

*Luque*  
*12*

TESIS DOCTORAL

BASES PARA LA UTILIZACION  
GRAFICA DEL ORDENADOR

AUTOR

MANUEL JOSE LUQUE GONZALEZ

DIRECTOR

MANUEL BAQUERO BRIZ

#### 4. EJEMPLOS DE UTILIZACION

##### 1. Justificación de los ejemplos elegidos.

Los tres ejemplos que se van a desarrollar en este capítulo han sido elegidos según criterios basados en la mejor comprensión del funcionamiento del sistema, y no en sus características arquitectónicas, aunque los tres sean edificios ideados por arquitectos cuya obra es ampliamente reconocida y difundida en todo tipo de publicaciones especializadas. Por ello, al comentar cada uno de los ejemplos, se hará especial énfasis en las características de la utilización del sistema a lo largo del mismo, y no en sus cualidades arquitectónicas que, a efectos de este trabajo, no son de especial relevancia, aunque su interés sea indiscutible desde otra óptica.

Dado que los procesos que se realizan a lo largo del funcionamiento del sistema ya ha sido analizados en capítulos anteriores, en lo que sigue se prestará atención de forma exclusiva a la explicación de las posibilidades de manejo del mismo, y esto a través del comentario centrado en las figuras, que se convierten, en este capítulo, en el más directo medio de comunicación con el lector.

En cada uno de los tres ejemplos se muestran dos series de dibujos. En la primera se analiza la generación del objeto, destacando, en cada uno de ellos, distintos aspectos significativos de las estrategias de utilización

del sistema, según las preferencias del usuario y el tipo de tema a estudiar. En la segunda serie se muestran diversas vistas del tema, que responden a la exploración visual del mismo de acuerdo con itinerarios tanto exteriores como interiores, cuando el tema lo permite.

## 2. Primer ejemplo.

Se ha elegido, como primer tema a desarrollar, uno basado en un edificio de una gran sencillez : la casa Ueda en Okayama del arquitecto japonés Tadao Ando, habiéndose obtenido la información necesaria del libro que, sobre la obra de este arquitecto, ha editado Kenneth Frampton y publicado la editorial Rizzoli International Publications Inc (del que Gustavo Gili ha realizado la publicación en España). Dado que en adelante va a ser muy numerosa la mención a figuras, hemos decidido suprimir la referencia II.IV. a lo largo del texto, aunque no en el pie de las mismas, con la intención de facilitar la lectura.

La estrategia seguida en la generación del modelo de este edificio, ha consistido en descomponerlo en una serie de Piezas cuya progresiva incorporación al Objeto lo va conformando arquitectónicamente. En la primera serie de figuras se observa este proceso de sucesiva incorporación de Piezas al Objeto hasta la obtención del resultado deseado. El criterio utilizado en la presentación de los dibujos ha consistido en colocar en la parte superior izquierda el resultado del proceso en la figura anterior, en la parte superior derecha la nueva Pieza que se desea incorporar, y en la parte inferior y a mayor tamaño el resultado de esta operación.

## Parte II Capítulo IV

La primera de estas Piezas está constituida por dos paralelepípedos que configuran la base del tema (el terreno sobre el que se edifica), dividiéndolo en dos zonas, la que formará parte del jardín privado exterior (la más baja) y la que quedará incorporada al interior como pavimento de la planta baja. La segunda Pieza consta de los cerramientos verticales de obra, siendo de una altura de dos plantas los correspondientes a la parte edificada, y un murete bajo el cerramiento de la zona ajardinada. En la figura 2.1 se aprecian las dos Piezas y el resultado de su unión. No se ha incluido el cerramiento de la fachada al jardín con la intención de que se pueda apreciar el proceso de configuración del interior en las figuras siguientes.

La figura 2.2 contiene el resultado anterior con otras condiciones de visualización, el nuevo elemento que se le incorpora consistente en los dos forjados del edificio, y el resultado de lo que tenemos hasta el momento. En la figura 2.3 se representa, como nueva Pieza a ser añadida al conjunto, la formada por la pared divisoria central y las dos escaleras adosadas a ella. A continuación observamos en la figura 2.4 el estado en que queda el edificio al incorporarle los elementos verticales de compartimentación de la planta baja.

Teniendo el edificio definido, procedemos a integrar en su interior todos los elementos de carpintería, como son las puertas, los marcos de las ventanas y la barandilla (unicamente el pasamanos de la misma), pudiéndose apreciar el resultado en la figura 2.5, realizada con un punto de vista más próximo. Completamos el cerramiento exterior del edificio al incorporar la fachada al jardín, según se observa en la figura 2.6, representándose en la 2.7 el final del proceso de generación del edificio al colocar los cristales en las aberturas, suponiendo que estos no permiten apreciar el interior.

