

7 - La arquitectura informacional



7. La arquitectura informacional

“Sólo puedes dibujar con una mano, mientras que con un ordenador trabajas con decenas de manos coordinadas simultáneamente.”

Lars Spuybroek

Las tecnologías digitales han permitido incorporar al proceso de diseño arquitectónico un alto grado de complejidad y fluidez, unos aspectos que hemos tratado de desarrollar en el capítulo anterior, a través de la obra de FOA. Sin embargo, esta flexibilidad no atañe únicamente al modo en que se realizan los procesos de trabajo de los estudios de arquitectura. Concebir un proyecto mediante herramientas digitales facilita la interactividad de las numerosas manos que participan en él, pero también permite pensar edificios que se comporten de un modo más orgánico con su entorno y con sus habitantes.

Aunque en los primeros años de la incorporación de las herramientas digitales en los estudios de arquitectura algunas veces desconfiaban de sus consecuencias, alertando sobre una desnaturalización y deshumanización de los procesos creativos, actualmente se puede constatar que para muchos arquitectos esta incorporación permite precisamente el efecto contrario. Los métodos de análisis del comportamiento humano en los espacios arquitectónicos facilitan proyectar interactivamente espacios más complejos y menos deterministas, que acogen con mayor facilidad la diversidad y la imprevisibilidad de sus ocupantes. También a nivel formal, la posibilidad de manejar simultáneamente un mayor grado de niveles de información ha tenido como consecuencia un aumento de la complejidad del diseño que, en vez de dar lugar a formas rígidas y mecanizadas, ha permitido a algunos arquitectos aproximarse a la complejidad de las formas biológicas y de los procesos de la naturaleza.

Nociones como vaguedad, aleatoriedad, indeterminación, variabilidad o interacción habían sido consideradas contrarias a la solidez y estabilidad que fundamenta la arquitectura. Parecían relegadas a otros ámbitos del saber como la biología, la sociología o la filosofía, hasta que una nueva generación de arquitectos ha visto cómo precisamente mediante las herramientas digitales estas nociones quedaban perfectamente integradas en la arquitectura y le abrían nuevos campos de experimentación.

Uno de los estudios pioneros que más singularmente representan este modo de aproximarse a la arquitectura es la oficina de NOX. Su modo de proceder sigue estrategias que buscan combinar la claridad del determinismo y la ambigüedad de la variabilidad. Para Lars Spuybroek, su director, la arquitectura no es la de la “forma libre” sino la que viene marcada por la complejidad que deriva de la teoría de los sistemas dinámicos.

Siguiendo estas premisas, en el estudio de NOX el software utilizado para desarrollar sus proyectos no se basa tan sólo en los CADs y modeladores 3D habituales sino que incorpora software procedente de la industria cinematográfica. Estos programas hacen énfasis en el movimiento y el sonido y poseen una gran flexibilidad en cuanto a la generación de la forma, algo que además permite intervenir digitalmente en el proyecto desde las primeras fases del proceso de diseño. La incorporación del movimiento en el proceso de diseño es, para NOX, una manera desde la cual introducir la dimensión temporal y experimentar con formas mutantes (siguiendo las técnicas del *morphing*), generando lo que se ha venido a llamar arquitectura líquida. En palabras de Markos Novak: “*La lógica líquida alude a procesos flexibles de fluctuación que proyectan la arquitectura tanto en el tiempo como en el espacio, cambiando interactivamente según la duración, el uso y las influencias externas. [...] Si el collage superpone material de distintos contextos, el morphing los mezcla; si el collage es mecánico, el morphing es alquímico.*”¹

¹ GAUSA et al, *The Metapolis Dictionary of Advanced Architecture*, Barcelona: ACTAR, 2003, pag. 406.

7.1 Experimentar la arquitectura

El estudio de NOX fue fundado en Rotterdam en el año 1991 por Lars Spuybroek, actualmente su director, y Maurice Nio. Ambos completaron sus estudios de arquitectura en la Universidad de Delft con un *cum laude*. Desde entonces, NOX no ha dejado de investigar en el campo de la informática aplicada al diseño arquitectónico. En NOX se ha producido vídeo y arte digital interactivo, además de incorporar los más avanzados sistemas digitales en el proceso de proyectar. Lars Spuybroek ha dado conferencias en todo el mundo, ha impartido clases en varias universidades holandesas y es profesor invitado en la Universidad de Columbia en Nueva York. Desde 2002 es profesor de la Universidad de Kassel, teniendo a su cargo el departamento de CAD/técnicas digitales de diseño. El libro NOX, *Machining Architecture*, publicado en 2004 por Thames & Hudson, ha supuesto la culminación de todo este trabajo editorial.

Por otro lado, los proyectos de NOX han sido publicados en varias revistas y libros desde que el despacho empezó a funcionar. Es evidente pues, el interés del público especializado por conocer el continuo trabajo de investigación (y puesta en práctica) con los ordenadores y las tecnologías digitales. Destacan sus apariciones en revistas como "Archis", "L'architecture d'aujourd'hui", "Quaderns", "De Architect", "Arquitectura Viva", "Domus, Werk", "Bauen+Wohnen", "Arch+"; y también en libros como *Building a New Millenium – Architecture Today and Tomorrow*²; *SuperDutch: New Architecture in the Netherlands*³, *Archilab's Earth Buildings*⁴; *Flying Dutchmen – Motion in Architecture*⁵, también han sido incluso publicados en medios no especializados, como el caso de *Wired*, publicación centrada en las últimas tendencias tecnológicas y

² JODIDIO, PHILIP. *Building a New Millenium – Architecture Today and Tomorrow*. Taschen. Colonia, 1999.

³ LOOTSMA, BART. *SuperDutch: New Architecture in the Netherlands*. Thames & Hudson. Londres, 2000.

⁴ BRAYER, MARIE ANGE Y MIGAYROU, FRÉDÉRIC. *Archilab's Earth Buildings*. Thames & Hudson. Londres, 2002.

⁵ JORMAKKA, KARI. *Flying Dutchmen – Motion in Architecture*. Birkhauser. Basilea, 2002.

su desarrollo en la sociedad de la información, destacando su participación en la Bienal de Arquitectura de Venecia en los años 2000, 2002 y 2004, The Metapolis Dictionary of Advanced Architecture⁶; y Optimismo Operativo⁷.

Hasta la fecha, NOX ha producido veintitrés proyectos. En su trabajo se incluye tanto la arquitectura como el diseño de exposiciones o el diseño industrial. La característica principal de todos ellos es la incorporación e integración de las herramientas digitales en el proceso de proyectación. Y tanto o más importante, la ejecución material de sus proyectos, lo cual nos permite constatar en la realidad física el resultado de sus investigaciones. Una primera evidencia es que los proyectos de NOX hubieran sido muy difíciles de construir sin la modelación digital y la fabricación asistida por ordenador.

⁶ VVAA. The Metapolis Dictionary of Advanced Architecture. ACTAR. Barcelona, 2003.

⁷ Cros, Susanna. Optimismo Operativo. ACTAR. Barcelona, 2005.

7.2 Renovación de la arquitectura

La primera obra construida es de 1997, fecha muy temprana para hablar de proyectos construidos y diseñados con tecnologías digitales. Se trata del H2Oexpo, un pabellón de experimentación con el agua construido en Neeltje Jans (Países Bajos). Este proyecto es fruto de un encargo doble del Ministerio Holandés de Transporte, Obras Públicas y Gestión del Agua a NOX –que se ocupó del agua dulce– y a Kas Oosterhuis –que se ocupó del agua salada.

En su primer proyecto construido NOX ya pone de manifiesto algunas de las características que irán apareciendo a lo largo de su trayectoria profesional. Más que adaptar las tecnologías de la información a la arquitectura, NOX las sintetiza e integra en el uso diario de sus edificios. En el H2Oexpo, la fusión de paredes, suelo y techo produce un efecto de cuerpo arquitectónico que se expande como una ola para absorber el territorio. La arquitectura de NOX se convierte en una Interfaz a partir de la cual el visitante reacciona e interactúa con el edificio. El H2Oexpo amplía lo que entendemos por arquitectura construida hacia una espacialidad multidimensional que incluye el movimiento, el sonido, la luz y la interactividad. El pabellón es una aleación turbulenta de lo duro y lo débil, hormigón y metal, electrónica interactiva y agua. Una fusión completa entre cuerpo, entorno y tecnología. El diseño se configura a partir de la deformación fluida de 14 elipses en una longitud de más de 65 metros. En el interior del edificio, sin suelos horizontales ni ninguna relación exterior con el horizonte, los visitantes recorren el espacio sin referencia alguna. Para muchos la experiencia culmina en una especie de deriva y de aturdimiento sensorial. La deformación del objeto se extiende de manera continua a su entorno, metamorfoseado, que responde de forma interactiva a los visitantes. Unos sensores registran esta constante reconfiguración del cuerpo humano y sus movimientos en el espacio (Fig. 1, 2, 3).

