

La Escuela de Chicago o Arquitectura Versus Estructuras

Juan Luis Sánchez Pro

La Escuela de Chicago o la Arquitectura versus Estructuras.

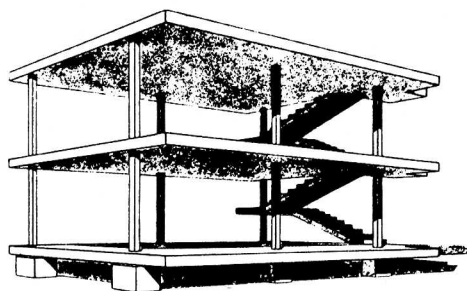
Por la importancia que en el ejercicio de la arquitectura tienen los elementos estructurales, es complemento de cualquier interpretación de cualquiera arquitectura no eludir el análisis de los conocimientos que soportan las decisiones que los formalizan. Como en tantas ocasiones, un juicio sobre una arquitectura histórica comprende, al fin y al cabo, una reflexión sobre el ejercicio de la arquitectura que se presencia. Este breve estudio sobre las realizaciones más significativas de la Escuela de Chicago tiene esta doble intención. Nos sitúa ante una arquitectura de encrucijada. Arquitectura en la que los elementos estructurales han participado directamente en su organización formal y han inspirado también las bases simbólicas y ornamentales que informarán la arquitectura posterior.

Aparentemente y a la luz de los planteamientos del Movimiento Moderno, hasta la aparición de la arquitectura de la Escuela de Chicago, se podría entender que la estructura portante no adquiere un significado tal como para hacer irreconocible la arquitectura que en ella, y en su funcionalidad, no basase la comunicación de su contenido. Sin embargo, la Arquitectura contaba ya en el siglo XIX con una dilatada experiencia de más de seis mil años de producción formal inspirada en las tecnologías de la piedra y de la cerámica, que habían hecho de las estructuras diseñadas con estos materiales unos territorios de disciplina artesana en los que se patentizaban una voluntad en formalizarlas y un empirismo en su dimensionamiento.

La producción de la Arquitectura con estos materiales no había sido una excepción a la norma de desarrollar un oficio, o adquirir un conocimiento, dominando progresivamente las rutinas que lo integraban.

Los escritos de Alberti, Vignola, Palladio, o los apuntes de Leonardo da Vinci, dan idea de la artesanía a la que el empirismo reducía el conocimiento relativo a los elementos resistentes, en un momento de gran desarrollo de la concepción espacial y formal de la Arquitectura y, además, cuando ésta era el mayor productor de "alardes" estructurales, ya que las obras públicas no habían alcanzado el de-

1



1

Estructura para la casa Domino. Le Corbusier, 1914

"ESPACIO, TIEMPO Y ARQUITECTURA", S. Giedion, 5a. edición Ed. Dossat, pág. 540, fig. 308 (Biblioteca de la E.T.S.A.)

sarrollo que les permitirá aceptar el contenido con que se las informará a partir del siglo XIX.

Con anterioridad a la época que nos ocupa, la tipología estructural se generaba atendiendo a razones constructivas, de uso y de composición, y su comportamiento se interpretaba a la luz del conocimiento empírico, como si de fenómenos físicos se tratara. Es decir, el conocimiento de los tipos estructurales era paralelo al desarrollo de la Mecánica, que tenía como norma de proceder la acumulación de experiencias que permitían inducir principios de los que a su vez se deducía la razón de ser de los fenómenos observados (norma que variará con la incorporación por Galileo del método deductivo en el análisis de la realidad física).

El dimensionado de los tipos estructurales (pilares, muros, arcos, etc.) de materiales fundamentalmente resistentes a compresión era facilitado por la relación lineal que mantienen los esfuerzos de tracción y de compresión con el valor de la superficie de la sección resistente, en elementos de poca esbeltez, quedando al margen de estas interpretaciones empíricas el análisis del esfuerzo de flexión por su relación algo más compleja con las dimensiones de las piezas.

