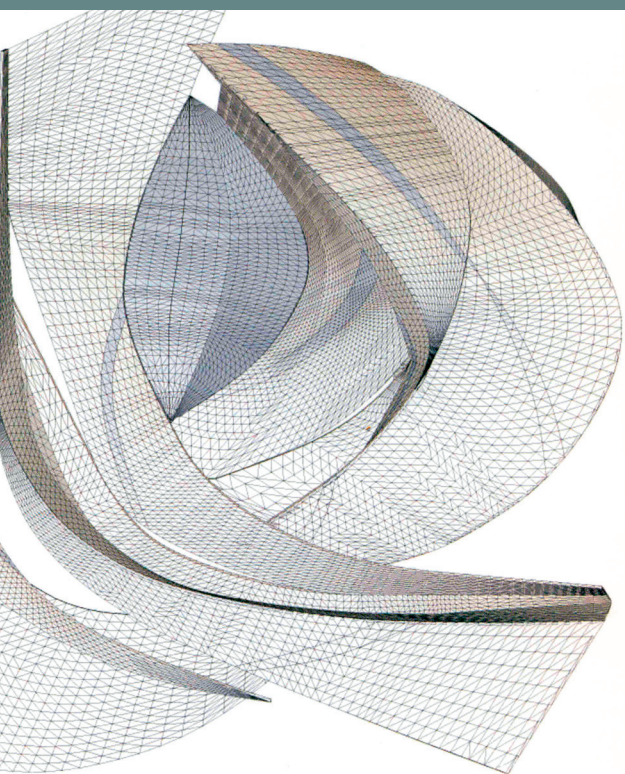


## LOS AUTOMATISMOS FORMALES EN LA ARQUITECTURA. REFLEXIONES CRÍTICAS

### AUTOMATED FORMS IN THE ARCHITECTURE. CRITICAL REFLECTIONS

*Juan Carlos Piquer Cases*



La arquitectura como arte dentro de la ciencia ha evolucionado a medida que lo ha hecho tecnología de la construcción. La morfología de edificios singulares, en los últimos veinte años, se asocia inexorablemente al uso de un determinado software de diseño arquitectónico dentro de la tecnología digital, lo que ha abierto un tema de reflexión y debate muy importante. Es necesario analizar y cuestionar a cerca de los nuevos espacios que comienzan a gestarse desde la inteligencia artificial del ordenador que están transformando la arquitectura. Este artículo pretende aportar una serie de reflexiones a esta cuestión y abrir un debate necesario.

**Palabras clave:**  
**Nueva arquitectura, Modelos digitales, Formas artificiales**

*Architecture as art within the science has evolved as the construction technology has made it. The morphology of unique buildings, in the last twenty years, is inexorably associated with the use of certain architectural design software, which has opened an important topic for reflection and debate. It is necessary to analyze and question about the new spaces that begin to take shape from the artificial intelligence of computer that are transforming architecture. This article aims to provide a series of reflections on this issue and open a debate necessary.*

**Keywords:**  
**New architecture, Digital models, Artificial forms**





1. Estudio morfológico de la planta para el Staten Island Institute of Arts and Sciences en New York, Peter Eisenman, 2000.

1. Morphological study of the plant for the Staten Island Institute of Arts and Sciences in New York, Peter Eisenman, 2000.

En el campo del diseño arquitectónico la tecnología digital ha experimentado, en las dos últimas décadas, un desarrollo y uso impensables. Existe una influencia directa del software 3D en los aspectos formales de la arquitectura. El proceso creativo es más plástico y tridimensional. En el proceso de aprendizaje de la arquitectura, el lenguaje gráfico tradicional o dibujo analógico ha dado paso al lenguaje digital y se ha impuesto como el entorno donde movernos para aprender, generar y expresar la arquitectura.

Los modelos digitales de análisis son el campo de experimentación en el medio científico actual y dentro de la arquitectura, se han convertido en su expresión intrínseca. Pero, ¿qué ocurre cuando las formas automáticas son el fundamento del proceso creativo?, ¿crea el arquitecto?, ¿se domina el proceso del proyecto?, ¿se crea una imagen tridimensional vacía de función?, ¿es viable esa arquitectura constructiva y económicamente? Para reflexionar sobre estas cuestiones es necesario realizar una serie de análisis previos.

## Fundamentos

... la arquitectura es un modo de comunicación no verbal, una crónica muda de la cultura que la produjo. <sup>1</sup>

Esta afirmación de Leland M. Roth es totalmente cierta para la toda la historia de la arquitectura hasta el siglo XX, pero... ¿será válida para definir la arquitectura del siglo XXI?, probablemente no. El momento sociocultural en el que se desarrolla la arquitectura actual es demasiado complejo y variado, además de estar sometido a circunstancias fundamentalmente económicas. La morfología de algunas arquitecturas singulares se obtiene, en ocasiones, con la aplicación de las nuevas tecnológi-

as, por lo que existen demasiados parámetros abiertos en el camino de la experimentación formal que permitan definir un estilo arquitectónico producto de la reflexión teórica.

A la hora de plantear un estudio científico sobre la influencia de los medios y herramientas digitales en el campo de la producción arquitectónica nos encontramos con la ausencia de planteamientos teóricos y síntesis conceptuales que entronquen con la idea de pensamiento arquitectónico como capacidad para idear, representar y construir la arquitectura. Los fundamentos que a lo largo de la historia del pensamiento han dado sentido a la frase de Luis Kahn <sup>2</sup> “*la arquitectura es lo que la naturaleza no puede hacer*”, que otorga al hombre el poder creador, parece haberse sustituido por la de Peter Eisenmann <sup>3</sup> “*el ordenador permite que acontecimientos impredecibles surjan imprevisiblemente como formas, eludiendo así las consecuencias arquitectónicas de la composición formal o reglas de organización impuestas desde el exterior*”, donde el hombre se queda fascinado por el poder creador de la máquina, (fig. 1)

Este salto cualitativo en la idea de pensamiento arquitectónico parece haber cambiado el concepto de arquitectura como simbiosis entre arte y técnica por el de simbiosis entre máquina y técnica. Al igual que el dibujo es el medio de expresión de la idea arquitectónica y hace visible la arquitectura no construida, las imágenes digitales tridimensionales son el nuevo medio de esa comunicación <sup>4</sup>.

Al abordar el tema de la investigación acerca de los modelos digitales aplicados a la arquitectura, los fundamentos teóricos lógicos no pueden ser otros que los asociados al pensamiento gráfico arquitectónico.

