



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura

El papel de los sistemas CAD en el proceso de
diseño arquitectónico: mitos y realidades

Roberto Alvarado Cárdenas



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

El papel de los sistemas CAD en el proceso de diseño
arquitectónico: mitos y realidades

Tesis para obtener el grado de Maestro en Arquitectura con
especialidad en Diseño Arquitectónico

Presenta

Roberto Alvarado Cárdenas

Director de Tesis:
M. en Arq. Miguel Hierro Gómez

Sinodales:
M. en Arq. Héctor García Olvera
Dr. Carlos Arvizu García
M. en Arq. Stefanía Biondi Bianchi
Arq. Gustavo Romero Fernández

Con todo mi amor le dedico esta tesis a
Arcelia, Roberto y Arcelia

Agradecimientos

Como todo trabajo de investigación, el presente, no hubiera sido posible sin el apoyo de los que me rodean. Es por esto que expreso mi profundo agradecimiento a todos los amigos, colegas y familiares que hicieron posible el logro de este trabajo, citando en especial a algunos de ellos, ofreciendo una disculpa a todas aquellas personas que no se mencionan.

Agradezco de sobre manera a mis asesores M. En Arq. Miguel Hierro Gómez, M. en Arq. Héctor García Olvera, Dr. Carlos Arvizu García, M. en Arq. Stefania Biondi Bianchi y Arq. Gustavo Romero Fernández, quienes dieron rumbo a mis inquietudes de investigación.

Un reconocimiento especial al M. en Arq. Miguel Hierro Gómez, director de la tesis quién me ayudo a orientar y fundamentar mi trabajo de investigación.

Agradezco también a todos los profesores y compañeros que participaron en mi formación en el programa de maestría en diseño arquitectónico.

Agradezco al Instituto Tecnológico y de Estudios de Monterrey Campus Querétaro y a todos los compañeros de trabajo su apoyo y en particular al Dr. Ramón Abonce Meza así como al Ing. Víctor Romero Muñoz por el entusiasmo que infundieron en mi para el logro de esta meta.

Finalmente agradezco a mis seres queridos: A mi esposa Arcelia, a mis hijos Arcelia y Roberto por su solidaridad y apoyo, a mis padres Roberto y Carmen por haber infundido en mi un espíritu de superación, a mi hermana Carmen, a mi abue Rebeca † y a mi tía Rebeca por su ejemplo.

ÍNDICE

Introducción	Pag. 4
Capítulo 1: Tecnología CAD	
1.1 Tecnología digital en la actividad profesional del arquitecto	Pag. 8
1.2 ¿Que es un sistema CAD?	Pag. 9
1.3 Filosofía de trabajo dentro de los sistemas CAD	Pag. 14
Capítulo 2: La graficación en el proceso de diseño arquitectónico	
2.1 Diseño y objeto arquitectónico	Pag. 19
2.2 La imagen y el diseñador	Pag. 21
2.3 El Proceso de producción	Pag. 26
2.3.1 Promoción	Pag. 26
2.3.2 Proyecto o proceso de diseño	Pag. 26
2.3.2.1 Demanda	Pag. 27
2.3.2.2 Conceptualización	Pag. 28
2.3.2.3 Esquematización	Pag. 31
2.3.2.4 Comunicación	Pag. 33
2.3.3 Materialización	Pag. 36
2.3.4 Consumo	Pag. 36
2.4 Diseño arquitectónico	Pag. 37
Capítulo 3: Los sistemas CAD como herramienta de representación	
3.1 Las herramientas de representación	Pag. 38
3.2 Antecedentes históricos del desarrollo de la tecnología CAD	Pag. 41
3.3 El panorama de los sistemas CAD	Pag. 47
3.3.1 AllPlan Arquitectura	Pag. 48
3.3.2 DIBAC	Pag. 52
3.3.3 EICAD 2/3D Plus	Pag. 54

3.3.4 MicroStations Triforma	Pag. 55
3.3.5 ArchiCAD	Pag. 58
3.3.6 AutoCAD 2002	Pag. 59
3.3.7 AutoCAD Architectural Desktop	Pag. 63
3.4 Conexión de CAD con otras aplicaciones	Pag. 66
3.4.1 3D Studio Viz	Pag. 66
3.4.2 MAYA	Pag. 68
3.4.3 Adobe Photoshop	Pag. 69
3.5 Galería de imágenes	Pag. 72
 Capítulo 4 Análisis de la inserción del CAD en el proceso de diseño arquitectónico	
4.1 La polémica en la utilización del CAD	Pag. 75
4.2 Representaciones gráficas y CAD en el proceso de diseño	Pag. 78
4.2.1 Esbozos ideográficos	Pag. 83
4.2.2 Dibujos conceptuales	Pag. 84
4.2.3 Dibujos proyectuales	Pag. 88
4.2.4 Dibujos ejecutivos	Pag. 92
4.3 Experiencias arquitectónicas en el uso de sistemas CAD	Pag. 94
4.4 Ventajas, inconvenientes, realidades y mitos en la aplicación de la tecnología CAD	Pag. 99
4.4.1 Ventajas	Pag.100
4.4.2 Inconvenientes	Pag.102
4.4.3 Mitos	Pag.103
4.4.4 Realidades	Pag.103
4.5 Nuevas tendencias de la tecnología CAD.	Pag.106
 Bibliografía	 Pag.110

Introducción

El hombre con su capacidad de pensamiento, ha logrado a lo largo de la historia desarrollar instrumentos y herramientas que le permiten eficientizar sus actividades. Los equipos de computo, por ejemplo, se crearon con la intención de agilizar los cálculos y evitar errores en los mismos.

En la actualidad, las computadoras han invadido la vida cotidiana, y se encuentran en nuestros automóviles y enceres domésticos. Así mismo con la utilización de los sistemas computarizados las actividades desarrolladas por profesionales de diferentes disciplinas han cambiado.

Los sistemas de cómputo para el dibujo asistido por computadora (CAD), representan una herramienta alternativa para el desarrollo de proyectos arquitectónicos, que se utilizan para hacer representaciones más exactas de modelos por construir.

Desde finales de la década de los 80 hemos trabajado con sistemas CAD en su aplicación a proyectos ingenieriles y de arquitectura, así como en la didáctica y capacitación en el uso de estos programas. El tener contacto con esta tecnología nos ha permitido conocer y apreciar gran cantidad de las características de los programas, así como las capacidades que ofrecen como apoyo para el diseño.

La tecnología CAD ofrece nuevas posibilidades para diseñar, así como evitar la incertidumbre del resultado del diseño, mediante las representaciones tridimensionales de objetos en la pantalla de la

computadora, que permiten visualizar desde diferentes posiciones el modelo. Sin embargo la problemática identificada es que no se ha definido todavía su condición de utilización dentro del proceso de diseño; es decir cómo se inserta en este proceso.

Mediante esta investigación se pretende hacer una descripción de la inserción del CAD en el proceso de diseño, para así identificar su impacto.

El capítulo uno hace una introducción a las características fundamentales de los sistemas CAD, así como algunas implicaciones de su utilización en despachos de diseñadores. Se introduce al lector en la definición de CAD, y se enfatiza sobre la necesidad de entender algunos conceptos importantes para la investigación abordados en capítulos subsecuentes (la graficación en el proceso de diseño y las herramientas de representación).

En el capítulo dos se describe el proceso de producción en el que se encuentra inmerso el proceso de diseño, así como las etapas que lo integran. Se menciona sobre el papel protagónico que tiene la imagen dentro de este proceso y se presentan algunos esquemas que ejemplifican la utilización de instrumentos manuales y el uso de los sistemas CAD para la representación de proyectos arquitectónicos.

El capítulo tres es una síntesis de los avances que la tecnología CAD ha tenido desde sus inicios, así como la descripción de las características de algunos de los sistemas CAD actuales. Con esto el lector conocerá algunas opciones de programas computarizados para poder ser utilizados como herramienta de trabajo. También se mencionan algunas aplicaciones complementarias de los trabajos

desarrollados con sistemas CAD, para la presentación de proyectos arquitectónicos, así mismo se muestran imágenes que ejemplifican los resultados de la utilización de sistemas computarizados en la generación de proyectos de objetos arquitectónicos.

Finalmente en el capítulo cuatro hay un análisis de la inserción del CAD en el proceso de diseño con la ejemplificación de esquemas y dibujos que en diferentes etapas se utilizan para construir las representaciones del objeto arquitectónico en proceso de diseño. Se mencionan algunas experiencias arquitectónicas en la implementación de los sistemas CAD en la actividad profesional, y finalmente se sintetiza la investigación mencionando las ventajas, inconvenientes, mitos, realidades y nuevas tendencias de la tecnología CAD.

El oficio de diseñar implica todo un proceso, que requiere medios de expresión gráficos como dibujos, croquis, bocetos, planos, etc. Los medios que utiliza el diseñador, para desarrollar sus diseños, dependen de la experiencia y habilidad que tenga en el uso de instrumentos y herramientas para la graficación.

La tecnología CAD como herramienta de representación facilita la labor del diseñador y se integra al proceso de diseño en el momento que se requiere de la posibilidad para crear y modificar representaciones para explorar y mejorar los detalles del diseño; a través de representaciones que permiten interpretar las cualidades del objeto en proceso de diseño con un trabajo de modelado - semejante a construir con las manos - sobre el objeto arquitectónico en su representación tridimensional, para la generación de los planos necesarios para la construcción o materialización del mismo.

Se considera que los sistemas CAD ofrecen la posibilidad de mejorar los diseños, dadas sus cualidades para la automatización, rapidez y exactitud, que son características de el empleo de los sistemas computarizados, a esto aunando la capacidad de almacenamiento de información para una consulta y modificación de la información de manera ágil y certera.

Al concluir la lectura se podrán identificar las posibilidades que ofrece la tecnología CAD al diseñador dentro de su actividad profesional.

Roberto Alvarado Cárdenas

Capítulo 1

Tecnología CAD

1.1 Tecnología digital en la actividad profesional del arquitecto.

El ritmo acelerado de la civilización nos obliga a mantenernos alertas de las posibilidades disponibles para agilizar las actividades cotidianas y ser más eficaces en los planteamientos de la profesión. Cuando más breve es nuestra escala de tiempo, mayor es la necesidad de utilizar nuevos medios y herramientas que posibiliten nuestra readaptación a las exigencias que se plantean en los procesos de cambio. Estos procesos de cambio se manifiestan en los avances tecnológicos. Por ejemplo, la televisión permite conocer los sucesos ocurridos en otras partes del mundo en el instante en que estos se llevan a cabo, los teléfonos celulares y demás medios de comunicación permiten estar presentes o en comunicación desde casi cualquier parte, las redes de computo como Internet permiten actualizar nuestro conocimiento y transferir información digital a tiempo real a través del mundo. Siendo estos solo algunos de los medios de que se dispone en la actualidad, existen nuevas herramientas para desarrollar los diferentes trabajos y actividades profesionales.

“Las computadoras han adquirido un sitio permanente en diversas actividades y aspectos de la vida humana. Muchas personas exploran hoy día su potencial y se involucran en desarrollar el avance de tecnología que

constantemente ofrece mayores posibilidades con computadoras y software mas sofisticados”¹

Con la aplicación de la tecnología y la información a las distintas áreas profesionales, se logra incrementar la eficiencia en las diferentes actividades del ser humano. En arquitectura, los sistemas digitales, posibilitan la representación y verificación de los efectos de los mecanismos que proveen de luz, sonido, calor, etc. a los edificios del presente, también permiten identificar muchas de las cualidades de edificios en proyecto aún antes de ser edificados, de esta forma las computadoras se han convertido en una herramienta de trabajo para los Arquitectos.

1.2 ¿Qué es un sistema CAD?

CAD (Computer Aided Design) o Diseño asistido por computadora, es la tecnología para el dibujo y modelación de elementos geométricos para la graficación de objetos reales y proyectos de diseño.

Un sistema CAD es un programa de computo, que se caracteriza por manejar información gráfica digital de forma vectorial, que da oportunidad de crear objetos en dos y/o tres dimensiones. Y que además permite la creación y modificación de estos de manera exacta y paramétrica.

“El CAD (Diseño Asistido por Computadora) es una herramienta que permite el uso del computador para

¹ LAUNGUE, Natalie (1984) Computers in the architectural office, New York, , Ed. Van Nostrand Reinhold company, Pag. 3

crear y modificar planos y modelos en 2 y 3 dimensiones, manipulando de una manera precisa y sencilla elementos geométricos básicos.

Además los sistemas CAD suelen contar con herramientas integradas de visualización y diseño gráfico que permiten realizar visualizaciones foto-realísticas, animaciones, etc.”²

Desde la década de los 70 la tecnología CAD (Computer Aided Design) forma parte de las herramientas disponibles para arquitectos en la representación de proyectos.

En sus inicios la tecnología CAD sólo estaba disponible para trabajarse en equipos de cómputo muy costosos, además de ofrecer pocas opciones al usuario en cuanto a instrucciones y comandos, que permitieran ejecutar de manera ágil la representación de un modelo u objeto en la computadora.

Con el paso del tiempo, todos hemos sido testigos del gran avance de los equipos de cómputo, así como de la difusión que ha tenido en las diferentes áreas o actividades de nuestras vidas.

En el campo de la arquitectura, los equipos de cómputo y sus aplicaciones han tenido poco a poco mayor participación como herramientas de trabajo. Hoy en día es poco probable encontrar un despacho que no utilice programas de cómputo como hojas electrónicas, procesadores de palabras e incluso algún sistema CAD.

² http://www.cecalc.ula.ve/documentacion/presentaciones/cecalcula/ingenieria/CAD-CAE_WWW_0798/tsld003.htm

Aunque el diseño asistido por computadora existe desde hace algunos años, es ahora que se ha convertido en una herramienta de peso para desarrollar un proyecto arquitectónico, aunque algunos no lo explotan y lo usan solamente para copiar los planos del proyecto de diseño, sin considerar todas las ventajas adicionales que el trabajar con un sistema CAD ofrece (ver capítulo 4).

En la década de los 90 la utilización de los sistemas CAD se difundió de manera contundente en los despachos de Arquitectos como una herramienta de graficación que, como una de sus ventajas, ofrece una mayor rapidez en la actualización de planos, que comparado con el trabajo en restirador, evita la repetición completa de los dibujos expresados en papel. A este respecto Frank García comenta:

“El Diseño Asistido por Computadora (CAD) existe desde los años 70, aunque es sólo muy recientemente cuando se ha convertido en una herramienta de peso al momento de incluir sus ventajas en el proyecto de arquitectura, aunque en la mayoría de los casos aún sea sólo para copiar aquello que se hacía en la mesa”³

Los sistemas CAD permiten mediante las imágenes digitales generar una realidad virtual del objeto, pudiendo tener diversidad de oportunidades para identificar sus atributos cualitativos y cuantitativos, positivos y negativos. De esta manera se origina una nueva forma de lectura y de memoria sobre el proyecto.

Estas formas de lectura y memoria afectan tanto los mecanismos que utilizan la imagen como mera re-presentación de un objeto

³ GARCÍA, Frank Entre Polyrayas, Entre rayas revista de arquitectura en WEB. www.dimensionvirtual.com/entrerayas/n20/polyrayas.html

exterior al sujeto, como también a los procesos de pre-figuración en donde la imagen juega un rol protagónico en la ideación del objeto de diseño.

Los programas de diseño asistido por computadora pueden utilizar los datos para presentar los cálculos de factores de la luz del día dentro de espacios, energía requerida por las instalaciones de luz para registrar los niveles especificados de iluminación, cargas de calefacción y ventilación, niveles de ruido en espacios.

En un sistema CAD es posible desarrollar librerías de detalles estándares para diferentes métodos de construcción, proveyendo de este modo una gran flexibilidad en respuesta al cambio de costo y disponibilidad de trabajo y materiales. La habilidad de presentar un costo rápido y otros análisis permiten al arquitecto manejar costos muy competitivos y un control de calidad adecuado. Además la producción automática de documentación asegura la consistencia, precisión y compatibilidad entre los diferentes documentos del diseño.⁴

Algunos de los programas CAD pueden integrar características de: análisis de la estructuras, análisis de iluminación, calefacción, mobiliario, la producción de información que puede ser generada automáticamente por algunos programas también incluye: planos en diferentes dimensiones, secciones y elevaciones, disposición y acomodo de los muebles, disposiciones eléctricas, plomería isotérmica, costos.

⁴ WILLIAM, J. Mitchell (1979), Computer-Aided Architectural Design, Los Angeles CA. Edit. Van Nostrand Reinold company, Pags. 105-108.

Con la tecnología CAD se cambia desde las características de los locales de trabajo, por ejemplo: un espacio destinado a la colocación de planos, se reduce al necesario para poner unas cuantas cajas de disquetes; hasta el tiempo invertido y la facilidad de realización de un proyecto, que se reduce a agrupar procesos y repetirlos tantas veces como sea necesario.

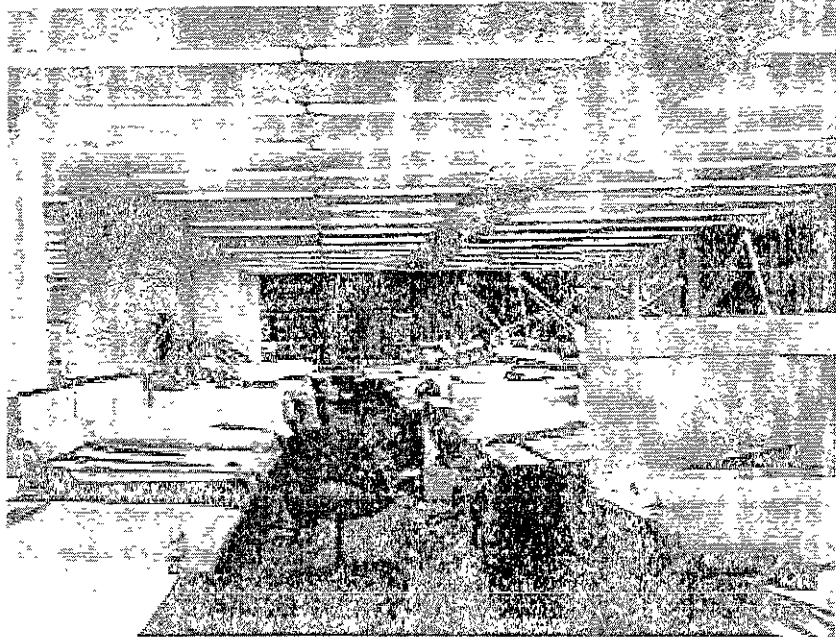


Fig. 1: Imagen de un despacho de arquitectos con poca automatización en sus procesos ⁵

Pero... ¿qué otras ventajas ofrece el CAD en el proceso de diseño arquitectónico, considerando que la computadora y el software CAD sean en conjunto el instrumento o herramienta comparable quizás con un lápiz o con cualquier otro objeto del que hace uso un arquitecto para transmitir sus ideas?

Para dar respuesta a la anterior pregunta, resulta evidente primero entender o poner como antecedente el concepto que se tiene sobre

⁵ LAUNGUE, Natalie (1984) Computers in the architectural office, New York, , Ed. Van Nostrand Reinhold company, Pag. 4

el proceso de diseño en arquitectura y hacer un análisis de la inserción de los sistemas CAD a dicho proceso.

1.3 Filosofía de trabajo dentro de los sistemas CAD

Los sistemas CAD permiten trabajar con representaciones gráficas vectoriales, en archivos digitales que, como ya se ha mencionado, tienen como característica que la información queda almacenada en el equipo de cómputo, haciendo posible consultarla, modificarla y hacer copias. Esto da oportunidad al diseñador de recurrir a proyectos almacenados y reutilizar información en proyectos nuevos.

La filosofía de trabajo en sistemas CAD consiste en abordar los proyectos por partes para su posterior integración, trabajando con instrucciones que permiten generar trazos exactos, con posibilidad de acercar el punto de visión al grado de detalle que el diseñador necesite. Es posible discretizar modelos complejos o proyectos muy grandes en pequeñas partes, para abordar parcialmente los objetos diseñados para su posterior integración en archivos agrupadores o de ensamble, mediante referencias entre dibujos, o por medio de la agrupación de elementos como bloques.

Al trabajar con sistemas CAD, es necesario definir la forma en que se organizará la información del proyecto de diseño. Un proyecto de diseño, puede estar integrado por diversos archivos, con información parcial del objeto diseñado.

Existen diferentes criterios para abordar un proyecto arquitectónico utilizando sistemas CAD, como: criterios de organización, criterios de representación y criterios de orden práctico.

Los criterios de organización implican la organización de la información gráfica según los tipos de elementos conceptuales como por ejemplo representaciones de muros, columnas, pisos, etc.

Los criterios de representación implican la clasificación de los objetos gráficos, para que éstos sean identificados fácilmente en los dibujos según el nivel de abstracción requerido para expresarlos adecuadamente; por ejemplo la figura que representará una columna, un mueble o algún símbolo de instalaciones.

Finalmente, los criterios de orden práctico definen la forma más adecuada para armar el conjunto general del objeto de diseño. Estos criterios dependen de las opciones particulares del sistema CAD, ya que cada programa ofrece diferentes posibilidades.

La información u objetos gráficos como líneas, círculos, etc. pueden agruparse en capas que representan en el dibujo diferentes aspectos del diseño, como instalaciones, mobiliario, líneas de trazo, etc. siendo estos objetos diferenciados por colores o tipos de línea en layers o capas que pueden activarse o desactivarse de acuerdo a las necesidades del usuario.

Existe la posibilidad de integrar representaciones parciales o completas de otros archivos, este concepto se utiliza mucho cuando se desea generar algún plano de instalaciones o de mobiliario. Donde los símbolos o representaciones de muebles, se pueden tener prealmacenadas en la computadora e insertarse a diferentes escalas con ángulos de giro o en copia simétrica (mirror).

Cuando los proyectos requieren el desarrollo de muchos planos, se recomienda trabajar con referencias entre archivos, para poder trabajar de manera independiente cada plano, y agrupándolos en un archivo que integre todas las partes.

Los proyectos desarrollados en sistemas CAD, al abordarlos de forma parcial, ofrecen dos ventajas importantes: por un lado el diseñador puede concentrarse en fragmentos del diseño y organizar la información gráfica según sus conveniencias; por otro lado, permite el trabajo colaborativo en proyectos que por su naturaleza requieren de trabajo multidisciplinario o de un grupo de profesionales.

En los sistemas CAD, se pueden desarrollar diferentes tipos de representaciones y particularmente se pueden mencionar tres tipos de objetos: los modelos, los planos finales y las librerías de objetos (librerías de símbolos).

Los modelos son archivos que contienen la información de la representación del objeto en escala real. Constituyen una recreación informática del objeto, ya sea físico o conceptual, por ejemplo la maqueta electrónica o virtual del objeto diseñado.

Los planos finales son archivos con información gráfica calificada para un uso o representación determinada. Implican el uso de información escrita, representaciones en dos dimensiones con vistas en fachada o en planta. Los planos finales en ocasiones se generan a partir de los modelos tridimensionales. Una última característica de estos archivos, es que generalmente se representan los objetos a escala con la intención de que estén listos para ser impresos en papel.

Las librerías son archivos con representaciones gráficas de símbolos u objetos que se pueden utilizar para ambientar otros proyectos y se utilizan como utilería. Pueden contener representaciones de objetos tridimensionales o bidimensionales, se tienen a una escala específica y es importante conocerla para poder integrar sus elementos en otros archivos.

En arquitectura los modelos más frecuentes los constituyen los dibujos de las proyecciones en planta y elevación y las maquetas en 3D que conforman la clásica información gráfica a representar. Esta información se utiliza con diferentes niveles de detalle o resolución como base para el adición de la información específica y accesoria de las láminas finales, cada una orientada a representar diferentes aspectos del proyecto: planos arquitectónicos, planos de instalaciones, planos de estructura, planos de obra, etc.

Al abordar un proyecto de diseño con el auxilio de un sistema CAD, es importante tomar en cuenta que será necesario permitir y coordinar el trabajo en paralelo del grupo interdisciplinario interviniente en el proyecto (compartir archivos e información para el desarrollo del proyecto).

Al desarrollar partes del proyecto también se debe definir en qué archivo se integrarán los diferentes componentes del diseño, para que éste siempre se encuentre actualizado (tener bien definidas las referencias a archivos). El ensamble o dibujo agrupador siempre estará al último nivel de actualización.