Parte II Capítulo IV

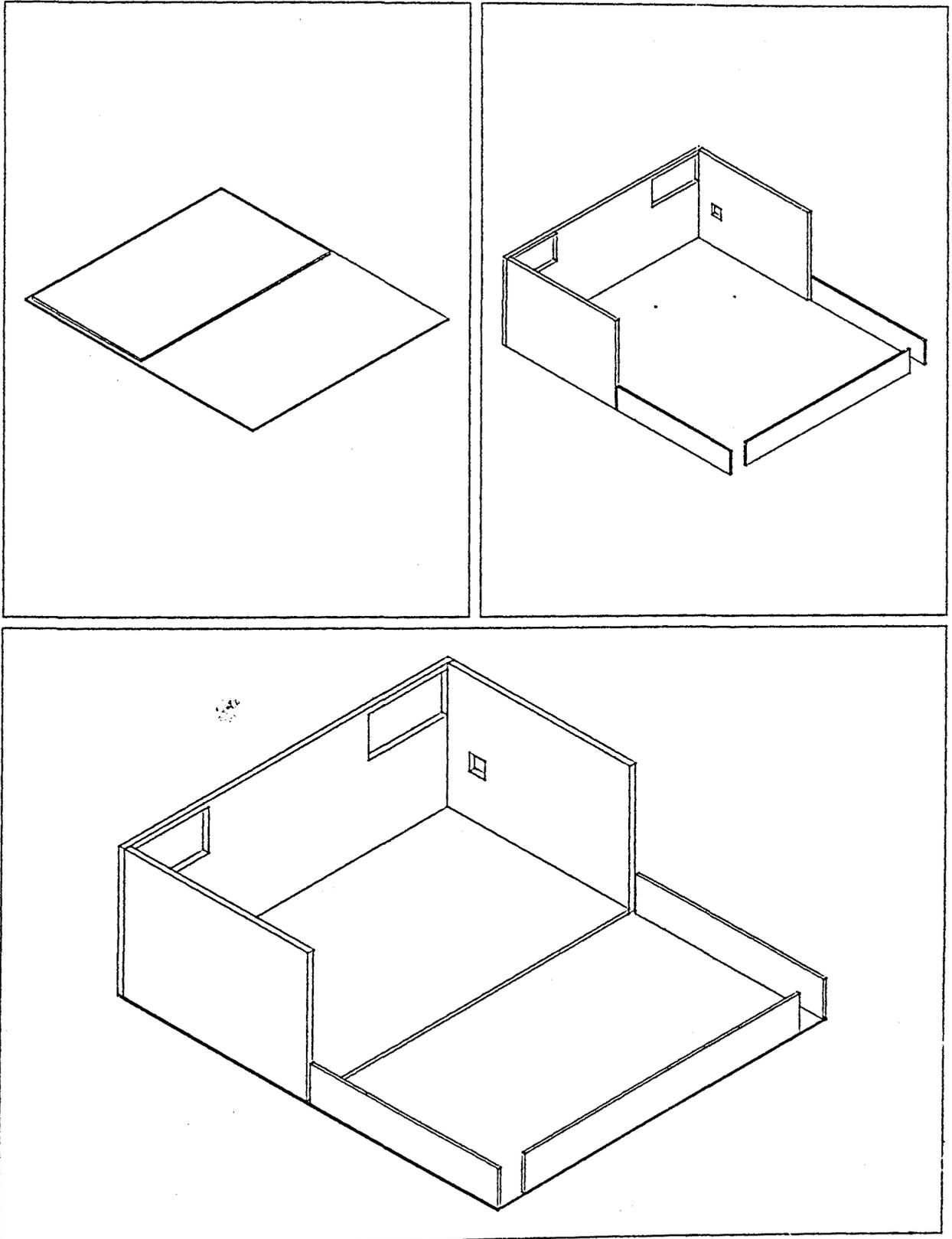


Figura II.IV.2.1

Parte II Capítulo IV

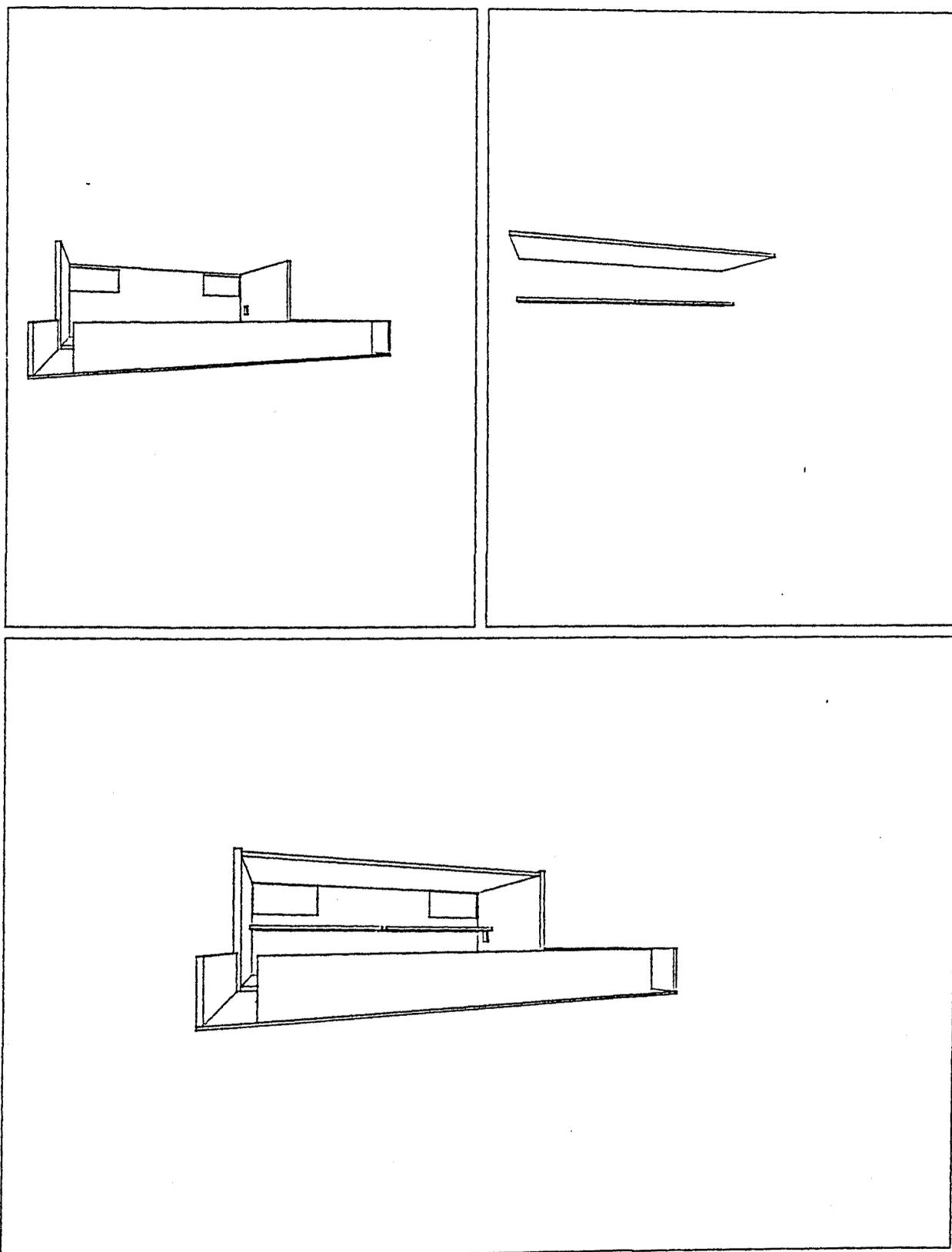


Figura II.IV.2.2

Parte II Capítulo IV

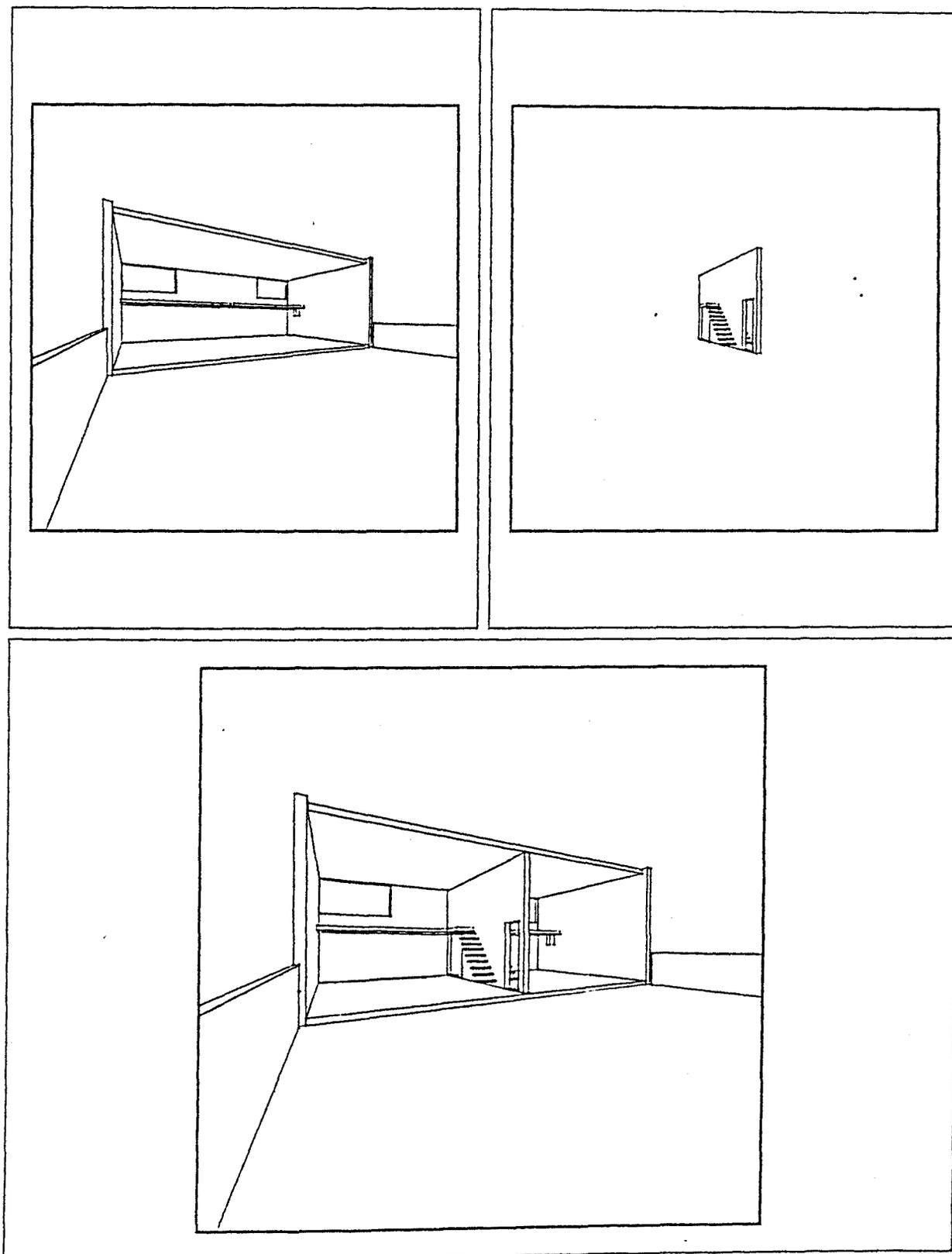


Figura II.IV.2.3

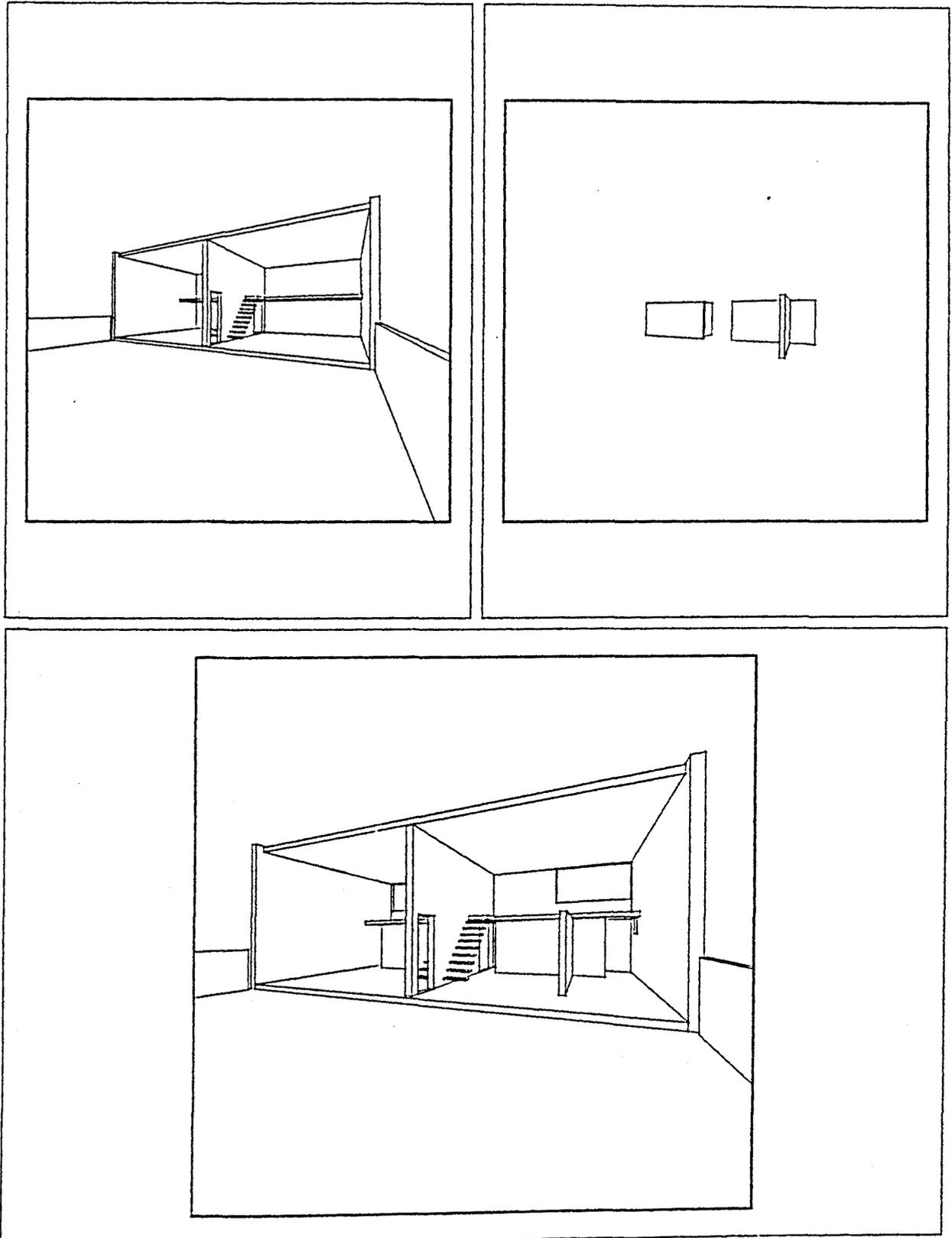


Figura II.IV.2.4

Parte II Capítulo IV

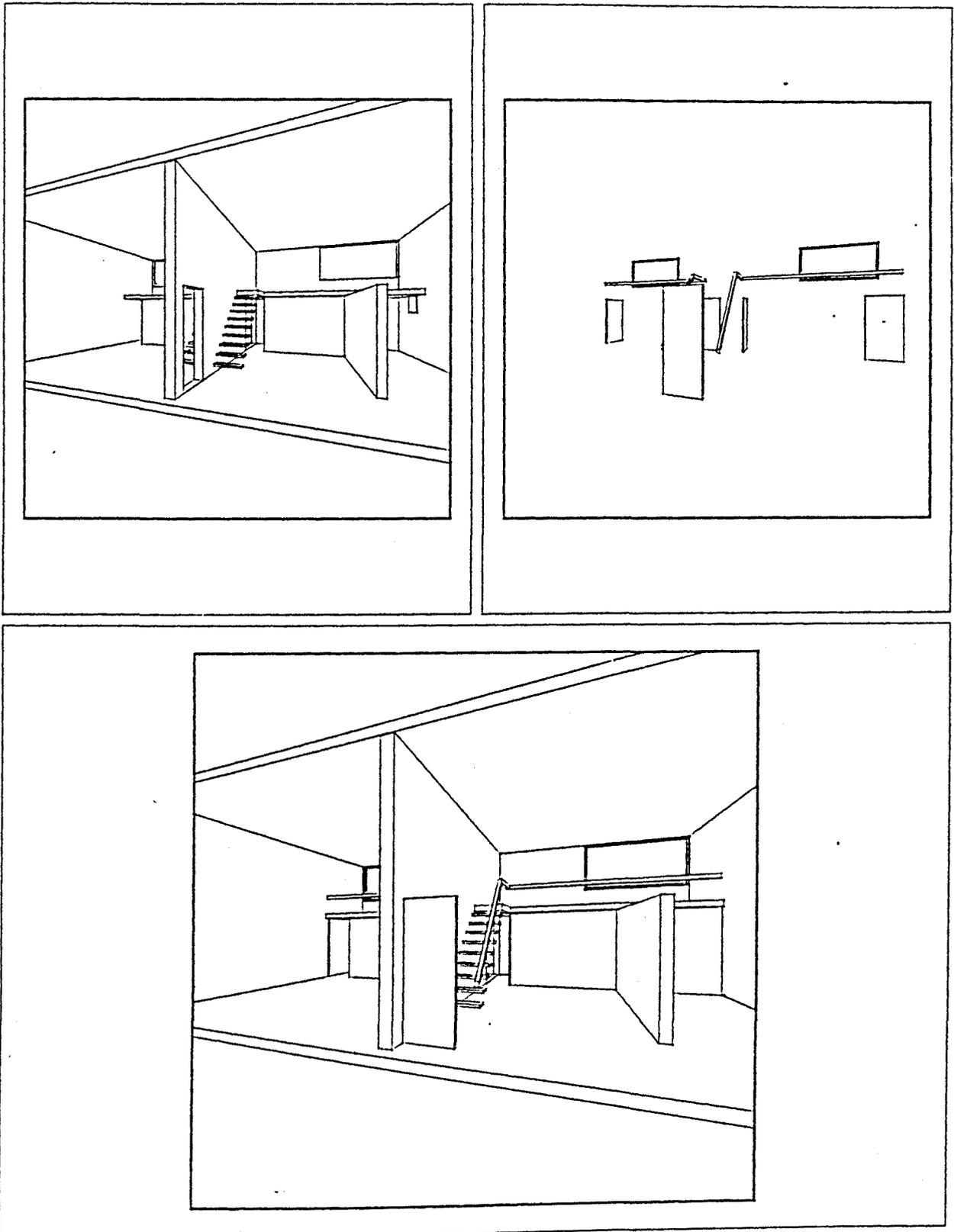


Figura II.IV.2.5

Parte II Capítulo IV

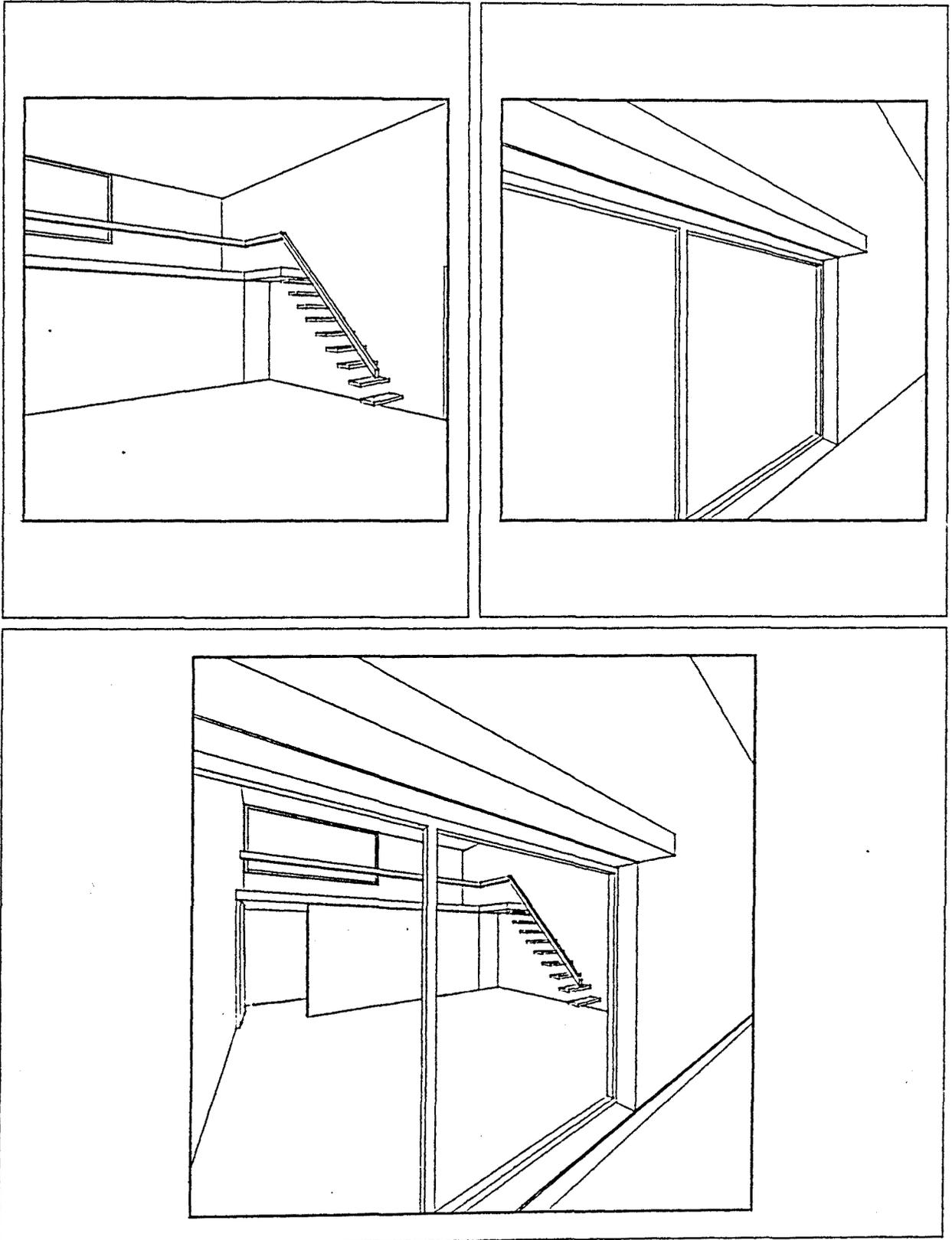


Figura II.IV.2.6

Parte II Capítulo IV

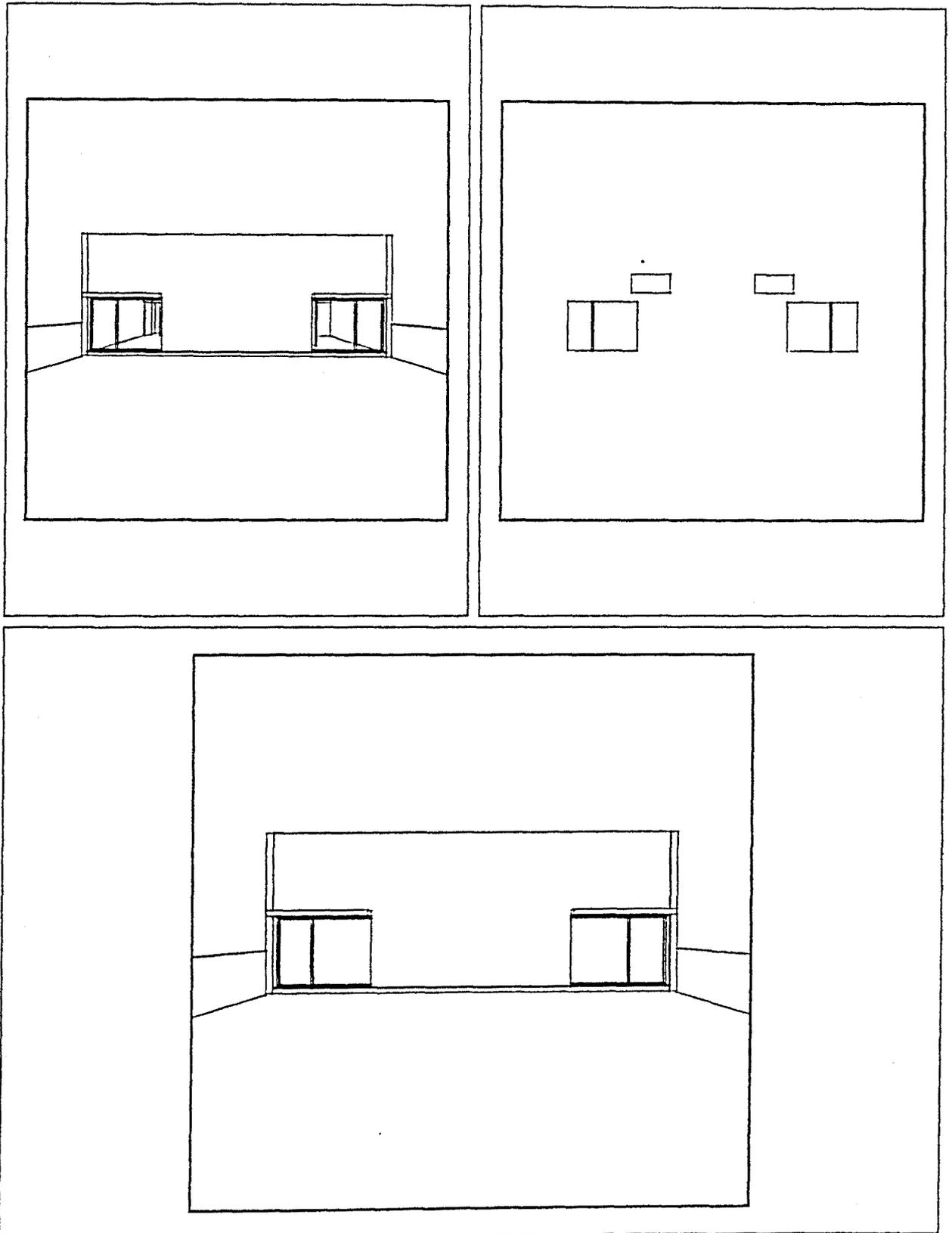


Figura II.IV.2.7

## Parte II Capítulo IV

Una vez generado el Objeto, iniciamos la exploración visual del edificio con una isometría del mismo (figura 2.8), como percepción del tema en su globalidad sin vinculación a un observador real. En las figuras siguientes situamos el punto de vista de forma que las representaciones reflejen la visión de un observador real que, recorriendo un cierto itinerario, se acerque al edificio y penetre en su interior. La figura 2.9 corresponde a la aproximación al tema desde la calle, penetrando a continuación en el jardín (figura 2.10) en dirección a una de las entradas del edificio, situándonos frente a dicha entrada (figura 2.11) podemos observar el interior a través de la carpintería, una vez situado el observador en el interior del edificio (figura 2.12) representamos la visión de la escalera que comunica con el nivel superior y la puerta que da acceso al otro espacio de la planta baja, avanzamos y nos situamos en dicha puerta (figura 2.13), para a continuación enfrentarnos a la escalera de acceso a la planta superior (figura 2.14) por la que ascendemos y desde lo alto contemplamos el espacio inferior (figura 2.15), desplazándonos al otro extremo de este nivel para realizar la última observación del tema (figura 2.16).

Debe señalarse aquí que los recorridos visuales realizados pretenden dar una imagen clara de los resultados de la utilización del sistema, y no es su intención, porque en absoluto es ese el propósito de este trabajo, realizar un análisis espacial, ni de ningún otro tipo, del edificio como tal, aunque indudablemente este sistema sea una herramienta extraordinariamente útil en tales tareas.

