Serie
Difusión 2

El Aporte de la Informática en la Arquitectura, el Diseño y el Urbanismo

Arturo F. Montagu
Mario Mariño
María Adela Igarzabal de Nistal

Edición: Dirección de Investigaciones - Secretaría de Investigación y Posgrado

Introducción General y Aportes de la Informática al Diseño Arquitectónico

Arturo F. Montagu
Centro CAO. Creación Asistida por Ordenador

I. Antecedentes históricos

La idea de producir gráficos con una computadora tiene sus antecedentes a partir de la década de 1950. Pero recién en 1963 se considera que nace el primer programa interactivo que permite la modelización geométrica de volúmenes, este programa denominado "SKETCHPAD" fue desarrollado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts como tesis doctoral (Sutherland 1963). (1)

El segundo desarrollo importante se produjo en 1964 realizado por la "General Motors" para el diseño de sus vehículos y se denomino "DAC/1 System: Design Augmented by Computers". Este sistema fue pionero en cuanto al desarrollo de técnicas de computación gráfica que hoy se encuentran en la mayoría de los programas CAD tales como: la posibilidad de generar "ventanas" en términos geométricos y operaciones de "zoom" equivalentes a ubicar una lupa sobre un sector de un plano y producir acercamientos o alejamientos sobre la zona del dibujo elegida.

Desde el punto de vista arquitectónico debe mencionarse al "Architect-Computer System" (Paterson 1968) (2) desarrollado por la Municipalidad de West Sussex (perteneciente en esa época al denominado Greater London Council) como un sistema de gestión del proyecto desde el punto de vista constructivo; no obstante este desarrollo puede considerarse pionero en el área de la computación gráfica ya que utilizaba una terminal gráfica muy evolucionada para la época la "IBM 2250 graphics console" introducida en forma conjunta con la serie de computadoras IBM 360.

Otro trabajo pionero de la época fue el "D-MAC Graphomat Computer Graphics Aids to Industrialized Building Design System" (Montagu 1968) (3) que sistema-

tizó el diseño de viviendas industrializadas a partir de un conjunto de componentes prefabricados.

A principios de la década de 1970 surge otro desarrollo importante tal como fue "The Architecture Machine" (Negroponte 1970) (4) que analiza una gama muy amplia de posibilidades de utilizar computación gráfica en el campo de la arquitectura y urbanismo. Puede destacarse de esa época el sistema "Urban 5" (Negroponte, Groisser 1970), pionero en los sistemas de diseño urbano.

En nuestro medio se produjeron desarrollos importantes en el área de la computación gráfica en campos relativos a la ingeniería (Reggini 1976) y también en el campo del arte recordando la famosa muestra de "Arte y Cibernética" en la Galería Bonino con la participación de grandes pintores argentinos :A. Berni, J. De la Vega, L. Benedit (Glusberg, Guibourg, Ferraro, Montagu 1971). (5)

II. Introducción general de los Sistemas CAD en referencia a la problemática arquitectónica.

La aparición de la computadora personal (denominada genéricamente PC) a principios de la década de 1980 produjo un cambio fundamental en los procesos de enseñanza y en las mas diversas aplicaciones profesionales.

Si bien existieron trabajos pioneros en el área de arquitectura y urbanismo en las décadas de 1960 y 1970, no obstante la aparición de la computadora personal a mediados de 1983 sumado a la reducción de reducción de costos de los equipos periféricos (impresoras, plotters, tabletas digitalizadoras, etc.) y la orientación específica de los programas que aparecen en aquella época produjeron un efecto multiplicador comparable al impacto revolucionario que produjo "la imprenta" en los procesos de comunicación de ideas, que llega hasta nuestros días.

El presente trabajo tratará de explicitar en que medida es posible la inserción de la computación gráfica en los procesos de diseño arquitectónico desde el punto de vista pedagógico y también profesional, considerando que la mayoría de los docentes de la FADU actúan en ambos campos.

También se incluye un comentario sobre la relación entre los métodos de diseño y su relación con el diseño asistido por computadora y las tendencias actuales y futuras conocidas bajo el concepto de "diseño inteligente".

Se muestra además como está compuesta una "estación gráfica de trabajo" que es el conjunto de equipos necesarios para desarrollar las tareas sea en el ámbito académico o en un estudio de arquitectura.

Se da a conocer también el conjunto de las instrucciones mas utilizadas (comandos) y comunes a la mayoría de los sistemas CAD para PC y se incluyen diversos ejemplos de trabajos de alumnos y trabajos profesionales realizados por diversos grupos.

También se agregan las características mas importantes de los programas de computación gráfica mas difundidos en nuestro país como así también los programas gráficos "personalizados" para el ámbito de la arquitectura.

Como última etapa actual del desarrollo computacional se explicita las nuevas posibilidades que ofrecen los denominados "sistemas de Visualización, Modelación y Animación" que permiten representar a la obra de arquitectura de manera realista utilizando procesos (algoritmos) que pueden representar texturas de materiales y diversas condiciones de iluminación.

Si a estas características le adicionamos sonido y capacidad interactiva entramos de lleno en lo que se conoce como tecnología "Multimedia", siendo esta la etapa que promete un cambio radical en los procesos de enseñanza y también para la representación de proyectos.

Finalmente surgen las conclusiones finales acerca de las posibilidades de esta

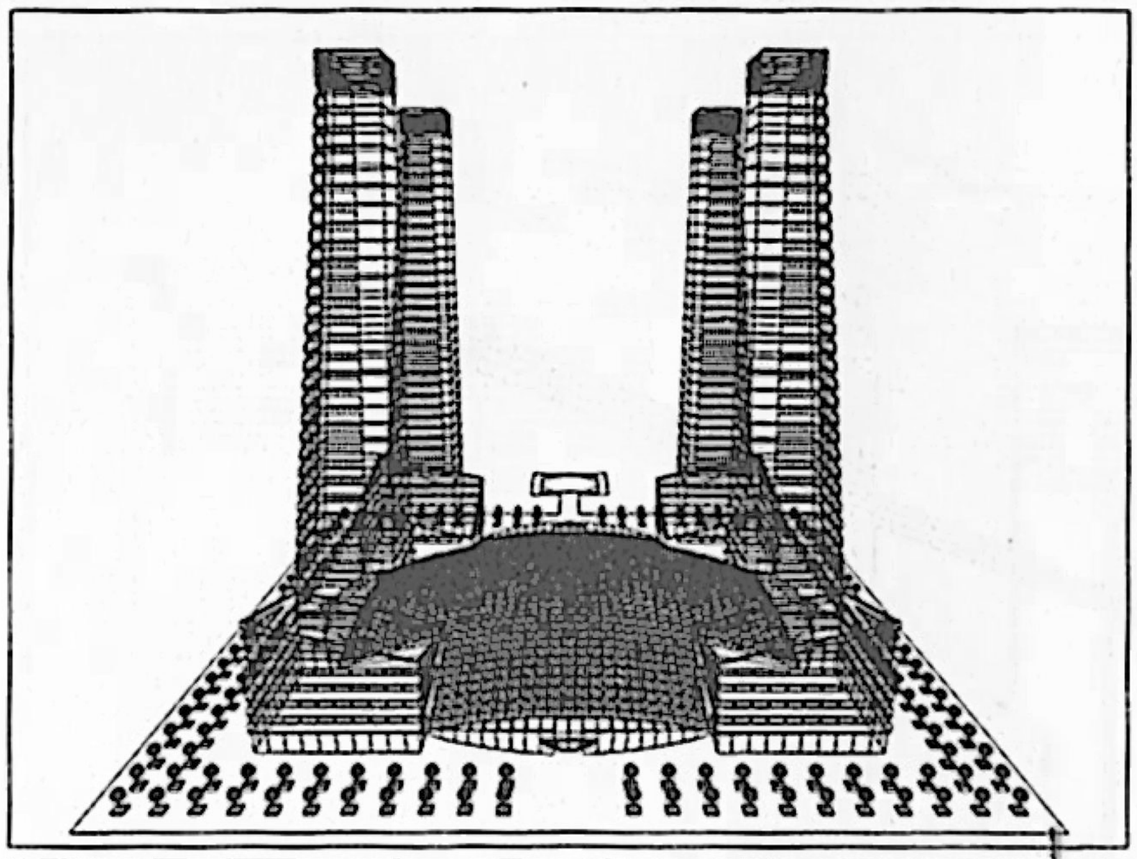
disciplina para potenciar de manera notable la acción proyectual y todo el decalaje que surge a partir de la misma tal como puede considerarse la gestión en el proceso de ejecución de la documentación técnica y en el proceso constructivo de la obra.

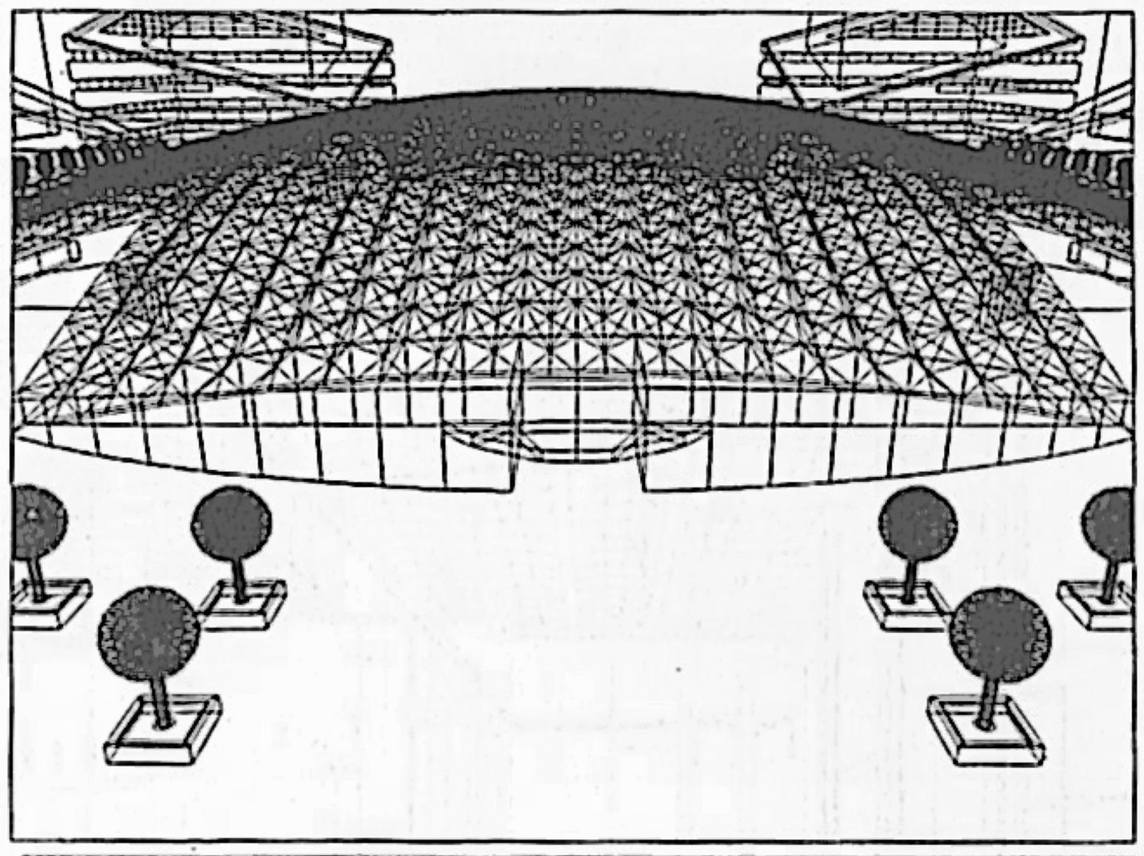
III. Métodos de dibujo y Sistemas CAD (*)

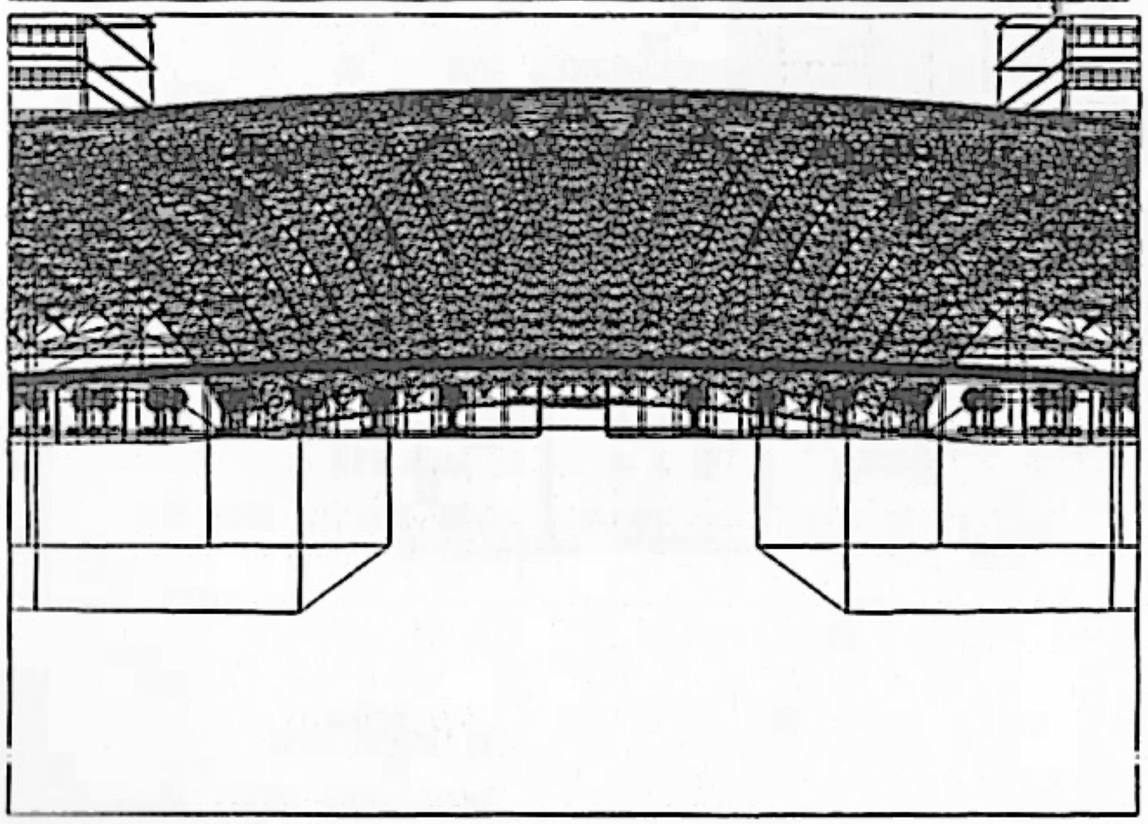
Los sistemas CAD mas difundidos en la R. Argentina son: Autocad (Autodesk 1983) Fig.I; SDAC (Aiello. Blanco 1984) Fig.II; CAD 32 (J.C. Lafosse 1981) Fig.III; Microstation (Intergraph 1986) Fig.IV; Design Cad; y últimamente ha ingresado a la Argentina y desde ya al Centro CAO el sistema ArcPlus (Arc. Inc. 1983) Fig.V en el entorno de los equipos PC compatibles y Minicad (Diehl Graphsoft 1984) Fig.VI en el entorno Macintosh.

Todos los sistemas mencionados, con la excepción del SDAC y del ArcPlus (orientados a la concepción del espacio arquitectónico) son sistemas de dibujo generales o multipropósito, es decir permiten dibujar cualquier tipo de dibujo sea en el área naval, automotriz, aeronáutica, mecánica, arquitectónica, etc.

La mayoría de estos sistemas surgieron en los laboratorios de investigación de universidades y pasaron al campo profesional mediante esquemas del tipo "joint ventures" que en nuestro medio se los conoce como de "transferencia tecnológica".







