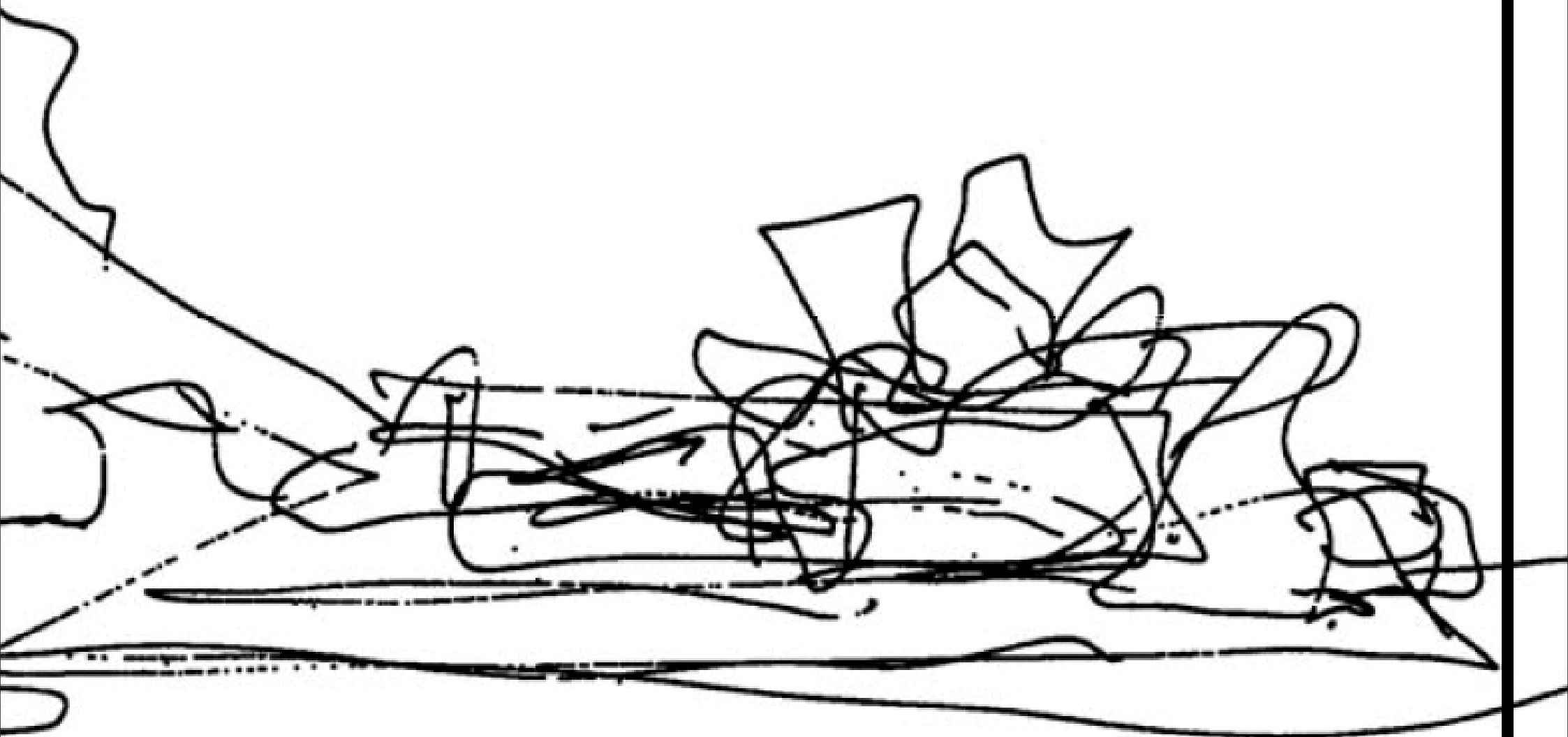


HOMBRE/MAQUINA
diseño manual vs diseño digital



e s t u d i a n t e s
fiorella de munno
maria gimena musselli

t u t o r e s
arq.marcelo payssé
arq.juan pablo portillo

c u r s o o p c i o n a l
realidad virtual en arquitectura

Facultad de Arquitectura
U d e l a R , 2 0 1 3

c a r a t u l a
guggenheim de bilbao
arq. frank o. ghery

INTRODUCCION.....	1
ETAPAS DEL PROCESO DE DISEÑO ARQUITECTONICO.....	2
_Análisis.....	2
_Conceptualización.....	2
_Formulación del proyecto.....	2
DISEÑO TRADICIONAL.....	3
_Tipos de perspectivas.....	3
_Perspectiva cónica.....	3
_Perspectivas axonométricas.....	3
DISEÑO DIGITAL.....	5
_Programas de diseño asistido.....	6
COMPARACION.....	11
_Virtudes.....	11
_Diseño digital.....	11
_Diseño tradicional.....	12
_Contras.....	12
_Diseño digital.....	12
_Diseño tradicional.....	13
FRANK O. GEHRY.....	14
CONCLUSION.....	16
ANEXO.....	18
CITAS.....	19
BIBLIOGRAFIA.....	21
BIBLIOGRAFIA DE IMAGENES.....	23

El presente trabajo surge como derivación del curso opcional "Realidad Virtual en Arquitectura" dictado por el DepInfo en el segundo semestre del año 2010, cuyo programa planteaba la profundización de conceptos relacionados con el dibujo inteligente. En base a esta premisa es que decidimos desarrollar en nuestra tesina el tema "Hombre/Máquina" centrándonos en el método de diseño arquitectónico tradicional vs el digital.

Nuestro objetivo consiste en entender y comparar cómo se resuelven las distintas etapas del diseño arquitectónico según las herramientas utilizadas, además de valorar cómo estas herramientas son aplicadas en la obra de un arquitecto en particular, para lo cual elegimos a Frank O. Gehry.

*“El impacto de la cibernética sobre la arquitectura no es solo instrumental, sino que constituye un nuevo marco teórico para poder pensar y proyectar (...) Aquello que durante el SXX se entendía como un proceso teleológico lineal deductivo basado en la identificación de una causa y su efecto se convierte en un proceso inductivo con una aproximación sistemática y circular que se retroalimenta y que da prioridad a lo performativo frente a lo meramente descriptivo”.*¹

Como plantea Lluís Ortega en el fragmento anteriormente citado de la introducción del libro “La Digitalización toma el mando”, el diseño digital permite un desarrollo dinámico en cada una de las etapas del proyecto, pudiendo obtener un acercamiento más ágil y minucioso del proyecto en cada una de ellas, permitiendo de esta manera avanzar y retroceder sin mayores dificultades.

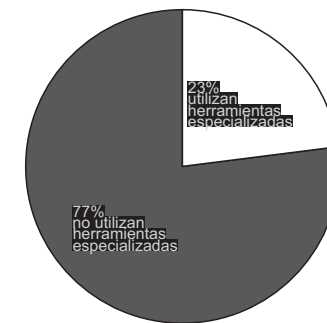
Por otro lado con el método tradicional, aunque se puede lograr el mismo proceso, al ser éste desarrollado en base a una secuencia de actos, es más difícil volver hacia atrás una vez que se avanzó una fase, por lo que esto requiere de una mayor cantidad de tiempo y dinero.

A pesar de lo diferente que resultan ser las características de cada método, el límite entre éstos no está muy definido, ya que si bien se puede proyectar utilizando sólo uno de ellos, también es posible combinarlos.

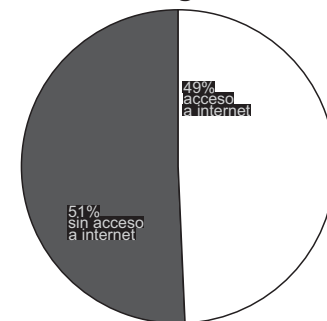
Es un hecho que hoy en día la computadora ha dejado de ser un objeto de confort en el hogar. Ayudado por la masificación del acceso a Internet, el ordenador pasa a ser una herramienta de trabajo y de comunicación. Según la Encuesta Usos de las Tecnologías de la Información y Comunicación del año 2010 realizada por el INE (Instituto Nacional de Estadísticas) la Agencia de Gobierno Electrónico y la Sociedad de la Información, el 68.6% de la población reside en hogares con al menos una computadora personal, el 49.3% tiene acceso a Internet y un 23% usa herramientas especializadas para diseño.

¿Tendrá como consecuencia esta gran masificación de la tecnología la obsolescencia del método tradicional o éste seguirá vigente?

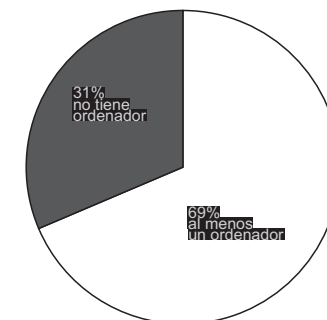
Herramientas de diseño



Hogares con conectividad



Ordenadores en el hogar



ETAPAS DEL PROCESO DEL DISEÑO ARQUITECTONICO

A modo general, definimos tres etapas dentro del proceso de diseño arquitectónico, las que englobarán varias tareas con el fin de simplificar la comparación:

Análisis

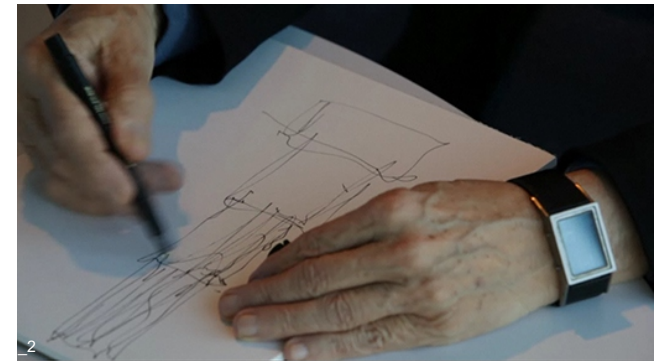
Esta primera etapa se refiere a la investigación previa al proyecto, en donde se pautan los lineamientos básicos con los cuales se va a seguir en la etapa siguiente.