In the field of architectural design, digital technology has experienced over the past two decades, an unthinkable development. There is a direct 3D software influence on the formal aspects of architecture. The creative process is more plastic and three-dimensional. In the learning process of architecture, graphic language or traditional analog design has given way to digital language and has established itself as the way to learn, create and express the architecture.

Digital models of analysis are the experimental field in the current scientific community and within the architecture and have become its intrinsic expression. But, what happens when automatic forms are the foundation of creative process? Is the architect creating? Who dominates the design process? Is a creating without function? Is it feasible that this architecture constructive and economically? To reflect on these issues is necessary to perform a series of preliminary analysis.

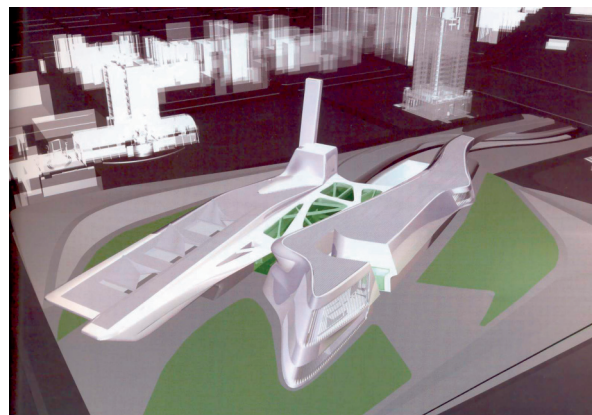
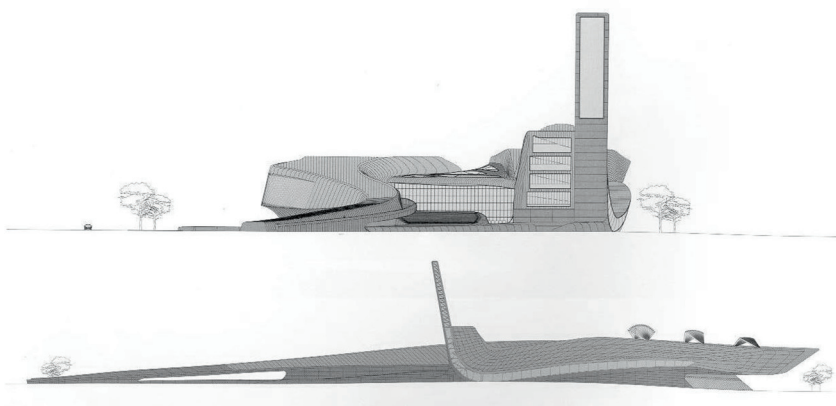
## Basics

... Architecture is a mode of nonverbal communication, a dumb chronic of the culture that produced it. <sup>1</sup>

This statement of Leland M. Roth is entirely true for the whole history of architecture until the twentieth century, but... Is it valid to define the XXI century architecture? Probably not. The cultural moment in which architecture is developed today is too complex and varied, besides being subjected to economic conditions primarily. The morphology of some singular architecture is obtained, sometimes with the application of new technologies, so there are too many parameters open in the way of formal experimentation to define an architectural style as result of theoretical reflection.

At the time of planning a scientific study on the influence of media and digital tools in the field of architectural production we find the lack of theoretical and conceptual synthesis junction with the idea of architectural thinking and ability to conceive, represent and build the architecture. The fundamentals throughout the history of thought have given meaning to the words of Louis Kahn <sup>2</sup> “architecture is what nature can’t do” give to man the power creative, seems to have been replaced by that of Peter Eisenmann <sup>3</sup>





"The computer allows arise unpredictably unpredictable events such as shapes, thus circumventing the architectural implications of the formal membership or organizational rules imposed from outside", where man is fascinated by the creative power of the machine. (Fig. 1) This quantum leap in the idea of architectural thought seems to have changed the concept of architecture as a symbiosis between art and technique by the symbiosis between machine and technique. As the drawing is the means of expression of the architectural idea and makes visible the unbuilt architecture, three-dimensional digital images are the new medium of this communication 4.

In addressing the issue of research on digital models applied to architecture, the logic theoretical can not be other than the associated with architectural graphic thinking. The drawing itself is a logical process of thought and therefore a complex mental operation that we learn from the beginning of our lives. The development of certain expressive capacities will be conditioned by the skill and creativity. Now, the machine can replace that process? Not, by alone. The analytical and reflective capacity of the drawing passes through the human mind.

Can we raise a symbiosis between machine and mind so that we have other equally valid results? Undoubtedly yes. The analysis of some unique architectural buildings is effective to the extent that it stems from a formal reflection concrete and specific according to the type of buildings. At this point I need to distinguish between two uses we make of the same concept. On the one hand, the digital representation of the architectural project, – conventional representation– on the other a digital model three-dimensional model derived from the reflection and spatial analysis product of an architectural design consistent, that satisfies all parameters required for its execution, (Fig. 2).

El dibujo en sí, es un proceso lógico del pensamiento y por tanto una operación mental compleja que aprendemos desde el comienzo de nuestras vidas. El desarrollo de ciertas capacidades expresivas vendrá condicionado por la destreza y la creatividad. Ahora bien, ¿puede sustituir la máquina a ese proceso?, de momento por sí sola, no. La capacidad analítica y reflexiva del dibujo pasa por la mente humana.

¿Podemos plantear una simbiosis entre máquina y mente de forma que obtengamos otros resultados también válidos?, indudablemente sí; el análisis de algunas obras arquitectónicas singulares pone de manifiesto que la conjunción es eficaz en la medida que es fruto de una reflexión formal concreta y específica según la tipología de los edificios.

En este punto creo necesario distinguir entre dos usos que hacemos de un mismo concepto. Por un lado la representación por medios digitales del proyecto arquitectónico –planimetría convencional– y por otro la representación tridimensional según un modelo-maqueta digital obtenido de la reflexión y análisis espacial que da como resultado un proyecto arquitectónico coherente, es decir, que cumple todos los parámetros necesarios para su ejecución, (fig. 2).

La representación gráfica, como medio de comunicación, tiene sentido en los conceptos que expresa el propio dibujo. En la actualidad asistimos a una transformación en las maneras de mostrar el espacio arquitectónico que, muchas ve-

ces, por tratar de aproximarse tanto a la realidad se aleja de los conocimientos básicos e irremplazables de la representación gráfica. El concepto de realidad virtual es engañoso para la arquitectura porque la imagen hiperrealista el espacio generado por el ordenador nunca será idéntica a realidad física.