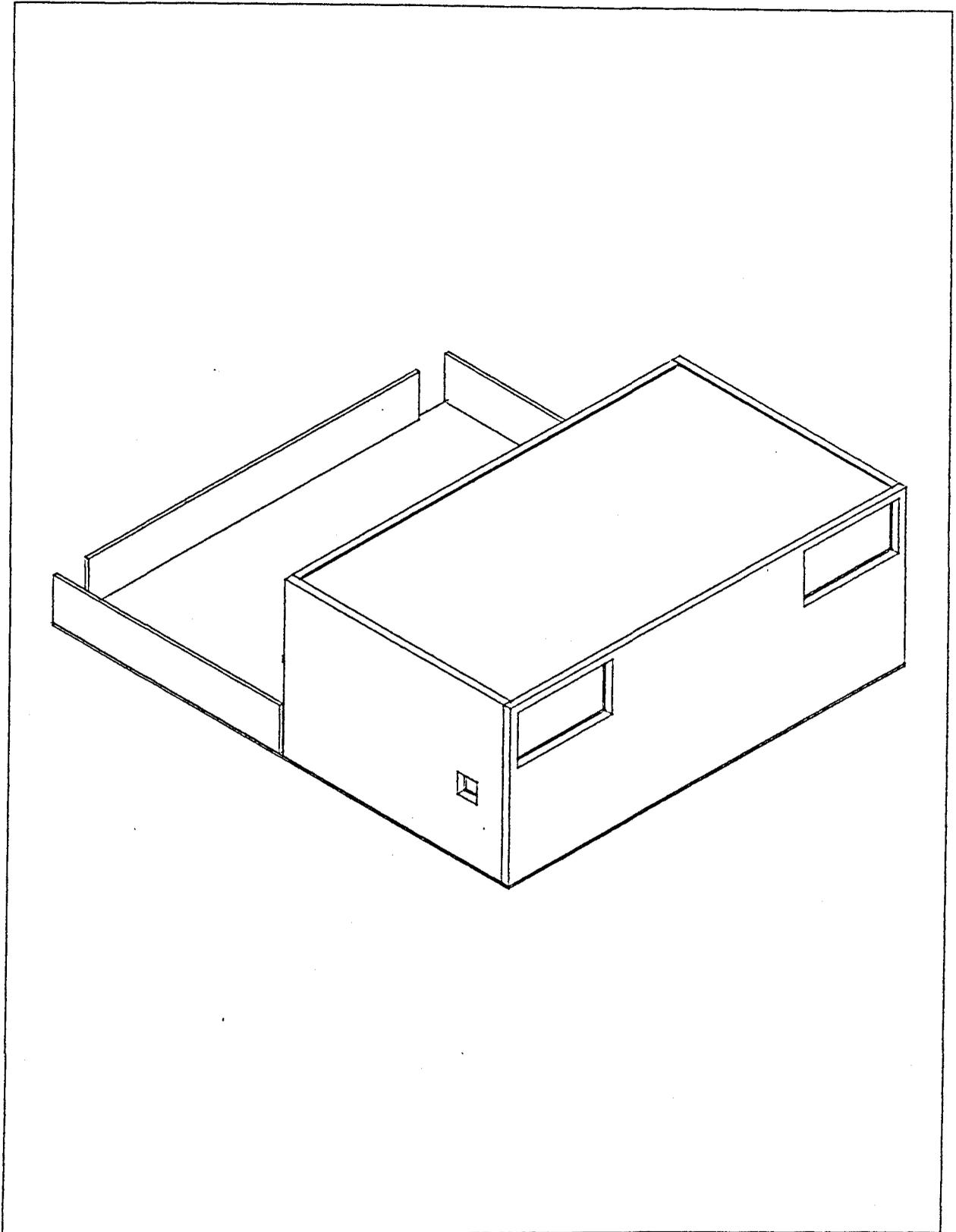


Figura II.IV.2.B

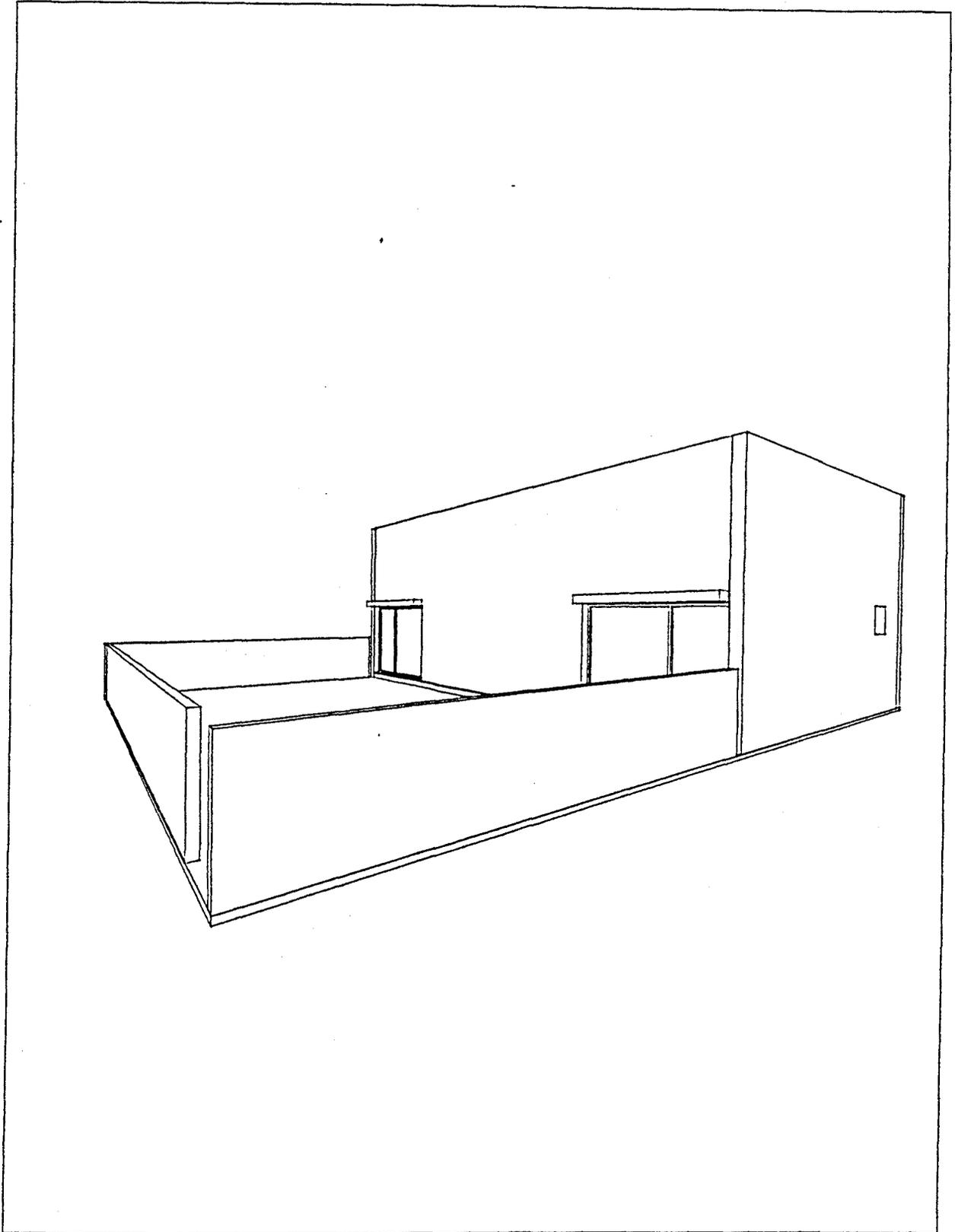


Figura II.IV.2.9

Parte II Capítulo IV

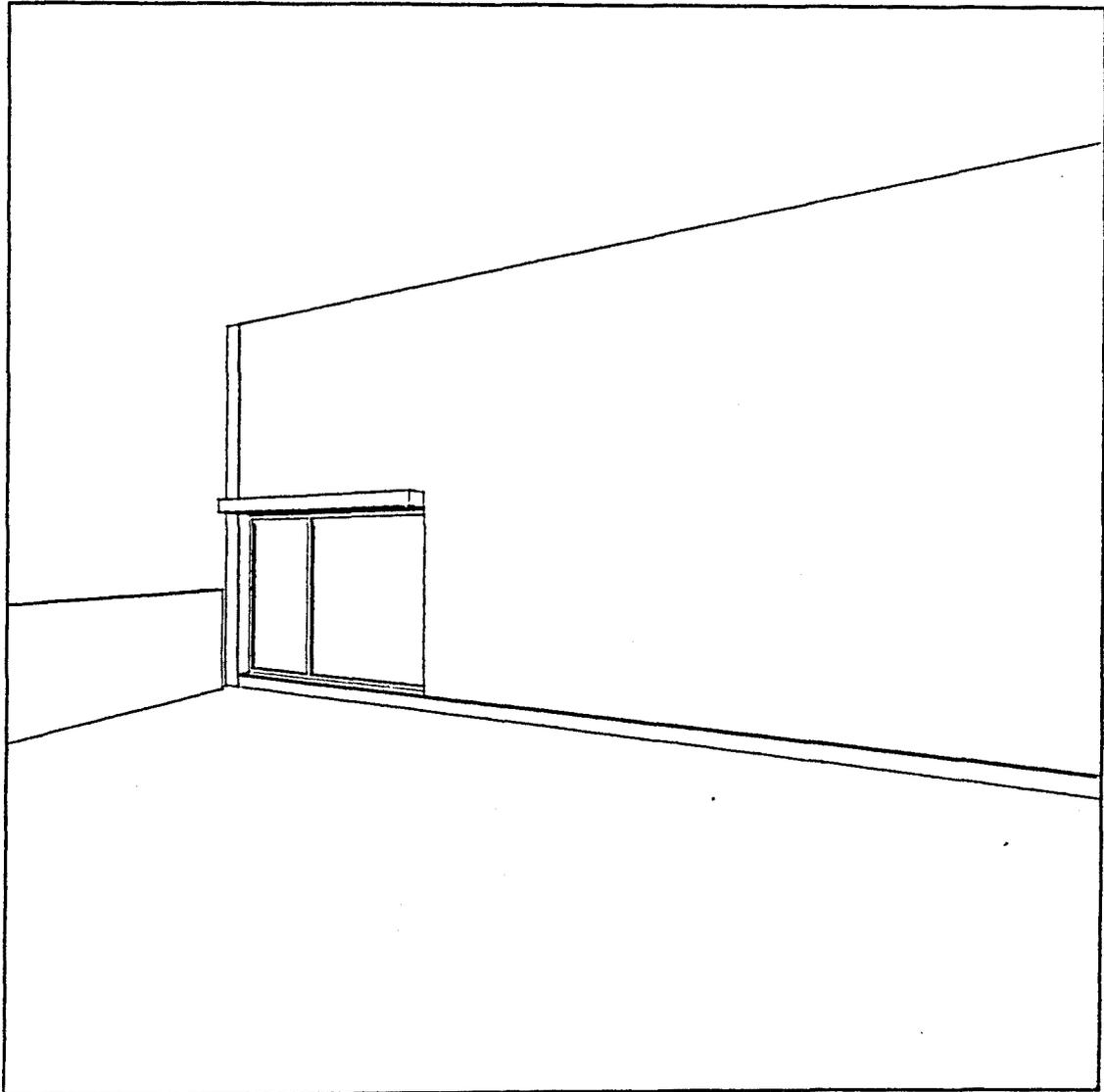


Figura II.IV.2.10

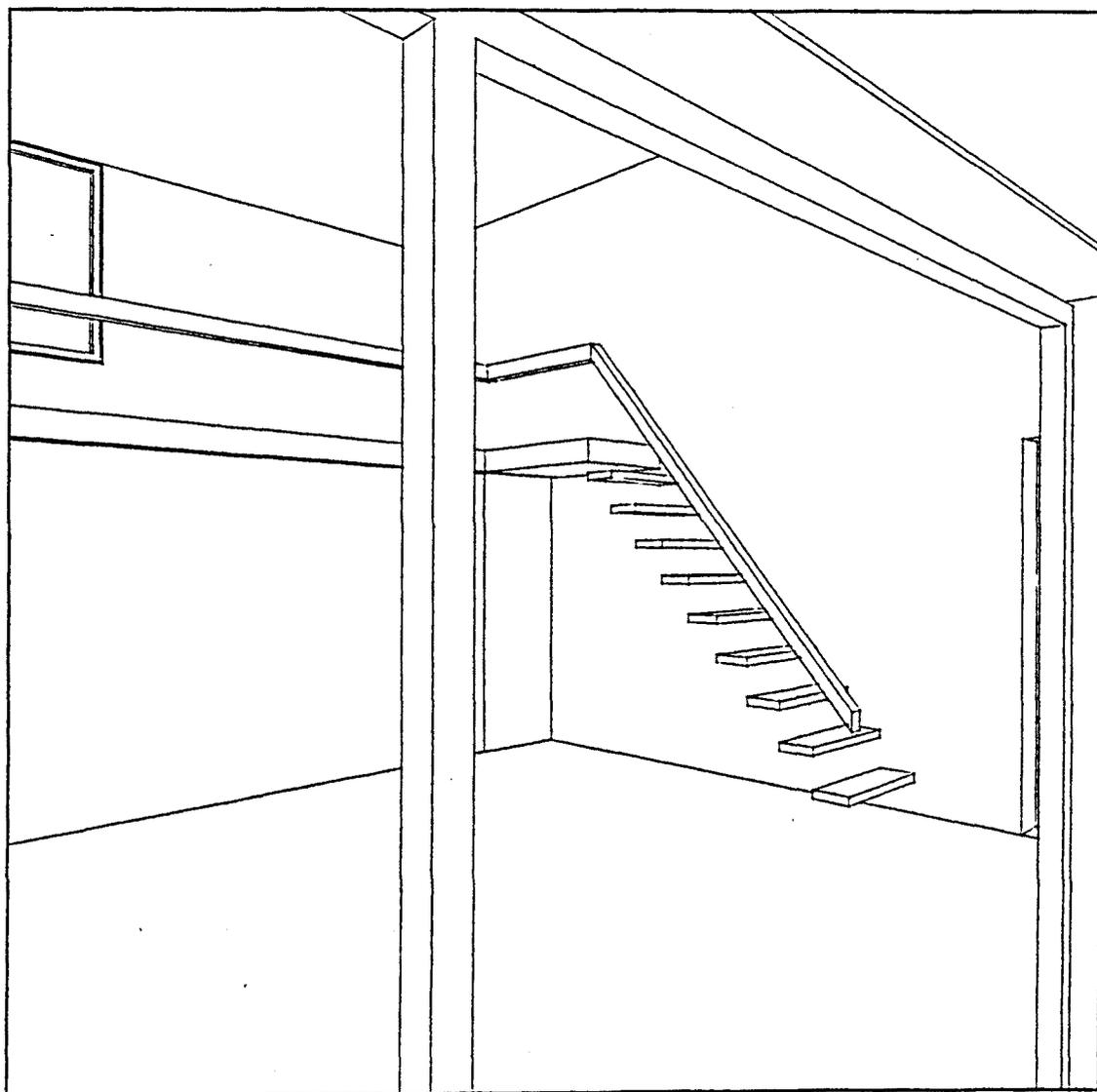


Figura II.IV.2.11

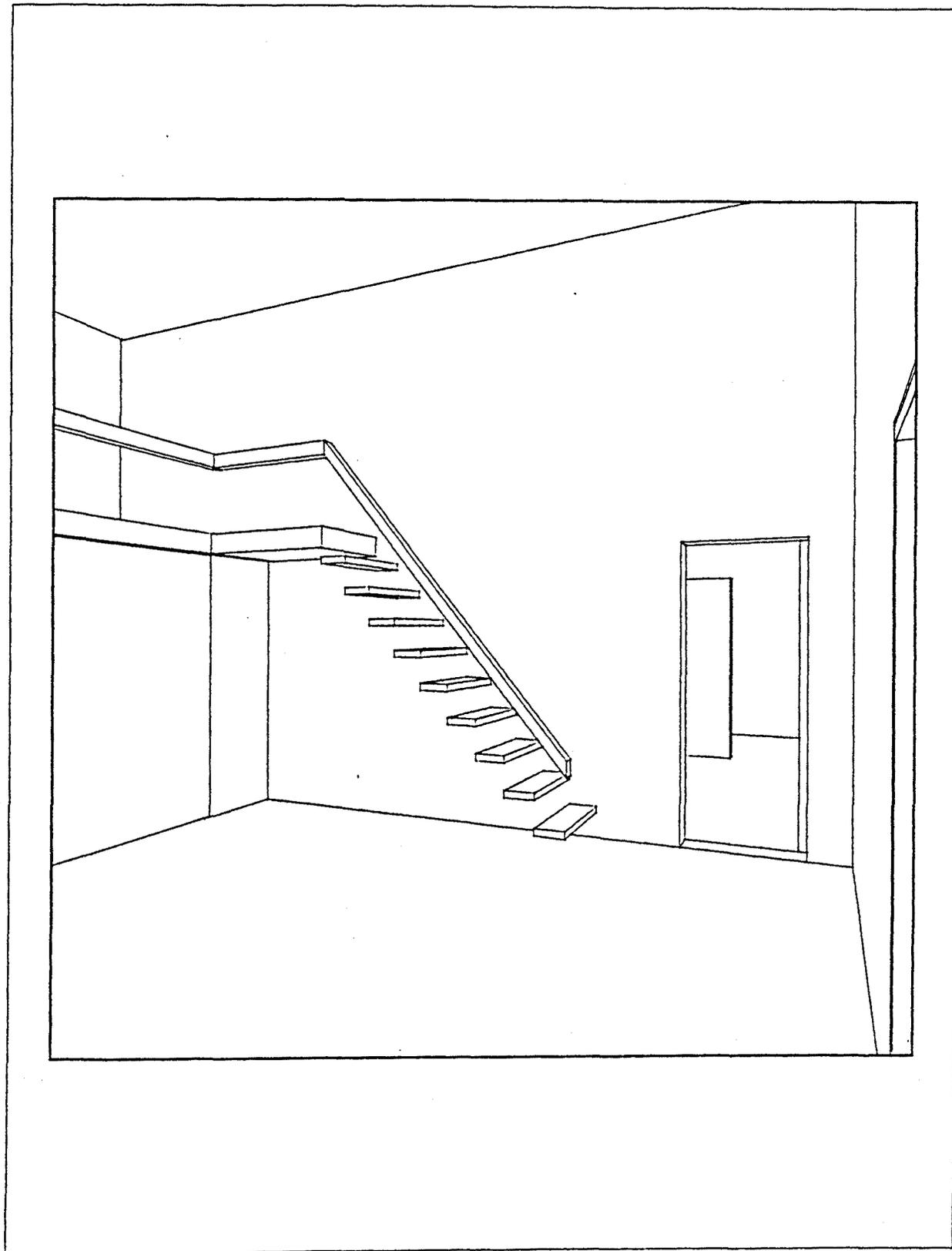


Figura II.IV.2.12

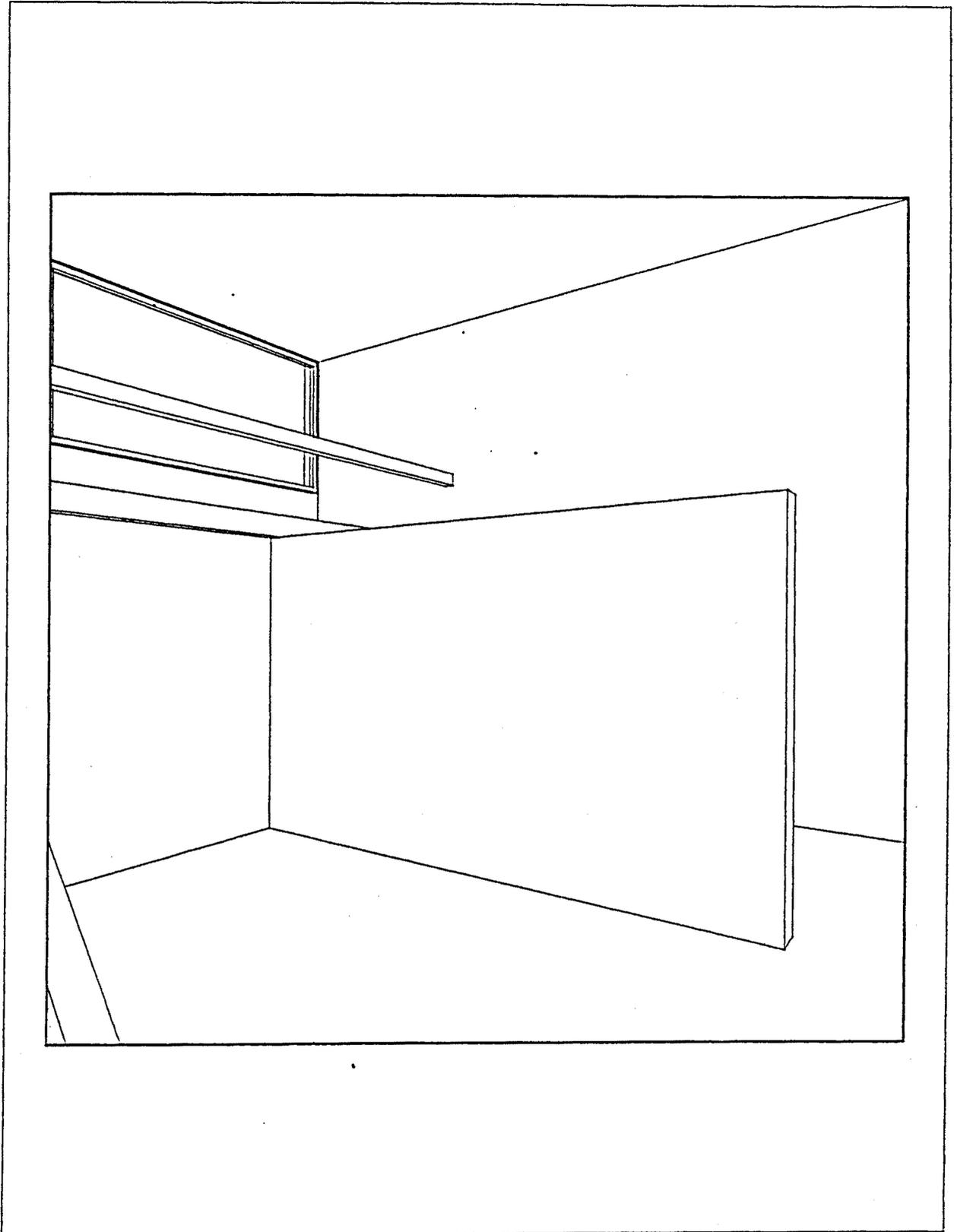


Figura II.IV.2.13

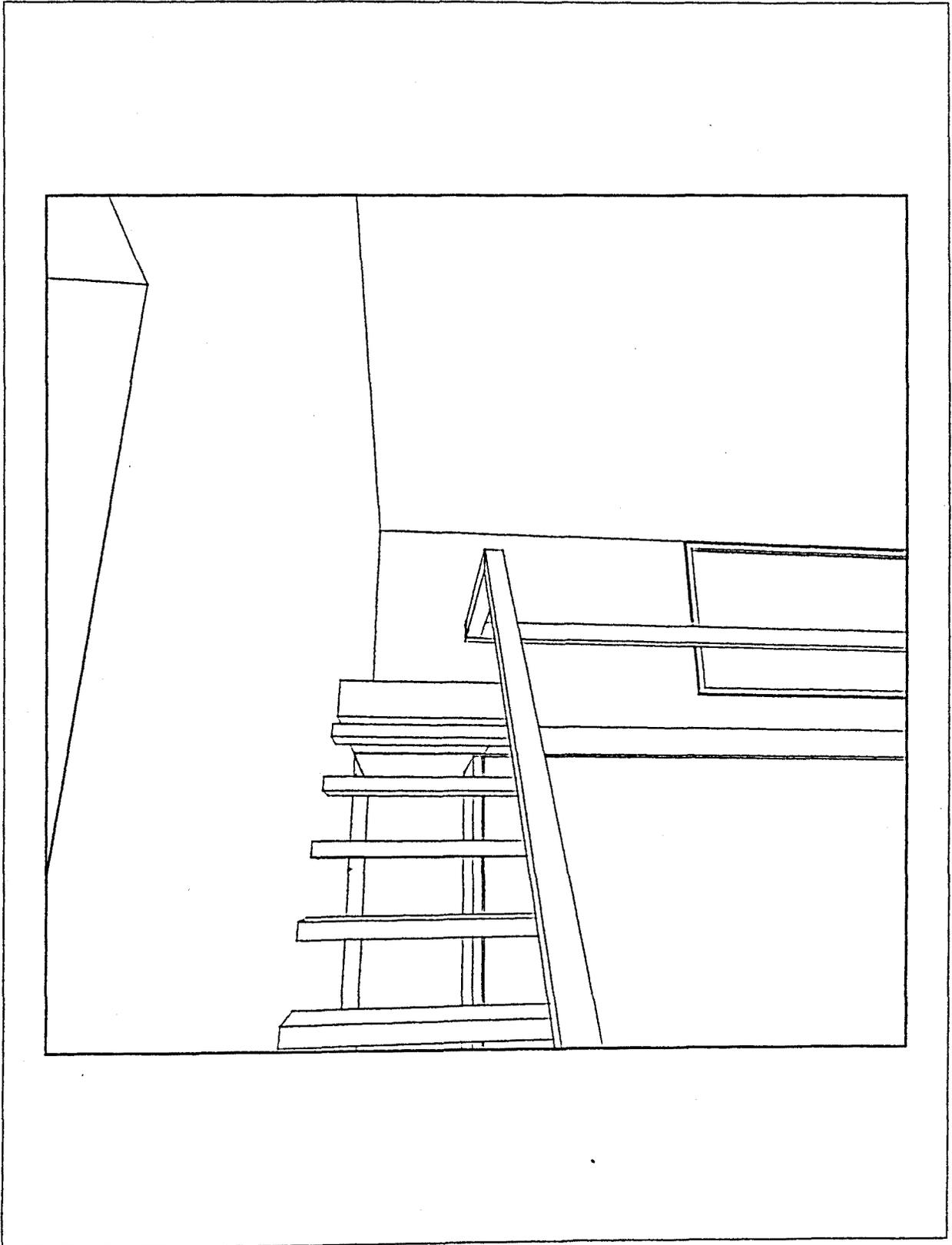


Figura II.IV.2.14

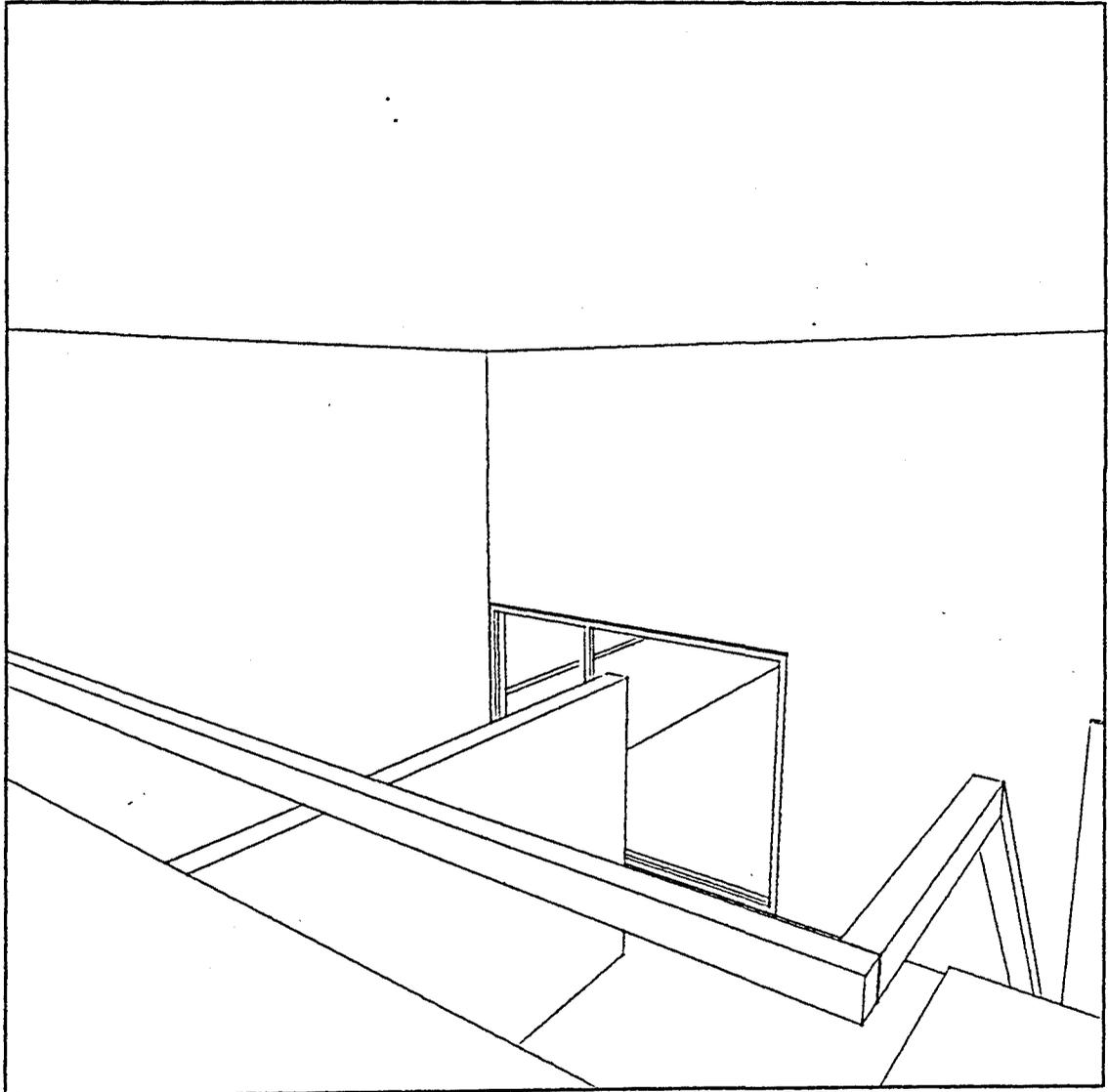


Figura II.IV.2.15

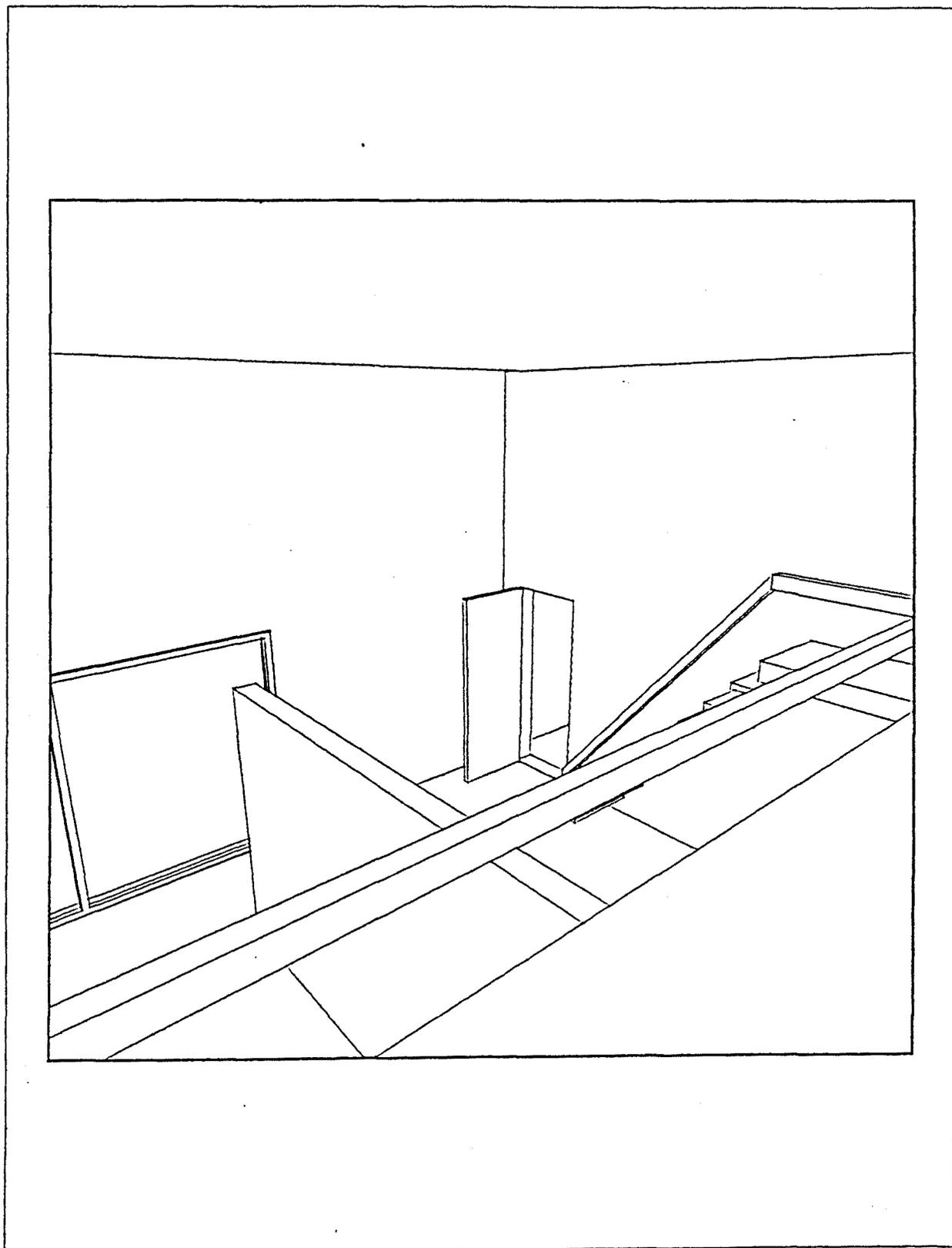


Figura II.IV.2.16

3. Segundo ejemplo.

Analizaremos ahora un ejemplo basado en la idea para el edificio de comedores de la Biblioteca de Exeter de Louis I. Kahn. Aparece una fotografía de la maqueta de este tema en el libro publicado por la Editorial A + U Publishing Co. en 1979 titulado Louis I. Kahn - Silence and Light. Dicha fotografía se encuentra en la página 118 del tomo II, habiendo sido preciso realizar un esfuerzo deductivo para la determinación de los datos necesarios, al no disponer de una información más completa, ya que las plantas encontradas en otras publicaciones no coinciden con los volúmenes apreciados en la fotografía de la maqueta, por no haberse realizado el edificio de acuerdo con ésta, estando basado el trabajo en la reproducción de la maqueta.

La característica del sistema que se desea resaltar con este ejemplo consiste en la posibilidad de generar una serie de Piezas para usarlas repetidamente en la configuración del Objeto mediante su ubicación en distintos lugares, es asimismo destacable en este tema la utilización del sistema para la construcción de lo que denominamos "maquetas visuales", al tratar solamente la volumetría exterior del Objeto para conocer el efecto de su percepción desde distintos lugares en torno a él, de forma en cierto modo paralela a la utilización de la mayoría de las maquetas utilizadas en arquitectura.

En las figuras 3.1 y 3.2 se representan en formato pequeño, ocupando una página con cuatro dibujos, las isometrías de las distintas Piezas que son significativas en la generación del tema, estando situadas en el mismo orden en que serán incorporadas al mismo en el transcurso de su construcción.