En primera instancia se llevan a cabo las reuniones con el cliente, se plantea el programa, las intenciones básicas y el límite presupuestario. Se analiza el terreno elegido (regularidad, orientación, etc.), se toman en cuenta las normativas, la relación que pueda tener el edificio con los alrededores, etc.



Conceptualización

Se plasman las ideas surgidas del análisis anterior y se hace el planteamiento de las mismas hacia el cliente mediante croquis conceptuales y sin escala. En esta etapa se debe asumir una postura reflexiva, teniendo en cuenta las devoluciones del cliente en cuanto a posibles ajustes.



Formulación del proyecto

Corresponde a la etapa de anteproyecto, donde se desarrolla una de las ideas sugeridas en la etapa anterior, sin llegar al detalle y teniendo en cuenta las modificaciones que pudiera haber hecho el cliente. Se realiza maqueta o imagen 3D para prefigurar la volumetría y su relación con el contexto existente, así como planos con cierto grado de definición como paso previo al proyecto ejecutivo.

La base de este método es el dibujo a lápiz. Aunque éste sigue siendo el origen de la proyectación, hoy en día su uso se ve reducido a la fase inicial y para plasmar las ideas antes de ser dibujadas en algún programa CAD a modo de borrador. Este método requiere de cierta destreza para poder materializar los espacios.

Según Quaroni, la perspectiva es un medio para expresar el objeto real.

*“La geometría es pues el instrumento con el que delimitamos, cortamos, precisamos y formamos el espacio, que como hemos dicho es el material de base de la arquitectura (...) Es el medio gráfico para transmitir y comunicar, antes, durante y después, de la construcción, la idea proyectual y la estructura arquitectónica del edificio”.*²

Para realizar los planos, y que sean entendidos por cualquier persona, es necesario contar con cierto conocimiento técnico. Es preciso tener dominio de los métodos de representación para dibujar correctamente: perspectivas, plantas, alzados, fachadas, etc. En estas piezas, la información y las especificaciones para poder entender el proyecto son agregadas mediante notas en el mismo dibujo, requiriendo de una extrema prolijidad para que resulten legibles y que no impidan el correcto entendimiento del plano.

TIPOS DE PERSPECTIVAS

Perspectiva Cónica

La perspectiva cónica es un sistema de representación gráfica, que se determina por la proyección de un volumen de tres dimensiones sobre un plano bidimensional. Esta proyección se representa a través de rectas convergentes.

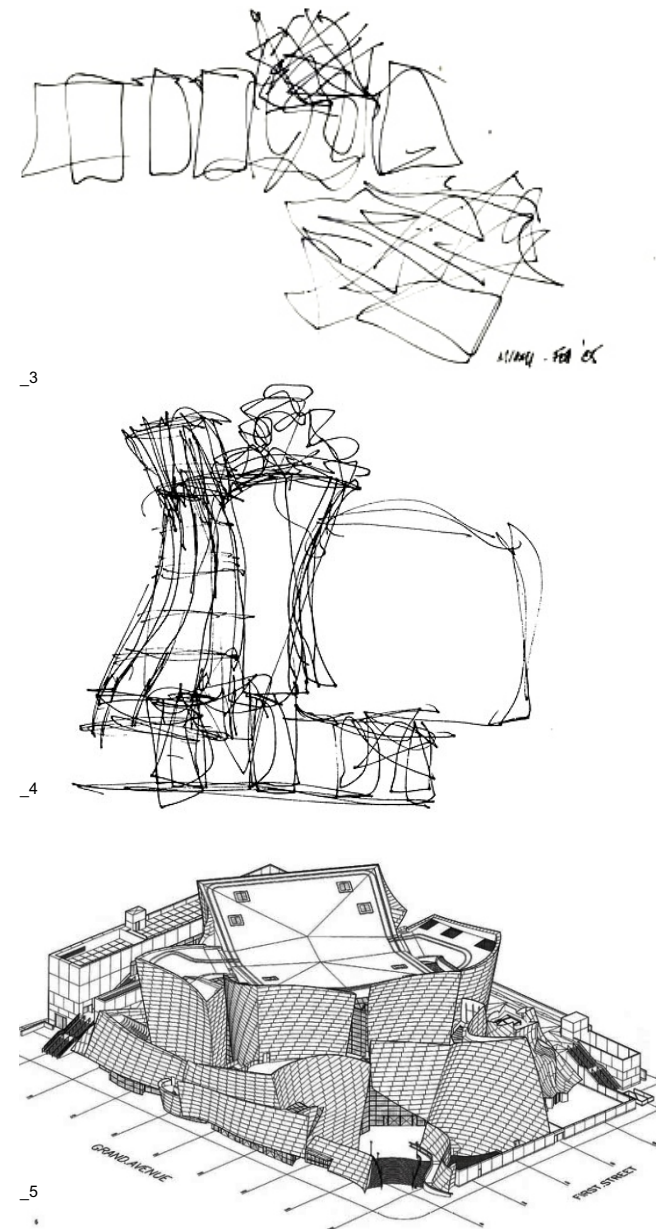
Este sistema de representación logra una profundidad que permite visualizar la posición de cada elemento en el espacio, es por eso que es la que más se asimila a la visión humana.

Perspectiva axonométrica

La axonometría consiste en la representación de volúmenes o elementos geométricos en un plano a través de proyecciones surgidas de tres ejes ortogonales, de manera tal que se mantiene las proporciones de altura, ancho y longitud. Dentro del sistema axonométrico se encuentran las axonometrías ortogonales y las oblicuas. Ambas se diferencian por la dirección de los rayos de proyección respecto del plano en el que se proyectan.

Axonometría Ortogonal

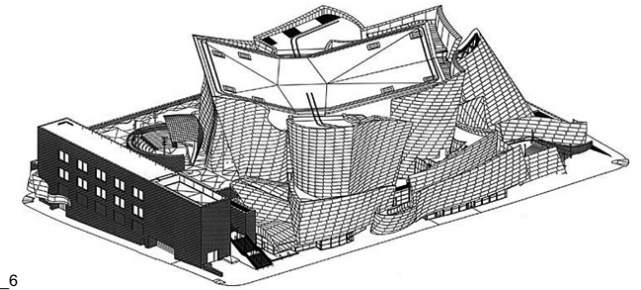
Dentro de este sistema axonométrico se clasifican tres tipos de perspectivas, la isométrica, la dimétrica y la trimétrica. Estas quedan definidas según los ángulos que forman los ejes de



Axonometría Oblicua

En esta proyección los rayos son paralelos y con una dirección oblicua al plano de proyección. Dos de los ejes de referencia (X,Y,Z) son paralelos al plano de proyección y el tercero es perpendicular al mismo.

Se determinan 2 tipos de proyecciones oblicuas, según cual sea el plano coordenado que sea paralelo al plano de proyección, Caballera y Militar (*ver anexo*).



_6

Las tecnologías digitales constituyen un cambio de paradigma, haciendo posible una nueva aproximación a las ciudades y al urbanismo.

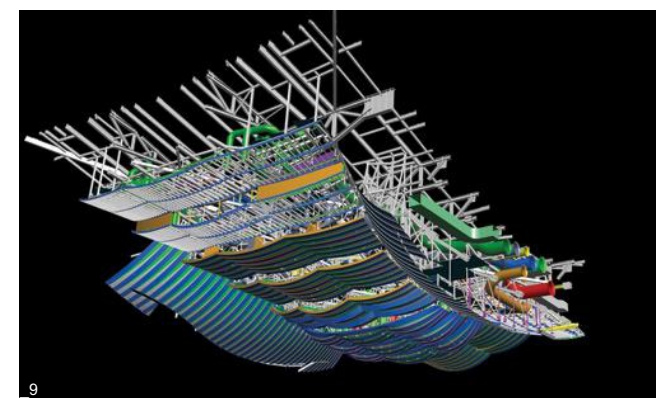
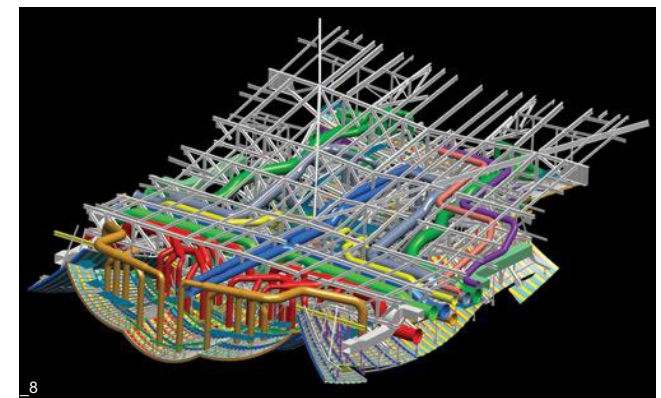
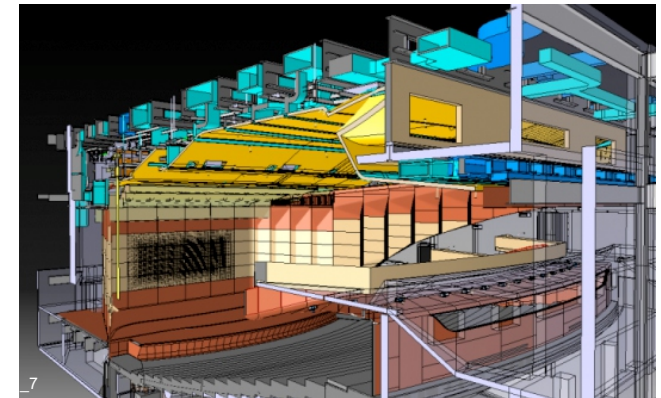
“El impacto de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la arquitectura (...) se remonta a la década de 1970, cuando la cibernética se introdujo con fuerza en la discusión del ámbito arquitectónico. Desde entonces, el impacto de las TIC en la arquitectura ha sido objeto de reflexión, generando alguno de los debates más vivos y polémicos de la disciplina”.³