El trabajar con referencias entre dibujos evita también la información redundante, ya que cualquier integrante del equipo de diseño puede consultar y reutilizar los archivos de los demás.

La idea principal consiste en dividir el objeto en todas las partes componentes que sean factibles de una representación independiente, para luego integrarlo a través de una estructura de relaciones entre ellos. Esto permitirá simplificar radicalmente la tarea de dibujo, modificación y actualización de información, brindando una estructura de trabajo colaborativo, o individual con reutilización de datos almacenados en la computadora.

Capítulo 2

La graficación en el proceso de diseño arquitectónico

2.1 Diseño y objeto arquitectónico

"Hasta no hace mucho "diseño" significaba para casi todos un esquema bidimensional como las figuras del empapelado".¹

Según Robert Scott, "Diseñar es un acto humano fundamental. Diseñamos toda vez que hacemos algo por una razón definida"². Así mismo menciona que , "Diseño es toda acción creadora que cumple su finalidad"³. Existen diferentes soluciones o diseños para la atención de una demanda o necesidad, ya que siempre que hacemos algo es porque lo necesitamos (o deseamos).

Por su parte Antonio Alvarez menciona que "el diseño no es un acto sino un proceso de actos y decisiones creativas, condicionadas de distinta manera según sea el objeto a diseñar"⁴

¹ SCOTT, Robert (1998) Fundamentos de Diseño, México, Edit Limusa, Pag. 8

² SCOTT, Robert (1998) Fundamentos de Diseño, México, Edit Limusa, Pag. 1

³ SCOTT, Robert (1998) Fundamentos de Diseño, México, Edit Limusa, Pag. 1

⁴ ALVAREZ, Antonio (1989) Diseño Arquitectónico I- Lecturas, México, ITESM Monterrey Nuevo León, Pag 17

Diseñar es un oficio que solamente con la preparación y experiencia, se puede ejercer para obtener resultados, sobre todo en arquitectura, donde en el diseño de un objeto arquitectónico intervienen infinidad de factores o datos a considerar.

“Siendo el objetivo del diseño aportar una determinada modificación al entorno, la acción del medio exterior proporciona la primera información global y desordenada sobre el entorno, dominio y objeto de diseño. A la partícula elemental que proporciona información la llamaremos DATO. En esta primera fase, lo que se posee son conglomerados sin estructura de datos: impresiones visuales, experiencias anteriores, información técnica más o menos desordenada. Con todo ello aparece la preparación y elaboración del programa de diseño. En esa fase aparecen lo que llamamos NECESIDADES, es decir, conjuntos de datos que poseen ya una cierta y determinada estructura y, seguidamente la decisión o acto que separa la confección del programa de ejecución del primero de los actos elementales del encadenamiento que conduce a la forma. En este punto es donde se entiende que comienza específicamente el diseño, después de la fase previa”⁵

El ser humano tiene diferentes tipos de necesidades materiales, espirituales, emocionales, existen también necesidades funcionales y expresivas. En el caso de las segundas, se puede mencionar que representan un lenguaje visual con el que se pueden manifestar verdades acerca de las experiencias internas y externas del mundo.

⁵ LEUPENT, Bernard (1999) Proyecto v Análisis, Barcelona Edit. G. Gili, Pag 37

“Los objetos satisfacen necesidades de diferente índole, que además pueden cambiar con el tiempo, por ejemplo un jarrón griego, que se concibió para que fuera utilitario y económico, actualmente satisface una necesidad estética”.⁶

El comentario anterior, quizás cause confusión, porque se puede interpretar que como un objeto puede tener diferentes funciones, conforme pasa el tiempo, pudiera darse el caso que algún objeto pueda ser creado sin ninguna intención funcional y que con el tiempo pueda cubrir alguna necesidad. Enrique Yañez define al diseño como “un proceso creativo, cuyo objetivo final se hallará en un producto concreto, físico, material y estable, destinado a cubrir una determinada función”⁷.

Los objetos arquitectónicos, serán entonces la solución propuesta por un arquitecto para atender a una demanda o necesidad - recordando que pueden ser estética, espiritual o funcional. Para poder dar forma a este objeto, se requiere de una serie de instrucciones para su fabricación, que se expresan generalmente mediante planos e imágenes, que el diseñador habrá de crear utilizando un lenguaje gráfico, expresado en papel.

2.2 La imagen y el diseñador

Entendiendo el concepto de imagen como representación mental y completa, como símbolo de lo que ya ha sido percibido anteriormente por los distintos sentidos (vista, oído, tacto, etc) y

⁶ SCOTT, Robert (1998) Fundamentos de Diseño, México, Edit Limusa, Pags. 1-8

⁷ YAÑEZ, Enrique (1997) Teoría, diseño, contexto, México, Edit Limusa, Pag 90

como una existencia situada a medio camino entre el objeto a representar y el objeto mismo, se concluye que no es posible separar las imágenes del acto mismo de pensar.

“El concepto de imagen es considerado en un doble sentido: como re-presentación de una pauta constitutiva de lo real externo al mismo, posible de ser aprehendida por la conciencia práctica del mundo (percepción, comprensión, fricción) y como presentación o prefiguración de la voluntad de proyección de la subjetividad en el mundo posible de ser expresada por su conciencia valorativo-especulativa”⁸.

Los diseñadores no tratan de representar algo, sino que mediante la prefiguración, pretenden anticipar y proponer soluciones imaginando el cambio o la transformación del los objetos, cuya existencia más concreta es precisamente construida por las imágenes que la determinan y la analizan.

Es en esta relación objeto-sujeto donde la imagen aparece como una realidad que depende de ambos. Se necesita de las intenciones y el significado que le otorga el sujeto y de las propiedades y características físicas del objeto para lograr que el objeto de la imagen pueda materializarse.

Conforme evolucionan los trazos se clarifica la imagen, la información requerida para la generación de la misma, implica por un lado la concepción arquitectónica que indica los diferentes elementos a integrar en el diseño y el orden de los mismos, que de ninguna

⁸ CHIRELLA Mauro (1997) La representación arquitectónica en el medio digital, Universidad Nacional Litoral

manera será restrictivo y tampoco universal. Para integrar toda esta información y tener la oportunidad de re-ordenar tantas veces sea necesario, se puede utilizar un sistema CAD, que servirá como una herramienta para el diseñador.

“El diseñador inventa el objeto en el acto mismo de representación, esto es dibuja un objeto inexistente, cada vez con mayor precisión. Esta precisión es un aumento en el detalle dentro del sistema de reglas de representación misma. Así el diseño es la descripción progresiva de un objeto que no existe al comenzar la descripción”⁹.

La concepción arquitectónica traduce eventos en ideas y el diseño las describe, una descripción es un listado que indica cómo es un objeto recurriendo a la comparación con otros objetos conocidos. Lo conocido puede ser variado, pero al relacionarlo con el objeto bajo descripción su lugar en el mundo va siendo definido como sus dimensiones, dónde se sitúa, de qué material está hecho, qué conflictos genera al entrar en contacto con otros objetos. El método de la descripción indica los pasos a seguir para darle entidad física a una entidad abstracta. La secuencia de estos pasos influye en el resultado. La idea podrá ser más rápida y efectivamente materializada, si la descripción se hace de manera ordenada. Además es necesario que la cantidad de información sea suficiente de modo que el objeto quede definido con exactitud. Así pues, el contar con una herramienta que ayude a ordenar esta información para poder consultar, modificar y verificar todos estos componentes, será ventajoso e importante para el diseñador.

⁹ CHIRELLA Mauro (1997) La representación arquitectónica en el medio digital, Universidad Nacional Litoral

Pero el método de la descripción no debe de interpretarse como una receta, si bien puede ayudar a definir algunos aspectos de los objetos, este nunca los define. Para poder hacerlo, es necesario comparar la idea abstracta con posibles objetos concretos encaminados a soluciones factibles, condicionados aún adquiriendo certeza conforme evoluciona el diseño.

El diseñador se encargará de evaluar la posibilidad de materializar el objeto, y actuará como intermediario entre las ideas y el conocimiento del mundo físico, es el encargado de los éxitos y fracasos en el planteamiento de solución, estos dependerán de las circunstancias que originan el proyecto así como de la personalidad del diseñador y de sus conocimientos.

Tan solo la prefiguración del objeto implica la integración de mucha información, así como el planteamiento de diversas variantes, el trabajo del diseñador consistirá en pensar cómo solucionar el problema de diseño. Este problema solamente podrá ser resuelto en base a la experiencia y requiere también de herramientas para poder plasmar estos pensamientos en realidades tangibles que permitan la integración de los conceptos de diseño.

"Los estructuristas sostienen que el pensar surge como un proceso perceptivo suscitado por un estímulo y que se relaciona, formando un conjunto con procesos anteriores almacenados por la memoria. El termino percepción (como aprehensión de la realidad) refleja una experiencia situada en el medio equidistante entre la sensación (visión sensible) y la intuición intelectual (visión inteligible). De

esta manera se ha llegado a definir en un sentido amplio como la aprehensión directa de una situación objetiva"¹⁰.

Para poder codificar y decodificar las imágenes producidas o reproducidas que representan las ideas referidas al conocimiento del diseñador que se basan en experiencia, solamente la memoria permite tener conciencia de las etapas de desarrollo de los proyectos, esta memoria, es falible en ciertos casos y será conveniente tener un archivo de los diversos momentos, etapas y planteamientos desarrollados para dar solución a un diseño.

El diseñador busca incesantemente algo que aún no se conoce, este es un esfuerzo por imprimir el concepto de diseño en su mente; de esta impresión, paulatinamente aparece la primera imagen y entonces, es necesario evaluar si es posible construirse o materializarse. De esta manera, se puede decir que, cuando uno diseña, se busca la descripción progresiva de un objeto que aún no existe al principio de la descripción, a esta secuencia o maduración del diseño, se conoce como el proceso de diseño.

"El proceso de diseño puede ser caracterizado, desde el punto de vista informal, como la paulatina adquisición de información y una correlativa disminución de la incertidumbre"¹¹.

El proceso de diseño, se encuentra inmerso en el proceso de producción de los objetos arquitectónicos, que es el universo de

¹⁰ CHIRELLA Mauro (1997) La representación arquitectónica en el medio digital, Universidad Nacional Litoral

¹¹ BONTA, Juan Pablo (1975), ARQVITEVRAS información grafica de la actualidad No. 5, Graficación y diseño, Barcelona, Edit. La Gaya Ciencia, Pag 1

acción del arquitecto como diseñador. A continuación se describen estos procesos.

2.3 El proceso de producción

En arquitectura, para que exista un objeto arquitectónico, se requiere de todo un proceso, este proceso identificado como el proceso de producción, se desarrolla por medio de cuatro etapas generales que son:

Promoción

Proyecto o proceso de diseño

Materialización

Consumo

2.3.1 Promoción

En esta etapa, es cuando una persona o grupo de personas, desean un objeto, y se hacen allegar de los medios para poder iniciar con el proyecto del mismo.

2.3.2 Proyecto o proceso de diseño

El proceso de diseño, entendido como el conjunto de actividades necesarias para prefigurar la forma de un objeto que satisfaga una demanda, integra diversas etapas. Miguel Hierro comenta que "El proceso en síntesis, implica en primer término, una traducción - por así decirlo - del contenido de la demanda inicial, comúnmente expresada verbalmente, a términos arquitectónicos, es decir, a la caracterización que define propiamente la demanda

de arquitectura"¹². Dentro del proceso, se identifican cuatro etapas principales, que son:

Demanda
Conceptualización
Esquemmatización
Comunicación

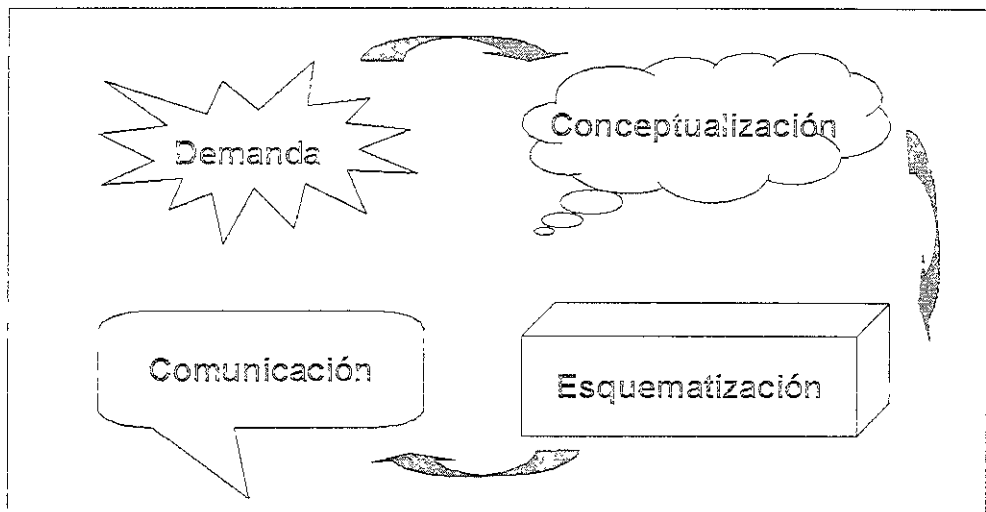


Fig. 2 El Proceso de diseño

2.3.2.1 Demanda

Es la descripción verbal de un objeto (satisfactor u objeto deseado). La demanda puede ser ambigua y depende del diseñador, asimilar y prefigurar el objeto demandado. La siguiente cita, es un ejemplo de demanda o solicitud verbal.

"Los vuelos de las terrazas y paseos en amplics espacios – son algunas de las razones por las cuales ninguno dudará en quedarse en esta ciudad de ensueño, donde las edificaciones son un símbolo de

¹² HIERRO, Miguel (1997) Experiencia del Diseño, México D.F. UNAM, Pag. 141

democracia, igualdad y euforia – Una ciudad majestuosa bella que conviva en armonía con la naturaleza como escenario digno de todas las ceremonias ahí efectuadas”¹³. (Pierre de Coubertin La olimpiada moderna, 1910)

La demanda se conoce también como los requerimientos previos que son los insumos con los que el diseñador iniciará su trabajo imaginativo, creativo y de evaluación, en esta etapa, el diseñador, deberá hacer un diagnóstico cuantitativo y un análisis cualitativo, para poder definir claramente la demanda arquitectónica.

Como menciona Miguel Hierro¹⁴ La primera actitud del diseñador será la de identificar todos los datos o factores determinantes del diseño, de este análisis, se identifican algunas características de la forma o conclusiones de diseño, con estas, se perfila paulatinamente el concepto arquitectural..

2.3.2.2 Conceptualización

“El primer paso del proyecto es el desarrollo de un concepto; entre el proyecto abstracto y el proyecto concreto siempre se extiende un largo proceso, el problema es que no se trata de una mera traslación de uno a otro, sino de una operación creativa en donde los diseñadores formulan una posible elaboración formal, la contrastan con los requerimientos previos, y algunas

¹³ GRINGHAM-Hall, Patrick (2000) Olympic Architecture, Sydney Edit. Simon Blackali, Pag 12

¹⁴ HIERRRO, Miguel (1997) Experiencia del Diseño, México D.F. UNAM, Pags 141, 142

veces rechazan esta solución y le hacen ajustes para después poderla comparar”¹⁵.

La conceptualización es el acto por el cual el diseñador asimila la demanda y la imagina, anticipando su buena funcionalidad, belleza y otros aspectos, En esta etapa el diseñador produce un croquis que utiliza como medio de comunicación consigo mismo, haciendo uso de instrumentos simples como papel y lápiz (puede ser con algún otro instrumento).

“El croquis, es un dibujo a mano libre que contiene la información gráfica de una idea y, por lo tanto, no tiene límites ni premisas o normas para su desarrollo.

Así como un croquis puede ser muy explicativo, también puede ser confuso o escaso en información y representar exclusivamente la expresión gráfica elemental de un concepto”¹⁶.

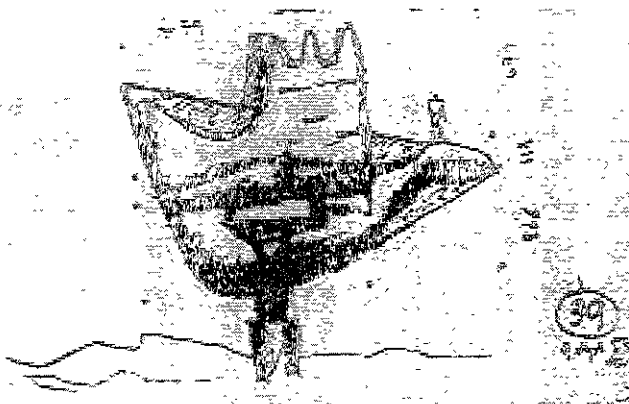


Fig. 3 El monumento de la mano abierta. Le Courbusier, Chandigarh (India) 1952.

Boceto preliminar ¹⁷

¹⁵ LEUPENT, Bernard (1999) Proyecto y Análisis, Barcelona Edit. G. Gili, Pag. 57

¹⁶ DE LA PUENTE, Solares (1984) El proyecto arquitectónico, México, Edit. Empires, Pag 68

¹⁷ MALUGA, Lezek (1990) El Dibujo Arquitectónico, México, Tilde Editores, pag.30

Esta etapa se asocia con los conceptos que regirán el diseño. "A partir de la definición del concepto de diseño, el camino es aún largo, y siempre exploratorio e interpretativo, pero significará ahora, impregnar a la imagen de todos los aspectos cualitativos del diseño. Se podrán aplicar entonces todas las relaciones entre el fondo y la figura, el manejo de las proporciones, los trazados geométricos, en fin todos aquellos instrumentos derivados de la geometría que constituyen una parte fundamental del ejercicio de la proyección".¹⁸

Con el concepto definido, la imagen del objeto toma forma en la mente del diseñador, aunque ocurre a veces que no se puede lograr una imagen mental detallada de lo que se quiere hacer y la única solución es comenzar a trabajar directamente con los materiales, con la sola guía de ideas y sentimientos más o menos vagos, para esto, se generarán algunos esquemas haciendo uso de los instrumentos que el diseñador tenga a la mano, como papel y lápiz. Estos esquemas no tienen aún ninguna relación con el proceso de construcción del objeto.

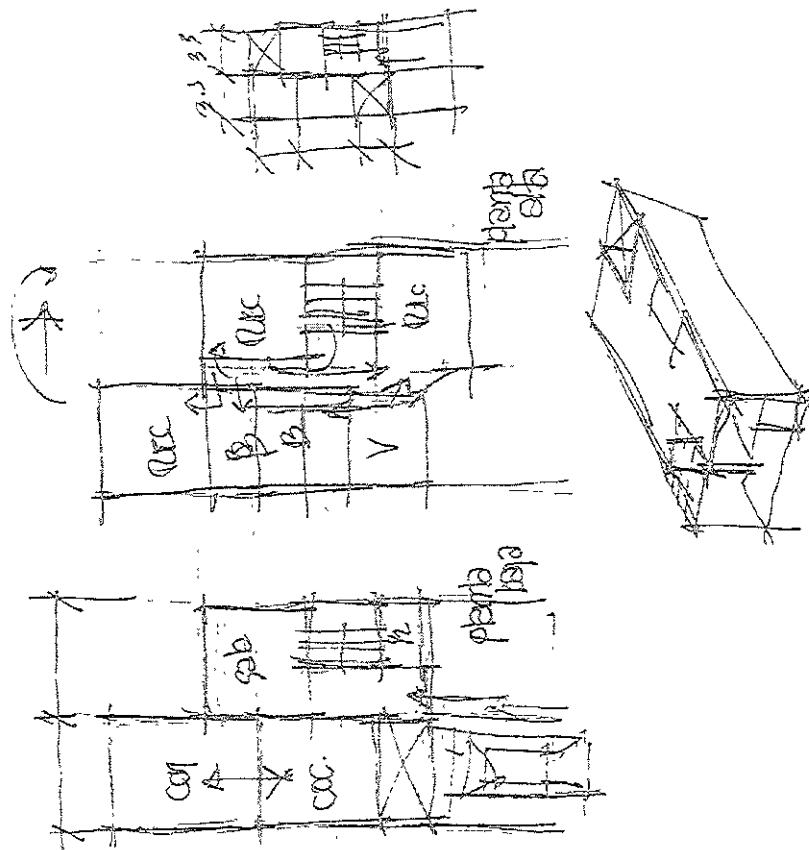
"Al tiempo que se va precisando el concepto lo hace también la figura, que por una parte no se trata de la representación de una cosa dada, sino de la conversación proyectual que entablamos no sólo con la materia arquitectónica sino con la propia representación como materia que nos responde y sugiere y que a su vez, es invención funcional con relación al objeto. Es relativamente casual que esta

¹⁸ HIERRO, Miguel (1997) Experiencia del Diseño, México D.F. UNAM, Pag. 144

conversación se concreta a través del diseño: pero el ejercicio del diseño, del instrumento de representar el objeto, constituye la única relación corpórea que el arquitecto mantiene con la materia física que debe formar. Es la última manualidad y él debe defenderla encarnizadamente"¹⁹.

2.3.2.3 Esquemmatización

En el proceso se partirá de esquemas preliminares de obvio contenido tipológico, planteados como hipótesis de diseño que representa una anticipación de la propuesta proyectual.²⁰



¹⁹ GREGOTTI, Vittorio (1972), El Territorio de la arquitectura, Barcelona, Edit. Gustavo Gili S.A. Pags 25 y 26

²⁰ HIERRO, Miguel (1997) Experiencia del Diseño, México D.F. UNAM, Pag.143

Fig. 4 Esquemas iniciales (Casa habitación)

Cuando se han desarrollado diversos bocetos apoyados en el concepto de diseño, el diseñador hará una selección de los esquemas o imágenes que producirán el objeto arquitectónico, aquí se pretende que el mismo objeto adquiera una forma más concreta, que en ocasiones será la primera imagen que el cliente verá del diseño (en esta etapa, se utiliza algún lenguaje visual de fácil interpretación, pueden ser perspectivas, maquetas volumétricas, etc).

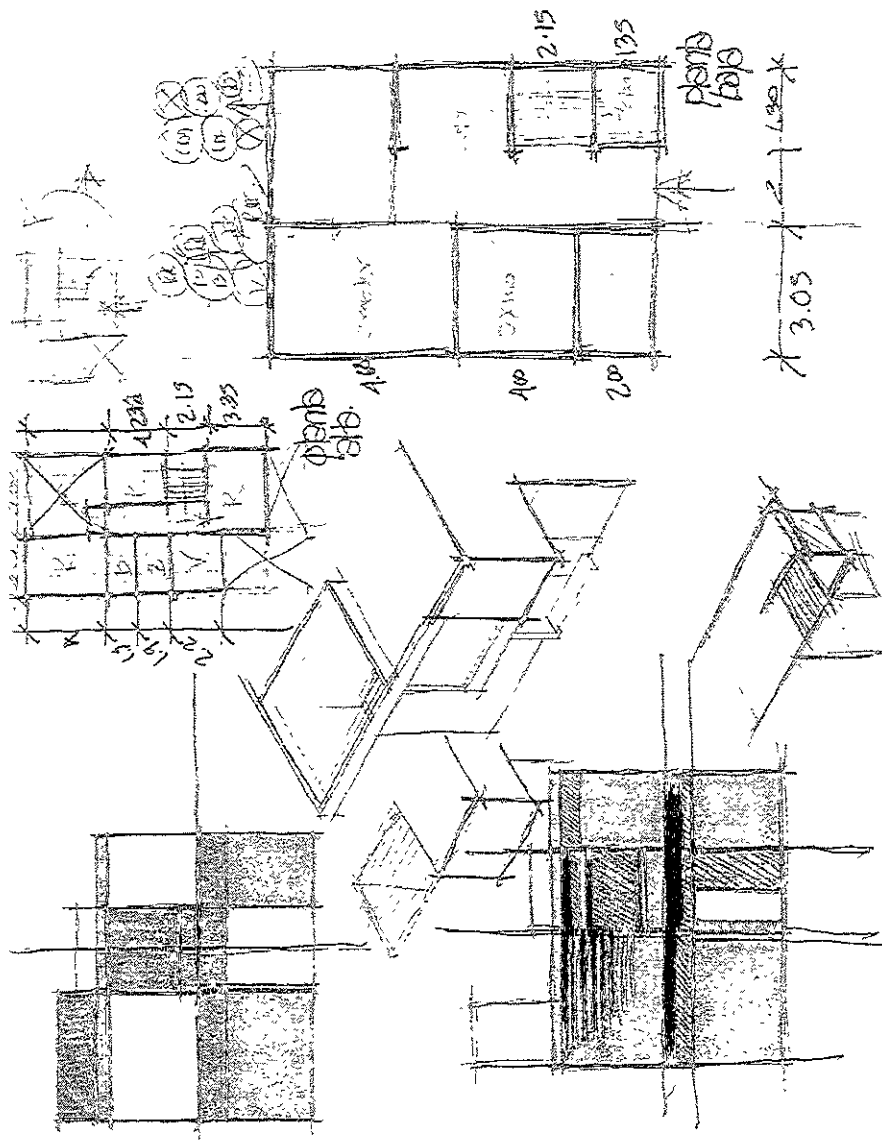


Fig. 5 Esquemas Casa habitación

“Si el arquitecto ha de transmitir sus intenciones al cliente, debe elegir un lenguaje que el cliente entienda, de hecho, tiene la responsabilidad moral de elegir tal lenguaje”²¹.