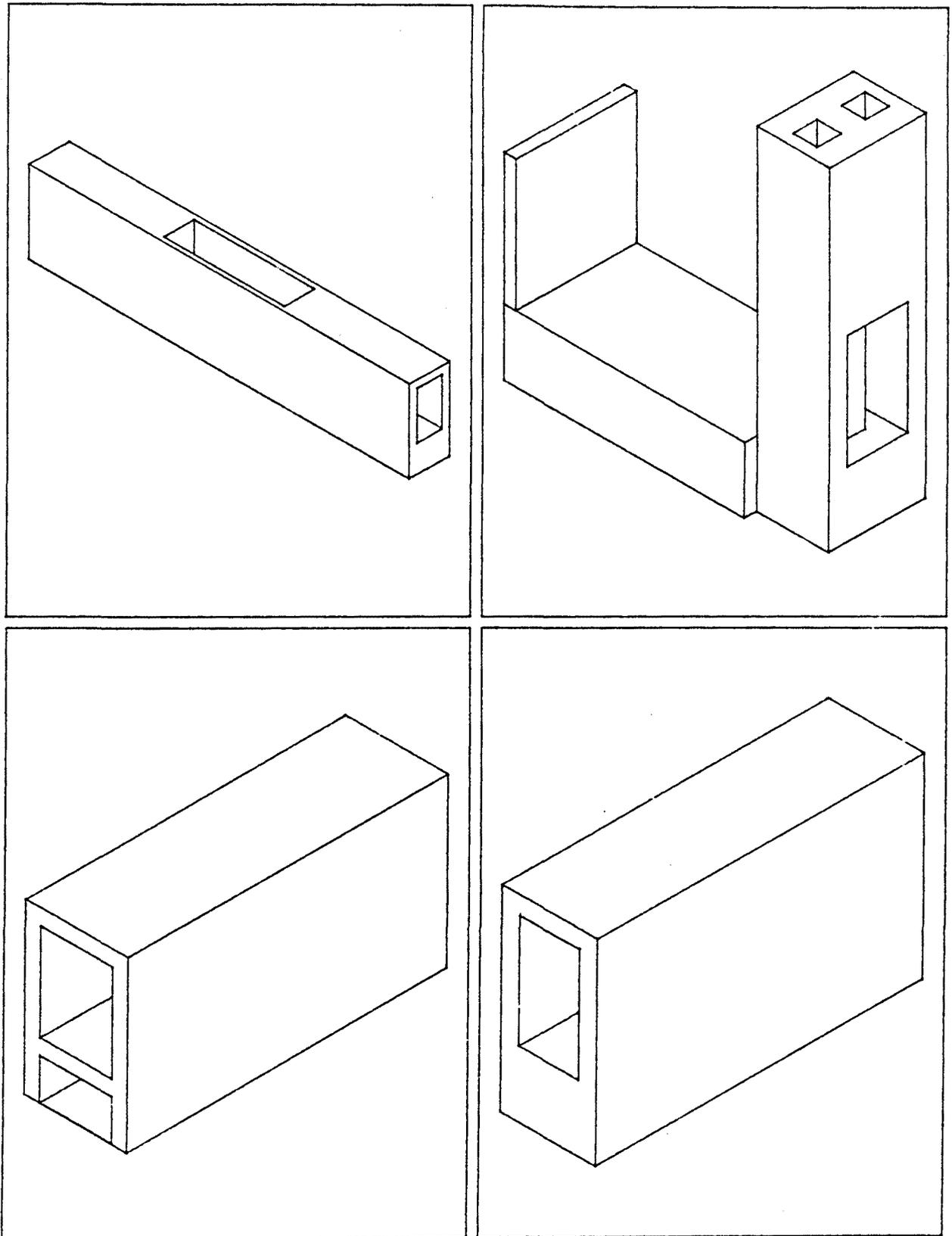


Figura II.IV.3.1

Parte II Capítulo IV

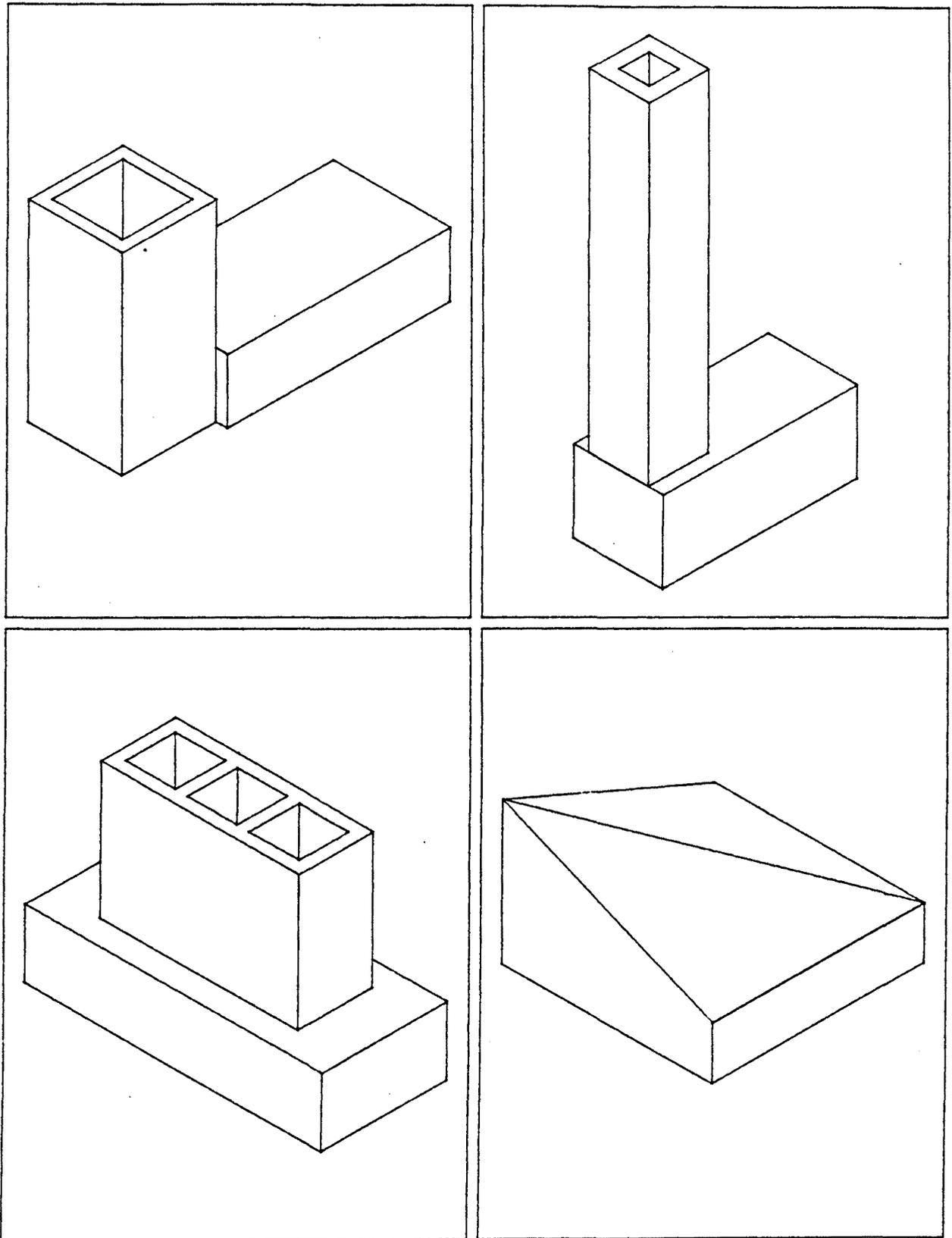


Figura II.IV.3.2

## Parte II Capítulo IV

A continuación se parte de la configuración del terreno en que se situa el edificio y se van ubicando ordenadamente las distintas Piezas, pudiendose observar el efecto de esta incorporación progresiva, como si de jugar con piezas de un juego de construcción se tratara. En las figuras 3.3 a 3.7 se puede seguir este proceso en dibujos que ocupan media página cada uno, reflejandose en los mismos el efecto de sumar cada vez al conjunto una de las Piezas, todas las veces que es preciso. En las figuras 3.8 y 3.9 se muestran dos isometrías, realizadas con distinta dirección de proyección, del conjunto completo para apreciar el resultado.

Se ha utilizado, hasta el momento, la isometría para la representación como forma de abstraer la visualización del tema de la ubicación de un posible observador real, intentando remarcar así que el interés se centraba en el proceso de construcción del sólido, y no en la obtención de datos sobre la percepción real del edificio una vez realizado, constituyendo las figuras 3.10 a 3.17 las visiones con una situación del observador vinculada al tema, bien como caminante en torno al mismo, o en algunos casos con la capacidad de elevarse sobre él y observarlo desde la altura, con la consiguiente visualización de aspectos del mismo que solo ésta posición permite.

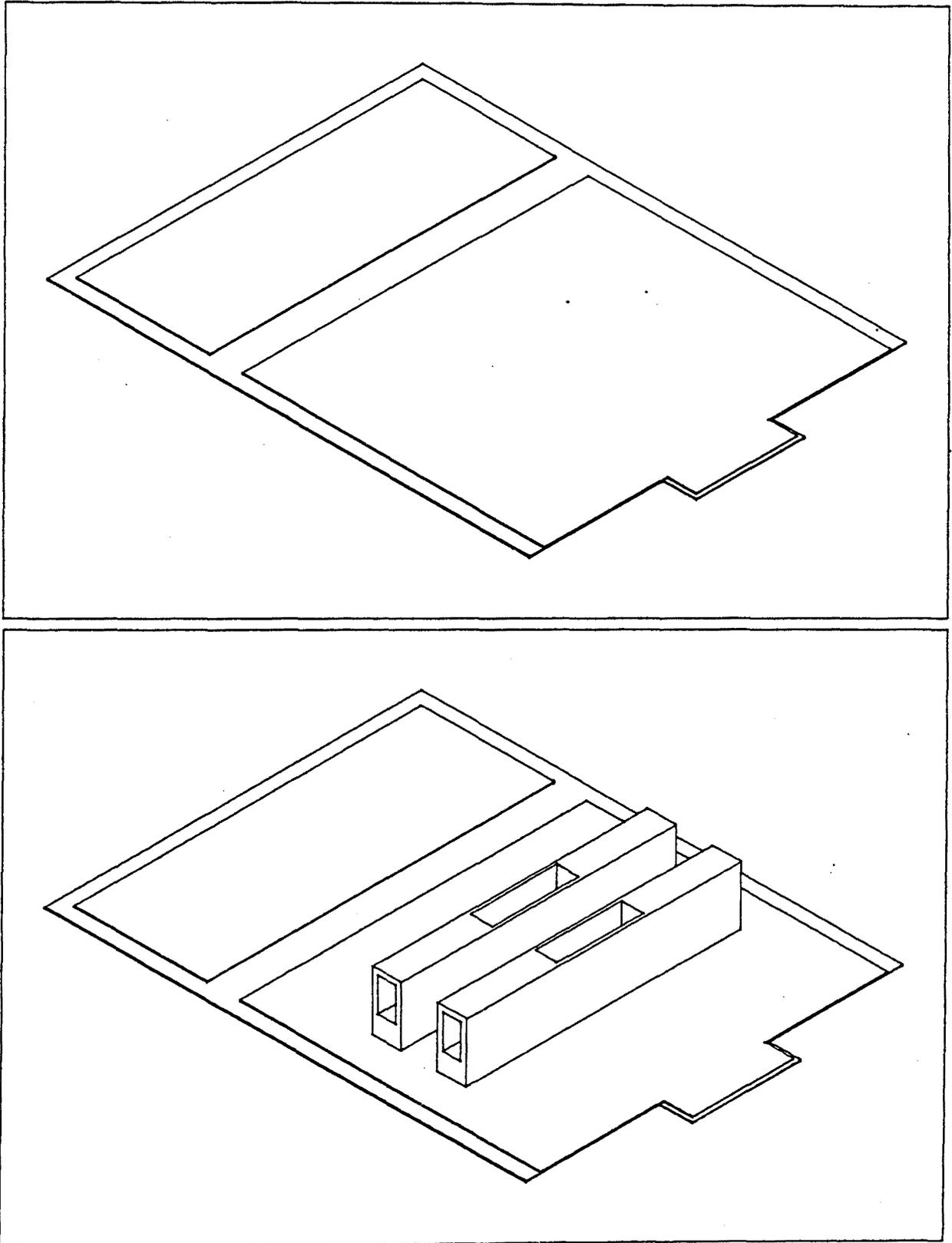


Figura II.IV.3.3

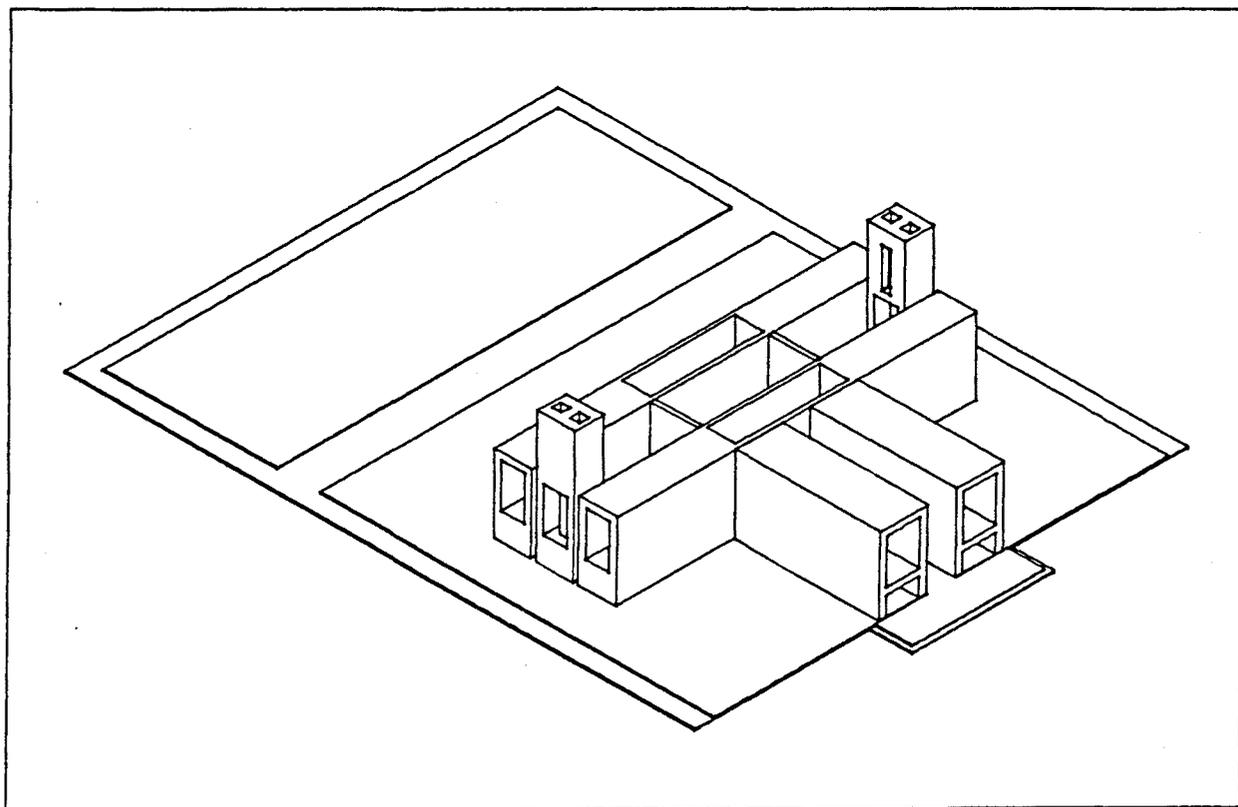
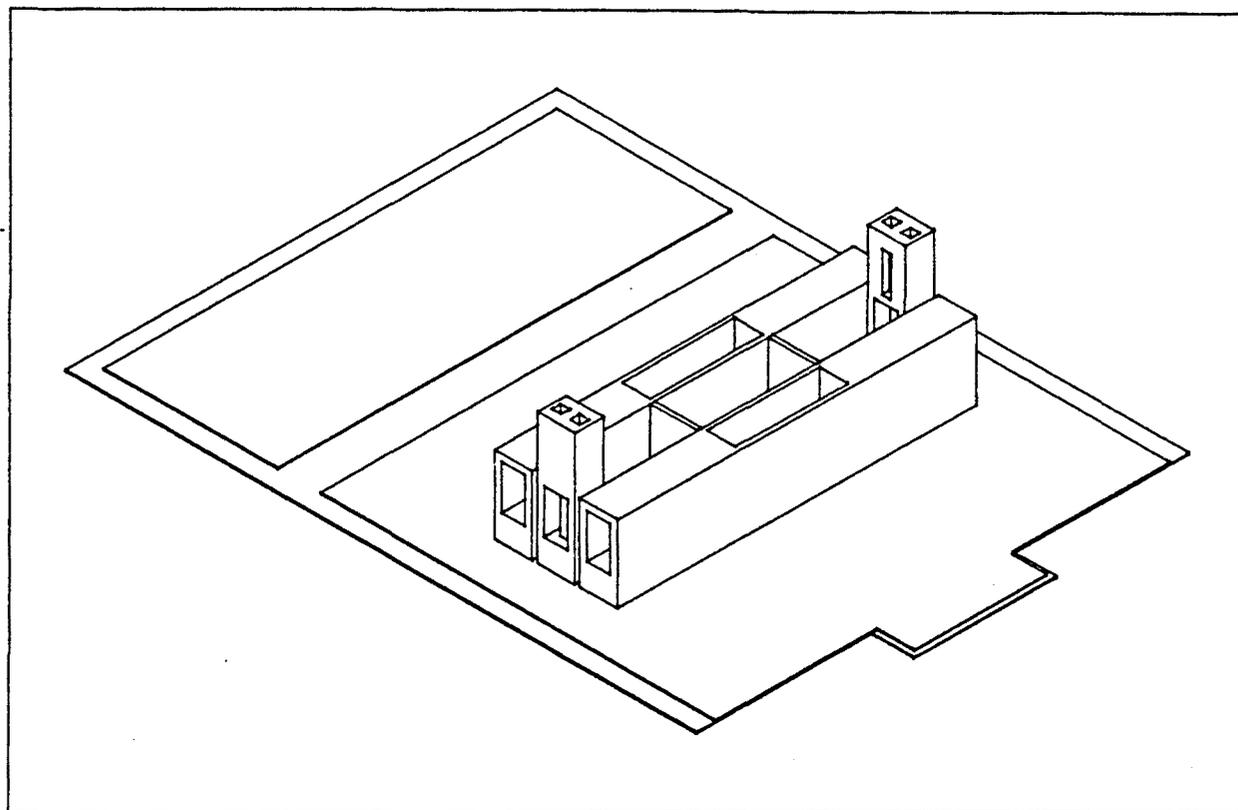