La síntesis del proyecto arquitectónico se logra por medio de una metodología preestablecida que organiza las diferentes fases de un proceso que se traduce, finalmente, en una serie de documentos gráficos y escritos que permiten dar materialidad a la idea concebida. Si a todo esto le añadimos la posibilidad de generar espacios complejos con la introducción de unos determinados parámetros en el ordenador, ampliamos el espectro creativo pero podemos generar problemas de representación e interpretación de las formas resultantes.

## La arquitectura de la era digital, una breve historia global

En el año 1998 se publicaba en España el libro de Ken Sanders 5: *El arquitecto digital. La tecnología informática en el ejercicio de la arquitectura*. A finales del siglo XX, la utilización de las nuevas tecnologías aplicadas a la arquitectura, comenzaba a interesar a los estudiosos y se publicaron textos que, de una forma más o menos acertada, analizaban lo que ya era una realidad palpable: la transformación de la arquitectura como consecuencia del uso del



2. Planimetrías y maqueta electrónica del proyecto para el Museo Guggenheim en Taiwán, Zaha Hadid, 2006.

2. Planimetries and electronic model of the project for the Guggenheim Museum in Taiwan, Zaha Hadid, 2006.

ordenador y los programas de dibujo que permitían una nueva manera de expresar y representar el proyecto.

En el libro *Infografía y arquitectura*, publicado en España por la editorial Nerea en el año 1999, los arquitectos, Jorge Sainz y Fernando Valderrama, realizaron una profunda reflexión sobre el medio y los sistemas con los que se proyectaba y representaba la arquitectura en esos años. En el texto, se dan a conocer los nuevos medios y sus resultados sobre aspectos morfológicos, planteando las *variables infográficas* como consecuencia del uso del lenguaje gráfico digital.

Los parámetros donde la proyectación arquitectónica se deja llevar por resultados dependientes de modelos digitales tridimensionales, se observan y son manifiestos, en las grandes obras singulares, donde el grado de tecnificación de la construcción se apoya en gran medida en el propio diseño. Que los programas de dibujo y modelado permitan la obtención de formas libres y experimentales, no es sinónimo de un cambio en la concepción arquitectónica como algunos teóricos afirman. La herramienta puede ser nueva pero el pensamiento arquitectónico es único y está asociado a un proceso mental fundamentado en los conceptos básicos de firmitas, utilitas y venustas. Esto no es óbice para que el proyecto arquitectónico de alta tecnología encuentre un modo de generación, expresión y representación implícito en su propio desarrollo y morfología final.

Cada vez más son los proyectos experimentales que aparecen asociados a los nuevos modos de habitar, sobre todo en zonas con problemas demográficos. El diseño de viviendas para el futuro, de actuaciones urbanas y de grandes ciudades-edificio, supone hoy una faceta más en el campo de la arquitectura.

En Europa, la arquitectura tecnológica posee un sentido más racional y menos experimental –por nuestro propio sentido cultural–, el proyecto tiene en consideración la faceta constructiva ligada al diseño. En los años 90, la aplicación incipiente de las nuevas tecnologías y la experimentación para resolver cuestiones espaciales, deformando y descomponiendo lo que hasta entonces eran las formas racionales y geométricas, dio paso al Deconstructivismo.

Con el cambio de milenio fue necesario estar en la vanguardia y se miró a USA y a Asia, como referencia de la tecnología digital aplicada a la arquitectura. La interpretación de estas influencias fue diferente según el país donde se realizara, destacando Alemania, Países Bajos y Reino Unido, como áreas principales donde la experimentación produjo cambios formales más significativos 6, (figs. 3 y 4).

En EEUU, la producción arquitectónica ha generado un gran aprovechamiento de los resultados de las investigaciones tecnológicas –la evolución de los materiales, a principios del siglo XX, permitió alzar los grandes rascacielos que son la imagen de su grandeza y logros–, esto se da como consecuencia del constante trasvase de conocimientos de unas áreas a otras. Un ejemplo de esto lo encontramos en la tecnología de diseño aerospacial aplicada al desarrollo de una nueva arquitectura orgánica y escultórica generada desde un ordenador. El principal y más llamativo exponente de este tipo de híbridos creativos se da con el programa CATIA (Computer Assisted Three-dimensional Interactive Application). Esta herramienta de creación y representación, permite generar una compleja estructura formal y la documentación gráfica de proyecto para que se torne en arquitectura edificable 7.

The graphic representation, as a means of communication, gives sense to the concepts that express the drawing itself. Today we are witnessing a transformation in the ways of showing the architectural space, often, is far from basic and irreplaceable knowledge of graphic representation. The concept of virtual reality for architecture is misleading because the hyper-realistic image of the computer-generated space will never be the same as physical reality. The architectural synthesis is achieved through a pre-established methodology that organizes the different phases of a process that results in a series of graphic and written documents that allow giving materiality to the idea conceived. If all this we add the ability to generate complex spaces with the introduction of certain parameters on your computer, it expands the creative spectrum, but can lead to problems on representation and interpretation of the resulting forms.

## Architecture in the digital age, a brief history

In 1998 Spain was published Ken Sanders book 5: *The digital architect. Computer technology in the practice of architecture*. In the late twentieth century, the use of new technologies in architecture, began to interest scholars and articles were published that analyzed what was already a tangible reality: the transformation of architecture resulting from the use of computer drawing software that allow a new way to express and to represent the project. In the book *Computer Graphics and Architecture*, published in Spain by Editorial Nerea in 1999, architects, Jorge Sainz and Fernando Valderrama, made a profound reflection on the means of action and the systems that were projected and represented the architecture in those years. In the text, are disclosed new media and their results on morphological features, considering the *infographic variables* as a result of use of digital graphic language. The parameters where architectural design is carried away by the results depending on three-dimensional digital models are observed and are manifest in the great projects where the technology level of the construction rests heavily on the design. The drawing and modeling softwares produces free- and experimental





3



6



4



5

3. Edificio Swiss Re de N. Foster, Londres, 2003.

3. Swiss Re building, N. Foster, London, 2003.

Asía es el área mundial donde en los últimos años se ha producido el desarrollo arquitectónico más rápido y en algunos casos, como el de Hong Kong, desmesurado en cuanto a volumetría edificada. En general las zonas de gran actividad económica, que no de desarrollo socioeconómico, son áreas superpobladas donde entra en continua contradicción el modo de vida con el espacio vital, por lo que la experimentación formal de la arquitectura surge como consecuencia de nuevos sistemas estructurales que permiten construir ciudades en altura. Shanghai (China), Hong Kong (China), Kuala Lumpur (Malasia), Singapur, Taiwán y Seúl (Corea de Sur), son los nuevos núcleos emergentes en constante competencia por dominar el mercado del comercio mundial y conseguir el récord de altura en su *skyline*, (fig. 5).