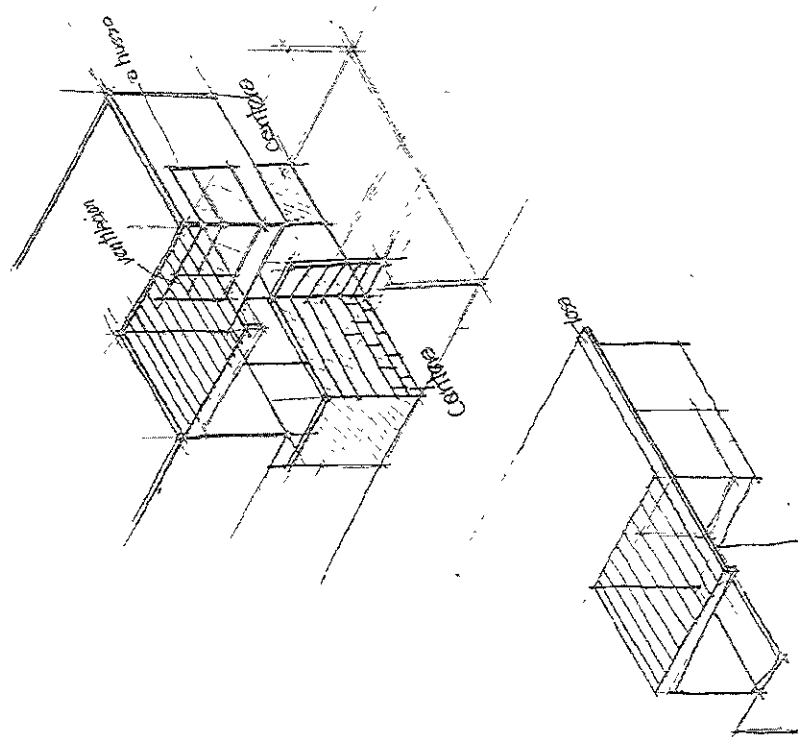


Fig. 6 Esquemas Casa habitación

2.3.2.4 Comunicación

Posterior a la esquematización se requiere de la representación de toda la información técnica del diseño para que pueda ser materializable, esta etapa se asocia con lo que se define como el proyecto arquitectónico ejecutivo.

²¹ BROADBERNT, Geoffrey (1982) Diseño arquitectónico: arquitectura y ciencias humanas, México, Edit. Gustavo Gili, Pag 47

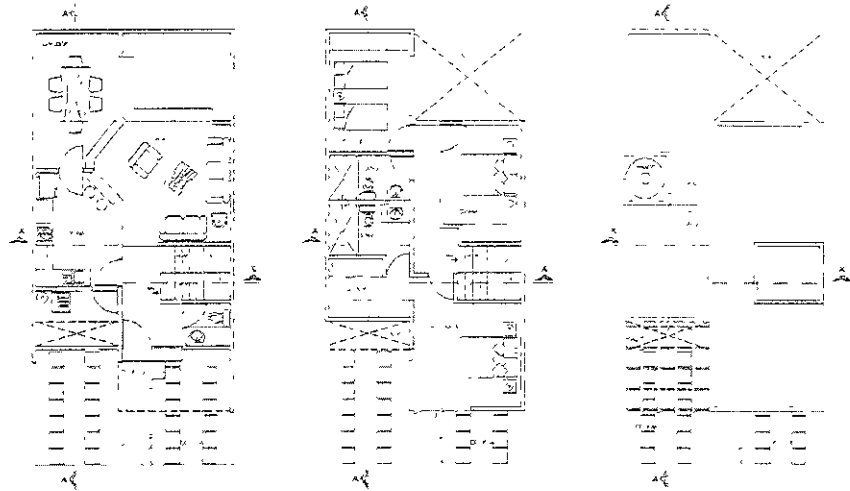


Fig. 7 Plantas arquitectónicas, proyecto Casa habitación

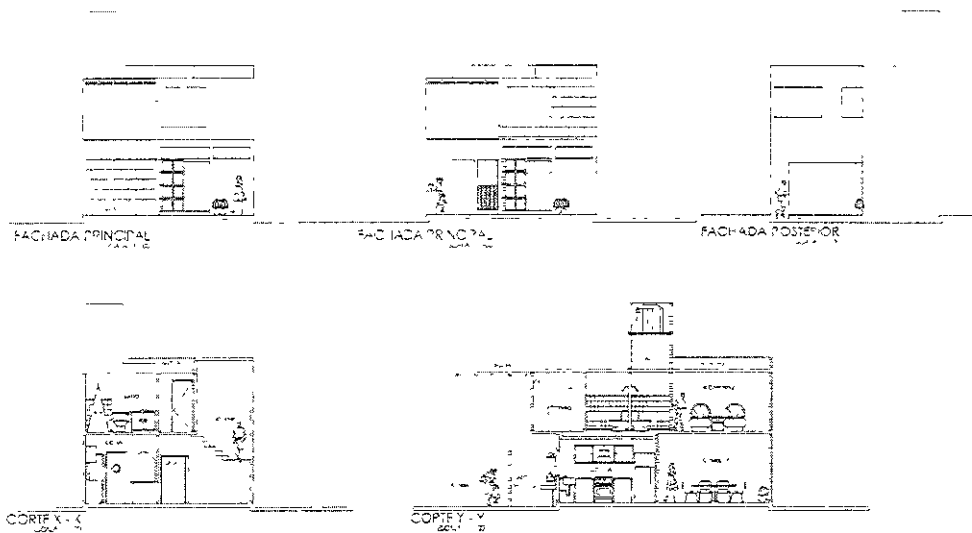


Fig. 8 Fachadas y cortes, proyecto Casa habitación

En esta etapa, se requiere hacer muchas consideraciones, por lo que se requiere de modificar y re-dibujar muchos de los planos del proyecto; es la etapa en la que tradicionalmente los sistemas CAD, auxilian y permiten tener resultados de reducción del tiempo requerido para la generación de los planos.

“El proyecto arquitectónico es el resultado de planear una obra y desarrollar los planos necesarios; es pues, la transición y el enlace entre la planeación y la construcción de la obra misma y por lo tanto, el medio de comunicación para llevar a la práctica la ejecución de las obras planeadas”²².

El proyecto arquitectónico es la solución, en planos, de una obra habitable en la transición y el enlace entre la planeación y la construcción. Los planos arquitectónicos son los elementos que el proyectista de arquitectura utiliza para plasmar sus ideas, soluciones y diseños para comunicarlos al constructor y al usuario. El proyecto arquitectónico, además de estar integrado por planos, se complementa con documentos, y ocasionalmente con representaciones tridimensionales. El proyecto arquitectónico debe contemplar todas las soluciones para la construcción de los elementos que componen la obra.

“El proyecto es el modo de organizar y fijar arquitectónicamente los elementos de un problema”²³.

“Con todo, no podemos olvidar que el proyecto arquitectónico no es aún arquitectura, sino sólo un conjunto de símbolos que nos sirven para fijar y comunicar nuestra intención arquitectónica; planos, secciones, plantas, detalles y perspectivas no son

²² DE LA PUENTE, Solares (1984) El proyecto arquitectónico, México, Edit. 8Empires, Pag 11

²³ GREGOTTI, Vittorio (1972), El Territorio de la arquitectura, Barcelona, Edit. Gustavo Gili S.A. Pag 13

más que apuntes convencionales, intentamos concretar a través del proyecto”²⁴.

2.3.3 Materialización

La construcción de la obra arquitectónica, es también conocida como la etapa de materialización dentro del proceso de producción.

Para que esta etapa se desarrolle adecuadamente, es importante que el contratista respete e identifique todos los aspectos constructivos expresados en los planos producidos en el proceso de diseño.

2.3.4 Consumo

Una vez terminada la obra, los usuarios, toman posesión del objeto; en esta etapa el usuario evaluará la calidad del diseño.

²⁴ GREGOTTI, Vittorio (1972), El Territorio de la arquitectura, Barcelona, Edit. Gustavo Gili S.A. Pag 15

2.4 Diseño Arquitectónico

En síntesis, diseño arquitectónico, es la integración (integral) de todos los conceptos de arquitectura aplicados desde la detección de una necesidad, deseo o demanda (límite inferior) hasta la creación del objeto (límite superior).

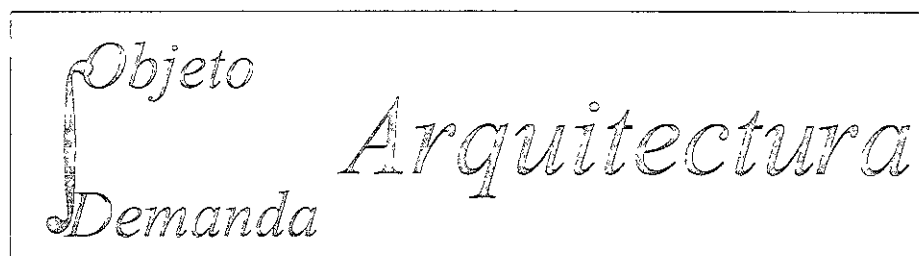


Fig. 9 Diseño Arquitectónico

Capítulo 3

Los sistemas CAD como herramienta de representación en arquitectura

3.1 Las herramientas de representación

Instrumentos tales como lápices, plumillas, escuadras, etc... no consiguen por sí solos mejorar el diseño, tan sólo aumentan la capacidad de precisión en la representación aunque en ninguno de los casos, mejoran el diseño. De igual manera la computadora viene a ser una herramienta -moderna- que bien administrada aumenta nuestro potencial obteniendo beneficios como la disminución del tiempo entre el ensayo y el error.

instrumento (i. -to)

1 *m.* Objeto fabricado, formado de una o varias piezas combinadas, para el ejercicio de artes y oficios, efectuar una operación, etc.: instrumentos quirúrgicos, topográficos, de labranza; ~ músico o simpite. ~, el que produce sonidos musicales por la vibración de las cuerdas de que está provisto (~ de cuerda); golpeándolo con badajos o varillas (~ de percusión), o impeliendo aire dentro de él (~ de viento).

2 Aquello que se utiliza para hacer una cosa.

3 *fig.* Persona o cosa que sirve de medio para lograr un resultado.

4 *DER.* Escritura o documento jurídico con que se justifica o prueba una cosa.

Fig. 10 Definición de instrumento¹

¹ Diccionario vox en línea: www.vox.es

En el proceso de diseño es común el ir y venir de ideas partiendo desde el detalle particular hasta el objeto total y viceversa, adaptándose a las necesidades funcionales, estructurales, estéticas, implícitas, etc., pero manteniendo una relación directa con un concepto generador. Así de sencillo y complejo ha sido y sigue siendo el diseño a pesar de herramientas de la nueva tecnología como los sistemas CAD, que más allá de ser metódicos, exigen del diseñador (usuario) una administración ordenada a fin de disfrutar de sus bondades.

“Todo proceso de diseño requiere la realización de una serie de actos de comunicación en los que participan el diseñador, el equipo de diseño, la comunidad en su conjunto y –eventualmente– máquinas”².

El diseñador tiene la oportunidad de decidir cuál es la herramienta más adecuada para poder convertir sus ideas en imágenes, y es por esto que los sistemas CAD, participan como herramienta de representación que permita al diseñador expresar los conceptos o ideas sobre el diseño por un medio interactivo, que además, como ya se ha mencionado, facilita la actualización y evolución de los trazos.

La utilización de sistemas CAD permite mayor exactitud y rapidez en la generación de gráficos, también evitan la incertidumbre en el resultado del diseño, por medio de la visualización de modelos tridimensionales que permiten al diseñador diferentes puntos de vista del objeto en un tiempo muy corto.

² BONTA, Juan Pablo (1975), ARQUITECTURAS información grafica de la actualidad No. 5. Graficación y diseño, Barcelona, Edit. La Gaya Ciencia, Pag. 1

En el PC World de mayo de 1994, en el artículo El CAD y la arquitectura se comenta que las aplicaciones CAD para el diseño arquitectónico en el pasado, eran básicamente programas y utilidades capaces de ayudar en el proceso de dibujo tradicional en dos dimensiones, dejando a los diseñadores el trabajo conceptual del diseño tridimensional. En la actualidad, los programas permiten trabajar en tres dimensiones, bien sea creando el edificio partiendo de cero, o bien, levantando espacialmente los elementos incluidos en los planos bidimensionales de planta típicos³.

Hoy en día los sistemas CAD permiten modelar volúmenes tridimensionales que además de presentar una visión más real del modelo y en consecuencia, una reducción de las posibilidades de error, facilita la creación de los planos, secciones y presupuestos de forma automatizada.

En realidad, el proceso es básicamente el mismo que cuando se parte de un dibujo en dos dimensiones, salvo que las entidades que se incorporan al diseño, son objetos tridimensionales como muros, puertas y ventanas. El problema de estos sistemas es la demanda de un equipo de cómputo más potente y de un cambio de forma de pensar del equipo de profesionales que intervienen en el proceso, si están más acostumbrados al dibujo en dos dimensiones tradicional. Es el procedimiento ideal para los edificios singulares, para los proyectos con espacios irregulares, y en general para los trabajos que requieran modelos tridimensionales complejos.

Existe también la posibilidad de partir de los planos de distribución en planta para levantar el modelo tridimensional, y se tiene la ventaja de que sólo se modelan las entidades que sean precisas, por

³ Pc World Mayo 1994 # 96, El CAD y la Arquitectura

ejemplo si se desea una vista exterior del edificio, solo habrá que levantar las fachadas y las lozas. Esta simplificación tiene como ventaja la utilización de un equipo menos potente que en el caso anterior y la comodidad de poder mantener un sistema de trabajo tradicional con planos en dos dimensiones. Como aspectos negativos, se pueden considerar la necesidad de la pérdida de tiempo que supone el duplicar las dos fases del dibujo en 2D y la modelación de la maqueta virtual en tres dimensiones, y en general, todo lo que precise la disponibilidad de un modelo tridimensional completo. Este es el procedimiento más adecuado para la actualización de proyectos antiguos, remodelaciones, ampliaciones y edificios con plantas repetidas. Un programa capaz de trabajar en los dos modos es la mejor solución CAD para los despachos de arquitectos.

3.2 Antecedentes históricos del desarrollo de la tecnología CAD

Por muchos años, los gráficos han sido un área importante y extensa de la aplicación de la computadora. Las técnicas de los gráficos de las computadoras incluyen bosquejos y diseños arquitectónicos, producción de perspectivas, mapas, animación por computadora, etc.

En 1960, Bocin Company of Seattle desarrollo una técnica que permitió simulaciones sofisticadas del movimiento a través de un ambiente producido.

Simulaciones visuales reales usando colores de la pantalla de TV, fueron introducidos a mediados de 1960, y han sido aplicadas en la simulación de naves en el espacio , en el océano, interior de construcciones, etc.

En 1970 se desarrolló un programa de diseño computacional para la descripción de la construcción, que integraba una gran cantidad de archivos, cada uno relevante a aspectos particulares de la construcción. los archivos especializados contenían datos de las estructuras de la construcción, calefacción, ventilación, comunicaciones, muros, elevadores, pasillos, sistemas eléctricos, Iluminación y otros más.

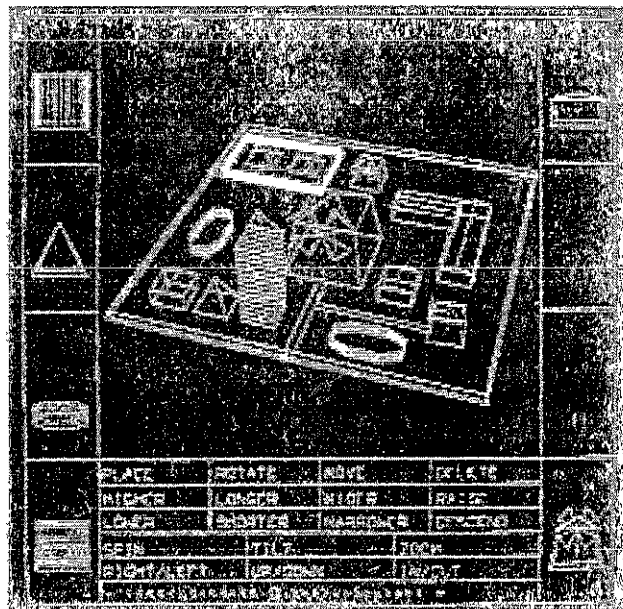


Fig. 11 Imagen de gráficos logrados con tecnología CAD en sus etapas iniciales⁴.

Posterior a ese programa, se diseñó un sistema de construcción llamado BDS (Building Description System) en 1975. Diseñado para proveer una facilidad para almacenar y manipular información

⁴ LAUNGUE, Natalie (1984) Computers in the architectural office, New York, , Ed. Van Nostrand Reinhold company, Pag. 160

relevante al diseño a un nivel detallado y preciso, necesario para presentaciones de diseños virtuales prácticos de construcción o tareas de análisis.

En el sistema BDS, un objeto de la construcción era tratado como la composición espacial de un conjunto de elementos y de esta manera proveía una fuente de gráficos sencillos y completos de formas de elementos complejos, un lenguaje gráfico interactivo para editar y establecer disposiciones de elementos, capacidades gráficas que podían producir perspectivas de alta calidad y un tipo de base de datos que permitía dar algún tipo de formato por atributos, por ejemplo, algún tipo especial de material.

Otro interesante prototipo de un sistema de construcción fue el IDAS (Integrated Designers Activity Support Sistem), notable por su uso de una sofisticada técnica conocida como "relational data structuring", para la organización y el almacenaje de datos y por presentar un registro histórico de las secuencias de las modificaciones del diseño efectuadas con anterioridad. Contenía un sistema de gráficos interactivo, que permitía generar y mostrar dibujos con diferentes niveles de detalle. La ventaja más importante fue la flexibilidad para grabar los datos en diferentes formatos que se podían ser reproducidos de manera rápida y eficiente. Con esto permitió una mayor difusión del uso de los sistemas computacionales para el desarrollo de proyectos de diseño.

Numerosos sistemas de diseño arquitectónico asistido por computadora fueron propuestos, y en muchos casos implementados. Muchos de ellos fueron sistemas suficientemente poderosos para registrar un alto nivel de prácticos usos.

Un interesante sistema integrado para diseños de construcción fue desarrollado por Ed CAAD para uso de Scottish Special Housing Association. El sistema no estaba atado a un particular tipo de plan estándar, métodos de construcción o materiales. En este sistema los materiales, superficies, disposiciones eléctricas y otros servicios podían ser especificados. Los detalles de construcción estándar eran automáticamente establecidos.

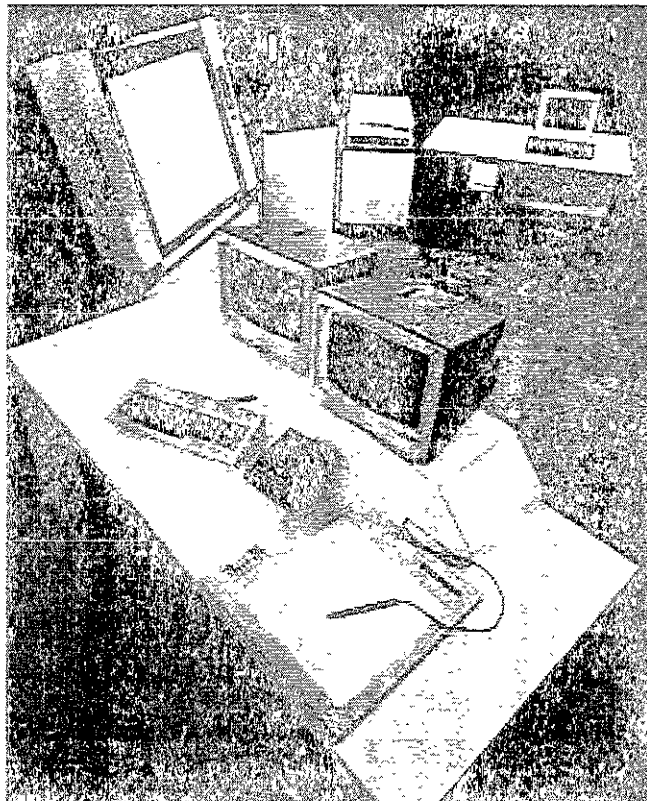


Fig.12 Equipo necesario para trabajar en sistemas CAD en la década de los 70⁵.

Uno de los más grandes efectos de la introducción de técnicas del diseño asistido por computadora en la práctica es dar una reducción substancial del tiempo empleado en el proceso de diseño. Un caso de estudio muestra que CEDAR, un sistema de diseño arquitectónico asistido por computadora, reduce el tiempo transcurrido por el diseño

⁵ LAUNGUE, Natalie (1984) Computers in the architectural office, New York, , Ed. Van Nostrand Reinhold company, Pag. 154

de un marco estructural de construcción de 32 días por un típico manual de procesos a 2 días. El uso del sistema de diseño de casas (SSHA) fue usado para incrementar la productividad del equipo de diseño alrededor del 25% por diseños de detalles y tareas de documentación y alrededor de 40% por tareas de planeación. El diseño asistido por computadora no sólo reduce el tiempo a ser gastado, también habrá una redistribución significativa del esfuerzo total gastado en varias fases⁶.

Michell William autor del el libro Computer-aided architectural design comenta que el uso del Diseño Asistido por Computadora puede producir resultados de la más alta calidad y tener el menor costo. Por supuesto no es posible automatizar todas las actividades del proceso de diseño pero el rango de funciones para las cuales los programas han sido desarrollados es impresionante. La representación en la computadora es también mucho más eficiente, ya que es más compacta que la representación típica en papel, una descripción completa de un edificio puede ser almacenada en un disco. En los dibujos, los mismos datos pueden ser representados varias veces en diferentes escalas y niveles de detalle, por ejemplo, un plano de un sitio en especial, del piso o detalles del acabado de las paredes.

La práctica de emplear planos, elevaciones y secciones requiere que cada parte del edificio sea representado dos veces, uno proyectado en un plano horizontal y otro en un plano vertical. Los problemas de mantenimiento son excesivamente elevados y cuando se cambia algún diseño es necesario que varios dibujos sean alterados. Comúnmente, diferentes miembros del equipo de diseño deben trabajar con diferentes conjuntos de dibujos, algunos de los cuales

⁶ WILLIAM, J. Mitchell (1979), Computer-Aided Architectural Design, Los Angeles CA. Edit. Van Nostrand Reinold company, Pags 65-108

pueden ser obsoletos, provocando problemas de comunicación, generando un trabajo abortivo. Todos estos problemas pueden ser minimizados y quizá eliminados todos juntos en un sistema de descripción de construcción asistido por computadora, donde una sencilla y definitiva descripción de los datos es almacenada en la computadora.