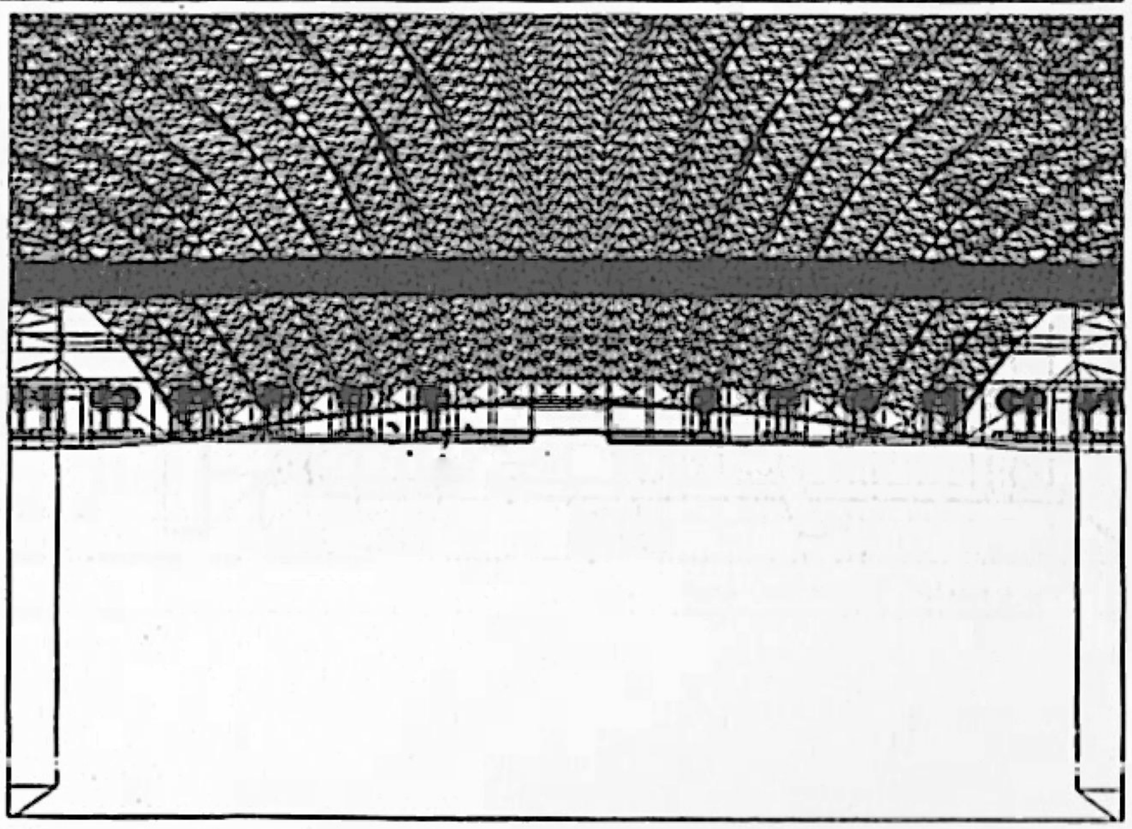


FIGURA I

Taller de Arquitectura I-V. Cátedra: Montagu-De Lorenzi

Fragmento de Puerto Madero desarrollado con el sistema Autocad

Docente: Rivkin

Alumnos: Acosta, Policani, Prebisch. 1992

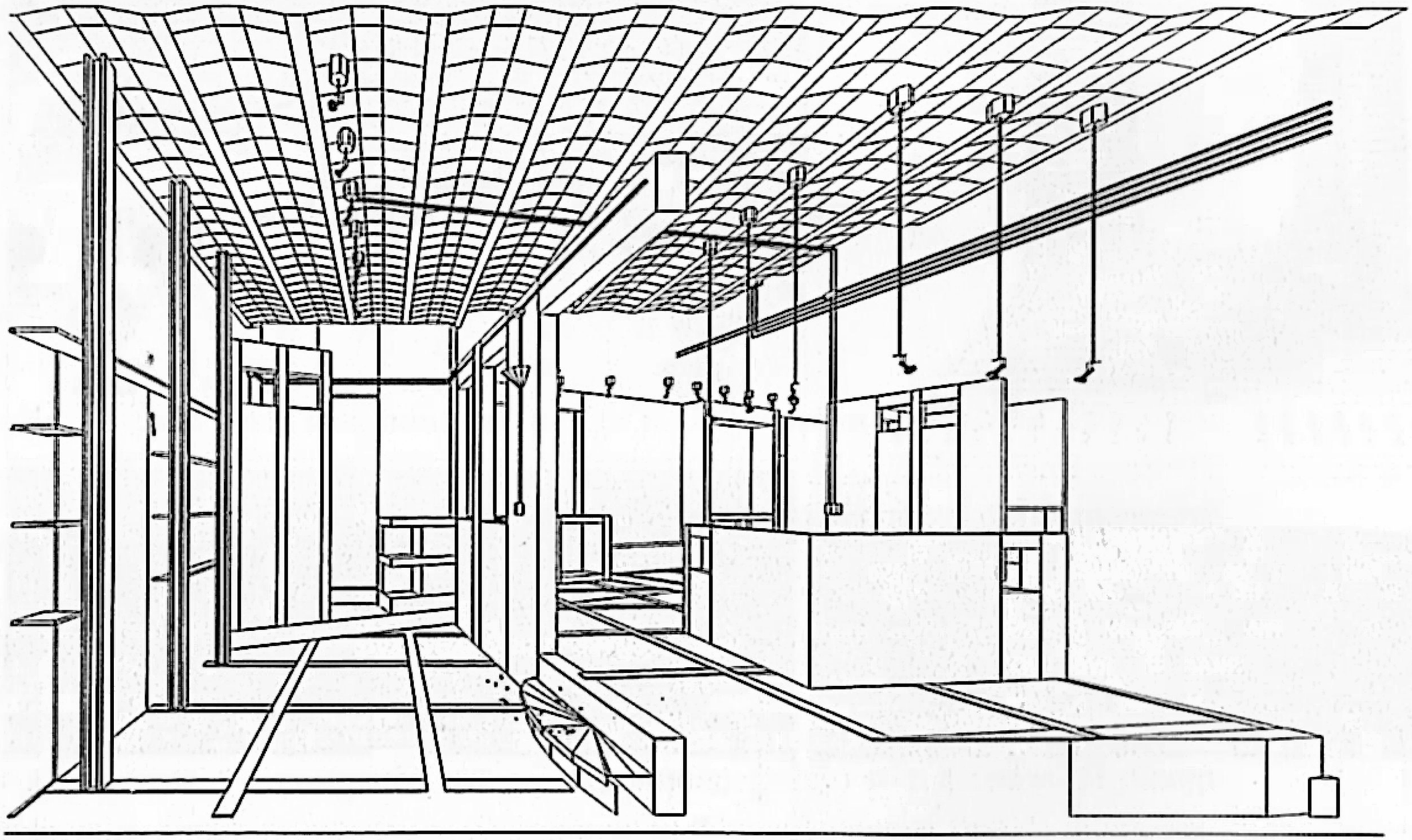
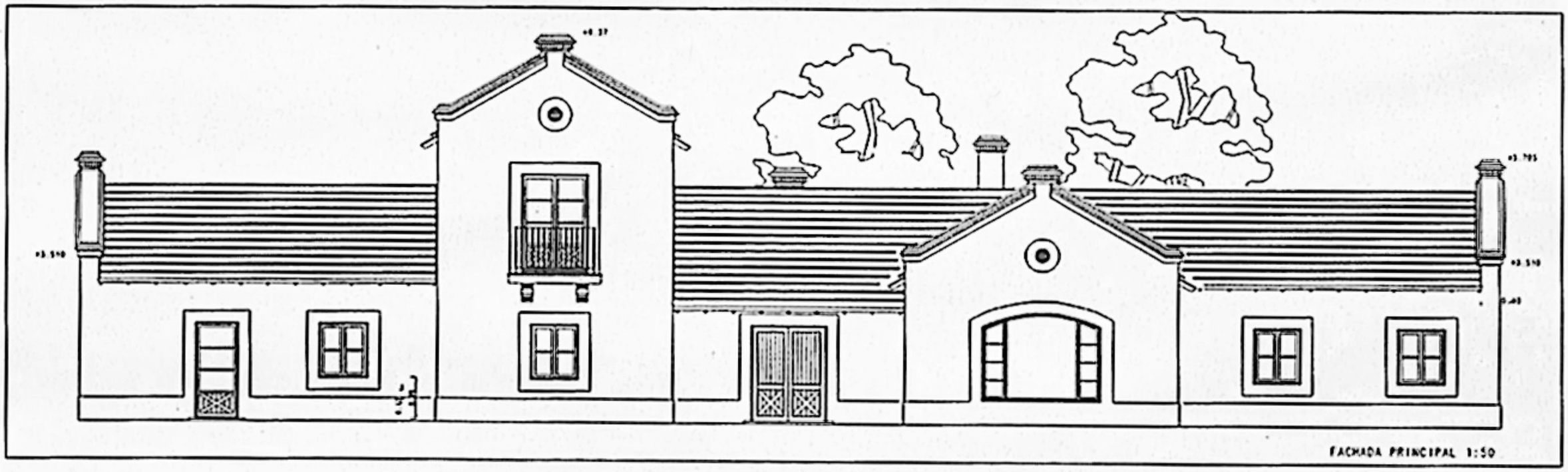


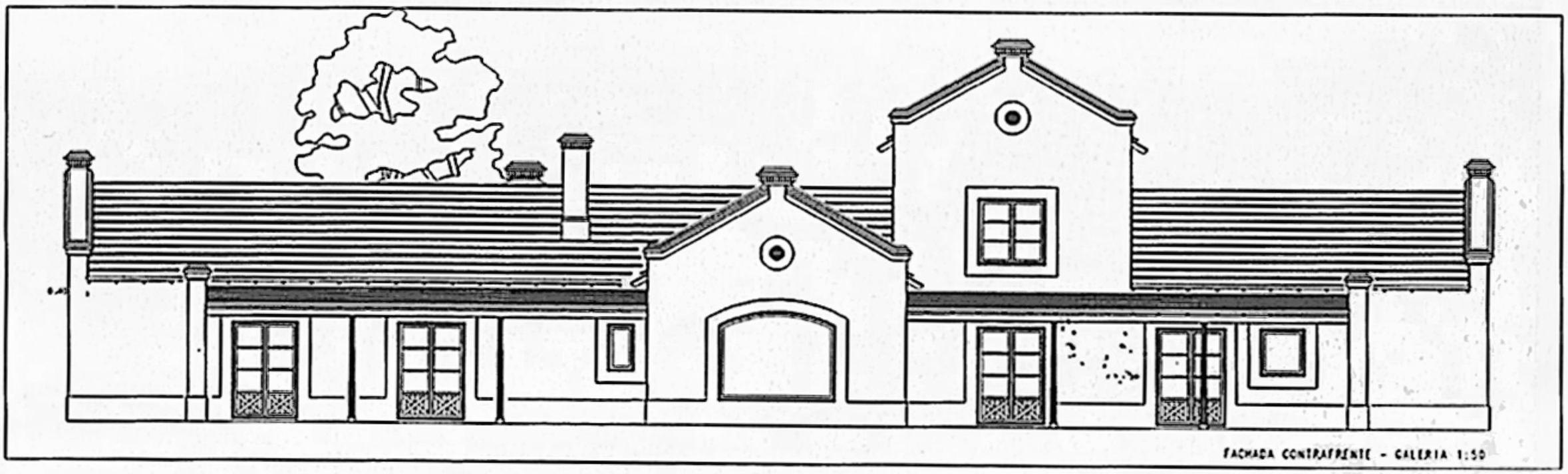
FIGURA II

Maqueta electrónica desarrollada con el sistema SDAC

Arq. Oubiña. 1992



FACHADA PRINCIPAL 1:50



FACHADA CONTRAFRENTE - GALERIA 1:50

FIGURA III

Fachadas de vivienda en una estancia desarrolladas con el Sistema CAD 32

Arq. Scacerra y Asoc. 1992

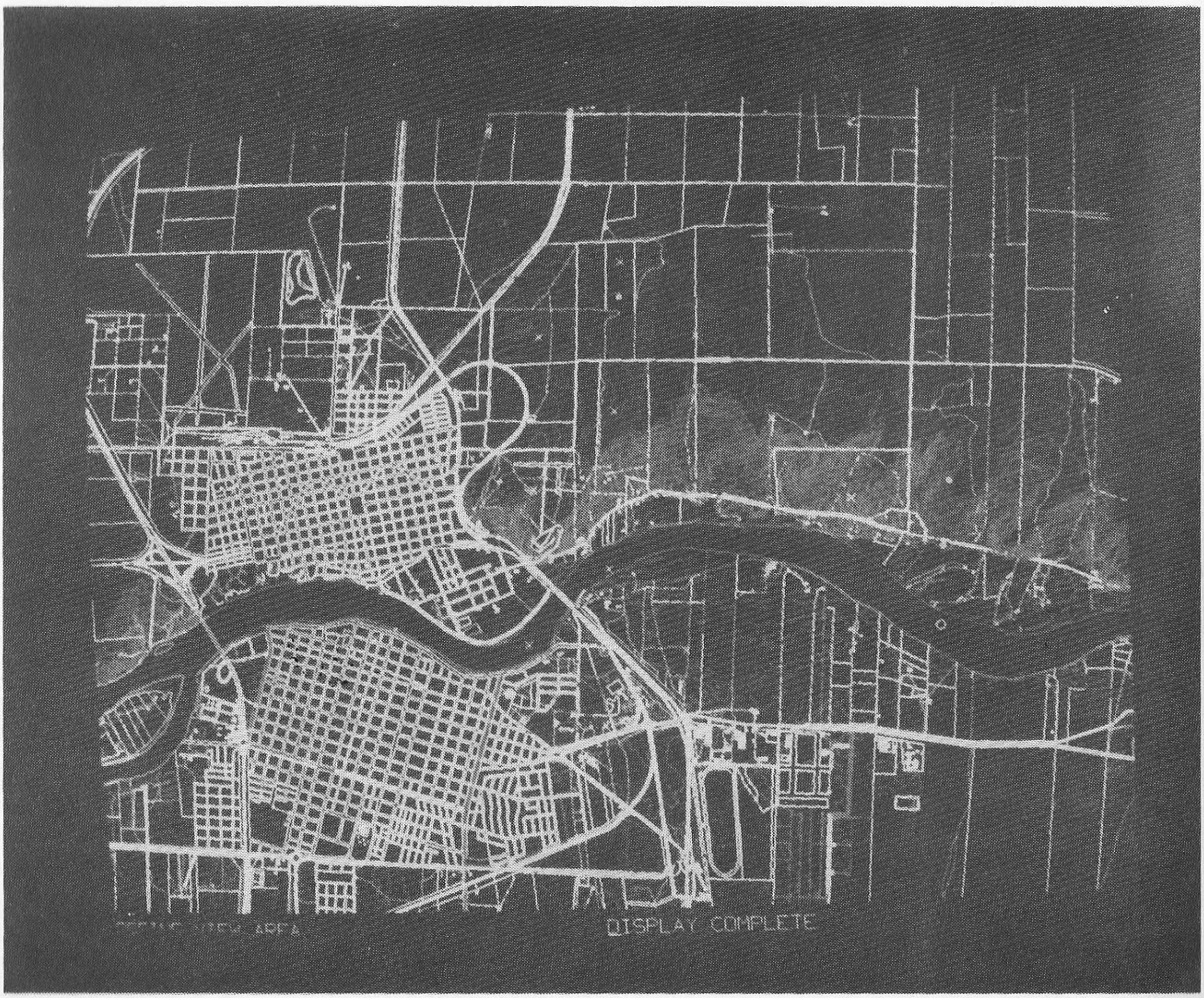


FIGURA IV

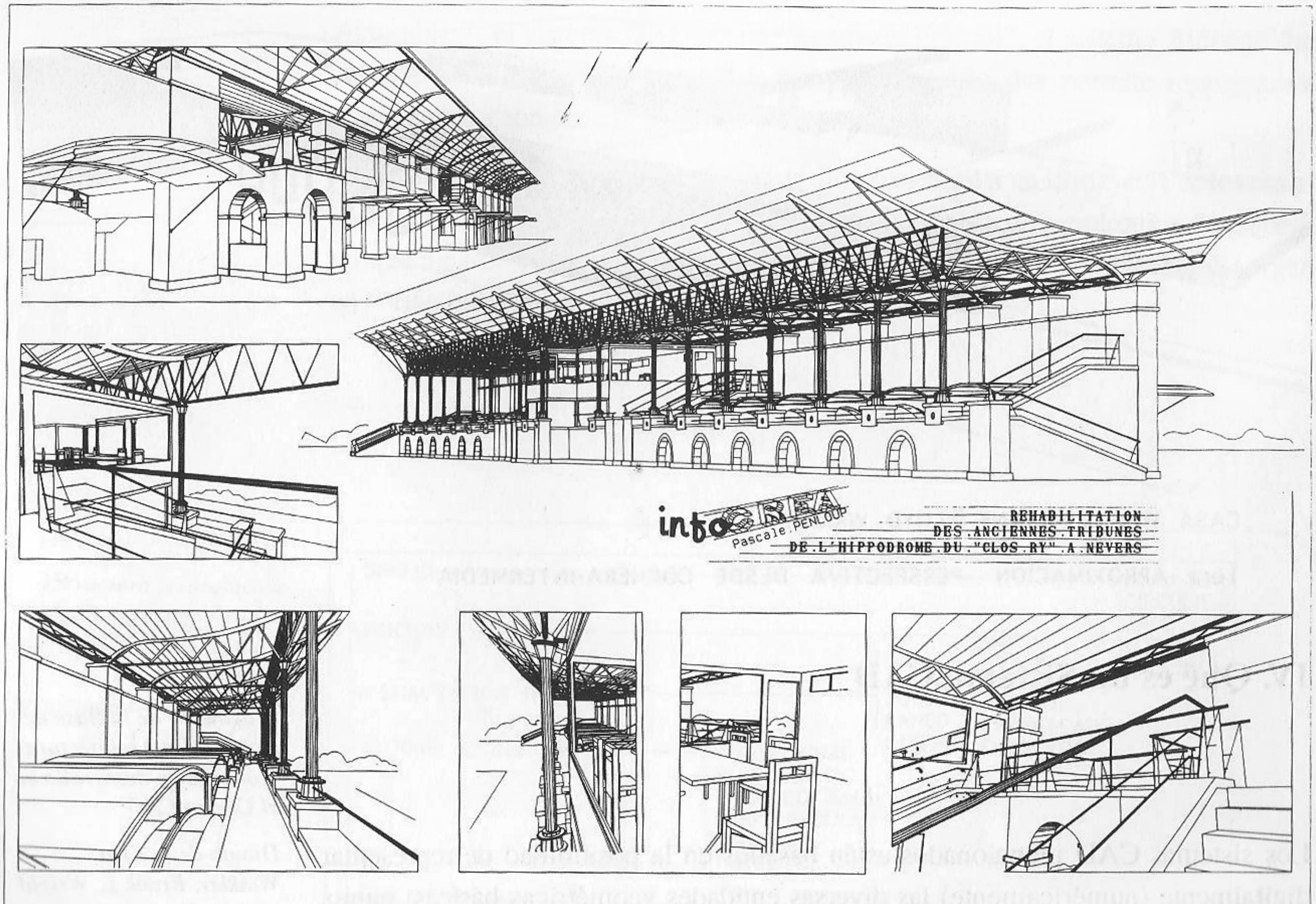


FIGURA IV

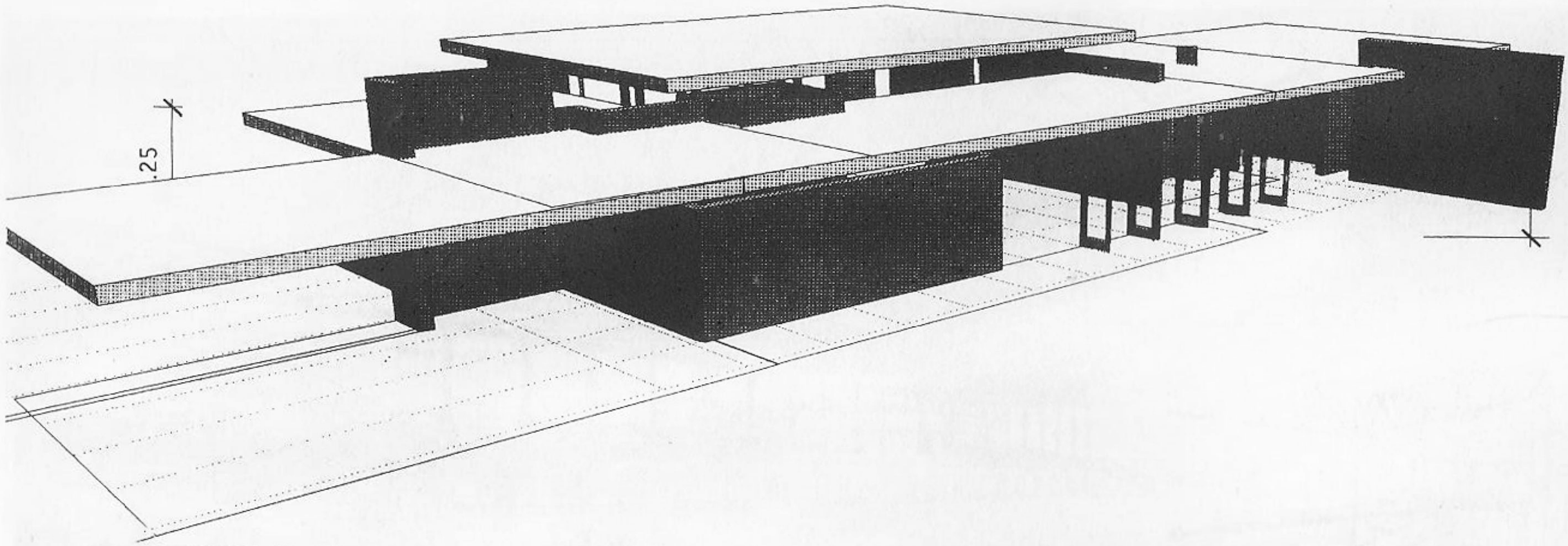
Fragmento del proyecto de la Nueva Capital (Viedma) utilizando el sistema IGDS de Intergrpah-Microstation a partir de un proceso de foto-restitución.

Kohen, Montagu, Agostino, Aisenson, Marinsalda, Winocur. 1986-87

FIGURA V

Proyecto desarrollado con el sistema ArcPlus

FIGURA V



CASA WINKLER-FRANK LLOYD WRIGHT

1era APROXIMACION -PERSPECTIVA DESDE COCHERA-INTERMEDIA

FIGURA VI.

Fragmento de la Base de Datos de la Arquitectura Moderna en desarrollo en el Centro CAO.

Dibujo de la casa Winkler, Frank L. Wright utilizando el sistema Minicad.

Centro CAO, Makar 1993

IV. Qué es un Sistema CAD

Los sistemas CAD mencionados están basados en la posibilidad de representar digitalmente (numéricamente) las diversas entidades geométricas básicas: punto, línea, arco, polilínea, llamadas también "primitivas" en el plano (2D) y esfera, cilindro, cono y toro como "primitivas" en el espacio (3D).

El movimiento de estas entidades en el plano y en el espacio está basado en cálculos trigonométricos y matriciales, lo que permite definir un algoritmo programable en algunos de los lenguajes científicos de programación mas difundidos en el mundo.

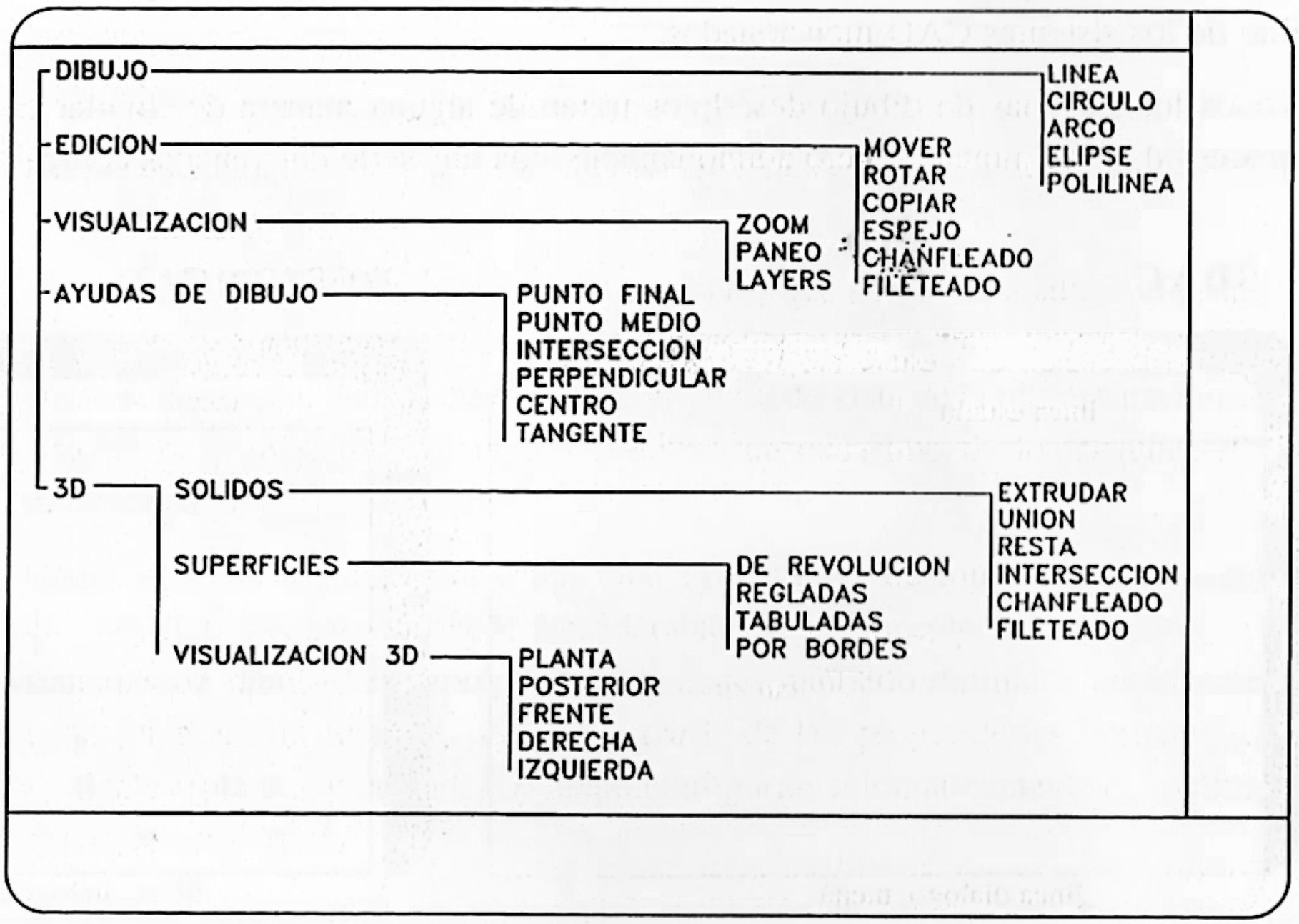
Por ejemplo el sistema SDAC está programado en los "lenguajes Quick Basic y

Assembler"; el sistema CAD 32 en "Lenguaje Fortran", el sistema Autocad fue desarrollado en el "lenguaje C" y posee un módulo que permite reprogramar operaciones geométricas especiales en el "Lenguaje Autolisp".