La causa que llevó a introducir la arquitectura al mundo digital fue la indiscutible necesidad de contar con una ayuda externa que complementara los recursos tradicionales para entender el proyecto. Actualmente el método análogo resulta algo rudimentario e insuficiente al momento de visualizar el diseño al detalle. Por otro lado, la representación a escala 1:1 que cumpliría con esta característica, es sin lugar a dudas inviable económicamente. Asimismo, el mercado también influyó de sobremanera en la introducción del ordenador como herramienta de diseño ya que para el cliente es necesario poder visualizar el edificio antes de invertir en el mismo.

“El proyecto arquitectónico es una construcción virtual, un conjunto creado por partes abstractas interpretadas y combinadas según unas convenciones de proyección y representación. Ahora el ordenador destruye las representaciones bidimensionales del arquitecto e incrementa a la vez la distancia entre éstas y la realidad tridimensional del edificio. (...) En el modelado por ordenador, el arquitecto trabaja directamente en una representación tridimensional del propio objeto. En el espacio virtual del ordenador es posible avanzar y retroceder rápidamente (o incluso trabajar simultáneamente) desde la proyección bidimensional al objeto tridimensional”.⁴

El diseño digital da la oportunidad de conocer la arquitectura desde la experimentación y permite tener un acercamiento más real de la misma. Su representación, que en el dibujo tradicional a mano resultaba ser una imagen rígida y estática, pasa a ser un conjunto de sensaciones que surgen de recorridos virtuales, imágenes hiperrealistas, simulaciones de luz, etc. Estas piezas permiten comprobar la volumetría del edificio, los materiales elegidos y la integración del mismo al contexto preexistente, entre otros. La posibilidad de visualizar el proyecto tridimensionalmente y así analizarlo desde cualquier punto de vista proporciona una idea cabal del diseño antes de ser construido. Esto lleva a disminuir los errores de diseño y los costos que puedan surgir de ellos.

Por consiguiente, con el método digital se puede lograr un diseño minucioso y más complejo sin dejar de ser estudiado a cualquier escala y de tener una visión global del mismo en todo momento. Como escribe Stan Allen en *“Velocidades terminales: El ordenador en el estudio de diseño”*⁵, la tecnología digital impuso un “nuevo realismo” sin imperfecciones, lo que dio lugar al surgimiento de nuevas técnicas de visualización en la arquitectura. Estas simulaciones sumamente realistas lleva-



rían a eliminar los errores de diseño.

*“Ya hace más de una década desde que se llevaron a cabo los primeros experimentos que emprendieron una serie de procesos nuevos de diseño en arquitectura. Dirigida por profesionales y teóricos como Frank O. Gerhy, Greg Lynn, Bernard Cache, las escuelas de arquitectura estadounidenses (Columbia, SCI-Arc y UCLA, entre otras) fueron las primeras en reequipar su infraestructura tecnológica y sus métodos docentes. (...) El ordenador hizo que la complejidad pareciera sencilla y los diseñadores se dejaron fascinar por la nueva plasticidad que permitían las técnicas de modelado fluido. (...) Lo que en principio había sido un experimento radical acabó convirtiéndose en producto de masas al seguir otras escuelas las sendas de los primeros exploradores. Los jóvenes profesores que sabían de ordenadores se encontraron con una gran demanda profesional y el aprendizaje del uso de la tecnología digital se convirtió en parte integral de la educación arquitectónica”.*⁶

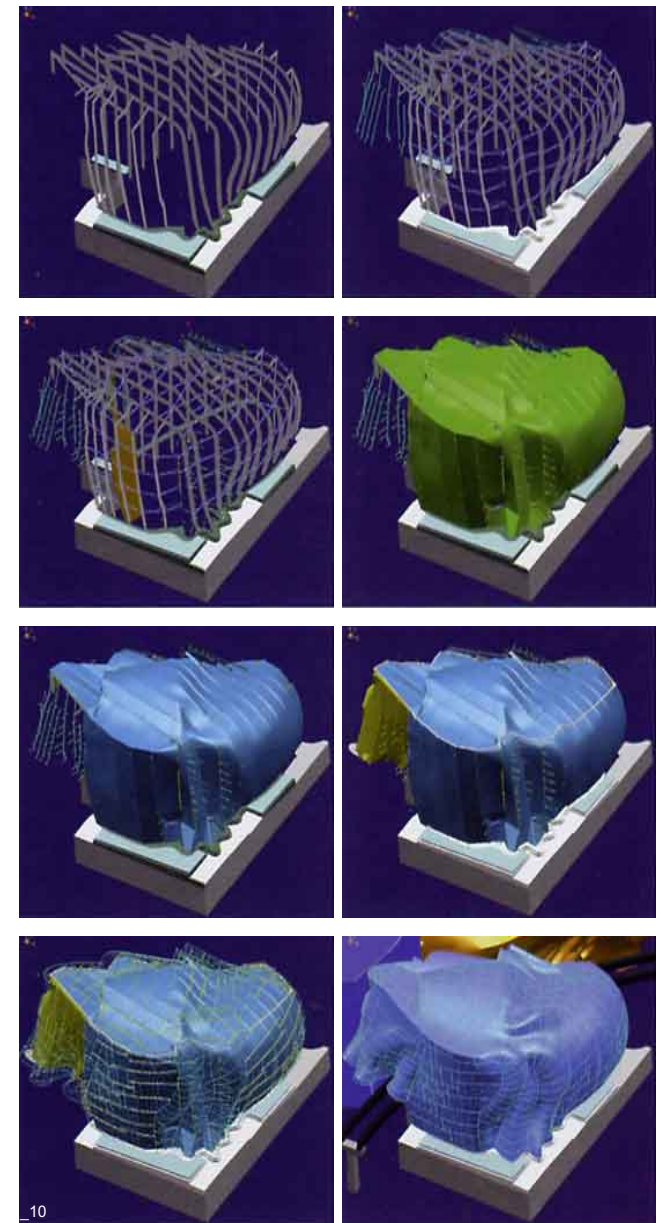
Programas de diseño asistido

Como plantea Stan Allen, los programas CAD han introducido cambios importantes en el ejercicio del diseño: *“El primero es el uso renovado de la perspectiva, que antiguamente se tenían que dibujar laboriosamente a mano, pero que ahora se generan sin esfuerzo. El segundo es el uso del color. En el ordenador, el color o bien es extravagantemente falso o bien intenta simular representaciones fotográficas a través de sofisticados programas de rendering que incluye los reflejos, la transparencia o la aplicación de texturas superficiales. En ambos casos, la facilidad para conseguir efectos seductores sigue desbordando cualquier intento de cuestionar la relación entre los medios de representación y la instrumentalidad arquitectónica”.*⁷

Los programas de diseño asistido CAD (Computer Aided Design) según la definición de wordpress, son básicamente una *“base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc.) con la que se puede operar a través de una interfaz gráfica. Permite diseñar en 2 o 3 dimensiones mediante geometría alámbrica, esto es, puntos, líneas, arcos, splines (curva definida a trozos mediante polinomios); superficies y sólidos para obtener un modelo numérico de un objeto o conjunto de ellos”.*⁸

En sus comienzos este programa se centraba en el dibujo técnico en dos dimensiones como forma de sustituir la mesa de dibujo, reduciendo el tiempo del mismo e incluyendo la ventaja de guardar los planos de forma ordenada.

*“Se podría comparar a las ventajas de los primeros procesadores de textos frente a la máquina de escribir”.*⁹



Inicialmente éste estaba destinado a un grupo de usuarios reducido ya que para hacer uso del mismo era necesario contar con un hardware adecuado. Gracias a su potencial y al creciente uso de esta herramienta por parte de grandes empresas, se comenzaron a incluir las 3 dimensiones, las formas complejas y los sólidos.

*“Hemos pasado de tener una representación de un plano en pantalla a tener un modelo virtual del que podemos obtener datos, montar en otros modelos, hacerlo adaptativo, imprimirlo, fabricarlo”.*¹⁰

El proceso de diseño en CAD según wikipedia¹¹ consta de 4 etapas:

Modelado geométrico: se construye un modelo geométrico con comandos que crean líneas, superficies, letras, o las modifican.

Análisis y optimización del diseño: una vez establecidas las propiedades geométricas se analizan las propiedades físicas del modelo (esfuerzos, deformaciones, vibraciones).