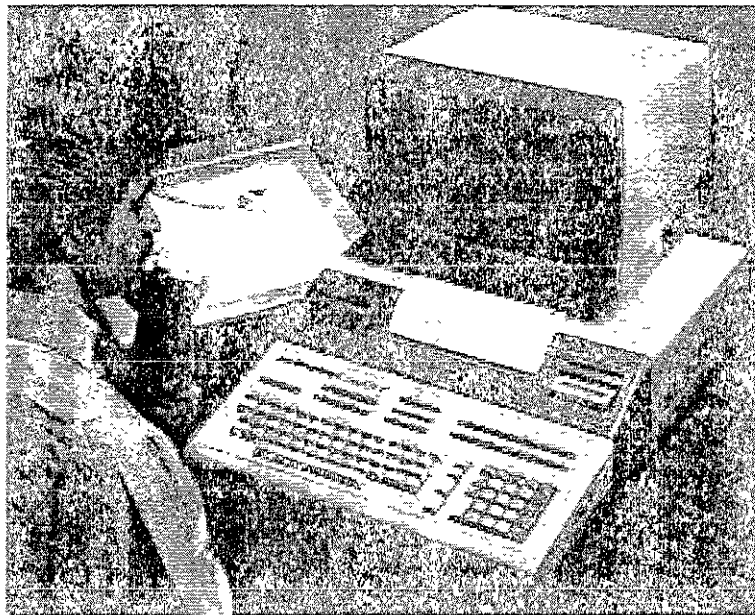


Fig. 13 Estación de trabajo para trabajar con aplicaciones CAD⁷.

El continuo desarrollo de baratos y poderosos sistemas interactivos de gráficos por computadora, junto con el desarrollo de técnicas de descripción de construcción basadas en computadora, hacen posible para cualquier arquitecto trabajar con sistemas interactivos de diseño por computadora. El efecto de este desarrollo en el patrón de la práctica arquitectónica es revolucionario. Las terminales gráficas reemplazan a los dibujos manuales y los disquetes a los planos. Esto hace posible llevar a cabo proyectos dentro de marcos de tiempo más pequeños. La habilidad de integrar un análisis sofisticado y

⁷ LAUNGUE, Natalie (1984) Computers in the architectural office, New York, , Ed. Van Nostrand Reinhold company, Pag. 155

técnicas de optimización dentro del diseño de procesos hace posible mantener un control de costos más efectivo, y responder más efectivamente a complejas y sutiles reducciones de diseño. El uso de baratos y poderosos sistemas integrados de diseño asistido por computadora parece llevar a la desaparición del antiguo diseñador arquitectónico⁸.

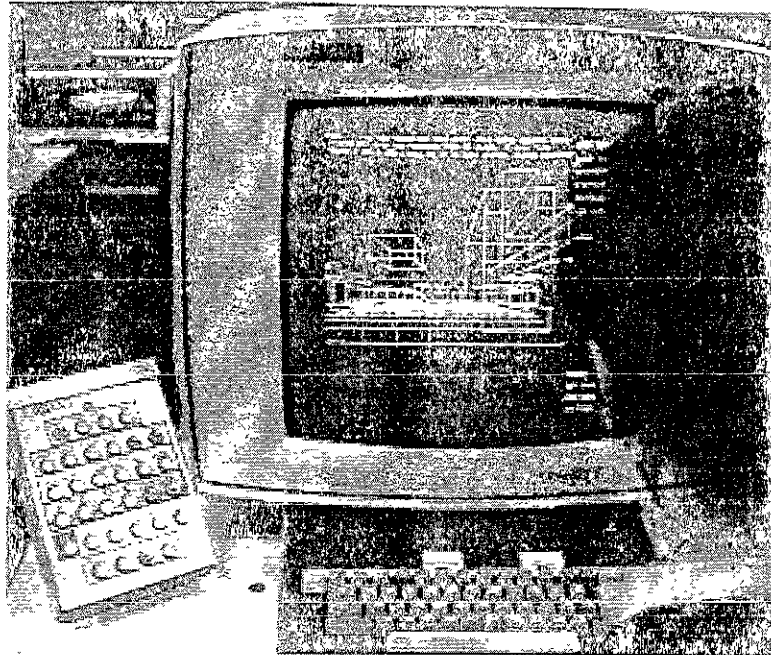


Fig. 14 Perspectiva desarrollada en sistema CAD⁹.

3.3 El panorama de los sistemas CAD

En el mundo de la arquitectura y de la construcción existen muchas áreas especializadas, como la rehabilitación, la decoración, el urbanismo, etc., y en consecuencia, existen muchos tipos de

⁸ WILLIAM, J. Mitchell (1979), Computer-Aided Architectural Design, Los Angeles CA. Edit. Van Nostrand Reinold company, Pags 65-108

⁹ WILLIAM, J. Mitchell (1979), Computer-Aided Architectural Design, Los Angeles CA. Edit. Van Nostrand Reinold company, Pag 93

aplicaciones CAD dirigidas a conseguir proyectos generales de edificación, de seguridad, de jardinería, etc.

“La informática es sumamente amplia, las áreas que ha abarcado son prácticamente todas, existe software para casi cualquier tipo de actividad, desde un recetario hasta la investigación del universo, sin embargo la utilidad de los paquetes desarrollados es proporcional al conocimiento que tengamos de ella. No cabe duda que una de las más grandes y conocidas empresas desarrolladas de software es Microsoft, mejor conocida como la creadora de Windows, que sin duda es el sistema más utilizado sobre todo el mundo, pero lo cierto es que una sola empresa no puede desarrollar todo tipo de software, pues Bill Gates, aunque abarca también el mayor segmento de las herramientas de oficina con su Office y un gran número de seguidores de su visual Basic no tiene por ejemplo herramientas CAD para arquitectura y diseño industrial”¹⁰.

A continuación se mencionan las características de algunos de los sistemas CAD de uso general más representativos en la actualidad.

3.3.1 AllPlan Arquitectura.

La empresa de origen alemán Nemetschek, desarrolla y comercializa el programa AllPlan, que es una aplicación pensada

¹⁰ ANGULANO, R (2000) Herramientas CAD, Revista ENLACE, Año 10 # 3 Marzo de 2000

exclusivamente para la construcción que no precisa apoyarse en otros programas CAD general.

Su mayor ventaja es que ha sido diseñado pensando en solucionar totalmente el trabajo del diseñador que trabaja con proyectos arquitectónicos, sin incluir opciones que tengan utilidad en otro tipo de proyectos, abarcando todas las fases de cualquier proyecto: la concepción, el desarrollo, la producción de planos, la medición de unidades y la visualización del modelo.

AllPlan no tiene condiciones especiales para su utilización, pues permite igualmente trabajar en el modo tradicional 2D, aprovechando las herramientas de dibujo, ya sea con medidas reales o a escala, o también en 3D, dividiendo la pantalla en ventanas para ver el diseño desde diferentes puntos de vista. Es perfectamente posible pasar del modo 2D al 3D (y viceversa) cuando se desee, ya que para el programa es lo mismo, distinguiéndose sólo en la forma de presentación al usuario.

Un proceso de trabajo normal con AllPlan para diseñar un edificio implica en primer lugar ajustar las condiciones del proyecto (nombre, organización de capas, etc.) para después pasar a la definición de los muros. El paso siguiente sería introducir las puertas y ventanas, que se realiza en dos partes: la ejecución del hueco en el muro o tabique y la inclusión del modelo más adecuado. Incluir la escalera y generar la cubierta serían las últimas actividades. Por supuesto que se pueden incorporar muebles y toda clase de elementos complementarios.

El sistema es paramétrico, por ejemplo si se incorpora una ventana, en primer lugar se abre el vano con las medidas

precisas, lo que hará que la medida del muro se actualice, y después el tipo de ventana elegido se adapta a dicho hueco. Si se modifica el hueco, se reajusta toda la ventana manteniendo las condiciones y se actualiza la medida. Al graficar los planos, dependiendo de la escala de éstos, la ventana se dibuja con mayor o menor detalle de forma automática.

Una vez resuelto el edificio, es muy fácil conseguir los planos de las vistas principales, de las secciones, de las acotaciones, de las perspectivas, de los detalles, etc., partiendo de las plantas de construcción. Es cuestión de definir el formato y de seleccionar las capas deseadas a la escala adecuada, trabajando con los dibujos como si se tratase de ventanas abiertas en el papel que actualizan su contenido según se avanza en el trabajo.

Otra cuestión importante es la gestión de los modelos 3D. En primer lugar hay que aclarar que el programa trabaja internamente siempre en 3D. Los elementos constructivos que se generan y las librerías de objetos son tridimensionales, y si se desea crear una entidad que no esté predefinida, existe un modelador 3D que permite generar cualquier forma y volumen.

Se tiene un módulo de generación de imágenes finales, que permite al usuario conseguir vistas, perspectivas, animaciones, paseos virtuales, estudios de sol/sombra y grabaciones en vídeo de una calidad comparable a la que se pueda conseguir con las mejores aplicaciones especializadas.

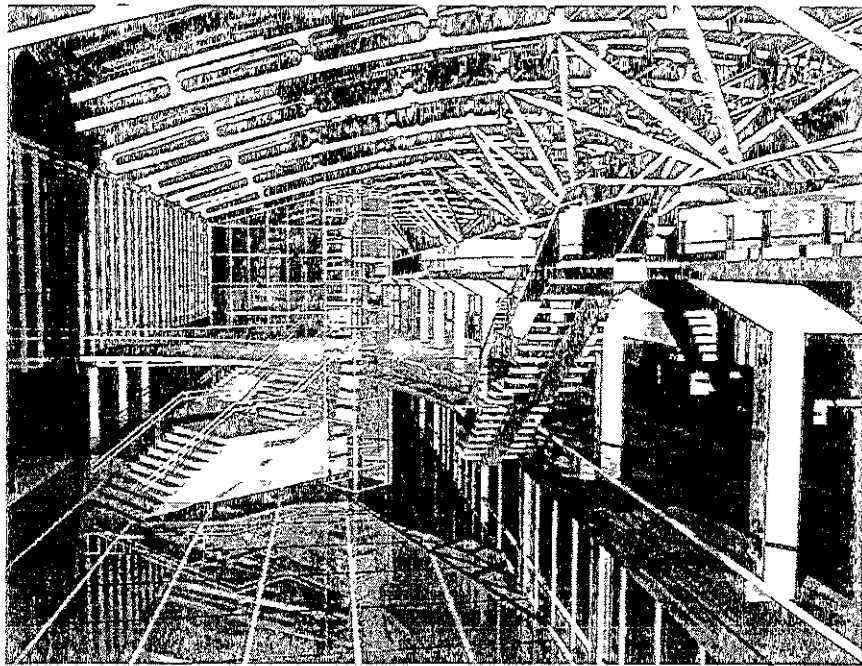


Fig. 15 Proyecto de Aeropuerto (interior) desarrollado en AllPlan

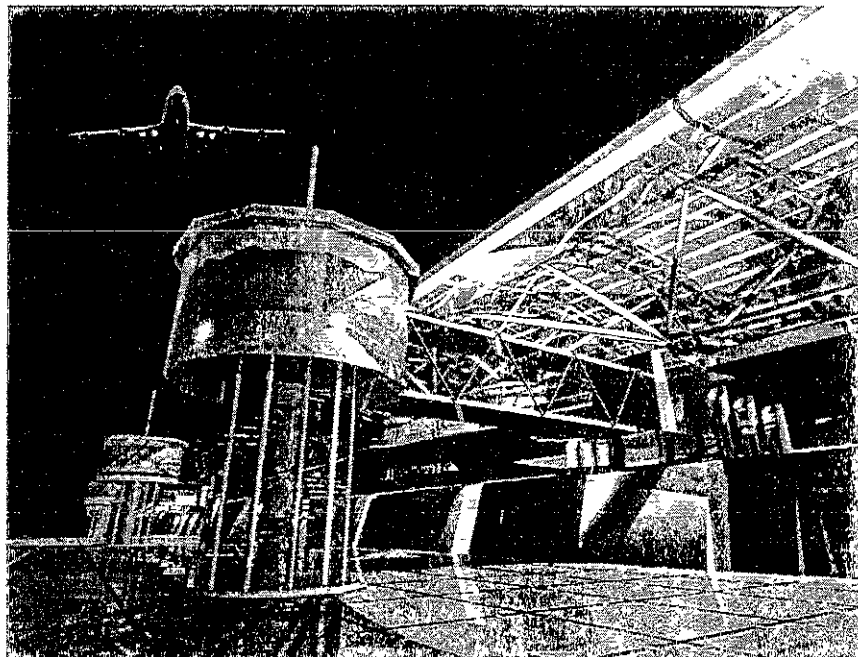


Fig. 16 Proyecto de Aeropuerto (exterior) desarrollado en AllPlan

Con lo dicho anteriormente solo se han mencionado las características más importantes, existiendo otras muchas posibilidades de gran calidad, como el poder seleccionar los

símbolos del catálogo con un lector de código de barras, la posibilidad de generar curvas definidas con fórmulas matemáticas, la adecuación automática de las tramas más complejas a las dimensiones de las superficies, la facilidad de poder importar directamente los archivos DWG de AutoCad, etc. AllPlan funciona en DOS, Windows 95/NT y UNIX, manteniendo una interfaz común en todas las plataformas¹¹.

3.3.2 DIBAC

Este es un programa de diseño arquitectónico autónomo que en sus primeras versiones corre sobre ambiente Windows. El paquete es un sistema con el objetivo principal de simplificar al máximo el proceso de diseño arquitectónico en lo que se refiere al dibujo de planos de construcción en 2D, con la incorporación de un módulo de acotaciones que da lugar a que una vez finalizado el proyecto, se disponga de las medidas completas de todo lo dibujado, y mediante algunos ajustes, el presupuesto completo de la obra.

Su utilización se basa en trazar los muros de la planta principal y una vez conseguida la distribución de espacios deseada, se procede a la inclusión de ventanas y puertas en los lugares correspondientes.

¹¹ www.nemetscheck.com

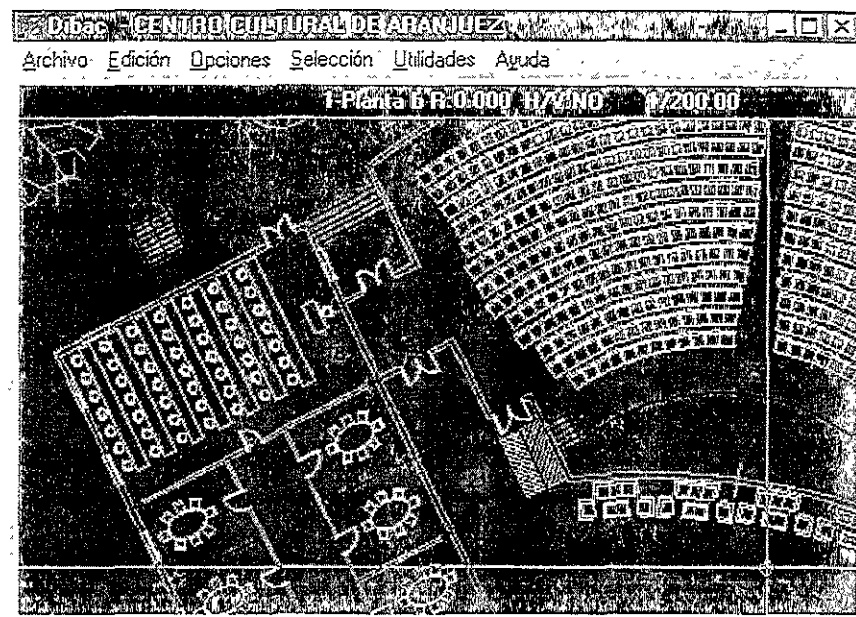


Fig. 17 Interfase de trabajo en Dibac

Los pasos siguientes suelen ser la incorporación de la escalera, que puede ser calculada por el programa con distintas condiciones; la inserción de los muebles de cocina y sanitarios, elegidos de las librerías que se incluyen; la acotación; el relleno de superficies con achurados o patrones; la rotulación del plano con textos y notas. Una vez resuelto el dibujo en planta, se pueden definir los perímetros para que DIBAC consiga el modelo 3D correspondiente.

Aunque DIBAC es una aplicación dirigida a facilitar el dibujo en 2D, en realidad maneja entidades 3D, lo que permite conseguir vistas tridimensionales en perspectiva con o sin líneas ocultas de forma inmediata. Esta opción va dirigida a mostrar representaciones sencillas que permitan resolver dudas, más que a conseguir imágenes finales en perspectiva, para lo que habrá que exportar el modelo a otros programas más adecuados.

El módulo de cuantificación y presupuestos que incorpora el programa es una herramienta que cubica automáticamente las entidades del dibujo para conseguir un presupuesto del proyecto¹².

3.3.3 EICAD 2/3D Plus.

Eicad 2/3D es un módulo de arquitectura 2D y 3D que utiliza AutoCAD como programa base. El programa facilita al máximo la labor de dibujo de los planos arquitectónicos, aunque también incorpora otros módulos que amplían las posibilidades de obtención de imágenes finales de alta calidad así como la automatización de cualificaciones y presupuestos.

Aunque Eicad 2/3D puede trabajar en tres dimensiones directamente, su forma de trabajo ideal se basa en el dibujo en 2D, lo que le permite utilizar sus librerías de objetos y sus cómodas herramientas de diseño, e incluso su módulo de acotación automática. Una vez definidas las plantas del edificio, se pueden levantar en 3D, y así, conseguir vistas de los alzados, las secciones, la cubierta así como perspectivas del modelo. Para terminar el proyecto, se dispone de opciones de acotación, de creación de cuadros de carpintería, de detalles arquitectónicos, de generación de planos de instalaciones, todas estas opciones se ejecutan de forma automática o semiautomática.

La generación de las plantas de distribución del edificio permite obtener directamente los planos, pudiendo incluso conseguir el plano de cimentación de forma automática. Una vez conseguidos

¹² www.dibac.com

los dibujos de las plantas, mediante las opciones del programa, se puede proceder a la inserción de puertas y ventanas, así como al dibujo de las escaleras, etc.

Como ejemplos de las posibilidades de sus librerías paramétricas, se puede mencionar que es posible incluir ventanas en muros curvos, ajustar ventanas en esquina, etc.

Pero además de generar los planos de un edificio, su módulo de acotaciones, facilita de tal manera el trabajo de acotar el edificio que hace posible que el mismo diseñador obtenga la mayor parte de las medidas sin necesidad de un tiempo adicional.

Con la versión Plus se dispone de un módulo de generación de imágenes finales realistas, especialmente adecuado para conseguir vistas con calidad profesional a partir de modelos 3D¹³.

3.3.4 MicroStations Triforma.

Triforma es un programa que aprovecha al máximo las posibilidades del diseño en 3D, no solo como representación visual, sino como proceso avanzado de modelación sólido. Generalmente, los programas de diseño arquitectónico evolucionan del 2D al 3D, y en muchos casos, están preparados para realizar planos en 2D que sirvan de base para conseguir representaciones gráficas tridimensionales. En triforma se diseña directamente en modelado sólido y el propio modelo sirve para conseguir los planos en 2D. Se puede decir que no es un programa de diseño arquitectónico clásico, estando más dirigido

¹³ MONTERO, Ramón (1997) Programas de diseño arquitectónico Revista PC World # 130 Marzo de 1997

a resolver los problemas de espacios que los planos de un proyecto.

El programa está dirigido especialmente a los profesionales del diseño arquitectónico que necesitan manejar volúmenes y crear distribuciones de espacios tridimensionales, sin renunciar por ello a plasmar el proyecto en sus documentos correspondientes.

Triforma no debe ser utilizado por los métodos tradicionales de trabajo, generalmente basados en las distribuciones en planta. Para aprovechar toda su potencia, se debe "modelar" con él en forma parecida a como se trabaja con plastilina: creando elementos, uniéndolos, estirándolos, recortándolos o modificándolos.

Con las herramientas de triforma, se deben definir todas las características de cada uno de los elementos que forman parte del modelo que se desea crear, y así, si se necesitan paredes y muros, se deben ajustar sus dimensiones, tipos, materiales, pesos, acabados superficiales, componentes, precios, etc. De igual manera se pueden crear ventanas, puertas, cimientos, vigas, columnas, o cualquier otro tipo de objeto, ya que en realidad todos esos elementos son figuras volumétricas más o menos complejas, formadas por primitivas básicas agrupadas por operaciones booleanas, que incluyen características paramétricas de diseño basadas en procedimientos, o sea, que se generan añadiendo partes y que pueden ser modificadas en cualquiera de sus dimensiones para generar variaciones de un mismo tipo.

Con el modelo 3D definido, se pueden generar secciones en 2D de forma para lo cual es necesario definir las características de

dibujo (tipos de línea, cotas, rayados, especificaciones de carpintería, etc.). estas secciones son documentos bidimensionales enlazados al modelo tridimensional que pueden ser activados, retocados, e impresos cuando se desee, y que con las condiciones necesarias, dan lugar a plantas, alzados y detalles. El diseño paramétrico de Triforma permite que si se modifica un documento bidimensional, se actualice el modelo tridimensional, y viceversa. De forma similar a la generación de planos 2D, se pueden crear documentos con cotas, presupuestos y especificaciones técnicas. Triforma es una excelente aplicación para diseñar espacios arquitectónicos singulares que no precisan incorporar objetos detallados en sus espacios interiores, ya que no posee librerías de objetos¹⁴.

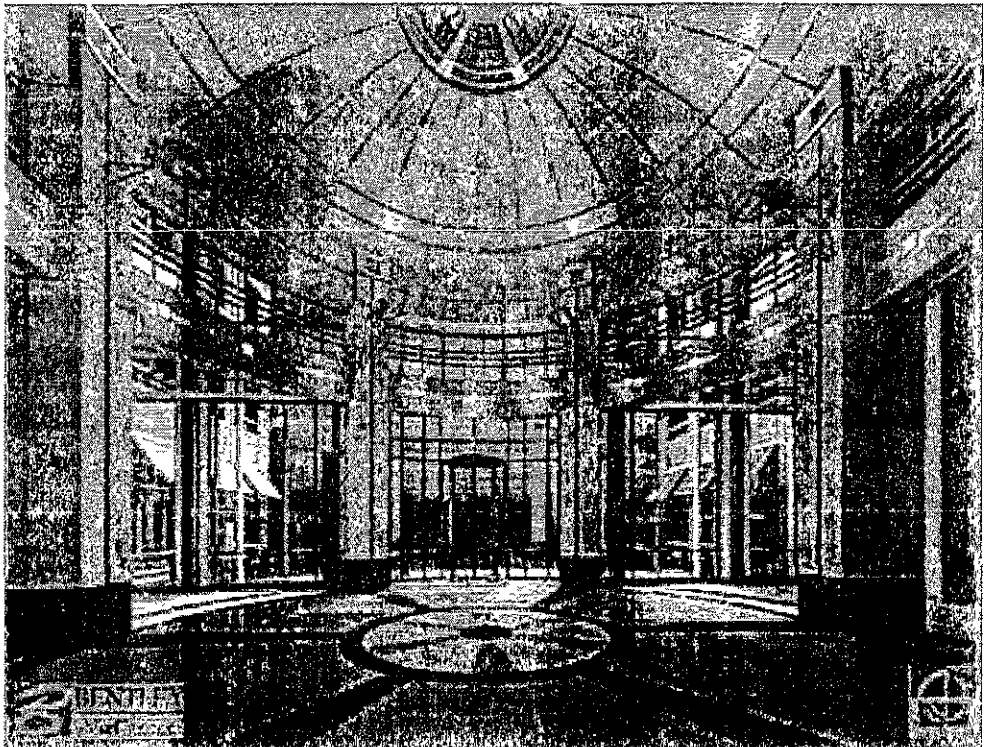


Fig. 18 Imagen interior con manejo de luces en Triforma¹⁵.

¹⁴ www.bentley.com

¹⁵ www.bentley.com

3.3.5 ArchCAD

Desde su nacimiento en 1984, ArchiCAD ofrece una interface para trabajar directamente en planta, en sección, alzados y en 3D. El sistema sirve para el dibujo, documentación, comunicación y colaboración en el proyecto de diseño.

ArchiCAD funciona en plataforma Macintosh o en PC, lo que permite tener una comunicación entre diferentes usuarios de sistemas CAD y así permitir también la transferencia de archivos a formatos de otras aplicaciones como AutoCAD.