Frente a estos países emergentes, Japón, arraigado a sus tradiciones milenarias, constituye una punta de lanza en el desarrollo tecnológico mundial de la última década del siglo XX. La tradición de la cultura artística japonesa ha sido espejo donde se ha mirado parte de la abstracción formal desarrollada en occidente y ha contribuido al concepto de funcionalidad espacial de la arquitectura moderna. El vínculo con la naturaleza y su poder sobre el hombre es una esencia que cada día penetra más en la conciencia arquitectónica europea y constituye el punto de equilibrio dentro del desorden asiático, (fig. 6).

### El control sobre las formas automáticas de la arquitectura

El valor real de la imagen estriba en su capacidad para transmitir una información que no pueda codificarse de ninguna otra forma 8.



4. Proyecto Eden en Cornwall, Reino Unido, N. Grimshaw, 2001.

4. Eden Project in Cornwall, United Kingdom, N. Grimshaw, 2001.

5. Skyline de Shanghai.

5. Shanghai Skyline.

6. Mediateca en Sendai, Japón, Toyo Ito, 2000.

6. Mediatheque in Sendai, Japan, Toyo Ito, 2000.

La forma arquitectónica se rige por unas leyes de configuración y organización que permiten descifrarla, ordenarla, comprenderla y representarla. Este precepto deberá cumplirse sea cual sea el mecanismo de generación de esa forma. El reconocimiento de la geometría es lo que permite su correcta representación y lo valida para el medio digital, como modelo dotado de contenido analítico.

Las formas artificiales y los elementos propios de su geometría, están prediseñadas, o al menos se encuentran definidas por una serie de parámetros matemáticos, que debemos manejar y ubicar en un espacio ilimitado, oscuro y abstracto. Es el momento donde, recordando las teorías del matemático Alan Turing, la “*máquina piensa*” y comienza a desencadenar la sucesión de operaciones concatenadas que definen una forma en el espacio virtual 9.

La primera gran diferencia radica en que a través de las secuencias, comandos y órdenes, *dibujamos* sobre el espacio tridimensional, no sobre el bidimensional. Las trazas geométricas de partida que configuran la forma, son siempre tridimensionales, por lo que debemos controlar su percepción y posición en el espacio.

Otro elemento de validación de los automatismos formales –como modelos dotados de contenido analítico– es la apreciación y percepción de la materialidad intangible del espacio abstracto que proporciona la profundidad de la pantalla del ordenador. Con esta consideración el espacio es medible y se puede limitar y en él las formas adoptan la apariencia de un modelo a escala.

En la historia de la representación gráfica arquitectónica se ha buscado una sistematización que permitiera plasmar la idea de la arquitectura en hecho gráfico. La ortogonalidad de una

proyección a escala fue el primer recurso de representación gráfica del ser humano y tuvieron que pasar muchos siglos, para despegar la tercera dimensión del papel. Con los medios gráficos digitales ocurre justo al revés, disponemos de un medio espacialmente infinito y utilizamos proyecciones ortogonales para poder controlarlo. ¿Es esto una contradicción?, en cierto modo sí, pues el medio y el sistema, por su complejidad matemática e infinita, puede superar nuestra capacidad espacial. Para que esto no ocurra, debemos conocer los fundamentos básicos del funcionamiento de la herramienta y utilizarla de forma sistemática con los mismos criterios del lenguaje de los sistemas de representación gráfica.

En cuanto a generación de formas obtenidas por medios digitales se deben definir dos conceptos del ámbito gráfico, que clarifiquen su origen y uso. Por un lado las configuradas superficialmente por líneas o segmentos, como entidades matemáticas de generación vectorial según la geometría euclidiana que son representables gráficamente por los sistemas tradicionales. Por otro la imagen fotográfica digital de las formas generadas. Esta representación se basa en captar una proyección instantánea de la forma en el espacio y aporta una variable más en su definición.

La representación digital 3D, tiene un aspecto que la diferencia sustancialmente de la tradicional y se corresponde con la característica abstracta del medio donde visualizamos la acción gráfica: la pantalla de ordenador. Aquí es donde radica el principal punto de desconexión entre la virtualidad y la realidad física.

La particularidad de reducir las superficies a la disposición geométrica de un determinado número de triángulos, permite la generación de superficies cur-

forms, this is not synonymous with a change in architectural design as some researchers say. The tool may be new but the architectural thinking is unique and is associated with a mental process based on the basic concepts of *firmitas, utilitas and venustas*. This does not prevent the high-tech architectural design, finds a way of generation, expression and representation implicit in their own development and his final morphology.

There are increasingly more experimental projects related to new ways of living, especially in areas with population problems. The design of the future houses, large-scale urban projects and *skyscraper cities*, are now a facet in the field of architecture.

In Europe, technology architecture has a more rational sense and less experimental, the project takes into consideration the constructive aspect related to design. In the 90's, the emerging application of new technologies and experiments to solve space issues, rational and geometric forms were decomposed and distorted, this gave way to Deconstructivism.

With the millennium change was necessary to be in the lead, the U.S. and Asia were regarded as a reference in digital technology architecture. The interpretation of these influences was different depending on the country where it was done, noting Germany, the Netherlands and the UK, as key areas where experimentation did produce most significant formal changes 6, (fig. 3 and 4).

In the U.S., the architectural production has generated a great use of the results of technological research – the evolution of materials in the early twentieth century allowed to raise the large skyscrapers that are the image of his greatness and accomplishments – this is given as a result of the constant transfer of knowledge between different areas.

An example of this is found in aerospace design technology applied to the development of a new organic architecture and sculpture generated in a computer. The main and most striking example of this type of creative hybrids occurs with CATIA software (Computer Assisted Interactive Three-dimensional Application). This representation tool generates a complex formal structure and graphics documentation of the project so that it becomes buildable architecture 7.