Figura II.IV.3.4

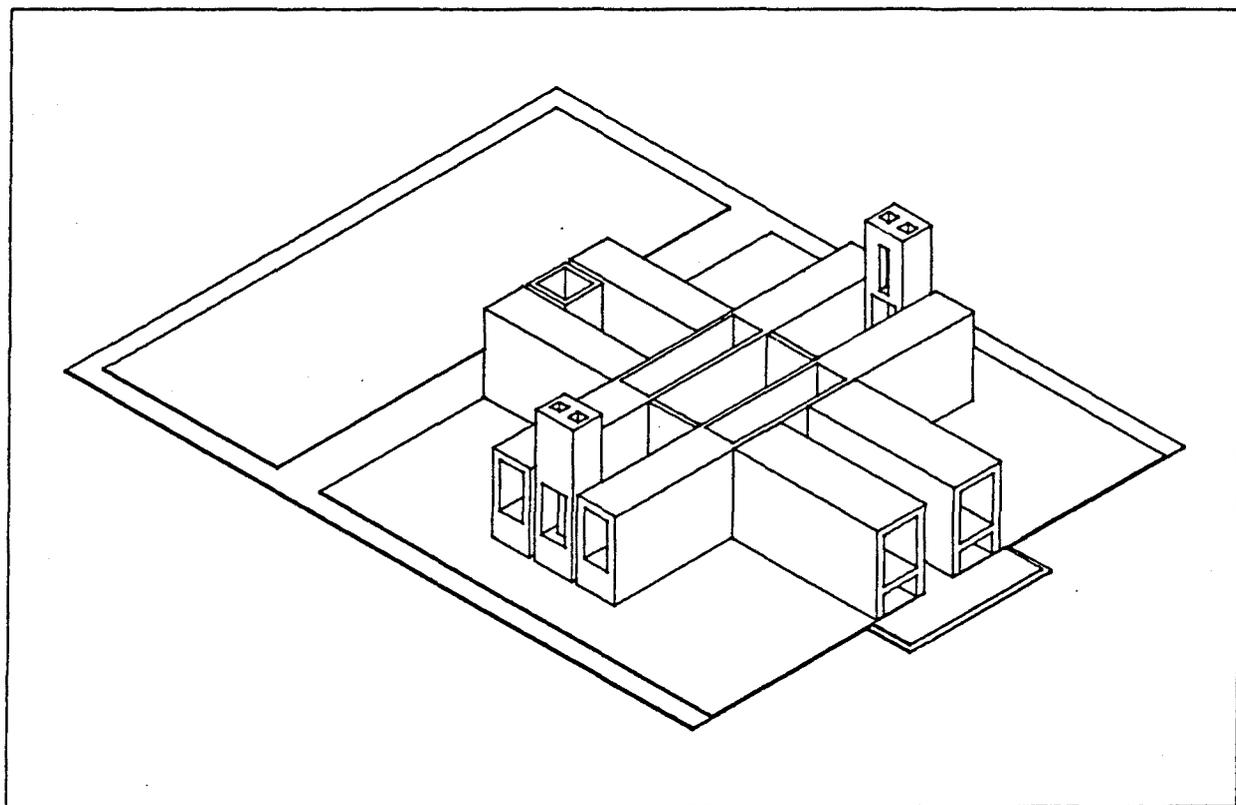
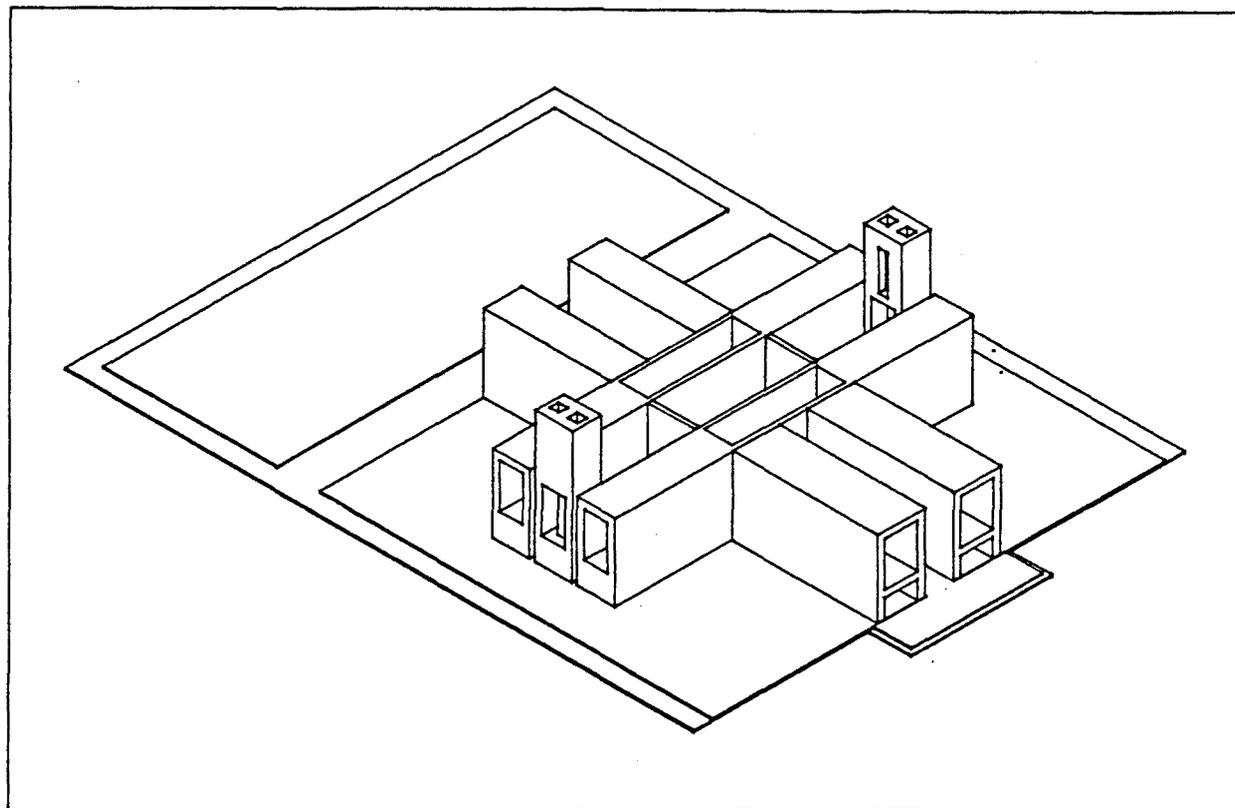


Figura II.IV.3.5

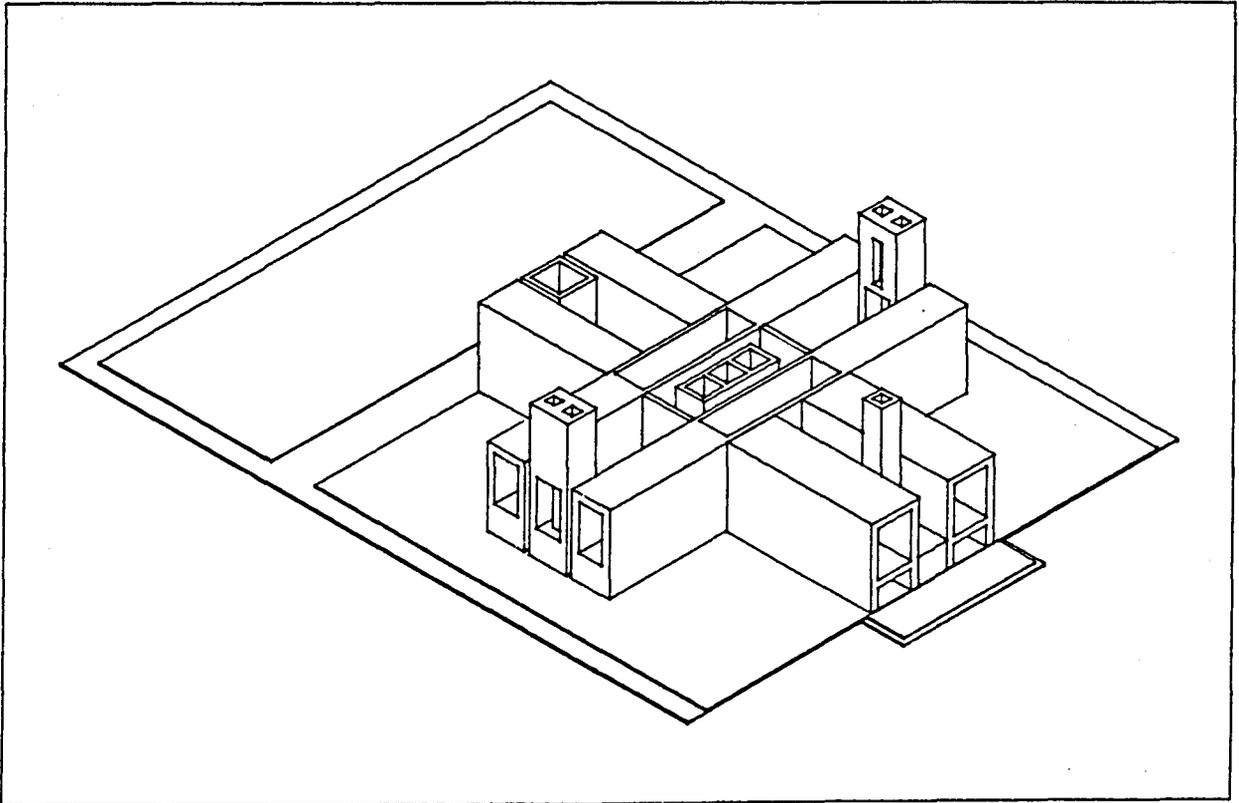
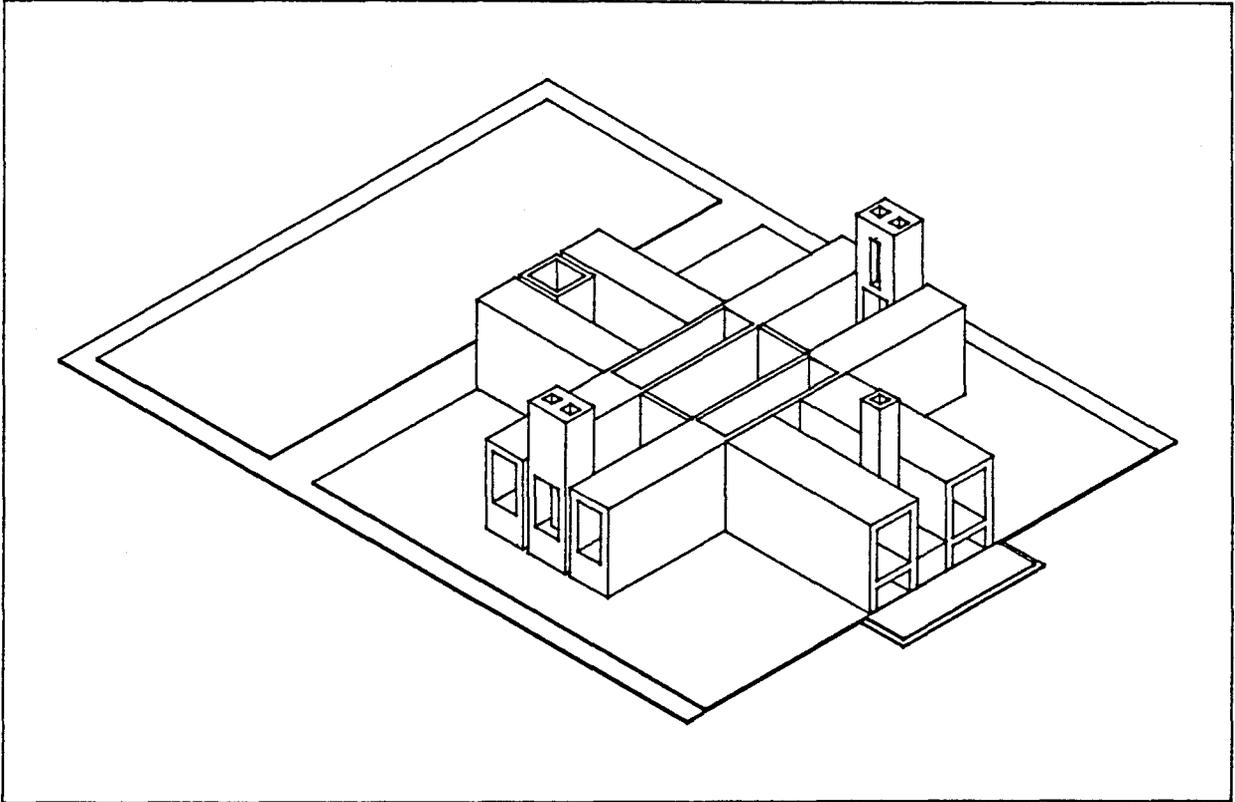