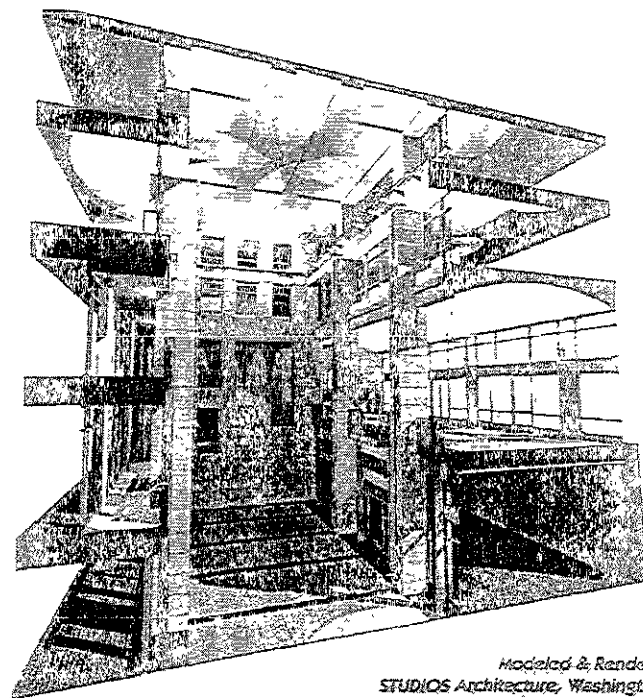


Fig. 19 Corte perspectivo; proyecto de edificio generada en ArchiCAD

La clave de ArchiCAD, es el concepto del edificio virtual, que es un modelo tridimensional integrado, el cual contiene toda la información necesaria del edificio para visualizarlo, construirlo e identificarlo. Utilizando el concepto de edificio virtual se controla

toda la información y permite generar dibujos, renders, listado de materiales e incluso animaciones de realidad virtual, toda a partir de un archivo de proyecto.

El sistema permite crear y realizar modificaciones en el edificio, en 2D y 3D, obtener fácilmente secciones, alzados y detalles a partir del modelo 3D del edificio, comunicar a compañeros y clientes las ideas, realizar automáticamente listados de puertas y ventanas, acceder a bases de datos externas, e incluso añadir funciones adicionales.

Un equipo de arquitectos puede compartir el modelo tridimensional del edificio virtual en la red local o en internet, aplicando la innovadora funcionalidad de TeamWork, que coordina y controla los accesos al edificio¹⁶.

3.3.6 AutoCAD 2002

AutoCAD es una de las herramientas más comerciales en cuanto a aplicaciones CAD. La compañía Autodesk es una de las cinco más importantes a nivel mundial de desarrollo de software, y según estadísticas que ofrecen los mismos desarrolladores del sistema, 9 de cada 10 usuarios de sistemas CAD en el mundo tienen una versión de AutoCAD.

El AutoCAD, fue uno de los primeros sistemas CAD (1982) disponible para trabajar en computadoras personales, lo que le ha dado la oportunidad de difundirse de manera importante entre los usuarios de estos sistemas. Otra ventaja es que los

¹⁶ www.archicad.es

archivos de dibujos de AutoCAD, se han convertido en un standard, para poder compartir información vectorial entre aplicaciones.

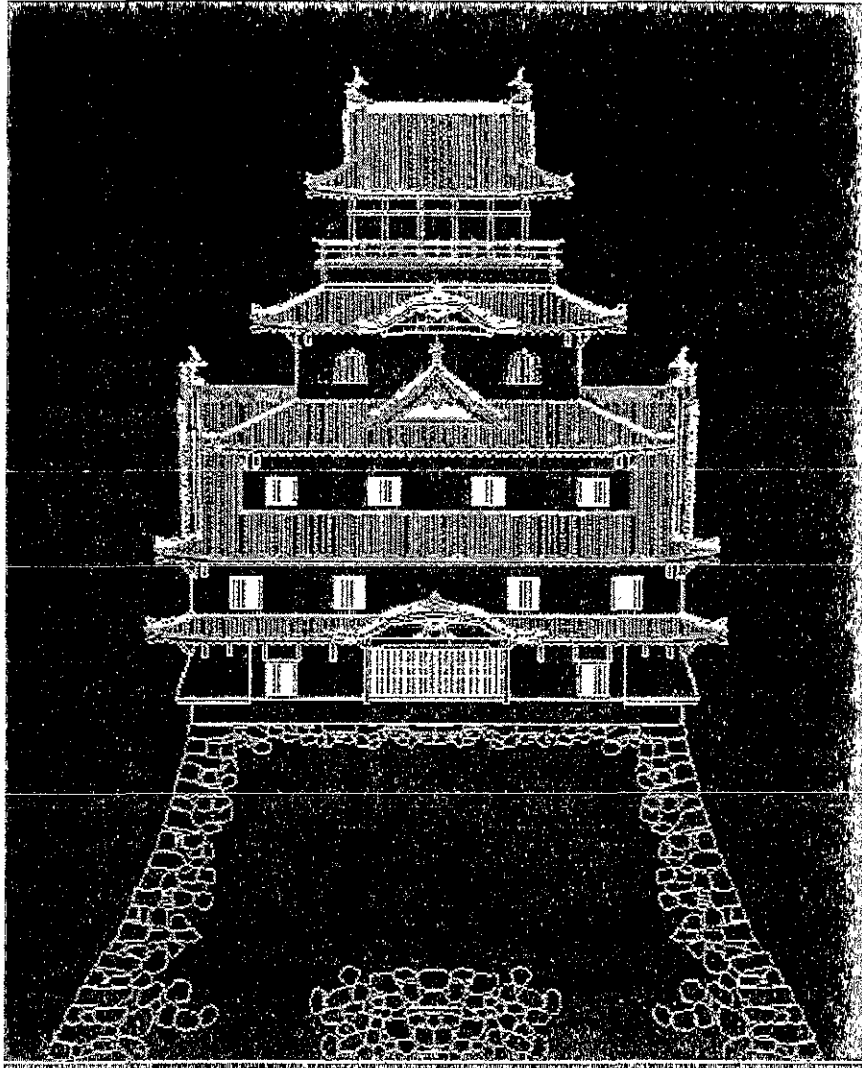


Fig. 20 Imagen vectorial desarrollada en AutoCAD¹⁷.

El sistema ha evolucionado y siempre ha mejorado sus características, para permitir al usuario trabajar dentro de una interface amigable y personalizable, que se adapte a sus necesidades. El AutoCAD es un sistema genérico, que puede

¹⁷<http://www.autodesk.com/latnamerica/spanish/products/autocad/design/index.htm>

crecer de acuerdo a las necesidades del usuario gracias a su arquitectura abierta, que permite la incorporación de sub rutinas o programas adicionales desarrollados en algunos de los lenguajes de programación más conocidos.

El AutoCAD permite trabajar con entidades bidimensionales para después convertirlas en objetos tridimensionales, o directamente con objetos tridimensionales, con la posibilidad de sumar o restar volúmenes, para la creación de geometrías complejas.

Dentro de AutoCAD, se tienen instrucciones que permiten visualizar objetos tridimensionales, desde diferentes puntos de vista a tiempo real, en proyección paralela o en perspectiva, y con esto lograr tener una idea más completa del modelo tridimensional.

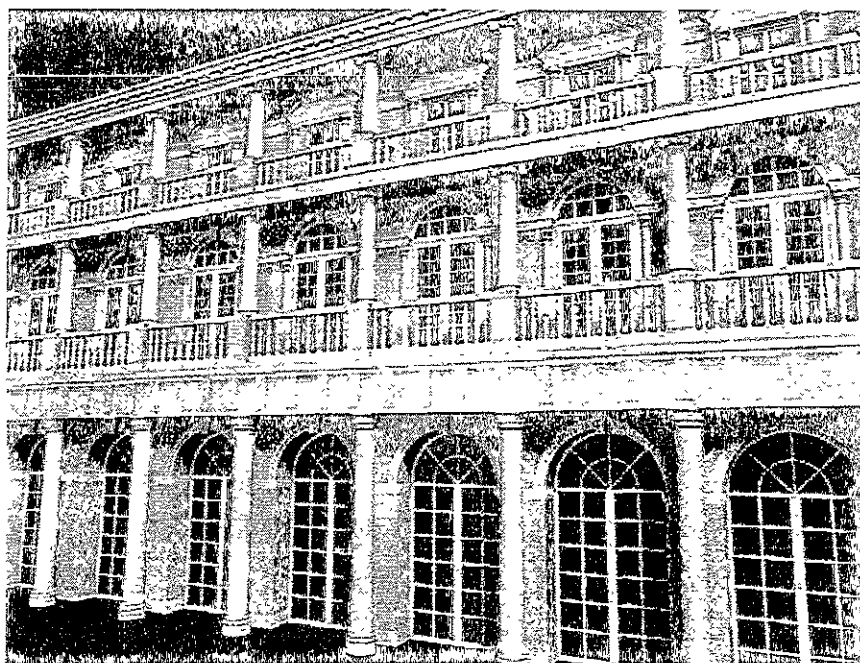


Fig. 21 Objetos tridimensionales desarrollados en AutoCAD¹⁸.

¹⁸ <http://www.autodesk.com/latinamerica/spanish/products/autocad/design/index.htm>

También existe la posibilidad de asignar materiales a los objetos, para texturizarlos y así poder generar escenas estáticas fotorealísticas con asignación de luces, e imágenes de fondo para ambientar el escenario.

El proyecto puede acomodarse en sus diferentes vistas en un arreglo de impresión, donde el usuario decide la escala a imprimir el modelo, así como la calidad de línea a asignar a los diferentes objetos.

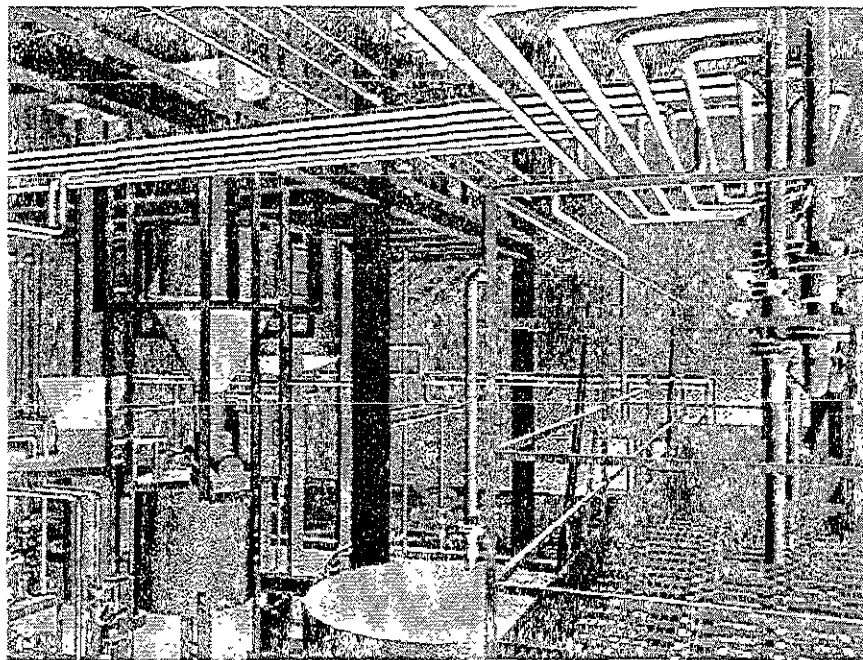


Fig. 22 Imagen texturizada en AutoCAD¹⁹.

Actualmente se encuentra en el mercado la versión AutoCAD 2002, la cual integra nuevas opciones para el trabajo colaborativo de diseño con herramientas que permiten la comunicación a través de internet, en el sistema se tiene un registro de los diferentes usuarios que han tenido acceso a a los

¹⁹ <http://www.autodesk.com/latinamerica/spanish/products/autocad/design/index.htm>

proyectos, y se tiene la posibilidad de publicar los trabajos de diseño en páginas WEB de manera automática para poder ser consultados desde cualquier parte del mundo.

En el programa se tiene la posibilidad de trabajar a tiempo real en diferentes zonas del proyecto por parte de dos o más profesionales que comunicados vía remota por internet pueden delegar la responsabilidad de el diseño de diferentes áreas del proyecto²⁰.

3.3.7 AutoCAD Architectural Desktop

El Architectural desktop, es una herramienta específica para el desarrollo de espacios arquitectónicos. Con él es posible generar proyectos arquitectónicos de una manera eficaz y a un tiempo considerablemente menor al empleado al trabajar con AutoCAD simplemente.

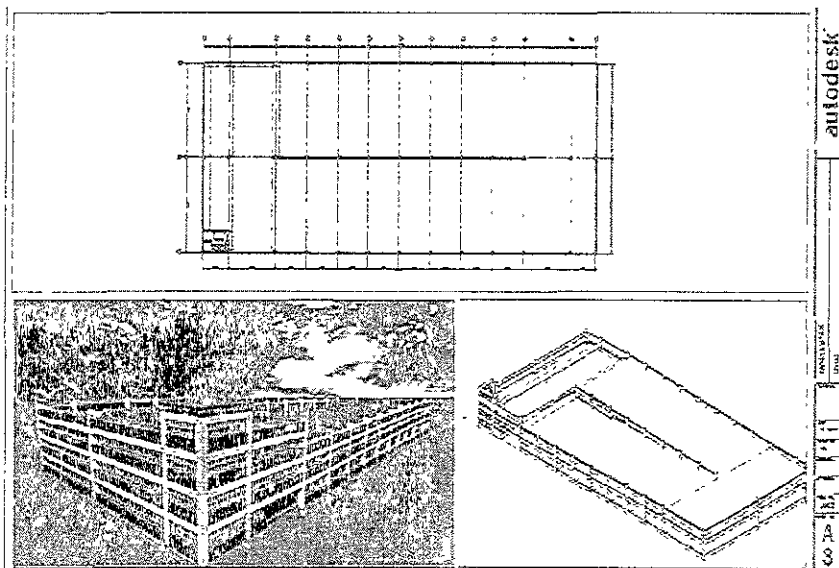


Fig. 23 Vistas de proyecto desarrollado en AutoCAD Architectural Desktop²¹.

²⁰ pw.internet.com/ebusines/internet

²¹ <http://www.autodesk.com/prods/examples/archdesk/hami/index.htm>

Al diseñar con AutoCAD Architectural Desktop, se crean representaciones de objetos arquitectónicos, como puertas y ventanas, que se comportan de tal forma que al hacer un cambio en un objeto, este se refleja automáticamente en todos los objetos del mismo tipo.

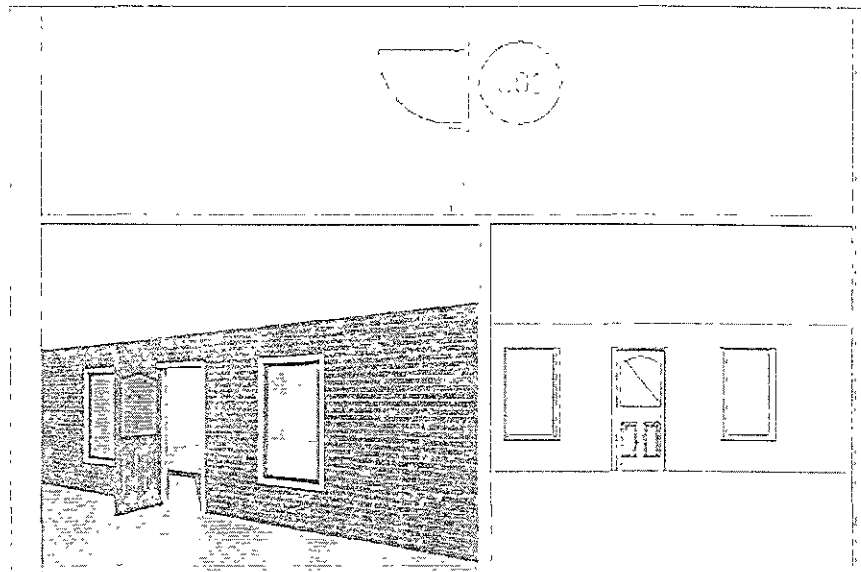


Fig 24 Muro con puertas y ventanas de AutoCAD Architectural Desktop²²

Con Architectural desktop se pueden diseñar espacios arquitectónicos a partir de volúmenes simples, que después se convertirán en algún edificio, de esta manera, se puede partir de elementos tridimensionales o volúmenes que permitan mostrar el concepto que se pretende desarrollar de manera fácil y rápida.

La ventaja de trabajar con este tipo de "elementos de masa", es que su representación es paramétrica, lo cual permite actualizar sus dimensiones de manera sencilla. Otra ventaja es que estos objetos pueden sumarse, restarse o intersectarse, para generar

²² <http://www.autodesk.com/prods/examples.archdesc/html/index.htm>

un volumen completo que a continuación podrá utilizarse para la generación de muros vistos en planta o en isométrico.

Existe la posibilidad de partir de una lista de necesidades para la generación de un espacio, que de manera sencilla se organiza como un rompecabezas para después convertirlo en un modelo tridimensional, con puertas, ventanas, etc.

También se puede partir de algunos ejes de construcción y trazar en planta muros en tres dimensiones y de esta manera iniciar con la generación de algún proyecto.

Diseño conceptual, desarrollo de diseño, planos de construcción, comunicación y colaboración son algunas de las características de Architectural Desktop

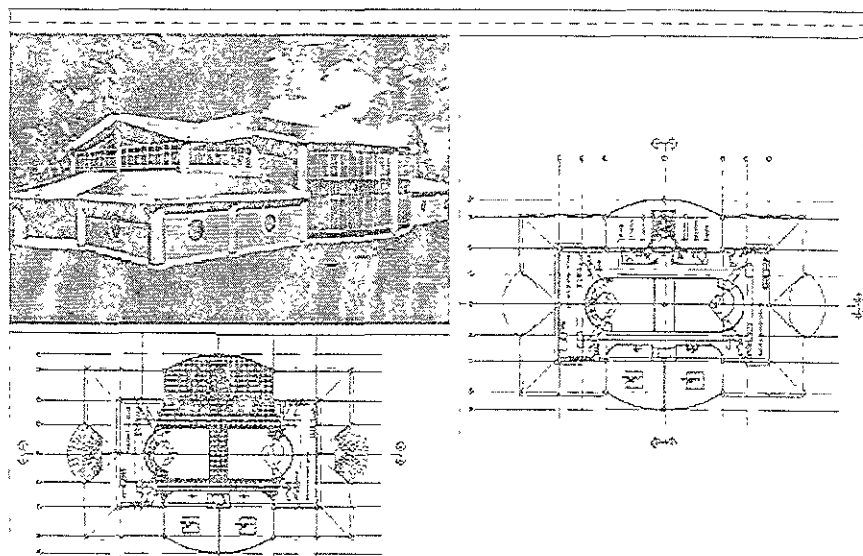


Fig. 25 Proyecto de Casa habitación en AutoCAD Architectural Desktop²³.

²³ <http://www.autodesk.com/prods/examples/archdesk.html/index.htm>

3.4 Conexión de los sistemas CAD con otras aplicaciones

El trabajo de presentación de los proyectos arquitectónicos haciendo uso de sistemas CAD, requiere de otras aplicaciones complementarias que permiten el texturizado y sombreado de las objetos tridimensionales modelados en el paquete CAD. Estas aplicaciones se conocen como sistemas de renderización o texturización, en algunos existe la posibilidad de generar recorridos virtuales a manera de una película o animación de los proyectos arquitectónicos. También los programas de retoque de imágenes tienen participación en la generación de imágenes finales para mostrar al cliente los detalles del diseño.

Algunos de los sistemas de animación, texturización y retoque de imágenes se describen a continuación:

3.4.1 3D Studio VIZ

3D Studio VIZ es un modelador de tres dimensiones, que entre sus ventajas más importantes, permite la generación de escenas fotorrealísticas y animación de objetos tridimensionales.

En el programa se integran una gama de posibilidades para interactuar con AutoCAD que lo hacen interesante. Viz cuenta con herramientas que le permiten incluso desarrollar diseños desde cero, aunque a menudo es utilizado como una simple aplicación de visualización

En general, la utilización de Viz es clave para obtener excelentes resultados al ambientar distintos tipos de escenas y lograr una imagen fotorrealística con calidad profesional absoluta, así

pueden encontrarse beneficios inmediatos en las áreas de arquitectura.

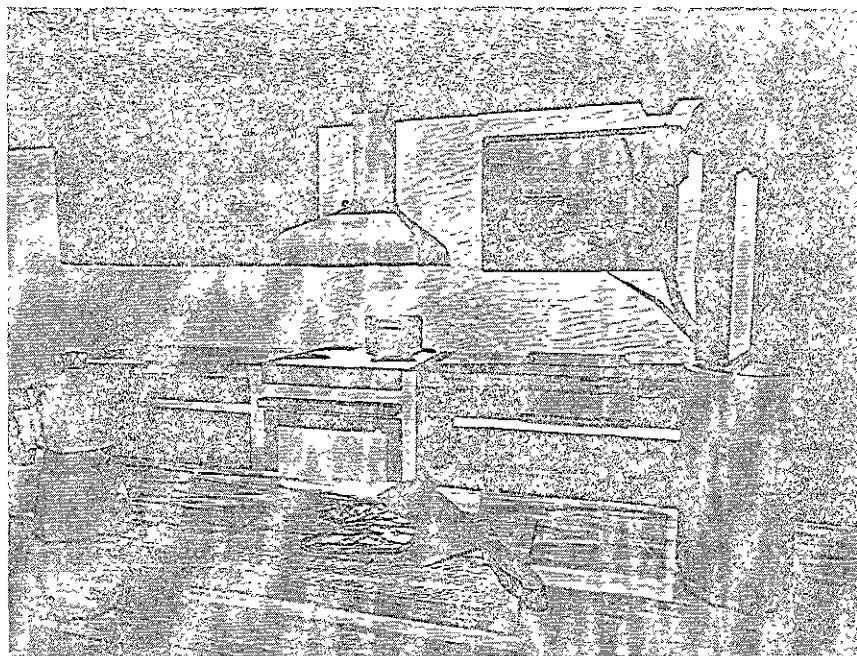


Fig. 26 Vista interior de proyecto de departamentos en Acapulco, hecha en 3D Studio

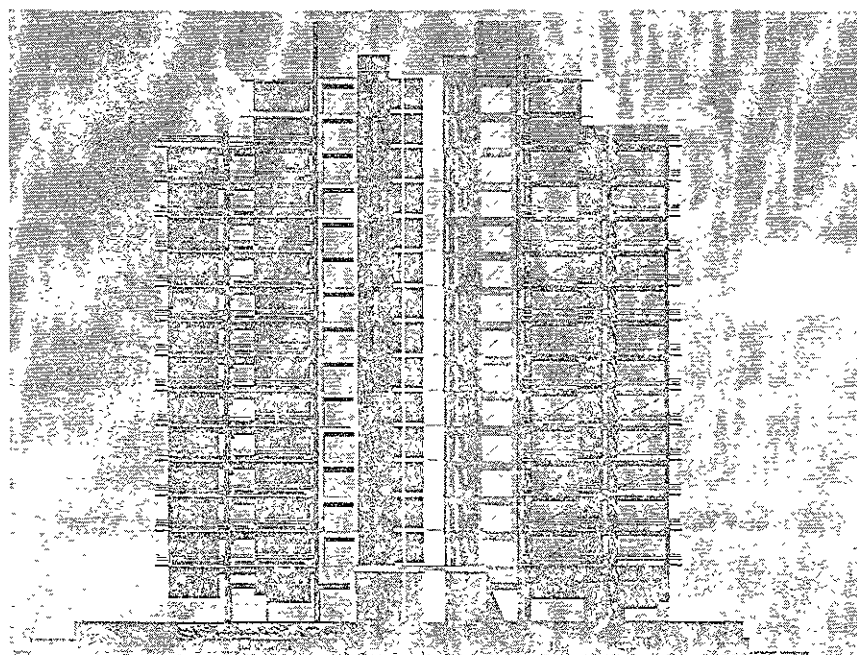


Fig. 27 Fachada de proyecto de departamentos en Acapulco, hecha en 3D Studio

El 3D studio Viz, también interactúa con AutoCAD Architectural Desktop, y con esto se logra un vínculo muy poderoso entre las dos aplicaciones para la generación de proyectos de manera ágil y muy interactiva.