Estas estructuras de sillares y de ladrillos imponían un sistema de ordenación espacial con un elevado grado de jerarquía, cuyo nivel de influencia lo hacía difícilmente tributario de otros sistemas por las relaciones que establecía y las formas que generaba, de manera que estructura y espacio formaban una unidad orgánica en la que no se concebía una configuración de éste sin un dominio sobre el comportamiento de aquélla y donde la

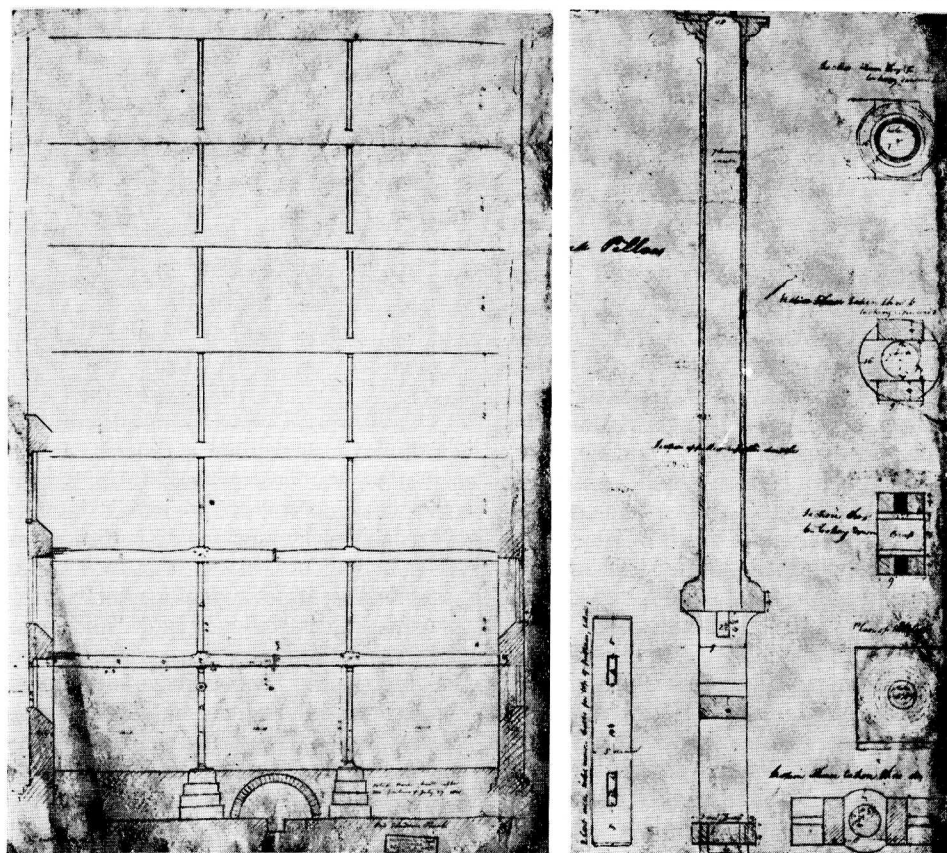
"ESPACIO, TIEMPO Y ARQUITECTURA", S. Giedion, 5a. edición. Ed. Dossat, págs. 194 y 195, figs. 104, 105 y 106. BOULTON y WATT. (Biblioteca de la E.T.S.A.)

eficacia constructiva, como soporte de una elemental lógica estructural, era exigencia que se asumía sin disociar técnica y forma. La lógica de la composición formal tenía un punto de confluencia con la lógica estructural más allá del cual los planteamientos de aquella eran utópicos. Las formas estructurales originaron además toda una iconografía que permitió hacer de la obra de arquitectura un objeto susceptible de interpretación y de lectura, y de la estructura un ente a utilizar en términos de forma significativa.