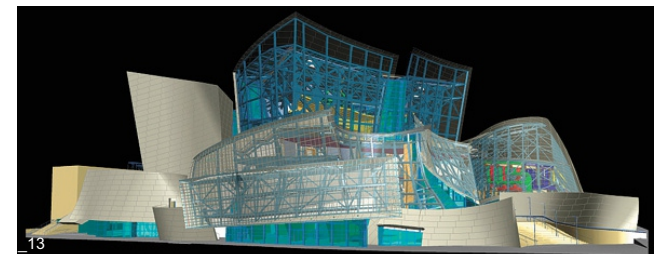
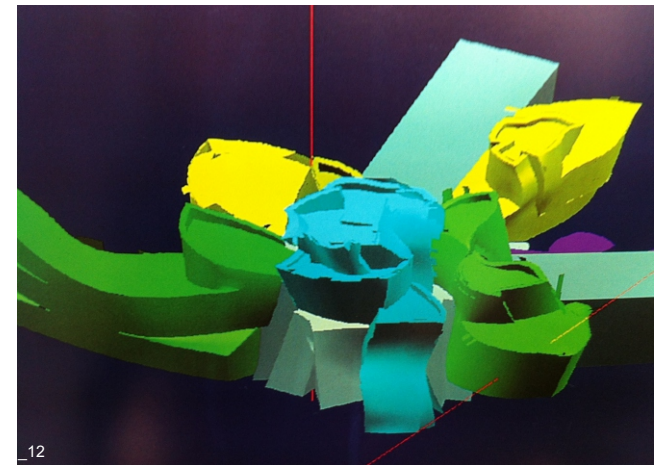
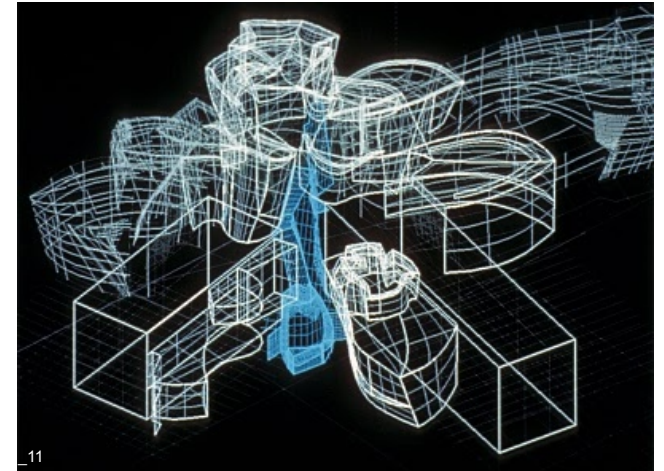
Revisión y evaluación del diseño: se comprueba si existen interferencias entre las partes, para lo que se utilizan programas de animación.

Documentación y dibujo (drafting): Se producen vistas diferentes del objeto con los detalles correspondientes.

*“En lugar de generar un número finito de representaciones para construir un objeto (ya sea en la mente o en el mundo real), tenemos ya un objeto (formado por un gran número de elementos individuales) capaz de generar un número infinito de representaciones de sí mismo. Como consecuencia, el efecto de trabajar con ordenador se vuelve acumulativo. No se pierde nada. Continuamente se añaden elementos y detalles, se ordenan y se archivan, todo ello en perfecta transparencia. Las partes ya no están necesariamente integradas en el todo. Se puede acceder a cualquier elemento en cualquier momento, independientemente de lo que le haya ocurrido alrededor. En lugar de proceder siempre de lo general a lo particular el diseñador se mueve del detalle al conjunto y del conjunto al detalle, invirtiendo potencialmente las jerarquías tradicionales del diseño. El estatus del dibujo, y el propio proceso de diseño a su vez, sufre una transformación”.*¹²

Cuando los sistemas CAD se conectan a equipos de fabricación conforman un sistema integrado CAD/CAM (CAM, Computer Aided Manufacturing). Los equipos CAM eliminan los errores del operador y como consecuencia reducen los costos de mano de obra.

“Gracias a la integración entre el diseño computarizado, la producción y las tecnologías de transmisión directa de archivo informático a fábrica productora, los objetos diseñados y dimensionados en una pantalla de ordenador se pueden construir automáticamente con maquinaria robotizada, como



si se imprimieran, en 3 dimensiones, sin intervención humana alguna. Aún no podemos producir catedrales góticas de esta manera, pero, con sus límites y bajo ciertas condiciones, la producción de prototipos, la esterolitografía, la maquinaria de torneado CNC y otras herramientas de producción controladas digitalmente ya pueden traer a la vida los diseños digitales, por decirlo de alguna manera, y traducir archivos digitales directamente a objetos tridimensionales.(...) pueden introducirse variaciones individuales sin ningún coste adicional...”¹³

Los programas de modelado de información para la edificación BIM (Building Information Modeling) son la evolución de los programas CAD. Constituyen un “Proceso de generación y gestión de datos del edificio durante su ciclo de vida utilizando software dinámico de modelado de edificios en tres dimensiones y en tiempo real, para disminuir la pérdida de tiempo y recursos en el diseño y la construcción”.¹⁴

La información ingresada de diseño, materiales y costos se almacena en una única base de datos computables e interrelacionados entre sí, lo que facilita al usuario visualizar, simular y analizar cómo se vería el proyecto finalizado para proponer alternativas.

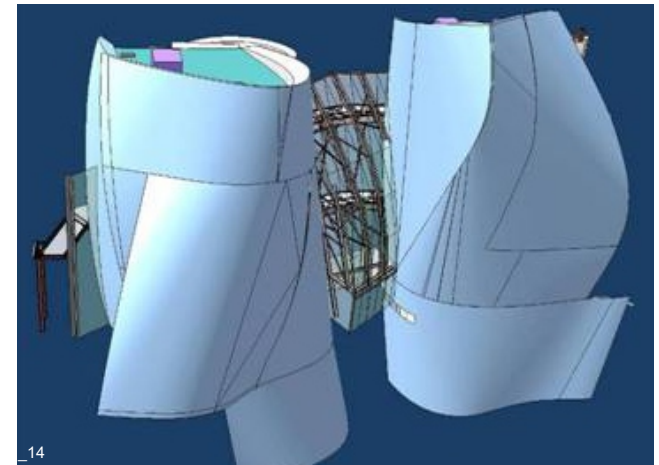
Los objetos están modelados solo una vez en el archivo y a partir de ellos se pueden obtener varias representaciones (corte, planta, fachada, etc).

Los BIM posibilitan realizar cambios en cualquier vista y actualizarla en las demás, haciendo más fácil el dibujo y disminuyendo los errores. Su mayor cualidad es la documentación con mayor precisión, lo que mejora el relacionamiento entre profesionales, ya que cada técnico puede calcular las instalaciones desde un mismo modelo.

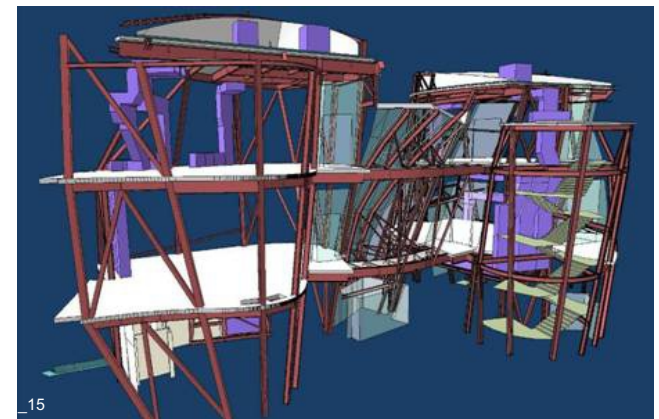
Para el cliente, programas de este tipo como Revit (Autodesk) o el Digital Project (Gehry Technologies) proporcionan transparencia en cuanto al conocimiento y ejecución del proyecto, resultando fácil de entender. Cada cambio que se le haga al proyecto queda registrado pudiéndose conocer el impacto que tiene cada uno en el costo del proyecto.

Estos programas también detectan incompatibilidades impidiendo que sean ingresadas; de esta manera los elementos nuevos que se ingresan en el proyecto no quedan colocados en el mismo lugar que los ya existentes, por ejemplo impide que un caño de sanitaria pase por el mismo lugar físico que un ducto de ventilación. Esta característica incluso es de gran utilidad durante la vida útil del edificio ya que el modelo BIM proporciona la ubicación exacta de todos los elementos del proyecto.

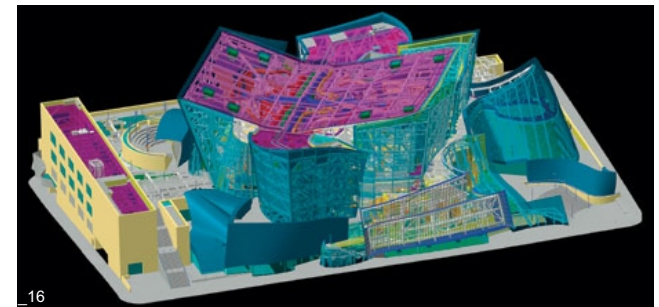
La principal diferencia entre CAD y BIM es que en estos últimos se diseña a partir de objetos como puertas, muros, ventanas, etc a los cuales se les varía sus parámetros para poder modificarlos. Por otro lado, en los CAD se diseña a partir de puntos, líneas y curvas que en su conjunto sólo suministran la representación de un proyecto, resultando éstos solo dibujos de carácter conceptual



_14



_15



_16

e ilustrativos cuya información no es computable.

