia otro lado?.



1.1 Lo que está ocurriendo

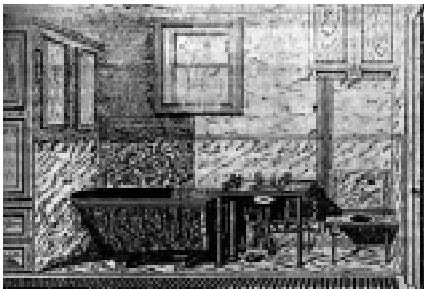
La construcción evoluciona muy despacio y asimila con gran lentitud los cambios técnicos. La innovación en la construcción tiene un mal motor y un gran freno. Un mal motor, porque su estructura económica es muy opaca y no premia a los cambios razonables. Un gran freno, porque casi todos los programas edificatorios son muy conservadores y los promotores temen cambios que puedan desvalorizar el producto en un mercado tradicionalista y miedoso.

La técnica constructiva no parece haberse enterado de que su contenido, aquello que construimos, ha cambiado sustancialmente. Hasta hace poco se trataba casi únicamente de conseguir una maciza envolvente protectora frente a las inclemencias exteriores, hoy tenemos que controlar un variado abanico de fluidos que garantizarán el confort, las disponibilidades de energía, la seguridad y la información.

No me cansaré de señalar la proximidad cronológica entre ambas situaciones. Solo hace cincuenta años los sanitarios eran unos aparatos sueltos en un local y los escasos cables y tubos, se tendían, vistos con los conductos reducidos a las salidas de humos de las chimeneas. Hoy el espacio habitable está limitado por cerramientos trufados de haces de cables, paquetes de tubos y amplios conductos. Cuando inicié mi práctica profesional, las viviendas tenían tres o cuatro puntos de agua y quince o veinte puntos de luz. Hoy es fácil que tengan veinte puntos de agua, diez o quince radiadores, más de cien tomas de energía eléctrica, además de tres o cuatro bases de teléfono, otras tantas de televisión, etc.

Es evidente que no podemos seguir volviendo la espalda al futuro. Tenemos que tomar previsiones para hacer frente a las inminentes exigencias de la domótica, la fibra óptica y el aire acondicionado. No se trata de un cambio simplemente cuantitativo. Es el mismo carácter de los sistemas constructivos el que debe cambiar para poder albergar este amasijo de tendidos. La brevedad de la vida, material y funcional, de esos equipos no hace sino complicar la situación porque su accesibilidad es una exigencia que no podemos ignorar.

Cuarto de baño de G. Vanderbilt, Nueva York, 1885 (de *La mecanización toma el mando*).



Aunque desde los orígenes de la arquitectura se ha incorporado a la edificación elementos con una vocación exclusivamente técnica, todos estaremos de acuerdo en que el crecimiento, en variedad e importancia, de esos elementos ha revolucionado sus relaciones con el resto de la edificación en las últimas décadas.

Hoy las instalaciones en un edificio convencional tienen un coste que se acerca al 30% del total del edificio y en algunos casos supera el 50%. Durante su explotación precisan del 75% de las operaciones de mantenimiento. En los proyectos de arquitectura las instalaciones ocupan del 33 al 60% de la documentación y acarrear la mayor parte de las dificultades de gestión de las licencias de actividad.

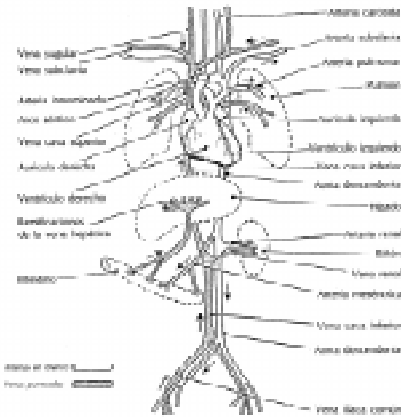
Las nuevas exigencias de confort, la informática doméstica, la domótica, el ahorro energético, la normativa de ventilación o de protección contra incendios convergen en llenar nuestros edificios de cables y conductos, en principio completamente ajenos a las consideraciones de orden y jerarquía que ha establecido la arquitectura. Los nuevos productos técnicos surgen con frecuencia bianual, como los modelos de automóviles, y convierten en anticuadas a las instalaciones que tienen más de tres años de antigüedad en el campo de la electrónica, o más de seis en las áreas de seguridad o mecánica. Su velocidad de cambio es tan rápida que puede hacer inútiles nuestras previsiones. ¿Quién podría haber supuesto que el modernísimo fax iba a ser desplazado tan rápidamente por el *e-mail*?

Los sistemas más modernos y sofisticados conviven con los más tradicionales y simples. Junto a la antena de televisión por satélite, asoma una evacuación de humos que se basa en una dudosa convección térmica y el cable que nos conecta a internet se tiende, en el techo de un sótano, paralelo a un bajante que necesita la gravedad y diez kg de agua para mover cien gramos de heces.

Este texto no tiene la ambición de plantearse en toda su amplitud este problema sino que nos limitaremos a recorrer algunas alternativas a uno de sus aspectos: la localización física de los conductos, tubos y cables que conectan los diversos elementos que integran los sistemas de instalaciones.



1.2 De piel y huesos a vasos y nervios



Sistema circulatorio humano (de *Arquitectura e Industria*).

La convención en materia de edificación entiende al edificio como un entramado estructural que soporta unos espacios encerrados y protegidos por unos paramentos exteriores, como un cuerpo humano formado por huesos que sirven de soporte a una masa corporal recubierta por la piel. Es un modelo tectónico y geométrico que ha sido la matriz de todo el raciocinio arquitectónico de nuestra tradición.

Pero también se puede entender al ser humano, y al edificio, como un organismo dotado de vasos y nervios que interrelacionan las diversas partes del conjunto, recibiendo información tanto del exterior como del propio interior, adoptando decisiones, automáticas o voluntarias, y enviando suministros a las partes que lo necesitan. En este modelo el edificio asume su nueva exigencia de contenedor de instalaciones, las integra y modifica su concepción historicista y la sustituye por la de la técnica aeroespacial: envolventes optimizadas de complejos equipos interconectados controlados por una inteligencia programada.

Una de las mayores dificultades de este campo que vamos a tratar radica en su labilidad, en la velocidad con que el problema evoluciona ante nuestros ojos. Es muy difícil prever con que tipo de instalaciones nos vamos a encontrar dentro de pocos años. Desgraciadamente una de las respuestas razonables a esa velocidad de cambio es el conservadurismo. ¿Cómo vamos a invertir en soluciones innovadoras que pueden quedar caducas en poco tiempo?.

Pero no hay duda de que ya ha llegado el momento de tener una visión global de los intercambios energéticos que sufren nuestros edificios. La captación de energía solar, la protección frente a las aportaciones excesivas, la ventilación, la calefacción, la refrigeración, la aireación son solo aspectos parciales de un proceso global de intercambio que se tendrá que afrontar de manera integrada.

Incluso las modas de la imaginерía arquitectónica contemporánea nos obligan a reflexionar sobre el papel de esos intercambios de energía e información como conformadores de la imagen del edificio. Sugieren una visión nueva en la que cada una de esas operaciones no correspon-

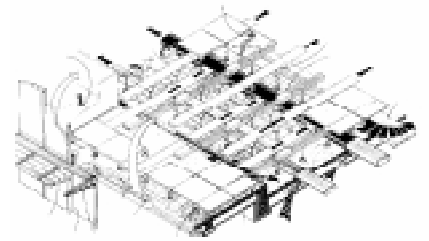
de a una suma de partes inconexas, sino que evidencia el funcionamiento de un único y complejo sistema: el edificio habitado, una máquina llena de relaciones internas y lazos con el exterior que obligan a primar el problema de la localización de todos esos tendidos de conexión.

El supuesto básico de este texto es que todos esos cables, tubos y conductos, a pesar de su diversidad admiten cierta tipificación en cuanto a la forma de sus redes y al tipo de espacios que los deben alojar. Vamos a acercarnos a esos tipos, pero antes recordemos tres problemas básicos del diseño de esos tendidos:

Los riesgos: debemos tener datos sobre los riesgos que las instalaciones implican y sobre la manera de reducirlos o evitarlos. No hace falta aquí profundizar en estos temas pero recordemos por ejemplo que la red de evacuación es una instalación de escaso riesgo en sí misma pero que puede considerarse peligrosa por el modo en que suele implantarse en el edificio, pues su rotura puede provocar daños muy graves si la pérdida de agua afecta a ciertos elementos constructivos o si se tarda mucho tiempo en detectar el daño.

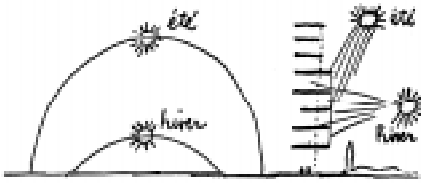
Los tamaños: debemos reunir suficiente información sobre las secciones que se deben prever y las alternativas imaginables. El caso del transporte de energía térmica es paradigmático, es un papel para el que el agua por su alto calor específico es mucho más eficaz que el aire. Exactamente 3.470 veces más eficaz. También se debe tener en cuenta la incidencia de la presión y la velocidad. Puesto que el aire se suele mover a 12m/s y el agua a 2m/s la eficacia anterior deberá dividirse por seis. Pero el agua sigue siendo 579 veces más eficaz que el aire.

Las incompatibilidades: unas veces lógicas (como por ejemplo la del gas con la electricidad) y otras caprichosas, pero reglamentariamente impuestas por el deseo de independizar en el edificio instalaciones que las propias compañías suministradoras mantienen juntas en la calle (por ejemplo, las de agua y las de gas). Si las galerías urbanas admiten alojar en un mismo recinto a un buen número de instalaciones, éstas deberían poder seguir juntas en las galerías y patinillos de servicios de los edificios.



Flujos e instalaciones en el Banco de Hongkong, 1989 (N. Foster).

1.3 La postura del arquitecto



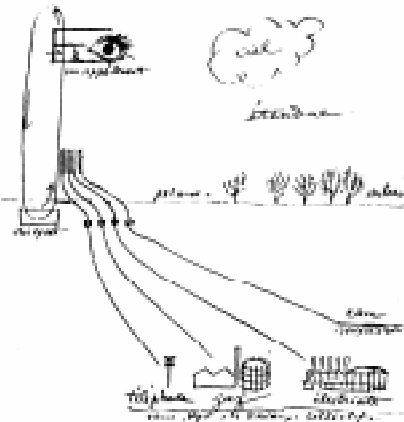
El sol es el dictador, según los climas, según las estaciones, Le Corbusier (de *La casa del Hombre*).

La cita de Louis Kahn que inicia este cuaderno resume las antipatías que el arquitecto siente ante un conjunto de elementos que están indisolublemente ligados a la construcción pero que se vuelven cada vez más incomprensibles para él. Muchas razones explican esa antipatía pero es evidente que la más importante es la ignorancia. No es fácil entender como funcionan todos esos sistemas, a veces tan complejos, basados en principios físicos procedentes de campos tan diversos.

La incomodidad se incrementa porque las consecuencias edificatorias de esos principios no son inmediatas. La incidencia en la forma arquitectónica de un punto de rocío, una succión venturiana o un campo magnético es enrevesada y difícilmente asimilable a las intuiciones elementales con las que el proyectista está acostumbrado a trabajar. Esas intuiciones educadas constituyen su único apoyo para la toma de decisiones en muchos de los variados campos que contribuyen a la definición de la forma arquitectónica.

Los artefactos que se deben introducir en un edificio para garantizar el control de la energía nunca han sido materia de la devoción de los arquitectos. Es curioso que el racionalismo propugnado por el Movimiento Moderno no llevó su preocupación por ese aspecto fundamental de la evolución técnica mucho más allá de algunas ideas grandilocuentes.

Un voluntarioso Le Corbusier tuvo una de esas ideas que pueden ejemplificar la dificultad que tiene el arquitecto para trabajar con esas intuiciones improvisadas. Tras su proyecto de la Sociedad de Naciones, quiso patentar su fachada ligera que integraba una cámara de aire a la que se le bombeaba el fluido desde una *fábrica de aire exacto*. Imaginaba el gran arquitecto que si el edificio estaba separado del exterior por una cámara de aire a temperatura controlada bastaría con cierta renovación del aire interior para garantizar un clima perfecto. La cantidad de olvidos que se esconden detrás de esta elemental intuición es sorprendente: las pérdidas térmicas de esa cámara hacia



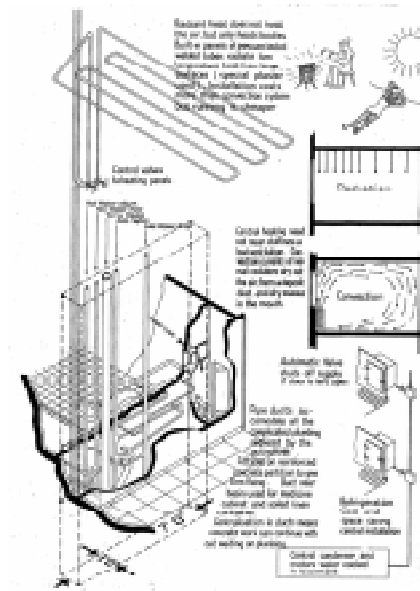
La respiración exacta, Le Corbusier.

el exterior, los aportes térmicos en el interior, los diferentes comportamientos de esa cámara en cada una de las fachadas según la orientación etc. En 1930 la American Blower Corporation emitió la siguiente conclusión: “...el método que usted propone requiere cuatro veces más de vapor y duplica la energía consumida” en relación con los sistemas de climatización ya comercializados.

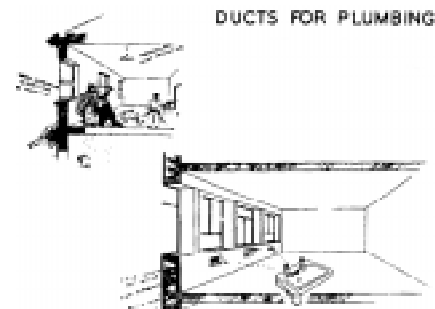
Ávalos y Herreros, en su texto *Técnica y Arquitectura en la ciudad contemporánea* (de donde se ha extraído la cita anterior), analizan inteligentemente las dudas de un Le Corbusier atraído simétricamente por dos aproximaciones opuestas para la definición de la piel del edificio: el vidrio como sutil envolvente y cierto naturalismo higienista y heliocéntrico. Los autores nos hablan de un Le Corbusier de brillantes intuiciones cuyos conocimientos técnicos, más próximos a la física doméstica que al rigor científico, no alcanzan a dar una formulación coherente. Poco después, en el rascacielos del Cap de la Marine su opción se ha decantado plenamente hacia las soluciones técnicamente menos sofisticadas. El famoso *brisoileil* a caballo entre la protección solar y el redibujo de la composición de la fachada se ha convertido en el protagonista de la innovación arquitectónica.

Las intuiciones en materia de instalaciones exigen una educación sofisticada y a veces poco evidente, difícilmente convertible en formas y estructuras familiares al mundo del arquitecto. Esa diferencia de formación y el esfuerzo necesario para salvarla quizás explican la impotencia de los grandes maestros del Movimiento Moderno europeo para introducir el tema de las instalaciones en su revolución formal de la arquitectura.

Solo algunos radicales como Lubetkin hicieron de estos temas una preocupación significativa del proceso de proyecto. El grupo Tecton, dirigido por Lubetkin, no solo se interesó por la racionalidad técnica en el campo de las instalaciones sino que consideró su obligación hacer pedagogía de ello a través de los curiosos *posters* con los que organizaban y divulgaban su novedoso proceso racional de diseño. Pero sus propuestas estaban muy alejadas de los intereses de la arquitectura europea de los años 30.



Fontanería y calefacción racional en Highpoint One, 1934 (Tecton).

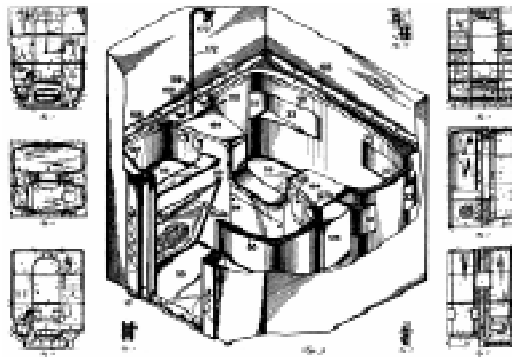


Ilustraciones pedagógicas del proyecto de Finsbury Health Centre, 1935 (Tecton).

Los americanos, siempre más pragmáticos, ironizaron sobre la superficialidad de algunos planteamientos técnicos de sus colegas europeos. Fuller escribió:

“...la Bauhaus y el Internacional usaron artefactos sanitarios normalizados y no se aventuraron más que para convencer a los fabricantes de que modificaran la superficie de las válvulas y llaves, y el color, tamaño y disposición de los azulejos. La Bauhaus internacional nunca se apartó de la pared para echar una mirada a las cañerías... nunca se adentró en el problema general de los artefactos sanitarios mismos. En pocas palabras, solo contempló los problemas de modificaciones superficiales de los productos finales, productos que eran intrínsecamente subfuncionales en un mundo técnicamente acabado”. (Citado por Banham en *Teoría y diseño en la primera era de la máquina*).

Buckminster Fuller puede criticar con toda autoridad la incapacidad de sus colegas europeos para incorporar al diseño los conocimientos técnicos de la época en materia de diseño y conformación de los materiales y elementos relacionados con las instalaciones. En 1927 Fuller había revolucionado los conceptos sobre la producción de viviendas con su proyecto de la Dymaxion House, un prototipo de construcción metálica perfectamente factible con las técnicas de conformación de chapa de las que disponía la industria del momento. Mientras Le Corbusier insertaba tubos en los muros de ladrillo hueco, Fuller estampaba sanitarios en chapa y propugnaba, incluso, el modernísimo uso de atomizadores de agua para economizar su consumo.

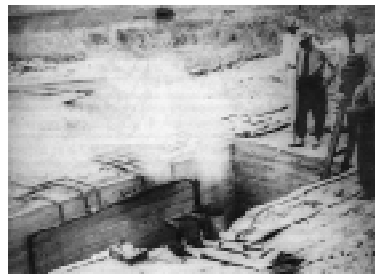


Cuarto de baño prefabricado, 1938
(R. Buckminster Fuller).

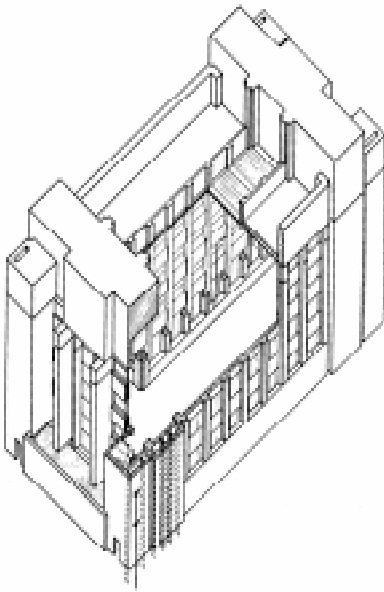
Incluso Gropius en sus adelantadas obras prefabricadas de los años 30 solo se preocupaba de los paramentos y la fontanería formaba una red convencional que enlazaba unos sanitarios situados como piezas sueltas en una habitación. Sus ingeniosas propuestas para una vivienda industrializada no evidencian ninguna preocupación por la racionalización de unos tendidos todavía marginales en la construcción de la época (*The Dream of the Factory-Made house*).

Esta preocupación norteamericana por una mejor comprensión del papel de las instalaciones en la edificación corresponde no solo a su pragmatismo congénito, tan alejado del idealismo de algunos planteamientos europeos, sino también a su situación mucho más adelantada en el desarrollo del confort en la vivienda. En muchos textos como *La mecanización toma el mando* de Giedion o *La arquitectura del entorno bien climatizado* de Banham, se puede seguir este papel protagonista y adelantado de la inserción de las nuevas técnicas en la construcción cotidiana.

Un último ejemplo puede ilustrar esa preocupación por las instalaciones que heredará Louis Kahn años más tarde. Frank Lloyd Wright, que aborrecía los radiadores, descubrió durante su estancia en Japón una versión local del hipocausto romano, y desde entonces se convirtió en un ardiente defensor de la calefacción incorporada a la losa del suelo, hasta el punto de considerar lo que él llamaba *gravity heat* su mayor aportación técnica a la arquitectura. Su primera experiencia americana la realizó en la primera casa Jacobs, construida en 1937, en cuya solera incorporó conducciones de agua caliente que le permitían prescindir de los radiadores que con tanto trabajo ocultaba en sus casas de la pradera. (L. Fernandez Galiano, *El fuego y la memoria*).



Frank Lloyd Wright frente a las obras de la casa Jacobs, 1937.