Una interpretación apresurada de la Arquitectura podría calificarla como "todo estructuras" y, sin embargo, sus formas no eran el resultado inmediato de la optimización de la función resistente ya que transcendían la

cuando ingenieros franceses y prusianos, fundamentalmente, establecen dicha teoría con una aproximación a la realidad, que hace útiles aquellos primitivos modelos en el diseño y comprobación de elementos resistentes.

Con la teoría de estructuras aparece el conflicto entre espacio y estructura, derivado, por una parte, de la necesidad de utilizar un conocimiento teórico previo a las decisiones que dan lugar a la formalización de los elementos estructurales y, por otra, de la disminución que sufren las dimensiones de éstos con la utilización del hierro como material estructural. Con lo que al ejercicio de la arquitectura se debía incorporar, paradójicamente, una disciplina de estudio de una débil



simple expresión directa de ella.

En la Escuela de Chicago asistimos al nacimiento de una tipología estructural, la estructura de barras, y al de la arquitectura que la generó, la edificación comercial (con un acentuado valor de uso) que coinciden con la producción de la Teoría de Estructuras. Teoría que, a la manera griega, es la formulación de todo un sistema geométrico en el que, como método de conocimiento deductivo, todo posterior conocimiento se deriva de premisas evidentes en sí mismas, marginando la posibilidad de formular pruebas de consistencia que verifiquen su bondad. El origen de la teoría de estructuras se puede situar en Galileo con los primeros modelos de cálculo de flexión de vigas que posteriormente son objetos del estudio de los geómetras de la Ilustración. Es a mediados del siglo XIX

rentabilidad arquitectónica en términos de delimitar el espacio.

En la arquitectura de la Escuela de Chicago convergen unos parámetros que explican su protagonismo y justifican considerarla origen del Movimiento Moderno. Los más evidentes son los tecnológicos que se derivan con ritmo vertiginoso de la producción científica europea del siglo XIX, aplicados con un descarnado valor de uso y costeados por el desarrollo económico americano, sin precedentes en Europa, según las directrices de rentabilidad que el racionalismo empresarial de Chicago impuso en sus actuaciones.

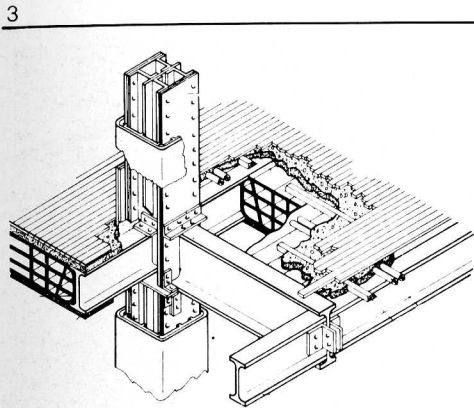
El Movimiento Moderno dedicó posteriormente una atención especial a la estructura, como manifestación inmediata de una disciplina científica y, por lo tanto, símbolo de planteamientos progresistas y racionales, con

un énfasis en la forma que contrasta con la escasa aportación teórica sobre su desarrollo y su uso. La propuesta de Le Corbusier para la casa Domino, uno de los escasos ejemplos de estructuras-símbolo, es forma antes que estructura, ya que para entender su comportamiento y abordar su cálculo, en 1914, fecha del proyecto, era necesario su descomposición en estructuras planas cuyos modelos de cálculo no eran del todo rigurosos.

Planteamientos que se pueden entender por coincidir con una etapa del conocimiento estructural cuyos objetivos eran hacer susceptibles de cálculo gran parte del repertorio de las figuras de la geometría y aportar al proceso general del diseño arquitectónico un instrumento que permitiera obtener, sobre el

ma de tantas ecuaciones como apoyos, cuya resolución por sustitución no ofrece dificultad y facilita el cálculo manual de este tipo estructural. La tipología de soportes y vigas continuas de la estructura de la fábrica de hilaturas de James Watt y Matthew Boulton en Salford (Inglaterra, 1801), con existencia previa al modelo de cálculo de Clapeyron y Bertot, es, pues, un logro del empirismo.