Los programas CAD utilizan gráficos vectoriales que pueden editarse sin perder exactitud. La calidad de estas imágenes en el papel depende de la calidad del plotter o impresora que se utilice, no del ordenador. Los dibujos vectoriales representan entidades geométricas construidas por fórmulas matemáticas que permiten escalar las imágenes sin perder calidad en la resolución. A diferencia de las imágenes bitmap que se refieren al aspecto, las vectoriales se refieren a la ley de generación por lo que la información resulta ser más compacta y por lo tanto el archivo es de menor tamaño.

Los programas que emplean mapas de bits, tratan a las imágenes como un conjunto de puntos, por lo que la variación de tamaño, si bien es posible, implica una evidente pérdida de calidad en la resolución.

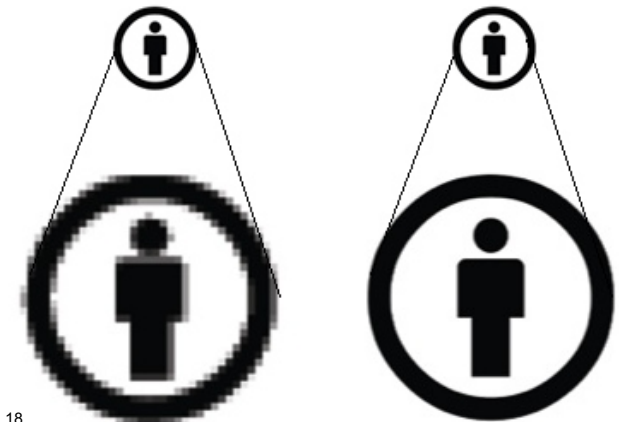
Los programas de diseño paramétrico, como los BIM, proporcionan la posibilidad de diseñar geometrías complejas, generándolas a partir de la definición de parámetros y las relaciones entre ellos. La principal virtud frente a los programas vectoriales y de mapa de bits, es que con éstos se pueden visualizar las múltiples posibilidades formales que genera la variación de los parámetros, eliminando además el error humano.

*“El pensamiento paramétrico introduce el cambio de mentalidad entre la búsqueda de un fin formal estático y concreto, y el diseño concienzudo de los factores y las etapas que utilizamos para llegar a él”.*¹⁵

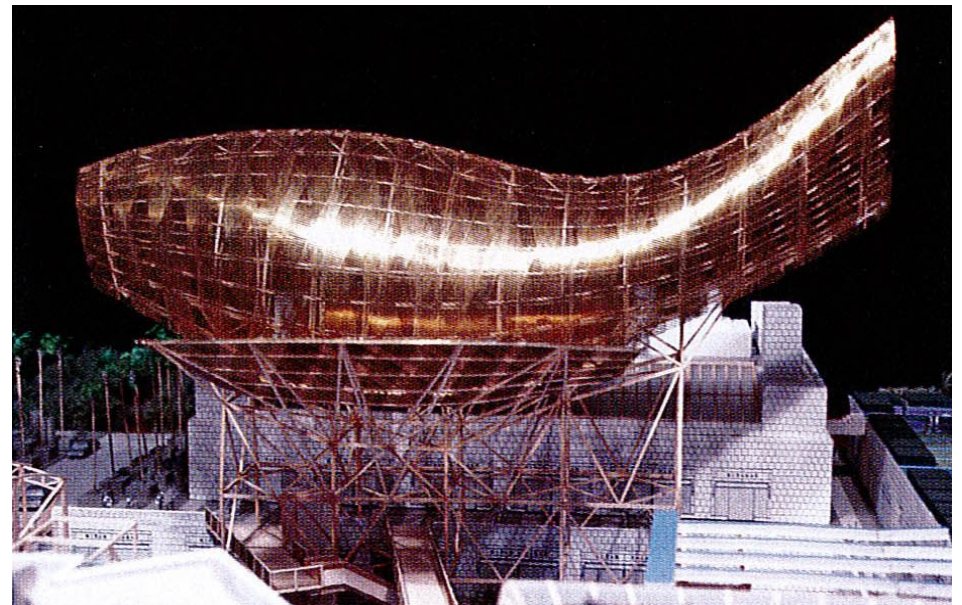
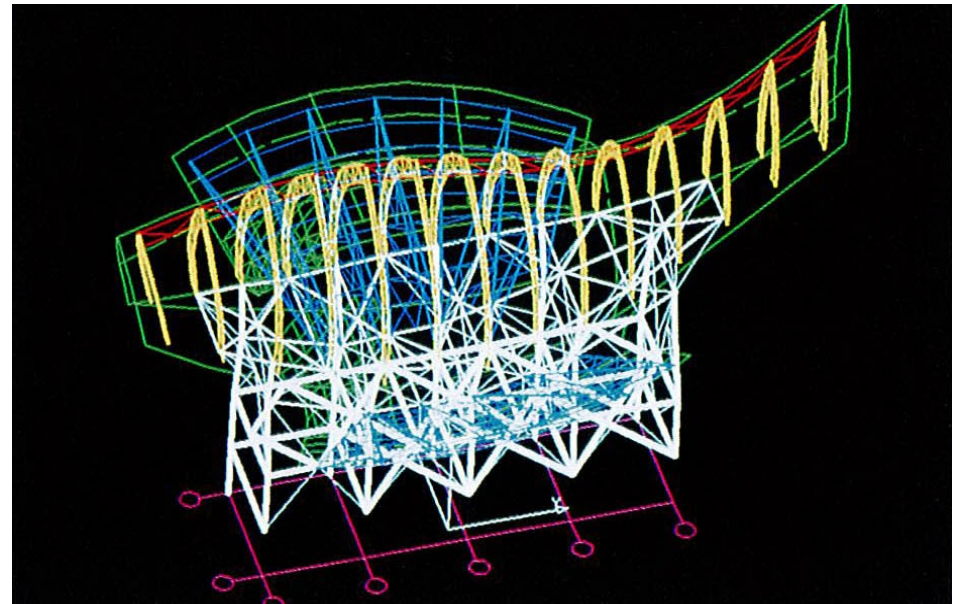
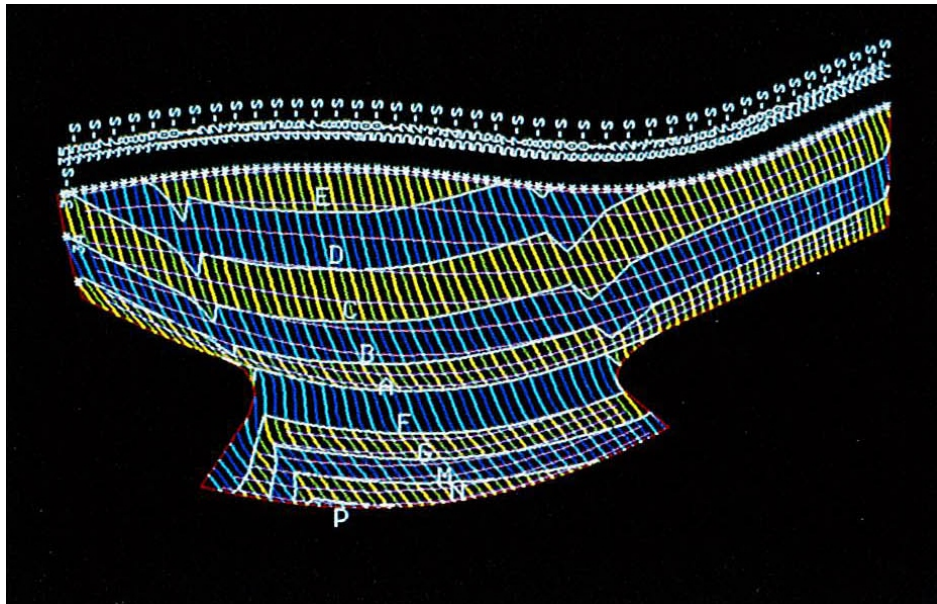
Estos programas logran pasar de la búsqueda de una solución a la construcción de un abanico de posibilidades, utilizando el software como medio de diseño y no como herramienta.



_17



_18



Al momento de comparar ambos métodos la diferencia más notoria entre ellos es el uso de las herramientas correspondientes a cada método y por consiguiente, la forma de encarar cada una de las etapas del diseño.

En el método tradicional de diseño, la forma arquitectónica solía ser el resultado final de una secuencia de actos. Hoy en día el diseño digital da la posibilidad de cambiar el orden de este proceso pudiéndose tomar incluso la forma final como punto de partida.

_Virtudes

Diseño digital

En las etapas de análisis y conceptualización este método tiene como una de las cualidades más revolucionarias el hecho de poder prefigurar y visualizar la concreción y/o la evolución de un proyecto o de una ciudad.

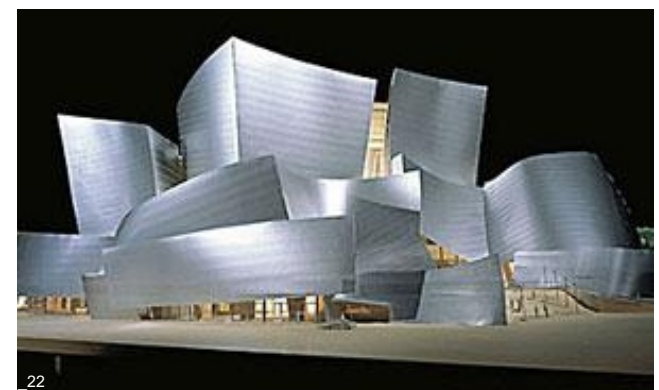
Como plantea Gordon Pask la cibernética proporciona un metalenguaje para la discusión crítica, *“...la arquitectura pura era descriptiva (...) y prescriptiva (...), pero hacia bien poco por predecir o explicar. La teoría cibernética, en cambio, tiene una considerable capacidad para realizar predicciones, por ejemplo, el desarrollo urbano puede modelarse como un sistema autoorganizativo (una afirmación formal de “Ideas evolucionistas en arquitectura”) y es posible predecir en esos términos hasta qué límite será caótico u ordenado el crecimiento de una ciudad. Incluso si los datos necesarios para la predicción no estuvieran disponible, al menos podríamos plantear y comprobar hipótesis racionales”*.¹⁶

En las etapas de conceptualización y formulación del proyecto es viable una optimización del tiempo debido a la velocidad de elaboración y al copiado y pegado de partes, lo que genera mayor agilidad al momento de dibujar. Se posibilita la continua corrección de errores durante el diseño, dando como resultado a su vez una reducción de los costos.