La estructura de los sistemas gráficos de dibujo es similar en la mayoría de los casos y está organizada según un esquema de "árbol" o estructura jerárquica de manera tal que a partir de una orden o "comando principal" del tipo ej.: DIBUJO, surgen en forma escalonada todas las opciones posibles. Fig.VII.

FIGURA VII.

Estructura jerárquica o "árbol" correspondiente a la forma de organización de las instrucciones principales y secundarias en un sistema CAD.



Organización de la pantalla

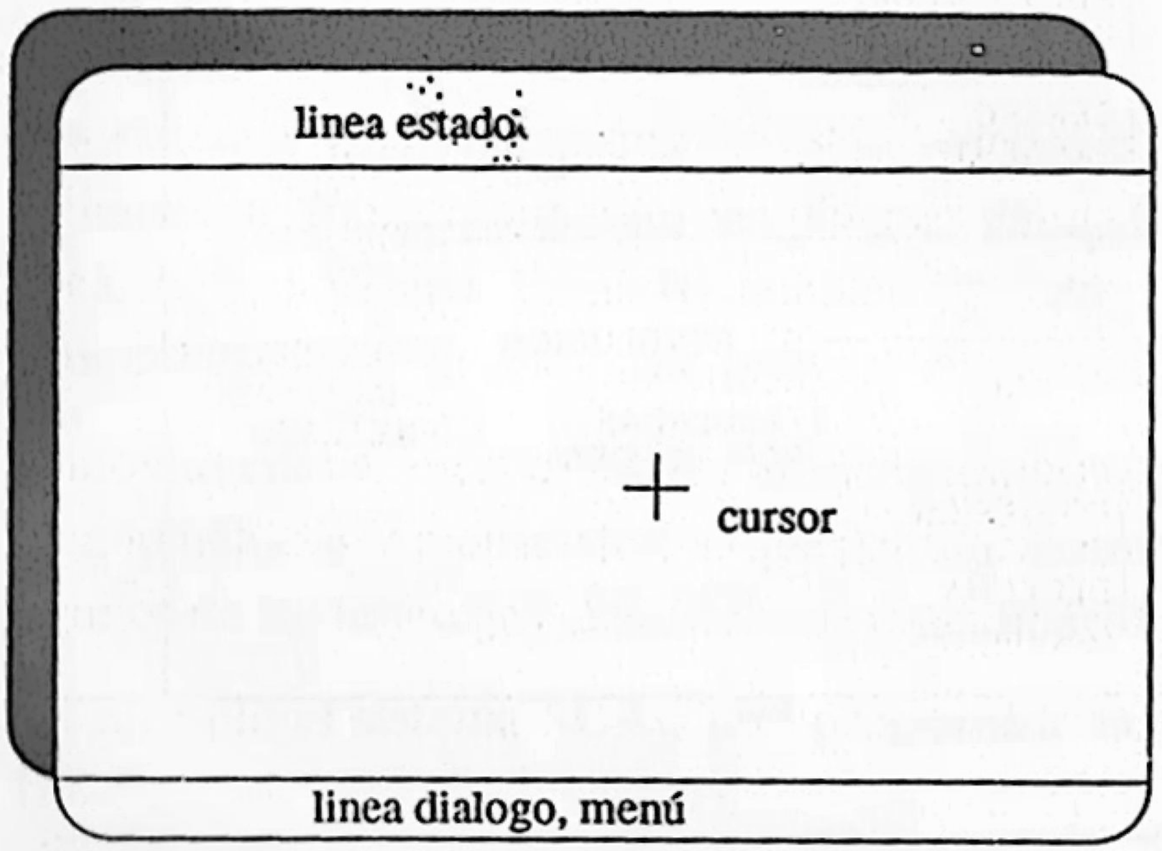
La organización de la pantalla de la computadora está dividida en dos o tres zonas perfectamente diferenciadas a saber: a) una zona en donde se encuentra el "menú" con los comandos principales; b) una zona horizontal en donde se encuentra la "línea de diálogo" que permite al operador operar el sistema; c) zona horizontal superior o inferior denominada en algunos sistemas "línea de estado" que permite organizar menúes desplegables e indicar la posición relativa de las coordenadas del cursor.

El cursor es el punto sobre la pantalla que permite el arranque de todas las operaciones de dibujo.

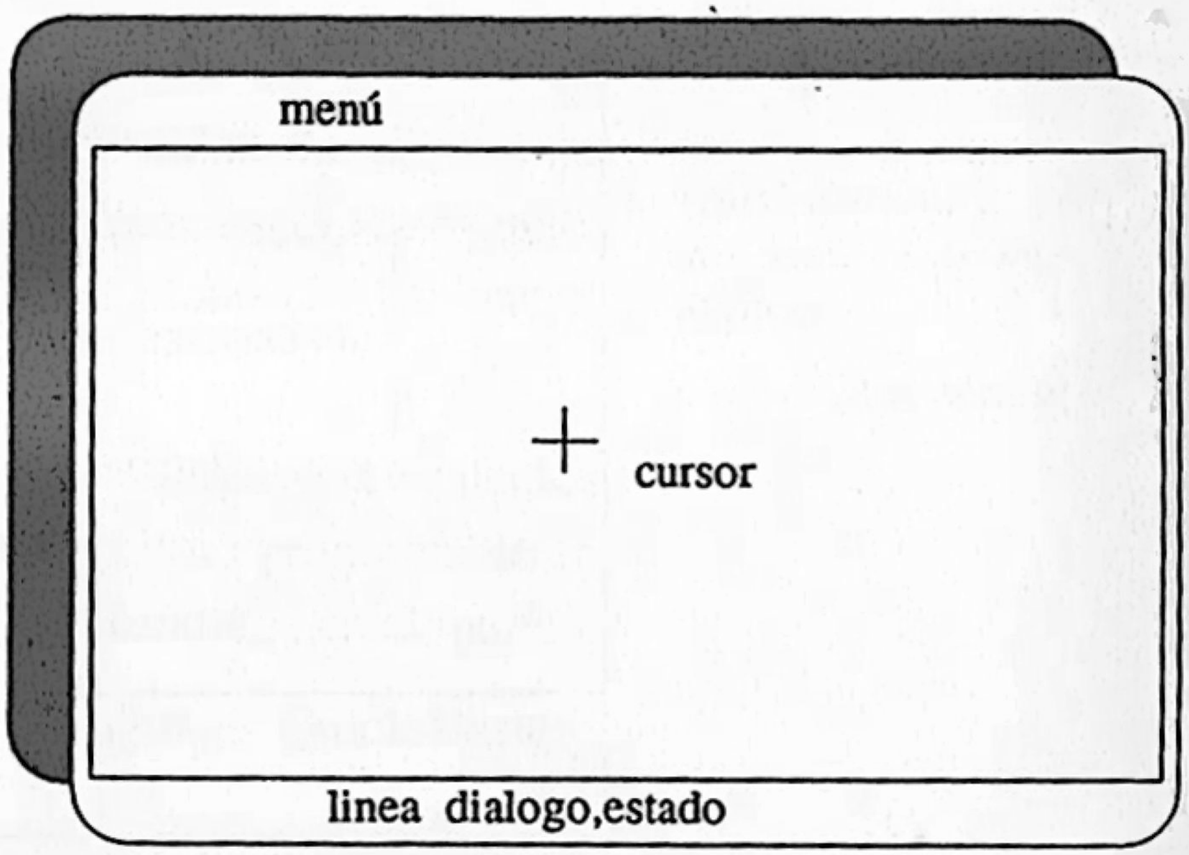
En la Fig. VIII se puede observar la diferente organización de las pantallas para cada uno de los sistemas CAD mencionados.

Todos los sistemas de dibujo descriptos tratan de alguna manera de simular el proceso de dibujo manual pero adicionándole toda una serie de ventajas compa-

SDAC



DESIGNCAD



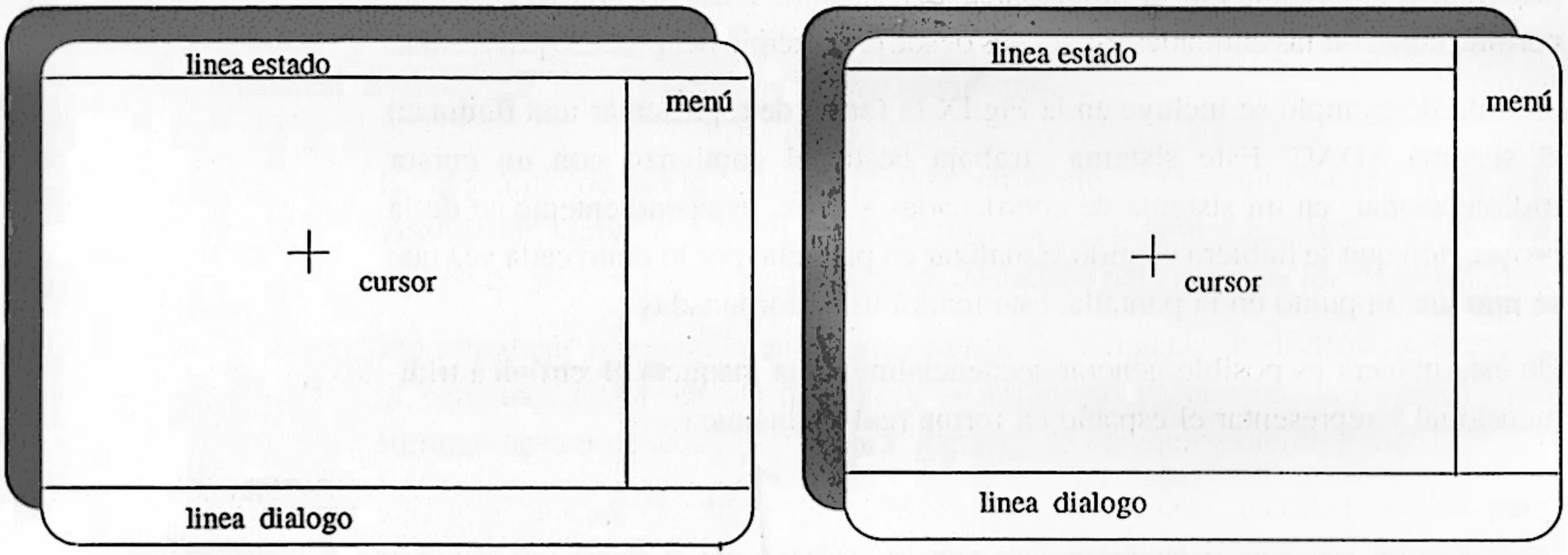


FIGURA VIII.

Forma de organización de las pantallas en los sistemas SDAC, Design CAD, CAD 32 y Autocad.

rativas que para quienes han probado esta técnica, la misma se ha convertido en un punto de "no retorno".

Precisamente uno de las ideas mas interesantes que surgen al analizar el procedimiento manual de representación de figuras planas y tridimensionales, es la forma como se conceptualiza la imagen desde el punto de vista de la representación en el sistema de proyecciones paralelas (Monge) en cada uno de los sistemas CAD mencionados.

Cada sistema CAD ha definido una manera particular de configurar las imágenes en 2D y 3D, no obstante puede considerarse en un concepto simplificado que los sistemas de dibujo "multipropósito" tal como han sido definidos anteriormente conceptualizan la imagen, primero a partir de las proyecciones horizontales y verticales (plantas y fachadas) y luego configuran automáticamente el volumen a partir de esos datos.

En cambio los sistemas orientados a la concepción del espacio arquitectónico tales como el SDAC y el ArcPlus pueden generar primero la imagen 3D y luego obtienen

por abatimientos las proyecciones horizontales y verticales, últimamente se ha presentado la orientación arquitectónica del sistema CAD 32 que igualmente permite concebir las entidades espaciales desde el principio del proceso proyectual.

A título de ejemplo se incluye en la Fig.IX la forma de representar una figura en el sistema SDAC. Este sistema trabaja desde el comienzo con un cursor tridimensional en un sistema de coordenadas x, y, z, independientemente de la proyección que se hubiera elegido visualizar en pantalla; por lo tanto cada vez que se marque un punto en la pantalla, este tendrá tres coordenadas.

De esta manera es posible generar secuencialmente la maqueta electrónica tridimensional y representar el espacio en forma real y dinámica.

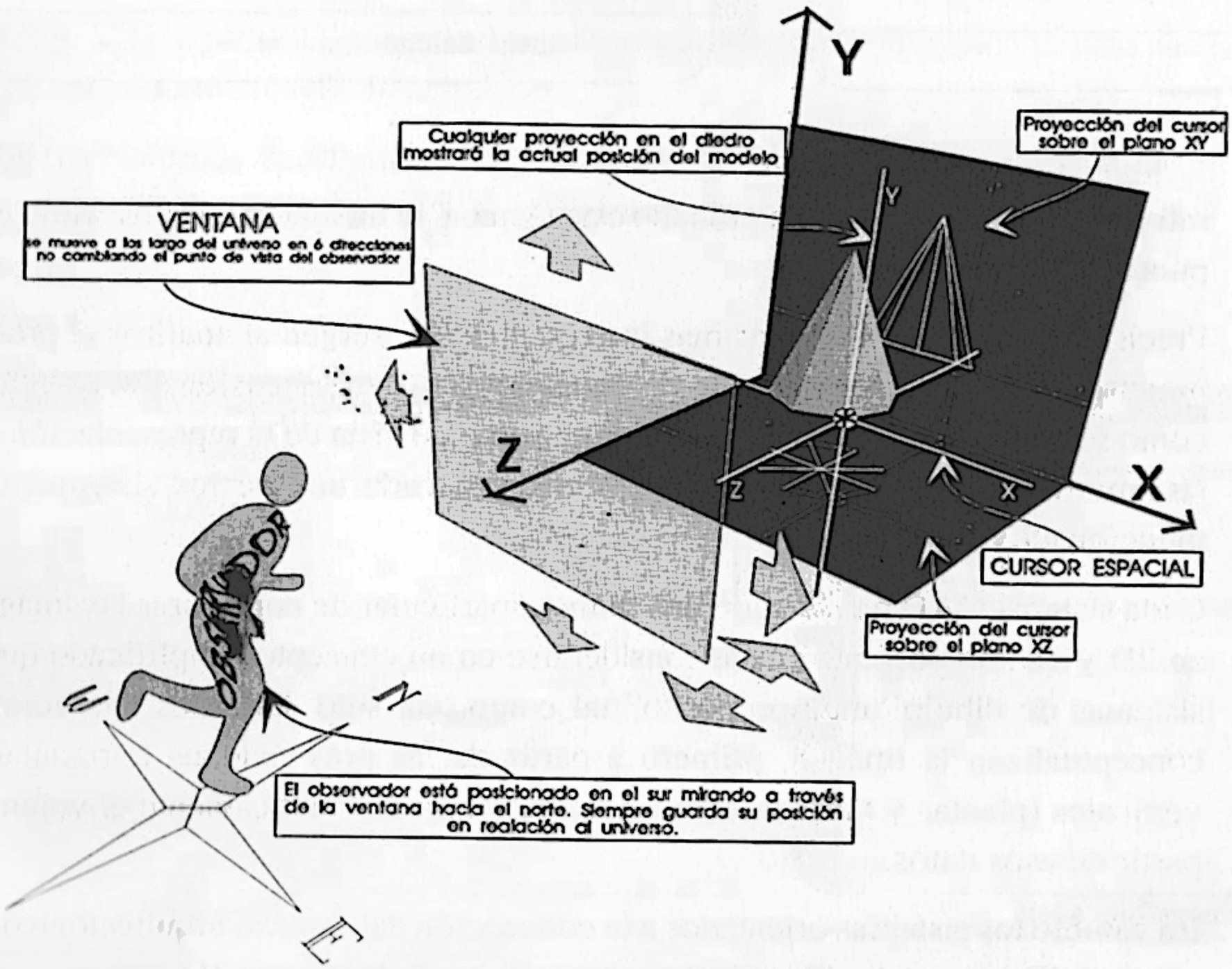


FIGURA IX.

Representación del sistema de proyecciones ortogonales que utiliza el sistema SDAC. (Aiello y Blanco 1984).

Sobre la base de estas proyecciones es que se programan los algoritmos que dan origen al lenguaje gráfico de comandos.

Los lenguajes de programación utilizados son: Quik Basic, Assembler y Lenguaje C.

V. Equipamiento computacional para las operaciones gráficas

En el gráfico de la Fig.X se puede observar como está constituida una "Estación Gráfica de Trabajo" a partir de una computadora digital y los distintos tipos de equipo existentes, ya sea para el ingreso de datos o para la obtención de resultados.

No se trata de incursionar en el vasto campo de la ingeniería electrónica, sino por el contrario, de brindar al docente y al arquitecto en general un conocimiento mínimo acerca de lo necesario para disponer de un equipamiento gráfico.

La Fig.X muestra la casi totalidad de los equipos existentes en este momento para trabajar en computación gráfica, lo que no quiere decir que sea necesaria la adquisición de todos los equipos indicados; por eso a los efectos de definir un standard mínimo de equipamiento se sugiere el siguiente equipo básico:

Computadora Digital con microprocesador 80386 SX o DX, co-procesador matemático 80387, disco rígido de 80 Mb, (o 220 Mb) memoria RAM de 4 Mb u 8Mb, 1 disketera de 5 1/4", 1 disketera de 3 1/2", 2 salidas serial, 2 salidas paralel, 1 monitor VGA o SVGA de 14" o 16", 1 mouse de 2 o 3 botones y una tableta digitalizadora de 12" x 12".

Es conveniente disponer también de una impresora de matriz de puntos (24 pines) de carro ancho.

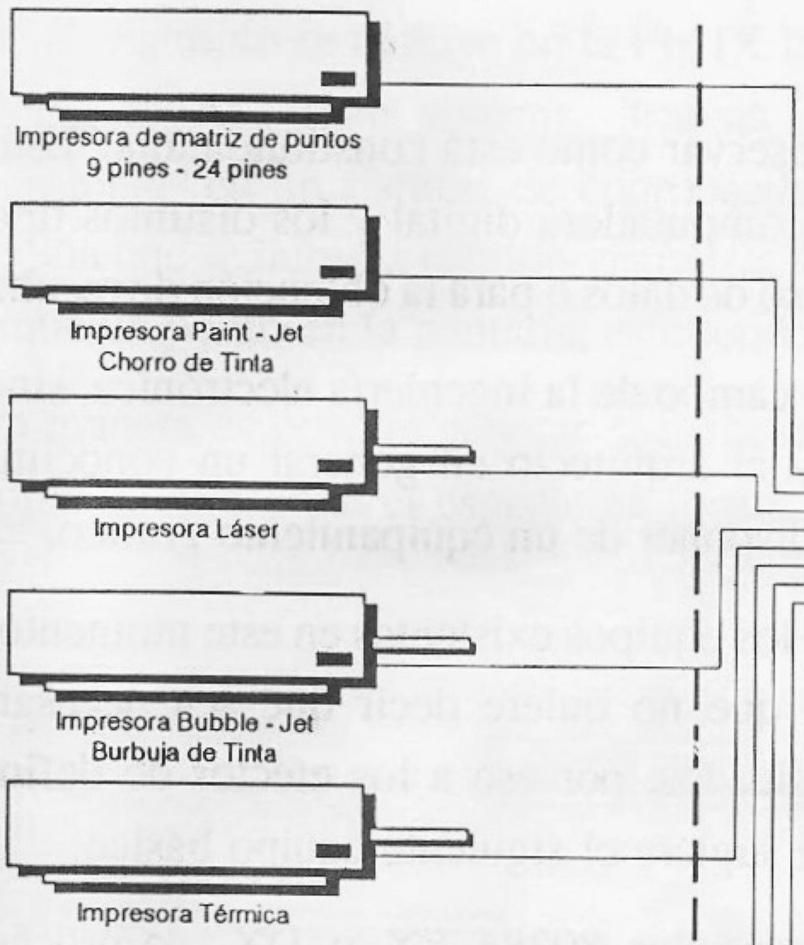
Puede pensarse un equipo similar pero con un microprocesador 80486 SX o Dx que es mas rápido y además incluye al coprocesador matemático.