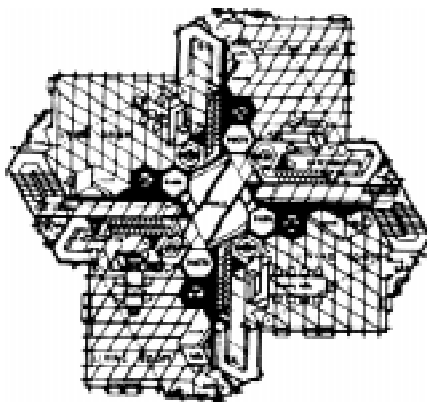


Wright canalizó ese odio a las conducciones hacia un análisis radical de las consecuencias arquitectónicas de la implantación de las instalaciones. El paradigma es el estudio del aire acondicionado tan rotundamente resuelto en el edificio Larkin, el prototipo de los edificios de oficinas americanos analizado, y admirado por Banham. Muchos otros proyectos como las Mark's Towers conciben la forma global del edificio a partir de la extrapolación a modelos de rascacielos del elemento portante-hogar-núcleo de instalaciones que ya aparecía en las Prairie Houses.

Kahn es otro ejemplo de esa arquitectura americana capaz de encontrar en las instalaciones una de las más poderosas razones del proyecto. Son ampliamente conocidos, proyectos como los laboratorios Richards con sus núcleos perimetrales portantes huecos para permitir el paso de las instalaciones. Pero he querido recordar aquí un proyecto casi desconocido; un sistema de construcción de viviendas de baja altura a partir de un sistema estructural de paraguas. La libertad de la planta le llevó a concebir los locales húmedos como unas piezas estándar cuya libérrima colocación le permitía conseguir las plantas más diferentes.

No es un proyecto hecho desde las instalaciones, sino un proyecto que entiende que la especificidad constructiva de los locales húmedos sugiere su diseño como piezas acabadas y la diferencia entre unas plantas y otras se obtiene por la riqueza de la sintaxis entre estas piezas y no por la variedad del vocabulario que proponen.

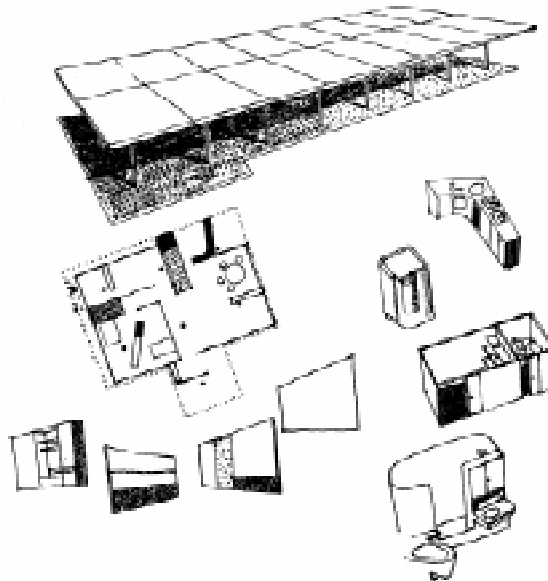
Pero volvamos a nuestro problema cotidiano: la incorporación de los aspectos más esencialmente tecnológicos al proceso de proyecto arquitectónico. En el mejor de los casos el proyectista dialoga desde el inicio del proyecto con un especialista que le sugiere sistemas, jerarquías, organizaciones y dimensiones que pueden complementar las decisiones de proyecto. Si el arquitecto se interesa por el tema y el especialista es experto, la síntesis puede ser muy rica. Desgraciadamente pocas veces es así.



St. Mark's Towers, 1929 (F.L.I. Wright).

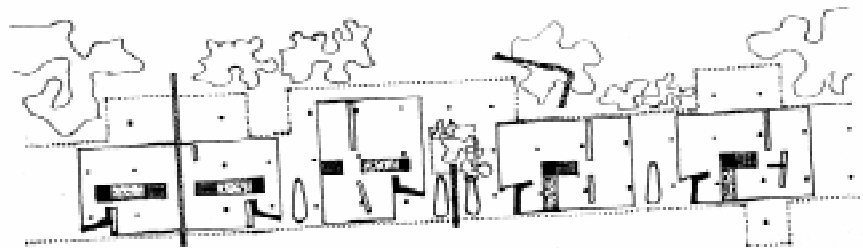
En las situaciones más comunes el arquitecto prevé unos espacios marginales en los que se deben alojar los componentes técnicos y se establece de inmediato una lucha por conseguir que los elementos comprimidos en esos espacios cumplan la larga lista de condiciones acústicas, de accesibilidad, térmicas, de contacto con el exterior etc. que plantean los equipos a alojar. El arquitecto tiene la sensación, muchas veces justificada, de que si no se ponen límites severos, las exigencias de los especialistas son imparables, y eso hace aún más incómodo el diálogo.

En un planteamiento ideal, el especialista debería ser capaz de definir el tipo de estructura física más adecuada por cada uno de los sistemas a incluir. Debería ser igualmente capaz de establecer una solución para albergar a todos esos tipos de artefactos y también dialogar con el arquitecto sobre cómo ese metaproyecto de instalaciones se introduce en la concepción general de la forma para definir el tipo del proyecto arquitectónico global. No solo los arquitectos tienen dificultades para abordar el problema de esta manera. Años de disponer las instalaciones con calzador y una formación a veces muy limitada y normativa, poco conceptualista y escasamente creativa, hacen que pocos especialistas sean capaces de un planteamiento tan exigente.



Parasol House, 1944 (L. Kahn).

Subyace en todo lo que sigue, una visión optimista del problema: que es posible establecer, para el conjunto de redes de canalizaciones, una serie de tipologías de organización de las reservas de espacios y que del estudio ordenado de esas tipologías, surgirá en cada caso, una solución que hará posible su integración en el edificio.



2. LAS INADECUADAS ESTRATEGIAS TRADICIONALES

Las estrategias que la arquitectura ha adoptado en el momento de localizar los tendidos de las instalaciones han evolucionado tan rápidamente que hoy es difícil saber porque hacemos lo que estamos haciendo. Parece necesario razonar brevemente sobre las diversas alternativas que la historia reciente nos muestra y cotejarlas con las exigencias contemporáneas para poder decidir lo más libre y creativamente posible cual será la opción más adecuada para cada tipo de edificio contemporáneo. En efecto, queremos introducir ya, la idea de que la situación no es la misma para los diversos edificios de hoy y la postura del arquitecto no es igual ante un edificio de oficinas y otro de viviendas, aunque las razones de esa distinción no siempre sean explícitas.



Bajante pompeyano

2.1 Tradición vergonzante: la ocultación

Los tendidos de instalaciones que recorrían el edificio tradicional eran tan excepcionales que raramente merecían un tratamiento explícito en el interior del edificio. Hay conductos empotrados en casi toda la historia de la construcción y la ocultación tiene una historia casi tan larga como la arquitectura.

La construcción romana es un ejemplo. Se pueden observar bajantes en los gruesos muros de las viviendas pompeyanas. Algunos edificios cuyas instalaciones tenían especial complejidad también fueron resueltos con toda discreción formal. Las termas exigían un complejo sistema de conductos de aire caliente que se disimulaba en doubles paredes y falsos suelos.

Sin embargo otros elementos como las gárgolas o las chimeneas que coronan los edificios clásicos evidencia la prudencia de unos elementos técnicos incorporados al lenguaje arquitectónico del edificio. Incluso las campanas, predecesoras de las modernas emisoras de señales, o las fuentes públicas, suministradoras del agua potable, dieron origen a prototipos formales exclusivamente diseñados para dar soporte a esas instalaciones específicas.

Independientemente de los desagües pluviales y aparte de algunos casos particulares de fontanería romana, las instalaciones empiezan a plantear problemas de conducción a fines del siglo XIX. El edificio residencial urbano decimonónico incorpora ya una fontanería relativamente sofisticada, unas conducciones de calefacción generalmente vistas.



Fontanería de plomo de *Rovine del Castello dell'Acqua Julia*, 1761 (Piranesi).

Hipocausto del *tepidarium* de las termas de Pompeya.

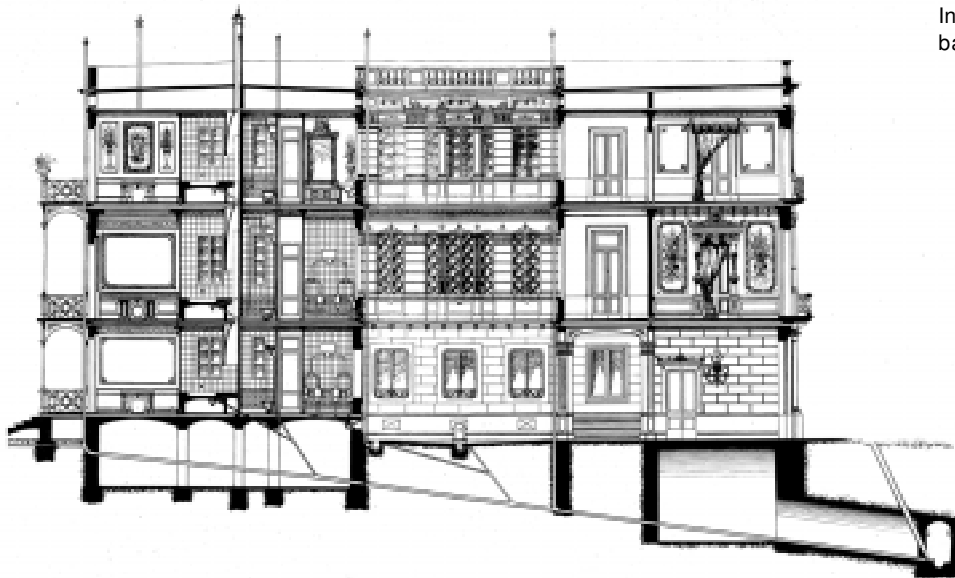
La experiencia del empotramiento de los bajantes clásicos no debió ser positiva, pues la tradición de la buena construcción ha exigido que esos tubos se instalen siempre por fuera del edificio. Sólo la presión de las ordenanzas de la segunda mitad del XIX ha conseguido que los bajantes se empotren en las fachadas.

Paralelamente, durante esa misma época, se produjo la proliferación de tubos para alimentar los modernos sanitarios que aparecían en las viviendas burguesas de nuestros ensanches. La abundancia de patios de ventilación exigidos por la gran profundidad edificable, facilitó la disposición de todos esos tubos en las paredes del patio, muy cerca de los locales húmedos, de manera que siempre se puede acometer un nuevo tendido o una reparación sin molestar a los vecinos.

Durante años todas esas conducciones se incorporan como elementos superpuestos a la edificación existente. La casa burguesa incrementa notablemente su confort dotándose de unas instalaciones y servicios como los sanitarios que pueden disponerse en cualquier local vecino a un patio. Los tubos y conductos se tienden vistos sobre cualquier pared.



Pared revestida con *tubuli* en las termas del foro de Ostia, 160.



Instalaciones de la casa tipo del ensanche barcelonés, 1893 (P. García Faria).

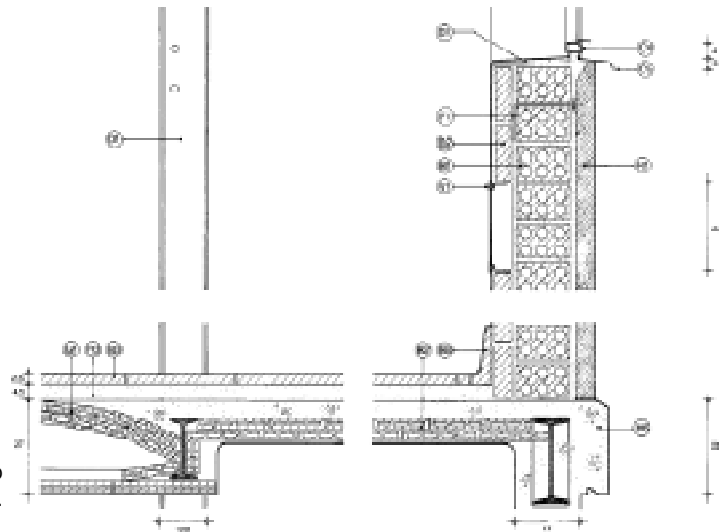


Cuarto de baño en la Maison de Verre, París, 1932 (P. Charon, B. Bijboet).

Sin embargo en la producción de nueva edificación se impone la ocultación de todos los conductos. A partir de los años treinta el proceso se ha consumado. Incluso los edificios más racionalistas del Movimiento Moderno borran toda huella que permita reseguir el trazado de las instalaciones. Solo los más inteligentes plantean cierta ordenación o accesibilidad de esas instalaciones ocultas

El dispensario antituberculoso de Barcelona de J.L.I.Sert, J.B.Subirana y J.Torres Clavé es un ejemplo de preocupación por el tema, en el los arquitectos optaron, todavía, por el empotramiento, pero ordenaron la disposición constructiva de los tendidos. El tabique de doblado interior de las fachadas es un regreuso de la hoja exterior que se interrumpe a cierta altura para formar una especie de roza o canaleta que se cubre con una chapa metálica. No solo se ha resuelto la ocultación señalizando la localización de la instalación, sino que además la solución abre paso a ciertas formas de accesibilidad.

Las dificultades que parece plantear el abandono de las instalaciones empotradas en la edificación, son paralelas a la tremenda reticencia a abandonar el enterramiento de las instalaciones urbanas.

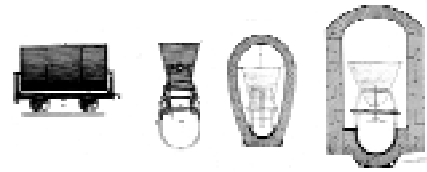


Sección de la fachada. Dispensario Antituberculoso, 1935 (J.L.I. Sert, J. Torres, J.B. Subirana).

Aunque hay precedentes de galerías transitables desde muy antiguo, lo cierto es que la idea que parece evidente del tendido de instalaciones por galerías subterráneas no parece imponerse fácilmente. La idea aparece una y otra vez en las propuestas más creativas. Recuérdese el proyecto de Garcia Faria de evacuar las basuras de Barcelona mediante un tendido ferroviario subterráneo transitado por vagonetas.

El sistema de enterrar y desenterrar las instalaciones ha dado origen a un desbarajuste de trazados anárquicos y sin control que ha llevado a compañías de instalaciones al relajamiento en el cumplimiento de las normas de la buena construcción y de los reglamentos. Pero el éxito de este sistema se basa en su capacidad para asumir modificaciones y ampliaciones, por el sistema de abrir, instalar, y volver a tapar, en un marco de gran disponibilidad de suelo real y legal donde ubicar las conducciones.

La ocultación es cada vez más absurda. Las instalaciones que comenzaron siendo la excepción se han ido convirtiendo en la regla, en algo imprescindible y habitual. La paralela disminución del grosor de los muros de obra en los que se empotraban ha reducido su capacidad de alojamiento y ha ido haciendo más difícil y extravagante esa voluntad de ocultación.

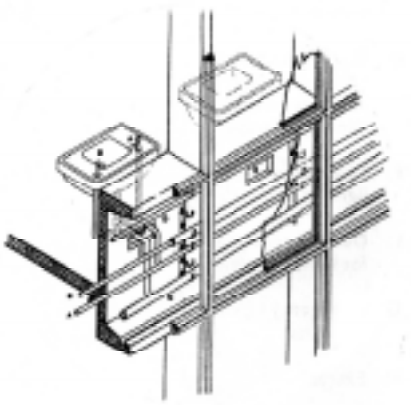


Recogida y transporte de basuras por las alcantarillas de Barcelona según proyecto 1893 (P. Garcia Faria).



Galería de instalaciones en la Villa Olímpica de Barcelona.

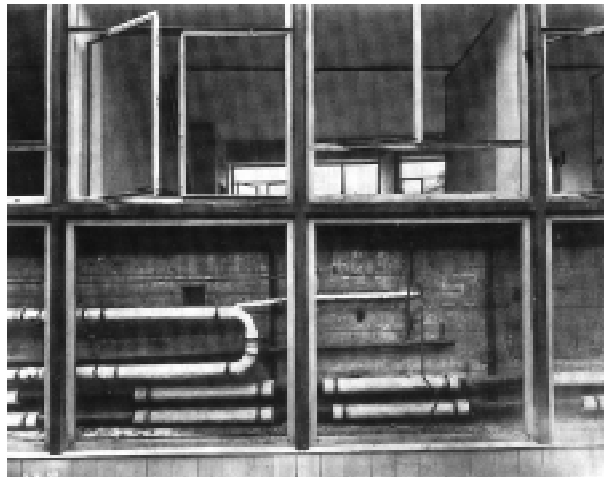
2.2 Las nuevas inserciones: la accesibilidad



Criterios de proyecto en Finsbury Health Centre, 1935 (Tecton).

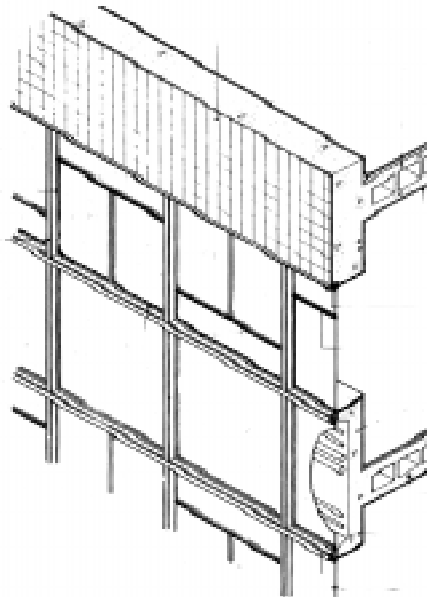
Los tendidos empotrados dejan impoluto el espacio interior pero obligan a tremendos reventones de la albañilería y sus acabados para cualquier operación de mantenimiento. La modificación de un baño, la reparación de una tubería o la simple colocación de un nuevo punto de luz implican obras desproporcionadas que afectan a varios oficios. La conciencia de la limitada durabilidad de muchas instalaciones y de la exigencia genérica de mantenimiento empezó a hacer razonar a algunos arquitectos en la década de los treinta.

En 1934, el grupo de arquitectos británicos reunidos por Lubetkin bajo el nombre de Tecton, proyectó el conjunto de viviendas High Point. Aunque es probable que existan muchos casos de previsión de la accesibilidad de las instalaciones en construcciones anteriores, nadie había hecho de este tema algo tan incisivo dentro del proceso de proyecto. Es un trabajo con tal vocación de investigación y pedagogía que les llevo a enunciar que "...todos los detalles, aun los generalmente aceptados, debían ser mejorados por una investigación elemental". Los aseos fueron objeto de un programa de diseño especial en la segunda parte del proyecto, High Point Suite. Tecton, como dice Allan, produjo la primera evidencia significativa de que el Movimiento Moderno no era solo un estilo sino también un oficio (*Lubetkin, John Allan Riba*).

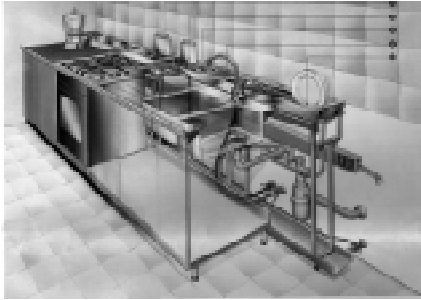


Sus pedagógicos esquemas critican la construcción tradicional y proponen soluciones más ordenadas y accesibles. Quizás por primera vez en la historia, el tendido de las instalaciones se planteó como un gran canal que recoge y ordena cables y tubos y que se dispone horizontalmente en el antepecho de fachada para recorrer todo el edificio. No se trata solo de una visión sistemática e integradora de esos tendidos sino también de una primera preocupación por su accesibilidad. Ese conducto tiene una tapa registrable que permite el acceso desde el exterior del edificio.

Lubetkin abrió el camino a todas las soluciones de cámaras registrables que, a pesar de sus evidentes ventajas, tanto nos cuesta adoptar incluso en el día de hoy. Cuando por fin todos hemos constatado de manera incontrovertible que las instalaciones exigen una frecuente reparación, que su vida es mucho más corta que la de los demás elementos contruidos y que modelos y materiales nuevos deben sustituir a los anteriores cada pocos años, deberemos aceptar que las soluciones empotradas ya no tienen sentido en nuestros edificios.



Cámara longitudinal accesible por la fachada en Finsbury Health Centre, 1935 (Tecton).



Cámara accesible tras el mueble de cocina.