La estructura de barras con nudos en los que concurren más de dos de ellas, y que desde los estudios de Maxwell sobre triangulaciones fue interpretada sólo a la luz de las ecuaciones de la estática, es analizada como estructura continua por Otto Mohr al abordar el cálculo de los esfuerzos de flexión en las barras de las cerchas, introduciendo ecuacio-



3
William Le Baron Jenney. Diseño de nudo de estructura metálica. Chicago, 1880-1890

papel, una forma con unas garantías de racionalidad y seguridad derivadas de las sucesivas comprobaciones a las que se la somete y que, por lo tanto, la cuestionan. La marginación de este mecanismo es poner en contradicción el propio proceso de diseño, pues se elude ese instrumento de control de la forma estructural que es el cálculo.

En estas observaciones sobre una de las razones de ser de la arquitectura de Chicago es obligado reseñar el grado de desarrollo de la teoría del cálculo de estructuras en las últimas décadas del siglo XIX, en el que se formulan las bases de dicha teoría, como se ha indicado más arriba.

En 1833, las investigaciones y enseñanzas en L'Ecole des Ponts et Chaussées realizadas por Louis Marie Henri Navier establecen definitivamente el cálculo de tensiones en una sección de una viga flectada en los términos que lo utilizamos hoy, así como el esbozo del método general para la determinación de esfuerzos en estructuras en las que existe continuidad entre sus elementos.

Entre 1849 y 1855, J. Clapeyron y J. Bertot amplían la tipología estructural, susceptible de cálculo, de la barra aislada a la estructura lineal de barras (viga continua), estableciendo las conocidas ecuaciones que relacionan los momentos en tres apoyos contiguos. Los conceptos de equilibrio, rigidez a flexión y compatibilidad de deformaciones angulares intervienen en este modelo de cálculo en el que ya se considera la continuidad entre los elementos estructurales, planteando un siste-

mas de compatibilidad de deformaciones, como ya hicieran Clapeyron y Bertot. Este modelo de cálculo es aplicado por Axel Bendixen en 1914 a la determinación de esfuerzos en pórticos y, simplificado y reelaborado por Hardy Cross y Newlind Morgan en 1932, basa su operatividad en el concepto de nudo rígido y en la necesaria compatibilidad de las deformaciones angulares de los extremos de las barras concurrentes en él, que permiten establecer un sistema de ecuaciones lineales, tantas como nudos, de resolución manual por métodos iterativos facilitada por el desarrollo alcanzado, con Gauss, por la teoría del cálculo numérico.

Los conocimientos estructurales y la técnica constructiva de estructuras metálicas que William le Baron Jenney (1832-1907) introduce y pone en práctica a su llegada a Chicago, en 1867, después de graduarse en L'Ecole Polytechnique, le permitieron recuperar la tipología de soportes y vigas continuas de Watt y Boulton, desarrollándola en una casuística estructural con independencia de la función específica y del destino del edificio. Posteriormente, Jenney diseñó diferentes tipos de nudos rígidos para las que no existía un modelo de cálculo desarrollado, lo cual, como en tantas ocasiones anteriores, no impidió su realización.

La formalización de programas de necesidades, comerciales en este caso y que no tienen razón de ser fuera de la Arquitectura, es el origen, precisamente, del tipo estructural formado por barras ortogonales, sin tener

que acudir al repertorio de las realizaciones de las obras públicas.

En esta aproximación a la Escuela de Chicago, servirán de ilustración dos edificios comerciales, los almacenes Leiter (Le Baron Jenney, 1879) y Carson (Sullivan, 1889), primera y última referencias que localizan, convencionalmente, el periodo de vigencia de su arquitectura. En los almacenes Leiter, las referencias a la estructura siguen los criterios arquitectónicos tradicionales, son literales. Cada elemento compositivo tiene una independencia formal que pone de manifiesto la discontinuidad entre los diferentes componentes de la estructura. La forma es el resultado de la agregación de elementos independientes, en consonancia con el nivel alcanza-

sión en pilares, flexión en jácenas, sin apreciar esfuerzos compuestos, aceptando la tradicional transmisión de cargas por contacto. Esta discontinuidad se manifestaba con el uso de diferentes materiales y, además, en la morfología. Por ejemplo, el pilar de fundación o la pilastra de ladrillo se remiten a la forma clásica con capitel y basa, mientras la jácena metálica mimetiza el dintel.