Este equipamiento puede encontrarse tanto en el llamado "entorno PC compatible" (derivado del concepto impuesto por la primera computadora personal que fue desarrollada por IBM a partir de microprocesadores INTEL) o en el "entorno Macintosh" (a partir de microprocesadores MOTOROLA).

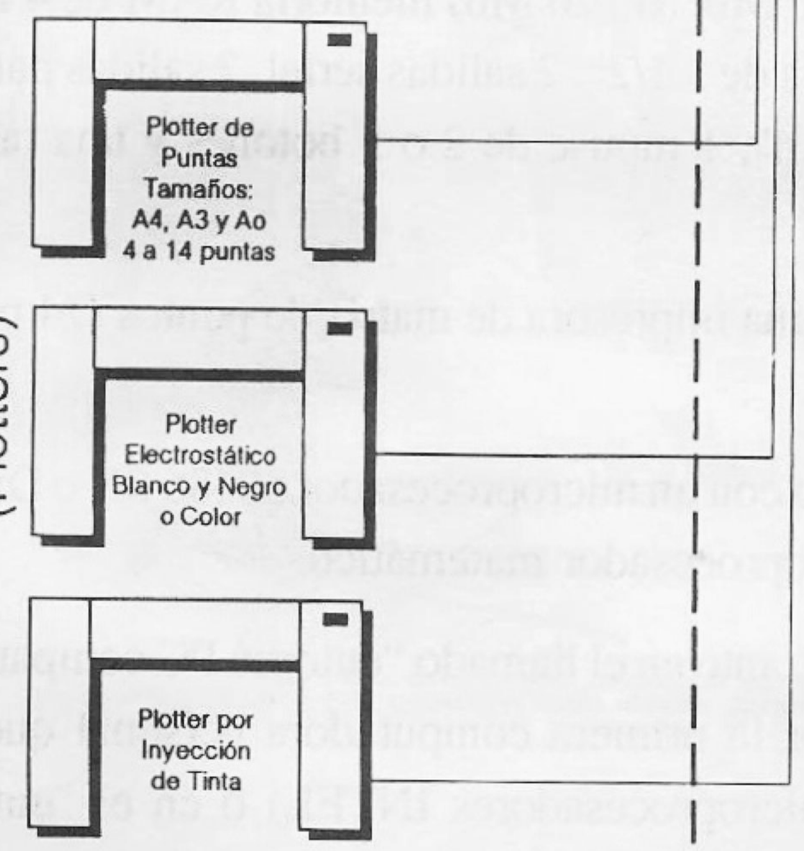
Estación Gráfica de Trabajo (Workstation)

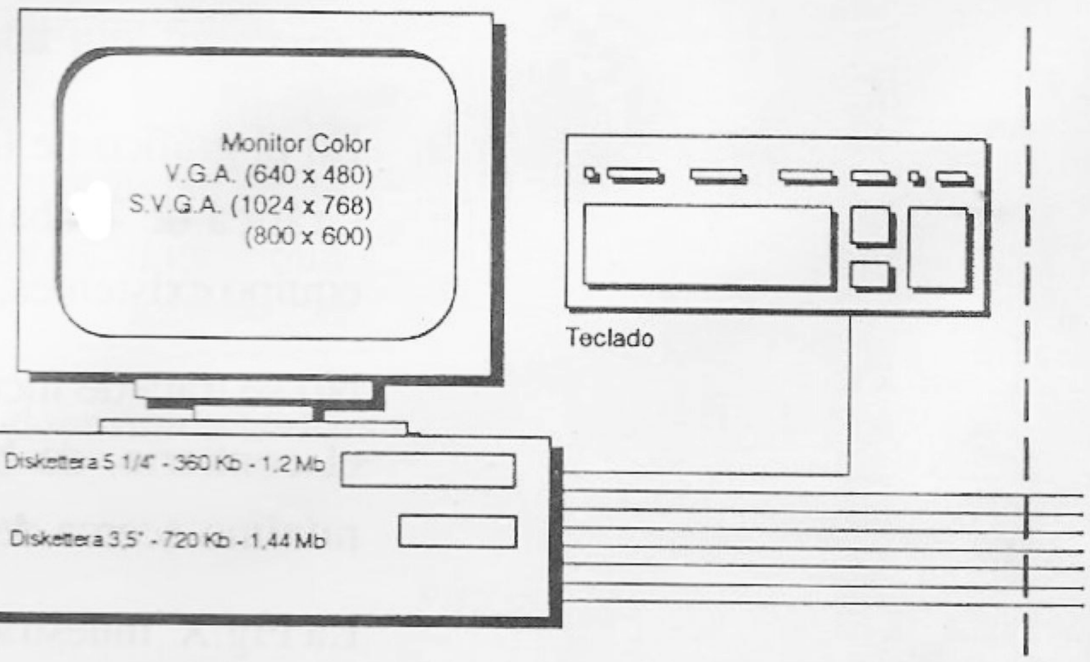
Hardware / Equipamiento para Salida de Resultados (Output)	Computadora Digital

Impresoras

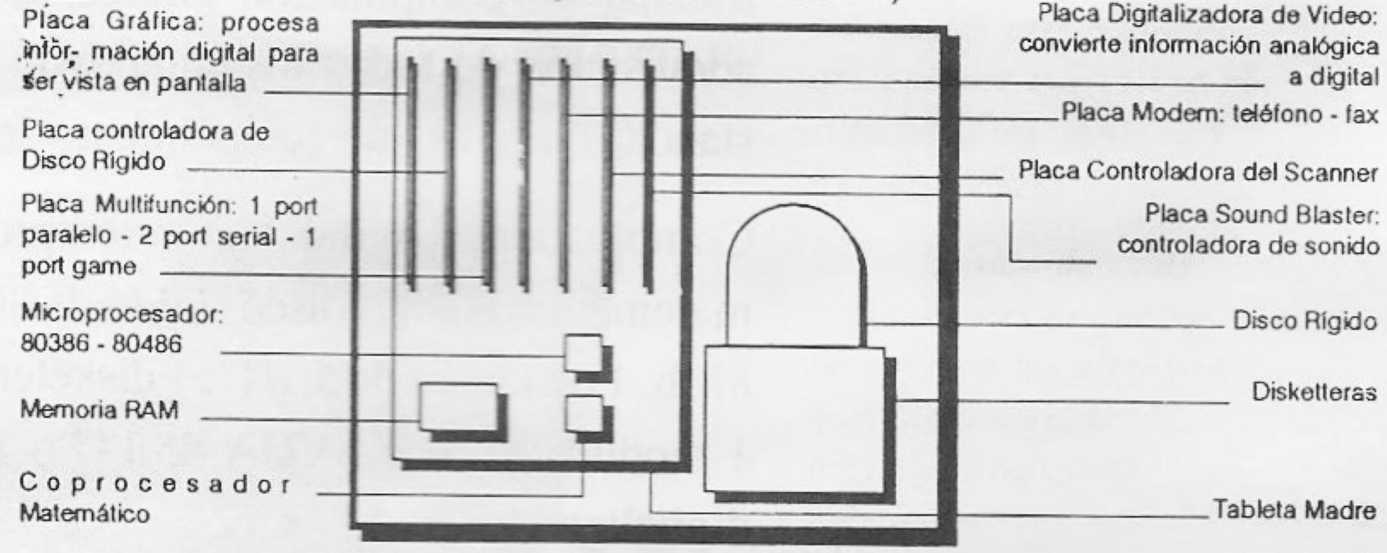


Graficadores Digitales (Plotters)

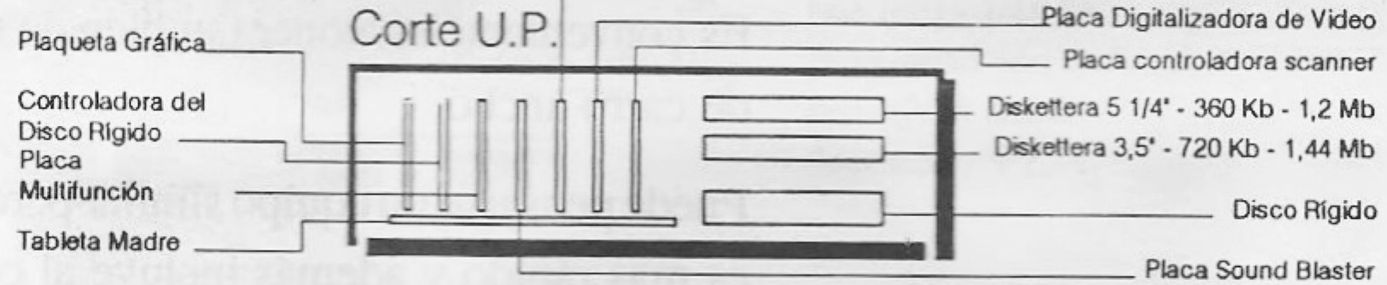




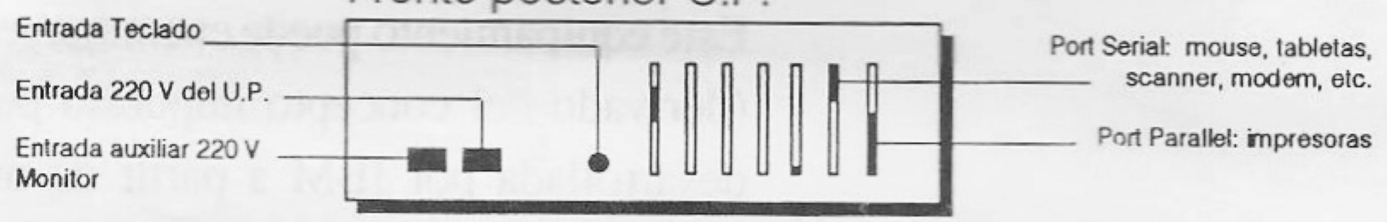
Planta U.P. (Unidad de Proceso)



Corte U.P.



Frente posterior U.P.



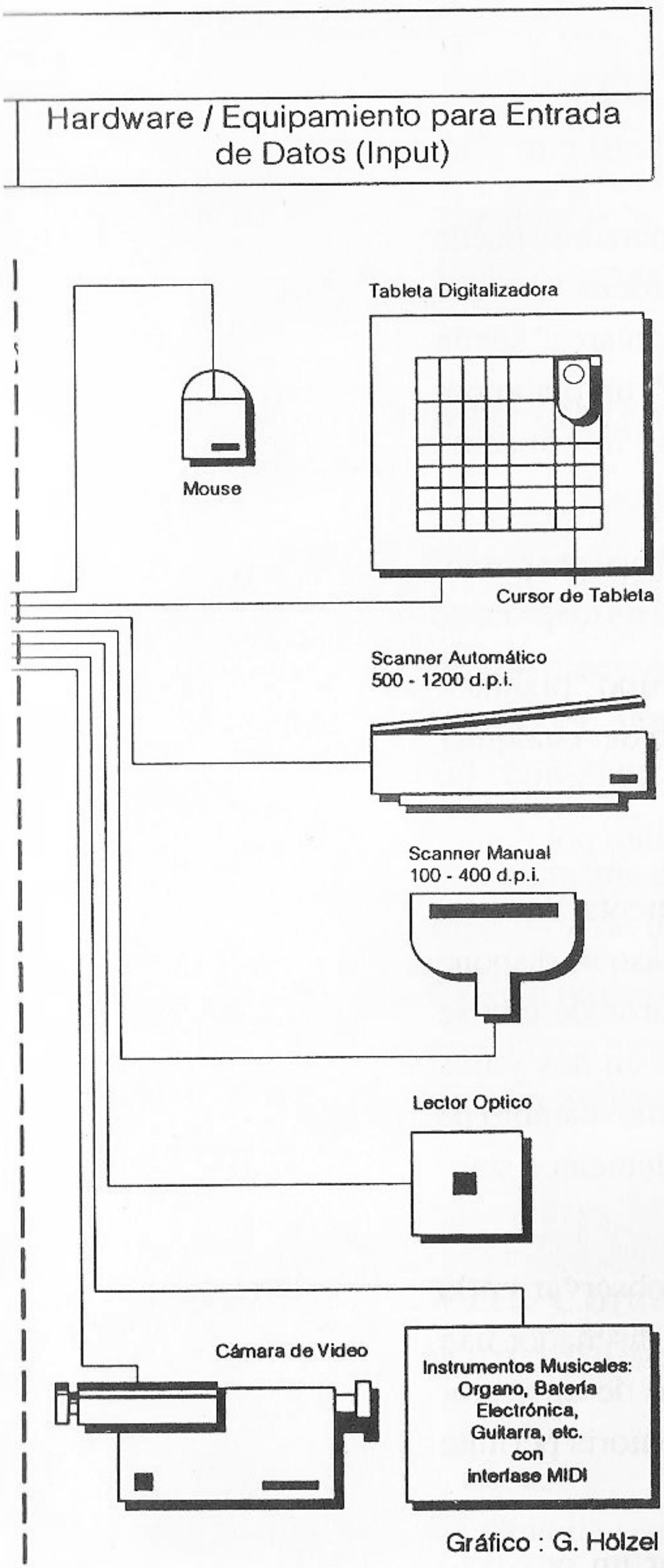


FIGURA X.

Equipamiento computacional para las operaciones gráficas.

Se incluyen la mayoría de los equipos existentes para realizar operaciones gráficas incluyendo algunos dispositivos para la video-animación.

VI. Ingreso de los datos a una computadora (INPUT)

El ingreso de los datos de un dibujo (input) a la memoria de una computadora puede realizarse utilizando un "mouse" por medio de un sistema de coordenadas , que para la mayoría de los sistemas, pueden ser "absolutas, relativas o polares" según la operación geométrica que desee realizarse, o bien "digitilizando" un plano por medio de una "tableta digitalizadora" lo que implica convertir la "información geométrica" en "información numérica".

A este tipo de información se la define como información "vectorial" ya que posee: Dimensión, Dirección y Sentido.

Otra manera de ingresar un dibujo es por medio de información de tipo "pixelar", cuando por ejemplo se ingresa una foto aérea o satelital o un dibujo de cualquier otro tipo como puede ser una fachada, un paisaje, etc., en este caso se utiliza un dispositivo denominado "scanner" que lee la información gráfica punto por punto.

Con cualquiera de los dos tipos de información, la diferencia fundamental entre un dibujo manual y un dibujo convertido digitalmente, es que en este caso se dispone de una "Base de Datos Gráfica" integrada de tal manera que a partir de ella se pueden realizar una gama muy grande de operaciones geométricas en dos y tres dimensiones habituales durante la ejecución de un proyecto tales como: cambio de escala, acotamientos, actualizaciones permanentes, utilización de elementos standards, simetrías, rotaciones, etc.

Pero aparte de la información geométrica mencionada, se puede observar en la Fig.X otros tipos de entradas de información que el arquitecto y el diseñador han comenzado a utilizar tal como puede ser la imagen de un paisaje o de un sector urbano grabada en una videocámara, que al ser incorporada a la memoria permite realizar "video montajes" integrados al proyecto en desarrollo.

También es posible realizar la operación inversa, es decir generar un proyecto

determinado utilizando la computadora y luego transferir esa imagen "visualizada", "modelada" y "animada" a un video.

También es posible procesar digitalmente sonidos musicales y recomponer esos sonidos con otra estructura.

VII. Obtención de resultados gráficos (OUTPUT)

La extensa variedad de equipos para obtener "salidas gráficas" también pueden observarse en la Fig.X; los mas comunes son: a) la impresora de "matriz de puntos" de 24 pines que con un software adecuado funciona como un plotter; b) la impresora "láser" que si bien posee la limitación del tamaño de hoja (A4 y doble A4) reproduce impresiones de gran calidad gráfica; c) el "plotter digital" para la obtención de planos de gran tamaño; d) el "plotter electrostático" que acelera notablemente el proceso de dibujo sea en blanco y negro o color y d) el "plotter por inyección de tinta" que es tan rápido como el anterior y de igual calidad gráfica.

Existen otros tipos de impresoras para obtener dibujos con altísima calidad gráfica en colores basadas en los procesos de inyección de tinta, térmicas y de fundición de cera, utilizadas preferentemente en el diseño gráfico.

VIII. Cómo se genera la imagen gráfica en la pantalla de una computadora digital. El concepto de plaqueta gráfica.

La pantalla o monitor es el elemento interactivo mas importante que poseen todas las computadoras en general para la comunicación entre el usuario y el equipo. Es

interesante mencionar brevemente los antecedentes históricos desde un punto de vista visual y no electrónico.

Si algo distinguió a los maestros de la pintura, de la escultura y de la arquitectura moderna fue su capacidad de anticipar e interpretar con su arte las ideas, algunas veces conceptuales y otras nacidas de la técnica, que marcaron la revolución científica y tecnológica del siglo XX.

Es difícil verificar si el pintor post-impresionista Georges Seurat a fines del siglo XIX comprendió intuitivamente las leyes físicas de la óptica que nacían contemporáneamente a su obra, pero no cabe duda que poseía una visión conceptual de extrema justeza con respecto a lo que actualmente se llama "resolución gráfica", cuando pinta con técnica puntillista (punto-color) un cuadro de grandes dimensio-



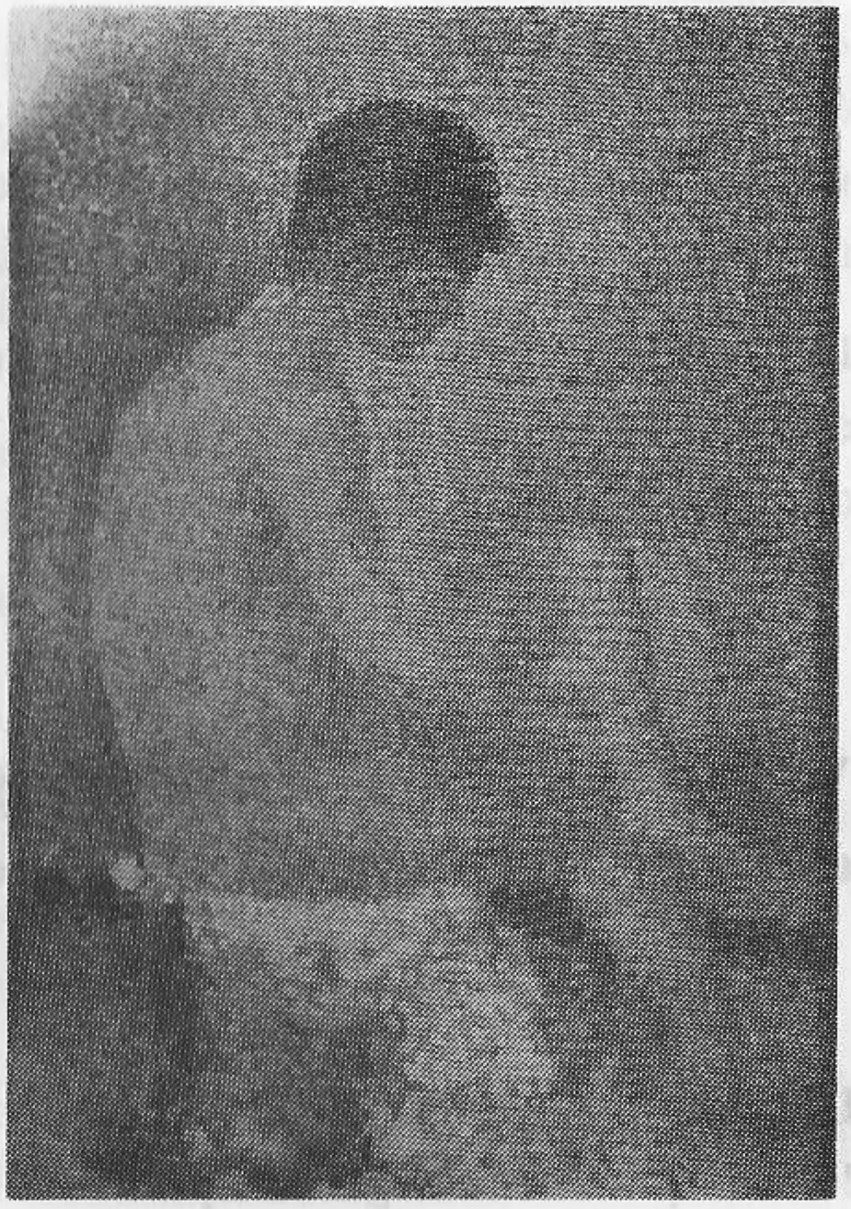


FIGURA XI.

Cuadro del pintor post-impresionista Georges Seurat "El Circo"

pintado con técnica puntillista (10-15 puntos/ cm cuadrado).

Dimensiones: 1,80m x 1,50m

FIGURA XII.

Cuadro del pintor post-impresionista Georges Seurat "Pose de Perfil" pintado con técnica puntillista (40-50 puntos/ cm cuadrado)

Dimensiones: 32cm x 17cm

nes como "El Circo: 1,50m x 1,80m" Fig.XI, y cuando pinta con la misma técnica otro cuadro de pequeñas dimensiones "Pose de Perfil" Fig.XII.

Si se analiza la cantidad de puntos por cm. cuadrado en los originales de ambos cuadros, se puede observar que en el primero utiliza hasta 10-15 puntos/cm cuadrado y en el segundo hasta 40-50 puntos/cm cuadrado.