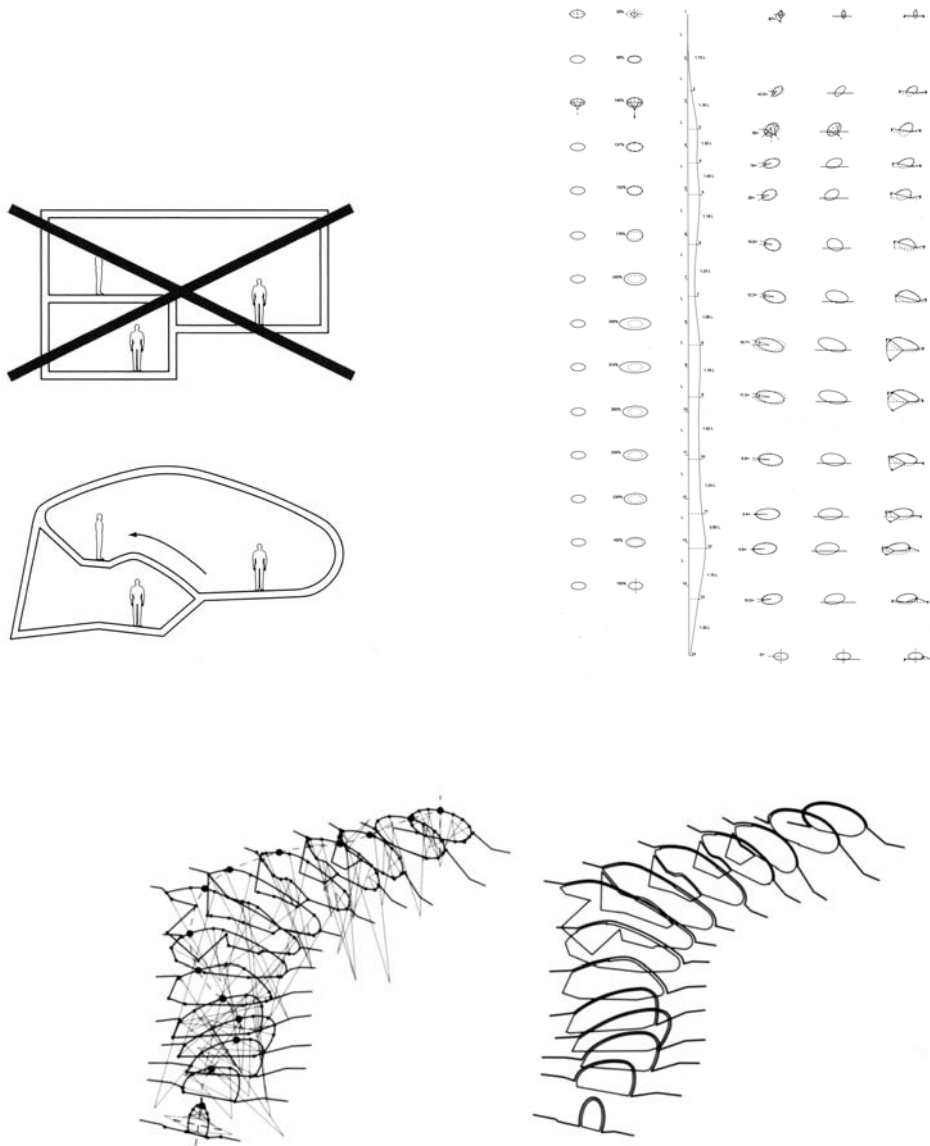


Fig. 1: Esquema conceptual, serie constructiva, esquema 3D del desarrollo del proyecto del edificio H2Oexpo (1997).

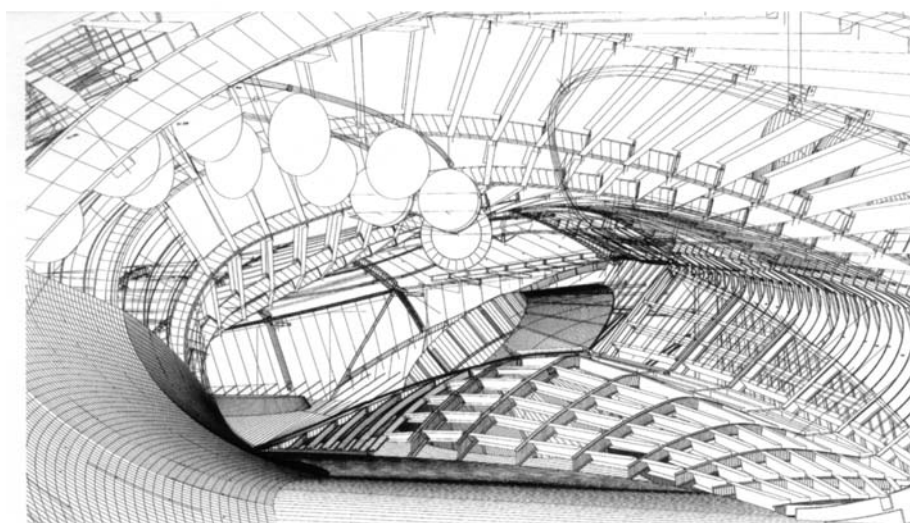
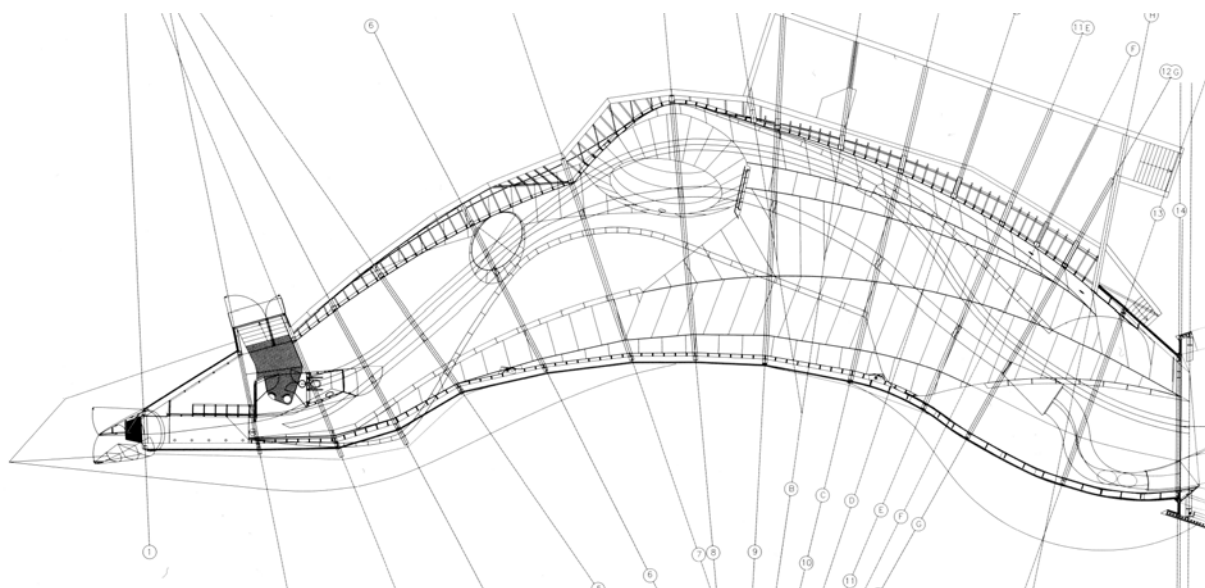


Fig. 2: Planta y visualización 3D del interior del edificio H2Oexpo (1997).

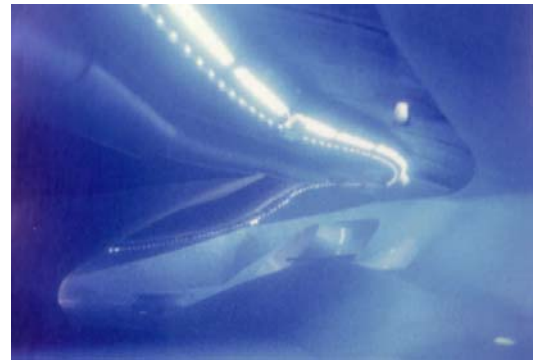
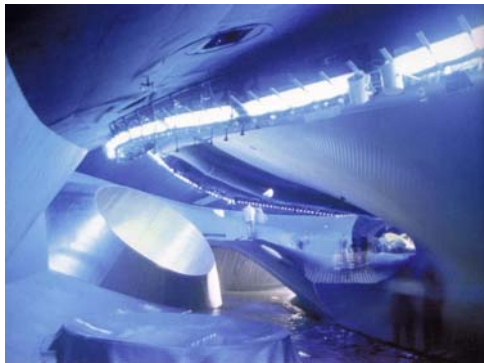


Fig. 3: Esqueleto constructivo, fotografía del exterior y vistas interiores del edificio H2Oexpo (1997).

Otro proyecto donde quedan muy claras las intenciones e inquietudes de NOX en cuanto a la arquitectura es el proyecto V2_Lab. El programa consiste en la renovación de las oficinas y el laboratorio de un instituto de artes y tecnología en el edificio V2_building, en Rotterdam (Países Bajos). El proyecto es de 1998. La naturaleza del encargo –remodelación del espacio de trabajo de artistas interactivos– permite a NOX trabajar uno de los temas que más le interesan: el movimiento y el comportamiento de las personas en la vida cotidiana. En este sentido, el proyecto acaba siendo un estudio detallado de las fuerzas y los sentimientos que impulsan a las personas en el trabajo y la creación, para después terminar materializándose en una arquitectura acorde con ello. De esta forma, se da la libertad y la flexibilidad necesarias para que surja la inspiración y la innovación características de este tipo de empresas. Si la arquitectura fuera muy rígida y determinada, el trabajo y los movimientos resultarían demasiado mecánicos y eso implicaría un aburrimiento infructuoso (Fig. 4).

El espacio está diseñado según las necesidades específicas. Incorpora además un porcentaje de novedad y sorpresa para estimular la aparición de situaciones inesperadas. NOX parte de un modelo de *strings and springs* (cuerdas y saltos) con cinco líneas paralelas. Estas líneas representan las funciones del programa. A este esquema inicial se le añade el movimiento de los trabajadores, el recorrido al llegar, cómo se sientan, cuándo se reúnen, la hora del café, el recorrido al marcharse, etc. Estos movimientos actúan sobre las líneas como fuerzas de distorsión que las hacen vibrar, girar e interactuar. De esta forma, los muebles y otro equipamiento se fusionan con los espacios arquitectónicos y con las personas que los usan. En palabras de Lars Spuybroek: “*Es una arquitectura que no sólo articula el comportamiento previsto y planificado (trabajar en la mesa, caminar a lo largo del pasillo), sino que también estimula el comportamiento imprevisto.*”⁸

⁸ Entrevista de Cho Im Sik a Lars Spuybroek.
<http://www.vividvormgeving.nl/vormgeverpagina/spuybroek.htm>

El proceso informático con el que se trabaja es el siguiente:

- A. Esquema programático de las funciones por separado.
- B. Esquema de pequeños movimientos en lateral.
- C. Posición de la confluencia entre funciones y movimientos.
- D. Geometría resultante del suelo después de conectar las líneas con las superficies rayadas.

El estudio de los movimientos de las personas se lleva a cabo mediante el ordenador, recogiendo y procesando la información sobre los pasos y los recorridos. En los renders siguientes pueden verse las líneas de movimiento de los trabajadores y cómo estos interactúan con los muebles y las máquinas (Fig. 5). El alcance de los cuerpos al desplazarse por las oficinas y los laboratorios también puede sintetizarse mediante el ordenador. Se observan tres diferentes modos de entrar al V2_Lab. El ordenador permite trazar todo el recorrido de la persona cuando cambia de posición en horizontal y vertical. El suelo fue elevado a una cierta altura para permitir que los usuarios tuvieran una visión del exterior sentados en su puesto de trabajo. Esta operación también insiste en la voluntad de incluir lo indeterminado. Incluir lo imprevisto, modificar la percepción desde el interior a partir de lo que pueda ocurrir fuera. Las ventanas además de ser una fuente de luz natural, posibilitan la inspiración. La pared de plástico transparente divide el departamento asignado a la dirección del de los artistas, ofreciendo así una visión distorsionada a través de ella.