Se desarrollaba una producción formal parcialmente vinculada al formalismo académico, con un tratamiento discriminatorio de la estructura interior respecto de la del cerramiento. Aquella adquiere un valor de uso y ésta un carácter representativo (acentuado por el posterior empleo de voladizos que separan el plano de fachada del de la estructu-

4

William Le Baron Jenney. Almacenes Leiter, Chicago, 1879

5

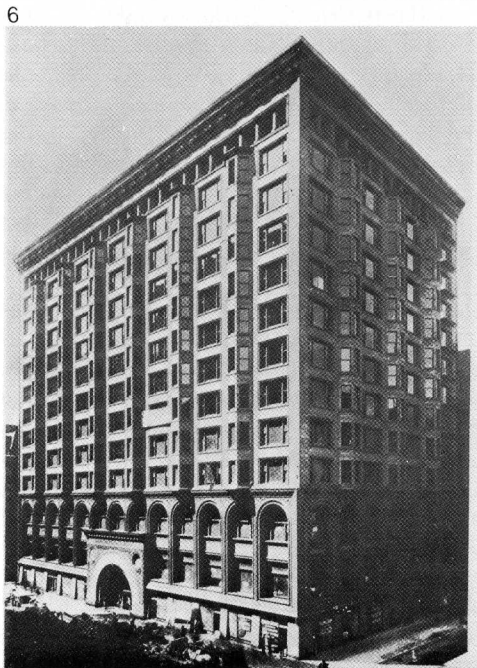
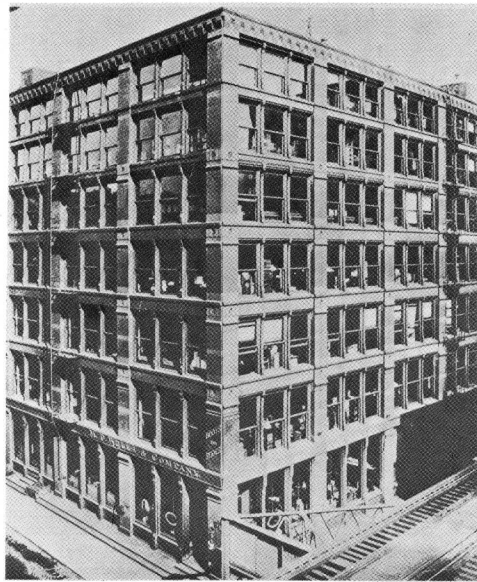
Louis H. Sullivan. Almacenes Carson, Pirie, Scott. Chicago, 1899