Este cambio en la densidad de los puntos que define la resolución de un dibujo según el tamaño del mismo es lo que actualmente realiza automáticamente la "plaqueta gráfica".

La plaqueta gráfica, si bien está ubicada en la "unidad de proceso" Fig.X, actúa en forma conjunta con el monitor y permite definir la resolución en términos de la cantidad de líneas horizontales y verticales que es posible representar sobre la pantalla, por ejemplo "640 x 480".

A principios de la década de 1970 fue definido el "Pixel" (picture element) como el punto o unidad de "representación con una determinada cantidad de información" sobre la pantalla.

No cabe ninguna duda que se puede plantear una analogía entre el "punto-color" que utilizaba el pintor Seurat y el "punto-información" que utilizan las pantallas actuales.

A cada "punto-información" o "pixel" de pantalla se le puede asignar la siguiente cantidad de información según el tipo de plaqueta gráfica que se utilice: 1 bit= 2 colores; 2 bit=4 colores; 4 bit=16 colores; 8 bit=256 colores; 16 bit=65.536 colores; 24 bit 16.772.216 colores.

La evolución y desarrollo de las plaquetas gráficas constituye un capítulo aparte dentro de la evolución de las técnicas de computación gráfica.

El conjunto "monitor-plaqueta" mas difundido de la actualidad para las computadoras personales son los standards VGA y SVGA según el siguiente detalle:

VGA:

Video Graphic Array
720x480 en modo texto
640x480 en modo gráfico
256 colores simultáneos (8 bits)

SVGA:

Super Video Graphic Array
720x480 en modo texto
1024x768 en modo gráfico
256 colores simultáneos (8 bits)

IX. Formas de generación de volúmenes

Desde los inicios de la computación gráfica se plantearon tres posibilidades de generar computacionalmente un volumen de acuerdo a un nivel de complejidad creciente basado en las características que poseen los algoritmos de generación.

El primer nivel corresponde al concepto de "Wire Frame" o generación de un sólido por sus aristas, éste ha sido el primer conjunto de algoritmos que dio nacimiento a la computación gráfica.

Este nivel reconoce la espacialidad interior o exterior en términos de sus aristas pero no permite por ejemplo trazar las diagonales internas de un prisma, es decir no permite realizar secciones en forma automática.

El segundo nivel se lo conoció en su momento como "Boundary Planes" o "Planos Limitantes", tratando precisamente de representar volúmenes sólidos a los efectos de poder realizar secciones principalmente en áreas técnicas como ingeniería mecánica, etc.

El tercer nivel de generación se lo conoce como de "Sólidos Primitivos" y es el que permite reconocer una forma compleja en todos sus detalles internos y externos, es decir es posible trazar diagonales espaciales en cualquier tipo de prisma.

Este tipo de generación estuvo reservada exclusivamente para programas gráficos que utilizaban "minicomputadoras" hasta 1987-1988. sin embargo a partir de esa fecha fue posible obtener programas para "microcomputadoras".

X. Lenguajes gráficos de dibujo

En la Figs. XIII y XIV se puede observar dos cuadros que contienen las operaciones geométricas mas comunes en dos (2D)y en tres (3D) dimensiones que se realizan durante el dibujo de un proyecto y que son comunes a la mayoría de los sistemas de dibujo existentes en la actualidad. (Ferrante A.. Moreira L., Boggio Videla J.. Montagu A.F.) (6).

Puede observarse las cuatro operaciones principales en 2D a saber: operaciones de DIBUJO, de EDICION, de AYUDAS DE DIBUJO y de VISUALIZACION. (Schmitt G.) (7).

Para la modelización en 3D se plantean diversas opciones para la generación de volúmenes a nivel de una modelización básica y una modelización detallada.

Pero no cabe duda que uno de los grandes atractivos de los sistemas CAD es la visualización tridimensional de formas simples y complejas a partir de los datos de plantas y fachadas.

En la parte inferior del cuadro de la Fig.XIV se puede observar las nueve opciones posibles de visualizar una forma tridimensional.

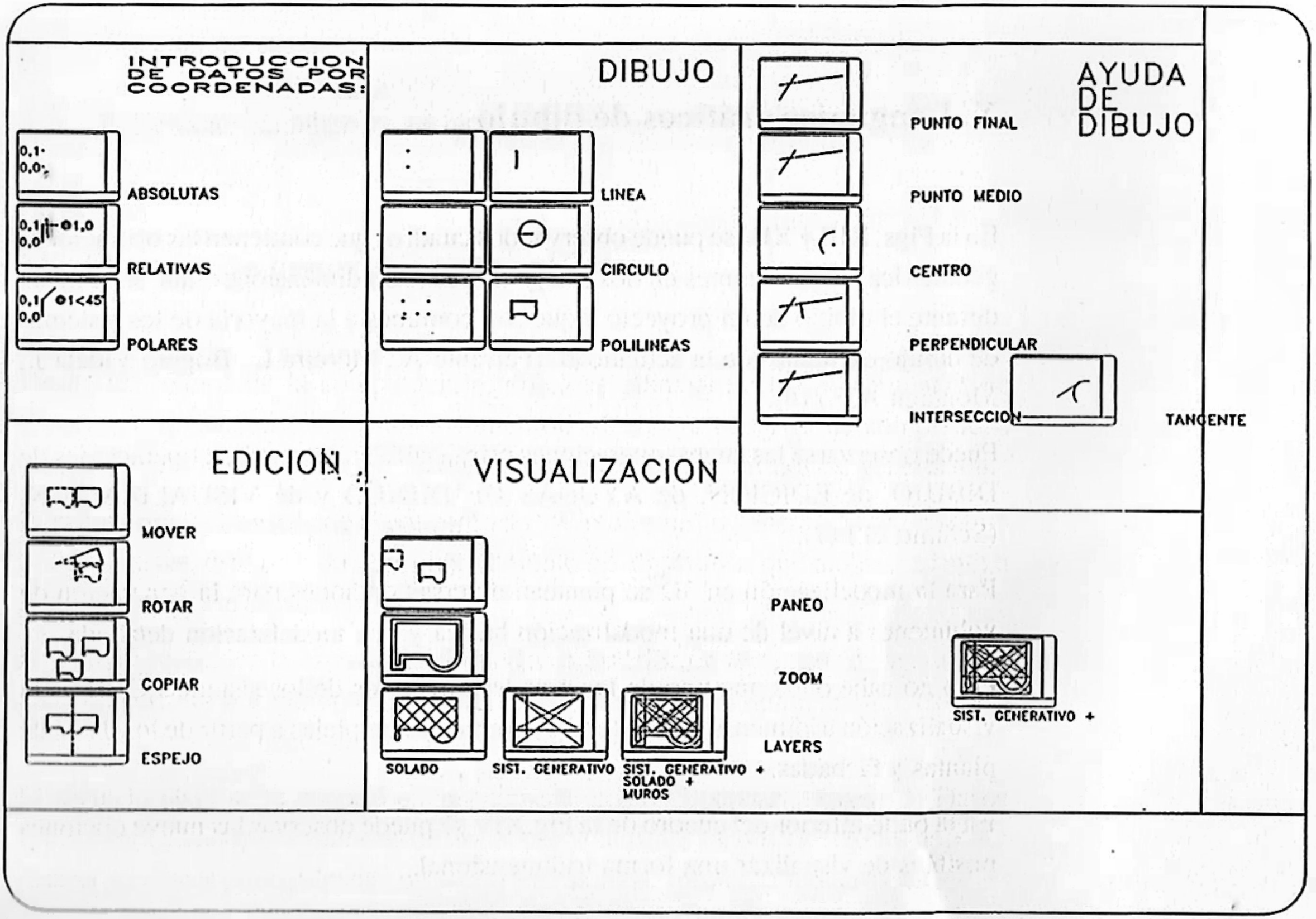
Debe inferirse que la elección de los puntos de vista es totalmente variable de acuerdo a las exigencias del proyecto.

A continuación se analizará algunas de las instrucciones principales que poseen todos los sistemas gráficos en general y que constituyen la diferencia fundamental con el sistema de dibujo manual.

FIGURA XIII.

Operaciones geométricas en dos dimensiones 2D

DIBUJO, AYUDA DE DIBUJO, EDICION y VISUALIZACION



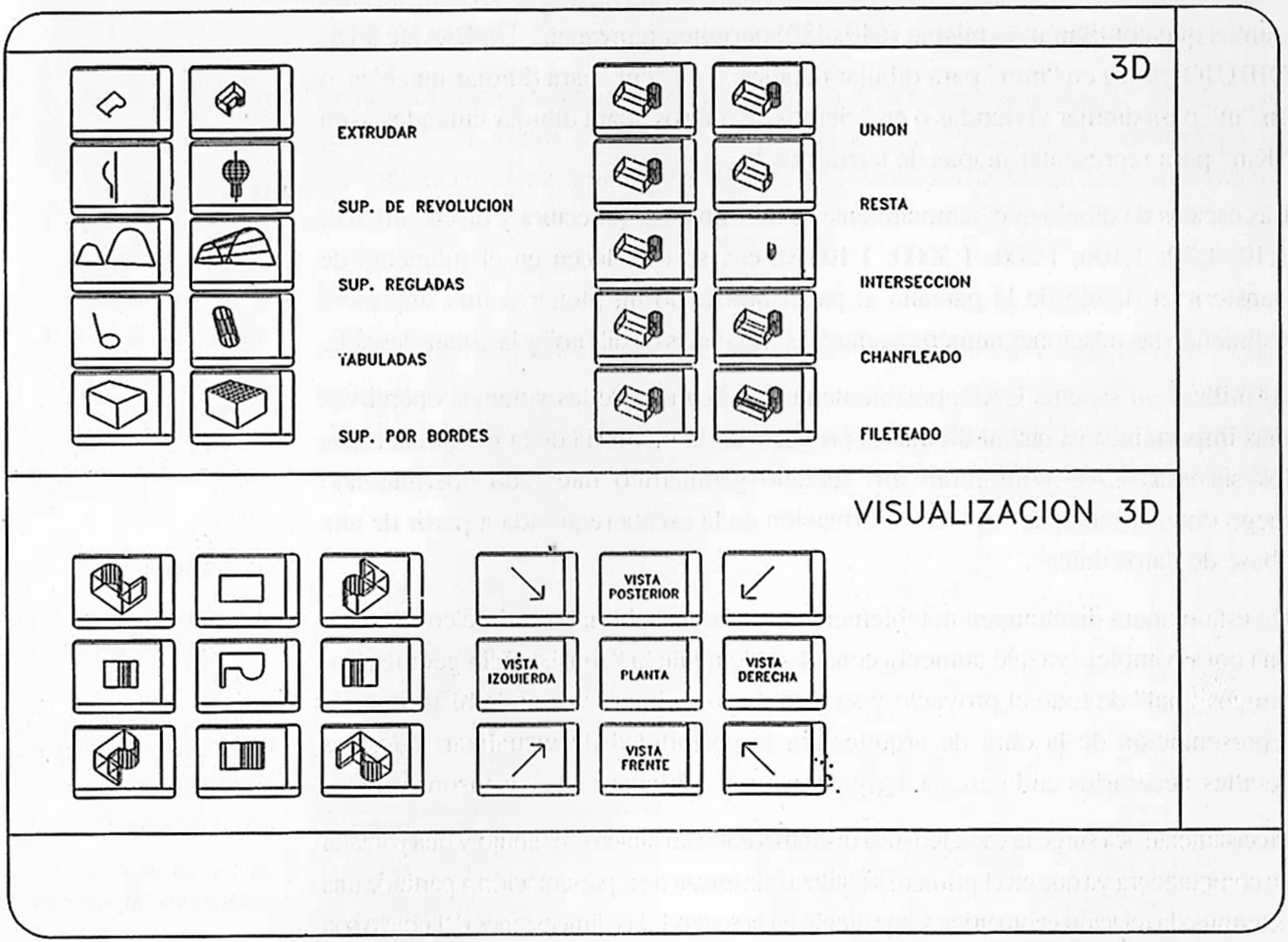


FIGURA XIV.

Operaciones geométricas en tres dimensiones 3D

MODELADO BASICO, OPERACIONES BOOLEANAS, MODELADO CON DETALLES y VISUALIZACION

Límites y escala

Puede admitirse que la pantalla o monitor posee una "capacidad virtual" para la representación de figuras en 2D y 3D; precisamente esta característica es la que permite poder dibujar o bien el plano de una ciudad, o el plano de una vivienda o de una silla sobre la misma pantalla.

La característica de virtualidad de la pantalla está dada por la posibilidad de que los

puntos que configuran la misma (640x480) permiten representar UNIDADES DE DIBUJO ya sea en "mm" para dibujar detalles, o en "cm" para dibujar muebles, o en "m" para dibujar viviendas o en "cientos de metros" para dibujar ciudades, o en "Km" para representar mapas de territorios.

Las escalas de dibujo que habitualmente se utilizan en arquitectura y diseño urbano. 1:10; 1:20; 1:100; 1:200; 1:5000; 1:10000; etc. se establecen en el momento de transferir el dibujo de la pantalla al papel utilizando un plotter o una impresora definiendo las relaciones numéricas entre las "unidades de dibujo" y la escala deseada.

Al utilizar un sistema CAD, posiblemente esta sea una de las ventajas operativas mas importantes ya que al dibujar el proyecto en la memoria de la máquina, todos los sistemas CAD configuran un "modelo geométrico integrado" permitiendo luego obtener cualquier tipo de información en la escala requerida a partir de una "base de datos única".

De esta manera disminuyen notablemente los errores habituales que se cometen en una obra compleja ya que aumenta considerablemente la "consistencia geométrica-dimensional" de todo el proyecto y se plantea por primera vez en la historia de la representación de la obra de arquitectura la posibilidad de visualizar todos los detalles necesarios en la escala 1:1. Montagu A., Winocur G., Aisenson A. (8)

Precisamente acá surge la característica distintiva entre un tablero de dibujo y una pantalla de computadora ya que en el primero se utiliza una escala de representación a partir de una determinada relación geométrica y en cambio en la segunda las dimensiones del objeto son dimensiones reales, de allí las características al mismo tiempo de virtualidad y realismo que se observa en los monitores de computadora actuales.

Layers o capas de información

Todos los sistemas CAD permiten organizar la información habitual en "Layers" combinando una analogía con los "calcos" habituales que se utilizan en el procedimiento manual de dibujo con una serie de operaciones geométricas que permiten agrupar

lógicamente a estos "layers" según normas de dibujo técnico habituales: estructura, muros exteriores, muros interiores, ventanas, equipamiento, instalaciones, etc.

La mayoría de los sistemas CAD aceptan una determinada cantidad de "layers" que van de 63 a varios cientos, según la capacidad del equipo y constituyen la herramienta mas importante para organizar la estrategia de dibujo de cada proyecto.

Bloques

El "Bloque" Fig.XV permite definir un elemento gráfico y repetirlo en forma automática cada vez que sea necesario. Se acostumbra transferir a bloques elementos tales como: ventanas, puertas, artefactos de baños y cocinas, detalles varios, etc. de manera tal que el arquitecto actual va conformando una biblioteca

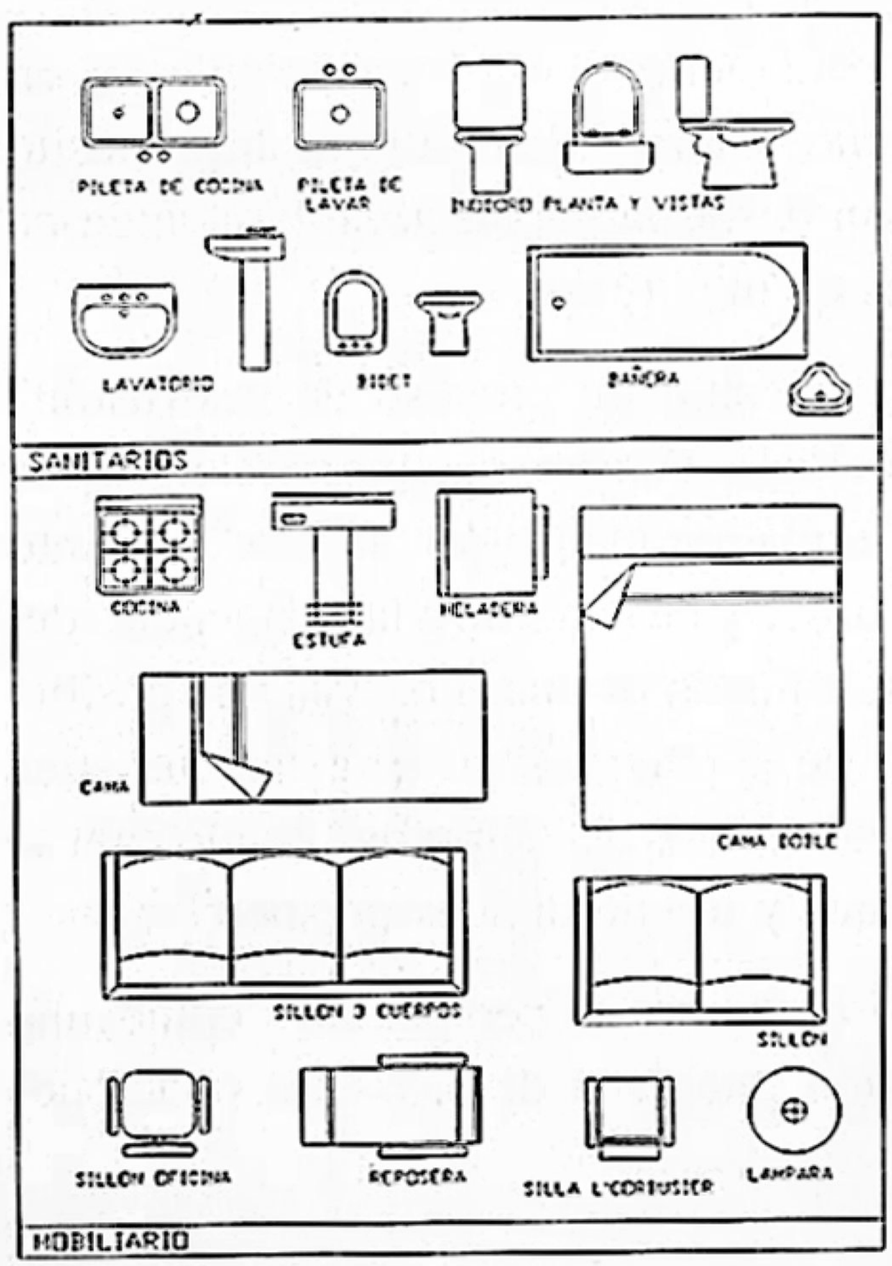
FIGURA XV.

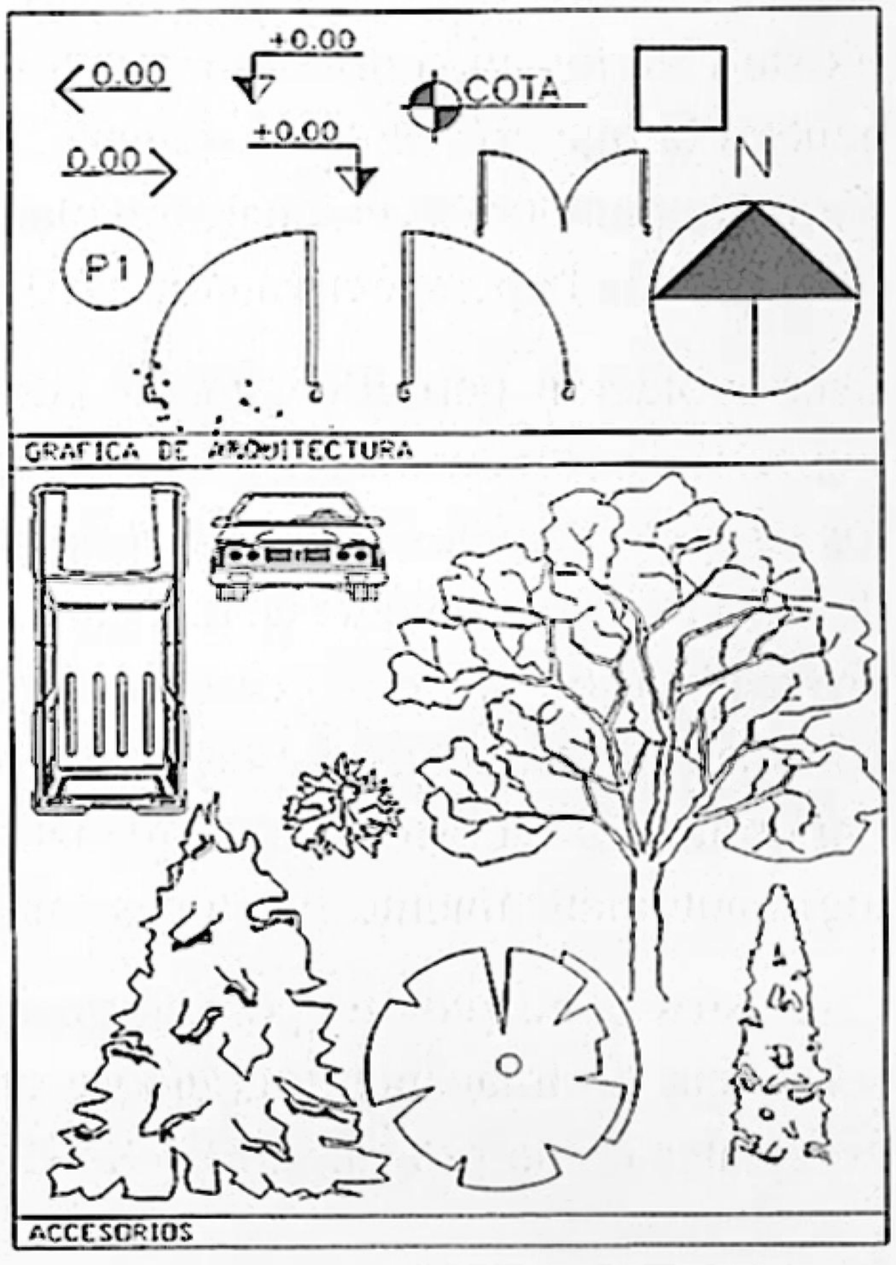
Taller de Arquitectura I-V. Cátedra: Montagu, De Lorenzi

Desarrollo de "Bloques" para aplicar al proyecto de arquitectura.