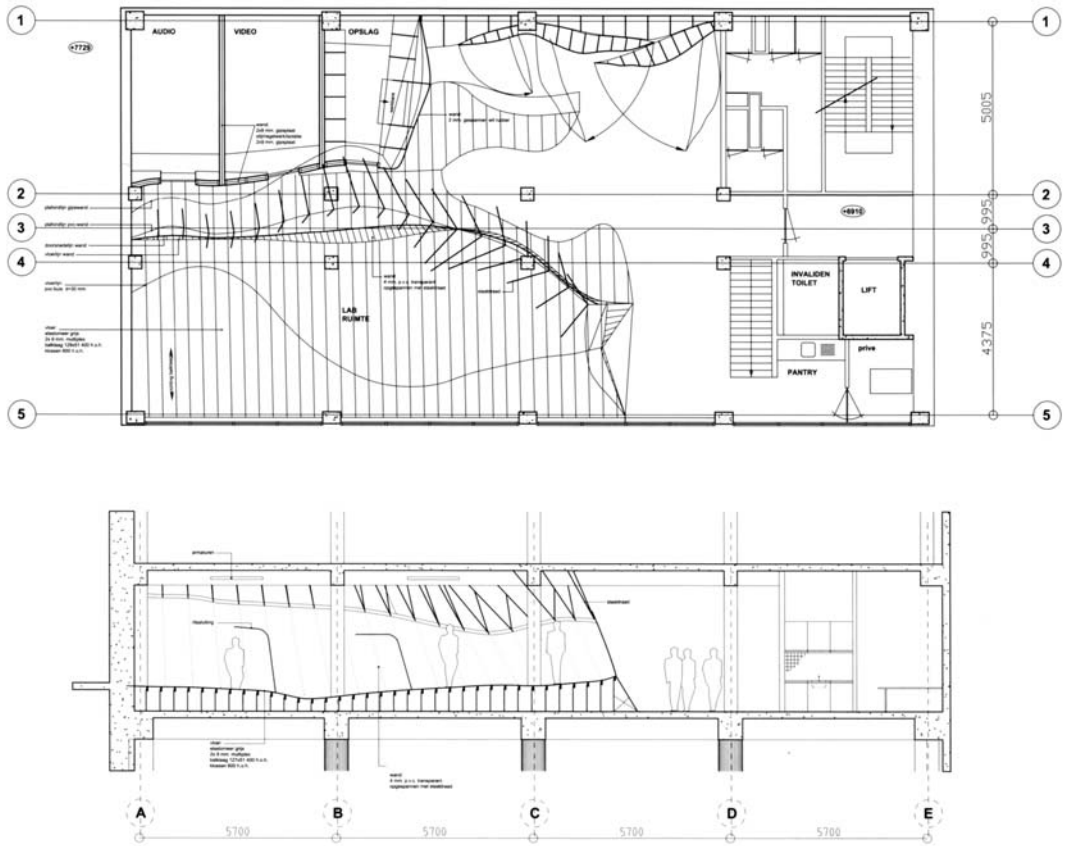


Fig.4: Planta y sección del proyecto V2_Lab (1998).

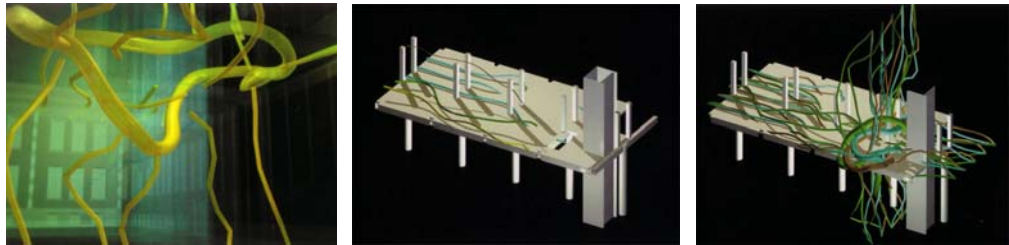
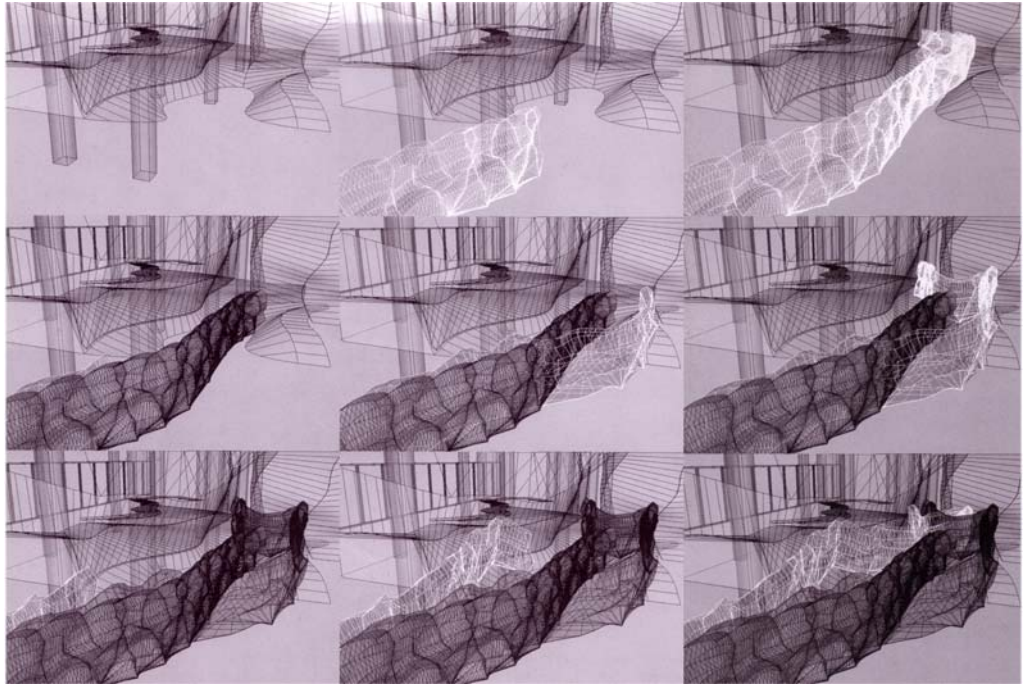


Fig. 5: Estudio de la envergadura de las personas al moverse y estudio de los movimientos de los trabajadores del proyecto V2_Lab (1998).



Fig. 6: Vistas interiores del proyecto V2_Lab (1998).

El uso de animaciones es otro de los recursos informáticos de NOX. En el diseño de la exposición wetGRID se utilizó esta técnica y otras que seguirían apareciendo a lo largo de la obra del despacho. wetGRID es una exposición diseñada para Vision Machine en el Museo de Bellas Artes de Nantes (Francia). Estuvo instalada durante parte de 1999 y 2000. El montaje exhibe 250 obras de arte, pinturas, dibujos e instalaciones de varios artistas, entre los que destacan Jackson Pollock, Max Ernst, Yves Tanguy, Atelier van Lieshout, y varios arquitectos como Parent/Virilio o Archigram. El proyecto explora las diferencias entre una mirada objetiva y una mirada subjetiva. Las obras no se sitúan en un plano vertical, sino que se colocan en diferentes posiciones según el movimiento pictórico en el que se inscriben y, por tanto, según la sensación que quieran transmitir. NOX distingue cuatro grupos de obras: mundos emergentes, mundos conectados, mundos invisibles y Vision Machine. De esta manera, el visitante se ve forzado a actuar y a posicionarse ante

las obras de diferentes formas, siempre en relación con ellas. Posiciones cómodas si se trata de un paisaje bucólico; o en una posición más forzada, en cuclillas, si se trata de una sublime tormenta romántica. La distribución y orientación de las obras se hace mediante un estudio preliminar que pone en juego varios elementos: los cuatro grupos de obras de arte, los tres tipos de visión que requieren (cúpula, desde lejos; cápsula, distancia intermedia; casco, desde muy cerca) y las ocho líneas de la estructura del Museo de Bellas Artes. Así, se parte de cuatro fuerzas de vórtices – que hacen una coreografía encima de una base de ocho líneas estructurales.

Este trabajo se lleva a cabo con el ordenador en una secuencia animada desarrollada por la propia máquina a partir de las premisas antes citadas. Se trata de añadir información al programa informático para que él mismo desarrolle el proyecto. En palabras de NOX: *“La forma y la información nunca van por separado. La forma define a la información y la información define a la forma.”*⁹ El software programado no sólo lee las fuerzas de vórtices, sino que también es capaz de hacerlas interactuar. NOX lo compara con una compañía de cuatro bailarines danzando en un escenario: ellos han aprendido una coreografía y repiten los pasos según los han estudiado. Entonces, se añade un grado de complejidad: se atan los bailarines entre ellos con bandas de goma elástica, de forma que si uno mueve un brazo, esto altera el movimiento del pie que estaba haciendo el otro al mismo tiempo. De unos elementos simples y, en principio, reconocibles se llega a un sistema complejo gracias al trabajo computerizado capaz de procesar toda la información acumulada.

Como en la mayoría de proyectos de NOX, no todo el proceso es digital. En función de cada fase de proyecto se producen saltos entre las técnicas digitales y las técnicas analógicas. Así, una vez desarrollada esta primera etapa del proyecto, los resultados toman forma en una maqueta hecha de papel. Se le añade después un

⁹ MULDER, Arjen; POST, Maaïke, *Book for the electronic arts*, Rotterdam: balie/V2_Organisation, 2000.

algoritmo para que el proceso de las fuerzas de vórtices se pare él mismo, sin tener que congelarlo desde fuera. Si las líneas de la animación digital se acercan más del 50% de la distancia inicial que había entre ellas, las dos líneas se pegan. Esto se manifiesta en la maqueta con las agrupaciones mediante clips (Fig. 7).

El siguiente paso es volver a introducir en el ordenador toda la información acumulada hasta ahora. NOX lleva a cabo esta fase cerrando las líneas en una superficie. A este método NOX lo llama *lofting*, que es el cerramiento de dos líneas dando lugar a una superficie enrollada. Con tres o más líneas, el resultado es una superficie curvada doblemente (Fig. 8).