Al momento de la formulación del proyecto se logran planos de mayor consistencia y precisión e imágenes vectoriales que se pueden modificar sin perder exactitud. Estos pueden ser impresos a cualquier escala, sin tener que redibujarse como sucede al trabajar con el método tradicional. Se obtiene además una mejor presentación del proyecto frente al cliente y se simplifica el trabajo en equipo.

Se pueden conseguir del modelo 3D todas las respectivas plantas, cortes y fachadas del proyecto que sean necesarias.

Cabe destacar la facilidad de dibujar formas complejas, y por tanto proyectar a partir de ellas.



En las tres etapas citadas es posible la búsqueda rápida de planos y el envío de los mismos mediante Internet. La aparición de los programas CAD, sumado a la conexión de Internet, dan lugar al teletrabajo, permitiendo la elaboración y colaboración de distintos agentes que se encuentran al otro lado del mundo en un mismo proyecto.

Diseño tradicional

En la primera etapa de análisis, el croquis brinda la rápida materialización del concepto o idea, necesario al momento de plasmar el intercambio de ideas en las primeras entrevistas con el cliente. En segunda instancia, estos bocetos resultarán ser la idea fuerza del proyecto a la cual se deberá volver en cualquier etapa del mismo con la finalidad de proyectar de forma coherente.

En las dos siguientes etapas, las piezas son logradas con mayor expresividad y plasticidad, transmitiendo diversas sensaciones. Estas se caracterizan por su bajo costo y por la eficacia en la rápida transmisión de ideas a través del croquis. Esta última podría ser considerada como una característica única del método tradicional, la cual no puede ser lograda mediante el diseño digital.

Contras

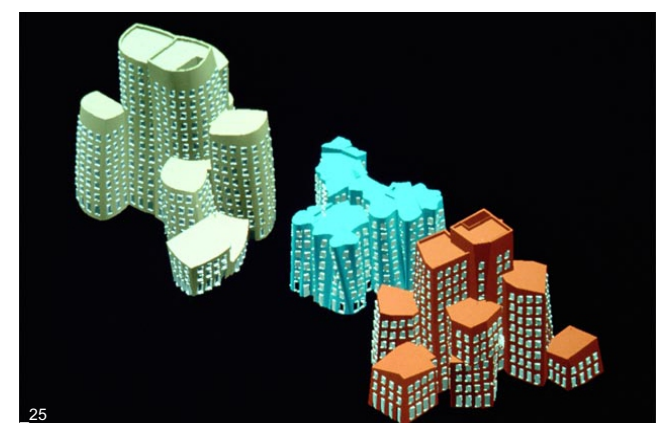
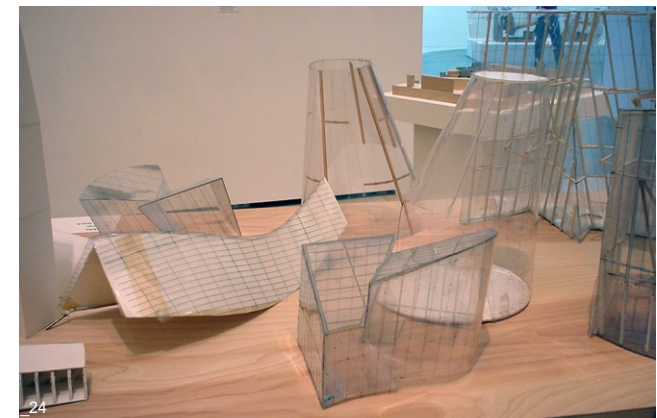
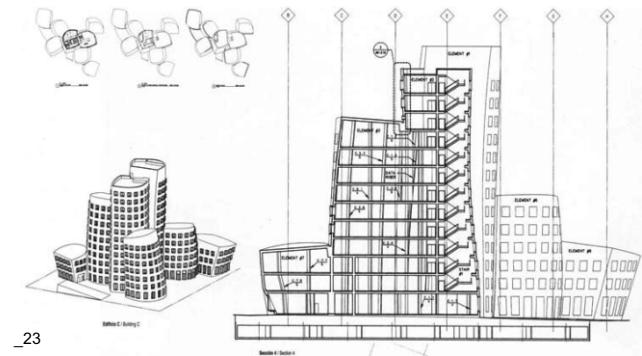
Diseño digital

En las etapas de conceptualización y formulación del proyecto, las imágenes, además de impersonales, pueden resultar algo engañosas y persuasivas debido a que intentan representar una realidad perfecta e irreal.

"Sin embargo, como concepto, la ideología de la visualización es naif hasta el punto de resultar totalmente ilusoria y, como tal, resulta también sospechosa como práctica profesional. Su trayectoria no va desde la imagen a la realidad, sino desde la imagen a la imagen. La visualización ha limitado la utilidad instrumental. No trabaja para transformar la realidad, solo para reproducirla. Puesto que se ocupan exclusivamente del aspecto de las cosas las técnicas de visualización sobreactúan la forma y la apariencia".¹⁷

En las tres etapas se presenta la necesidad de aprender a usar los programas adecuados. Es preciso una constante inversión en la licencia del programa y sus actualizaciones y en el hardware (y su mantenimiento) debido al constante desarrollo de los programas CAD.

En cuanto al trabajo desde el hogar, éste trae como consecuencia la falta de interacción con el equipo laboral y el enriquecimiento que ésta relación conlleva. Asimismo, también se ve afectado el vínculo arquitecto-cliente, el que resulta más impersonal al no ser éste cara a cara. La vida social



del trabajador se ve aquejada también al desdibujarse por esta causa el límite entre la vida familiar y el trabajo.

Diseño tradicional

En las etapas de conceptualización y formulación del proyecto la corrección de errores o cambio de escala, se presentan como una dificultad. Esto genera a su vez, un aumento de los costos de materiales y el tiempo empleado, ya que esto implica rehacer la totalidad de los planos afectados y/o la maqueta. Cabe destacar que al momento de utilizar este medio de expresión es necesario contar con una cierta destreza (ya sea innata o adquirida a través de la práctica) y una cierta capacidad para visualizar el proyecto. Este último requerimiento también resulta necesario en el método digital aunque en menor medida.



Ejemplo de aplicación de ambos métodos

Frank Gehry¹⁸ constituye uno de los ejemplos más ilustrativos de la integración de la tecnología en el proceso de diseño arquitectónico. Su trabajo se caracteriza por el uso de programas de representación 3D, impresión tridimensional, etc. Uno de los primeros empleos de esta tecnología fue en la Escultura de Pez para la Villa Olímpica de Barcelona (1992).

El programa CATIA¹⁹ (utilizado principalmente en la industria automovilística y aeroespacial) fue adaptado por Gehry para su utilización en la construcción en el año 1992 previo a la autorización de la empresa Dassault Systèmes. En el año 2002 Gehry and Associate Inc. desarrollaría el programa Digital Project.

En la fase inicial, Gehry comienza por la construcción de la maqueta del emplazamiento y su entorno, acompañado por una suma de fotos del contexto.

En su proceso de diseño lo más importante es definir el programa arquitectónico, por lo que comienza su labor por el desmembramiento del mismo.

Seguido a esto, le otorga a cada parte una figura geométrica que luego será plasmada en una maqueta de bloques de madera a los que se les asignarán un código de color.

Realizada esta fase, el arquitecto observa la relación programa-contexto y procede a la elaboración de diversos croquis conceptuales, imprecisos e intuitivos, que serán interpretados en maquetas que fabricarán sus socios.

Cabe destacar que para este arquitecto, la maqueta en sí ya es considerada arquitectura, por lo que es la herramienta más utilizada al momento de proyectar, pasando del croquis a la maqueta y viceversa cuantas veces sea necesario.

Gehry considera al cliente como parte fundamental dentro del proceso de diseño, por lo que les enseña las maquetas de estudio que plasman *“la trayectoria seguida por el pensamiento”* para que éstos entiendan el porqué de las decisiones que se tomaron.

Durante el proceso de diseño el control del presupuesto es otro de los elementos importantes en la evolución del proyecto.

Cada superficie de la maqueta es digitalizada para obtener la relación de la misma con el suelo ocupado y el volumen.

La pieza final es procesada para obtener los planos de ejecución y los datos necesarios para el corte de los materiales facilitando así la construcción de la obra. Las plantas son solamente un resultado de la información general.