6

Dankman Adler y Louis Sullivan. Edificio Stock Exchange, Chicago, 1893-1894

7

William Holabird y Martin Roche. Edificio Takoma. Chicago, 1887-1889

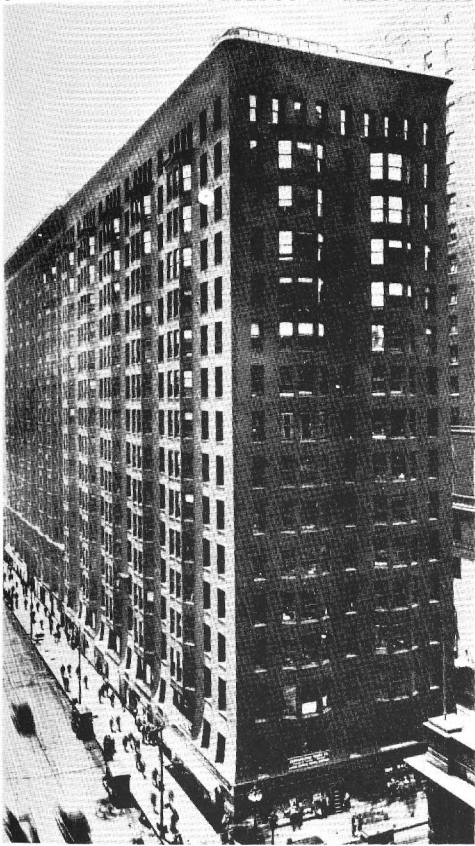


do por el conocimiento estructural, que plantea diferentes modelos de cálculo para cada uno de los tipos estructurales, que eran, todavía, cada elemento (viga, muro, pilar, etc.). Con un dimensionado que atendía a la consideración de esfuerzos simples, compre-

ra) que son antecedentes de las fórmulas empleadas y generalizadas por el Movimiento Moderno con la utilización de elementos sin función resistente que da lugar a la independencia funcional entre la estructura y la composición espacial.

William Holabird y Martin Roche en el Takoma (1887-89) y Louis Sullivan y Dankman Adler en el Stock Exchange (1893-94) plantean una manifiesta referencia al Monadnock (1884-85) de Daniel Burnham y John W. Root, edificio realizado todavía con estructura portante de fábrica de ladrillo, donde se insinúa, también, la unidad orgánica de espacio y estructura. Burnham y Root, en los edificios Reliance (1894-95) y Fisher (1896), agotarán este tema sin plantear una dialéctica poética-estructura de barras. Parafraseando a Le Corbusier "se construía en acero pero se pensaba en ladrillo".

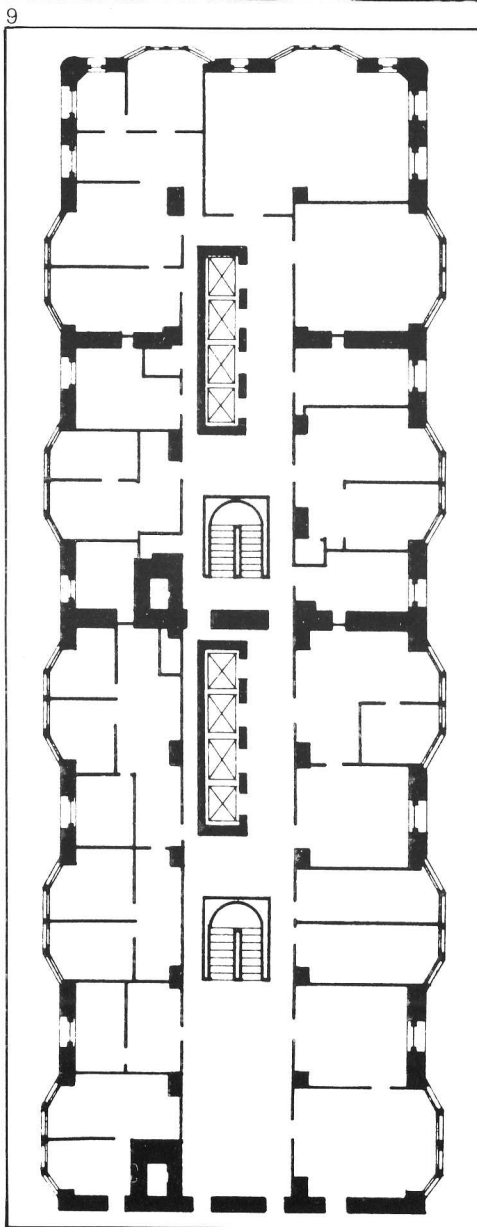
La salida de este planteamiento se reflejan en el edificio McGlurg (1899) de William Holabird y Martin Roche y, de manera rotunda,