Ayudante: Sesma

Alumnos: Grandval, Quesada, Minicucci. 1993





de símbolos gráficos a medida que desarrolla su proyecto, reduciendo notablemente el tiempo de ejecución de la documentación técnica.

Existen en nuestro medio programas gráficos que contienen los tipos de bloques mas usuales utilizados en arquitectura.

Perspectivas

Existe un dato en nuestro país de naturaleza histórica con respecto a la utilización de perspectivas computacionales ya que el primer programa de perspectiva por computadora que se desarrolló en Argentina fue realizado en el Dpto. de Matemáticas de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA (Armoza, Jononovich, Montagu 1970). (9)

Todos los sistemas CAD permiten generar perspectivas paralelas u oblicuas de acuerdo a las posibilidades de cada sistema.

Existen varios métodos computacionales para generar esas perspectivas y en general la mayoría de los sistemas CAD como sistemas de dibujo multipropósito para computadoras personales evolucionaron desde la perspectiva axonométrica (2.5D) hasta la perspectiva con 2 o 3 puntos de fuga (3D).

Esta evolución permitió generar perspectivas como un proceso de "extrusión" Fig.XVI a partir de una proyección plana para lograr una perspectiva paralela, hasta los sistemas actuales en donde el operador regula por medio del "mouse" el punto de vista mas conveniente de una manera dinámica y de acuerdo a las exigencias del proyectista. En todos los casos una vez determinado el punto de vista es posible eliminar automáticamente las líneas ocultas de la perspectiva. Una característica importante es la posibilidad de realizar procedimientos de "clipping" con lo cual se logra automáticamente secciones transversales y longitudinales perspectivadas.

Con estos conceptos es posible generar un conjunto de perspectivas como una secuencia de imágenes lográndose una visión integrada de todas las relaciones espaciales de un proyecto. Fig. XVII.

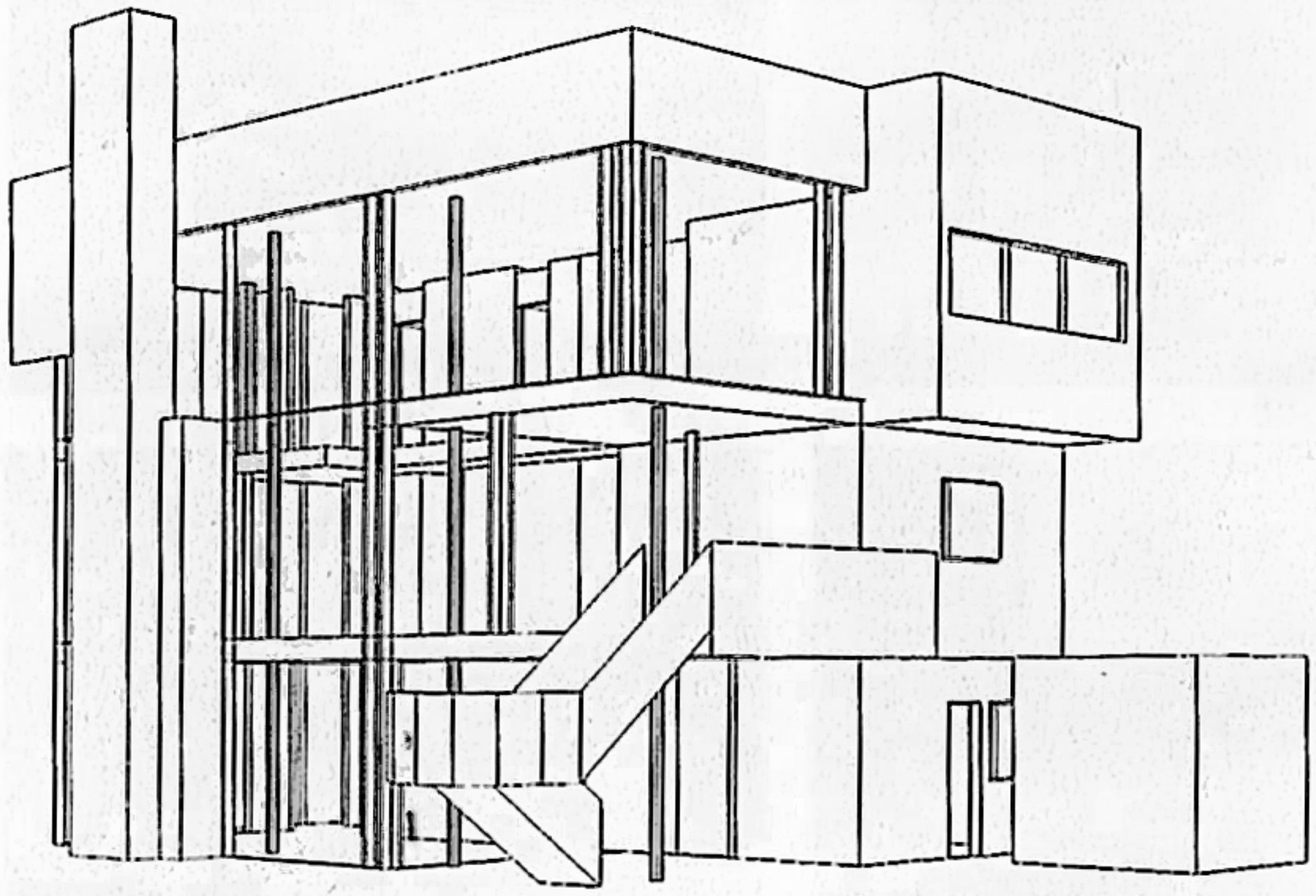


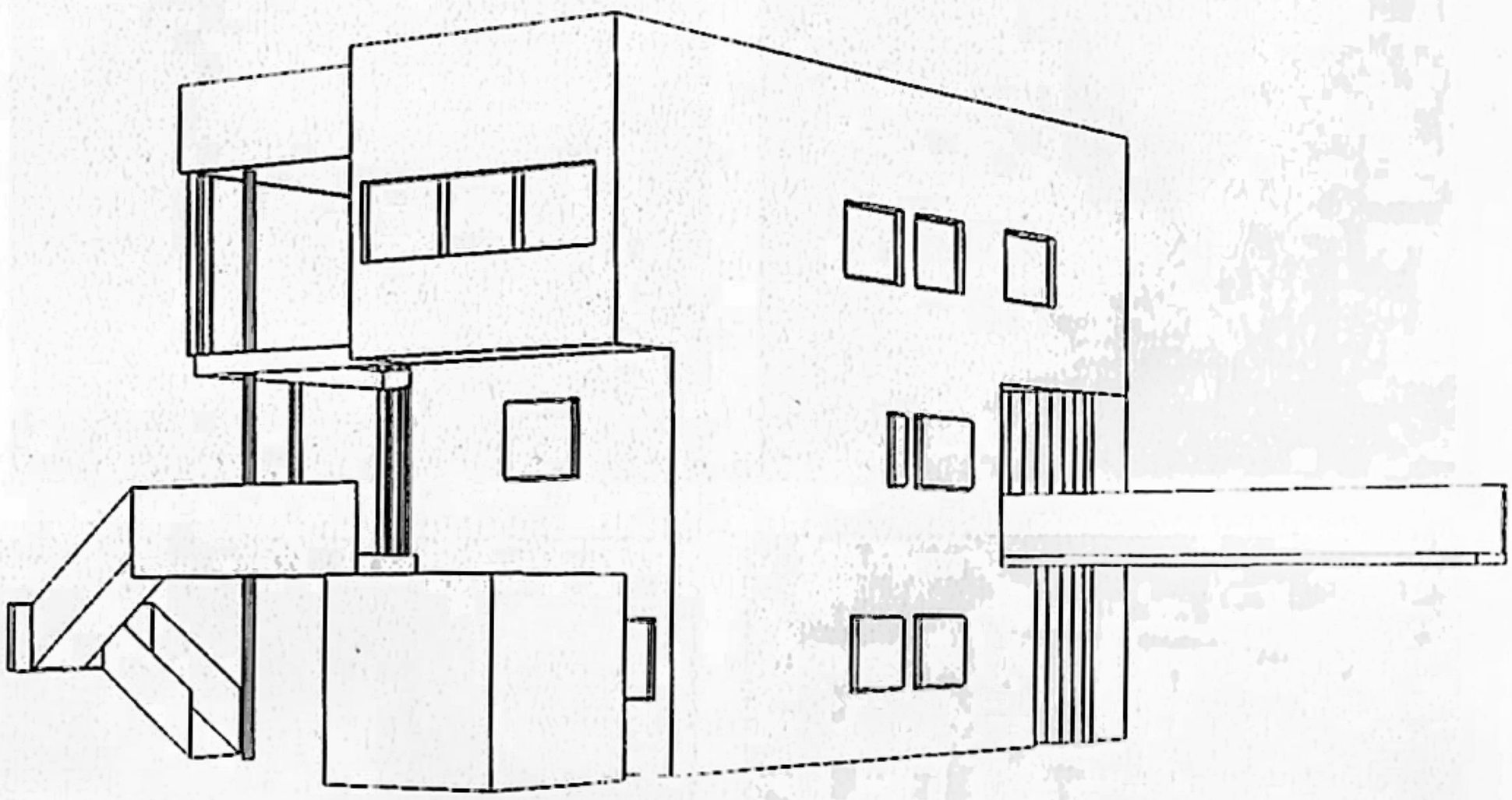
FIGURA XVI.

Materia Electiva Cátedra: Montagu

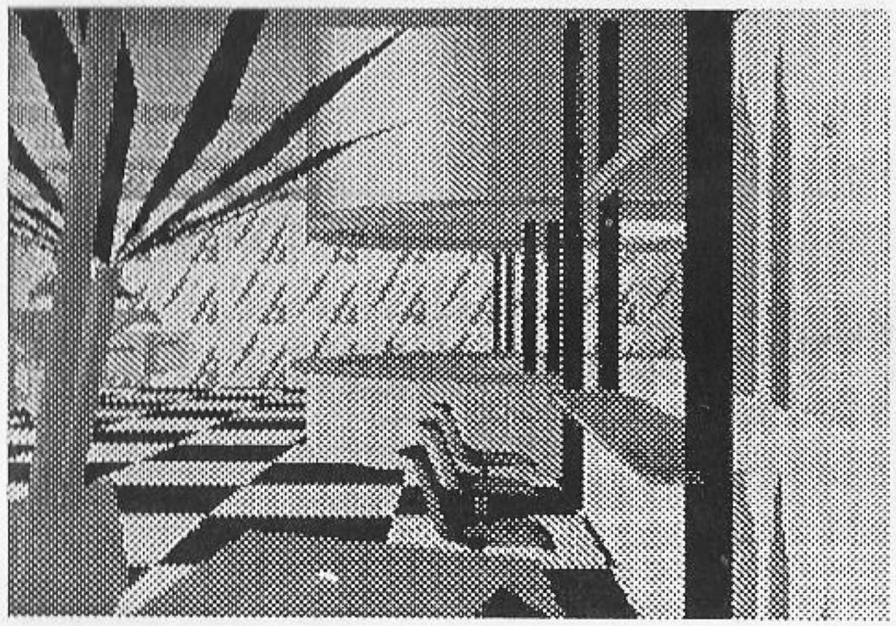
Perspectiva de la Casa Smith, R. Meier, utilizando el Sistema CAD 32

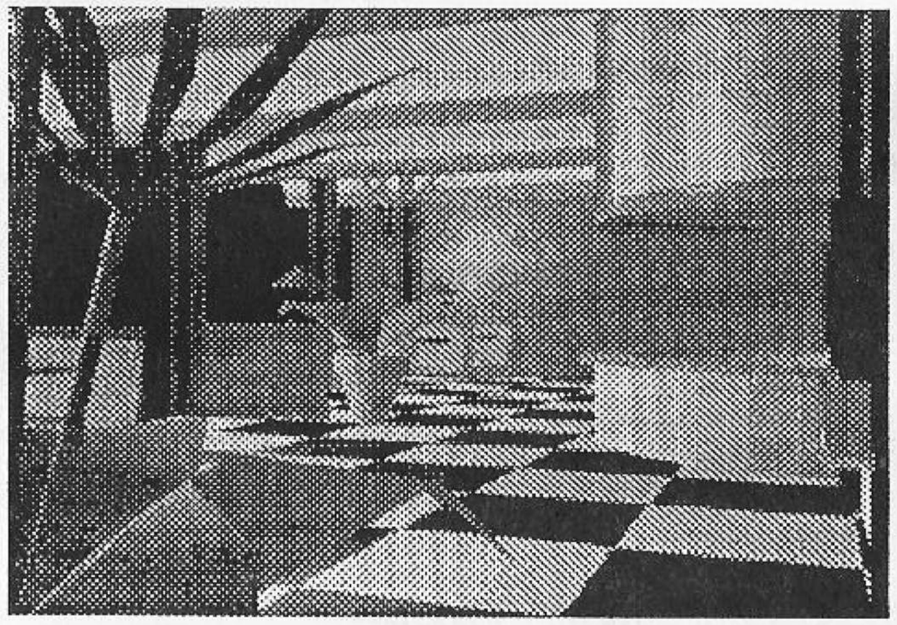
Docentes: Castañe, Rógora

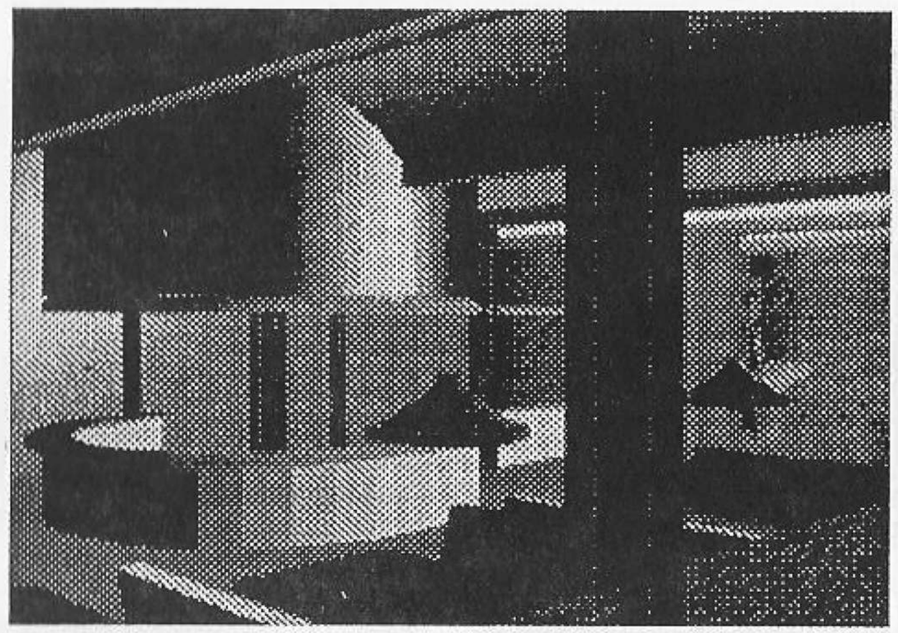
Alumnos: Mariotti, Lopez, Insua, Machegiani. 1993

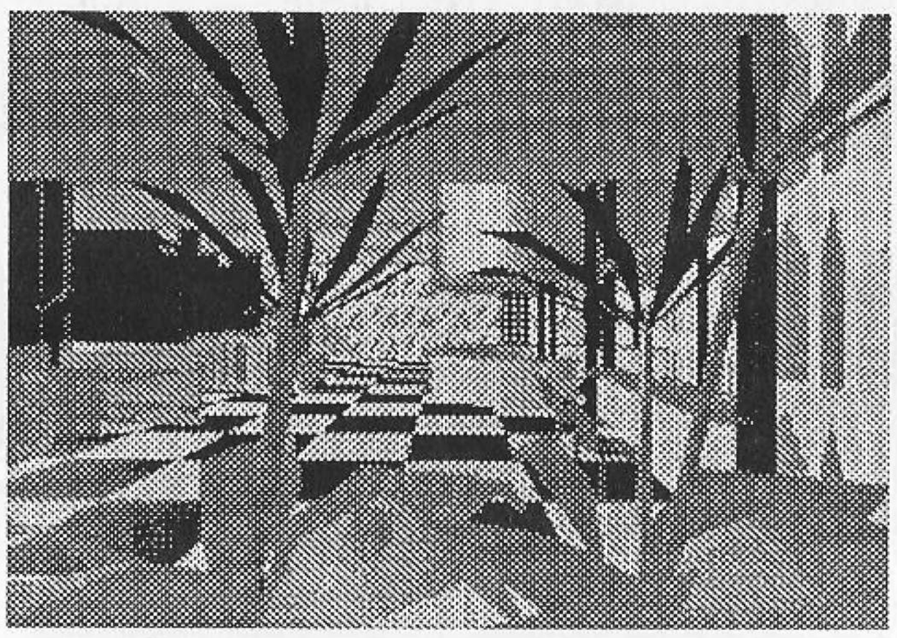


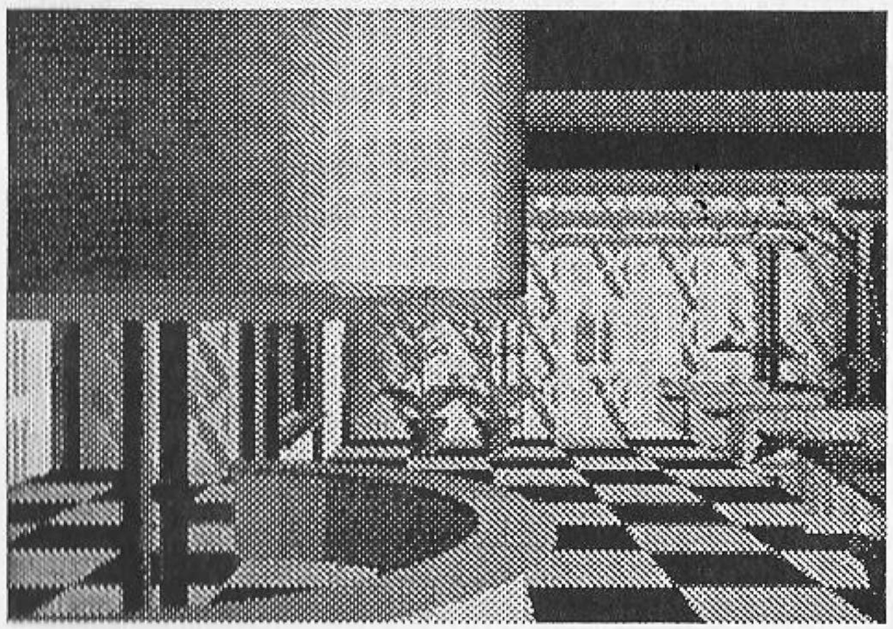
Perspectivas peatonales con ocultamiento de líneas