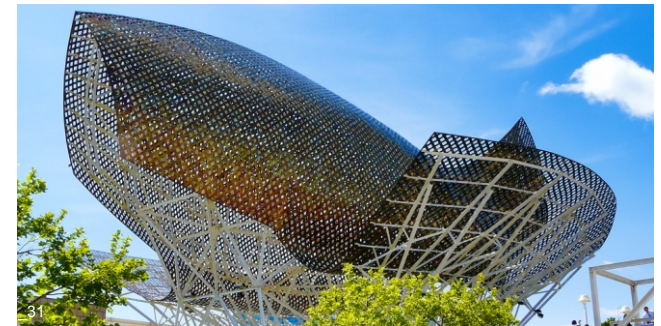
El primer gran proyecto en el que el programa CATIA se empleó con todas sus potencialidades, fue para el Museo Guggenheim de Bilbao (1991-1997). Esta herramienta facilitó de gran manera la ejecución del Museo reduciendo el tiempo de proyectación y de construcción y evitando incluso el incorrecto uso de materiales.

Inicialmente Gehry se resistía al uso del ordenador en el proceso de diseño al afirmar que éste lo limitaba. *"I just didn't like the images of the computer but as soon as I found a way to use it to build, then I connected"*.

El uso del ordenador dio lugar a la construcción de sus formas escultóricas. Sus socios digitalizan las maquetas, redefiniéndolas según los parámetros del programa, para luego ser plasmadas nuevamente en maquetas con las pequeñas alteraciones hechas. Finalmente éstas son validadas por Gehry.

El museo de Bilbao es un claro ejemplo de las formas complejas que hubiesen resultado irrealizables de no existir el diseño asistido.

"...sus edificios diseñados con CATIA privilegian también la forma y la piel, la configuración global exterior, por encima de cualquier otra cosa. En gran parte es debido a que CATIA permite la fácil modelación de superficies y soportes no repetitivos, de diferentes paneles exteriores y armaduras interiores, y esta posibilidad es la que ha introducido a Gehry a jugar con tipologías extravagantes que superan las geometrías rectas..."²⁰



La globalización y la masiva invasión de nuevas tecnologías han generado grandes mutaciones en la arquitectura y en su propio ejercicio. La gestión del diseño en general y la evolución de los métodos de expresión en particular, provocó en el arquitecto una clara necesidad de incorporar en su profesión las nuevas herramientas digitales.

La posibilidad de lograr una mayor productividad, reducción de tiempos y una mejora en la comunicación tanto interna como para con el cliente, derivó en una indiscutible aceptación del ordenador.

La velocidad, versatilidad y conectividad de estos medios produjo una significativa mejora en los resultados finales y como consecuencia la aprobación de la digitalización incluso por aquellos que inicialmente se habían negado a admitir su potencial.

“En la década de 1980, los despachos de las grandes corporaciones habían adoptado los sistemas de CAD como mecanismo para racionalizar la producción de documentos, pero tanto los ordenadores como el software eran caros, lentos y difíciles de usar. (...) A medida que se extendió el acceso a internet, muchos arquitectos quedaron fascinados por el potencial de la interconectividad en red, o identidad personal fluida, que esa tecnología emergente prometía.”²¹

La era digital no solo ha transformado la manera de representar la arquitectura sino que ha dado lugar a una nueva forma de proyectarla. Este cambio conceptual en el diseño produjo una ampliación en el espectro del mismo al permitir considerar la inclusión de formas complejas antes impensables. Es así que se presenta una doble influencia, por un lado el diseño digital deriva en la creación de geometrías complejas y por otro éstas derivan en la necesidad de utilizar el diseño digital.

*“Se recupera la ambición de personalizar la producción, ya no desde su antigua configuración manual sino desde la singularidad que los sistemas digitales permiten incorporar al proceso de diseño. Ya no se piensa en función de series o repeticiones, sino en versiones y variaciones”.*²²

Hay quienes afirman que el software no posibilita el diseño sino que agiliza la documentación de una obra. Creemos que esta postura no sería del todo certera al momento de tener la posibilidad de analizar las obras de Frank Gehry.

El método digital y el tradicional tienen su rol concreto durante el proceso de diseño. Como se ha desarrollado anteriormente, ambas opciones tienen sus virtudes y sus contras, las cuales hay que tener en cuenta al elegir cuál de las dos se adapta mejor a las necesidades del proyecto y a la etapa en la que éste se encuentre.

El Arq. Julio Arroyo de la UNL considera al croquis como un ágil conciliador de la idea con la imagen y del pensamiento con la expresión, afirmando además que existe una conexión entre mente, mano e imagen gráfica que nunca debería perderse.

No existe una única forma de proceder ni una única técnica a utilizar al momento de diseñar, de hecho consideramos que la elección de las herramientas a manejar van a criterio de cada proyectista. Es sin duda la convergencia, la complementariedad y la integración de los diversos recursos expresivos al proceso de diseño, lo que posibilita que ambos métodos se potencien y se obtengan de ellos óptimos resultados.

“Lejos de verse en peligro por la generalización de los ordenadores y el desarrollo de mundos virtuales, la materialidad probablemente seguirá siendo un rasgo fundamental de la producción arquitectónica. A partir de aquí se puede especular si el ordenador, con sus extensiones en la red, representa un alejamiento sustancial de los aspectos adicionales de la representación arquitectónica.”²³

Los ritmos de aceptación dentro del medio académico y profesional se dieron a diferentes velocidades. En cierta manera, en el área académica prevaleció por más tiempo la negación al método digital a pesar de que los propios profesores ya habían incorporado las nuevas herramientas en sus estudios. Hoy en día esta diferencia ya no es tan notoria, al lograr establecer los profesores y estudiantes un acercamiento más natural con el ordenador no dejándose intimidar por sus dificultades y dominando de forma fluida su manejo.

Aunque el dibujo a mano alzada sigue siendo una parte irrenunciable de la formación de los nuevos profesionales, la tendencia a la digitalización seguirá prevaleciendo en nuestro medio. Como describió Mark Weiser en 1991, el concepto de computación ubicua (integración de la informática al contexto de manera imperceptible) se ha ido incorporando cada vez más en nuestro entorno.

*“Gracias a una nueva generación de arquitectos que han sido educados totalmente en el régimen digital por un lado y, por otro, a la primera generación de arquitectos formados en lo digital que siguen evolucionando en su forma de pensar, el ordenador empieza a tener un impacto más tangible e inmediato. (...) Esos diseñadores se muestran pragmáticos en relación a la poderosa capacidad del ordenador de producir efectos e innovaciones formales y, a su vez, mantienen una posición realista en relación a sus limitaciones técnicas y procesales. Esos diseñadores encuentran potenciales en mezclas inesperadas de lo digital y lo analógico, lo real y lo virtual, lo convencional y lo fantástico”.*²⁴

Axonometría Ortogonal

Isométrica: los tres ejes de referencia (X,Y,Z) forman el mismo ángulo con el plano de proyección.

Dimétrica: dos ejes de referencia forman el mismo ángulo con el plano de proyección y el tercer eje un ángulo distinto.

Trimétrica: los tres ejes de referencia (X,Y,Z) forman distintos ángulos con el plano de proyección.

Axonometría Oblicua

Caballera

Dos de las dimensiones están dibujadas en verdadera magnitud y la tercera está dibujada con un coeficiente de reducción.

En esta perspectiva los ejes Z e Y son paralelos al plano de proyección y el eje X es perpendicular al plano de proyección. El plano ZY resulta ser paralelo a dicho plano.

Las aristas de un volumen que sean paralelas o que estén ubicadas en los ejes Z e Y serán proyectadas en verdadera magnitud sobre el plano de proyección. Lo mismo sucede con las caras de un volumen que sean paralelas o estén ubicadas en el plano ZY.

Por otro lado, la proyección de las aristas que sean paralelas de un volumen o estén ubicadas en el eje X, quedará determinada por la dirección del rayo de proyección y del ángulo de inclinación que forme dicho rayo con el plano de proyección.

El eje X será proyectado en diferentes posiciones respecto de los ejes Z e Y según la dirección que tenga el rayo de proyección, esto determinará la orientación con que se proyectará el eje X y el coeficiente de reducción que se le aplicará.

Los ejes X y Z forman 90° y el eje Y está ubicado a 45° de ambos.

Militar

Los ejes coordenados X e Y son paralelos al plano de proyección, por lo que el plano XY resulta paralelo a dicho plano. Por otro lado, el eje Z es perpendicular al plano de proyección. Las aristas de un volumen que sean paralelas o estén ubicadas en los ejes X e Y serán proyectadas en verdadera magnitud sobre el plano de proyección. Lo mismo sucederá con las caras de un volumen que sean paralelas o estén ubicadas en el plano XY. Los coeficientes que se aplicarán a los ejes X e Y son igual a 1. La proyección de las aristas de un volumen que sean paralelas o estén ubicadas en el eje Z, quedará determinada por el ángulo de inclinación que forme el rayo de proyección con el plano de proyección, esto determinará el coeficiente de reducción que se le aplicará al eje Z.

El eje Z siempre será vertical y los ejes X e Y formarán 90° entre sí. Las distancias dibujadas en el plano horizontal conservan sus dimensiones y proporciones.