8
David Burnham y John W. Root.
Edificio Monadnock, Chicago,
1884-1885

29

9
Edificio Monadnock



en los almacenes Carson-Pirie-Scott (1899) de Louis Sullivan, donde las referencias a la estructura de barra son evidentes; aunque en el primero se diferencian dinteles y soportes en planos que enfatizan los elementos verticales. En el Carson la malla ortogonal, con continuidad entre sus términos y sin manifestar diferencias de textura y morfología entre los mismos, define las aberturas en el cerramiento sin dejar de hacer referencia a la estructura. Los pórticos, estructuras continuas de barras ortogonales, tienen así un antecedente formal en la poética de la retícula del Carson, que sugiere la trayectoria que ha de recorrer posteriormente la cultura estructural de esta tipología.

La teoría de cálculo de Axel Bendixen, citada más arriba y con un desarrollo posterior al proyecto de Sullivan, asignará a cada barra de la estructura la responsabilidad de resistir

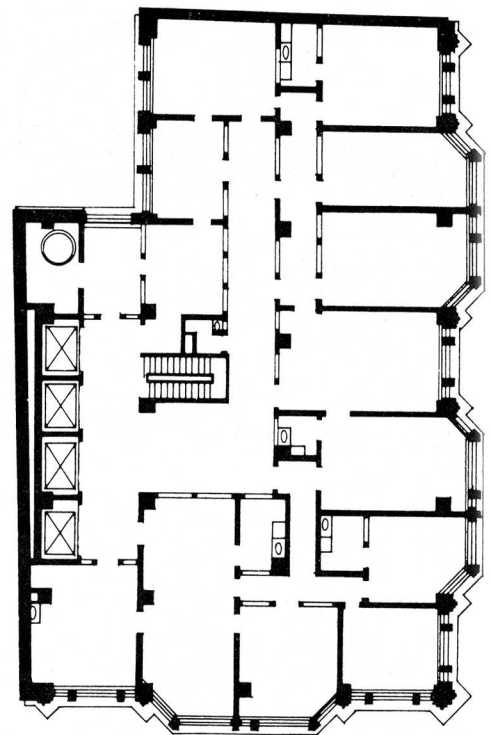
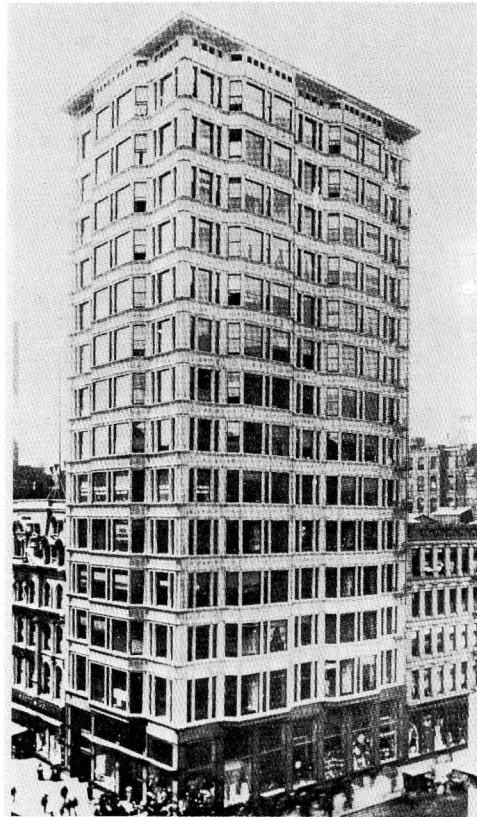
esfuerzos compuestos (flexo-compresión) y no aportará razón alguna para diferenciar la forma de las vigas de la de los pilares, desapareciendo la singularidad entre dinteles y soportes, en un conjunto estructural de hormigón o de acero que garantice la continuidad entre sus elementos.

La desaparición de esta diferencia formal se patentiza, actualmente, en el campo operacional al quedar reducido el cálculo a la resolución de un sistema de ecuaciones en el que las dimensiones de las barras están codificadas en los términos de la matriz de los coeficientes. Y, hoy, por ejemplo, a los ojos ciegos del ordenador, carente de imaginación, las barras no poseen identidad.