7. Auditorio Disney, Los Ángeles, F. Gehry, 2003.  
 8. Modelo Digital, Guggenheim Bilbao, F. Gehry, 1997.  
 7. Disney Hall, Los Angeles, F. Gehry, 2003.  
 8. Digital Model, Guggenheim Bilbao, F. Gehry, 1997.

Asia is the area where in recent years has produced an architectural development faster and in some cases, such as Hong Kong, enormous in terms of built volumes. In areas of high economic activity, but not of socio-economic development are overcrowded areas where comes into contradiction continuous lifestyle and living space, so the formal testing of the architecture is a consequence of new structural systems that allows to build height cities. Shanghai (China), Hong Kong (China), Kuala Lumpur (Malaysia), Singapore, Taiwan and Seoul (South Korea) are the new emerging centers in constant competition to dominate the world trade market and get the height record of the skyline, (Fig. 5).

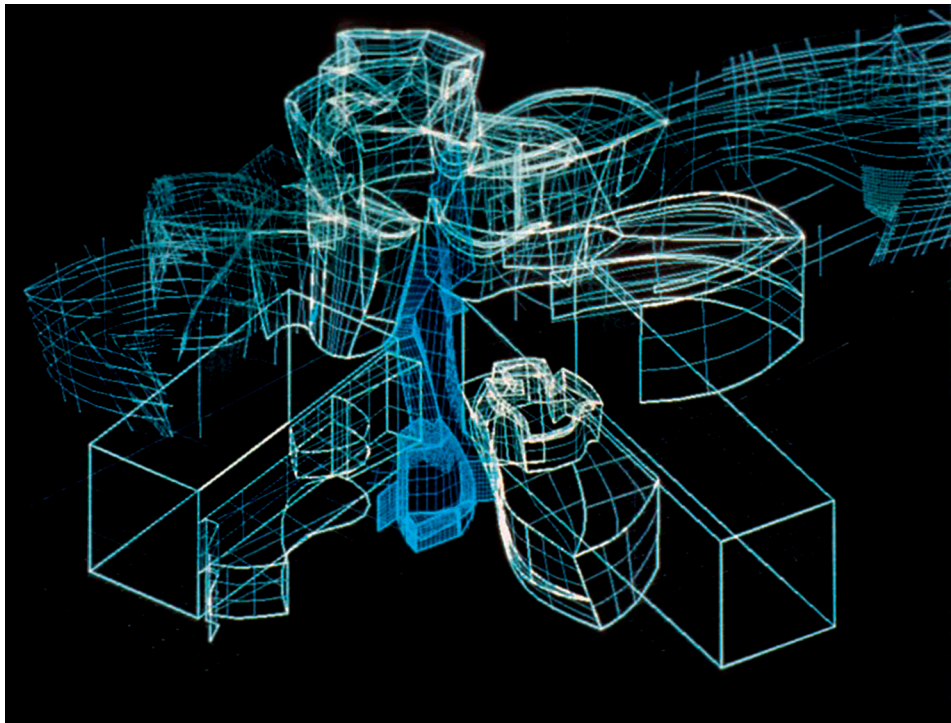
Faced with these emerging countries, Japan, rooted in ancient traditions, is a spearhead in the global technological development over the last decade of the twentieth century. The tradition of Japanese artistic culture has been the looked mirror where part of the formal abstraction developed in the West and has contributed into the concept of spatial functionality of modern architecture. The link with nature and its power over man is an essence that penetrates day by day in European architectural awareness and it's the point of balance in Asiatic confusion, (Fig. 6).

### The control on automated forms in architecture

The real value of the image lies in its ability to transmit information that can not be coded in any other way **8**.

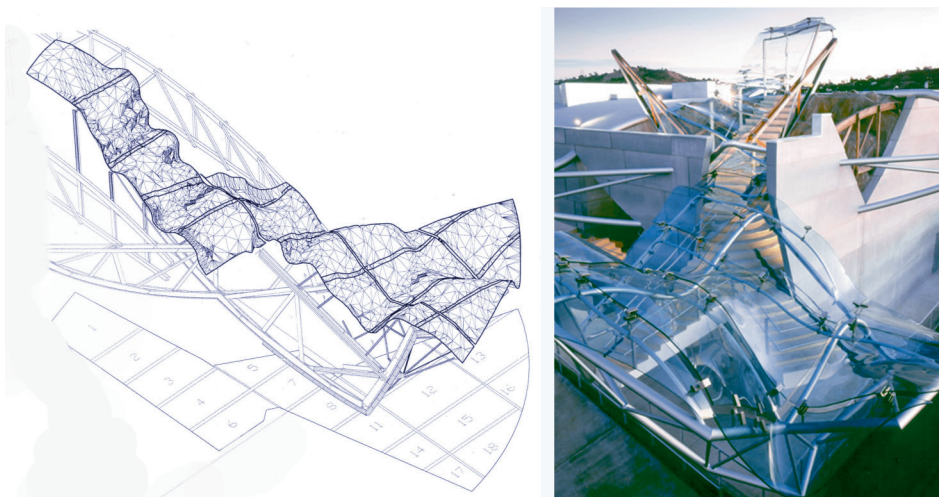
The architectural form is governed by configuration and organization laws to decrypt, arrange, understand and represent it. This precept must be fulfilled regardless of the mechanism of generation in this form. The recognition of the geometry is what allows proper representation and valid for the digital medium as a model equipped with analytical content.

The artificial forms and elements of geometry, are pre-designed, or at least are defined by a set of mathematical parameters that we handle and place in an unlimited space, dark and abstract. This is the moment, recalling the theories of mathematician Alan Turing, the "machine thinks" and begins to trigger the concatenated sequence of operations that define a shape in the virtual space **9**.



vas que proporcionan formas suavizadas, redondeadas o alabeadas. Este tipo de formas da origen, en ocasiones, a elementos de diseño arquitectónico de difícil representación gráfica o de dudosa funcionalidad. Generalmente es el resultado de un intencionado efecto escultórico, esta circunstancia tiene como positiva, la aportación de una investigación morfológica que se traduce en

soluciones constructivas innovadoras. Las reflexiones de Jim Gymp en *Evolution of the digital design process* **10** nos muestran de qué manera se puede llegar a una simbiosis entre diseño y tecnología constructiva. Este es el caso de F. Gehry que ha encontrado una solución constructiva válida para la morfología de su obra arquitectónica, (figs. 7 y 8).