- ¹ Lluís Ortega (Ed.), "La digitalización toma el mando". Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2009.
- ² Ludovico Quaroni, "Proyectar un edificio. Ocho lecciones de arquitectura." Xarait Ediciones S.A. 1980, 1987.
- ³ Lluís Ortega (Ed.), "La digitalización toma el mando". Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2009.
- ⁴ Stan Allen, "Velocidades terminales: El ordenador en el estudio de diseño", 1995 en "La digitalización toma el mando", Lluís Ortega (Ed.), Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2009.
- ⁵ Stan Allen, "Velocidades terminales: El ordenador en el estudio de diseño", 1995 en "La digitalización toma el mando", Lluís Ortega (Ed.), Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2009
- ⁶ Stan Allen, "El complejo digital. Diez años después", 1995 en "La digitalización toma el mando", Lluís Ortega (Ed.), Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2009
- ⁷ Stan Allen, "Velocidades terminales: El ordenador en el estudio de diseño", 1995 en "La digitalización toma el mando", Lluís Ortega (Ed.), Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2009
- ⁸ Diseño asistido por computadora, <http://es.wordpress.org/>
- ⁹ Herramientas de diseño asistido, <http://es.wikipedia.org/>
- ¹⁰ Herramientas de diseño asistido, <http://es.wikipedia.org/>
- ¹¹ Diseño asistido por computadora, <http://es.wikipedia.org/>
- ¹² Stan Allen, "Velocidades terminales: El ordenador en el estudio de diseño", 1995 en "La digitalización toma el mando", Lluís Ortega (Ed.), Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2009
- ¹³ Mario Carpo, "La desaparición de los idénticos. La estandarización arquitectónica en la era de la reproductibilidad digital", 2005 en "La digitalización toma el mando", Lluís Ortega (Ed.), Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2009
- ¹⁴ Modelado de información de construcción, <http://es.wikipedia.org/>
- ¹⁵ <http://parametriccamp.com>

¹⁶ Gordon Pask, "La significación arquitectónica de la cibernética", 1969 en "La digitalización toma el mando", Lluís Ortega (Ed.), Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2009

¹⁷ Stan Allen, "Velocidades terminales: El ordenador en el estudio de diseño", 1995 en "La digitalización toma el mando", Lluís Ortega (Ed.), Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2009

¹⁸ Frank Owen Gehry nació en Toronto, Canadá en 1929. Se graduó como Arquitecto en la Universidad del sur de California en 1954. Trabajó en el estudio de Victor Gruen en Los Ángeles y luego en el de André Rémonder en París. En 1963 abrió su despacho en Los Ángeles. En 1989 Ganó el premio Pritzker de Arquitectura. Algunas obras importantes: Museo Guggenheim de Bilbao, España, Sala de Conciertos Walt Disney, Los Ángeles, EE.UU.; Casa Frank Gehry, California, EE.UU.

¹⁹ Programa que utiliza ecuaciones polinómicas que definen cualquier superficie mediante una ecuación.

²⁰ Hal Foster, "Diseño y Delito y otras diatribas". Ediciones Akal, Madrid, 2004

²¹ Stan Allen, "El complejo digital. Diez años después", 1995 en "La digitalización toma el mando", Lluís Ortega (Ed.), Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2009

²² Lluís Ortega (Ed.), "La digitalización toma el mando". Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2009.

²³ Antoine Picon "La arquitectura y lo virtual. Hacia una nueva materialidad.", 2004 en "La digitalización toma el mando", Lluís Ortega (Ed.), Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2009

²⁴ Stan Allen, "El complejo digital. Diez años después", 1995 en "La digitalización toma el mando", Lluís Ortega (Ed.), Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2009

Libros, artículos y revistas

Ambriz T., Alfredo, Arq. "El proceso de composición arquitectónica", Centro de diseño, UAG

Bertozzi, Sergio, Arq. "El procedimiento proyectual en la arquitectura", taller de análisis proyectual I-II de la cátedra del prof. tit. Arq. Andrés Villalba, Universidad Nacional de Rosario.

Building Information Modeling with Revit Architecture, Simon Greenwold, 2004

Foster, Hal. "Diseño y Delito y otras diatribas". Ediciones Akal, Madrid, 2004

Guía Tecnopyme, "Fase II. 1– Herramientas de diseño e ingeniería".

Kaplan Frost, Oscar "Dibujo analógico + dibujo digital", Publicaciones de la Universidad de Palermo. <http://www.palermo.edu>

Moneo, Rafael "Inquietud teórica y estrategia proyectual en la obra de ocho arquitectos contemporáneos", Barcelona: Actar 2004

Montagu, Arturo "Entre los procesos analógicos y digitales". Centro CAO FADU-UBA. <http://www.america.fapyd.unr.edu.ar>

Ortega, Lluís (Ed.) "La digitalización toma el mando". Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2009.

Quaroni, Ludovico. "Proyectar un edificio. Ocho lecciones de arquitectura." Xarait Ediciones S.A. 1980, 1987.

Revista El Croquis 117 Frank O. Gehry (1996-2003)

Van Bruggen, Coosje "Guggenheim Museum Bilbao", New York: Guggenheim Museum, 1999

Videla, Daniel C., Ing. Civil, "Métodos de representación", Cátedra: Sistemas de representación, Facultad de Ingeniería – Universidad de Mendoza

Carlos A. Carranza, Ing, "Proyección Axonométrica", Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario, 2008

Páginas Web

<http://es.wikipedia.org>

<http://le0el.wordpress.com>

<http://www.scielo.cl>

<http://la-perspectiva-conica.blogspot.com>

<http://www.slideshare.net>

<http://noticias.arq.com.mx>

<http://es.scribd.com>

<http://www.parametriccamp.com>

<http://www.galaxiaprofunda.com>

<http://es.kioskea.net>

<http://www.de3.es>

<http://www.ine.gub.uy>

<http://www.emb.cl>

<http://www.gtwiki.org>

<http://www.albertolsa.com>

- 1_ **Museo Guggenheim, Bilbao, España, Frank O. Gehry. Maqueta.** <http://moleskinearquitectonico.blogspot.com>
- 2_ **Frank O. Ghery, maqueta.** <http://lgarquitectura.wordpress.com>
- 3_ **New World Symphony Miami Beach, Gehry Partners.** <http://arquitectearte.blogspot.com>
- 4_ **Croquis Dnacing House, Praga. Frank O. Gehry.** www.telegraph.co.uk
- 5_ **Walt Disney Concert Hall, Los Ángeles, EE.UU. Frank O. Gehry. Axonométrica oeste.** <http://moleskinearquitectonico.blogspot.com>
- 6_ **Walt Disney Concert Hall, Los Ángeles, EE.UU. Frank O. Gehry. Axonométrica.** <http://archivoarq.clarin.com/>
- 7_ **Alice Tully Hall en New York City, Gehry Technologies.** <http://gfxspeak.com>
- 8_ **Walt Disney Concert Hall, Los Ángeles, EE.UU., Frank O. Gehry. Visualización en Dassault Systèmes' CATIA 3D, Gehry Technologies.** <http://www.mtadditive.com/>
- 9_ **Walt Disney Concert Hall, Los Ángeles, EE.UU., Frank O. Gehry. Visualización en Dassault Systèmes' CATIA 3D, Gehry Technologies.** <http://www.mtadditive.com/>
- 10_ **Desarrollo de estructura en CATIA.** <http://digilander.libero.it>
- 11_ **Museo Guggenheim, Bilbao, España, Frank O. Gehry. Visualización en CATIA.** <http://moleskinearquitectonico.blogspot.com>
- 12_ **Museo Guggenheim, Bilbao, España, Frank O. Gehry. Visualización en CATIA.** Van Bruggen, Coosje "Guggenheim Museum Bilbao"
- 13_ **Disney Concert Hall, Los Angeles, Frank O. Gehry. Visualización con CATIA.** <http://metaarquitectura.wordpress.com>
- 14_ **Diseño con Digital Project.** www.gtwiki.org
- 15_ **Diseño con Digital Project.** www.gtwiki.org
- 16_ **Walt Disney Concert Hall, Los Ángeles, EE.UU., Frank O. Gehry. Visualización en Dassault Systèmes' CATIA 3D, Gehry Technologies.** <http://archrecord.construction.com>

- 17_ **Visualización de imagen bitmap y vectorial.** <http://greenwayprint.blogspot.com>
- 18_ **Visualización de imagen bitmap y vectorial.** <http://morganeguia.wordpress.com>
- 19_ **Escultura Pez Dorado, Barcelona, España, Frank O. Gehry. Visualización en CATIA.** <http://mafana.wordpress.com>
- 20_ **Croquis Disney Concert Hall, Los Ángeles, EE.UU., Frank O. Gehry.** <http://arqlaud.blogspot.com>
- 21_ **Frank O. Gehry estudiando maqueta.** <http://claudiagonzalezdt1.blogspot.com>
- 22_ **Disney Concert Hall, Los Angeles, EE.UU., Frank O. Gehry.** www.arquigrafico.com
- 23_ **The New Zollhof, Dusseldorf, Alemania, Frank O. Gehry. Axonométrica y corte.** <http://en.wikiarquitectura.com/>
- 24_ **Museo Guggenheim, Bilbao, España, Frank O. Gehry. Maqueta** <http://www.guggenheim-bilbao.es>
- 25_ **The New Zollhof, Dusseldorf, Alemania, Frank O. Gehry. Visualización en CATIA.** <http://anniespinster.wikidot.com>
- 26_ **The New Zollhof, Dusseldorf, Alemania, Frank O. Gehry.** <http://www.123rf.com>
- 27_ **Frank O. Gehry. Maqueta.** <http://www.metalocus.es>
- 28_ **Sede de Facebook en California, EE.UU., Frank O. Gehry. Maqueta.** <http://www.informador.com.mx/>
- 29_ **Frank O. Gehry estudiando maqueta.** www.arquitecturaydiseno.com.ar
- 30_ **Digitalización de maqueta mediante digitalizadores 3D, (se toman en ocasiones hasta 56000 puntos/coordenadas).**
<http://trazosybosquejos.blogspot.com>
- 31_ **Escultura Pez Dorado, Barcelona, España, Frank O. Gehry.** <http://goldfish.aminus3.com>