El planteamiento de Sullivan trasciende, 10

que delimitan el espacio. Repertorio que es susceptible de un tratamiento en el que pueden prevalecer la retórica y la composición y que, respetando una mínima lógica constructiva, no es necesario que atiendan los requisitos de resistencia, por lo que la estructura pasa a ser generadora de espacios contenedores, y formas elementales, donde se desarrolla una organización espacial más compleja en la que las huellas de la estructura son cada vez más difusas.

Paralelamente, la incapacidad de la arquitectura académica por asumir el cultivo del conocimiento teórico necesario para tomar decisiones de diseño estructural y abrumada por la inercia de toda la iconografía anterior la convierten en representante de modelos



además, la pura referencia al oficio para introducirse con absoluta seguridad en la predicación de la ornamentación, asumiendo el papel que las formas arquitectónicas tienen en el campo de la comunicación que, con una manifiesta capacidad de abstracción, es antecedente del contenido de las teorías plásticas del siglo XX.

En su lenguaje arquitectónico prevalece la poética "dibujada", sin necesidad de dejar de atender con prioridad a ese presupuesto arquitectónico que es la preocupación por manifestar la capacidad de resistir y sostener, y abre una etapa al eclecticismo, por el riesgo que comporta la arbitrariedad del repertorio de las formas y de los signos a utilizar para el cerramiento y, en general, para los elemen-

sociales e ideológicos regresivos.

La arquitectura de la Escuela de Chicago es progresista en la medida que incorpora la nueva cultura de la teoría de estructuras y, con arreglo a la más pura tradición arquitectónica, pone de manifiesto el carácter de una actividad cuyo contenido pretendió reflejar el lema "función, tecnología y sociedad", pero, por encontrarse inmersa en pleno periodo de gestación y desarrollo de las teorías científicas del cálculo estructural, recoge esta cultura con una ingenuidad carente de la intencionalidad polémica que, por ejemplo, caracterizó al Movimiento Moderno, cuyos planteamientos, sin embargo, se formalizaron desde una intelectualidad típicamente arquitectónica, aunque, sin desarrollar soluciones



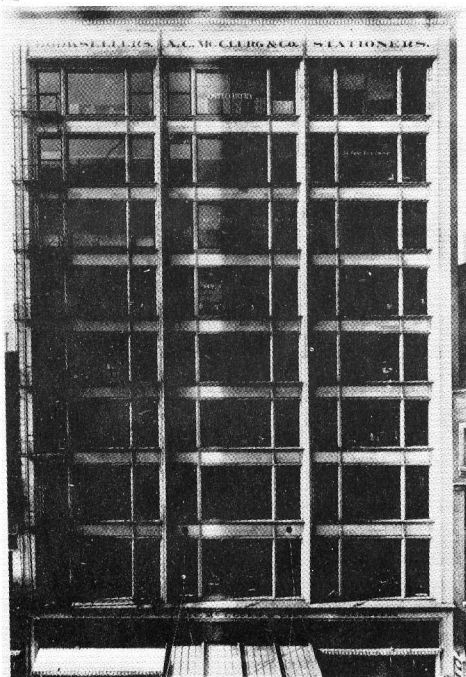
11
La retícula del Carson-Pirie-Scott

12
Holabird y Roche. Edificio
McClurg. Chicago, 1899

13
L.H. SULLIVAN



12



y tipologías estructurales desde, y para, programas arquitectónicos y sin asumir el presupuesto de que cualquier referencia a la estructura ha de ser formalizada a partir de una base conceptual. Por lo que, la posibilidad de plantear soluciones y tipologías estructurales y arquitectónicas está en razón directa de la

amplitud de los conocimientos de cálculo estructural incorporados al ejercicio de la arquitectura.

Juan Luis Sánchez Pro
Doctor arquitecto
Prof. Adjunto de Universidad