Pero veamos con más detalle las posibilidades que esta agrupación sistemática de las instalaciones nos abre:

- La primera y más generosa solución consiste en que las cámaras sean tan amplias que se puedan visitar. Solo en casos muy especiales se justificará esta cómoda solución. Los edificios para laboratorios, por ejemplo, pueden disponer todas sus instalaciones en cámaras visitables; espacios accesibles solo para mantenimiento, galerías, entresijos, patios de instalaciones. Es una solución magnífica pero que implica un consumo de espacio edificable que puede ser excesivamente costoso en nuestro contexto inmobiliario. Deberíamos considerarla siempre, y utilizarla obligatoriamente para los elementos de distribución general vertical y, en general, para todos aquellos que atravesasen espacios de otra propiedad.
- Un segundo nivel lo forman las cámaras accesibles desde espacios útiles. Tiene la gran ventaja de que consume poco espacio, puesto que el tránsito y el trabajo de mantenimiento se hacen desde el espacio habitable pero exigen que el sistema de montaje y desmontaje de los elementos de ocultación sea fácil de manipular sin dejar huellas demasiado aparentes. Desde los tableros que pueden desatornillarse tras el fondo de los armarios de cocina hasta los falsos techos de escayola se puede recorrer una amplia gama de creciente dificultad en las posibilidades de un acceso sin huellas escandalosas o costosas de reparar.
- Un tercer nivel es el de las cámaras no accesibles. Son soluciones como la inclusión de cables entre las dos hojas de un tabique de cartón yeso.

Una cámara inaccesible no aporta apenas ventaja desde este punto de vista. El tabique de cartón yeso, el que aparentemente recibe con más facilidad las instalaciones en su cámara en el momento de la construcción, puede ser el que definitivamente consagre la expulsión de cables y conductos fuera de los cerramientos interiores, por la dificultad de la reparación de yesos y pinturas después de cambiar un cable de sitio.

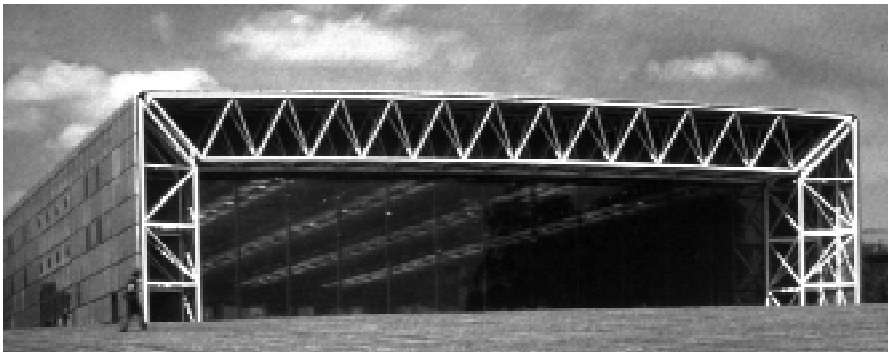
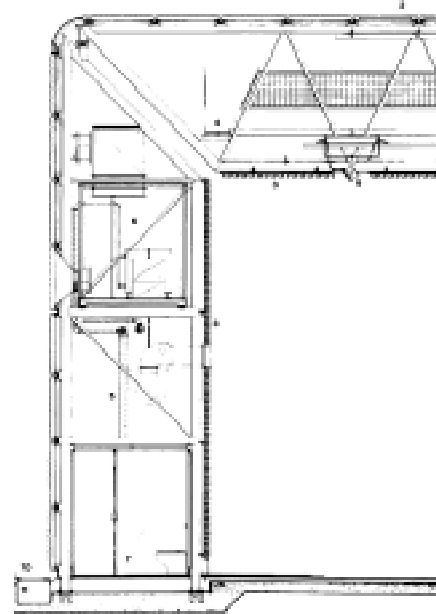
Accesibilidad a una cámara tras los azulejos (producto Schlüte).



En la arquitectura contemporánea de vocación más tecnologista se apunta hacia soluciones de simple carenado. En realidad las instalaciones se tienden dentro del espacio habitable pero luego se carenan con embellecedores más o menos adecuados. El conjunto de instalaciones se dispone en unos espacios, a veces muy amplios, que se disimulan con una tapa o paramento específicamente diseñado que puede ser retirado y repuesto con facilidad. Son como carcasas que ocultan las vísceras, carcasas desmontables que carenan los objetos pero pueden retirarse para acceder a los componentes.

La panoplia de posibilidades va ampliándose progresivamente desde las canaletas eléctricas de plástico hasta toda la envolvente interior de edificios como el Sainsbury Centre de Norman Foster. El edificio es un gigantesco túnel cuya envolvente está formada por una estructura espacial en cuyo grosor se alojan toda clase de equipos y tendidos. La estructura esta carenada exterior e interiormente pero todo el espacio que ocupa es accesible para el mantenimiento.

Las cámaras accesibles constituyen una solución muy razonable en casi todos los casos, pero si el espacio es escaso resulta difícil determinar la capacidad que deben tener. Es fundamental prever las necesidades de tendidos futuros que responden a unas instalaciones que resulta imposible imaginar a medio plazo. Este es el talón de Aquiles de esta solución. Recordemos que no se puede invertir demasiado en futuribles con los datos actuales. En realidad solo el orden general del proyecto y la generosidad en la previsión de espacios son valores duraderos.



Sainsbury Centre (N. Foster).

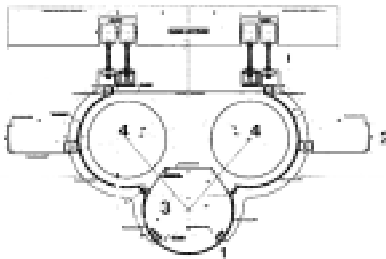
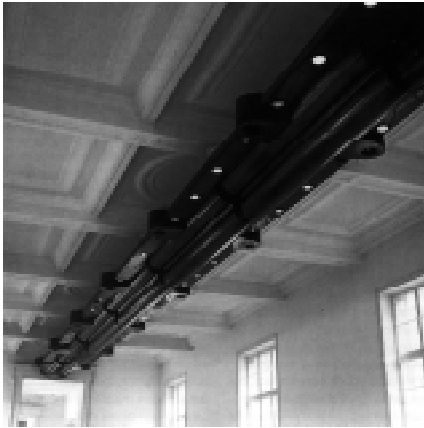
2.3 El coste de enseñar: la exhibición

Ante la acumulación de instalaciones que es necesario disponer y la necesidad de acceder fácilmente a ellas cabe la posibilidad de dejarlas a la vista. Una coartada de honestidad o ingenuidad, incluso de contención económica, parece justificar esa exhibición. Pero entre el mostrar y el exhibir hay una distancia comparable a la que existe entre el sugerir y el imponer. La exhibición extrae algo que está en un segundo plano y hace de ello el elemento más significativo, impone su presencia, exagera su importancia.

Se trata evidentemente de una decisión *culta*, de una moda arquitectónica que tecnifica la imagen del edificio llevando a su epidermis todo un entramado de conductos y aparatos que no han sido diseñados para ello. No es necesario analizar aquí el elevadísimo coste de este tipo de operaciones. Unos elementos diseñados para estar protegidos de los golpes, de la intemperie, del fuego etc. se tendrán que presentar con envolventes especiales. Unos elementos cuyas formas responden a procesos muy simples de producción industriales tendrán que carenarse y sofisticar su imagen para estar a la altura de ese valor simbólico que algunas arquitecturas les han atribuido.

En muchos casos las instalaciones se superponen a las formas arquitectónicas sin mayor preocupación por los problemas compositivos que ello pueda implicar. La rehabilitación de locales de edificios antiguos y la reutilización de naves industriales como oficinas, apartamentos o salas de fiesta, juntamente con la sobrevaloración de la flexibilidad han potenciado un modo de concebir los ambientes como ocupaciones efímeras. La presencia de las máquinas, las tuberías y los cables es primero admitida y después valorada positivamente.

A medio camino entre la fábrica y el stand de exposiciones, los espacios se organizan como piezas muebles en un ámbito de rango superior que actúa como contenedor y en el que las instalaciones se disponen sin preocuparse de cómo inciden en la caracterización de



26

- 1.-Carenado en latón bruñido
- 2.-Bandejas de acero prelacado en negro
- 3.-Retorno del aire acondicionado
- 4.-Conductos de impulsión

Renovación del Museo de Arts et Metiers,
París, 1998 (A. Bruno).

ese espacio o, mejor dicho, confiando en que la *sinceridad* con la que se aborda la resolución de los problemas, justifique un goce estético basado en la dureza de la máquina.

Es el modelo de la fábrica de cemento o de la refinería de petróleo donde la lógica del cumplimiento estricto de los objetivos justifica la solución como si fuese la única posible, dado que en la concepción de la forma no inciden, aparentemente, otros condicionantes que no sean los tecnológicos. La arquitectura de la *high-tech*, la alta construcción, ha conferido carta de naturaleza a una imaginaria heredada del Archigram y de la que el primer centro Pompidou fue paradigma.

En esta línea se sitúa la estética de los conductos vistos, los aerotermos sin carcasa, las tuberías pintadas según normas DIN. Y sobre esta base, la de otros productos recuperados de otros contextos como los lavabos e inodoros de acero inoxidable hospitalario y penitenciario, las estructuras electrificadas o las luminarias con antecedentes fabriles. Hoy, por ejemplo, los aseos de ciertos locales de copas se han convertido en los herederos de la *máquina de habitar* que ya Le Corbusier ejemplificó al entronizar el inodoro en lugar muy visible de su propia sala de estar (en el Petit Cabanón de Cap Martin), exhibiendo, de forma provocadora, al que consideraba como uno de los más bellos objetos elaborados por la industria.

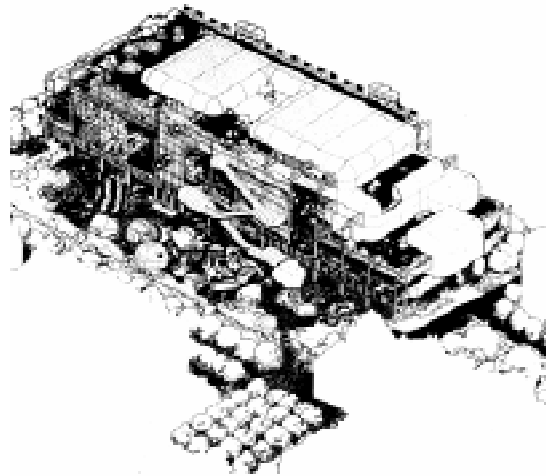
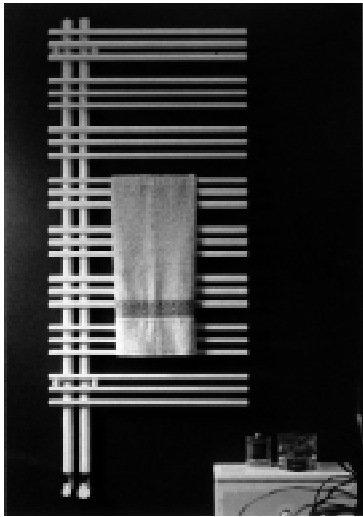


Imagen del proyecto ganador del concurso para el Centro Pompidou, 1971 (R. Piano, R. Rogers).



Radiador Runtal.

Es difícil hacer afirmaciones rotundas sobre la idoneidad de estas soluciones. Los radiadores que tanto molestaban a Wright se han incorporado al paisaje de la vivienda y ya no nos parecen tan repugnantes. Pero no solo ha cambiado nuestro criterio. También el radiador ha modificado su diseño, han aparecido radiadores de zócalo, apenas perceptibles o radiadores de chapa sin aletas que forman superficies radiantes que pueden utilizarse como elementos que subrayan la ordenación del espacio interior. Pero si las terminales se van modificando para adecuar su imagen a la estética del momento, lo cierto es que los haces de cables, los peines de tubos y los conductos de aire no se aceptan con facilidad en determinados entornos porque su presencia es demasiado evidente, su desarreglo implica una difícil limpieza y su libre disposición, para hacer más fácil adecuación posterior, implica más desorden.

Una solución intermedia que reduce muy eficazmente la presencia de esos tendidos y que puede utilizarse en muchos casos es el juego de la luz y el del color. Si se define un ámbito próximo al techo mediante una luminarias colgadas que solo arrojan luz hacia abajo, se disponen todos los tendidos en ese ámbito y después se pinta todo, ámbito y tendidos con un color oscuro, la influencia de esos elementos en la configuración del espacio será muy baja.

La presencia de algunas instalaciones en muchos ámbitos arquitectónicos no solo es inevitable sino que a veces es muy conveniente. Se trata de un elemento más a resolver al plantearse el diseño de esos espacios y probablemente la solución más sensata esté en algún pacto inteligente entre la discreción y la accesibilidad.

3. LOS NÚCLEOS VERTICALES

Vamos a recorrer algunos aspectos de la organización de los tendidos de instalaciones en un edificio de cierto desarrollo vertical. Nuestra primera inquietud nos debería llevar a establecer el tipo de trazado, es decir, si vamos a tratar con organizaciones anulares, como ciertas formas de calefacción o de aporte de aire comprimido, o de estructuras más o menos arborescentes, en las que de un tronco inicial se van desgajando ramales.

Tendremos que saber también, cómo se ha organizado la propiedad y como se realizarán los contajes en los sistemas que supongan un suministro exterior por el que se ha de pagar. Una organización muy triturada de la propiedad con contajes independientes y accesibles a un inspector exige un montante privado desde el contador hasta cada abonado. Sin embargo si la propiedad es única se podrá aumentar el número de conductos verticales y minimizar los siempre peligrosos tendidos horizontales interiores. Es la diferencia entre un grupo de viviendas y un hotel.

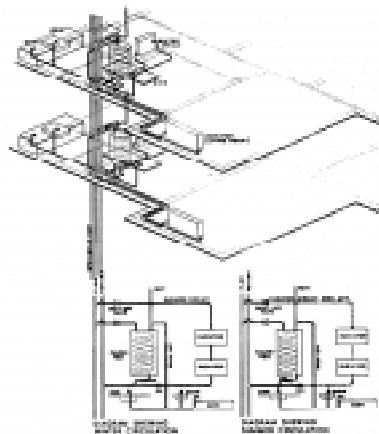


Diagrama esquemático de la calefacción comunitaria, Spa Green, Finsbury, 1943-50 (Tecton).

3.1 La tradición del patinejo



30

Casa en Barcelona, 1901 (J.F. Granell).

Evidentemente al trazado de esos tubos verticales no se le ha dado la importancia que su peligrosidad implica. Es increíble que la normativa aún no exija que el conjunto de tubos con fluidos que llegan a cualquier local sea accesible en todo su recorrido. No se entiende que no se tomen garantías para minimizar las consecuencias de una desgraciadamente previsible fuga de esos fluidos. Nada más lejos de mi interés que la defensa de la proliferación de normas, pero a falta de sentido común será necesario exigir lo evidente por ley.

Para cumplir la exigencia de accesibilidad podemos tomar varios caminos:

- El primero prefiere recuperar el viejo patinejo, o mejor alguna forma de patio interior, por el que se mueven esos tubos verticales.
- Otra tendencia apunta hacia el núcleo vertical asociado a los accesos interiores y accesibles desde estos.
- Por fin, más raramente se piensa en la posibilidad de núcleos abiertos a fachada que permitan una intervención de reparación o mejora desde el exterior del edificio.

Los primeros tendidos de instalaciones que se dispusieron en la edificación fueron tubos. Tubos para alimentar con agua, tubos para evacuar, tubos para ventilar. Los tubos en la edificación tienen vocación de verticalidad. Suelen conectar con el terreno o con la cubierta. Como el movimiento de los fluidos y deshechos se basa en la gravedad, sus tendidos exigen siempre cierta pendiente. No solo el agua de los tejados baja por gravedad hasta el colector sino que utilizamos el agua como medio de transporte para toda clase de arrastres, nuevamente por gravedad. Eso dificulta su alojamiento en los delgados techos contemporáneos. La solución tiende a favorecer la proliferación de núcleos verticales y su agrupación en las plantas bajas o sótanos con las espantosas redes que recorren los techos de algunos locales comerciales y casi todos los aparcamientos.

Esa tendencia a la diversidad de núcleos de tubos verticales de desagüe no se puede extrapolar a los tubos de alimentación. La exigencia de una llave de paso a la entrada de la vivienda o la unidad de uso correspondiente, exige un solo montante para cada una de ellas. Por suerte, en este caso la conducción de los fluidos por presión permite tendidos horizontales de tubos de menor diámetro que son más fáciles de disimular.

Pero no debemos olvidar nunca que los tubos son la instalación más comprometida de nuestros edificios. Es irracional el riesgo que asumimos cada vez que colocamos tubos que transportan fluidos en situaciones inaccesibles y en las que una fuga significa el deterioro de yesos, pinturas, maderas, en fin, los elementos más costosos y delicados de nuestros edificios.

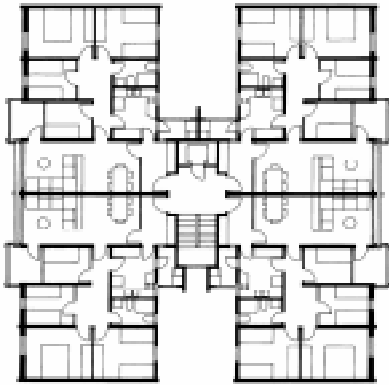
Me temo que en el futuro las cosas se van a complicar aún más. Por una parte los temidos tendidos horizontales de tubos serán cada vez más frecuentes: más cuartos de baño, pero también más calefacción, más tubos de agua fría para el aire acondicionado, más tubos de evacuación para los *fan-coils* de ese aire y en el límite, más rociadores para incendios. El único aspecto tranquilizador de estos últimos es que pueden estar vacíos hasta el momento del incendio.

Es incomprensible que no se tomen precauciones de diseño mucho más serias frente a los problemas que esta generando el tendido de tubos en la edificación tanto por la gravedad de las consecuencias como por la sencillez de las soluciones. Es evidente que todas las conducciones verticales deben ser accesibles sin obras de albañilería, por lo menos en casa del vecino. Es razonable que los tendidos horizontales se minimicen, nunca se hagan por casa del vecino y además sean de fácil acceso. Es deseable que el espacio afectado por la rotura de cualquier tubo sea accesible, esté impermeabilizado y disponga de una evacuación adecuada.

Durante unas décadas los edificios mejor diseñados llevaban sus tubos verticales a patios interiores donde el mantenimiento de los bajantes de pluviales y de fecales es más fácil. En estos edificios suele haber un entresuelo que sufre las roturas e inundaciones, pero



Inundación en el hospital de La Paz por rotura de un bajante.



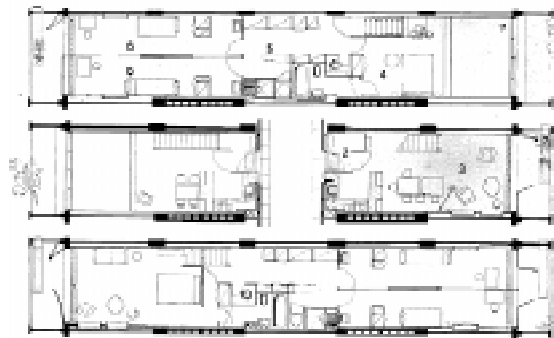
Vivienda en Gallisà, Barcelona, 1965
(A. Moragas).

por lo menos hay un espacio desde el que se puede trabajar y los daños son menos graves si el fondo del patio tiene un pavimento estanco.

Con la arquitectura moderna se reducen las profundidades edificables, desaparecen los patios de luces y, durante algunos años, los tubos se alojan en patinejos. Los patinejos que construíamos en los sesenta eran unos pésimos sistemas de ventilación pero podían ser muy adecuados para alojar los tubos verticales. Si su planta tenía una anchura mínima de 0,6 m y una longitud adecuada ya podían ser recorridos verticalmente para su mantenimiento. Su malentendida justificación como elementos de ventilación y los abusos que muchos cometieron (incluso se llenaron de estanterías para hacer alacenas), acabaron con un elemento que tenía otras funciones que cumplir.

La cultura tecnológica propuso la utilización intensiva de las soluciones mecanizadas. Los patinejos se sustituyeron por conductos de ventilación con extracción mecánica o natural, el famoso shunt, con movimiento de aire impulsado por succiones venturianas y convecciones térmicas. Con él se firmó la sentencia de muerte de los patinejos y, en la práctica, se condenó a las conducciones verticales al empotramiento.

En la actualidad, en muchos edificios, mi casa sin ir más lejos, los montantes y bajantes se empotran en núcleos de albañilería de manera que son totalmente inaccesibles. Como suelen estar envueltos por los locales con los acabados más caros del edificio, los baños y las cocinas, cada reparación es una ruina. Es inconcebible



Ventilación por *shunts* en la *Unité d'Habitation*
de Marsella, 1947-52 (Le Corbusier).

que por ganar medio metro cuadrado útil por vivienda se condene a esos trabajos a los ocupantes. Por suerte, actualmente, se está recurriendo de nuevo a formas de pequeños patios que recuerdan al tradicional patinejo y se vuelven a abrir soluciones al tendido vertical de las instalaciones.