Finalmente, para ejecutar el proyecto, NOX utiliza un sistema de costillas de madera y unas bandas maleables –en este caso, al ser un proyecto de interior, puede utilizar un tejido de algodón blanco. Con la información computerizada, la forma de las costillas se puede cortar automáticamente en una máquina de alta precisión con láser (Fig. 9). Según NOX: *“El procedimiento que imprime los elementos de construcción con tinta negra sobre el papel es básicamente el mismo que el procedimiento de cortarlos en hojas de madera utilizando una máquina de corte controlada por ordenador.”*¹⁰

¹⁰ *Ibíd.*

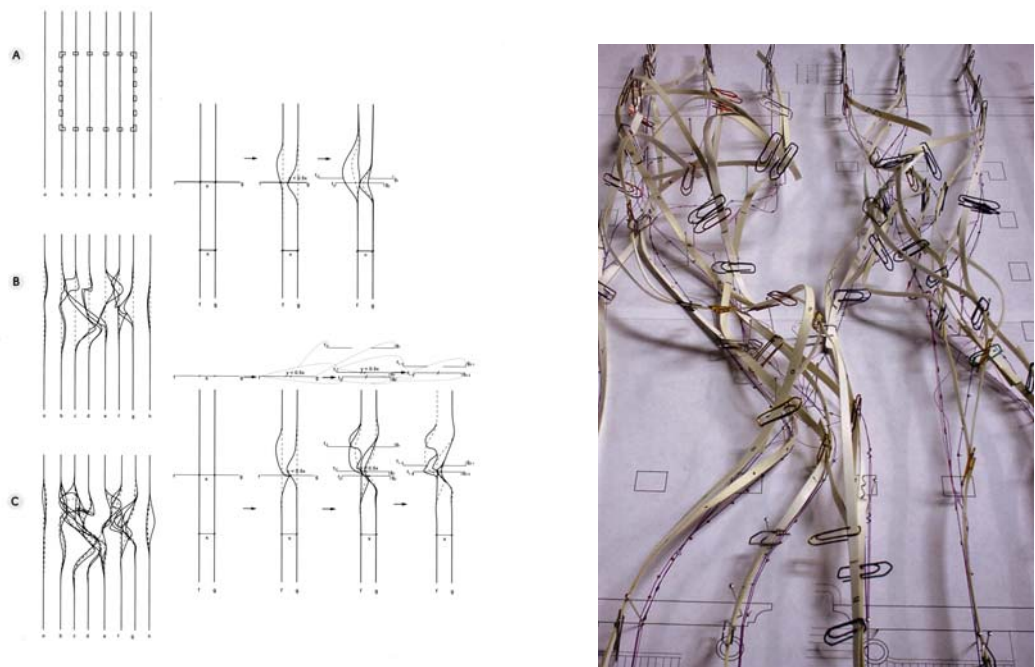
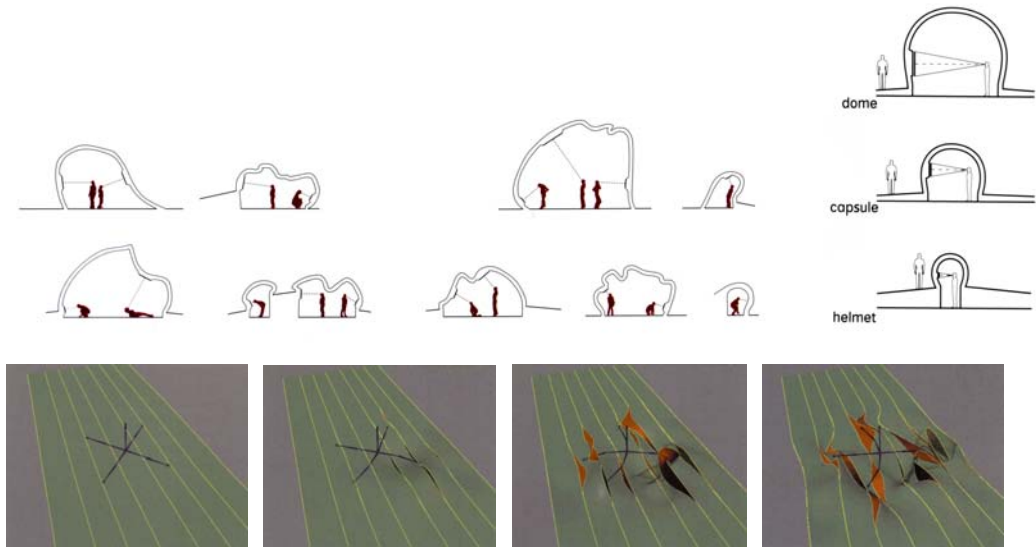


Fig. 7: Posiciones de observación de las obras y ángulos de visión, secuencia de los vórtices sobre las ocho líneas estructurales, esquema evolutivo y maqueta de trabajo de la exposición wetGRID (1999-2000).

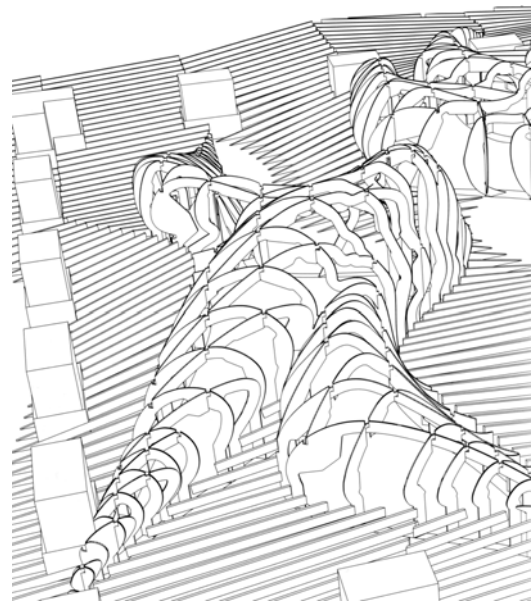
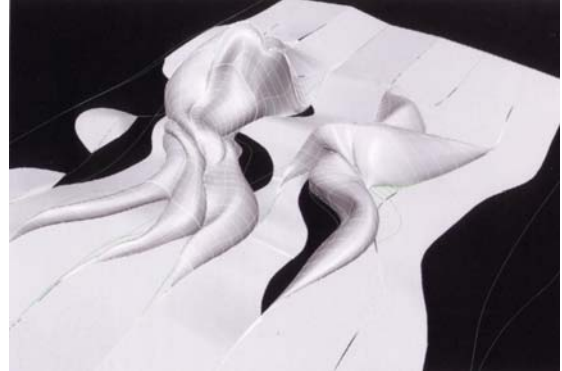
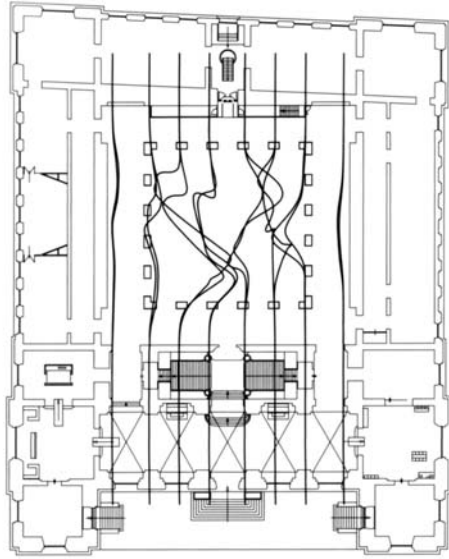


Fig 8: Planta i *render*, plantilla de corte de las piezas, visualización del esquema estructural de la exposición wetGRID (1999-2000).



Fig. 9: Fotografías de la exposición wetGRID (1999-2000).

Continuando con la experimentación de la arquitectura mediante pabellones y obras públicas, la D-tower es una obra de arte pública situada en Doetinchem (Países Bajos) desde 2004. El proyecto es una torre interactiva que cambia de apariencia según una encuesta –elaborada por el artista Q. S. Serafijn– respondida por los habitantes en la propia torre. Una vez los visitantes responden a la encuesta, la información se transmite a la página web –que incluye una *webcam* en tiempo real (Fig. 10). Para NOX está interacción provocada y concebida como objeto urbano es una manera de mostrar los sentimientos ocultos de los habitantes de una ciudad.



Fig. 10: *Webcam* a tiempo real de la D-tower (2004).

La torre tiene 12 metros de altura y está diseñada como una bóveda gótica. La columna (línea) y la cúpula (superficie) forman el mismo continuo. El proceso empieza estudiando el comportamiento de, por ejemplo, una bolsa de la compra o un globo aerostático. Luego se introduce en el ordenador la idea inicial de una esfera dando pulsaciones. El ordenador hace evolucionar esta forma mediante fuerzas de contracción y de expansión hasta un momento determinado. Entonces

el proceso pasa a la maqueta de papel. Una vez obtenida la forma de la “cúpula”, NOX sigue las técnicas de inversión de Gaudí. A unas estructuras colgantes con cables trabajando a tracción, se les da la vuelta y pasan a ser elementos que trabajan a compresión. De ahí se obtiene un primer diseño de las “columnas”. El proyecto pasa otra vez al ordenador. En él se prueban varias disposiciones de las columnas y se acaba de definir lo que será la forma final de la obra. Para la ejecución, estos datos se transmiten a la máquina de corte de precisión (*CNC-milling machine*), capaz de cortar en doble curvatura (Fig. 11 y 12).

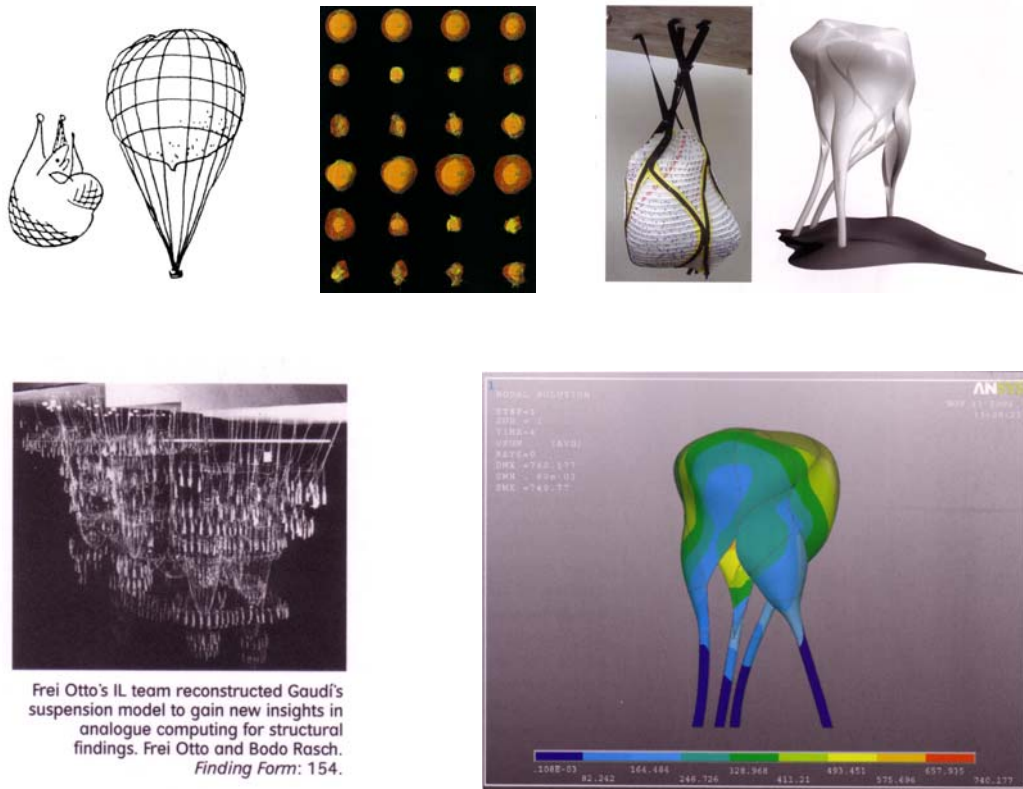


Fig. 11: Bolsa y globo, esferas posibles, proceso estructural, comparación con las técnicas de trabajo de Gaudí, diseño informático. D-tower (2004).