9. Planimetrías e imagen de la Green Umbrella, 1999.

9. Planimetries and image of the Green Umbrella, 1999.

Un ejemplo de convivencia entre arquitectura y experimentación lo tenemos en la obra *Umbrella* de Eric Owen Moss, construida en el año 1999 en Los Ángeles, USA, (fig. 9). Consiste en una gran forma orgánica funciona como cubierta de un gran balcón y es el elemento jerarquizador del conjunto arquitectónico, su condición morfológica no condiciona la funcionalidad del resto del edificio.

La esencia de la creación arquitectónica radica en un programa de necesidades y generar un espacio tridimensional como contenedor material de las funciones programadas. La geometría de las partes que lo forman proporcionará una morfología y ajustada a una medida, proporción y orden compositivo. Llegar hasta esta determinación será posible, si se parte de una abstracción formal que permita el análisis exhaustivo de las respuestas a las necesidades. Distribuir y articular el espacio, de lo genérico a lo concreto, del todo a las partes, o de afuera a adentro, permite sistematizar su representación gráfica para que, posteriormente, sea construido. El desarrollo de esta secuencia de acciones, proporciona el método para diseñar la arquitectura.

Desde la definición arquitectónica de la forma como elemento que materializa el pensamiento arquitectónico, hasta la afirmación de Eisenman

que toma su generación automática como “*acontecimiento impredecible*” existe una dualidad conceptual que aparentemente resulta contradictoria. La forma como geometría se rige por unas reglas científicas y variables gráficas siempre reconocibles, basadas en la línea como medio de expresión. Por el contrario, la forma generada por el ordenador puede resultar aleatoria y aproximarse más a aspectos artísticos y de ideación. Esta forma existe como algoritmo matemático dentro de una secuencia de comandos, pero no se podrá materializar si no se traduce a una geometría representable gráficamente. La propia generación y modelado de estructuras formales digitales supone en sí misma una investigación pues permite resolver, modificar y fijar criterios de relación de las partes del organismo arquitectónico.

La visualización de una determinada estructura geométrica generada y modificada automáticamente según una serie de parámetros numéricos, puede proporcionar un apoyo creativo a la ideación como un primer tanteo o juego donde manipulemos virtualmente las formas. Este aspecto puede resultar peligroso si dejamos que la máquina nos induzca a idear estructuras espaciales de difícil y costosa ejecución constructiva. Valga como ejemplo las imágenes que se exponen: a la

The first major difference is that through the sequences, commands and orders, we *draw* on three-dimensional space, not the two-dimensional. The geometric traces shaping is always of three-dimensional way, so we need to control their perception and position in space. Another element of formal validation of automation—as model with an analytic content—is the appreciation and perception of intangible materiality of abstract space that provides the depth of the computer screen. With this consideration, the space is measurable and can be limited, and the forms have the appearance of a scale model.

In the history of architectural graphic representation has been sought the systematic that allowed a capture the idea of architecture in graphic facts. The orthogonal projection was the first resource for graphic representation of human beings, that needed many centuries to raising off the third dimension of the paper. With digital media, happens just the opposite, we have an infinite space and we use orthogonal projections to control it. Is this a contradiction? Yes, because the medium, the system and its infinite mathematical complexity, can overcome our space capabilities. To prevent this from happening, we must know the basics of operating the tool and use it consistently with the same criteria as the language of graphic systems.

In the terms of generation by digital media forms, should be defined two concepts, which clarify their origin and use. On one hand the surface configurations of lines or segments, such as vector generation mathematical entities as Euclidean geometry can be represented graphically by traditional systems. On the other the digital photo image of generated forms. This representation is based on an instant capture of a projection in space that provides a variable in its definition.

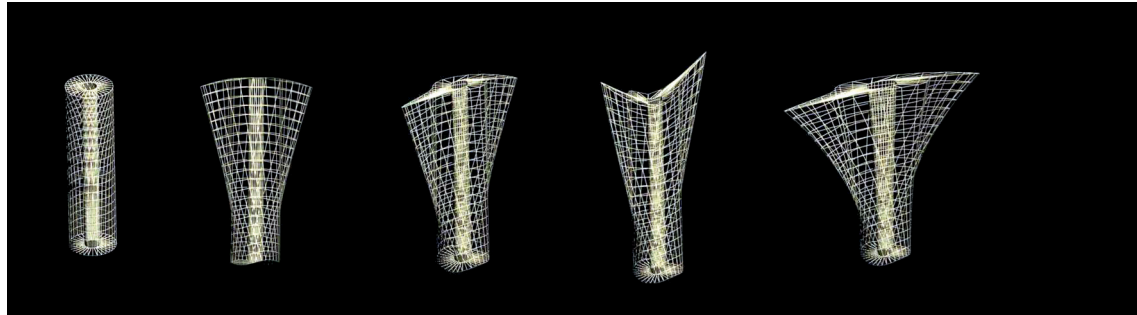
3D digital representation is substantially different from the traditional; correspond to the abstract characteristic of the environment where we visualize graphic action: the computer screen. Here is the main point of desconexion between virtuality and physical reality.

The particularity to reduce surfaces to the geometric arrangement of a number of triangles, allows the generation of curved surfaces that provide ways smooth, round or warped. This



10. Evolución paramétrica de una forma automática, imagen del autor.

10. Development of an automatic parametric form. (Author's image).



type of forms gives rise, at times, to elements difficult or dubious architectural functionality. Usually it is the result of an effect sculptural deliberated, is the contribution of morphological research results in innovative construction solutions. The Jim Gymph reflections on *Evolution of the digital design process* 10 show us how you can reach a symbiosis between design and construction technology. This is the case of F. Gehry that has found a constructive solution valid for the morphology of his architectural work, (Fig. 7 and 8).

We can observe an example of coexistence between architecture and experimentation in the work we Umbrella Eric Owen Moss, built in 1999 in Los Angeles, USA, (Fig. 9). It consist In an organic form that serves as cover of a large balcony and is the hierarchical element of architectural, its morphology does not influence the functionality of the rest of the building. The essence of architectural creation is in a program of needs and to generate three-dimensional space as a container material of the programmed functions. The geometry of the parts will provide morphology and a measure, proportion and compositional order. Reaching this determination will be possible if part of a formal abstraction that allows the comprehensive analysis of responses to needs. Distribute and articulate the space, of the generic to the particular, of whole to parties, from outside to inside, allows to systematize its graphical representation to its built. The development of this sequence of actions provides the method for designing the architecture.