En cualquier caso el diseño de un patio tiene que tener en cuenta las siguientes cuestiones:

- Ser practicable por arriba y por abajo para conectar con elementos de captación como las antenas, los aparatos de refrigeración o las redes de fibra óptica.
- Ser accesible en todo su recorrido para su mantenimiento o para disponer nuevos tendidos. Eso quiere decir que o se accede desde un espacio común, como la escalera o, mejor, todo él es transitable.
- Tener una situación lo más próxima posible a los espacios a servir, para minimizar los comprometidos recorridos horizontales de los tubos.
- Permitir una fácil conexión con cada planta. Serán inútiles los patios que estén rodeados de pantallas impenetrables como ocurre cuando se colocan junto al ascensor o entre pantallas estructurales poco perforables.
- Estar diseñados de manera que las conexiones con las redes horizontales no obstaculicen el recorrido vertical del patio.

Se debe estudiar la manera de impedir que se conviertan en chimeneas de transmisión de incendios, por lo que se deben tratar como sectores de incendios independizados con compuertas cortafuegos que seccionen los tramos con juntas de estanqueidad intumescentes.

Cumpliendo estas condiciones, los patinejos son una magnífica solución al problema de los tendidos verticales y deberían ser obligatorios en cualquier proyecto donde se superpongan propiedades distintas.

3.2 Los núcleos verticales y la planta de las viviendas

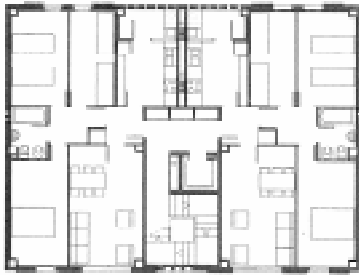
En este punto estudiaremos brevemente la incidencia que tiene en la organización de la planta de las viviendas la localización de los tendidos verticales. Distinguiremos dos tipos de soluciones: las que recurren a unas cámaras accesibles desde los espacios comunes, generalmente los núcleos de escalera, y las que discurren por unos patios que se pueden recorrer verticalmente.

Cámaras accesibles desde los accesos verticales

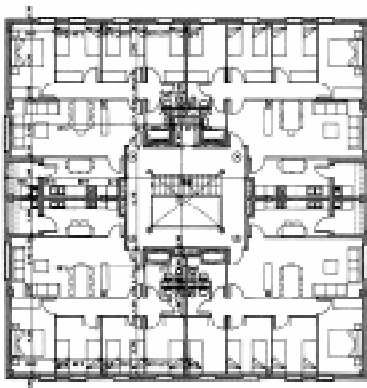
En las agrupaciones lineales, formadas por bloques que sitúan una escalera cada dos viviendas, la dificultad de organizarlas disponiendo todos los locales húmedos en torno al perímetro de comunicaciones verticales, suele acabar por alejar a los baños de esa zona, perdiéndose la accesibilidad a sus bajantes. Sin embargo los montantes sí que se pueden ordenar fácilmente alrededor del área de accesos y hacerse registrables como muestra la figura a. Las conexiones de alimentación entre cuartos húmedos deberán atravesar toda la vivienda horizontalmente.

Por el contrario, en las torres que agrupan cuatro viviendas por planta, las soluciones con cámaras registrables desde los accesos verticales son muy utilizadas. En la torre de la figura b, la disposición en ángulo, segrega cocinas de baños, colocándolos en extremos opuestos y próximos al núcleo central, lo que facilita disponer bajantes y montantes en el perímetro del área comunitaria para hacerlos registrables desde ella. Forzando ligeramente el trazado de la pequeña evacuación y la disposición de los aparatos sanitarios, se podrían recoger todos los desagües en dicho perímetro. Las conexiones de alimentación entre cuartos húmedos han de atravesar zonas de estancia-recibidor.

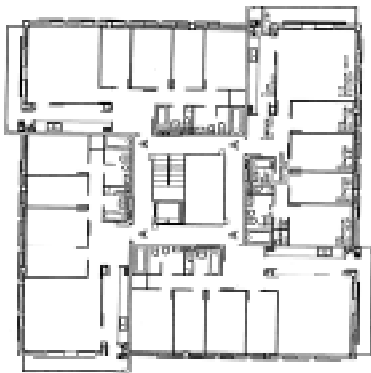
En la torre de la figura c, la ordenación en forma de cruz gamada de las cuatro viviendas, de desarrollo casi lineal, facilita el registro de montantes y bajantes desde el pasillo de acceso, puesto que los baños tienen una pared común con él. La cocina y el lavadero quedan alineados



a. Cerdanyola del Vallès, Barcelona
(E. Torres, J. Martínez).



b. Pallejà, Barcelona (Bassols i Associats).



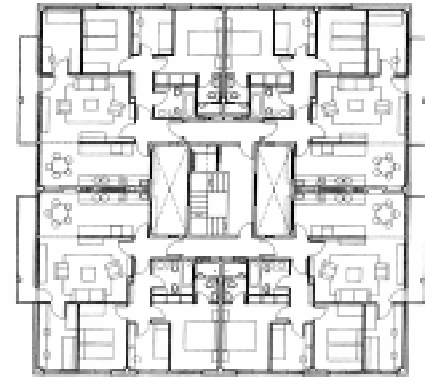
c. Pallejà, Barcelona (H. Costas, M. Gómez).

pero distantes de dicho pasillo. Aparecen dos núcleos verticales por vivienda, uno en los baños y otro en el lavadero, este último solo registrable desde fachada. Las conexiones de alimentación horizontal entre cuartos húmedos han de penetrar en pasillo o recibidor.

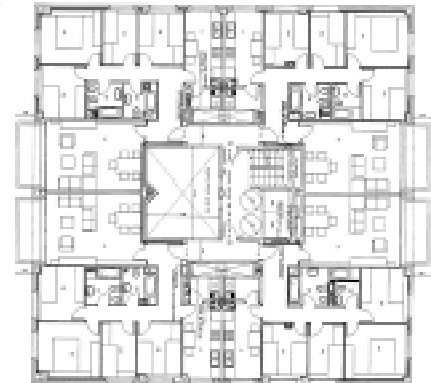
En la torre de la figura d, la combinación de cámaras registrables desde accesos con patios que pueden servir de tendederos dan una organización casi perfecta. Las cocinas se emparejan y se conectan con montantes y bajantes accesibles desde los patios de vecinos. Los cuartos de baño de dos viviendas vecinas llegan a conectar con las cámaras verticales visitables desde los pasillos de accesos comunitarios. El “casi” que la separa de la imposible perfección se debe a la conexión horizontal de las alimentaciones de agua fría y caliente que tendrán que trazarse de un cuarto húmedo a otro probablemente por el recibidor.

Cuando las plantas deben cumplir un mayor número de exigencias programáticas, los esquemas se complican extraordinariamente. En la torre de la figura e, la ordenación aparentemente clara y similar de cada vivienda contiene numerosos ajustes correctores motivados por demandas que se imponen a otras prioridades.

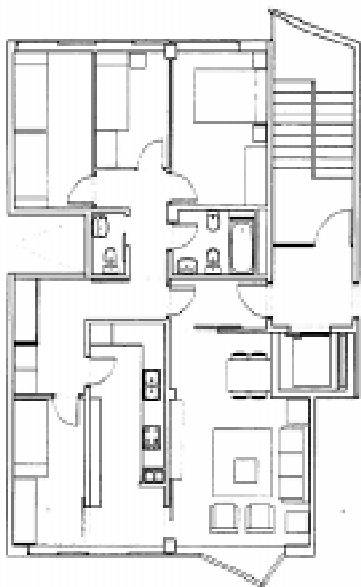
La planta de la figura que corresponde a la disposición tipo, para los pisos segundo a quinto, contiene las repercusiones de una planta baja (destinada a acceso-vestíbulo-conexión con garaje, recintos de contadores y cuatro viviendas) y de una planta primera destinada a cinco viviendas. Al mismo tiempo, la exigencia normativa de dos ascensores y recinto cerrado de escalera impide extrapolar algunas de las soluciones descritas anteriormente y muestra el caldo de perforaciones verticales ascendentes y descendentes que se deben respetar al encarar plantas con distinta distribución. Para este edificio, una inteligente ordenanza municipal exigía prever de antemano la ubicación de las futuras unidades exteriores de los aparatos partidos de refrigeración (en este caso proyectados en cubierta) y de los pasos para las tuberías de refrigerante a cada vivienda, asumiendo una determinada opción técnica que compromete a los usuarios, y evita aleatorias actuaciones individuales.



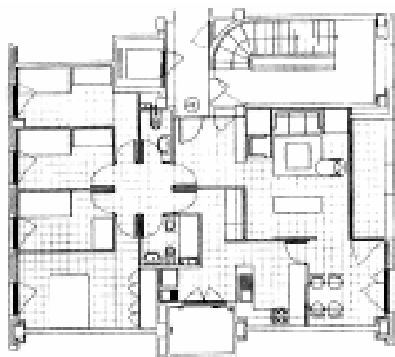
d. Pallejá, Barcelona (E. Calafell).



e. St. Feliu de Llobregat, Barcelona, 1997 (J. Briz y J.Ll. Fumadó).



b. El Prat del Llobregat, Barcelona (R. Artigues, R. Sanabria).



c. Cerdanyola del Vallés, Barcelona (J. Roselló).

a. Recuperación del patinejo transitable en unas viviendas de Solsona, Lleida, 1998 (Ll. Clotet, I. Paricio).

Locales húmedos alrededor de patios usados como núcleos verticales

Las diferencias fundamentales las establecen el tamaño de los patios y el carácter de los locales que abren a esos patios. Distinguiremos primero los pequeños patinejos apenas transitables pero accesibles desde cada planta (fig. a).

Los antiguos patinejos se están recuperando como núcleos verticales pero es difícil que todos los locales húmedos se organicen a su alrededor. En los mejores casos, serán necesarios unos recorridos horizontales por los techos en los que deben discurrir suministros y evacuaciones.

En algunos casos esos conductos verticales llegan a tener capacidad como para encomendarles una dudosa ventilación de tendedores. El proyecto que se muestra en la figura vecina ha resuelto muy ordenadamente la localización de los locales. Si el aseo de la entrada tiene su propio bajante solo será necesaria una alimentación desde el patinejo que puede cruzar la vivienda por su propio espacio (fig. b).

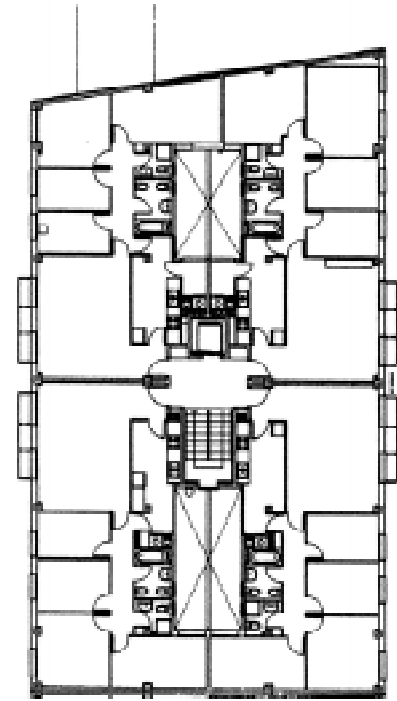
Si es posible, siempre será mejor disponer de un patio de cierto tamaño que permita que todos los locales húmedos tengan un paramento en contacto con él. Esa disposición puede resolver gran parte de los recorridos horizontales por la fachada de ese patio y



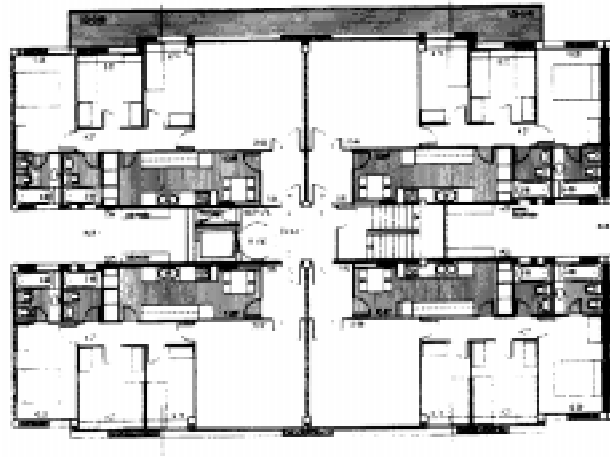
asegurar que todos los inodoros, duchas y bañeras puedan evacuar el agua directamente al bajante del patio sin los incómodos e irracionales recorridos interiores (fig. c).

Los patios alargados pueden llegar a convertirse en magníficos núcleos verticales allí donde la profundidad edificable aconseje ir a bloques lineales de cuatro viviendas por planta, de escasa profundidad. En estos casos la profundidad de la vivienda se podrá ocupar con la de las habitaciones que abren a fachada, el pasillo y la profundidad de los cuartos húmedos. Si la vivienda es de cuatro dormitorios es probable que se pueda organizar una última habitación que cierra el perímetro del patio y se abre a este. No debe pensarse que es un dormitorio condenado. Recuérdese que con la estructura actual de la familia española que no llega a 1,2 hijos por matrimonio esa habitación tiene muchas probabilidades de convertirse en un espacio de almacenaje (fig. d).

Si la vivienda es un poco más pequeña la planta puede quedar tan limpia como la de la figura que acompaña este texto donde solo locales húmedos abren al patio interior que se convierte en un auténtico patio de instalaciones (fig. e).



d. Sta. Coloma de Cervelló, Barcelona (Bosch-Cuspinera Associats).



e. Molins de Rei, Barcelona (J. Pascual).

3.3 Los tendidos en fachada



Patio abierto a fachada en el edificio de servicios Schlumberger, Montrouge, París, 1981-84 (R. Piano).

El acceso a los núcleos verticales es mucho más fácil desde la fachada y no tiene porque molestar a otros usuarios. Esta disposición de los tendidos añade una nueva complejidad al diseño de la envolvente, siempre más exigente en materia de composición que los permisivos patios interiores, pero todos sabemos que el problema siempre es el mismo: previsión, conocimiento previo de los problemas e integración de sus soluciones en los primeros estadios del diseño.

Los elementos de instalaciones tendidos en las fachadas no solo permiten un fácil mantenimiento, sino que además se apoyan en el elemento constructivo que más difícilmente cambiará a lo largo de la vida del edificio. Mientras las divisiones interiores se tienen que subordinar a los cambios de uso, el diseño de las fachadas es fruto de un pacto con el municipio y difícilmente podrá someterse a muchas variaciones durante el tiempo que permanezca en pie.

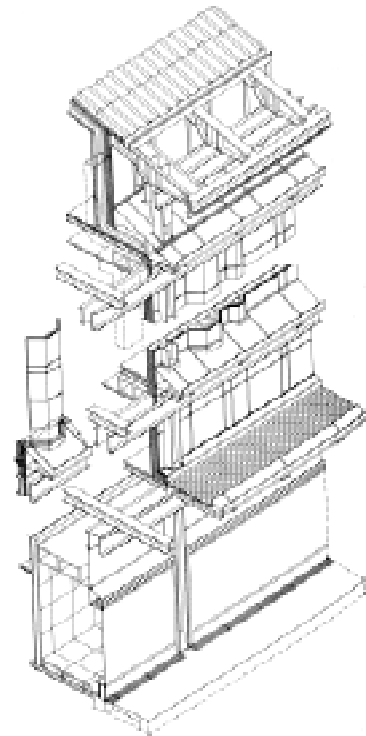
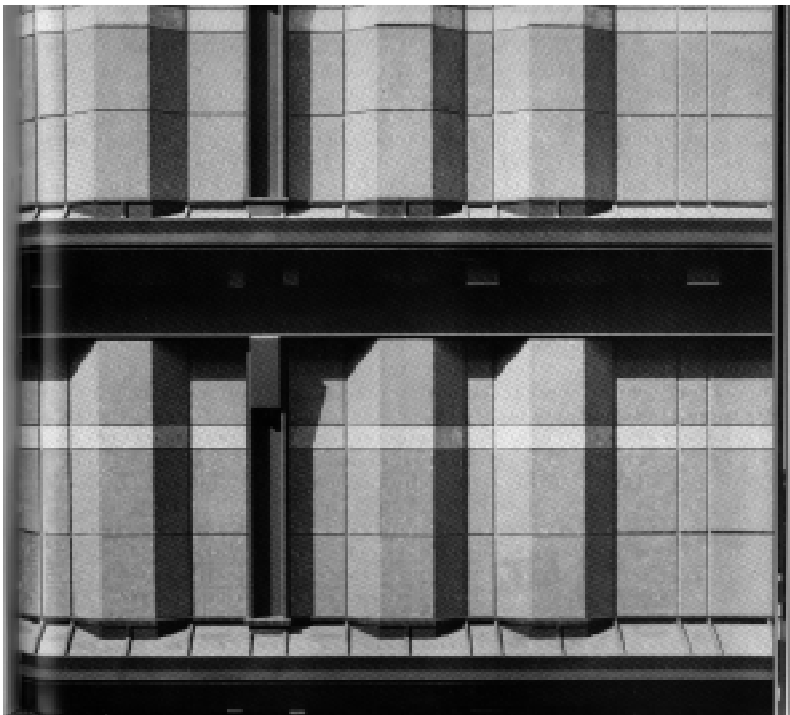
Las soluciones más simples disponen los tendidos en la fachada como si se tratase de un lienzo de un patinejo interior. Ese paquete de tendidos puede ocupar una cierta superficie del plano exterior y quedar oculto tras un elemento desmontable o bien puede formar un pliegue que recoge todo el núcleo de instalaciones de manera más o menos disimulada.

La localización de los tendidos en fachada será especialmente interesante para los elementos de control ambiental puesto que en las fachadas se concentran los intercambios climáticos y lumínicos con el exterior. El aire acondicionado, por ejemplo, tiene querencia hacia el perímetro de la planta. Por una parte es allí donde se deberá hacer un aporte mayor de frigorías para hacer eficaz el sistema. Por otra parte avala esa localización, los intercambios con aire exterior

para la ventilación del local o para la refrigeración mediante evaporadores y la evacuación de condensados. Esto sugiere la posibilidad de disponer los conductos muy próximos a la fachada. Incluso por fuera de ella como tan hábilmente hicieron Albini y Helg en la Rinascente. Banham nos recuerda como esa disposición se incorpora perfectamente al lenguaje arquitectónico del edificio.

Un vistazo a las fachadas de la Rinascente y del centro Pompidou, este último construido casi veinte años después, evidencia la voluntariosa acentuación que Piano y Rogers pusieron en la exhibición de los elementos de climatización mucho más allá de lo que exigía la racionalidad técnica. Albini y Helg no se propusieron ningún alarde tecnológico pero dieron una brillante solución compositiva a una razonable alternativa técnica.

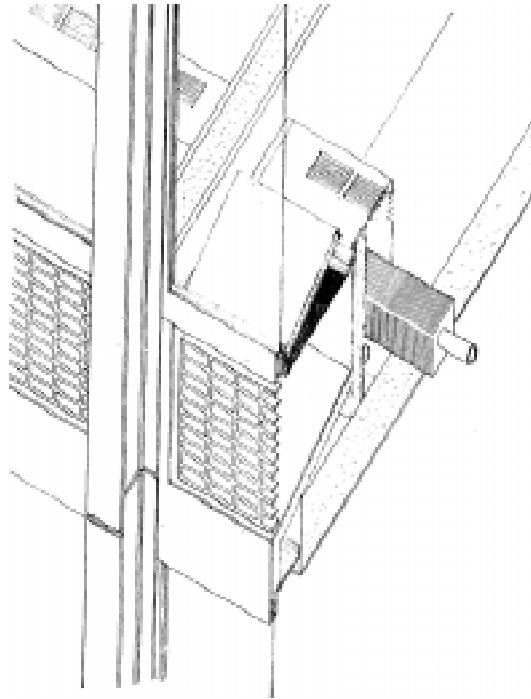
Quizás la propuesta más interesante para los tendidos en fachada es la que hizo Lubetkin hace sesenta años en el High Point Suite y que ya describimos en el apartado 2.



La Rinascente (Albini, Helg, 1961).

Mies van der Rohe utilizó también esta solución hace ya casi cuarenta años (1961) en el edificio Lafayette Park en Detroit. En un momento en el que todavía se podía evitar el aire acondicionado, Mies diseñó este antepecho corrido con toma de aire exterior en el que se alojan los tendidos eléctricos y la calefacción y se prevé el espacio para un posible aparato acondicionador de aire. El acceso al conjunto se hace por la tapa superior del cajón. En efecto, un aspecto importante de esta solución radica en la posibilidad de situar los *fan-coils* donde son más útiles y menos molestos además de facilitar el aporte de agua fría o caliente y la evacuación de las condensaciones gracias a la continuidad longitudinal del mueble.