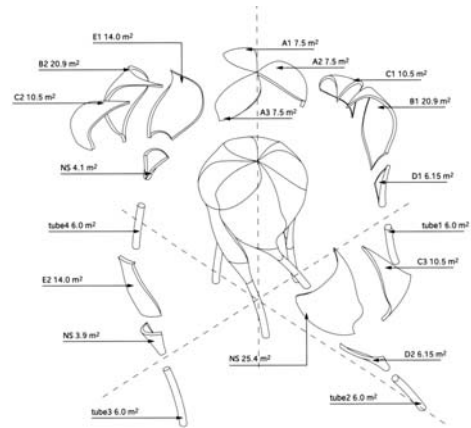


Fig. 12: Evolución digital, despiece, sistema de corte y construcción de las piezas y *render* final. D-tower (2004).

La Maison Folie es un centro multifuncional que incluye espacios expositivos y espacios de creación para artistas, oficinas, salas polivalentes para conciertos, teatro o pasarelas de moda, biblioteca, guardería y restaurante. Está situado en una antigua fábrica textil de Lille y su remodelación se llevó a cabo a partir de un concurso ganado por NOX. El proceso de rehabilitación tuvo lugar entre 2001 y 2004, para poder ser utilizado durante el evento de Lille como Capital Cultural Europea 2004.

La fábrica es original de 1880. Cuando NOX empezó a trabajar en su rehabilitación se aproximó a lo existente con cautela. No se quería modificar demasiado el interior. Al edificio existente se le añadió una segunda piel en su exterior, en sus dos fachadas longitudinales. De esta forma se llama la atención de los paseantes y conductores para dar a conocer que dentro de la fábrica vuelven a ocurrir cosas. Se crea, se expone, y el espacio está abierto al público. La apariencia de las fachadas quiere transmitir las pulsaciones del trabajo creativo que se lleva a cabo en el interior. Es la manifestación del ritmo artístico y vital de su interior proyectado hacia fuera.

Una vez más, NOX se sirve de las costillas metálicas estructurales y de una cubierta maleable hecha a base de bandas metálicas perforadas. La fachada se transforma con la luz solar durante el día y con la iluminación artificial por la noche. Ofrece a la ciudad un espectáculo holográfico de brillos y sombras que atrae indefectiblemente la curiosidad de los paseantes (Fig. 13 y 14).

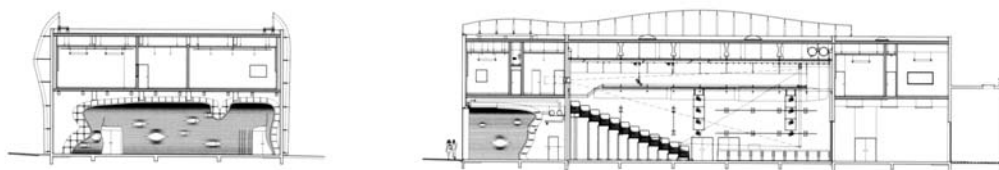


Fig. 13: Secciones. Maison Folie (2001-2004).



Fig. 14: Estructura, vista de día, vista de noche, al anochecer y fotografía de la maqueta, por la autora, de la Bienal de Venecia 2004. Maison Folie (2001-2004).

Para el WTC, como en muchos de sus proyectos, NOX, siguiendo y variando las técnicas de Frei Otto, experimenta en la fase inicial del proyecto con hilos de lana que en este caso sumerge en agua. Los hilos de lana representan cada una de las torres pensadas para el proyecto que Max Protetch Gallery encargó para el nuevo World Trade Center de Nueva York en 2001. Una vez sumergido el objeto, se agita horizontalmente. Este movimiento se entiende como la manera de transferir lo que

ocurre en la calle a la verticalidad de la torre. Por eso, NOX considera este proyecto más urbanístico que arquitectónico. Prueba de ello es el sistema de ascensores, que funciona como un sistema de metro. El resultado se digitaliza y se densifica. Finalmente se da la vuelta y surge así la forma final de las torres (Fig. 15).

FOA y Greg Lynn también fueron invitados por la Max Protetch Gallery a diseñar un proyecto para las nuevas torres del WTC. FOA hizo un trabajo más centrado en lo estructural, en el que se estudiaba cómo era posible que ocho torres se soportaran entre ellas, en una especie de metáfora de “la unión hace la fuerza”.

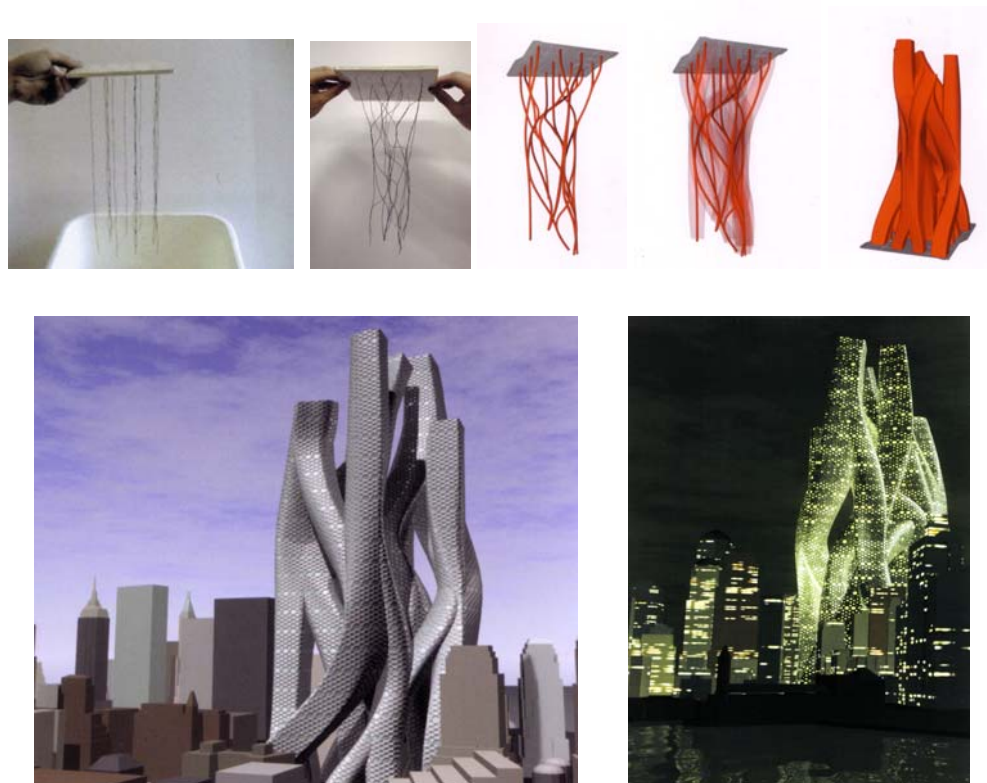


Fig. 15: Secuencia de conceptualización del proyecto y *renders* de día y de noche. WTC (2001).

La Son-O-House es una obra de arte pública construida en 2004. Está situada junto a la autopista que une Son en Breugel y Eindhoven, en un gran parque industrial (el Industrieschap Ekkersrijt) donde hay muchas empresas dedicadas a la investigación industrial y las nuevas tecnologías. Está destinada a mostrar en la realidad todo lo que se puede hacer mediante las nuevas tecnologías, pero también quiere ser un lugar para el encuentro social, un espacio que permita la relajación y una pieza para la simple observación de su belleza. El edificio incorpora la música compuesta por Edwin van der Heide, que suena las 24 horas del día, y está abierto todos los días de la semana. La Son-O-House no es exactamente una casa. Según NOX, quiere ser, por un lado, la experimentación a pequeña escala de los mecanismos de proyectación que puedan servir para afrontar con garantías proyectos más grandes. Por otro lado, quiere reflejar los movimientos cotidianos de los habitantes de una casa y hacerlos evidentes a través de los cambios que estos provocan en una secuencia musical dada.

El proceso empieza con el análisis de los movimientos de distintas personas dentro de sus hogares (Fig. 16). Mediante cámaras en diferentes ubicaciones y su conexión al ordenador, se obtienen unas secuencias de movimientos que son estructuras complejas de tres elementos en cooperación: el cuerpo, las extremidades y las manos y los pies. Los movimientos se sintetizan en una cierta coreografía que después se traslada a una maqueta de papel formada por bandas (Fig. 17). Así, una banda sin recortar corresponde a una movimiento de todo el cuerpo; una banda recortada por la mitad significa el movimiento de una extremidad; finalmente, una banda recortada en su cuarta parte manifiesta el movimiento de las manos y los pies. Luego se toman estas bandas, con distintos cortes longitudinales, y se grapán entre ellas por el punto en que están recortadas; es decir, justamente donde tienen el máximo potencial de conexión. Esto deriva directamente en un efecto de curvatura ya que todo el conjunto se enrolla automáticamente. De esta forma, se obtiene un sistema estructural: las curvas de papel trabajan conjuntamente y son autoportantes. El resultado es una estructura tridimensional porosa, un complejo compuesto de costillas y arcos (Fig. 18).