From the architectural definition of the form as an element that embodies the architectural thought, to Eisenman assertion which takes its automatic generation as "unpredictable event", there is an apparently contradictory conceptual duality. The form as geometry is governed by rules of scientific and graphic variables always recognizable, based on the line as means of expression. By contrast, the shape generated by the computer may be random and be closer to the artistic aspects of

geometría inicial de una forma tubo, determinada por la dimensión de sus radios y su altura, se le aplican diferentes parámetros modificadores de manera libre. Las alteraciones geométricas aplicadas se guían, únicamente, por la intención de evocar estructuras que morfológicamente sugieran, perceptivamente, una edificación en altura, (fig. 10).

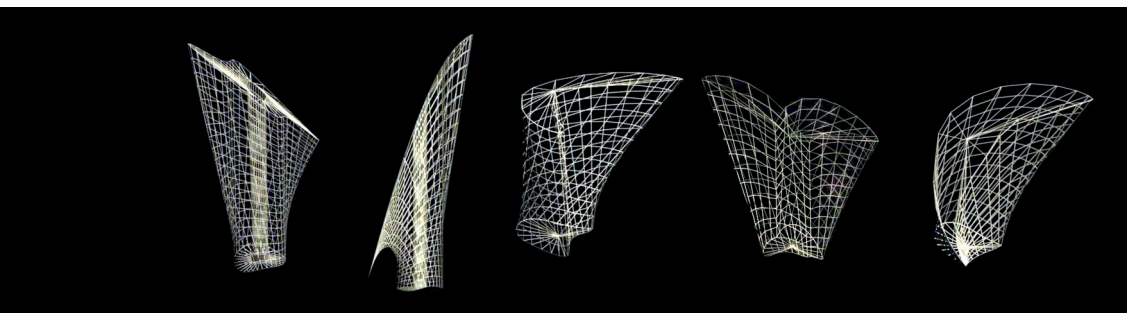
## Conclusiones

Desde la última década del siglo XX, la sociedad de la tecnología está consiguiendo unas cotas de poder sobre el aparente progreso de la humanidad, que enmascaran la realidad que vivimos. Sería conveniente establecer un debate y fijar los parámetros de desarrollo de la nueva arquitectura, generada y comprometida en su morfología con la Hight Tech, necesaria en el diseño pero alejada, algunas veces, de su finalidad funcional.

Al igual que ha ocurrido en las grandes etapas culturales de la vida del hombre, la manifestación del poder de la tecnología sobre la naturaleza se realiza con la invención de artificios revolucionarios, descubrimientos científicos y obras monumentales de ingeniería y arquitectura que han servido de referente a la sociedad de la época y a la vez han sido vestigios para las generaciones posteriores. La cultura tecnológica del hombre, de una forma u otra, ha favorecido al bienestar y al progreso o, al menos, al mantenimiento de sus sociedades.

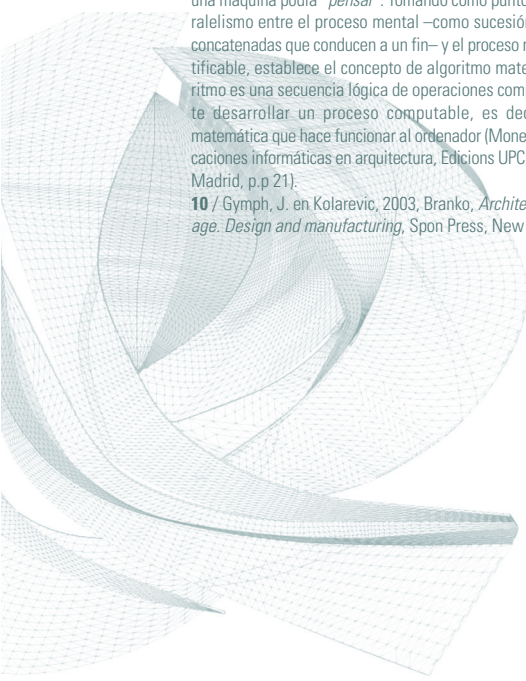
Hoy, más que nunca, pertenecemos al modelo de sociedad tecnológica y cibernética, narrado en la ficción científica y en la robótica, de hecho, cuando los sistemas que sustentan un proceso fallan, se produce el caos tecnológico. La arquitectura, como tecnología de la construcción, desde el mito de la cabaña ha evolucionado científicamente, por ello, si no está vinculada a las nuevas tecnologías y a las nuevas maneras de representarla se considera "muerta" o pobre de recursos científicos. Centrándonos en los cambios que ha supuesto el uso del software, dedicado al diseño arquitectónico, el tema de reflexión resulta muy importante y debe partir del contexto donde se proyecta el elemento construido. Estas reflexiones, comunes dentro del ámbito doméstico de la tecnología, son escasas en el entorno de la proyección arquitectónica.

Numerosos estudiosos han realizado previsiones del impacto psicológico de las nuevas tecnologías y su evolución, pero todavía no existe un estudio sobre el nuevo espacio que comienza a gestarse desde la inteligencia artificial del ordenador. Los análisis efectuados por estudiosos del tema, en ocasiones, se centran en mostrar fascinación ante la nueva tecnología. Extraer conclusiones de un hecho que discurre por un camino sin barreras, al menos aparentes, y de total aceptación, es muy complejo. La perspectiva histórica, desde un futuro cercano, será la que permita conocer realmente el alcance de esta transformación en la arquitectura y definirla estilísticamente. ■