Apartamentos Lafayette Park, Detroit, Michigan, 1961 (M. van der Rohe).



4. LAS DISTRIBUCIONES INTERIORES

Si los núcleos verticales estaban dominados por la preocupación por los tubos, los tendidos horizontales interiores se subordinan a las exigencias de los cables por un lado y de los conductos por otro. Empecemos por los primeros, ¿Cómo puede la construcción de interiores asumir hoy la multitud de cables necesarios incluso para la simple vida doméstica? ¿Cómo puede ser que para colocar un nuevo punto de luz tengamos que llamar al albañil, al yesero y al pintor?.

La imagen vecina muestra una roza abierta en ¡hormigón! para ampliar la instalación eléctrica en una aula. La imprevisión de unos pasos de instalaciones más adecuados a los cambios de uso que exige la docencia se ha sumado a la frecuencia de muros portantes para llegar a aberraciones como ésta.



Roza en un muro de hormigón.

4.1 La limitada capacidad de los elementos verticales

Los primeros tendidos de cables para la distribución de la energía eléctrica, se dispusieron en viviendas existentes. Durante las primeras décadas de este siglo los cables trenzados envueltos en algodón se tendieron con toda naturalidad sobre los yesos, separados por diminutos aislantes de porcelana.

Solo mucho más tarde, cuando todas las viviendas nuevas tenían su instalación eléctrica y cuando casi todas las divisiones interiores eran de ladrillo hueco se impuso la moda de empotrar los cables en rozas que luego se amorteraban y se cubrían con el yeso de acabado. En cualquier caso desde hace años existe la voz *cajetín* para el zócalo de madera con un rebaje continuo en su interior donde se alojaban los cables eléctricos. Es el antecesor de las actuales canaletas.

Durante los años sesenta las exigencias de confort se incrementaron vertiginosamente. El número de puntos de luz creció, los conmutados se hicieron indispensables y se sumaron al conflicto primero el teléfono y después la antena de televisión. En pocos años la cantidad de cables a empotrar se hizo enorme.

Los cables eléctricos suelen tener un tendido predominantemente horizontal. Normalmente se organizan con unos montantes que llegan a un punto de cada una de las diversas plantas del edificio y de los que dependen, de una u otra manera, todos los circuitos que aportan la energía eléctrica, comandan luminarias, transportan señales o conectan diversos puntos de emisión y recepción de lo que se ha dado en llamar voz y datos.

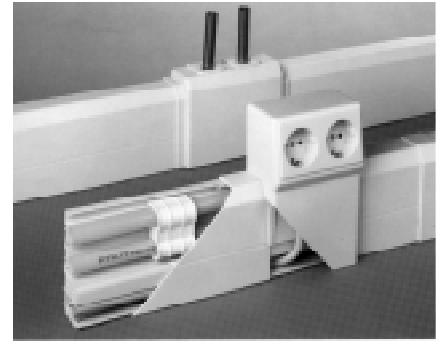
En algunos tipos de edificios, como los de uso industrial primero y los de oficinas después, la tabiquería, siempre escasa en ellos, se vio incapaz de albergar esos haces de tubos rellenos de cables. La frecuencia de cambios en los trazados y las exigencias del mantenimiento impulsieron la bandeja en los primeros y la canaleta en los segundos. Esta última, la canaleta a pesar de su tosco diseño en todos los modelos que conozco, se está trasladando ya a la construcción residencial.

No hay duda de que la tímida pero progresiva invasión de la domótica hará cada vez más difícil pensar que el ingente cableado de las viviendas se pueda enterrar dentro de las clásicas rozas. El uso cada vez más frecuente de los tabiques de cartón yeso parece facilitar la pervivencia de los cableados ocultos por el fácil tendido en sus cámaras cuando están a medio construir. Sin embargo la difícilísima intervención posterior para añadir cualquier tendido creo que acelerará el proceso de abandono de esta disposición en cámaras.

Difícilmente se puede considerar a la canaleta actual como una solución rigurosa a los problemas de los tendidos horizontales. No solo por su pobre diseño sino, sobretodo, por el complejo contorno de las puertas. Una vez más la construcción residencial tendrá que volver los ojos hacia los edificios de oficinas para ver los caminos que le abre el futuro.

Aunque es posible que los mandos de infrarrojos se hagan muy populares para la conexión de luminarias y aparatos y eso suponga cierta reducción del cableado necesario, es más que probable que las nuevas demandas de la domótica y el confort compliquen aún más los tendidos actuales y lleven a la vivienda el mismo tipo de soluciones que ya hemos aceptado para los edificios de oficinas.

En cuanto a los tubos, la incapacidad de la tabiquería para contenerlos es evidente. Intentamos empotrar tubos de varios centímetros de diámetro en tabiques de 4 cm de grosor. Son situaciones absurdas a las que no queremos hacer frente. En algunos casos se puede recurrir a la colocación de los tubos sobre un tabique de panderete y luego el doblado del tabique, en los espacios entre tendidos, hasta conseguir el grosor de los tubos yuxtapuestos. Pero si se quiere afrontar el tema de la accesibilidad, la mejor solución son las cámaras accesibles. El fondo de los espacios bajo la mesa de la cocina, tras cajones y fregaderos suele ser un lugar magnífico para los tendidos de la cocina como muestra la figura vecina. En los baños se han utilizado arrimaderos de cierto grosor que cubren los tendidos horizontales de los tubos.



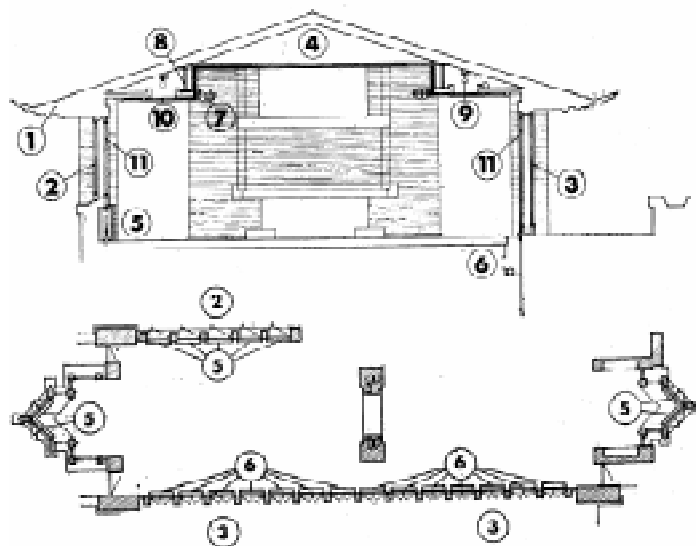
El difícil diseño de las canaletas, sus giros y complementos (catálogo Rehau).

4.2 La fácil evidencia de los falsos techos

El cielo raso es un elemento de larga tradición en la arquitectura europea. Gracias a ese cañizo enyesado se ocultaban las toscas estructuras de los techos de barro y tomiza, o de vigueta y bovedilla, y se configuraba un techo moldurado que subrayaba con sus motivos decorativos el orden del espacio arquitectónico. El medallón de yeso central de cualquier comedor tradicional soportaba la gran lámpara de techo. Es lógico que la alimentación de esa lámpara, primero de gas y luego eléctrica, se hiciera a través del ese medallón y por encima del cielo raso.

Esa cámara tradicional encontró utilidad en el alojamiento de conductos de calefacción en algunas de las primeras propuestas de aire caliente en grandes edificios públicos pero nadie exigía que ese espacio fuese accesible para el mantenimiento de tan elementales instalaciones.

Es en la década de los 30 cuando, según Banham, la industria del acero, para combatir el creciente éxito de las estructuras de hormi-

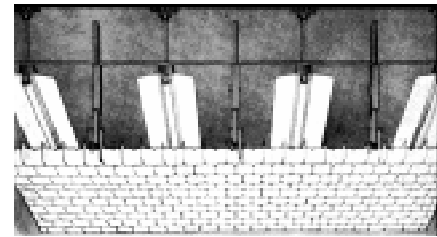


La Robie House en figura de Banham, 1910
(F.L.I. Wright).

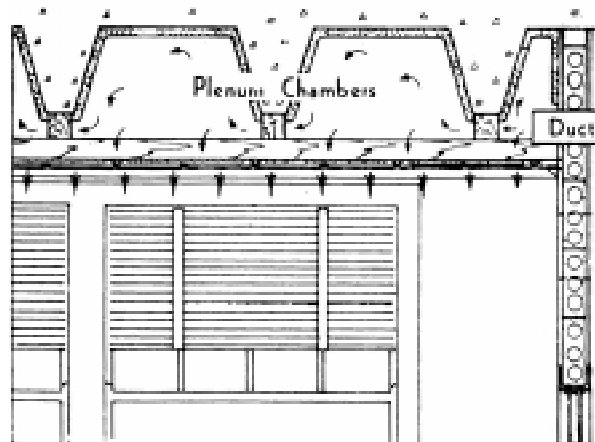
gón, propone soluciones de vigas en celosía con forjados de chapa y hormigón enrasados con su cordón superior. La protección frente al fuego de esas vigas metálicas exigía un cielo raso de yeso. Entre el forjado de chapa y ese cielo raso ignífugo se abría un espacio que se presentaba como el más idóneo para la conducción de todo tipo de instalaciones.

A finales de esa década se introducen las placas perforadas para mejorar las condiciones acústicas de los locales y se empieza a utilizar las perforaciones para impulsar aire desde un *plenum*. La placa de yeso es un producto industrial que sugiere una organización modular de toda la planta. Los tubos fluorescentes son pronto parte integrante de ese mecano. Después se integrarán los impulsores de aire, las luminarias más complejas, los cada vez más variados tipos de placas. Cada producto susceptible de formar parte de ese techo intenta imponer sus dimensiones en este incipiente juego modular.

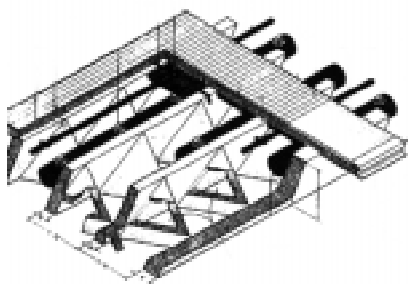
En 1950 los edificios de oficinas americanos empiezan a utilizar un techo formado por piezas registrables para ocultar los conductos de aire acondicionado que desde hace algunos años eran una exigencia habitual en las oficinas de prestigio. La placa se impuso progresivamente y sofisticó sus sistemas de soporte para hacer posible su registrabilidad. En ese momento el mercado ya ofrecía un paquete coordinado de productos que resolvían todas las terminales del techo registrable con su cámara de instalaciones accesible (R.Banham).



Sistemas de cielo raso suspendido *Skyline* *Louverall*, 1947 (publicado por R. Banham).



Sistema de cielo raso perforado, *Acousti-vent* de los Laboratorios Bourges, 1936.

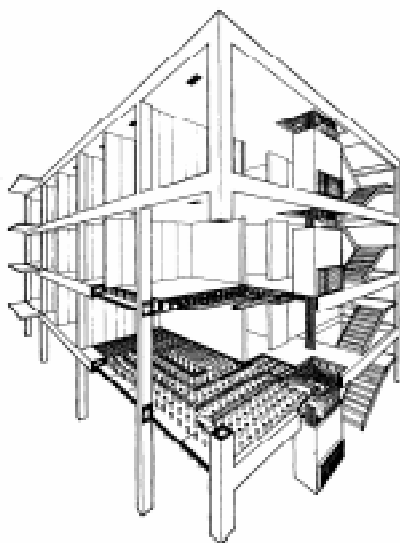


El techo de la Galería de Arte de Yale, New Haven, 1950-54 (L. Kahn).

No podemos dejar de recordar el techo que Kahn diseñó en esas mismas fechas para la Yale Art Gallery (New Haven 1950-54). Cuando el cielo raso de placas registrables se conformaba como la solución única para los techos con instalaciones, Kahn propuso una estructura tetraédrica de hormigón que asumía las funciones de soportar el suelo del piso superior y de disimular y ordenar la localización de tendidos y terminales. Anteriormente ya se habían insinuado soluciones estructurales que admitían la perforación del canto de las vigas para disponer a través de ellas los pasos de los cables y conductos pero Kahn sublimó esa tendencia diseñando una estructura espacial que daba carácter tectónico al techo y permitía el acceso a los tendidos.

En realidad se trata de unas vigas inclinadas que salvan la luz entre los dos pórticos paralelos que definen el espacio de cada ala de exposiciones. Entre esas vigas, que están bastante próximas, se simulan unos tetraedros colocando dos placas de hormigón de alzado triangular que apoyan un lado en una de las vigas y se unen por sus vértices opuestos en la viga vecina. Estos dos triángulos, con el paramento triangular de la primera viga que encierran, forman las tres caras inclinadas de un tetraedro. La cara inferior, la horizontal, queda abierta y permite disponer puntos de luz u otros equipos. Por encima de las otras caras se forma un espacio lineal continuo entre una arista del tetraedro y la viga vecina. Por ese espacio corren los cables y conductos que alimentan las terminales.

Pocos años después se hicieron famosos dos metaproyectos, mecanos de construcción, que resolvían los tendidos insertándolos en los alvéolos de las vigas, pero ninguno dejaba vista esa viguería como lacunario del techo tal como hizo Kahn. Las dos consideraban en su mecano unas placas para el carenado del paquete estructura-instalaciones que incluía las inserciones de luminarias y otras terminales. Uno era el sistema Urbs par la construcción de residencias universitarias y el otro el sistema californiano SCSD para la construcción de escuelas.

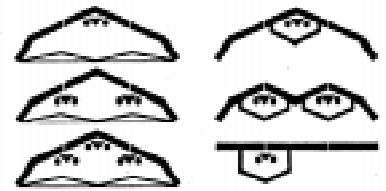
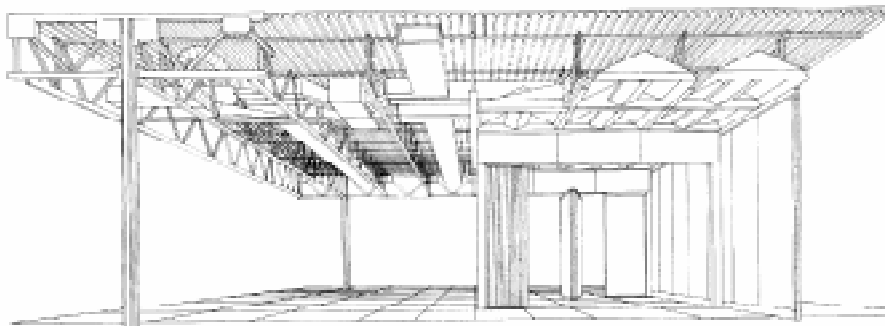


URBS, University Residential Building System.

En el sistema URBS unos núcleos verticales de aparatos de climatización insuflaban aire frío o caliente a través de la vigería de hormigón. En este caso el forjado era una losa alveolar con perforaciones en los dos sentidos de la planta. Eso permitía una gran libertad en la disposición de los tendidos y daba a la estructura un canto eficaz para salvar luces importantes.

El sistema SCSD fue diseñado por Ezra Ehrenkrantz de la Universidad de Berkeley en 1962. Ha sido repetidamente publicado y aquí solo vale la pena recordar la gran atención que el proyecto presta al tema de las instalaciones y al diseño de su cielo raso. Las industrias Lennox, promotoras del sistema, diseñaron un equipo modular, suspendido de la cubierta, que climatizaba 325 m² de edificio. La estructura era metálica y evidentemente modular. Las placas de techo se insertaban entre los cordones inferiores de las vigas. Eran dos tipos de piezas de acero esmaltado en blanco: una placa plana y un cofre que alberga las luminarias.

En ambos casos se debe llamar la atención sobre el tratamiento preferente que empiezan a recibir los tendidos en el diseño del edificio. Los sistemas de prefabricación habían atendido hasta ese momento, y seguían atendiendo en Europa, únicamente a los elementos más sólidos de la construcción. Que las instalaciones fuesen un componente más del edificio y formasen parte del mecano modular de diseño muestra el interés que estos elementos han recibido siempre en los Estados Unidos.



SCSD, School Component Systems Development, 1961 (E. Ehrenkrantz).



Cielo raso en el aeropuerto de Barcelona.

Por desgracia el bajo coste del techo de placas registrables ha impuesto progresivamente su esquemática simplicidad. Ese *blando bajo vientre*, en cita de Banham, de la arquitectura americana de oficinas se ha difundido universalmente. Es el momento pues de recordar algunos de sus más graves inconvenientes:

- Funcionales, puesto que no contacta con los planos que ocupa el usuario. La necesidad de conectar el techo con el plano de trabajo ha provocado la comercialización de mamparas para instalaciones que solo tienen que tocar al techo para permitir el descenso de las instalaciones (problemas de estabilidad aparte). Los elementos colgantes del techo para llevar las instalaciones hasta las mesas no han conseguido imponerse como modelos comerciales y solo se trata de propuestas específicas sin valor universal.
- De mantenimiento, las placas nunca recuperan la imagen original después de varias manipulaciones. Todos recordamos el terrible aspecto de las piezas desajustadas y marcadas con las huellas digitales del operario que hizo el último registro. Además, como se accede a ellos desde el espacio servido, provocan graves inconvenientes durante los trabajos de inspección o reparación. Como solo son manipulables desde el lado visto, su registro suele suponer un progresivo deterioro.



Ordenadores que descienden del techo.

- Acústicos, esa misma simplicidad técnica del techo ha permitido el uso de soluciones de baja calidad que no resuelven ni la accesibilidad ni el aislamiento acústico. La continuidad de las cámaras para el paso de instalaciones está reñida con la separación acústica entre espacios, actuando como cámaras transmisoras. La solución consistirá en llevar el tabique hasta el techo o colocar falsos techos con capacidad de protección frente al sonido y el fuego.
- Mecánicos, se trata de una construcción tan deleznable y poco controlada que últimamente se están dando muchos casos de caída espontánea. En efecto, los sistemas de fijación son a veces excesivamente elementales, su ejecución queda inmediatamente oculta por las mismas placas y los técnicos que llevan el control de obra no ponen especial atención en un elemento casi transitorio. Creo que a partir de ahora se tendrá que prestar más atención a esos sistemas de colgado.
- Compositivas, a pocos diseñadores les interesa la estúpida y rígida monotonía modular de esos blandos techos de placas colgadas. Algunos intentan evitarla con la tersa continuidad de los modernos techos acústicos de placa continua tipo Knauff, aunque sea a riesgo de perder o dificultar la registrabilidad de la cámara. Otros preferimos buscar siempre el orden tectónico de la estructura subyacente, pero trataremos de todo ello más adelante.



Colocación de una placa Knauff para formar un falso techo acústico continuo.

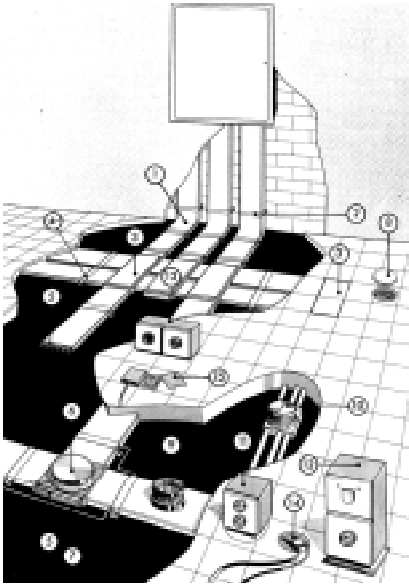
4.3 Los prometedores suelos técnicos

En los modernos edificios de oficinas los tendidos de cables que primitivamente se disponían en cielos rasos se van desplazando hacia el suelo. Los inconvenientes, listados en el punto anterior, y especialmente la escasa relación de los aparatos informáticos situados sobre las mesas con ese lejano falso techo, están imponiendo un suelo técnico cada vez más prometedor.

El falso suelo tiene también una larga historia como espacio, para albergar conductos de aire caliente sobre todo, pero hasta los años 60 no nace como pavimento registrable capaz de alojar toda clase de tendidos. Los edificios de oficinas volvieron a ser los líderes de la operación. Durante años en estos edificios se ha recurrido a formas más o menos elaboradas de canalizaciones de tendidos eléctricos bajo pavimento. El recurso a unas canalizaciones metálicas que enlazan los puntos de conexión de diversos sistemas fue la solución más utilizada aunque su accesibilidad fuese limitada.

En Europa se difundieron las guías Ackerman, marca comercial que da nombre al sistema de conducciones empotradas en el pavimento para albergar tendidos eléctricos y de telecomunicaciones y cuyo catálogo incluye un panorama cada vez más amplio de terminales. Las soluciones son cada vez más sofisticadas aunque también más costosas. Una de las propuestas más modernas e interesantes es la que nos ofrece el sistema Redelec de TDM que coordina las mamparas de oficinas con toda clase de tendidos empotrados.