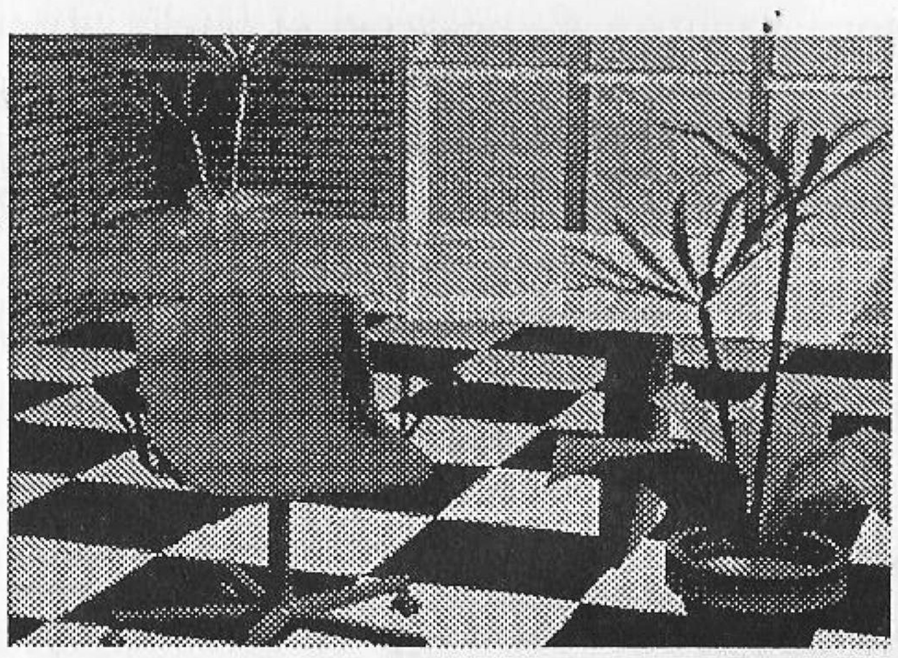


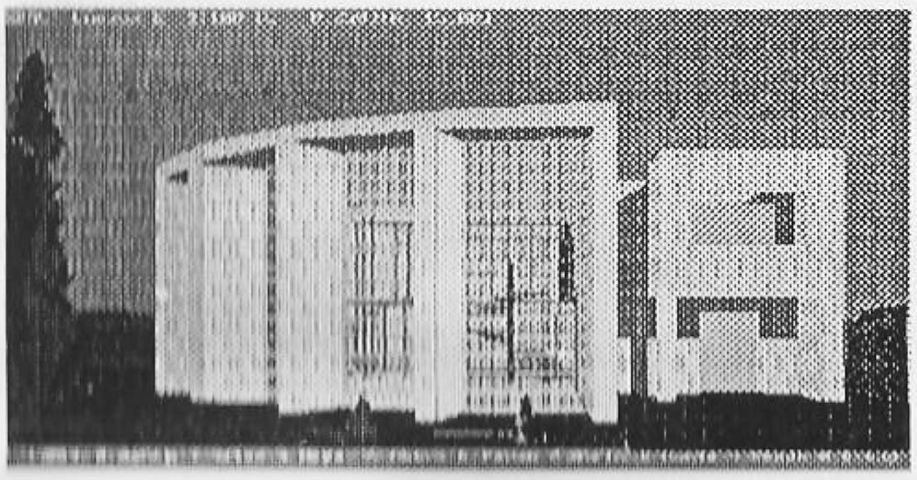












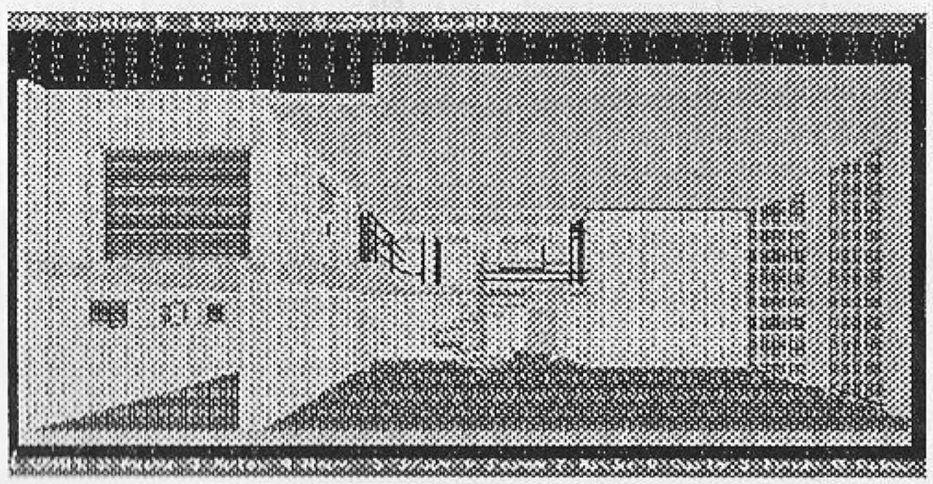


FIGURA XVII.

Secuencia integrada de perspectivas 3D

Aplicación del Sistema SDAC

Docente: Farina

XI. Sistema de visualización y animación (visualización)

La evolución que se observa en el desarrollo de sistemas de representación tridimensional de formas permite inferir que por una parte los sistemas CAD de dibujo técnico y los sistemas CAD orientados o "personalizados" hacia la arquitectura seguirán avanzando hasta lograr mejores niveles de adaptación a las necesidades del usuario.

Se espera que cuando aparezca el "microprocesador 80586" se produzcan avances que puedan aprovechar la potencia de este procesador.

Sin embargo, desde 1990 ha habido una evolución muy importante en lo que se conoce como sistemas de "rendering" (visualización) y animación. Montagu A. y colaboradores. (10)

Estos sistemas si bien nacieron para el campo de la publicidad, el cine y la TV, han impactado ya al campo de la arquitectura y del diseño en general.

Los sistemas mas conocidos en nuestro medio y de amplia difusión internacional son: Animator-Pro, Topas y 3D Studio para PC y Stratavision para Macintosh. Existen otros sistemas mas complejos y sofisticados tal como lo son el Softimage y el TDI utilizables en computadoras del tipo "workstation" que poseen configuraciones internas orientadas exclusivamente a los procesos gráficos.

Estos sistemas permiten realizar operaciones geométricas de alta complejidad en 2D y 3D y realizar además múltiples transformaciones espaciales como superposiciones, rotaciones continuas, desplazamientos, etc., desde ya no poseen la precisión geométrica de un sistema CAD.

Pero las características mas interesantes son tres a saber: a) la posibilidad de aplicar sobre las superficies una textura expresamente creada o tomada de la realidad como puede ser un paisaje, un material, un cuadro, etc.; b) Luego iluminar esa imagen

mediante un conjunto de luces naturales o artificiales logrando de esa manera un realismo que en algunos casos llega a ser un hiperrealismo; y c) Ubicar un conjunto de cámaras de acuerdo a un recorrido predeterminado de manera tal de lograr una visión secuencial del proyecto de arquitectura Fig. XVIII.

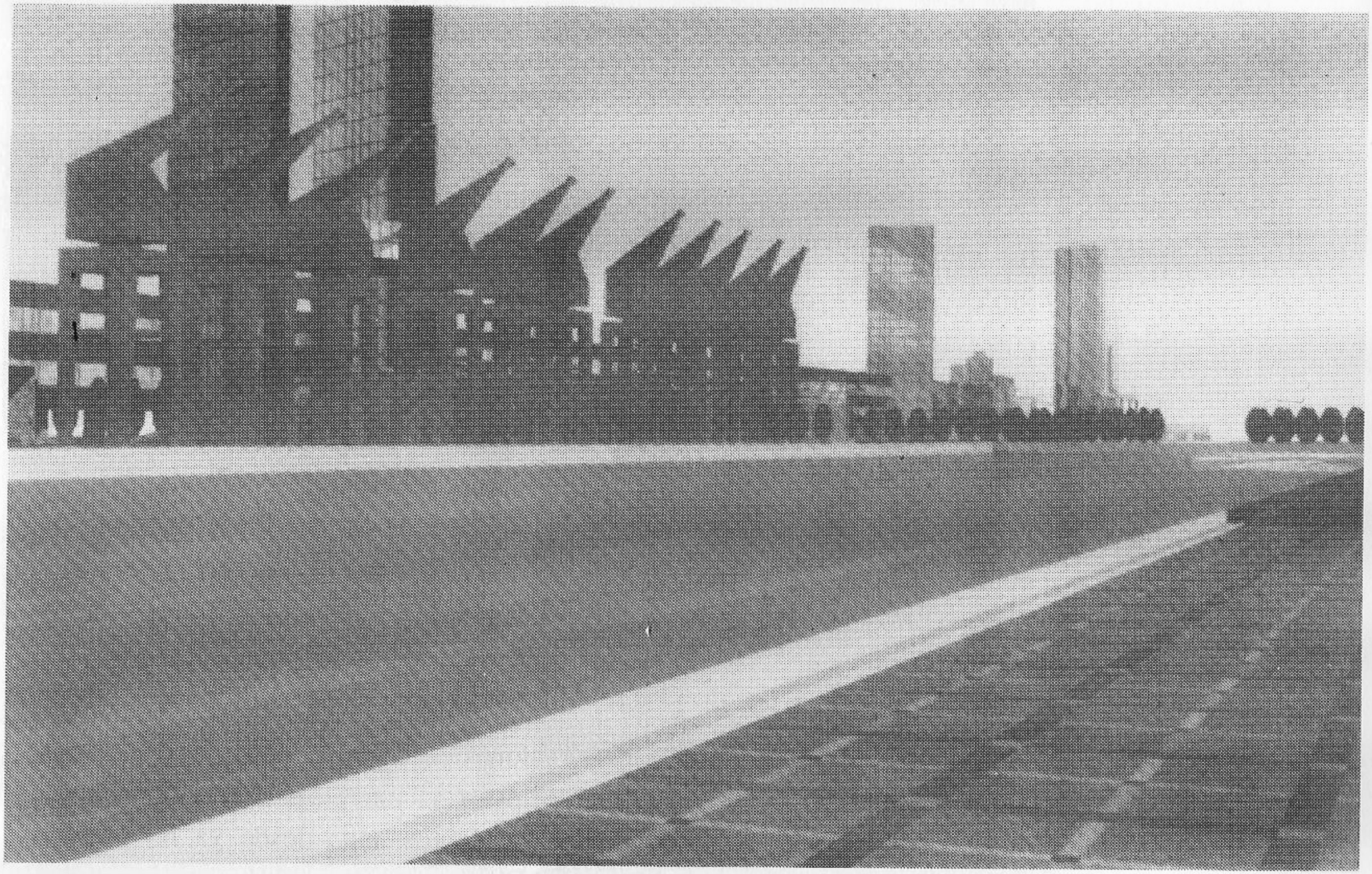


FIGURA XVIII

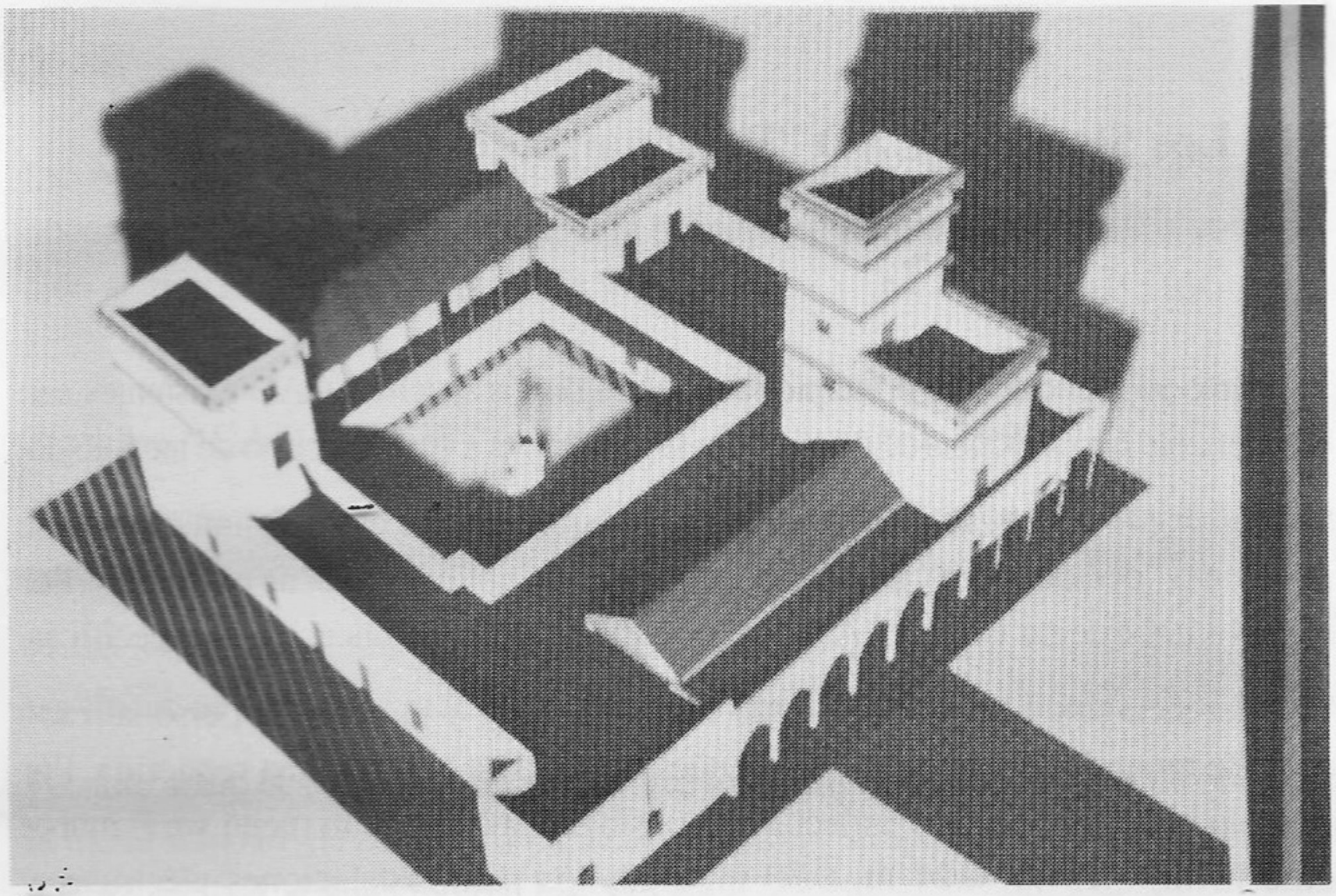
Visualización (rendering) tridimensional del proyecto del Arq. Testa para Puerto Madero. Modelización en el Sistema Autocad: Cieri, Galdamez, Lazzazera, Montagu. 1991-92 Visualizacion con texturas y algoritmos de iluminación utilizando el sistema Strata Vision sobre Macintosh: Adamo

FIGURA XVIII b)

Modelo Autocad 3D

D. Castañé, R Martínez, E. García, A. Rollan.

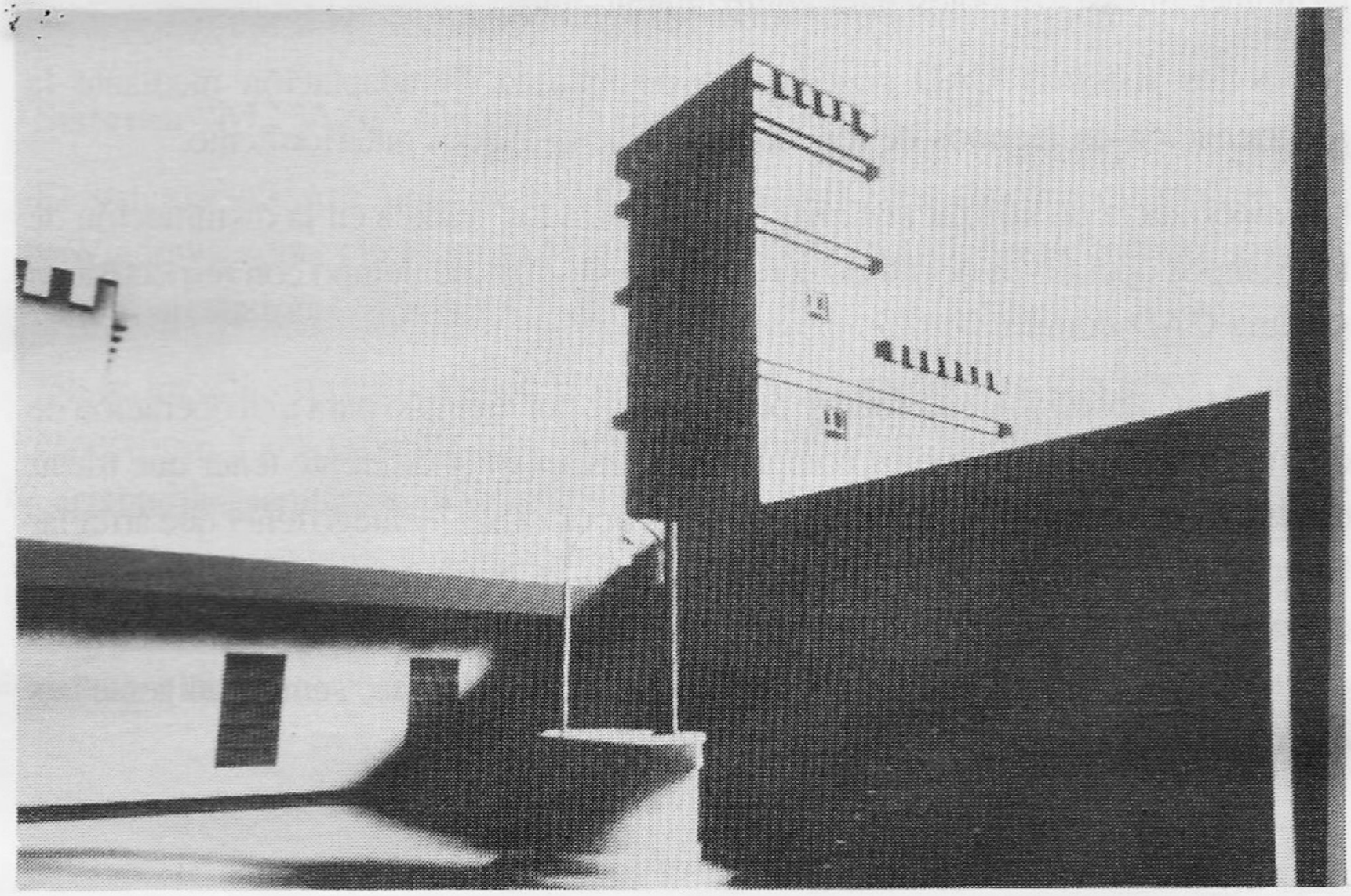
Rendering Sistema TOPAS: J.P. Cieri, O. Galdamez, F. Lazzazera



Estancia en Tapiales Prov. de Bs. As.

Arriba: Perspectiva aérea del modelo total.

Abajo: Vista interior del patio con aljibe



XII. Los Sistemas CAD "Personalizados"

Tal como se menciono al principio la mayoría de los sistemas CAD existentes son básicamente herramientas de dibujo para ser aplicadas a cualquier tipo de tecnología.

Sin embargo las aplicaciones profesionales requieren que estos sistemas CAD se orienten o "personalicen" para cada una de las disciplinas técnicas existentes. Por ejemplo un sistema como el Autocad posee más de 700 aplicaciones específicas.

La diferencia entre un sistema CAD multipropósito y un sistema personalizado consiste en una adaptación de los menúes del CAD a la disciplina requerida. Por ejemplo en el caso de la arquitectura es posible disponer de un menú para: muros de 0.10 m, 0.15 m, 0.24 m, 0.30 m; símbolos para instalaciones eléctricas y termomecánicas; símbolos para equipamiento, etc.

Todos los sistemas CAD poseen esta posibilidad de adaptación mediante la programación en algunos de los lenguajes mencionados anteriormente.

La importancia de utilizar sistemas "personalizados" radica en la disminución de los tiempos operativos de dibujo cercana a un 40-50% de tiempo con respecto a un sistema CAD común.

Esta ventaja apreciable se produce debido a que por ejemplo para una operación de dibujo de muros, en términos computacionales, es muy diferente tener que trazar dos líneas paralelas utilizando comandos del tipo "offset" y luego tener que arreglar las uniones utilizando comandos adicionales, a la posibilidad de utilizar directamente el tipo de muro requerido y desarrollar la planta prevista teniendo en cuenta que todas las intersecciones entre muros se realiza en forma "semi inteligente" es decir automáticamente.

En Argentina se han desarrollado tres sistemas de "personalización" para la documentación técnica de arquitectura basados en el sistema Autocad, a continuación se describen brevemente cada uno de ellos.

Sistema "CAD-DRAW" (Arquicad, Cincunegui, 1990)

Este sistema permite dibujar y editar muros en diferentes "layers" y colores; permite además extraer todo tipo de cómputo métrico.

Posee una amplia librería de símbolos para la documentación técnica incluyendo las líneas de sanitarios más utilizadas en el país.

Permite además: lograr consistencia entre todos los comandos utilizados. extender el menú standard de AutóCAD para cada versión y simplificar las tareas habituales del proyectista arquitectónico. Fig.XIX

Sistema "M2*Arq" (Mauer, Santolo 1990)

El Sistema M2*Arq funciona sobre plataformas PC con sistemas operativos DOS y Windows; sobre plataformas Macintosh y sobre estaciones de trabajo" gráficas Sun Sparcstation.

Posee un amplio repertorio de comandos que se agrupan en dos tipos: aquellos específicos para producir planos de documentación técnica tal como muros, carpinterías, sanitarios, pisos, etc. y los que son utilitarios de usos generales como son: manejo simplificado de layers, de bloques y de textos. Fig. XX

Posee funciones adicionales que le permite expandir el cómputo métrico según la cantidad de items contemplados e incluye la valorización de los mismos.