NOTAS

- 1 / Roth, Leland M., 1999, *Entender la arquitectura*, Gustavo Gili, Barcelona.
- 2 / Kahn, Louis, 1965, *Remarks*, in *The Yale Architectural Journal*, vol. 9, p. 305.
- 3 / P. Eisenmann en Sainz, Jorge, *Plieges generativos, El ordenador en el estudio de Eisenman*, Arquitectura nº 39, 1994
- 4 / Según James Steele, nos encontramos en un momento donde «el determinismo tecnológico, que se basa en la creencia de que cualquier beneficio social depende enteramente de la invención científica, pone su acento en la innovación, en lugar de en sus consecuencias». (Steele, James, 2001, *Arquitectura y revolución digital*, Gustavo Gili, México, pp. 11.)
- 5 / Ken Sanders, 1998, *El arquitecto digital. La tecnología informática en el ejercicio de la arquitectura*, Eunsa.
- 6 / Ibelings, Hans, 2000, *Paisajes artificiales*, Gustavo Gili, Barcelona, p 10-18.
- 7 / En 1976, IBM lanzó al mercado su 2250 Graphics Display System, (Sistema de Visualización de Gráficos 2250), uno de los primeros ordenadores capaces de aceptar gráficos vectoriales CAD. En 1982, la firma anunció la primera versión del sistema de diseño mecánico CATIA. Este sistema fue desarrollado para añadir capacidades de representación de superficies a un sistema de diseño preexistente en una maqueta aeronáutica por medio del intercambio de información digital. Este software ha sido utilizado en el diseño y construcción de los cazas reactores Mirage, Rafale y Falcon. En el campo de la arquitectura Frank Gehry ha sido su principal usuario. (Piquer, J.C., 2007, *Los modelos digitales en la arquitectura: desarrollo del proyecto e investigación patrimonial*, Tesis doctoral, Valencia, p. 83)
- 8 / Gombrich, E.H. 1993, *La imagen y el ojo*, Alianza Forma, Madrid, p.17.
- 9 / El británico Alan Turing (1912–1954), investigó de que manera una máquina podía “pensar”. Tomando como punto de partida el paralelismo entre el proceso mental –como sucesión de operaciones concatenadas que conducen a un fin– y el proceso matemático cuantificable, establece el concepto de algoritmo matemático. Un algoritmo es una secuencia lógica de operaciones complejas que permite desarrollar un proceso computable, es decir la secuencia matemática que hace funcionar al ordenador (Monedero, Javier, *Aplicaciones informáticas en arquitectura*, Edicions UPC, Barcelona, 1999, Madrid, p.p 21).
- 10 / Gymph, J. en Kolarevic, 2003, Branko, *Architecture in the digital age. Design and manufacturing*, Spon Press, New York, pp. 82-100.



ideation. This form exists as a mathematical algorithm into a script, but won't be able materialize unless it be translated to a geometry that representable graphically. The generation and digital modeling of formal structures is in itself an investigation because it allows to solve, modify, and set criteria for relationship of parts of the architectonic organism.

The display of a particular geometric structure generated and modified automatically based on a series of numerical parameters, can provide creative support to the conception as a first score or game where virtually manipulate forms. This aspect can be dangerous if we let the machine induces us to devise spatial structures of difficult and costly implementation. Take for example the images that are presented: the initial geometry of a tube determined by the size of its radius and height, are applied different parameters freely. The applied geometric alterations are guided only by the intention to evoke morphological structures that suggesting, perceptually, a building height (Fig. 10).

### Conclusions

Since the last decade of the twentieth century, the technology society is reaching power levels over the apparent progress of humanity, which masks the reality that we live. There should be a debate and set the parameters for development of the new architecture, committed with the High Tech, needed in the design but sometimes far away of their functional purpose.

As has happened in the major cultural stages of human life, the manifestation of the power of technology over nature is done with the invention of revolutionary devices, scientific, engineering works and architectural monuments that have served as a reference to the society of his time and for future generations. The technological culture of man, in one way or another, has contributed to the welfare and progress, or at least to maintaining their societies. Today more than ever, we belong a technological

model society, narrated in science fiction and in robotics, in fact, when the process system support fail, is produced the chaos technological.

Architecture, such as construction technology, from the myth of the cabin has evolved scientifically, so if is not linked to new technologies and new ways of representing, it is considered “dead” or poor scientific resources. Focusing on the change that has meant the use of architectural design software, the issue is very important and must start from the context in which the constructed element is projected. These reflections are common within the technology realm but scarce in architectural design.

Many scholars have made provisions of the psychological impact of new technologies and its developments, but there is still no study on the new space that begins to take shape from the computer's artificial intelligence. Draw conclusions from a fact that runs along a road without barriers, at least apparently, and total acceptance, it is very complex. The historical perspective, from the near future will allow really know the extent of this transformation in the architecture and define stylistically. ■

NOTES

- 1 / Roth, Leland M., 1999, *Entender la arquitectura*, Gustavo Gili, Barcelona. Roth, Leland M., 1999, , Gustavo Gili, Barcelona.
- 2 / Kahn, Louis, 1965, *Remarks*, in *The Yale Architectural Journal*, vol. Kahn, Louis, 1965, , vol. 9, p. 9, p. 305. 305.
- 3 / P. Eisenmann at Sainz, Jorge, *Plieges generativos, El ordenador en el estudio de Eisenman*, Arquitectura nº 39, 1994
- 4 / According to James Steele, we are in a time where “technological determinism, which is based on the belief that any social benefit depends entirely on scientific invention, puts its emphasis on innovation, rather than on their consequences”. (Steele, James, 2001, *Arquitectura y revolución digital* , Gustavo Gili, México, pp. 11.)
- 5 / Ken Sanders, *El arquitecto digital. La tecnología informática en el ejercicio de la arquitectura*, 1998, Eunsa.
- 6 / Ibelings, Hans, 2000, *Paisajes artificiales*, Gustavo Gili, Barcelona, p 10-18.
- 7 / In 1976, IBM launched its 2250 Graphics Display System, one of the first computers able to accept CAD vector graphics. In 1982, the firm announced the first version of CATIA mechanical design system. This system was developed to add capabilities to represent surfaces to a pre-existing design in a model aircraft through the exchange of digital information. This software has been used in the design and construction of reactors Mirage fighter, Rafale and Falcon. In the world of architecture, Frank Gehry has been the main user. (Piquer, JC, 2007, *Los modelos digitales en la arquitectura: desarrollo del proyecto e investigación patrimonial*, Tesis doctoral, Valencia, p. 83)
- 8 / Gombrich, EH 1993, *La imagen y el ojo*, Alianza Forma, Madrid, p.17. Gombrich, EH 1993, , Alianza Forma, Madrid, p.17.
- 9 / The British Alan Turing (1912-1954), investigated how a machine could “think.” The parallelism between the mental process (such as concatenated sequence of operations leading to an end) and measurable mathematical process allowed him to establish the concept of mathematical algorithm. An algorithm is a logical sequence of complex operations that can develop a computable process, ie the mathematical sequence the computer needs to run. (Monedero, Javier, *Aplicaciones informáticas en arquitectura*, Edicions UPC, Barcelona, 1999, Madrid, pp 21).
- 10 / Gymph, J. Gymph, J. en Kolarevic, 2003, Branko, *Architecture in the digital age. Design and manufacturing*, Spon Press, New York, pp. 82-100.