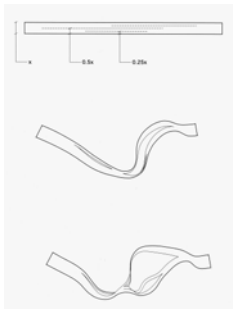


Fig. 16: Estudio de los movimientos de una persona en una casa, tipos de cortes y maqueta inicial de papel. Son-O-House (2004).

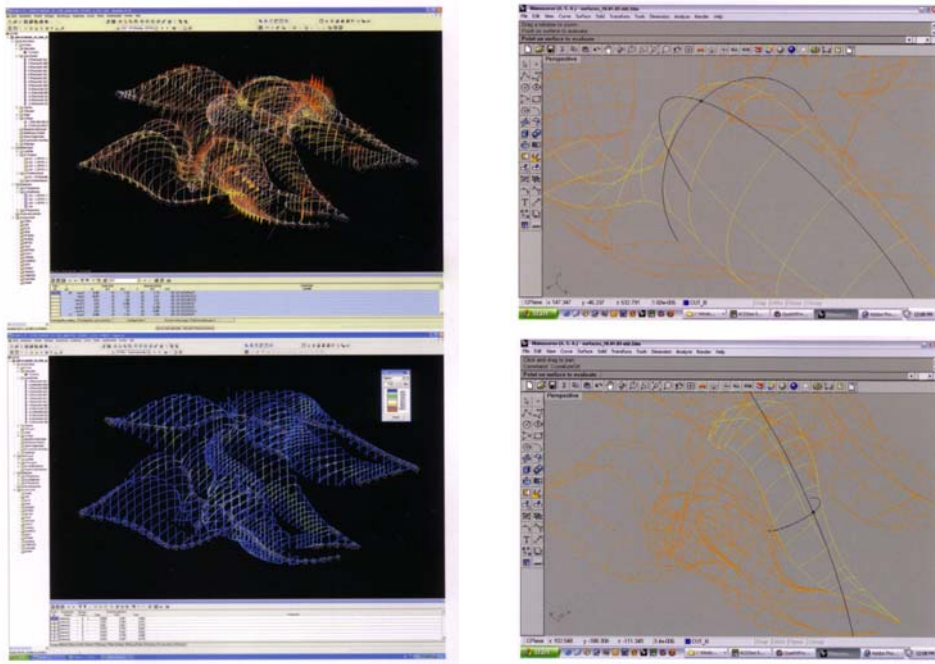


Fig. 17: Segunda maqueta de papel, y distintas vistas del diseño digital de Son-O-House (2004).

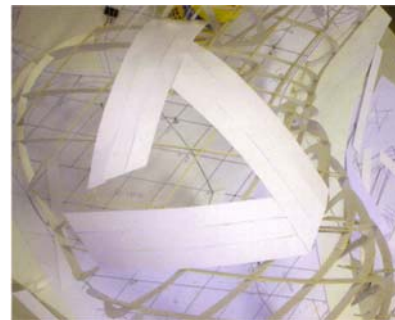
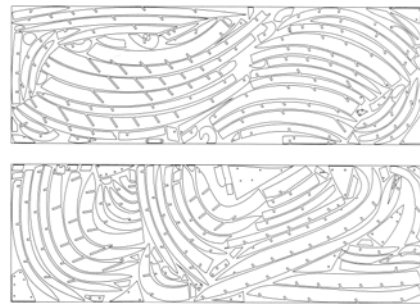
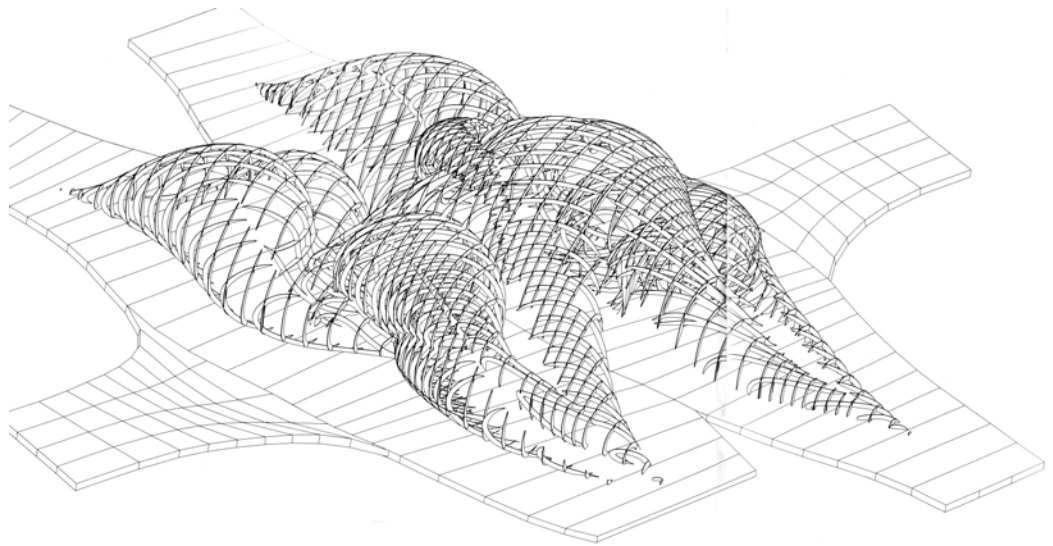


Fig. 18: Esquema 3D, construcción en taller, despiece y maqueta para el constructor. Son-O-House (2004).

Una vez obtenida la maqueta de bandas recortadas en varios segmentos y grapadas entre sí formando un conjunto estructural, ésta se expande por los lados con la incorporación de una serie de bandas –violetas en la maqueta– producto del siguiente algoritmo: las líneas violetas se curvan de lado siguiendo el trazado inicial del papel blanco a la vez que intentan conectarse lo más rápidamente posible a otra superficie –el suelo u otra superficie de la misma estructura. El resultado se asemeja, según NOX, al efecto de un peine sobre unos cabellos rizados.

Este sistema aparentemente caótico y disperso, de condiciones fluidas y ondulantes, se digitaliza y remodela para llegar a la estructura final, unas bóvedas entrelazadas que se apoyan o se cortan entre sí. La manipulación de esta estructura mediante programas informáticos permite, no sólo controlar con mayor comodidad y precisión los grados de curvatura de las bóvedas, sino conceder una autonomía a todo el sistema para que evolucione según sus propiedades internas. También facilita el diseño de las piezas que compondrán el edificio, agilizando y haciendo más operativo todo el proceso de construcción.

La utilización de programas de diseño asistido por ordenador altamente evolucionados, como Rhino, es clave en el desarrollo de todos los proyectos de NOX. Para la ejecución material del proyecto, se diseñaron sólo piezas planas. De esta forma, todos los elementos podían ser preparados en el taller, trazados según los modelados de Rhino y cortados mediante máquinas computerizadas de alta precisión. Así, se construyen las costillas que forman el armazón. El interés por simplificar la puesta en obra hizo que para obtener las láminas que cubren la superficie, se trabajara con piezas estandarizadas y realizables en taller. Todo esto se logró a pesar de que la superficie a cubrir fuera una estructura compleja de doble curvatura, y por tanto, no estandarizable. La disposición de las bandas formando la malla de la cubierta se efectúa según un método algorítmico. El resultado es que la mitad de las bandas colocadas no necesitan recorte alguno, mientras que el resto se tuvo que recortar en obra, evitando siempre el desperdicio de material ya que todo

venía planificado según una maqueta que se preparó para el constructor y que resume el complejo patrón en forma de mosaico.

Las costillas que conforman la estructura son de acero inoxidable. Son planas. La láminas de la cubierta también son de acero inoxidable, en este caso perforado, para que sus características de transparencia y reflexión puedan ser incorporadas después, durante el uso del edificio por parte de sus visitantes. De esta forma, el edificio cambia según la luz natural o artificial y según las condiciones climatológicas. Tal y como Lars Spuybroek explica: *“La panelización de superficies complejas de doble curvatura es un tema importante tanto desde el punto de vista estético como metodológico. La teselación se ve normalmente como la subdivisión o agregación de módulos. El método menos interesante es la triangulación, la subdivisión de la superficie en caras triangulares, donde tres puntos siempre conforman un plano. Las técnicas más interesantes se basan en la variabilidad, que es una manera «técnica» de pensar, donde bandas flexibles preceden a las endurecidas tejas cerámicas.”*¹¹

Finalmente, cabe comentar la interacción musical que se produce en el edificio mientras los visitantes recorren su interior. Se colocan 23 sensores en puntos estratégicos que captan el movimiento de los visitantes. Este movimiento detectado por los sensores provoca modificaciones en la música preparada por Edwin van der Heide. El resultado es un complejo sistema retroalimentado en el que el visitante es, al mismo tiempo, intérprete y espectador. Como en H2Oexpo o wetGRID, el visitante influye en la arquitectura a través de sus movimientos. En este caso, sin embargo, la interacción del usuario se hace manifiesta en los cambios introducidos en la banda sonora (Fig.19).

¹¹ SPUIBROEK, Lars, *NOX, Machining Architecture*, Londres: Thames & Hudson, 2004, pag. 187.



Fig. 19: Vistas exteriores, vista de noche y vistas interiores. Son-O-House (2004).

7.3 La oficina en la era de la información

Soft Office es el paradigma de la cooperación entre las nuevas tecnologías y la arquitectura, no solamente para facilitar la representación gráfica del proyecto, sino también, y sobre todo, para hacer posible un edificio que promueva un modo de trabajar adecuado a las nuevas necesidades y a las nuevas condiciones de la sociedad de la información. Así, el diseño asistido por ordenador es más que una simple herramienta de representación gráfica, ya tradicional en la mayoría de los estudios de arquitectura, e incorpora los avances tecnológicos actuales en la vida misma.

Soft Office es la sede central de Anne Wood/Ragdoll Television Productions. El proyecto incluye las oficinas, una guardería y una tienda. Su emplazamiento se encuentra en Stratford-upon-Avon (Reino Unido). Se trata de un proyecto sin construir realizado en el año 2001. El sistema propuesto para las oficinas es el que ya llevan a cabo algunas empresas tecnológicas: nadie ficha y nadie tiene un lugar de trabajo fijo. Los trabajadores se sitúan según los equipos que hayan establecido para proyectos concretos o según sus preferencias personales. *“Aunque la teoría de la gestión moderna reconoce que debe existir una necesaria rigidez para organizar ciertas tareas alrededor de unos objetivos establecidos, una cierta relajación de su implementación es esencial.”*¹² Como vemos, según el equipo de NOX, es necesaria una cierta planificación, sin que ésta sea excesiva, ya que podría conducir a la improductividad y a la limitación de la creatividad y la innovación. En este proyecto defienden que la arquitectura debe permitir una buena gestión del tiempo y de las personas ya que el espacio donde se trabaja es quien establece las condiciones del ambiente productivo. En este sentido, el método que se utiliza para el diseño arquitectónico será aquél que permita la aparición de espacios abiertos de reunión (expansión) y espacios cerrados de concentración (contracción).