El hecho de que muchos profesionales modelen en alguna otra aplicación y después transfieran sus archivos a 3D Viz, no significa que el 3D viz no tenga la capacidad de trabajar de manera independiente, el sistema además de ser una herramienta de visualización y de texturizado, también es ideal para la creación de espacios arquitectónicos con las numerosas opciones para crear objetos tridimensionales. La creación de los planos de construcción, es quizás una de las opciones no disponibles dentro del paquete²⁴.

3.4.2 MAYA

Maya es una herramienta de cómputo para el modelado en 3D, rendering, animación y software de pintura, que ofrece todas las herramientas características para la creación de animaciones y efectos visuales.

Maya funciona en plataforma UNIX y Windows NT. Es la aplicación de cómputo más avanzada para la creación de animaciones, y su participación en películas con aportación en efectos especiales y animación de personajes virtuales, han convertido al programa en el mejor software de animación por computadora.

²⁴ Cad X Pres 2000 = 38, 3D Studio VIZ



Fig. 28 Efectos de luces sobre proyecto desarrollado en MAYA

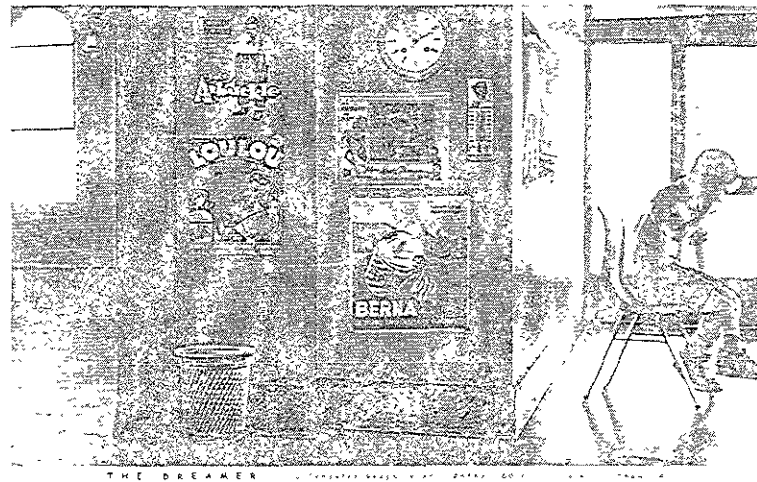


Fig. 29 Escena interior desarrollada en MAYA

El sistema está integrado por varios módulos enfocados específicamente a opciones de animación y realismo en los efectos de construcción de personajes y escenarios virtuales. Esto convierte al programa en una herramienta muy completa y especializada, pero también un poco complicada para trabajar²⁵.

²⁵ www.ahawavefront.com/latnamerica/latnam

3.4.3 Adobe Photoshop

El acobe photoshop, es una aplicación de computo, que permite hacer el retoque de imágenes digitales como fotografías o imágenes fotorealísticas lograoas con algún programa de texturización.

El programa integra herramientas para pintar, recortar, editar y rotular, también permite la inserción de secciones de imágenes para la generación de colages, lo que es una opción muy utilizada para la ambientación de imágenes fotorealísticas con fotografías de ambientes reales o de personas, para la integración de los proyectos en un entorno emulado de la realidad.

También permite generar composiciones de imágenes, así como integrar rótulos para enfatizar aspectos importantes del diseño.

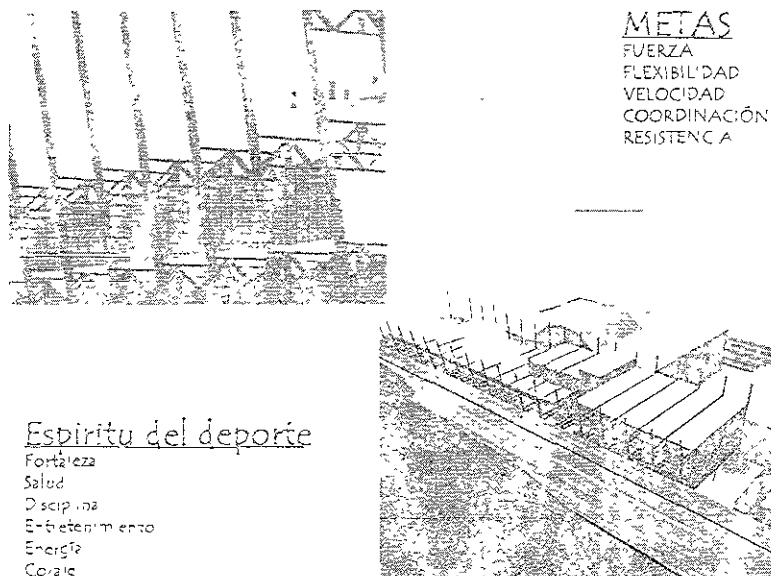


Fig 30 Colage de imágenes con rótulos en Photoshop

El Adobe photoshop tiene además diferentes filtros para deformar o mejorar las imágenes agregando efectos de iluminación.

cambio de color en las imágenes, difuminación, efecto en las imágenes como si se hubieran pintado en acuarela, etc.



Fig. 31 Perspectiva exterior realizada con AutoCAD y 3D Studio y Photoshop.

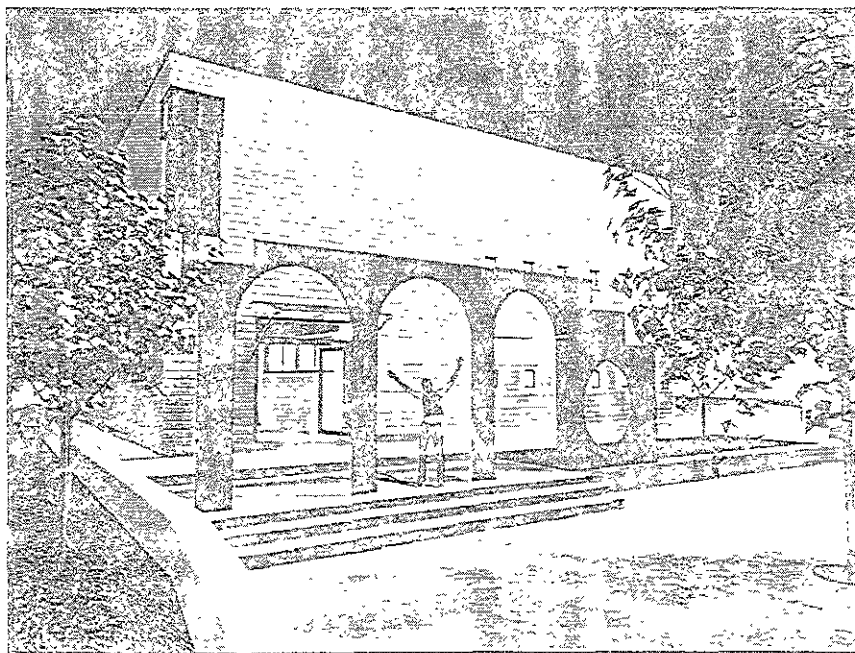


Fig 32 Fotomontaje de imágenes en Photoshop

3.5 Galería de imágenes

Con los sistemas antes descritos se pueden lograr resultados de la más alta calidad, para generar animaciones, o imágenes fotorealísticas, que permiten percibir las características de los acabados en los materiales de construcción, así como el ambiente creado con la iluminación en espacios interiores y exteriores.

Las siguientes imágenes son muestra de lo que se puede lograr modelando objetos tridimensionales en sistemas CAD asignando texturas y ambiente de luces en sistemas de texturización y sombreado

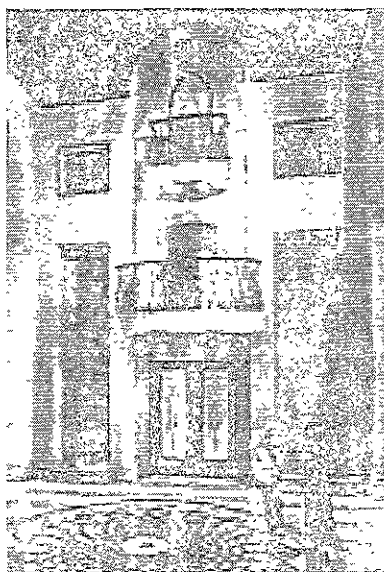


Fig. 33 Vista exterior de proyecto de condominios en Dubai, Emiratos Arabes

Unidos, por Miguel Calderón

Sistemas utilizados: AutoCAD y 3D Studio Max



Fig. 34 Perspectiva interior de proyecto de condominios en Dubai, Emiratos Arabes Unidos, por Miguel Calderón.

Sistemas utilizados: AutoCAD y 3D Studio Max

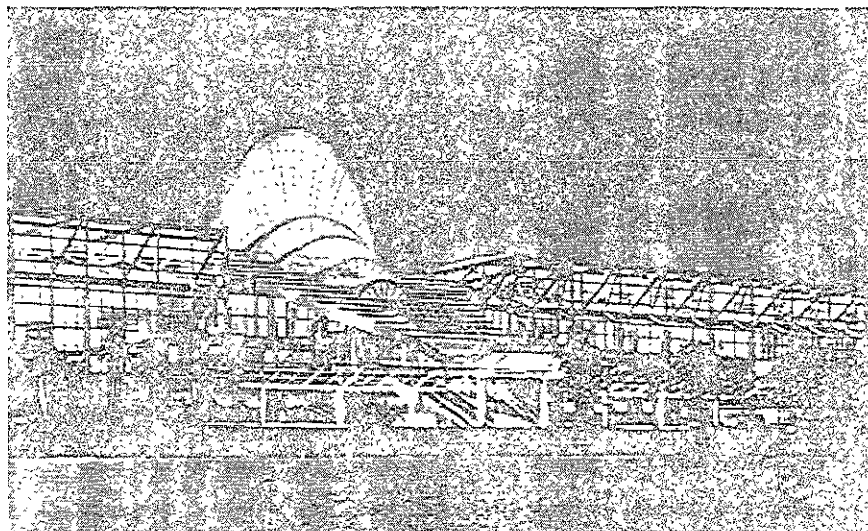


Fig. 35 Vista exterior de proyecto de centro de convenciones en, Atlanta USA, por Jefferson Grisby

Sistemas utilizados: AutoCAD, 3D Studio Max y Photoshop



Fig. 36 Vista exterior de proyecto de hospital en, Cambridge Inglaterra por Lon Grobs

Sistemas utilizados AutoCAD, 3D Studio Max y Photosnop

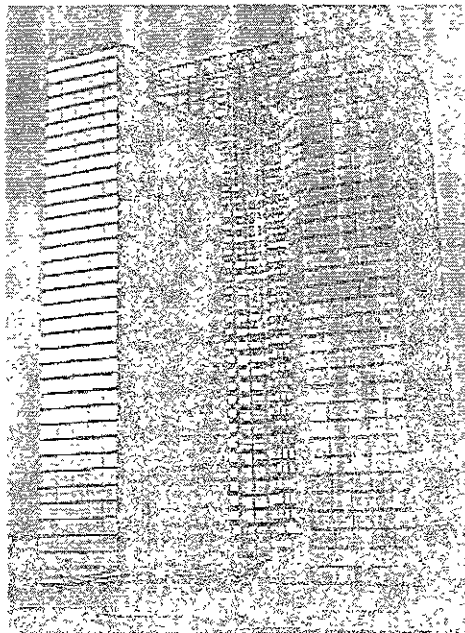


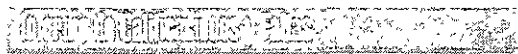
Fig. 37 Vista exterior de proyecto de edificio de oficinas en, Nuevo México USA, por James Lythgoe

Sistemas utilizados AutoCAD y 3D Studio Max



ITESM

Sistema Tecnológico de Monterrey



Semestra! Ago-Dic del 2001

Carrera						Nombre del alumno					Matrícula							
ARQ						Enck Demian Martinez Rojo					884329							
Cve. Mat.	Gpo.	C	L	U	Lim. Falta	Nombre de la Materia	Calificaciones					Faltas						
							P1	P2	P3	Prom	Final	P1	P2	P3	P4	Tot.		
F 00-801	1	3	0	8	0	Física remedial	61			61								
AR99-810	1	2	0	2	0	Introducción al Diseño												
H 00-805	8	5	0	8	0	Inglés avanzado	75			75			5					5
MA00-801	2	6	0	16	0	Matemáticas remediales	2			2			1					1
CB00-801	11	3	0	8	0	Introducción a la computación	34			34			4					4
H 00-806	7	3	0	8	0	Redacción en español	92			92								
Total		22	0	50		Promedio mensual y total de faltas	56			56			10					10

Para los alumnos de las carreras profesionales se producen tres informes parciales y uno final cada semestre.

Escala de calificaciones: 1 a 100. Mínimo para aprobar. 70

Significado de las claves:

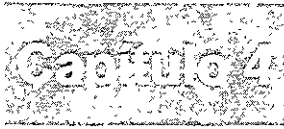
- A. Acreditado sin calificar CP Calificación Pendiente IN Incompleto NA No acreditado
 - DA Deshonestidad Académica SC Sin calificar por razones ajenas al alumno NP No presento examen
 - SD Sin derecho al examen final por exceso de faltas de asistencia
- (Snn. Sin derecho al examen final por exceso de faltas de asistencia. Nnn. No presentó examen final
 Donde nn es la calificación reportada para promedios)

Las claves de materia marcadas con * pertenecen a un nivel o programa académico diferente al que se esta cursando.

Nueva consulta



Buscar otro



Análisis de la inserción del CAD en el proceso de diseño

4.1 La Polémica en la utilización del CAD

La polémica sobre la utilidad del diseño asistido por computadora en el ámbito de la arquitectura no es nueva. Muchos autores han abordado el tema, sin llegar a una conclusión, sin embargo, el presente capítulo, aporta una opinión sobre la utilización de esta tecnología.

Considerando las posibilidades disponibles con el uso y aplicación de los sistemas CAD, se puede comentar que el uso de esta tecnología es aplicable dentro del proceso de diseño como herramienta que aporta ventajas en diferentes etapas.

herramienta (i. *ferramenta*, pl)

1 *f* Instrumento, grallo, de hierro, con que trabajan los artesanos.

2 Conjunto de estos instrumentos.

3 *pl* Ornamento.

4 *pl* Dentadura.

5 *fem* Pistola, navaja, arma. GRAM. Se usa también en singular con carácter colectivo: *la ~ de un oficio*, por *las herramientas*

Fig. 38 Definición de herramienta¹.

¹ Diccionario Vox en línea: www.vox.es

Sin embargo, un problema del uso de los sistemas computarizados es que la innovación tecnológica avanza día con día, y en poco tiempo, los equipos son obsoletos.

El CAD se utiliza para mejorar la ideación y dar terminación al proyecto; Para generar documentaciones, planos ejecutivos y presentación al cliente, sin embargo dada la enorme difusión de los sistemas CAD en los últimos años, esto representa para el arquitecto mucho más que un simple cambio de instrumento de representación, esto no implica tan solo cambiar los estilógrafos, y la regla universal por un equipo electrónico que ocupa menos espacio y que permite almacenar los planos en una unidad de disco en formato digital.

Según lo comenta el Arq. César Roberto Gómez López, "Este cambio de herramienta de dibujo implica una sustancial transformación de las técnicas de representación y un cambio radical en la forma de administrar la información gráfica"².

La administración de la información gráfica con la utilización de un sistema CAD, se logra al conocer todas las características del uso de esta tecnología. Una problemática, es quizás que algunos arquitectos adaptaron (y no adoptaron) el uso de la computadora como instrumento para pasar en limpio los proyectos, dada la necesidad de agilizar el proceso de corrección, que mediante el uso de la computadora se puede hacer de manera ágil. Hacer cambios sobre dibujos hechos a mano implicaría tener que repetirlos en alguno de los casos, lo que redundaría en un aumento del tiempo necesario.

² GOMPZ, Roberto (1997) Organización de la información gráfica en arquitectura. Universidad Nacional Tucumán

El proceso de adaptación de los sistemas CAD, pudo ser repentino e inicialmente no permitió a los profesionistas tener la oportunidad de reflexionar sobre el verdadero beneficio y las consecuencias de utilizar esta nueva herramienta de trabajo

Esto tiene una justificación conceptual dada la complejidad que implica el proceso de diseño. Además por razones históricas, resulta interesante el identificar que mientras la tecnología CAD estaba en los inicios de su desarrollo, se pretendían también en el ámbito arquitectónico desarrollar diversas metodologías, para el diseño, que no consideraban a los programas CAD como herramientas para dicho fin. Esto lo comenta Leonardo Combes, quien menciona que "Durante las décadas de los 60/70 mientras florecían las metodologías de diseño, las computadoras no habían alcanzado la potencia y adaptabilidad necesaria para constituir un apoyo contundente. Al comienzo de la década del 80 se había llegado a la conclusión de que no se podían establecer métodos universales de diseño"³.

El mismo autor también menciona que "Ante la ausencia de instrumentos conceptuales susceptibles de ser implementados como ayuda al diseño propiamente dicho, el espacio vacante fue ocupado por los sistemas de representación. Lo gráfico y lo visual substituyó a lo conceptual⁴". Así se asignó a los sistemas CAD el papel de instrumento para pasar en limpio los proyectos, al reconocer solamente la ventaja de tener representaciones muy exactas y flexibles a los cambios o modificaciones necesarios del proyecto.

³ COMBRES, Leonardo (1997) Dibujo ayudado por computadora vs diseño asistido por computadora, Universidad Nacional Tucumán

⁴ COMBRES, Leonardo (1997) Dibujo ayudado por computadora vs diseño asistido por computadora, Universidad Nacional Tucumán

Definitivamente los sistemas CAD ofrecen más, y es intención de este documento el identificar los aspectos de su uso e integración en el proceso de diseño

4.2 Representaciones gráficas y CAD en el proceso de diseño

Como se ha comentado en el capítulo 2 de este trabajo, existen diversas etapas para el desarrollo de un diseño, a continuación se esquematiza este, haciendo énfasis en los diferentes medios de expresión que utiliza el diseñador, mencionando qué tipos de representaciones se pueden realizar en sistemas CAD, para mejorar el diseño.

El siguiente esquema desarrollado por Miguel Hierro⁵ muestra todas las instancias por las que el diseñador habrá de transitar, para la realización de un diseño

Esquema básico del desarrollo del proceso de proyectación

Fase anterior: (que da origen al diseño)

Demanda productiva



Decisión social (política) sobre la existencia de un objeto arquitectónico y los recursos para su realización.
Definición de los requerimientos que el objeto "materializado" habrá de cubrir.
Planteamiento del objeto en términos no arquitectónicos (es decir, no figurativos)

⁵ HIERRO, Miguel (1997) Experiencia del Diseño, México D.F. UNAM, Pág. 147

Fase proyectual:

1.- *Estadio de definición de la demanda arquitectónica*

Traducción de una solicitud concreta a espacios arquitectónicos, de su expresión verbal o escrita a términos arquitecturables, a través de la concreción de los factores determinantes del diseño.

1.1.- *Diagnóstico y análisis crítico del tema y sus características*

Aplicación del marco de referencia relativo a los factores contextuales del sitio, los factores económicos, los factores físico-ambientales, los factores programáticos, los factores técnico-constructivos y los factores semánticos y compositivos

Manejo cuantitativo de la información:
Definición volumétrica del alcance edificatorio.
Dimensionalidad del tema, Análisis cualitativo de la información.
Cuestionamiento de datos. Inicio de postura ante el tema.
Revisión de los factores determinantes del diseño.

1.2 *Conclusiones de diseño (premisas proyectuales)*

Visión global -preliminar- de la temática proyectual por desarrollar

Derivaciones del análisis cualitativo y cuantitativo hacia criterios de diseño:
a) De lo que está implícito en el problema, por las interrelaciones entre la demanda y el sitio.
b) De la formulación conceptual del objeto.
c) De las alternativas de hipótesis formales.

2 *Estadio de conceptualización*

Toma de posición ante el tema
Primera confrontación con la lingüística arquitectónica del objeto.
Revisión mental de imágenes tecnológicas

Interpretación arquitectónica del tema, en base a las conclusiones de diseño.
Lo que entendemos que el objeto debe ser, en sus rasgos figurativos, ambientales y organizativos.
Esquematización abstracta de la respuesta proyectual.
Ordenamiento del criterio de diseño.

3 Etapas de esquemización;

3.1 Hipótesis de diseño

Formulación inicial del diálogo proyectual.
Selección y aplicación de un vocablo arquitectónico.
Identificación de rasgos morfológicos

Planteamiento de diversas alternativas para abordar el concepto asumido.
Generación de hipótesis formales, expresadas en diversos esquemas compositivos y de organización espacial.
Identificación de los rasgos lingüísticos de la expresión arquitectónica, como presupuestos formales

3.2 Partido arquitectónico

Ejercicio preliminar de la composición.
Postura arquitectónica.
Proceso de graficación

Esquema filtrado a idea arquitectónica base.
Expresión gráfica con el uso de códigos arquitectónicos comunes.
Involucra propuestas sobre:
Relación con el contexto.
Volumetría-Escala.
Vocabulario Arquitectónico.
Organización espacial y de actividades.
Estructura portante.
Tratamiento Ambiental.

3.3 Experimentación y comprobación

Desarrollo del ejercicio compositivo

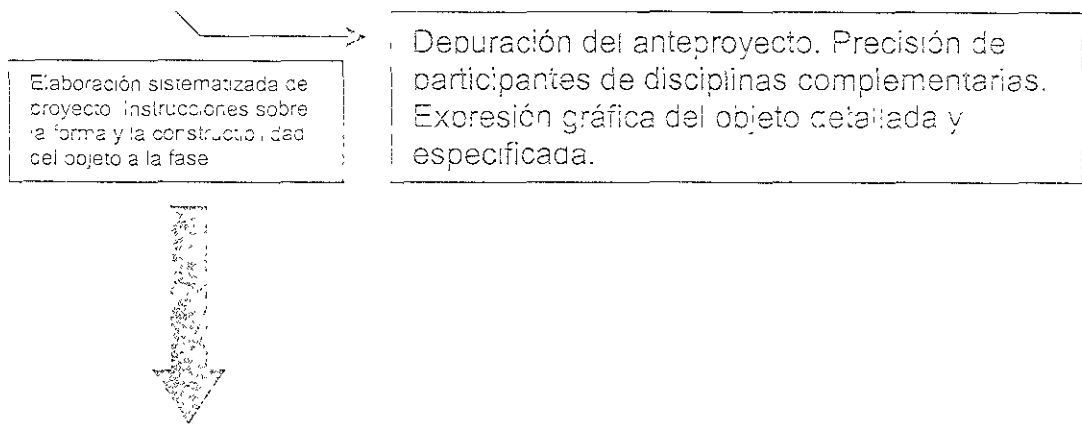
Diálogo proyectual de acercamiento a la propuesta definitiva sobre la configuración de los elementos arquitectónicos a través de diversas "pruebas de filtrado". Revisión de las conclusiones de diseño y de los resultados obtenidos.

3.4 Anteproyecto

Representación del objeto legible a quienes sean ajenos a la historia de la imagen

Síntesis proyectual del objeto mediante la expresión gráfica de los elementos arquitectónicos que lo componen.
Participación de disciplinas afines (según la complejidad del tema).
Expresión gráfica de los tratamientos ambientales internos y externos, que permiten entender las condiciones de uso del objeto. Implica la representación del objeto de tal modo que constituya la manera de comunicar su estructura figurativa y sus condiciones de constructibilidad

4 Estado de comunicación



Fase de materialización.

Organización y realización del proceso edificatorio

En el esquema anterior, se han sombreado las etapas del proceso de proyectación donde se utilizan representaciones gráficas o dibujos, que pueden ser desarrollados con algún sistema CAD.

A continuación se describen los estadios donde los sistemas CAD aportan al proceso.

Estado de conceptualización

En este estadio, como se ha mencionado, se toma posición ante el tema, por lo que se requiere de iniciar con algunas representaciones o dibujos conceptuales que se pueden desarrollar con el auxilio de algún sistema CAD.

En los sistemas CAD se pueden trazar de manera ágil objetos o geometrías con dimensiones exactas, lo que permitirá al diseñador identificar interferencias entre los trazos.

En algunos sistemas CAD se tiene la posibilidad de generar volúmenes u objetos tridimensionales simples como cajas, cilindros, esferas, etc, para manipularlos y organizar a una maqueta volumétrica virtual, en la cual es posible agrupar objetos tridimensionales para sumar, restar o intersecar los volúmenes para la modelación de un edificio, y de este obtener cortes a diferentes alturas y así obtener representaciones de las plantas de los diferentes entresijos del edificio.