Pero las exigencias funcionales sobrepasaron enseguida las posibilidades de esas soluciones guiadas. El nuevo espacio de la oficina paisaje necesita un espacio absolutamente isótropo y homogéneo. No se puede sacrificar la flexibilidad de la distribución de mesas y locales a la localización de unas guías perdidas bajo el pavimento. En cualquier punto debe ser posible cualquier conexión. Para dar respuesta a esa exigencia se impone el suelo registrable o suelo técnico.

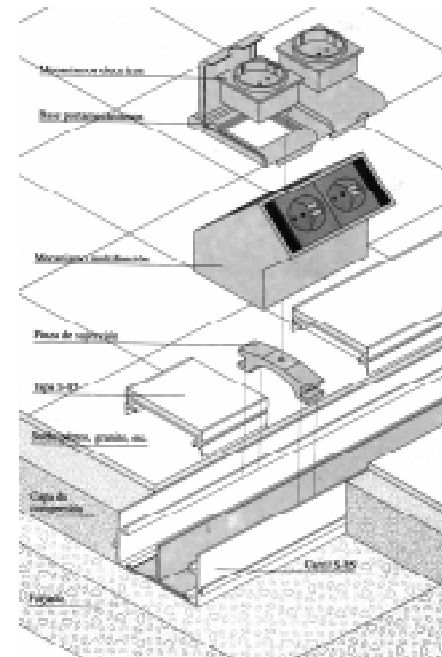


50

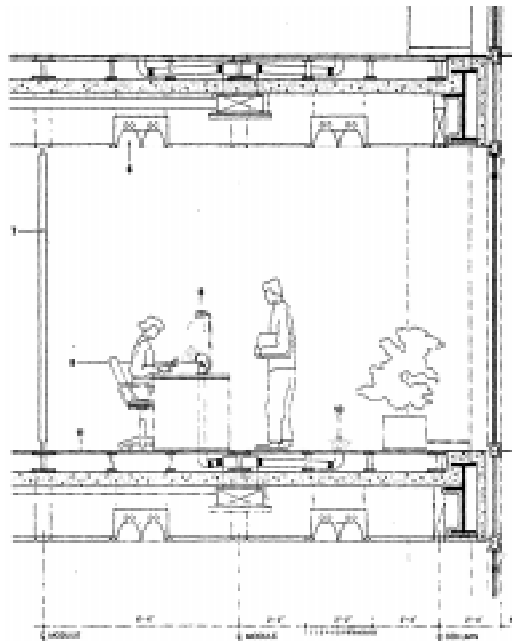


Acceso a unas cajas de pavimento con conexiones eléctricas.

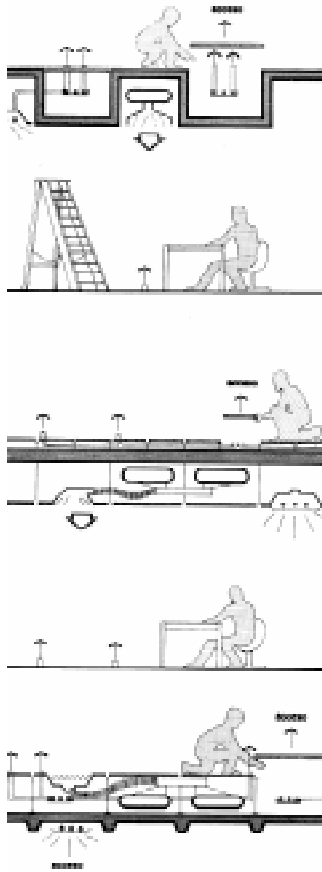
El centro Pompidou (1971-77), paradigma, en su momento, de la imaginación de la técnica, utilizó un falso suelo generalizado exclusivamente ocupado por tendidos eléctricos. Su altura es de catorce cm.



Sistema Redelec de guías bajo pavimento.



Mansion House Square, Londres, 1969
(M. van der Rohe).

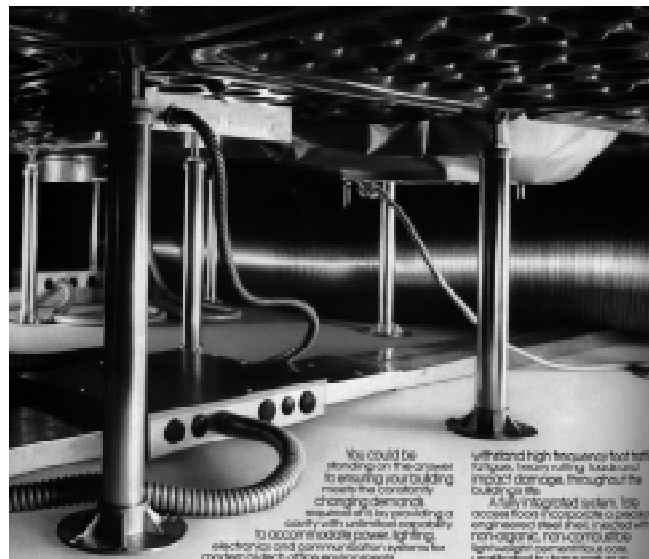


Esquemas de techos y suelos del Manual de Construcción de AJ.

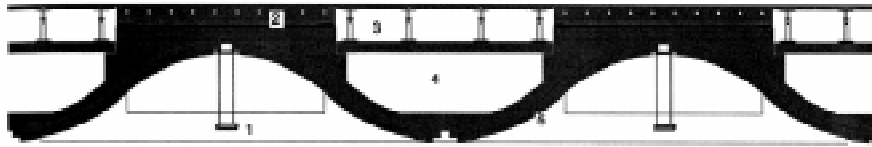
Hoy la solución estándar está conformada por un sistema de soportes metálicos de altura regulable sobre los que se apoyan unas losas cuadradas que generalmente miden 60x60 cm. Las losas pueden ser de aglomerado de viruta, hormigón, chapa de acero y relleno de anhidrita u otras soluciones. Sus diferencias las establece el precio y el comportamiento frente al fuego. Una variante importante es la presencia o no de una perfilería que une las cabezas de los soportes y mejora el apoyo de las losas y la precisión del montaje.

Los suelos técnicos hoy pueden resistir prácticamente cualquier carga, recibir variadísimos pavimentos, alcanzar alturas de varios metros, asegurar la protección contra el fuego y garantizar la estanqueidad de los plenums. Son un producto cada vez más maduro que solo es de esperar que baje sus costes paralelamente a la ampliación de su difusión.

Hoy casi todos los edificios de oficinas tienen ya falso techo y pavimento registrable. Todo ese diafragma horizontal forma con la estructura portante, forjado y vigas, un conjunto muy elaborado. El paquete suelo-techo es ya algo mucho más complejo que la elemental lámina de hormigón del movimiento moderno. Su valor estructural pierde importancia relativa y se va convirtiendo en una cavidad compleja que



Publicidad de un suelo técnico (Tate).

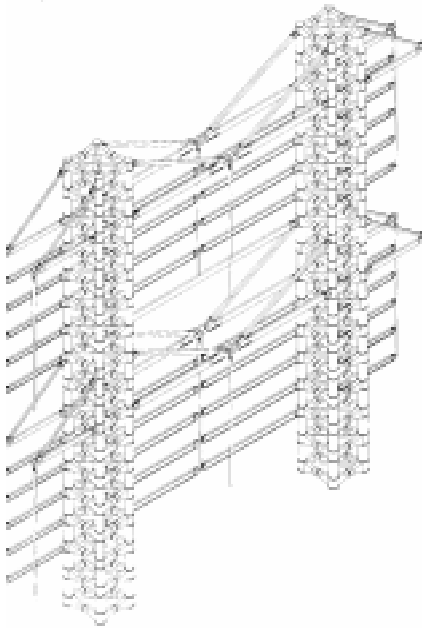


aloja instalaciones arriba o abajo o en ambos sitios y que además debe asegurar la estanqueidad acústica y la resistencia frente al fuego entre los espacios que separa. En efecto, para optimizar su diseño es frecuente que el forjado se pliegue y que el canto de las cavidades de suelo o techo sea variable. La figura adjunta, extraída del manual de Construcción de AJ, muestra algunas alternativas para esa sección cada vez más compleja.

Las otras figuras muestran un edificio promovido por el Building Research Establishment inglés en el que el forjado está formado por unas grandes losas prefabricadas de superficie inferior ondulante. Esas ondas aumentan el canto útil, mejoran la acústica de los locales, incrementan la superficie de intercambio térmico entre techo y ambiente y permiten albergar unos grandes conductos transversales que constituyen la ventilación y refrigeración natural del edificio. La sofisticada sección apunta hacia todas las posibilidades que se abren para ampliar el elemental conjunto de planos paralelos de nuestros suelos, techos y cielos rasos.



Edificio de despachos experimentales promovidos por el Building Research Establishment Ltd., Watford, 1998 (F. Clegg).



En el edificio del Banco de Hongkong, Foster empezó a elaborar la sección adecuando la distancia entre techo y suelo a las necesidades de los tendidos y de la estructura. El proyecto de las soluciones técnicas, elaborado en 1980, dispone todas las conducciones de aire en el falso suelo además de los tendidos de rociadores de la planta inferior. Solo la alimentación de las luminarias y el cableado de los detectores de incendios corren sobre el cielo raso.

Esa estructura horizontal es un poco confusa. Como Foster mismo explica, el edificio en realidad está formado por unas torres y unos vuelos de viga y jабalcón. Del extremo de ese vuelo cuelga un tensor que soporta las seis plantas inferiores. Cualquier forjado está apoyado en dos vigas paralelas cada una de las cuales va desde el pilar de arista de una torre hasta ese tensor del que cuelga. Entre esas dos vigas paralelas se monta una viguería que soporta la losa de hormigón.

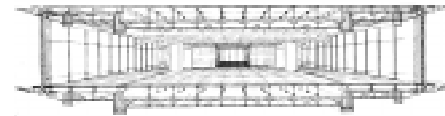
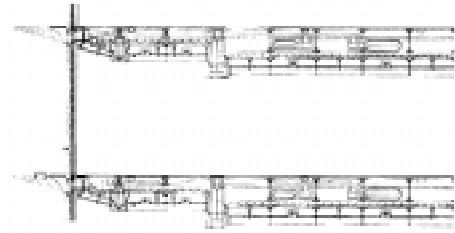
Esta estructura absolutamente anisótropa, direccional y jerárquica, se organiza en su perímetro con un remate isótropo. Una reducción de canto y un vuelo que se añade tanto a lo largo de las vigas principales como de las últimas vigas secundarias. La sección más popular, perpendicular a las vigas principales, no muestra la relación de las vigas secundarias y la losa de forjado. Incluso la axonométrica



Esquemas de la estructura del Banco de Hongkong, 1979-84 (N. Foster).

que explica la organización del aire acondicionado obvia esta relación. Pero por lo que se aprecia en la figura vecina no existe ningún paso de comunicación a través de las vigas. Es decir las instalaciones solo se mueven libremente por el suelo técnico mientras que por el falso techo discurren entre vigas para dar cabida a las luminarias.

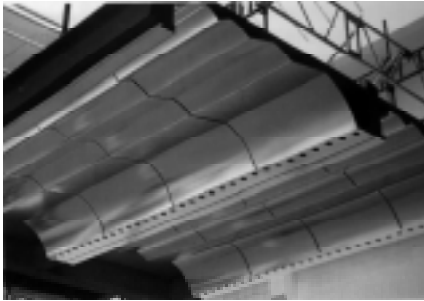
La imagen tomada durante el proceso de obra muestra la diferente concepción de ambas cavidades. Los dos pilares de pequeño diámetro que aparecen son los tensores que soportan uno de los extremos de las vigas primarias. Sobre ellos se puede apreciar el extraño vuelo de unas piezas que dan apoyo a la viga de borde, paralela a la principal pero de menor canto, que organiza todo el voladizo de fachada. Esa viga de borde es la que aparece también en una sección perpendicular a ésta para permitir el adelgazamiento del grueso total. En efecto, el falso suelo reduce su grosor en esa área y la losa de forjado se quiebra y queda mucho más alta que en el interior. Más allá de la viga de borde el falso techo toma ya una directriz inclinada que se prolongara al otro lado del cerramiento exterior con el diseño del *brisoileil*.



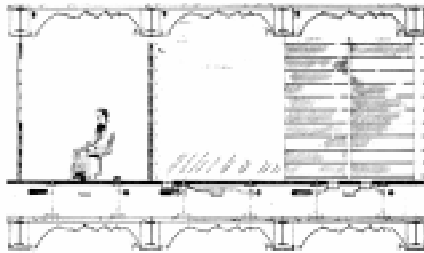
Sección transversal.



Las instalaciones tendidas en el falso suelo.

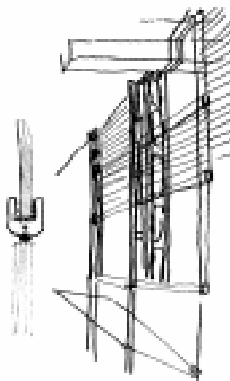


En realidad ese falso techo es el resultado de una importante renuncia; Foster había proyectado un panel de chapa plegada en forma de cresta que era un perfecto difusor de la luz. Los problemas de encuentro con las tabiquerías y la movilidad de éstas obligaron a abandonar la solución. En el edificio construido, parte del canto de las vigas secundarias aparecen en el techo, dificultando notablemente su relación con la tabiquería. En particular el encuentro de esas vigas con las persianas venecianas de fachada es insoluble.



El banco de Hongkong muestra una transición significativa en el planteamiento del falso suelo. Por una parte es evidente que ya ha tomado todo el protagonismo en la localización de los tendidos. Pero por otra, parece no estar maduro todavía su papel en la imagen de los espacios interiores ni en la coordinación con los cerramientos verticales. Seguiremos más adelante con el análisis de esta evolución.

56 Maqueta de la primera solución *en cresta de gallo*.



Problemas de encuentro con la fachada.

En cualquier caso desde un punto de vista técnico el suelo de ese edificio da un gran paso hacia su madurez. La losa registrable llega a tamaños de 120x120 cm. Su apoyo es hermético para poder ser utilizado como plenum y para mejorar el aislamiento acústico entre locales. Los impulsores circulares se pueden colocar en cualquier losa. Su posición excéntrica permite su fácil desplazamiento a cuatro posiciones diversas sin más que levantar y girar la losa de soporte. A partir de este proyecto ningún edificio significativo para oficinas modernas podrá se proyectar sin un suelo técnico más o menos sofisticado.



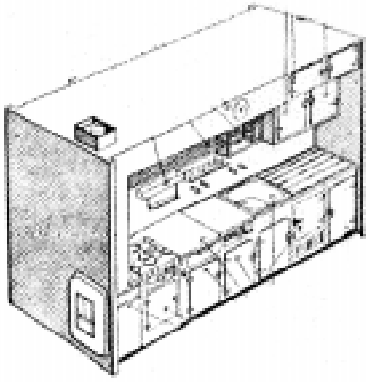
5. LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

En los edificios actuales coexisten sistemas con grados de evolución tecnológica muy diversos. Mientras las telecomunicaciones y los sistemas de telegestión sitúan a los edificios en la era aeroespacial, los sistemas de evacuación de basuras y de aguas residuales lo mantienen en la preindustrial. En un mismo aparato, como la unidad autónoma acondicionadora de aire, el control de temperatura y humedad se puede ajustar automáticamente a las exigencias mediante un mando a distancia, pero el agua condensada se encharca en la bandeja y se evacua precariamente por gravedad. Lo paradójico es que disponemos de procedimientos para resolver esos problemas pero los prejuicios y los estereotipos impiden rematar la solución.



Los núcleos prefabricados de baño y cocina para las viviendas del Abbé Pierre, 1956 (J. Prouvé).

5.1 La prefabricación hoy



Cocina prefabricada de Ltd. Arcon (Fisher, Ludlow).

Prefabricación es una palabra mítica en el sector de la construcción. Del modelo del automóvil o del electrodoméstico está presente en los sueños de los constructores desde principios de siglo. En el ámbito que nos ocupa los arquitectos y los constructores parece que hemos equivocado los objetivos. Nuestra obsesión ha sido la construcción en fábrica de módulos volumétricos que resuelvan como piezas completas los complejos problemas de montaje de los locales húmedos de nuestros edificios. Algo así como baños o cocinas pensados y producidos como grandes electrodomésticos o pequeñas *mobile home* con todos sus cableados y conducciones montados en fábrica.

La historia nos ha demostrado hasta la saciedad que nos equivocábamos de escala y que olvidábamos el paso del tiempo como factor clave de la pervivencia eficaz del edificio. Las exigencias del usuario cambian, y las posibilidades de la técnica evolucionan rápidamente, pero el grano del cambio no es el de la pieza completa sino el de cada uno de sus componentes. Aparece el lavaplatos o la gente se encapricha con el hidromasaje y la concepción de los locales húmedos tiene que ser capaz de integrar esa evolución.

Hay patentes de baños prefabricados “...que puede montar un albañil, un carpintero o un yesero.. sin la colaboración del fontanero desde 1931” (Giedion). El núcleo “cuarto de baño, cocina, calor, luz” en chapa de acero, de Fuller (1940) puede ser el sueño de un adelantado, pero hay células de baño prefabricadas comercializadas en Inglaterra desde 1945.

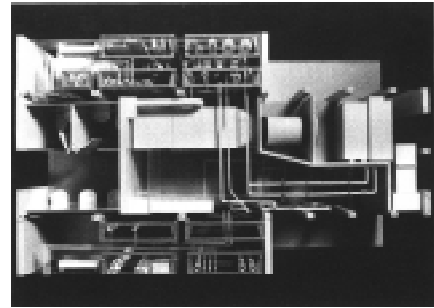
En 1956 Prouvé proyectó sus viviendas para el Abbé Pierre con unos núcleos prefabricados de hormigón que para mayor evidencia de lo completos que salían de fábrica se transportaban a obra con las cacerolas colgadas.

La prefabricación de bloques técnicos fue la panacea de la construcción en los 60. Los franceses los hacían en hormigón y los daneses en plástico. De todo aquello apenas nos ha quedado nada.

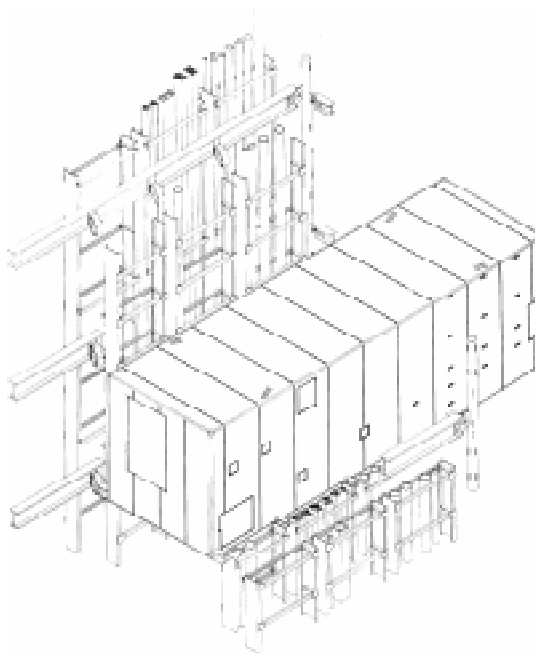
Algunas industrias de prefabricados de hormigón mantienen un catálogo de baños que pueden hacer a medida. Algunos hoteles, de muchas habitaciones y urgente inauguración, llevan la racionalización de su construcción a la inserción de algunas células tridimensionales. Solo en los grandes edificios de la alta construcción se utilizan sistemáticamente estos núcleos prefabricados paradigma de su modernidad tecnológica.

Todos esos sistemas admiten mal la inserción de nuevos elementos y son difíciles de cambiar cuando envejecen. La preocupación debe ser más la capacidad de evolución que el ahorro de unas horas de montaje, y en este sentido los núcleos prefabricados, aunque solo sean armazones de fontanería, son más un freno que un avance.

Desde una perspectiva contemporánea tendremos que asumir que hoy todos los productos que utilizamos en las instalaciones ya son prefabricados, que hay unas labores de tendido que nunca podremos evitar y otras de ensamblaje que se están haciendo cada vez más sencillas.