¹² Ibidem, p. 216.

La oficina alberga sesenta personas trabajando en varios departamentos: dirección, administración, márketing, producción, etc. La investigación llevada a cabo por NOX para optimizar el espacio consiguió disminuir en un tercio el espacio que normalmente se destina a cada trabajador. Se eliminaron pasillos inútiles. Todavía más: los espacios no están diseñados según el tipo de trabajo que se efectúa en ellos, sino que cada trabajador, según su modo de trabajar, posee un material de oficina específico que va trasladando consigo. En este sentido la flexibilidad es total.

El espacio de los niños (*Scape*) se contrapone al carácter más longitudinal de la oficina. Aquí, los movimientos se proyectan gravitacionales y espirales. La idea es crear, mediante programas informáticos y la conexión a Internet, un lugar de experimentación e interacción que estimule los sentidos y la sensibilidad de los niños; un lugar en el que puedan desarrollar sus habilidades de lectura, dibujo y música.

Según los arquitectos, el objetivo de este proyecto era investigar en qué grado una mayor flexibilidad del espacio puede influir –y estimular– una mayor flexibilidad mental. Es decir, tratar de extraer a la arquitectura todo aquello que ayude a maximizar el rendimiento creativo y empresarial. Para ello, se basaron en los trabajos experimentales de Frei Otto, tomando sus diagramas bidimensionales de sistemas porosos. Así, experimentaron en el estudio con técnicas de modelado mediante hilos de lana. Para conseguir la tercera dimensión, incluyeron luego pequeños tubos de goma y laca líquida.

El procedimiento es el siguiente: se crea un recipiente circular hecho de madera, que permita ampliar su profundidad doblando la altura. Inicialmente, el recipiente es poco profundo. Se pone dentro laca líquida y se atan a los bordes de madera varios pequeños tubos de goma. Luego se amplía la profundidad del recipiente levantando uno de los marcos. Mientras esto ocurre, la laca se va secando, da lugar a agrupaciones de tubos, superficies blandas de material seco y agujeros intersticiales

entre las superficies. El resultado puede compararse a algunos procesos de la naturaleza. Por ello cabe afirmar que dentro de los intereses de NOX también está el de unir en un mismo proyecto el interés por lo tecnológico y lo orgánico (Fig. 20).

Una vez conseguida la trama en la que se basará el proyecto, el siguiente paso es digitalizarla. De este modo, el software puede desarrollar la forma según la información recibida. La trama de goma y laca es formal y estructural a la vez. Contiene, como pretendían las premisas del proyecto, espacios abiertos, espacios esponjados y espacios cerrados. En este punto, se añaden algunos volúmenes deformables y las extremidades también se hacen más volumétricas. Se consigue así una topología adecuada a la tipología de las oficinas. Todo el proceso se lleva a cabo manteniendo una cierta vaguedad general, ya que el paso de una fase a otra no es lineal ni directo. La planta resultante presenta el espacio de los niños a la izquierda y el espacio de oficina a la derecha. El espacio infantil está pensado para que los niños puedan interactuar con la propia arquitectura y las nuevas tecnologías, a través de sensores, proyecciones y dispositivos varios (Fig. 21 y 22).

El funcionamiento de las oficinas se ha estudiado al detalle para poder ofrecer el máximo de rendimiento con la mínima pérdida de espacio inútil. Se establece la distinción de tres condiciones que caracterizan tres tipos de espacios: las células son espacios de máxima concentración y mínima relación con los demás (despachos cerrados); los estudios son espacios de poca autonomía y bastante interacción social (salas de despachos abiertos); los clubs serían las salas de reuniones, espacios autónomos de máxima relación. Entonces se analiza la necesidad de cada uno de estos espacios por parte de los distintos departamentos de la empresa. Todo ello termina configurando la distribución final del programa. Los espacios resultantes son muy fluidos y crean visuales que abarcan varios despachos a la vez. Eso permite establecer contacto visual con varios trabajadores, cosa que facilita saber si pueden ser interrumpidos o no en caso de necesitar su colaboración. La apertura de los espacios también permite que los despachos se beneficien de la iluminación natural.

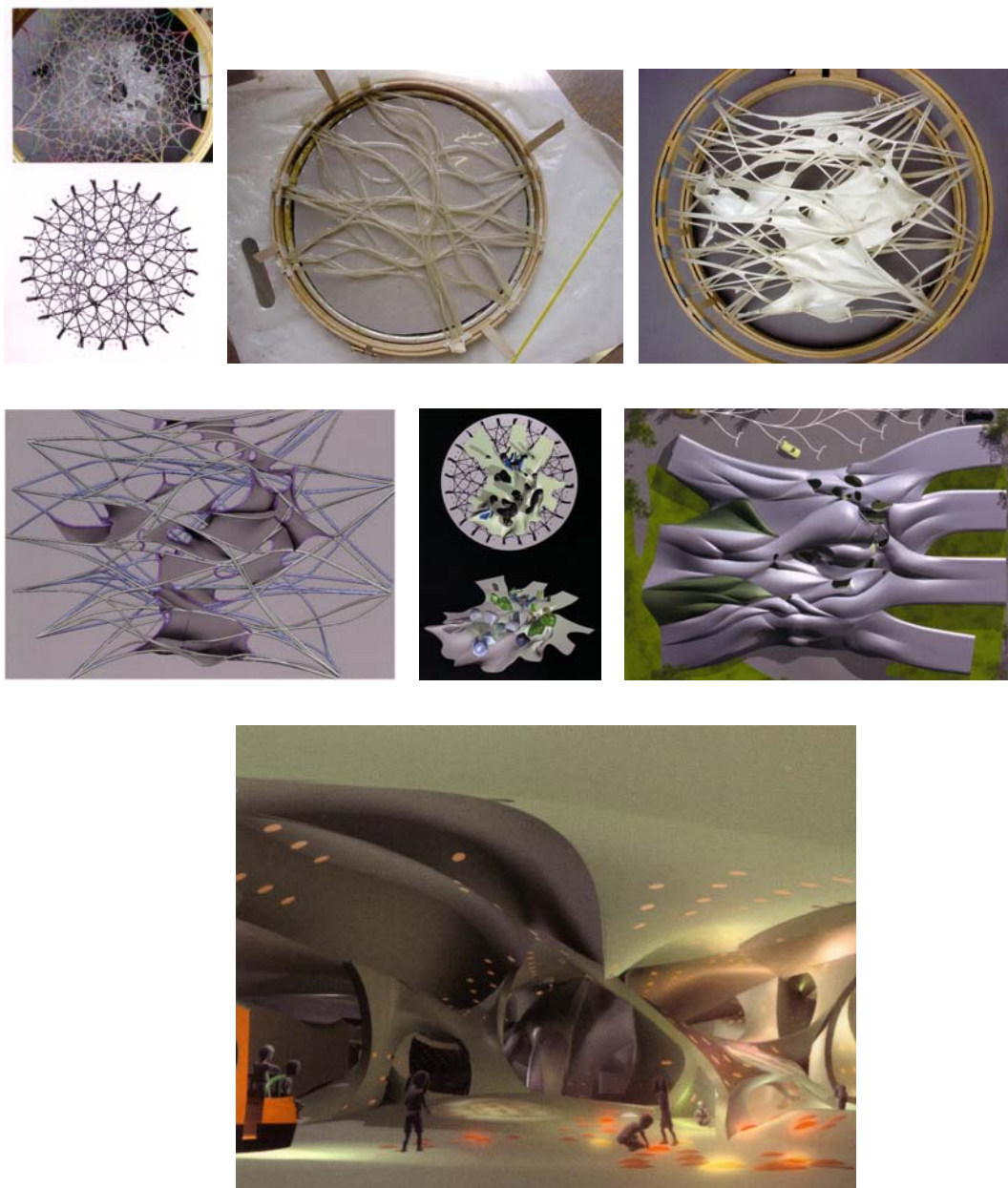


Fig. 20: Experimentación inicial, digitalización del proceso y espacio de los niños. Soft Office (2001).

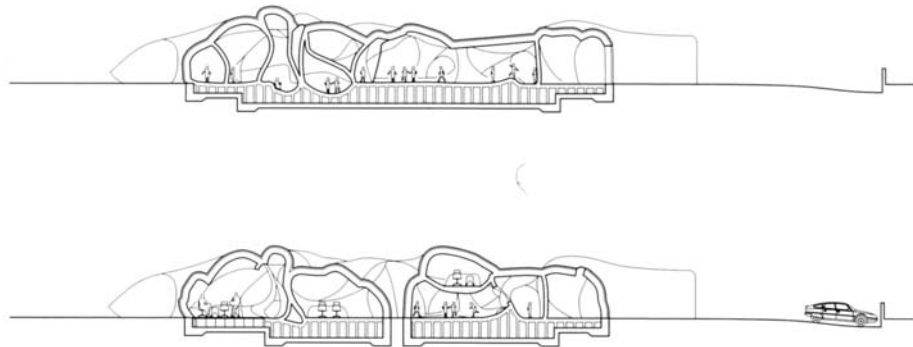
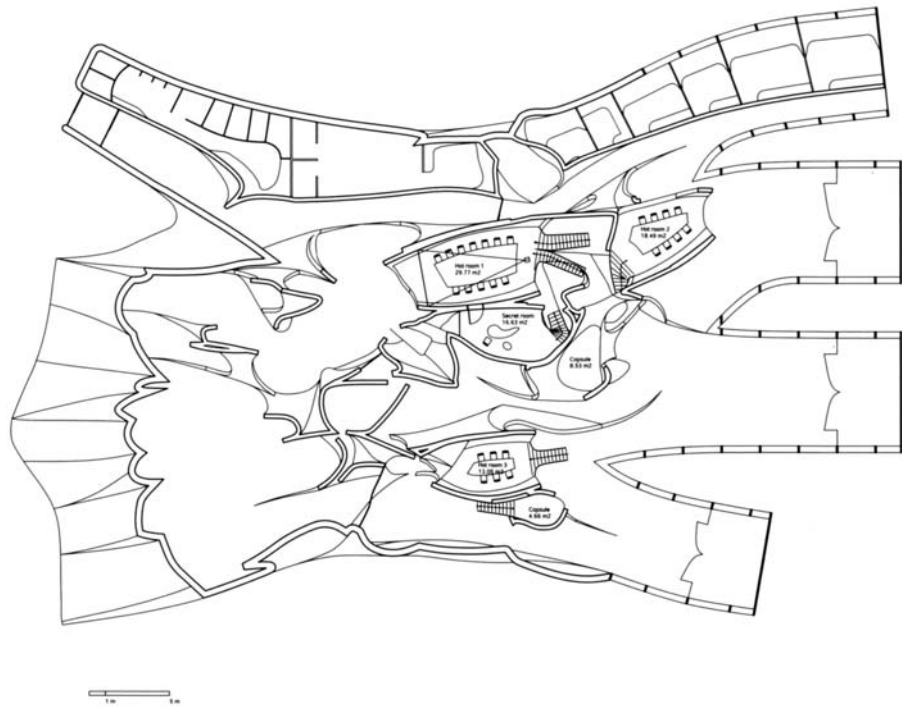


Fig. 21: Planta y secciones. Soft Office (2001).