Estadio de esquematización

En esta etapa, se deben plantear diferentes alternativas para abordar el concepto asumido y también es muy importante la aportación de los sistemas CAD, ya que como se ha mencionado, el tener los dibujos o esquemas en formato electrónico da la oportunidad de modificaciones a los trazos de forma sencilla y rápida.

También es posible utilizar las maquetas volumétricas generadas en sistemas CAD, para obtener de ellas las vistas de diferentes posiciones e identificar de manera clara las características espaciales del proyecto.

En este estado de esquematización se utilizan desde Dibujos conceptuales hasta dibujos proyectuales ya que al concluir este estadio se deberá tener el anteproyecto arquitectónico.

Los sistemas CAD, además aportan la característica del trabajo colaborativo a esta etapa, lo que permite abordar el proyecto en partes aisladas para su posterior integración en el modelo final con referencias a los diferentes archivos del modelo.

Estadio de Comunicación

En este estadio, se requiere de la creación de dibujos ejecutivos, que permitirán describir a detalle todas las características del proyecto, además, es necesaria la participación de diferentes especialistas que aporten al proyecto, por lo que es en esta etapa del proceso de proyectación, que los sistemas CAD aporten en mayor medida al diseño.

Los sistemas CAD, permiten desarrollar los planos de las plantas a partir de las maquetas volumétricas y viceversa. También es posible integrar objetos de librería como símbolos de instalaciones, muebles, etc. Todo esto, permite al diseñador coordinar a su equipo de trabajo en los últimos detalles de la representación del diseño.

El proceso de proyectación en sus diferentes estadios requiere de diferentes tipos de esquemas o dibujos, que a continuación se describirán:

Los esquemas y dibujos se clasifican en cuatro categorías:

Esbozos ideográficos

Dibujos conceptuales

Dibujos proyectuales

Dibujos ejecutivos

4.2.1 Esbozos ideográficos

“Los esbozos ideográficos registran las primeras imágenes conceptuales del espacio a diseñar”⁶. Por lo general solamente los entiende el autor, quién desarrolla algunos trazos con la

⁶ MALLOCA, Lezek (1999) El Dibujo Arquitectónico. México, Tride Editores, Pag. 20



Fig. 40 Esquema hecho a mano⁹

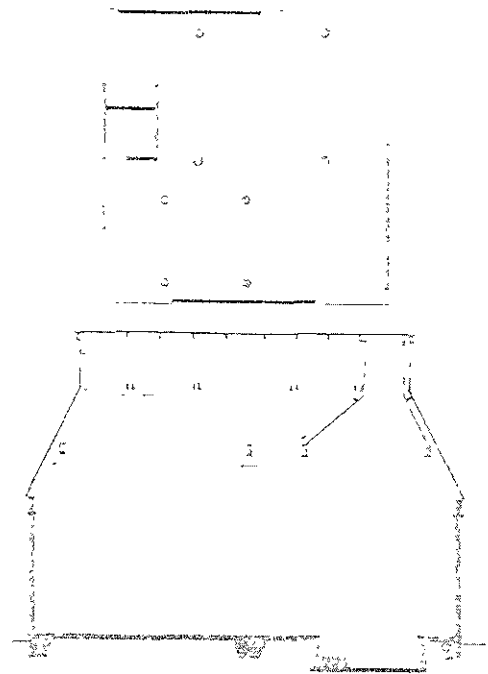


Fig. 40-b Dibujo trazado en sistema CAD¹⁰.

El sistema CAD auxilia en esta etapa en la representación de elementos sencillos pero con dimensiones exactas como líneas, arcos, etc, o incluso, con las ventajas que ofrecen los sistemas más novedosos CAD, que permiten transferir directamente los bocetos trazados en un block colocado sobre una tabla electrónica, a la computadora para ser mejorados en formato de objetos digitales vectoriales. En las siguientes imágenes se muestra la transferencia de bocetos hechos en papel a un formato digital mediante la utilización de una tableta portátil.

⁹ WILLIAM, J Mitchell (1979), Computer-Aided Architectural Design, Los Angeles CA Edit. Van Nost. and Reinold company, Pag. 158

¹⁰ WILLIAM, J Mitchell (1979), Computer-Aided Architectural Design, Los Angeles CA Edit. Van Nost. and Reinold company Pag. 159

Utilizando el programa de cómputo Design de la compañía Alias Wavefront¹¹.

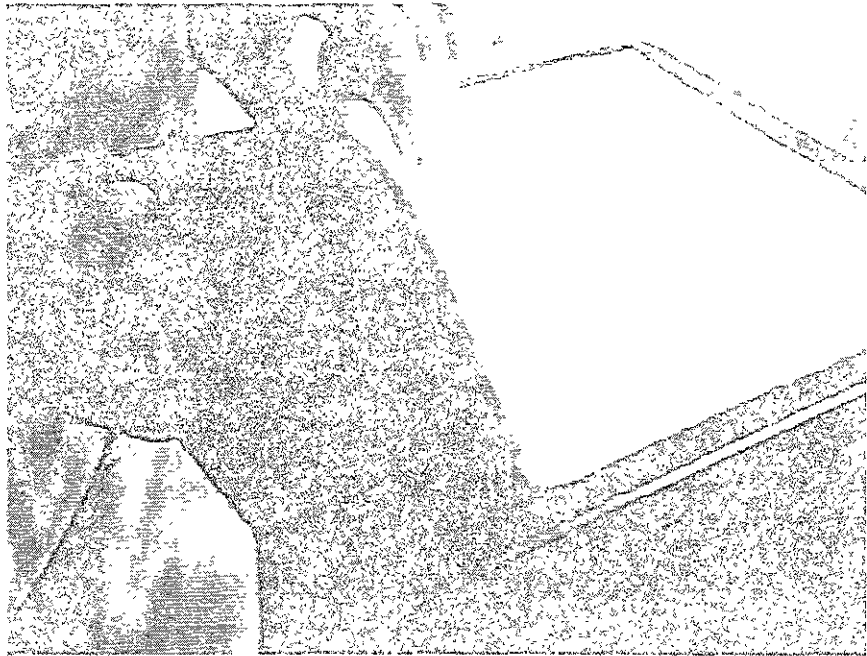


Fig. 41 Tableta digital para trazar bocetos



Fig. 42 En la figura se muestra que con una pluma se traza un dibujo sobre un block para su posterior transferencia a la computadora.

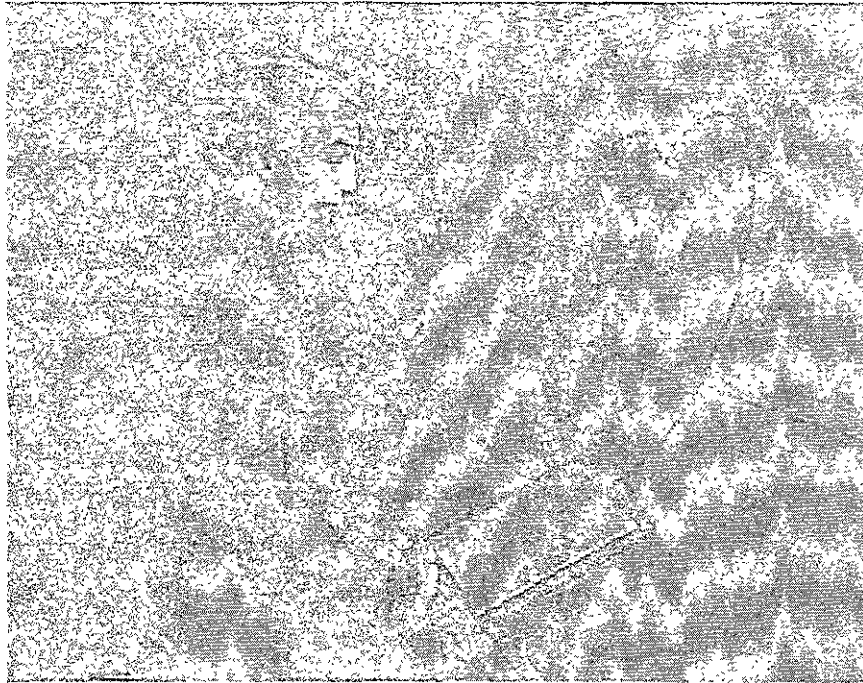


Fig. 43 Transferencia de dibujo hecho en papel a la computadora

El empleo de un sistema CAD en esta etapa del proceso, atiende a la necesidad de depurar las imágenes o incluso iniciar con el trabajo de modelación tridimensional con la manipulación de volúmenes, lo que permite al diseñador una interacción con el diseño del modelo tridimensional virtual.

“Lo virtual es lo potencial, lo que puede ser pero que no ha sido realizado”¹².

¹² PÉREZ, Eduardo (2001) *Arquitectura en los ambientes virtuales*. UNAM, Pág 45

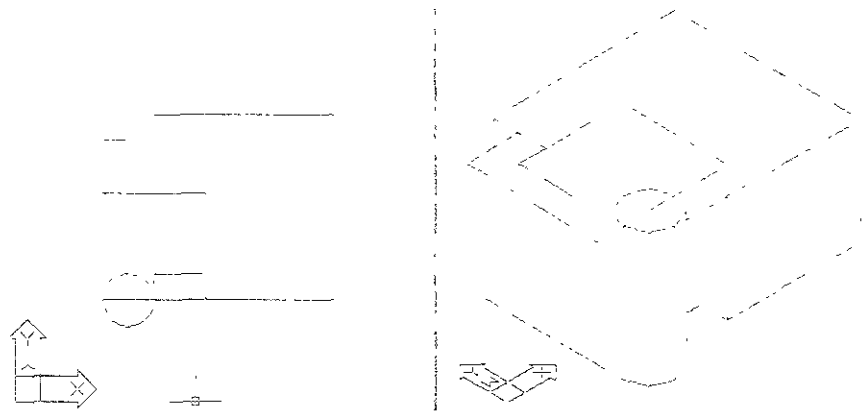


Fig. 44. Agrupación de elementos tridimensionales para la representación de un edificio en AutoCAD Architectural Desktop

4.2.3 Dibujos Projectuales

“Los dibujos proyectuales señalan de manera determinada la versión final de la solución del espacio poniendo de manifiesto los valores funcionales y plásticos-composicionales del proyecto”¹³.

Los dibujos proyectuales, muestran de manera formal el proyecto, por lo cual se requiere de exactitud en su representación, así como la posibilidad de entrar a detallar las características del proyecto. “El elemento con dibujos que expresa parte de un proyecto se denomina plano”¹⁴.

Planos preliminares y descriptivos, se utilizan con dibujos proyectuales. Los planos preliminares son la fuente de información para el desarrollo de un proyecto arquitectónico, por lo que son fundamentales y el proyectista debe comprobar que no

¹³ MALUGA, Lezek (1990) El Dibujo Arquitectónico, México, Tride Editores, Pag. 21

¹⁴ DE LA PUENTE, Soares (1984) El proyecto arquitectónico, México. Edit. Empires, Pag. 26

existen omisiones. Un ejemplo de plano preliminar es el plano del levantamiento topográfico de un terreno.

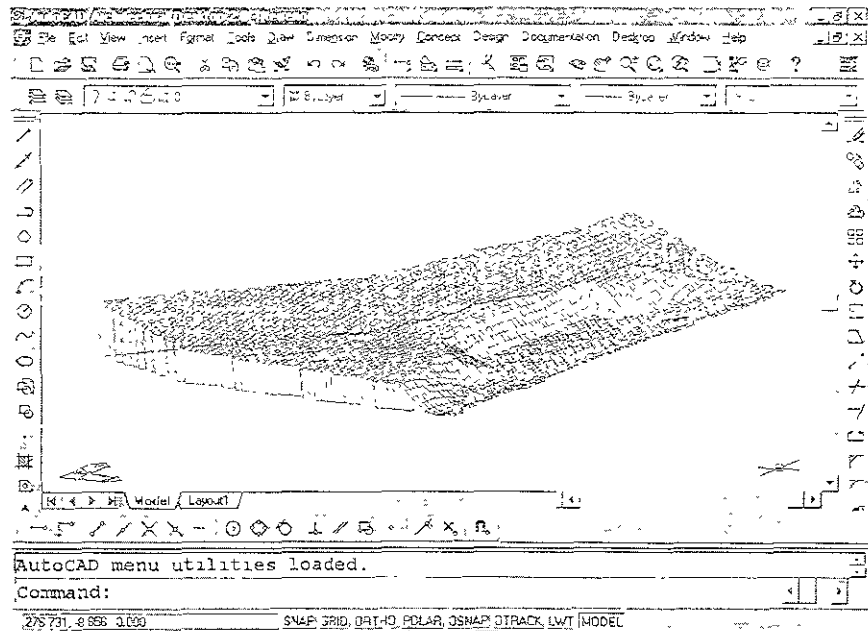


Fig. 45 Representación topográfica en sistema CAD

Los sistemas CAD aportan en esta etapa, al permitir manipular de manera ágil toda la información de los planos preliminares y utilizarlos como referencia para el desarrollo de los planos descriptivos, cuya finalidad principal, es demostrar las soluciones del proyecto sin llegar a un nivel de tipo constructivo, el CAD es una poderosa herramienta que ayuda a la definición de las soluciones y a la búsqueda de otras alternativas de solución. Los anteproyectos arquitectónicos son ejemplo de planos descriptivos. Dentro de algunos sistemas CAD, existe la posibilidad de mover y deformar las diferentes partes componentes del proyecto como áreas requeridas, o espacios proyectados, con la distribución seleccionada por el diseñador. el sistema genera de forma semi automática la maqueta virtual del proyecto, a la que se le integran elementos como puertas, ventanas, etc.

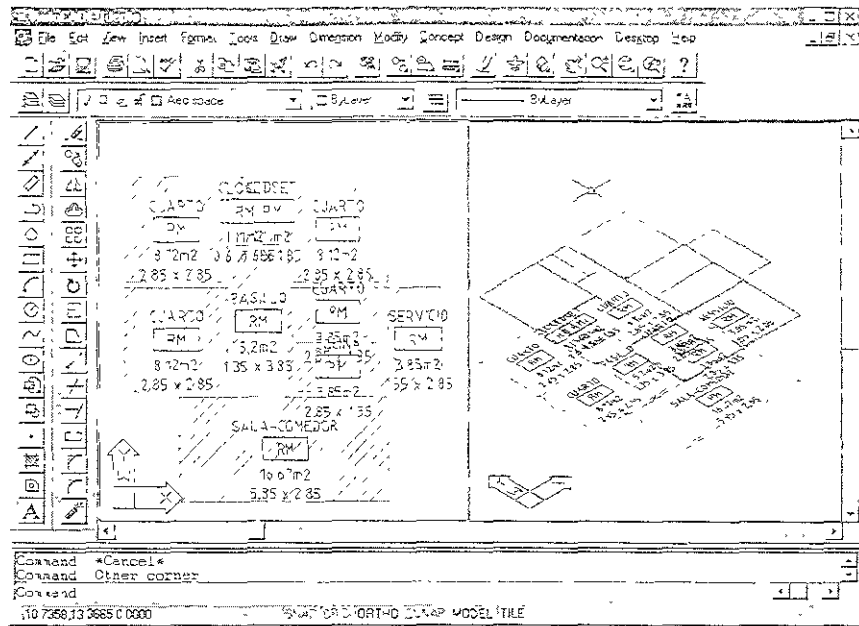


Fig. 46 Organización de áreas de departamento utilizando AutoCAD
Architectural Desktop

Una maqueta virtual permite vistas desde cualquier posición, mostrando la computadora una representación isotérmica o perspectiva desde el punto seleccionado. Las representaciones de plantas, alzados y cortes, se pueden desarrollar de manera sencilla con el auxilio de el programa de cómputo.

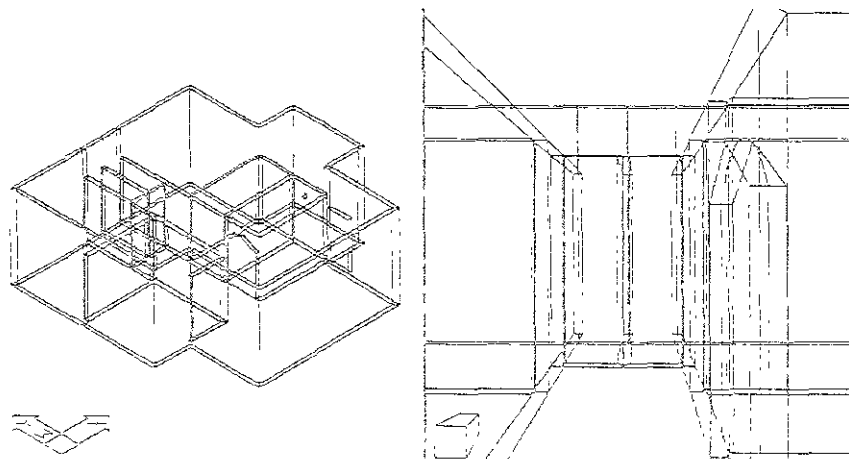


Fig. 47 Vistas en perspectiva de proyecto arquitectónico en proceso de modelación

Otra ventaja de incorporar en esta etapa del proceso de diseño la utilización de la tecnología CAD, está representada por todas las posibilidades que se ofrecen para el trabajo colaborativo, permitiendo a todos los especialistas involucrados en el proyecto la incorporación de los aspectos de diseño, esto también facilitado con la creación de objetos paramétricos que, al modificar alguna parte del modelo, se adaptan y muestran la representación actualizada de manera inmediata.

Como se comenta en el tema tres, existe además la posibilidad de generar recorridos virtuales o vistas en perspectiva del espacio virtual diseñado, para mostrar al cliente algunas de las características conceptuales y funcionales.

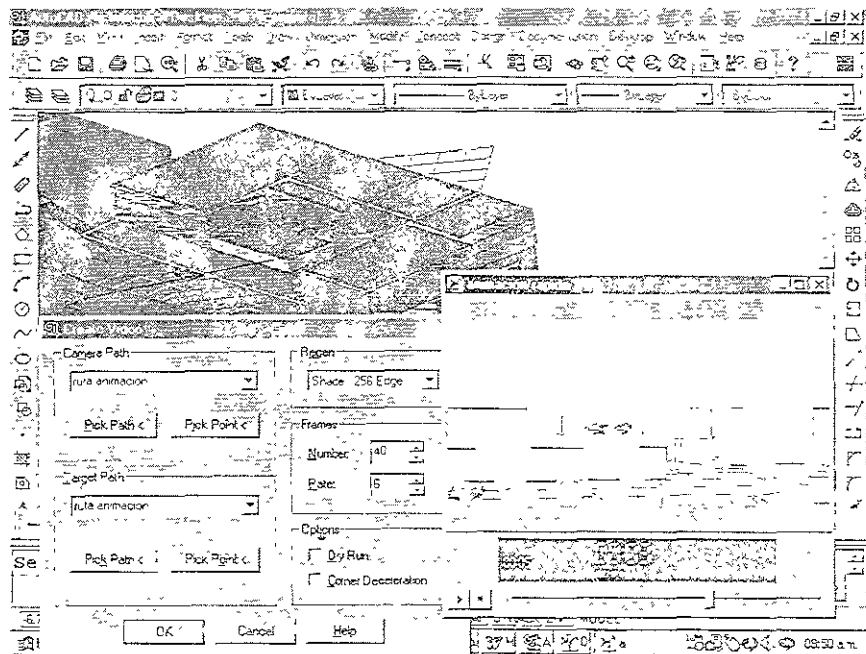


Fig. 48 Vistas de interfase para generar animaciones rápidas sin textura en AutoCAD Architectural Desktop

4.2.4 Dibujos Ejecutivos

“Los dibujos ejecutivos, se basan en los dibujos proyectuales y transmiten los datos técnicos de los objetos diseñados”¹⁵.

En los dibujos ejecutivos, se utiliza un lenguaje técnico con la representación de objetos a través de símbolos, diagramas y anotaciones, que integran toda la información necesaria para la construcción del diseño. Estos dibujos se agrupan en planos constructivos.

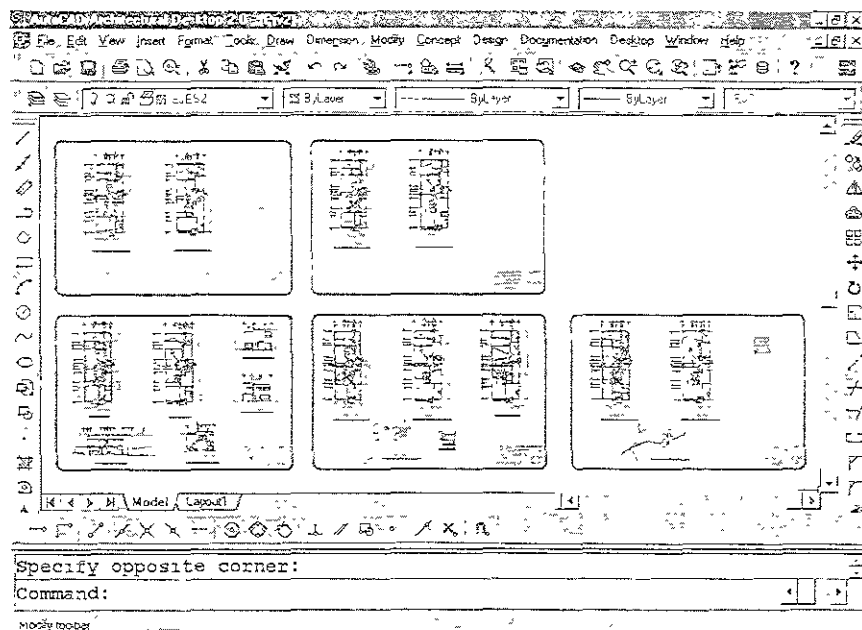


Fig. 49 Planos de proyecto arquitectónico

“En las últimas etapas del proceso de diseño, los diseñadores utilizan lenguajes gráficos sumamente formalizados”¹⁶.

¹⁵ MALUGA, Lezek (1990) *El Dibujo Arquitectónico*, Méx.co, Tilde Editores. Pag. 21

¹⁶ LASEAU, Paul (1982) *La expresión gráfica para arquitectos* México D.F. Edit. G. Gálh. Pag. 51

Finalmente, existe la posibilidad de utilizar paquetes de cálculo y análisis para el diseño estructural, cálculo de instalaciones, presupuestos generados a partir de los volúmenes del proyecto, inserción de mobiliario de librerías disponibles en Internet, entre otras.

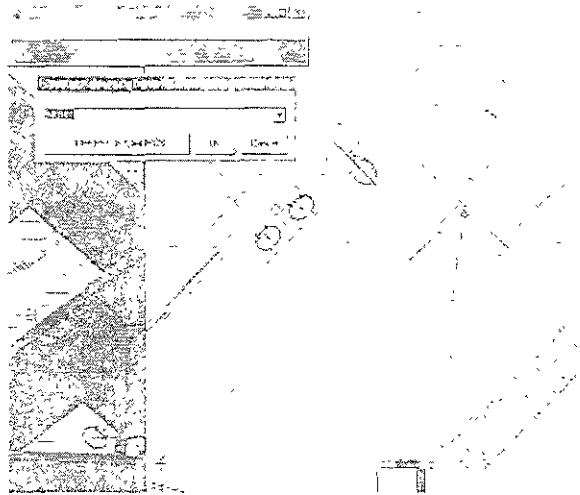


Fig. 52 Cualificación de volúmenes de obra con programa Dante en AutoCAD

4.3 Experiencias arquitectónicas en el uso de los sistemas CAD

“Yo digo que es como magia porque te permite tener la percepción final tal cual es...”¹⁷.

“ Mis croquis son solamente gestos: ¿cómo hacer para construirlos? Lo he logrado gracias a la computadora, de otra manera ni siquiera lo hubiera intentado”. Frank O Gehry ¹⁸

¹⁷ Vicente de Szyszlo. Arquitecto Lima, Perú

¹⁸ GABBOSKY, Matteo (2001) XX Seculo architettura, Milano, Ed. Electa, pag. 94

Simon Penny, artista y maestro en los departamentos de arte e ingeniería en la Universidad Carnegie Mellon, trabaja con la tecnología computacional en tal forma que interactúa con el observador, quien a veces se vuelve observado. Dice que sus proyectos son de "baja tecnología" refiriéndose a que sólo mejora las formas de tecnología que tiene a su mano, no inventa nada.