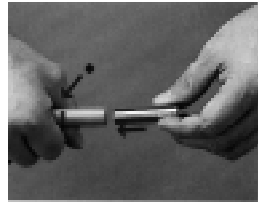
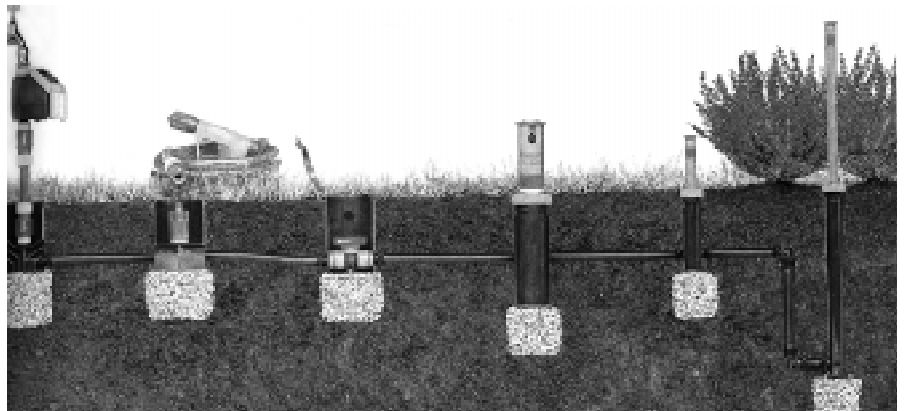
Módulo prefabricado de aseos en el banco de Honkong.



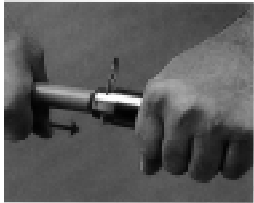
5.2 Los nuevos materiales

Uno de los objetivos más evidentes en la evolución hacia nuevos materiales es la simplificación de los procesos de montaje. El ensamblaje sencillo además de ahorrar horas de trabajo puede llegar a evitar la participación de algunos oficios. Sustituye al artesanado por la mano de obra elementalmente especializada o incluso por el *bricoleur*, el manitas casero que se atreve con determinadas operaciones sencillas. Mucha gente hoy ya no llamaría al fontanero para montar un riego de jardín porque hay productos que han resuelto con gran sencillez no solo toda clase de terminales de riego sin también todos los ensamblajes necesarios. En esta línea y en el campo de la fontanería hay algunos productos ejemplares como Quick&Easy o Flexalino.

Para conseguir esa simplicidad de montaje no importa la complejidad a la que lleguemos en la concepción de lo industrial. Hoy son posibles productos compuestos de cualquier combinación de materiales y terminales que asumen dentro de sí todas las conexiones complicadas. Así tenemos tendidos de tramos cada vez más largos con rollos flexibles que evitan la inserción de codos. Conductos continuos que llegan desde la alimentación hasta la terminal y que están formados por productos compuestos que suman las características positivas de sus componentes para evitar fundas y protecciones: Cables con protección al agua, al fuego, a los campos electromagnéticos, tubos con refuerzos (PEX+aluminio) conductos sandwich (kraft+fibra de vidrio+ aluminio).



Uno...



Dos...



Tres!

60

Montaje simplificado del sistema de fontanería + GF+ Flexalino.

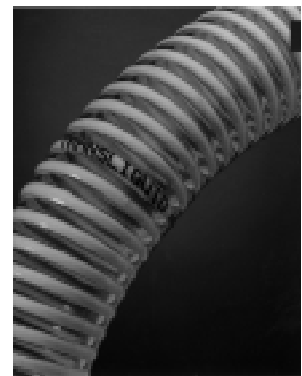
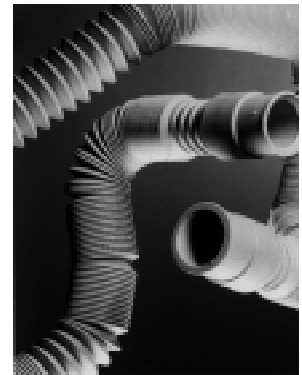
Fontanería de jardín para el bricolaje (sistema Gárdena).

Cualquier conexión complicada se intenta llevar a la terminal prefabricada. La complejidad se instala en una *caja negra* que no es manipulable por el montador (quizás el mismo usuario). Solo los *Servicios técnicos* tienen acceso a esa caja no solo por la sofisticación de su interior sino por la pérdida de garantías asociadas al seguro de compra y mantenimiento.

La garantía se convierte en la gran preocupación de todos los que se relacionan con la promoción. La reducción de los riesgos, por la calidad del diseño y del producto, es la única manera de hacer frente al crecimiento de las primas. Cada vez quedarán menos partes de las instalaciones, y del edificio, sin delegación de responsabilidad al proveedor y eso exigirá más diferenciación entre esas cajas negras aseguradas por la industria y los tendidos garantizados por el montador.

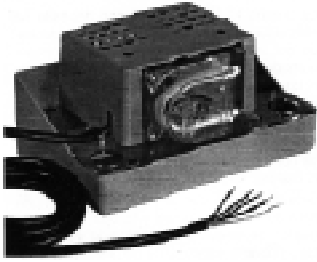
Los acoplamientos entre los aparatos (cajas negras) y las redes principales (de suministro y de evacuación) son puntos críticos que han de resultar seguros y a la vez fáciles de montar y desmontar. El sentido común plantea la necesidad de normalizar todos los tipos de conexiones electro-mecánicas con el fin de reducir las gamas de dispositivos acopladores, evitando situaciones como las que se plantean en electrónica donde se han ido produciendo tan variados sistemas de enlace (rack, euroconector, RJ, BNC, SUB, twinaxial...) que los más perfectos equipos son incapaces de trabajar si no disponen de la clavija macho que ajuste con la hembra.

Para los cambios de sección se fabrican toda clase de acoplamientos. Fíjense en los tubos de evacuación o alimentación de lavadoras. Aquí si que se ha asumido radicalmente la posibilidad de cambio y la necesidad de una instalación elemental. Unas mangueras flexibles de venta en el supermercado de la esquina y unas conexiones elementales. ¿Por qué aquí sí y en el fregadero no? ¿Está tan claro que la bañera no podría tener ruedas como el carrito de la televisión?.



Diversidad de productos para la fontanería (Espiroflex).

5.3 Las nuevas técnicas



Bomba para evacuar el agua de condensación.

Como ya hemos señalado el desarrollo tecnológico del sector es muy desigual. Por ello las técnicas que podrían aplicarse a los tenidos de instalaciones son muy diversas. Algunas tan simples como el sustituir a la gravedad por el bombeo en las aguas residuales. Todos desconfiamos de lo mecánico en nuestras decisiones más mínimas. Nos resistimos a comprar un coche con elevavinas eléctrico hasta que tenemos que arreglar una manecilla convencional.

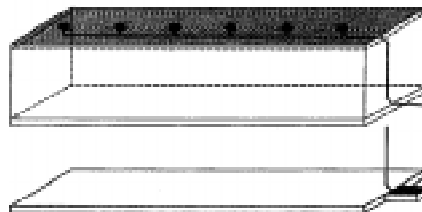
La evacuación de los condensados de las baterías evaporadoras es uno de los mayores problemas a resolver al implantar un sistema de climatización. Mientras el agua de los *fan-coils* se mueve forzada por bombas y, en consecuencia puede vencer contrapendientes, el agua recogida en las bandejas de condensados (de los evaporadores internos en verano o de los exteriores en invierno) debe seguir un recorrido descendente. ¿Cómo es posible aceptar la complejidad de unos sistemas de climatización y pararnos en la bandeja de condensados a partir de la cual ya solo vale la gravedad como motor?.

Esta limitación está llevando a problemas tan absurdos y a limitaciones tan estrechas que es posible que en un mundo ya muy motorizado haya llegado el momento de recurrir a una evacuación forzada. Todo esto siempre tratándose de aguas cuya producción depende de nosotros mismos y podemos cortar en caso de necesidad. No creo que se deba proponer algo similar para las aguas pluviales de caudal difícil de prever y de imposible control.

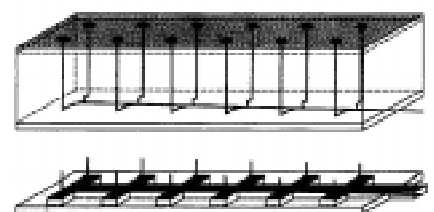
Evacuación de aguas pluviales sin aire en los bajantes.



Sistema Geberit Pluvia



Sistema convencional



Algo similar ocurre con los sistemas de trituración y bombeo en los inodoros. Imaginemos lo que ocurriría si las lavadoras y lavavajillas no dispusieran de bombas de desagüe. Serían necesarias tuberías de grandes dimensiones y pendientes a veces imposibles para vaciar sus cubetas. En las peluquerías ya se ha hecho habitual la libertad de disposición de los lavacabezas porque disponen de un depósito de aguas jabonosas con bombeo hasta el desagüe.

En contrapartida es curioso que para mover el aire ya se ha aceptado el ventilador que nos libera de las limitaciones de caudal y exigencias de verticalidad de los tiros por convección. Hoy hasta las calderas de calefacción empiezan a evacuar sus gases con extracciones forzadas.

Hay un sin número de procedimientos actualmente subdesarrollados o subimplantados que se irán imponiendo por mejora técnica o reducción de su precio.

En algunos casos la solución puede estar alejada, pero es posible, por ejemplo, que dentro de algunos años la refrigeración basada en el efecto Peltier (enfriamiento de una de las áreas de contacto de dos metales por los que circula una corriente eléctrica) permita eliminar los motores y, en consecuencia, los ruidos y vibraciones que acompañan a los compresores frigoríficos.

Es lógico esperar que las células fotovoltaicas mejoren su rendimiento y que las baterías de acumulación eléctrica disminuyan de tamaño y aumenten su capacidad, o que las calderas estancas bajen de precio y se equiparen a las atmosféricas de tiro natural.

Hoy ya son realidades los dispositivos que permiten disponer de caudales de fluido constantes a presiones variables en trazados de tuberías relativamente desequilibrados; sistemas de calefacción eléctrica mediante pinturas conductoras de la electricidad que calientan directamente sin precisar ningún otro elemento radiante; sumideros que frenan la penetración de aire creando un vacío inducido para facilitar la evacuación por gravedad de aguas (no cargadas) en tuberías prác-



Lavacabezas de peluquería (Siemens).

ticamente llenas que reducen su diámetro y discurren sin pendiente; equipos coordinados de focos, colectores y terminales para distribuir la luz mediante fibra óptica, que permiten distanciar los objetos a iluminar, del calor y de la tensión eléctrica que siempre acompañan a la fuente productora de luz; dispositivos emisores y receptores de infrarrojos y de radiofrecuencias que logran eliminar los cables de interconexión.

Es evidente que disponemos de muchos medios para resolver los problemas concretos, solo hace falta que estemos dispuestos a utilizarlos, explotando las ventajas que nos reportan al liberarnos de muchas de las viejas servidumbres que condicionaban las soluciones tradicionales.



Iluminación por fibra óptica en el bar Las Torres de Ávila, Barcelona, 1989-1990 (A. Arribas, J. Mariscal, M. Mortes).

6. PERSPECTIVAS INTELIGENTES

La construcción contemporánea se autosatisface hablando de edificios inteligentes, pero en la mayor parte de los casos ni siquiera intenta adoptar unas posturas un poco más sensatas en los temas más importantes. La inteligencia en un edificio no debería consistir en aglutinar todo lo que algunos consideran lo último, si no en abrir posibilidades de incorporación de lo que aún está por venir y que hoy no podemos predecir.

La construcción ha sido siempre algo muy estático que ha primado la durabilidad sobre todos los demás factores. Esa tendencia a la inercia dificulta el afrontar aspectos nuevos de sí misma que se basan precisamente en la aceptación del cambio como un valor, de la evolutividad como un objetivo primordial.



Fuller y Grimsaw ante la residencia de Sussex Gardens, 1965 (N. Grimsaw).

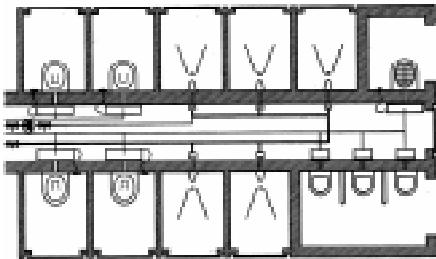
6.1 Aprendiendo unos de otros

La innovación está sometida a frenos muy eficaces. Una estructura de costes opaca que no prima la racionalización, un sistema de responsabilidades cada vez más riguroso que no anima a nuevas experiencias y prefiere a la convención, una bajísima inversión en investigación etc. La innovación no se puede introducir desde la arquitectura de una manera voluntarista. Por suerte, la evidencia de las ventajas de determinadas opciones novedosas se suele dar primero en ciertas áreas sometidas a exigencias especiales y desde ellas difundirse a los tipos edificatorios vecinos. En la construcción tradicional el modelo prácticamente único era el residencial y casi todos los tipos de edificios se construían de manera análoga a como se estaban construyendo las viviendas y casonas del momento.

Hoy sin embargo las exigencias especializadas en materia de confort y la complejidad de las instalaciones se han polarizado en los edificios de oficinas. Incluso dentro de ese tipo de edificios fueron las salas de ordenadores las que introdujeron el falso suelo que ahora se está extendiendo a toda la superficie del edificio. Por ello es importante analizar continuamente la evolución que se está dando con toda naturalidad en otros tipos edificatorios para ir tomando de ella los elementos cuya utilidad ha sido evidenciada.

El proyecto residencial es terriblemente conservador en la previsión de los tendidos de instalaciones. Es curioso que un promotor o un arquitecto que inician proyecto de viviendas difícilmente se plantearán soluciones que considerarían lógicas para otros usos, como el hotelero o el de oficinas.

La explicación, ya que no la justificación, de esta postura radica en la falta de compromiso de ambos, promotor y arquitecto, con el mantenimiento del edificio. Un hotelero es un promotor profesional que no se puede permitir errores en los costes de mantenimiento y que por lo tanto prefiere sacrificar algunos metros cuadrados para asegurar un fácil acceso a la reparación, sustitución o ampliación de sus instalaciones. El promotor de vivienda se suele desvincular rápidamente de los costes de mantenimiento que quedan en manos de la comuni-



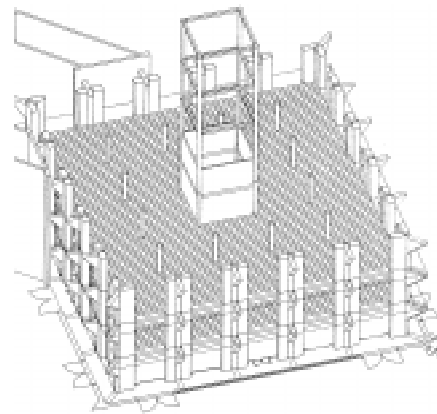
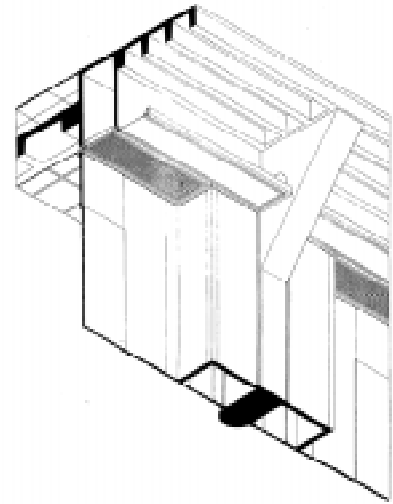
Galería de acceso a los tendidos de un edificio deportivo.

dad de propietarios. Su obsesión en el momento de la redacción del proyecto se centra en la optimización de la relación superficie útil /superficie construida para mejorar las condiciones de venta.

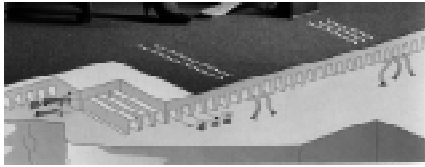
En cualquier hotel de nueva planta, una red de patios verticales sube entre cada dos habitaciones de manera que todos sus tubos se pueden reparar desde el interior de esos patios que son verticalmente transitables. En la mayor parte de los casos un tablero desmontable permite el acceso desde el pasillo de cada planta. ¿Para cuando unos patios en todos los edificios de viviendas que sean accesibles desde la fachada o desde la caja de escaleras de manera que cada propietario pueda acceder a sus tubos sin reventar la casa del vecino?.

En un hotel es fácil conseguir que todos los tubos tengan desarrollos exclusivamente verticales, pero eso no es fácil en ciertos programas, y no solo en los residenciales. Pensemos en un edificio deportivo. Como conseguir que sea fácil el mantenimiento de una tuberías de aprovisionamiento y evacuación con tan largos tendidos horizontales. No se porqué no se han generalizado aquí las propuestas que son tan comunes en los laboratorios. Si un laboratorio tiene tal exigencia de reparación y ampliación de sus instalaciones que siempre prevé una red de galerías horizontales que dan acceso al interior de las paredes de los laboratorios para ese mantenimiento. ¿Por qué no se utilizan más soluciones de este tipo para los inmensos servicios de los edificios deportivos o de espectáculos en general?.

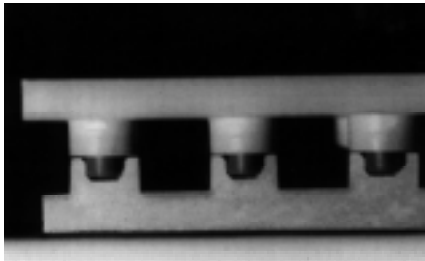
Si pasamos de los tubos a los cables nuestro modelo se acercará a los modernos edificios de oficinas. Ya no podemos imaginar un edificio de este tipo sin pensar en una cámara horizontal para el paso de cables y conductos. Puede discutirse, como haremos en el punto próximo, si esa cámara es de techo o de suelo, pero no cabe duda sobre su utilidad. En el Telepuerto de Castellbisbal, un edificio para la Compañía Telefónica, dispusimos falso suelo, falso techo y además unas conexiones anulares en un pasillo perimetral y otras verticales en forma de unos armarios, que conectaban todos los falsos techos y suelos de toda las plantas del edificio.



Falso techo, suelo técnico, anillo perimetral por planta y conductos verticales en el Telepuerto de Castellbisbal, Bcelona (Ll. Clotet, I. Paricio).



Cámaras en suelo formado por una chapa plegada (Permasteel).



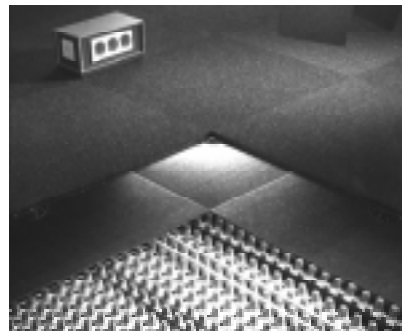
Cámaras de suelo y paredes para instalaciones del sistema Tetton.

Al final los espacios habitables eran como huecos abiertos en una malla tridimensional de cámaras para el tendido de las instalaciones.

En los edificios de vivienda la complejidad de los tendidos y la exigencia de flexibilidad se acercan cada vez más a lo que ya consideramos habitual en los edificios de oficinas. Sin embargo nos cuesta aceptar que si los problemas son parecidos las soluciones podrían imitarse. El conservadurismo del mercado residencial y algunos problemas de fácil solución, como las convenciones de limpieza en la vivienda, están dificultando la extrapolación a la vivienda de soluciones absolutamente aceptadas en las oficinas.

¿Para cuando un falso suelo adecuado a los edificios de viviendas? Si excluimos, de momento, la exigencia de pasar por ese suelo los conductos de aire acondicionado, podremos reducir su altura a pocos centímetros. Eso nos permitirá recurrir a soluciones de apoyo casi continuo que reducen mucho el coste y la complejidad del conjunto. En edificios de oficinas ya existen soluciones de este tipo. Algunas son inaccesibles como las chapas plegadas del tipo de la que muestra la figura adjunta en la que los cables pueden llegar a cualquier punto de la planta pasando por el grecado hueco desde unas canaletas perimetrales.

Pero las más prometedoras son las que permiten levantar el pavimento para acceder a los tendidos en cualquier momento. Habraken, el autor del ya mítico *supports* y gran promotor de las ideas de flexibilidad en la vivienda, está diseñando una solución basada en una



Suelo técnico Herforder H16 de patente checa.

especie de losetas de poliestireno rígido que lleva grabadas unas retículas capaces de albergar cables y tubos. Sobre estas losetas se coloca un pavimento no adherido de madera, plástico o moqueta.

Solo conozco tres soluciones de pavimentos registrables de baja altura que pueden encontrarse en el mercado. Una responde a una patente española, es el prometedor Tetton formado por unos tableros de aglomerado de residuos de cáscara de frutos secos que tiene unos relieves, unos tetones, que facilitan el encaje de un tablero sobre otro formando una cámara en la que se pueden colocar diversos tipos de tendidos.

La otra solución la ofrece un producto de origen checo que ya se distribuye en España. El Herforder H16 es una lámina flexible armada con fibras cuya cara superior está formada por una especie de dedales entre los que se forma una retícula que puede albergar los tendidos eléctricos. Sobre esos salientes se apoya una chapa metálica plana de fácil registro. La altura de la cámara así formada es de 17 mm y permite albergar tendidos eléctricos o, incluso algún desagüe de condensación de los aparatos de climatización.