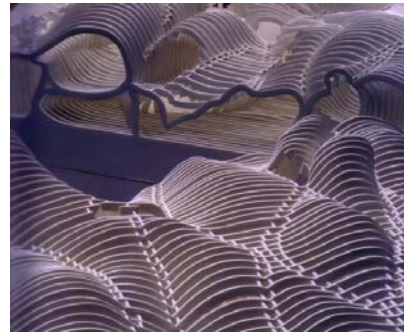


Fig. 22: *Render* interior y estudio del sistema estructural y constructivo. Se utiliza, como en la mayoría de los proyectos de NOX, un sistema de costillas. Su diseño se estudia mediante maquetas. Las primeras se hacen con papel, después se pasa a la madera. Los datos que se obtienen se introducen en el ordenador y a partir de ahí se desarrolla el proyecto. Soft Office (2001).

7.4 Vanguardias tecnológicas

La arquitectura de NOX es una arquitectura inform(acion)al. Es decir, es a la vez informal y al mismo tiempo se sirve de la información para ser producida. La forma se genera a través de información externa, combinada y superpuesta. La informalidad viene dada por un “orden vago”, en palabras de Lars Spuybroek, que, aunque permite la variación, no es aleatorio; es preciso porque no deja nada fuera. Este “orden vago” es el producto de experimentaciones estructurales como los “sistemas optimizados de circulación” de Frei Otto y su equipo del Institute for Lightweight Structures o como las maquetas funiculares que utilizó Gaudí en la Sagrada Familia. Estos sistemas sirven para calcular la forma a través de numerosas interacciones entre unos elementos dados durante cierto intervalo de tiempo. En general, se usan materiales capaces de procesar fuerzas mediante la transformación. Esos materiales son pompas de jabón, película de jabón, cola, barniz, hilos de lana, arena, globos, papel. Materiales, que en cierta forma se relacionan con la estructura de varios fenómenos naturales u orgánicos. Es el caso de la arena, en constante transformación cuando el viento modela las dunas en un desierto o una playa; o las pompas de jabón, que varían su forma según el aire y su propio movimiento. Todos estos sistemas son vectorizados. Se economiza el número de trayectorias. Tienen en común una geometría de unión y de separación (Fig. 23).

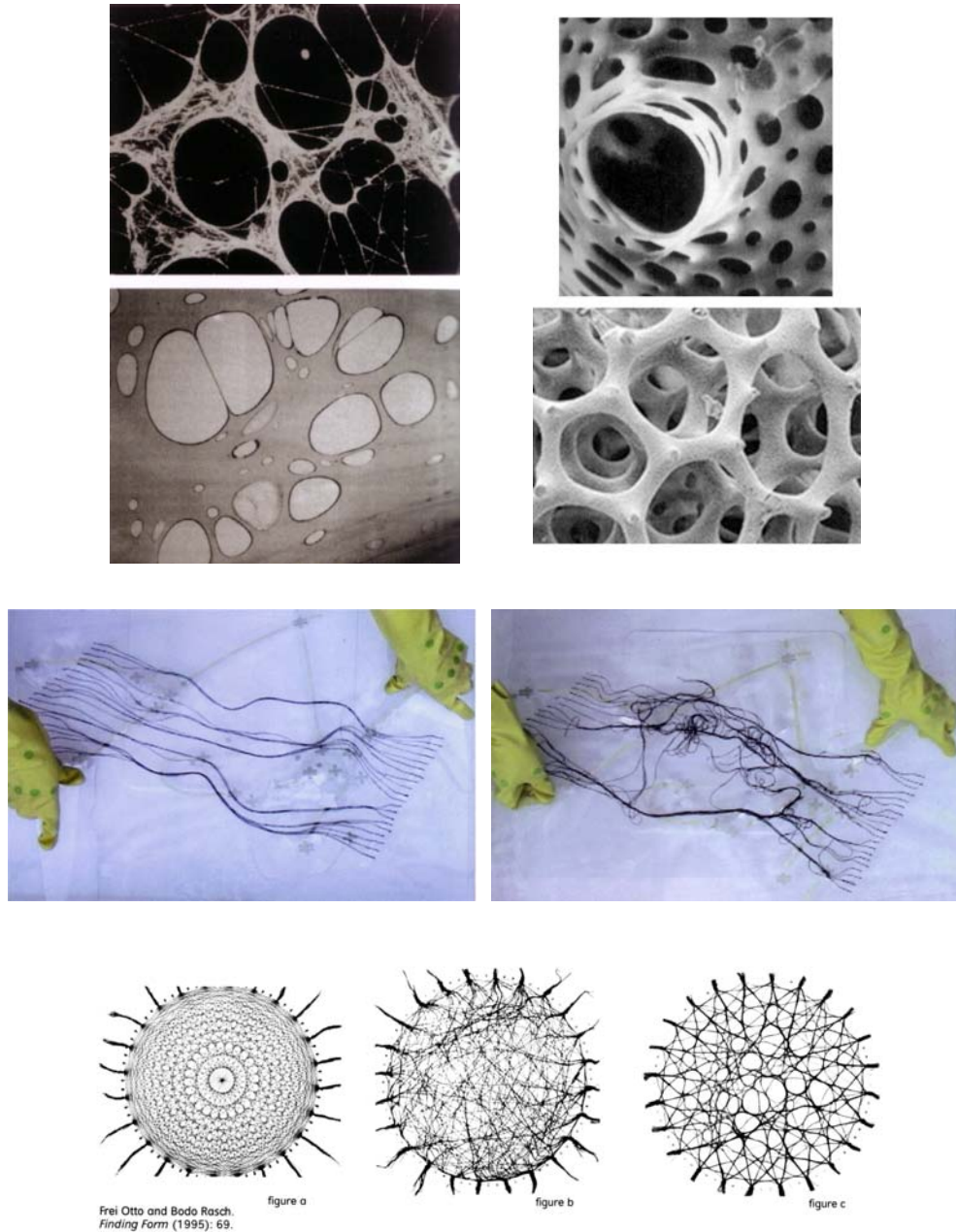


Fig. 23: Sistemas de experimentación con materiales porosos y esponjados, dibujos de Frei Otto, experimentando con tramas húmedas, transformación de los hilos de lana en una maraña después de ser sumergidos.

En el artículo “La estructura de la vaguedad”¹³, Lars Spuybroek explora el comportamiento de los hilos de lana al ser sumergidos en agua. El resultado es un “orden vago” que hace que los hilos se unan entre sí. Esto da lugar a agujeros, cruces y gruesas agrupaciones filamentosas. Todo ello es producto de la influencia de un elemento externo (el agua) que genera un movimiento dentro del sistema. Lo mismo ocurre en muchos de sus proyectos: el movimiento de los visitantes altera las características del edificio.

Se trata de una “trama húmeda”, también en palabras de Lars Spuybroek, que combina flexibilidad y movimiento. La trama húmeda se adapta perfectamente a los cambios de información externa tales como el movimiento de las personas o las diferentes condiciones atmosféricas. La “trama húmeda” se caracteriza por la línea curva, contraponiéndose con la línea recta que caracterizaría a la trama seca: *“Una curva es una línea recta más inteligente y mejor informada. Una curva es una línea recta con una mayor obertura, en la que podemos parcialmente regresar sobre nuestros pasos, cambiar de opinión, dudar u olvidar.”*¹⁴

Esta “trama húmeda” permite pues multiplicar y variar las trayectorias. Su configuración, lejos de la rigidez euclidiana, da paso a nuevas formas, múltiples posibilidades y múltiples potencialidades. La “trama húmeda” es una de las herramientas proyectuales a la hora de encontrar un sistema capaz de integrar las condiciones externas y la coherencia interna. Mediante esta herramienta, se obtiene una forma evolutiva regida por un “orden vago” que permite la sustitución de *“la flexibilidad pasiva de la neutralidad por una flexibilidad activa de la vaguedad”*. En oposición a la neutralidad, la vaguedad actúa con un campo diferenciado de vectores, de tendencias, que permite establecer objetivos y formas de operar claramente definidas y a la vez una serie de acciones indeterminadas. Posibilita la conducta formal e informal. Pero también las relaciona. Es un situacionismo estructural.

¹³ *Ibíd.*, p. 352.

¹⁴ *Ibíd.*, p. 356.

Permite que las *dérives* y los *détournements* adquieran estatus estructural: “*La intencionalidad transparente de la planificación y el hábito están cargados con los pasos laterales de la intencionalidad opaca.*”¹⁵

Todo el proceso cristaliza en una arquitectura sofisticada y blanda; una arquitectura orgánica, fluida; flexible con las necesidades de sus usuarios pero estricta en su capacidad técnica. NOX produce una arquitectura que se sitúa entre dos mundos paralelos: uno de organismos biológicos; y otro metálico y electrónico, vinculado a las tecnologías modernas. NOX se sirve, pues, de las más avanzadas tecnologías digitales, de lo metálico y lo maquínico, para poder ofrecer a las personas la calidez, el confort y la sorpresa que necesitamos todos en nuestra vida cotidiana. En palabras de Manuel Gausa¹⁶: “*La arquitectura pasa a modelarse, así, no como una escultura o como un dibujo sino como un flujo móvil, co-participante, inserto en un medio poblado por fuerzas diferenciales de atracción y movimiento que definen tensiones direccionales (concebibles como formas) surgidas de procesos que surcan el espacio, como una corriente materializable pero siempre virtualmente abierta a fluctuaciones.*”

¹⁵ *Ibidem*, p. 357.

¹⁶ GAUSA *et al*, *The Metapolis Dictionary of Advanced Architecture*, Barcelona: ACTAR, 2003, pag.254.