Penny piensa que el uso de la tecnología debe ser el de ofrecer nuevas formas de hacer las cosas, y no hacer las cosas dependiendo de la tecnología.

Penny menciona que los arquitectos se encuentran comúnmente proyectando con las tecnologías en boga. Un ejemplo es Rem Koolhaas quien utiliza la tecnología para diseñar sus espacios. Para Koolhaas el software es la forma más adecuada que ha encontrado para lograr un lugar en el que la imaginación de un hombre se extiende, convirtiéndonos en una pequeña mancha. La estructura y el software representan las entrañas de su arquitectura, lo demás son sólo telas envolviendo a la estructura. Él piensa que un arquitecto no puede controlar por completo el tema exterior del edificio. Hace sus modelos en grande para que entendamos su razonamiento de muchos proyectos en uno.

En el diseño de la Biblioteca Nacional Francesa de Koolhaas se aprecia que delinea un campo estructural neutral sin importar tanto el exterior ya que éste es adaptable, lo que importa es la estructura. Esto garantiza que la gente llegue a las locaciones programadas.

Básicamente, la idea de ser arquitecto es obtener control sobre un entorno. La forma de control que ejerce Koolhaas en el diseño de la Biblioteca es que el edificio debe ser experimentado en la forma que

fue definida. Esta condición de resaltar en los espacios tiene poca o nula relación con el contexto. Una vez dentro, el entendimiento de cómo llegaste ahí no tiene sentido.

El camino que una persona recorre para ir de un lugar a otro cada vez se vuelve más irrelevante. Por el contrario, la llegada es experimentada inmediatamente, anora eres lanzado del interior de un volumen al interior de otro.

Por su parte, Penny concluye que el hecho es que la tecnología nos está moviendo en una dirección en la que todo se resume a experiencias específicas entre momentos de espera en el transporte. La tecnología nos abraza de una forma u otra sin importar nada. El truco está en decidir conscientemente cuando parar¹⁹.

Existen muchos otros enfoques del uso de los sistemas de cómputo, tal es el caso de Abalos y Herreros, arquitectos españoles cuya intención inicial fue la de trabajar haciendo todo con el auxilio de la computadora, sin seguir un planteamiento u orden en la generación o la secuencia del proceso de diseño, como se cita a continuación:

“Herreros: Cuando nosotros empezamos a trabajar juntos aparentemente reproducíamos un sistema convencional de trabajo, luego descubrimos que no lo era porque teníamos unos recursos propios, como empezar a dibujar todos los aspectos del proyecto a la vez desde las estructuras o las instalaciones hasta las distribuciones. Ya en esa época no hacíamos croquis, no hacíamos dibujos que se pasaban a limpio y eso fue

¹⁹ www.colombia.edu/~ler5/reweeno.html

lo que nos llevó a informatizar el estudio. De esto hace ya diez años. Un tiempo donde un plotter costaba más que un coche. Desde entonces, lo cierto es que trabajamos en una especie de estimulación simultánea entre la gente que dibuja en el estudio, fundamentalmente con ordenador, y nosotros. Eso significa que no hay papel de croquis, no hay encajes previos hechos a regla. Lo que hay es muchos dibujos e informes realizados en folios que se van procesando, corrigiendo y depurando en un extrañísimo proceso que de repente un día tiene aspecto de proyecto de arquitectura.

Abalos. Hace años estábamos muy orgullosos de ser el primer estudio "culto" que se informatizó en Madrid y ahora estamos muy orgullosos de ser el primero que se ha desinformatizado en sus procesos de trabajo²⁰.

Esta experiencia es el caso extremo, en el uso de los sistemas computarizados. La utilización de los sistemas CAD en los despachos de arquitectos depende de la necesidad de agilizar el trabajo de proyección, teniendo cuidado en no depender de los recursos limitados que ofrece esta tecnología.

Una de las características más interesantes que ofrecen los sistemas de cómputo, y particularmente la comunicación que se puede dar a través de éstos, es que ahora es posible mostrar y evaluar proyectos arquitectónicos, publicándolos en Internet, esto implica que cualquier arquitecto en el mundo que observa los procesos de diseño de otros

²⁰ www.arch-mag.com/cafe.html

por medio de la comunicación electrónica, puede aportar y colaborar en diseños virtuales.

Varias universidades del mundo están participando de este proyecto de estudio virtual, donde los alumnos trabajan en una variedad de programas y direcciones que son seleccionadas por sus instructores. "El "world wide web" ofrece a los estudiantes y universidades una plataforma para la presentación de varias etapas del proceso de diseño"²¹.

En la escuela de arquitectura de Vancouver Canadá, el uso de las computadoras en el proceso de diseño se ha vuelto una constante no sólo en cuanto a presentaciones se refiere, sino que las utilizan como herramienta de comunicación, y entre otras cosas han creado un taller virtual dentro del cual realizan ejercicios de diseño y desarrollan proyectos, teniendo como ventaja: un equipo de trabajo muy grande, en el que se tiene una gran diversidad de concepciones y pensamientos, siendo así un trabajo colectivo de alumnos de diferentes partes del mundo, que puede ser asíncrono y el resultado de la presentación es de mucha calidad²².

En general, se puede decir que los sistemas CAD son buenas herramientas para mejorar el diseño, y el sistema CAD ideal será el que soporte el máximo tipo de ayudas adaptadas al proceso de diseño y que a su vez, permita que según se va desarrollando el proyecto, se vayan generando automáticamente los cálculos, las mediciones, los presupuestos y todos aquellos aspectos que se

²¹ web.mit.edu/4.156/www/Text/index.html

²² arch-d3.architecture.ubc.ca/curus/tuts/dt.html

precisen, concibiéndolos siempre como una alternativa, sin depender completamente de ella.

4.4 Ventajas, inconvenientes, realidades y mitos en la aplicación de la tecnología CAD

La mayoría de la gente concuerda con que las computadoras pueden ser de mucha ayuda para el proceso de diseño, sin embargo, vale la pena identificar de manera real cuáles son las ventajas y los inconvenientes que se tienen al utilizar estos sistemas.

El proceso de diseño como se ha mencionado, integra varias etapas, dentro de las que el diseñador, tiene dos actividades fundamentales que son la de concebir el diseño y trabajar en la presentación del mismo. Diseñar es un proceso que requiere de un esfuerzo creativo y es por eso que las computadoras no pueden sustituir al diseñador en este proceso. Sólo sirven para hacer la presentación del diseño en un lenguaje arquitectónico, permitiendo al diseñador mayores posibilidades de identificar aspectos diversos para la mejora del diseño.

Muchos arquitectos no sienten la necesidad de tener una computadora para trabajar en sus diseños, porque creen que pueden expresar sus ideas mejor y más rápido con papel y lápiz que con una computadora. Aunque en realidad puede ser una herramienta de mucha ayuda cuando se conocen sus posibilidades de aplicación y se tiene una habilidad en su uso

"El desarrollo de la tecnología CAD se ha enfocado en hacer herramientas que asistan el diseño. El diseñador

diseña (vaiga la redundancia) y la computadora proporciona opciones y simulaciones en su pantalla. Incluso hay programas que permiten capturar los dibujos hechos a mano sobre una libreta digitalizadora y la computadora reconoce el dibujo y lo guarda en memoria para después modificarlo²³.

A continuación se mencionan algunas de las ventajas, inconvenientes, mitos y realidades de el uso de la tecnología CAD aplicada dentro del proceso de diseño como herramienta de apoyo

4.4.1 Ventajas

Un ejemplo de las ventajas que ofrecen los sistemas CAD es un conjunto de 500 viviendas que puede quedar totalmente resuelto en una semana, pues se pueden hacer copias múltiples de objetos así como generar varias perspectivas cónicas del conjunto con todas las viviendas y el equipamiento, para verificar simultáneamente la densidad y ocupación total del terreno experimentando con texturas y colores de materiales.

Con la computadora se pueden lograr rápidamente imágenes y formas con gran definición, para después efectuar los cambios necesarios y hasta reiniciar el proceso de diseño sin quedar sujeto o condicionado por las formas logradas.

La computadora habilita al arquitecto para diseñar efectivamente en tres dimensiones.

²³ LEE, Dong [Design and computer aid](#)

wkstreet.colorado.edu/Mar...ent/Group/K.Lee/D.assign_4.lee4.htm

El uso de las tres dimensiones espaciales desde el inicio del proceso de diseño da la posibilidad de obtener representaciones en planta, alzado y perspectiva de manera inmediata.

Con el uso del CAD es posible predecir la calidad del resultado en un tiempo mucho menor que en el proceso tradicional.

En cualquier punto del proceso es posible apreciar una imagen texturizada para su evaluación.

La sencillez para presentar una idea aumenta con la computadora y, por lo tanto, el diseño funcional se desarrolla simultáneamente con el diseño de la imagen final del edificio.

La cantidad de formas complejas que pueden ser elaboradas es mucho más extensa que en las herramientas tradicionales, por ejemplo el trazo de la curvatura de la tierra.

El diseño gráfico digital permite al arquitecto efectuar un collage de ideas, mostrar relaciones y expresar claramente conceptos complejos.

El texto poco usado en presentaciones debido a la dificultad para hacerlo manualmente o modificarlo una vez producido ahora puede ser incorporado al conjunto de medios de expresión gráfica.

Otra ventaja es la cooperación profesional o trabajo en equipo a través de las redes de computo, y de Internet.

Y finalmente un buen uso del CAD permitirá una excelente documentación con recursos mínimos

4.4.2 Inconvenientes

Un inconveniente en el uso de la tecnología CAD, es el tamaño de la pantalla que no permite visualizar el proyecto en su totalidad.

El uso de la computadora como medio análogo de diseño resulta determinante tanto en el desarrollo del proceso como en las características finales del proyecto. En los sistemas CAD no se dibuja a escala y siempre es conveniente la aproximación gradual.

Otro detalle es que la exactitud es necesaria desde el inicio de dicho proceso, lo que implica estar siempre consciente de las unidades del dibujo al agregar o insertar partes de otros dibujos, se ha dado el caso de la inserción de muebles en diferentes unidades, generando grandes errores.

Y de manera enfatizada se tiene una "evolución cotidiana del hardware y software que hace de la computadora una herramienta substancialmente distinta. Mientras que las herramientas tradicionales se aprenden a usar y luego se utilizan, una computadora se aprende a usar permanentemente. El diseñador debe necesariamente afrontar dos problemas simultáneamente : como resolver su diseño y como utilizar la computadora para ello. Cada nuevo proyecto requiere un nuevo método de uso de la computadora"²⁴.

²⁴ FERRER, Martín, La computadora en la enseñanza de la arquitectura, Ferratec 2001

www.arquitectura.com/cad/artic_ensenanza.asp

4.4.3 Mitos

La inquietud que existe sobre si las computadoras serán en el futuro capaces de diseñar por sí mismas, resulta poco fundamentada, esto no es posible porque las computadoras son sólo máquinas que funcionan para facilitar y memorizar el trabajo, mientras que crear sigue siendo una responsabilidad del hombre y no de la máquina.

Las computadoras han sido muy prácticas para la sociedad de nuestros días, y se está buscando que sean de más ayuda para diferentes campos profesionales, sin embargo nunca ocuparán el puesto de un individuo.

El ser humano no es perfecto, por lo tanto, las computadoras seguramente pueden ayudarnos a hacer mejores diseños, pero la última decisión está en nosotros, porque sólo el ser humano puede decidir por sí mismo, al igual que diseñar.

4.4.4 Realidades

Un aspecto importante al trabajar con sistemas CAD es que no necesariamente se debe respetar la secuencia propia del diseño con medios tradicionales, partiendo de esquemas sin medidas ni escalas compuestas por trazos simbólicos, pues ese inicio es propio del diseño con lápiz y papel. Un arquitecto que domine la computadora puede lograr muy rápidamente varias alternativas de organización espacial del programa de necesidades, puede analizarlas comparativamente entre sí o individualmente,

inclusivo descartar todas ellas planteando otras diferentes sin que todo ello represente un gran esfuerzo.

En el ámbito profesional el espectro de posturas es amplio. Están quienes se han incorporado con convicción a la corriente moderna de tecnificación, adoptando el uso de computadoras con diversos grados de intensidad, en ese grupo se alinean desde arquitectos que ejercen de manera independiente, hasta profesionales que incluyen asistentes y colaboradores en su organización. Las razones son diversas, como la agilidad de un intercambio con otros estudios y asesores, la intención de reducir los tiempos de elaboración y modificación de planos, la necesidad de organizar mejor los archivos ante un aumento del volumen de trabajo, entre otros argumentos, la mayoría orientados a obtener mayor eficiencia.

Son numerosos los arquitectos que ven, en el uso de los sistemas CAD, las facetas más sutiles que pueden ampliar las opciones en el campo de diseño de espacios. Ellos valorizan funciones tales como la facilidad para generar, almacenar y comparar sus diseños, el fácil manejo de formas complejas, la visualización rápida de modelos tridimensionales, los análisis técnicos, el manejo de la cuarta dimensión en sus presentaciones.

Sin embargo todavía es importante en número y en participación profesional la cantidad de arquitectos que no ha incorporado computadoras en ninguna etapa de su actividad. Esta posición podría estar sustentada por varias razones: una podría ser la falta de inclinación natural por las novedades tecnológicas, otra una subestimación de la ayuda

que pueda obtenerse de ellas, otra más, una visión exagerada de las dificultades que presenta su aprendizaje

La informatización avanza en todas las áreas, los sistemas CAD, en sus inicios desarrollados para aplicaciones de ingeniería, con instrucciones rebuscadas y pocos beneficios, mantuvo reacios a muchos arquitectos en su adopción como herramienta de trabajo.

Esta falta de adecuación es la que hace que muchos arquitectos vean como extraño no solo el lenguaje utilizado, sino también muchos procedimientos, que responden más a criterios de eficiencia en la programación que de respuesta a modos de trabajo habituales.

La sociedad sigue incorporando el uso de computadoras en todas las áreas de actividad, Las grandes y medianas empresas constructoras tienden a la organización de sus equipos de trabajo en base a la colaboración en la producción de documentos digitales de proyectos, es ya una necesidad impuesta por los requerimientos propios de las diversas especialidades de proyecto.

La trascendencia de la obra y de las condiciones técnicas de un arquitecto deja paulatinamente de limitarse a sus edificios y proyectos publicados, al ser posible una comunicación a costos bajos a través de Internet, lo que da oportunidad a todos de compartir sus trabajos con el mundo.

Toda empresa dedicada a instalaciones y estructuras especiales necesita como base el proyecto arquitectónico documentado en

CAD, por lo que los arquitectos que incorporen la tecnología desde las etapas de proyección tendrán una ventaja relativa

Una computadora puede participar en el proceso de diseño, pero éste no debe depender de la computadora, ya que, aunque es cierto que simplifica el trabajo permitiéndonos tener varias alternativas de imágenes, puntos visuales, diferentes soluciones, corregir el archivo e imprimir con calidad; ésta no puede reemplazar las experiencias y detalles que aporta una persona.

4.5 Nuevas tendencias de la tecnología CAD

“El CAD no es una tecnología estable, y que una vez aplicada, proporciona todas sus posibilidades a los equipos de diseño de forma definitiva. Sus capacidades van evolucionando con el tiempo, al mismo ritmo que los equipos se hacen más potentes y se abaratan”²⁵.

Como resultado, los continuos avances permiten mejorar los diseños, predecir el comportamiento permitiendo el planteamiento de nuevas soluciones, realizar estimaciones de costos y compartir diseños con otros compañeros y empresas. Resumiendo las nuevas tendencias, éstas son:

En primer lugar, la máxima automatización y simplificación de tareas tradicionales de diseño y dibujo de objetos arquitectónicos como muros, ventanas, columnas, escaleras, etc.

²⁵ MONTERO, Ramón (1997) Programas de diseño arquitectónico Revista PC World # 130 Marzo de 1997

En segundo lugar, el diseño tridimensional, pues aunque todavía la mayor parte de los proyectos se dibujan en dos dimensiones, cada vez son más los diseñadores que ven que se pueden obtener grandes mejoras de productividad y calidad a través del diseño de maquetas virtuales.

En tercer lugar, tenemos la introducción de cuarta dimensión, o sea, la dimensión temporal. La combinación del espacio tridimensional y el tiempo permiten añadir movimiento, animación y sonido al modelo, dando lugar a posibles paseos virtuales y animaciones de cámara sobre la maqueta virtual, que permiten visualizar y realizar pruebas del diseño.

En cuarto lugar, se puede mencionar el desarrollo de aplicaciones orientadas a objetos, de tal manera que el usuario trabaja con entidades que facilitan la representación de objetos arquitectónicos; como una pared, que además de reunir condiciones geométricas con conexión directa a modelos numéricos, puede tener capacidades de relación, y así, puede saber como interactuar con otros objetos. Por ejemplo, si se eleva el techo de un edificio, las paredes pueden ser conscientes de que están enlazadas y en consecuencia, deben aumentar su altura.

La automatización de las acotaciones del proyecto, y la cuantificación de los volúmenes de obra para la generación de presupuestos de forma ágil.

Las computadoras forman parte de nuestra vida diaria, sin darnos cuenta llegamos a depender un poco de ellas, es muy común que en los despachos, escuelas y corporaciones haya Internet y tengan su

propia página web. Incluso los periódicos y revistas pueden leerse también a través de éste

“Mucho del futuro de las empresas depende de la difusión que se les dé a sus productos o servicios y de la presentación que se tenga, por lo tanto es muy importante que se explote el uso de las computadoras y se capacite a la gente”²⁶.

Otra tendencia importante es la distribución del trabajo entre grupos o profesionales distintos. Algunos de los programas más actuales permiten que cada especialista trabaje en una parte del proyecto, siendo ideal que se pueda decidir el grado de interferencia mutua entre los distintos documentos.

“El Internet ha transformado nuestra forma de concebir e interactuar con el mundo. Desde que se inventó el primer programa CAD, y la WWW en 1989, se ha marcado en la vida profesional de los arquitectos un antes y un después”²⁷.

Los nuevos sistemas de colaboración en redes de trabajo ofrecen un proceso que avanza de manera global, es decir, que aún en la etapa de diseño intervienen desde calculistas e instaladores, hasta los administradores de obra. Otros programas ofrecen webcam aplicación con el fin de tomar video de algún problema en el campo y discutir su posible solución entre el despacho director de

²⁶ ROWLAND, Christine The Challenge of world wide web design Revista Videography, September 1995

²⁷ ANGUIANO, Rubén Utopía arquitectónica, Revista Enlace, Año 10 no. 10 Octubre de 2000

proyecto y el dedicarlo a la cuestión estructural. El tercer punto es la adaptación de estos sistemas a las aplicaciones CAD existentes, permitiendo tener las ventanas abiertas a la vez en una sola sesión o en su defecto bajando de la red el bloque que se requiera.

En el caso de utilizar un mapa para el desarrollo urbano es posible cargar, administrar y manipular mapas de alta resolución.

Por último está la sección de project center que es la que lleva el mayor interés para nosotros. Se trata de un espacio en la red a manera de centro de reunión o convergencia para todos los equipos involucrados en el desarrollo de un proyecto.

Finalmente los sistemas de cómputo tienden a la sustitución de las carpetas técnicas para obra por el uso de computadoras portátiles, práctica implementada desde unos cinco años atrás en la construcción aeronáutica y naval.

BIBLIOGRAFÍA

ALVAREZ, Antonio (1989) Diseño Arquitectónico /- Lecturas, México, ITESM Monterrey Nuevo León

BABBOSKY, Matteo (2001) XX Seculo architettura, Milano, Ed. Electa

BONSIEPE, Gui (1978) Teoria práctica del diseño industrial, Barcelona, Edit. Gustavo Gili

BONTA, Juan Pablo (1975), ARQVITEVRAS información grafica de la actualidad No. 5. Graficación y diseño, Barcelona, Edit. La Gaya Ciencia

BROADBERNT, Geoffrey (1982) Diseño arquitectónico: arquitectura y ciencias humanas, México, Edit. Gustavo Gili

DANBY, Miles (1970) Gramática del diseño arquitectónico, México, Diana

DE LA PUENTE, Solares (1984) El proyecto arquitectónico, México, Edit. Empires

GARCÍA, Tomás (1990), Teoría del diseño arquitectónico, México, Edit. Trillas

GILLAM, Robert (1998), Fundamentos de diseño, México D.F., Edit. Limusa

GREGOTTI, Vittorio (1972), El Territorio de la arquitectura, Barcelona, Edit. Gustavo Gili S.A.

GRINGHAM-Hall, Patrick (2000) Olympic Architecture, Sydney Edit. Simon Blackall

HIERRO, Miguel (1997) Experiencia del Diseño, México D.F. UNAM

JONES, Christopher (1985) Diseñar el diseño, Barcelona, Edit. Gustavo Gili

LAUNGUE, Natalie (1984) Computers in the architectural office, New York, , Ed. Van Nostrand Reinhold company

LASEAU, Paul (1982) La expresión gráfica para arquitectos, México D.F. Edit G. Gilli

LEUPENT, Bernard (1999) Proyecto y Análisis, Barcelona Edit. G. Gilli

MALUGA, Lezek (1990) El Dibujo Arquitectónico, México, Tilde Editores

OLEA, Oscar (1988) Metodología de Diseño, México, Edit. Trillas

PÉREZ, Eduardo (2001) Arquitectura en medios ambientes virtuales, UNAM

SCOTT, Robert (1998) Fundamentos de Diseño, México, Edit. Limusa

SERRANO, Jorge (1978), Pensamiento y Concepto, México, Edit. Trillas

TUDELA, Fernando (1990), Arquitectura y proceso de significación, Madrid, Edit. Edicol

WILLIAM, J. Mitchell (1979), Computer-Aided Architectural Design, Los Angeles CA. Edit. Van Nostrand Reinold company

YAÑEZ, Enrique (1997) Teoría, diseño, contexto, México, Edit. Limusa

ARTICULOS Y REVISTAS

ANGUIANO, Rubén (2000) Herramientas CAD. Revista ENLACE, Año 10 # 3, Marzo de 2000

ANGUIANO, Rubén (2000)-b Utopía arquitectónica. Revista Enlace, Año 10 # 10 Octubre de 2000

CHIRELLA Mauro (1997) La representación arquitectónica en el medio digital, Universidad Nacional Litoral

COMBRES, Leonardo (1997) Dibujo ayudado por computadora vs diseño asistido por computadora, Universidad Nacional Tucumán

GÓMEZ, Roberto (1997) Organización de la información gráfica en arquitectura, Universidad Nacional Tucumán

LEE, Dong Design and computer aid
wilstreet.colorado.edu/Mar...ent/GroupK/LeeD/assign_4/lee4.htm

MONTERO, Ramón (1997) Programas de diseño arquitectónico.co Revista PC World # 130 Marzo de 1997

ROWLAND, Christine The Challenge of world wide web design Revista Videography, September 1995

VILLALOBOS, Jose Asignatura Pendiente, CadXpress Año 3 no. 20

Cad X Pres 2000 # 38, 3D Studio VIZ

Pc World Mayo 1994 # 96, El CAD y la Arquitectura

INTERNET:

www.dimensionvirtual.com/entrerayas/n20/polvrasas.html

www.nemetscheck.es

www.archicad.es

lpw.internet.com/ebusines/internet

www.arch-mag.com/cafe.html

www.autodesk.com

aw.aliaswavefront.com/latinamerica/latinam

www.data.rq.fadu.uba.ar

www.arch-mag.com/3/cafe/cafe1ts.html

www.columbia.edu/~ler5/rej/veeno.html

arch-d3.architecture.ubc.ca/carus/tuts/dm.html

web.mit.edu/4.156/www/Text/index.html

ingenieria/CAD-CAE_WWW_0798/tsid033.htm

www.vox.es

www.cecalc.ula.ve/documentacion/presentaciones/cecalcula/ingenieria/CAD-CAE_WWW_0798/tsid003.htm

www.nemetscheck.com

www.dibac.com

www.bentley.com

lpw.internet.com/ebusiness/internet

www.autodesk.com/latinamerica/spanish/products/autocad/design/index.htm

www.archicad.es