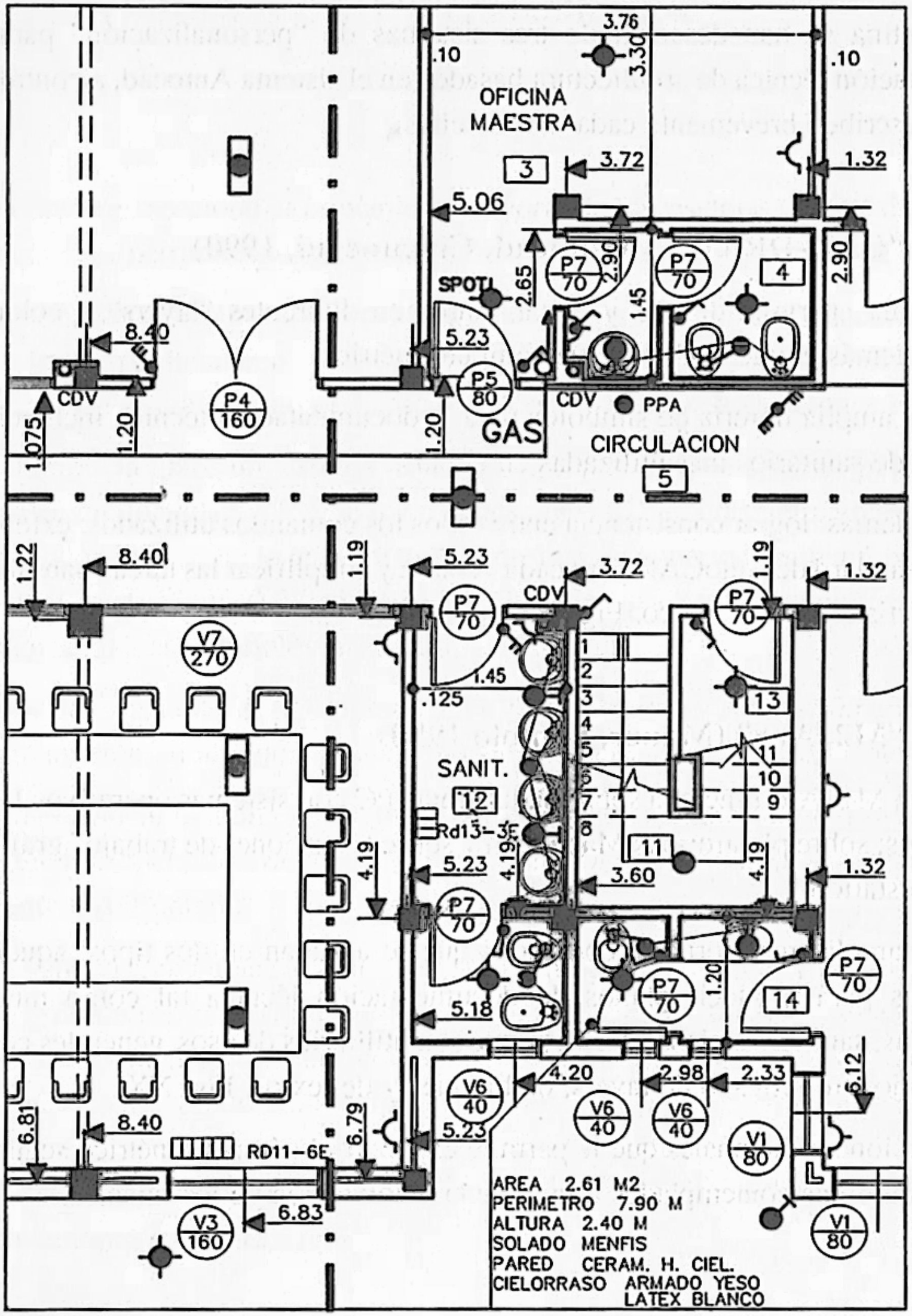


FIGURA XIX

Ejemplo de aplicación del sistema "personalizado" de arquitectura CAD-DRAW: Arquicad, Cincunegui. 1990

CONSTRUCCIONES S.A. HOJA 1
Lorenzo 102 - Mercedes
Valores al : 30/11/93

OBRA Nro.999 REMODELACION CASA TIPO

Rubro 01 TRABAJOS PRELIMINARES

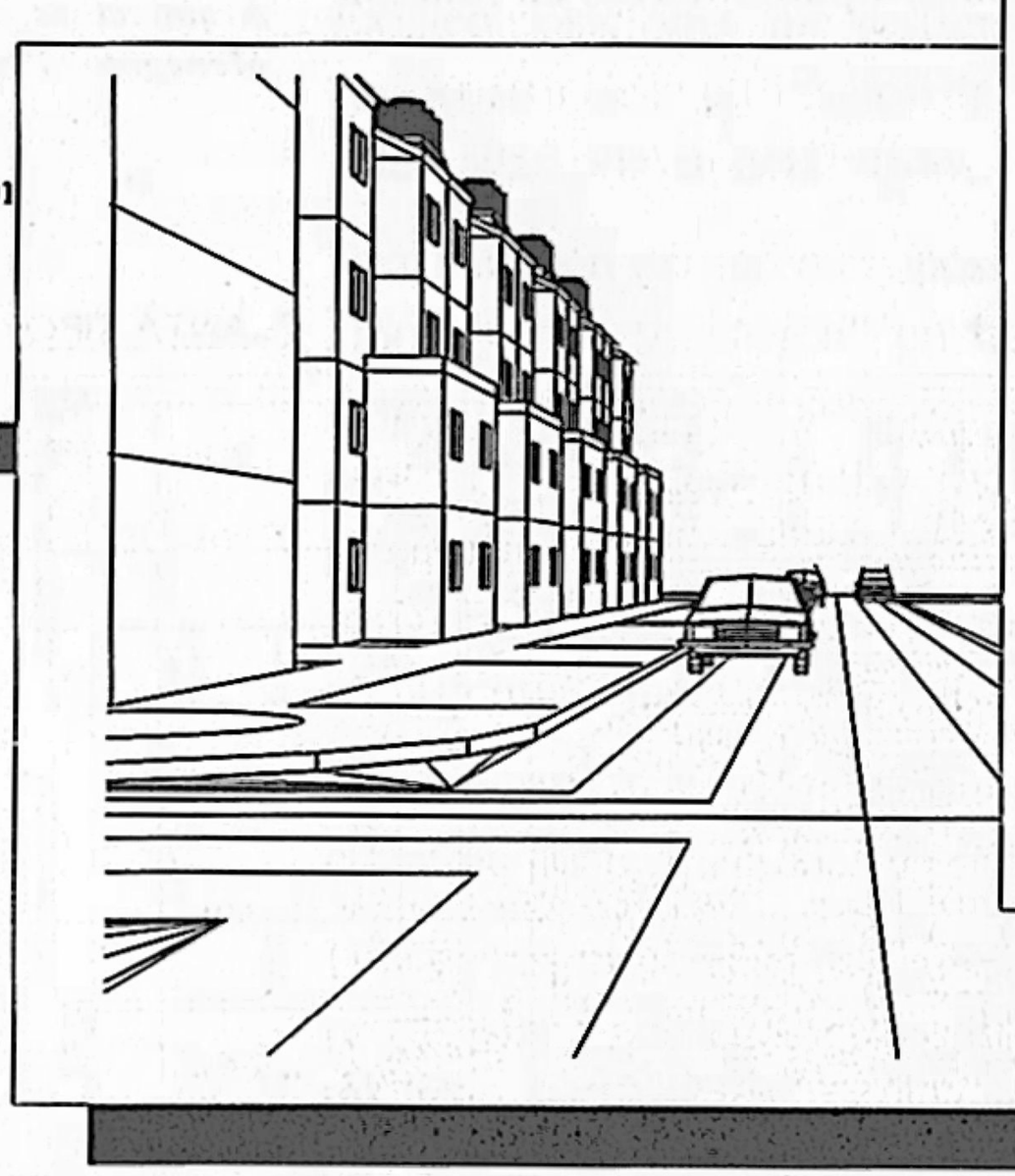
Ti Ru it	Denominación	Un	Cantidad	Precio	Importe
00 01 01	REPLANTEO	M2	2.00	249.00	498.00
00 01 02	EQUIPO A OBRA	GL			861.19

Total Rubro 01 1

Rubro 02

Ti Ru it
00 02 01
00 02 02

Total Rubro 01



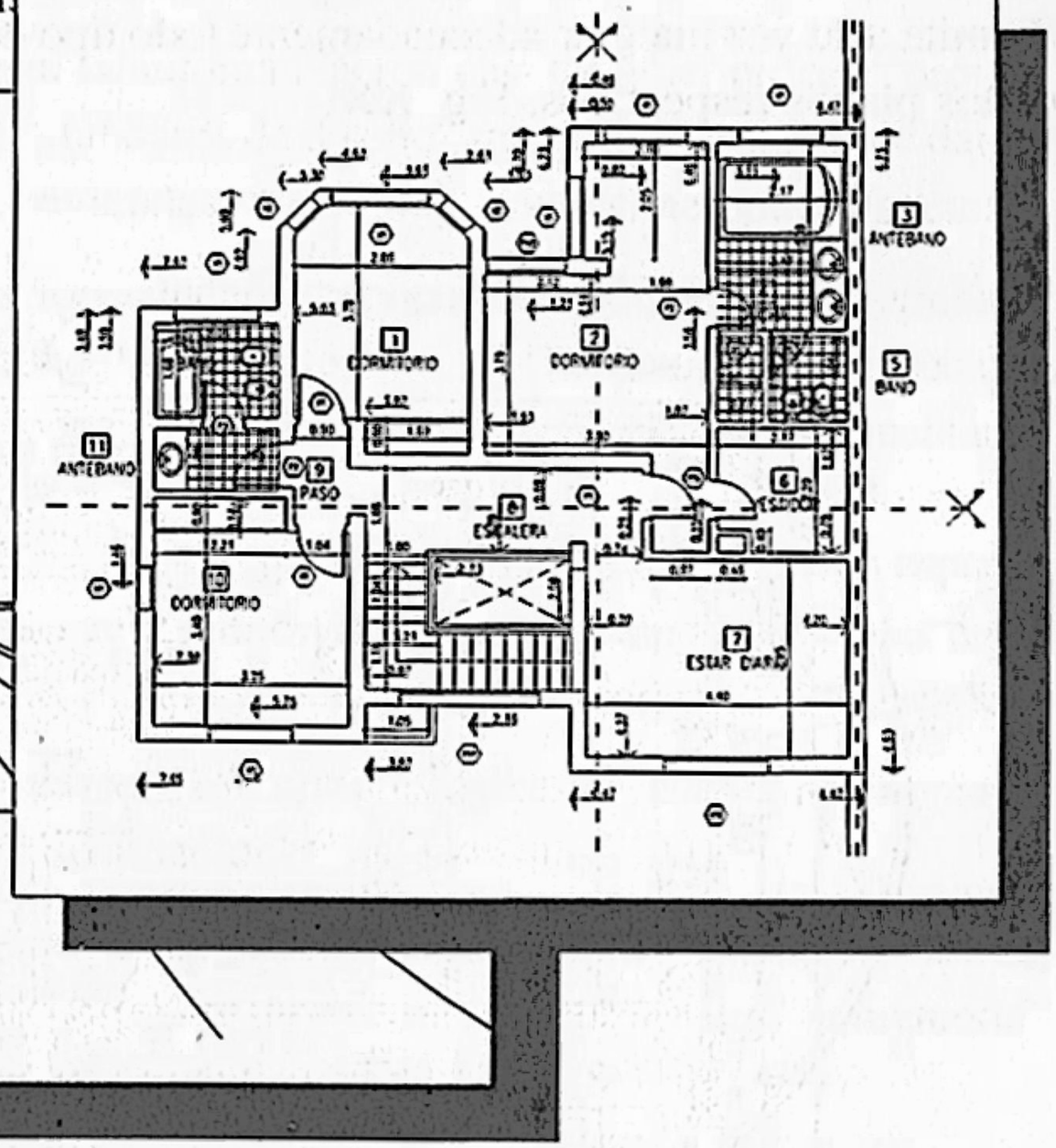


FIGURA XX

*Ejemplo de aplicación del sistema personalizado de arquitectura M2 * Arq: Mauer, Santolo. 1990*

Sistema "MultiCAD Arquitectura" (Longinotti, Menegoto 1990)

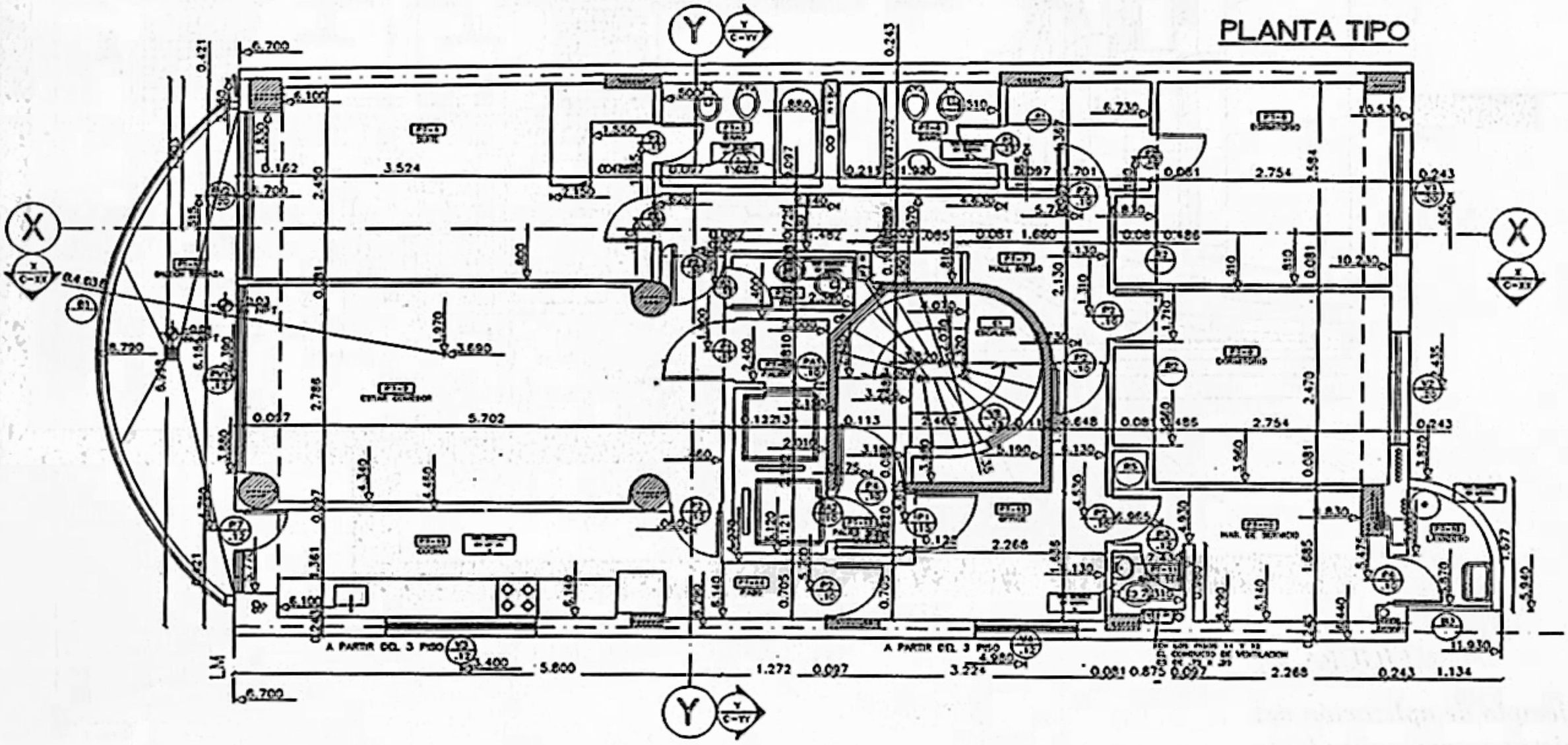
Este producto está desarrollado específicamente para el entorno DOS y Windows para la versión AutoCAD 12.

Este sistema posee una amplia gama de símbolos y funciones utilitarias para la organización general y detallada de toda la documentación técnica de una obra.

Permite a su vez integrar adecuadamente todo tipo de cómputo métrico en función de los planos respectivos. Fig. XXI

FIGURA XXI

Ejemplo de aplicación del sistema personalizado de arquitectura MultiCad Arquitectura: Longinotti, Menegoto. 1990



XIII. ¿Es posible diseñar con la ayuda de una computadora?

Este punto ha sido dejado para el final porque es el que encierra mayor complejidad por la diferencia de actitudes que se observan al respecto.

Existen posiciones que sostienen la automatización casi total del proceso proyectual a partir de la utilización de "standards de diseño" integrados a "bases de datos" orientadas por especialidades: viviendas, hospitales, hoteles, aeropuertos, etc..

Pero también existen otras posiciones menos iconoclastas que pueden denominarse "modelos de transición" en donde se admite que la "herramienta" es decir la computadora, influye sobre el "proceso de diseño" en dos niveles complementarios a saber: a) la "automatización del proceso de dibujo" (tal como sucede en los principales estudios de arquitectura de la Argentina) y b) la "representación espacial tridimensional semi-automática" que permite visualizar relaciones espaciales complejas complementando las tradicionales visiones planas del proceso proyectual.

Sin embargo existen algunos problemas importantes que es necesario mencionar en cuanto a las limitaciones que poseen los actuales sistemas CAD.

Una de las primeras consideraciones que pueden hacerse es que el arquitecto cuando proyecta aprende a manejar todo el proyecto de un edificio completo en "su memoria" incluyendo los aspectos sintácticos, semánticos y técnicos (Schmitt 1991).

Esta particularidad ha sido reconocida últimamente como de extrema complejidad ya que esta "idea total" debe ser luego "regenerada línea por línea" y obtener múltiples vistas y secciones para que ese proyecto sea construible (Porada 1992).

Por lo tanto es conveniente aclarar que la mayoría de los programas de CAD existentes permiten realizar en forma analógica "solo algunas etapas del proceso de

diseño" siendo necesario dotar a los sistemas existentes de un conjunto de herramientas computacionales tales como: "bases de datos de tipologías tridimensionales"; "bloques paramétricos" (elementos standards y repetibles en diferentes escalas); "leyes geométricas-sintácticas de organización espacial" que permitan desarrollar algoritmos específicos para cada variedad de edificios y "tipologías estructurales y constructivas tridimensionales".

De esta manera se podrá aprovechar totalmente por una parte la "capacidad creativa" del arquitecto y la enorme potencialidad que poseen los sistemas CAD cuando son usados en un contexto apropiado.

Conclusiones

En este apretado resumen se ha pretendido dar una visión integral de la situación actual de la computación gráfica en su relación con la problemática de diseño.

La "computación gráfica" proviene de una disciplina científica tal como es la "ciencia de la computación" y por lo tanto es altamente determinística y se implementa con "procesos algorítmicos".

El "proceso proyectual" en arquitectura en cambio, proviene de una "disciplina técnico-artística" y hoy día se encuentra altamente influenciado por una amplia gama de líneas y tendencias formalistas, tecnológicas, bioambientales, estetizantes, historicistas, etc. que hacen imposible incluso una determinada caracterización, pero que desde un punto de vista metodológico global puede admitirse que existe un "proceso heurístico" (Breyer 1966) determinado para cada proceso proyectual.

La correspondencia entre "procesos algorítmicos" y "procesos heurísticos" (Montagu 1975) resolverá en el futuro algunos de los aspectos que se han planteado, sin embargo no debe quedar ninguna duda que la evolución del conocimiento contemporáneo en todas las áreas relativas al proceso proyectual serán afectadas cada vez más por la influencia de la computación y por lo tanto se hace necesario ser conscientes de esta situación y estar preparados para asumir la tarea.

Bibliografía

1. Sutherland I., **Sketchpad**: A Man-Machine Graphical Communication System. Proceedings de la AFIPS. 1963.

2. Paterson C., **Architect Computer System**. Editado por la "Municipalidad de West Sussex". Gran Bretaña. 1968.

3. Montagu A. F., **D-MAC Graphomat Computer Graphics Aids to Industrialized Building Design**. Premio de Investigación Aplicada. Instituto Real de Arquitectos Británicos (RIBA). Architectural Association School of Architecture. Londres. 1967.

4. Negroponte N., **The Architecture Machine**. MIT Press. 1972.

5. Glusberg J.,**Del Pop Art a la Nueva Imagen**. Ediciones de Arte Guaglianone. Buenos Aires. 1985.

6. Ferrante A., Moreira L., Boggio Videla J., Montagu A.F., **Computer Graphics for Engineers and Architects**, Elsevier. Computational Mechanics Publications. Southampton. Boston. Tokio. 1991.

7. Schmitt G., **Microcomputer Aided Design for Architects and Designers**. John Wiley. New York. 1988.

8. Montagu A., Winocur G., Aisenson, A, y colab. **El Concepto de Dibujo Técnico Utilizando la Geometría de los Sistemas CAD sobre Microcomputadoras**, Publicado en el VI Congreso de Informática, Teleinformática y Telecomunicaciones, Usuaria, Buenos Aires, 1988.

9. Armoza C., Jononovich P., Montagu A. F. **Programa de Computación para Dibujar Perspectivas Cónicas.** Seminario de Graduación. Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UBA 1970.

10. Montagu A. y colab., **Computer Animation Procedure with Rendering Techniques using Low Cost Personal Computers.** Publicado en VIDEA 93. First International Conference on Visualization and Intelligent Design in Engineering and Architecture, Computational Mechanics Publications, Elsevier, London, New York, 1993.