Por fin la tercera solución la brinda una patente americana, Intercell. Una especie de huevera de chapa que se adhiere al suelo y que soporta, con múltiples apoyos, unas chapas metálicas de 50x50 cm. Al levantar una de estas tapas aparecen todas las bases de conexión dispuestas lateralmente. Su altura es de 55 o 85 cm.



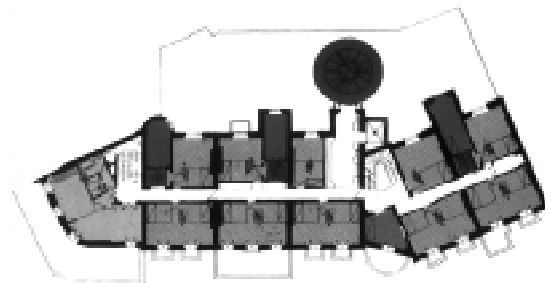
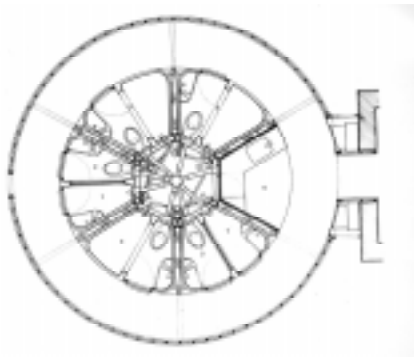
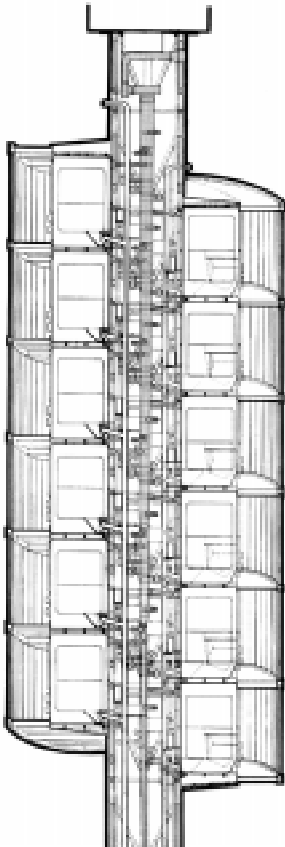
El suelo técnico Intercell de patente norteamericana.

6.2 El individuo y el grupo

Las exigencias de nuestra sociedad en materia de confort evolucionan tan rápidamente que es muy difícil definir unos objetivos estables para los tendidos de las instalaciones que garanticen ese confort. Exigimos un nivel cada vez más preciso e individualizado para las condiciones de temperatura y humedad en el trabajo pero empezamos a quererlo también en nuestras viviendas. ¿Cuanto tiempo ha pasado desde que el aire acondicionado en el coche era un lujo excepcional hasta el momento en el que un coche sin aire acondicionado es casi una incómoda rareza?. ¿Que distancia estamos dispuestos a recorrer para ir a coger el teléfono desde que han aparecido los inalámbricos y los móviles?. ¿Quién tiene hoy un receptor de televisión sin mando a distancia?.

Las instalaciones que han de llegar al lugar que ocupa el usuario son, por el momento, los suministros eléctricos y las conexiones de comunicación (telefonía, informática y señales audiovisuales por cable) pero cabe pensar que en un futuro se sustituya el acondicionamiento climático ambiental, generalizado, por el micro clima personalizado, y si no se llega a la total sustitución posiblemente ocurra como con la iluminación o la electroacústica donde lo generalizado y lo personalizado se complementan. Podemos intentar agrupar las instalaciones según su relación de movilidad respecto al usuario:

El usuario va a las instalaciones. Estamos llegando a reducir a mínimos insospechados el número de instalaciones que se mantienen en este apartado. Pertenecen a él, por razones culturales, el baño (y también los locales húmedos asimilables como cocina y lavadero-secadero), y por razones técnicas los ascensores. La evolución en



nuestra forma de vida, lleva a incrementar en el transcurso del tiempo la cantidad de tales unidades (baños y ascensores), en programas funcionales relativamente estabilizados.

Lograr que el suministro eléctrico llegue hasta el usuario permite muchas prestaciones (electrodomésticos, iluminación, calefacción, ventilación refrigeración, cocción). Por el momento, sin embargo, el suministro y evacuación de agua y las instalaciones de transporte aun consiguen que el usuario acepte el desplazarse hasta su localización, siempre que la distancia a recorrer no sea excesiva, de quince a treinta metros, ni tenga que salvar desniveles, quizás una planta. Solo algunos programas permiten reunir todos los elementos húmedos en un núcleo donde se reduzcan y racionalicen los tendidos de tubos. El interesantísimo proyecto de torre de cuartos de baño para la residencia de Sussex Gardens (N. Grimshaw, 1965) no sería posible en cualquier otro tipo de edificio. Quizás hoy el recorrido que impone a los estudiantes no se hubiese admitido y se hubiera impuesto un esquema más próximo al hotelero. El carácter de ampliación de edificio existente también explica lo radical de esta solución.

Las instalaciones van al usuario. Primero comenzamos por dotar a los puestos de trabajo con tomas telefónicas y enchufes eléctricos. Después la oferta de redes específicas de telecomunicaciones y de artefactos se disparó, desbordando los puestos de trabajo y alcanzando a la vivienda. A partir de aquí este nuevo equipamiento deja de contabilizarse como perteneciente al conjunto de la familia y se entiende como una agrupación de bienes de propiedad individual no necesariamente compartida. Serán necesarios pues nue-



Torre de servicios de una residencia de estudiantes, Sussex Gardens, Londres, 1965 (N. Grimshaw).



Recogida de condensados en un fachada murciana.

72



Productos intumescentes paran impedir la propagación del fuego a través de los pasos de las instalaciones (Intumex).

vos tendidos de telecomunicaciones y de suministro energético que lleguen a los distintos ámbitos privativos de cada miembro de la unidad familiar. Unidad familiar, que, por el momento, se mantiene como el *abonado de referencia* al que facturar los distintos consumos que se generan, aunque en un futuro no muy lejano, cabe esperar que cada individuo (en su puesto de trabajo y en el seno de su familia) tendrá que responsabilizarse de sus propios consumos, exigiéndose entonces que las instalaciones se adapten para poder contabilizarlos, mediante códigos de acceso personalizados, taxímetros con ficha o tarjeta precargada, contadores en las terminales,... o cualquier nuevo invento que aparezca.

Las instalaciones generan un ambiente en el que se sumerge el usuario. En este grupo se han de considerar los llamados tradicionalmente medios de control ambiental: climatización, iluminación y acústica, que utilizan procedimientos activos y pasivos en relación al ambiente natural exterior, para captarlo, filtrarlo o rechazarlo. Este tipo de instalaciones plantea llegar al usuario desde el ambiente en el que se mueve. En cierta manera es un caso muy particular del segundo apartado ya que el aire, la luz y el sonido van al usuario, que usa y disfruta de ellos en la medida que le resultan confortables, y cuando desea modificar algún parámetro utiliza los sistemas de regulación disponibles. La técnica ofrece cada vez más medios para controlar esas variables ambientales, pero el problema reside en la falta de coincidencia entre los gustos, percepciones y necesidades de los miembros que participan de un mismo ambiente. ¿Quien no ha podido comprobar las dificultades del maitre de un restaurante intentando contentar al caballero gordo que pide que den más fuerte la refrigeración, mientras una dama de una mesa próxima tiritando de frío pide que pongan la calefacción?.

Para satisfacer a la vez demandas contradictorias de varios usuarios de un mismo ambiente, o se opta por la sectorización e individualización ambiental, o se impone el criterio de las mayorías que provoca el descontento de las minorías. Consecuentemente y a la vista de esa vertiginosa evolución ¿Cuanto tiempo, cree el lector, que tardaremos en exigir un mando a distancia para todos los interruptores domésticos? ¿No es hora ya de pedir un impulsor individual de

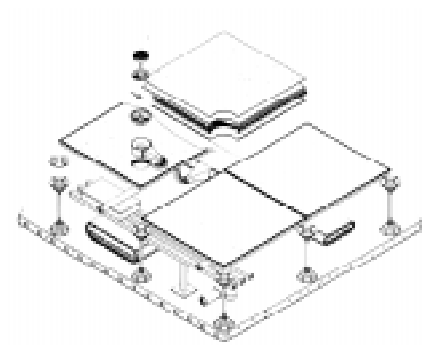
aire, como en los aviones, de manera que se pueda obtener para cada individuo y en cada lugar la temperatura deseada? ¿Seguiremos considerando aceptable que para disponer de agua en un punto de un edificio tengamos que recurrir por lo menos a cuatro oficios diferentes con obras inacabables que dejan invivible cualquier espacio?.

En un entorno tan cambiante e impredecible ¿Como proyectar las nuevas construcciones?. Aunque en realidad ¿Qué importancia tienen esos nuevos edificios frente al inmenso parque arquitectónico ya construido que se tendrá que adecuar a esa evolución?. Yo estoy seguro de que en pocos años todas las viviendas tendrán aire acondicionado. ¿Cómo diablos evitar que todas las ventanas de la ciudad exhiban el horroroso condensador al exterior?.

Da la impresión de que los arquitectos estamos totalmente desorientados, que trabajamos con objetivos poco razonables y obsesionados por unos aspectos que no son los que más deberían preocuparnos. ¿Para cuando el diseño de una ventana con climatizador incorporado? En un nivel más elemental ¿Porque no rediseñamos las canaletas?. Evidentemente la industria no cuenta con los arquitectos, en materias de diseño que son absolutamente fundamentales para el futuro de la edificación.

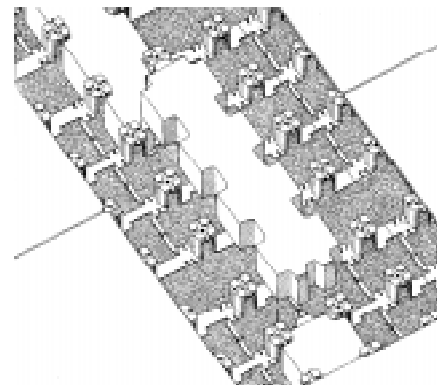
Conviene, por otro lado, tener en cuenta que las cámaras y conductos que albergan los tendidos, se han convertido en una red comunicante entre los diversos locales que está reduciendo las garantías de intimidad y seguridad por debajo de lo que parece estamos dispuestos a admitir. Los patios, cámaras y conductos, en el Banco de Hongkong (N. Foster, 1989), son túneles para la canalización del fuego y del humo en caso de incendio y tenemos que ir dotándolos de los sistemas cortafuegos adecuados por incómodos y costosos que nos parezcan.

En los próximos años será necesario ser más rigurosos con la construcción de cavidades de nuestros edificios, dotándolas de las protecciones acústicas precisas.



Suelo técnico con sellado de protección acústica en el Banco de Hongkong, 1989 (N. Foster).

Barreras acústicas en el suelo técnico InterCell



6.3 Proyecto: previsión y coordinación

Todos los argumentos convergen en la necesidad de una mayor previsión de las consecuencias arquitectónicas de la implantación de las instalaciones. Todo el complejo técnico que englobamos bajo ese nombre debe entrar a formar parte del programa de proyecto desde el primer croquis. Es más, dada la importancia de tendidos y terminales en la imagen y organización del edificio, la industria debería abordar con mentalidad arquitectónica el diseño de esos elementos, es decir que los problemas de diseño y coordinación deberían tenerse en cuenta en la producción de esos componentes.

Independientemente del proyecto energético global del edificio, es decir de la definición de sus formas de intercambio, orientaciones, protecciones solares, cerramientos térmicos etc., elementos que tanto van a incidir en la imagen del edificio y tratando solo del tema de los mecanismos artificiales de control energético y movimiento de fluidos e información, tendremos que tomar nuestras previsiones en los momentos iniciales del proyecto a dos niveles:

- La estructura general del proyecto e instalaciones como un vertebrador del edificio. Los espacios servidores o reservas para los tendidos y su predimensionado.
- La coordinación de los tendidos, y sus carenados, con otros elementos constructivos.

Acerquémonos un poco a este último punto. La flexibilidad de distribución de un espacio de oficinas obliga a plantearse múltiples disposiciones de la tabiquería. Eso sugiere que la fachada tenga unos maineles modulares de un grosor tal que el tabique pueda entregarse contra ellos. Mamparas y carpintería de fachada tienen que tener un mismo módulo. Eso no es tan fácil de conseguir como pueda parecer, pues las mamparas que cualquiera supondría modulares casi nunca lo son. No es que sus piezas no sean de igual anchura sino que es imposible inscribirlas en una trama modular. En efecto para los giros y nudos disponen de piezas especiales, piezas que no utilizan en los encuentros normales entre dos

piezas. Para que pieza y conjunto sean modulares en cada encuentro se debe repetir el posible nudo de varios paneles.

Superado este problema, que obliga a diseñar un sistema a medida con el costo consiguiente, nos volveremos hacia los suelos y veremos que el tabique nos inutilizará una fila de losetas registrables a no ser que recurramos a alguna solución muy bien diseñada.

Lo mismo ocurrirá con el falso techo si no disponemos un carril modular para recibir los tabiques. Es decir que el techo se debe modular también, de acuerdo con las directrices que fachada y mamparas han establecido. Los fabricantes de techos normalmente producen unas piezas modulares en las que no se ha tenido en cuenta el grosor de la mampara, con lo que no cabe coordinación posible. Solo algunos de ellos fabrican piezas con entrecalles de unos diez centímetros para alojar un tabique. Sin embargo Mies había marcado el camino hace años al diseñar el techo del Seagram. La imagen vecina muestra la perfecta coordinación del cielo raso con las mamparas y los maineles de fachada. Algo que debería haberse convertido en una adquisición automática para todos los edificios de oficinas posteriores, ha sido olvidado en la mayoría de ellos por ignorancia o impotencia del proyectista.



Coordinación de fachada, mamparas y techos en el Seagram Building, 1954-58 (M.van der Rohe).



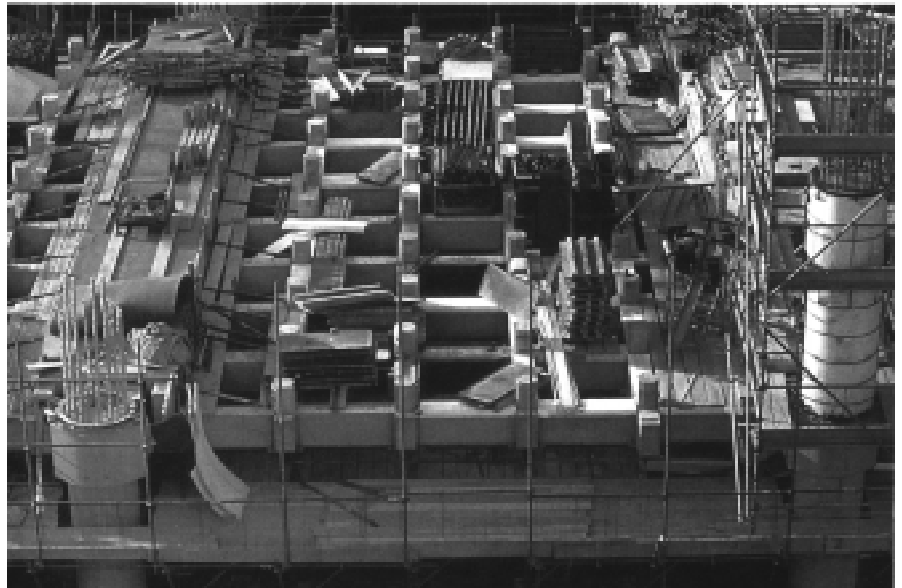
Las cosas se complican cuando queremos evitar ese *blando bajo vientre* que es el más vulgar falso techo y recuperar el carácter tectónico del forjado. El ejemplo de Kahn en Yale es brillante pero costosísimo.

Quizás su mejor alternativa en la arquitectura contemporánea es la que planteó Rogers en la Lloyds de Londres. La estructura horizontal está formada por una cuadrícula de nervios ortogonales, una especie de forjado reticular de 180 cm de módulo y sin capa de compresión. Sobre los nudos de esa retícula se levantan unos enanos de hormigón que soportan una losa continua, una losa que casi solo sirve de cortafuegos y protección acústica. Nada más lejos de la vieja losa diafragmática del Movimiento Moderno. Las sobrecargas de uso se transmiten hasta la retícula inferior.

El techo adquiere la referencia sólida y ordenada del lacunario de nervios y el carenado se reduce a unos elementos de chapa que rellenan los huecos y soportan las luminarias y sus reflectores y ocultan retornos de aire y rociadores.

76

Techo estructural de la Galería de Arte de Yale, New Haven, 1950-54 (L. Kahn).



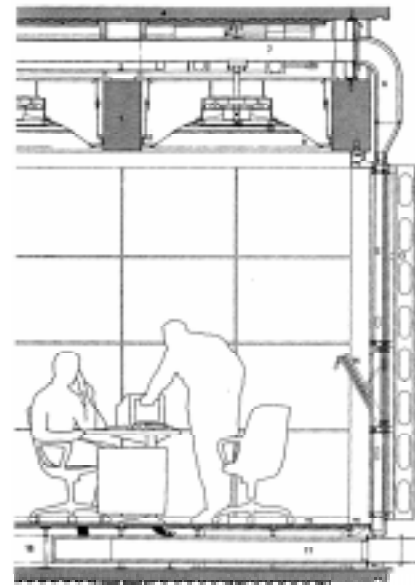
Construcción del forjado de la sede de la Lloyd's en Londres, 1978-86 (R. Rogers).

En los edificios de oficinas o usos similares que estamos construyendo estamos dando un paso más en la reducción funcional del falso techo. Resolviendo de otras maneras la iluminación general hemos proyectado varios edificios con la retícula del techo vista. El carácter tectónico y ordenado de ese lacunario de hormigón es mucho más noble como techo que los cielos rasos de placas al uso. Todas las instalaciones se organizan por los suelos técnicos. Unos eventuales rociadores serían el único tendido que posiblemente obligue a romper la capa de compresión pero no han sido necesarios en los dos casos en los que ya hemos utilizado esa solución: las oficinas de la fábrica Simón en Olot (Girona) y el edificio auxiliar del mercado de la Boquería (Barcelona).

La mayor dificultad de esos proyectos ha sido la que enunciábamos al principio de este punto: la coordinación del módulo de nervios de la estructura con la solución de mamparas y la distancia entre maineles de la carpintería de fachada. Las mamparas, el elemento más repetitivo e industrial en teoría, son las que más dificultades han presentado para organizarse de manera verdaderamente modular. Hemos tenido que introducir en el sistema convencional de una marca comercial el montante en cada junta entre paneles para estar seguros de que el conjunto era perfectamente modular.



El falso techo de la sede de la Lloyd's en Londres, 1978-86 (R. Rogers).



Los fabricantes se podrían preocupar por resolver esos problemas y muchos otros, como la accesibilidad de los falsos techos, la modulación de los suelos, la compartimentación acústica en ambos casos que son puntos flacos de una manera de construir, una manera de solucionar el tendido de las instalaciones, que probablemente se extenderá a toda la edificación.

Los diseñadores estamos ya obligados a conocer mejor ese difícil mundo de las instalaciones, a aprender a dialogar con los expertos, a incorporar sus esquemas en los primeros del edificio, a prever sus complejas consecuencias en el diseño de los espacios interiores, y, en fin, a incorporar sus exigencias a la concepción de los sistemas constructivos y de la forma arquitectónica.



Coordinación de maineles, mamparas y techo reticular en las oficinas de la fábrica Simón, Olot, Girona, 1999 (Ll. Clotet, I. Paricio).

Referencias bibliográficas

Allan, John: *Lubetkin*. Riba Publications Ltd. Londres, 1992.

Ávalos, Iñaki y Herreros, Juan: *Técnica y arquitectura*. Nerea. Madrid, 1992.

Banham, Reyner: *Teoría y diseño en la primera edad de la máquina*. Paidós Estética. Segunda edición Barcelona, 1985.

Banham, Reyner: *La arquitectura del entorno bien climatizado*. Ediciones Infinito. Buenos Aires, 1975.

Bender, Richard: *A crack in the rear-view mirror*. Van Nostrand Reinhold Company. New York, 1973.

Fernandez Galiano, Luis: *El fuego y la memoria*. Alianza Editorial. Madrid, 1991.

Giedion, Siegfried: *La mecanización toma el mando*. GG. Barcelona, 1978.

Herbert, Gilbert: *The dream of the Factory-Made House*. The Mit Press. London, 1984.

Paricio, Ignacio, Sust, Xavier: *La vivienda contemporánea*. ITeC. Barcelona, 1998.

Russell, Barry: *Building systems industrialization and architecture*. John Wiley&Sons. Norwich, 1981.