Figura II.IV.3.6

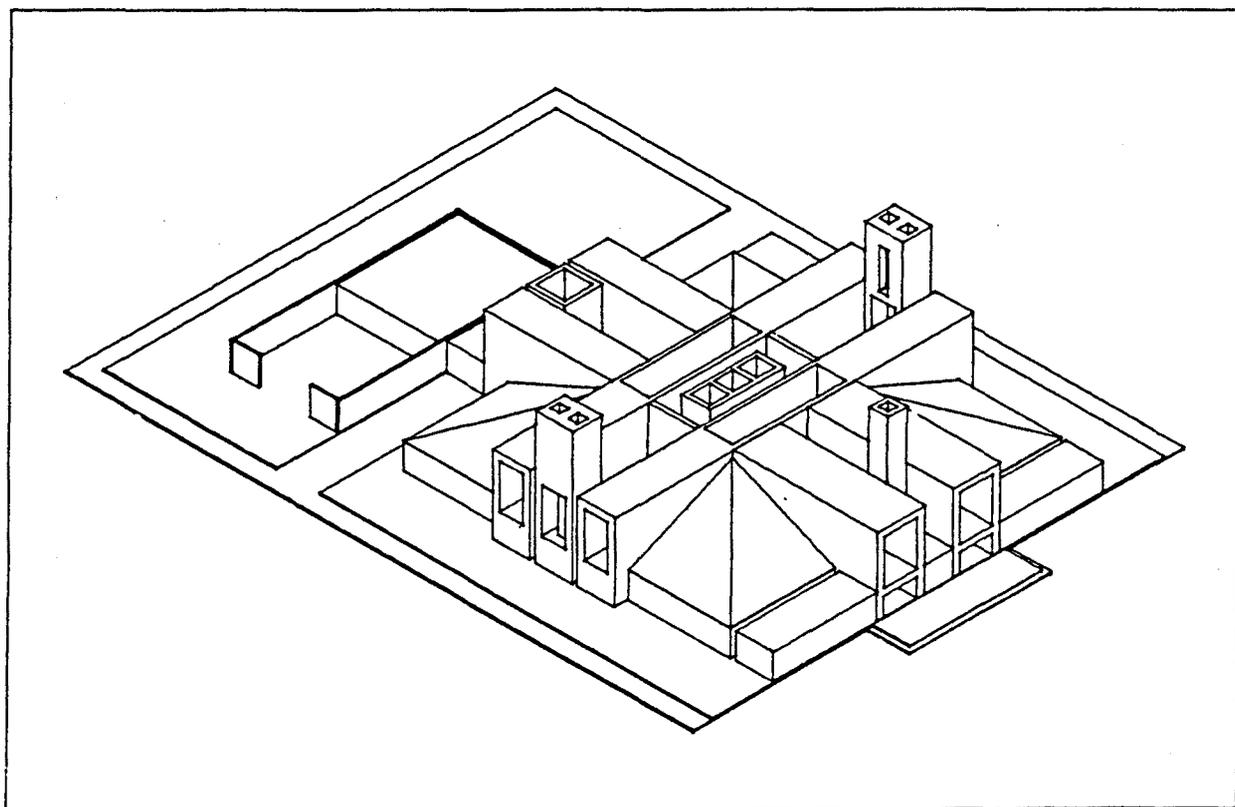
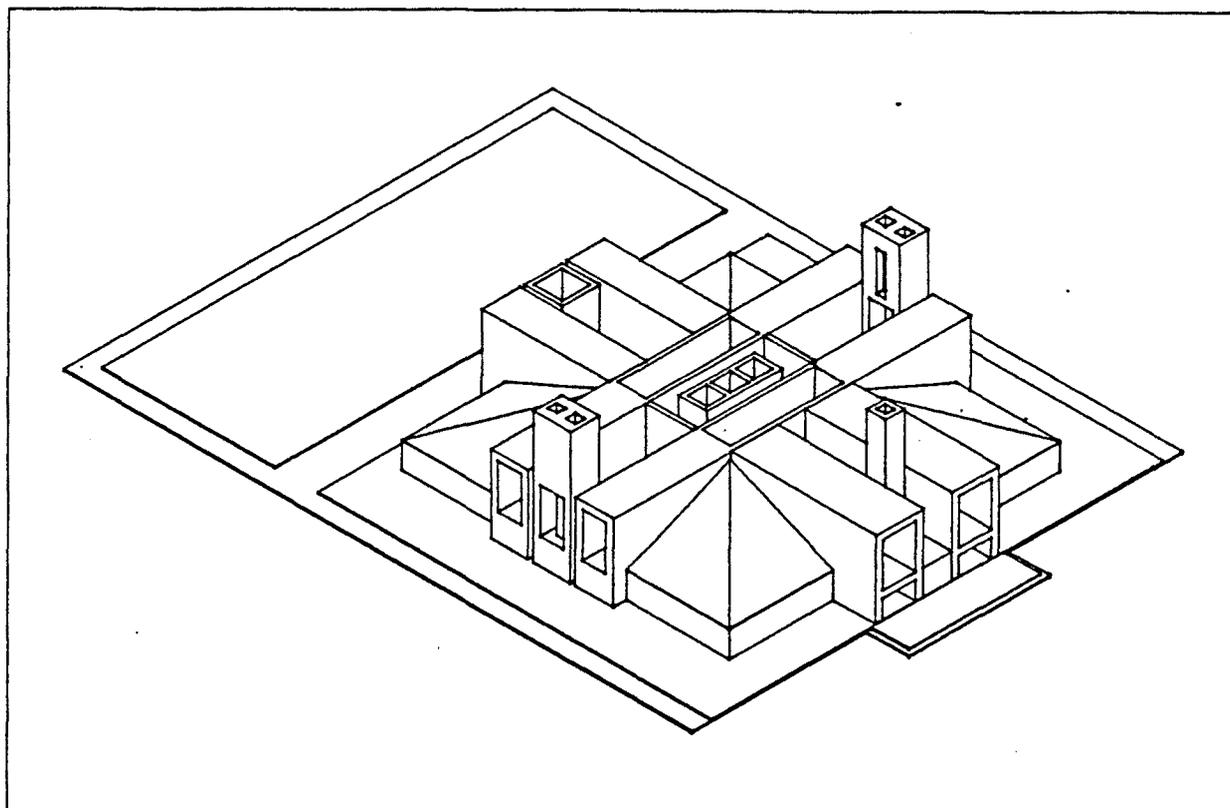


Figura II.IV.3.7

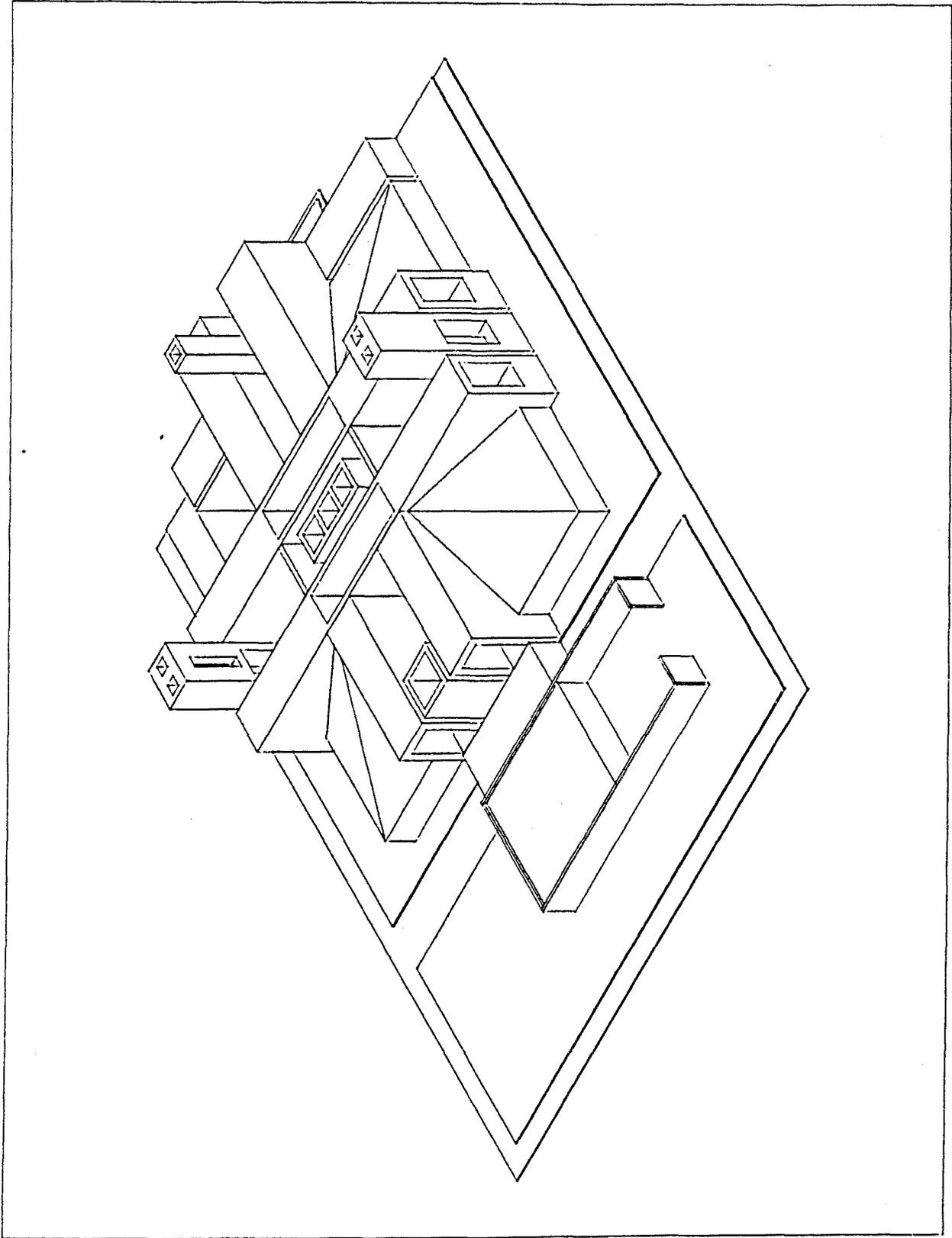


Figura II.IV.3.8

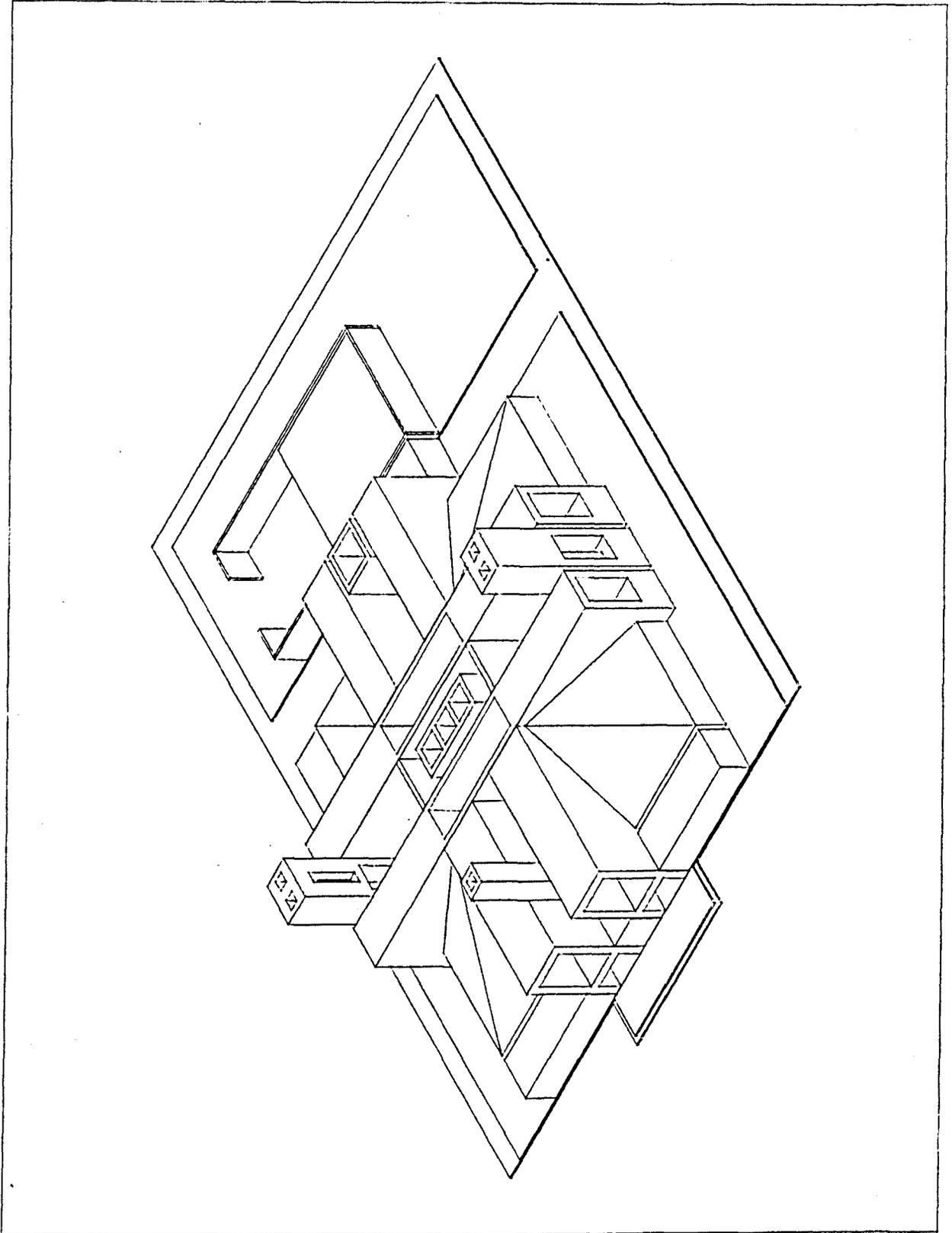


Figura II.IV.3.9

Parte II Capítulo IV

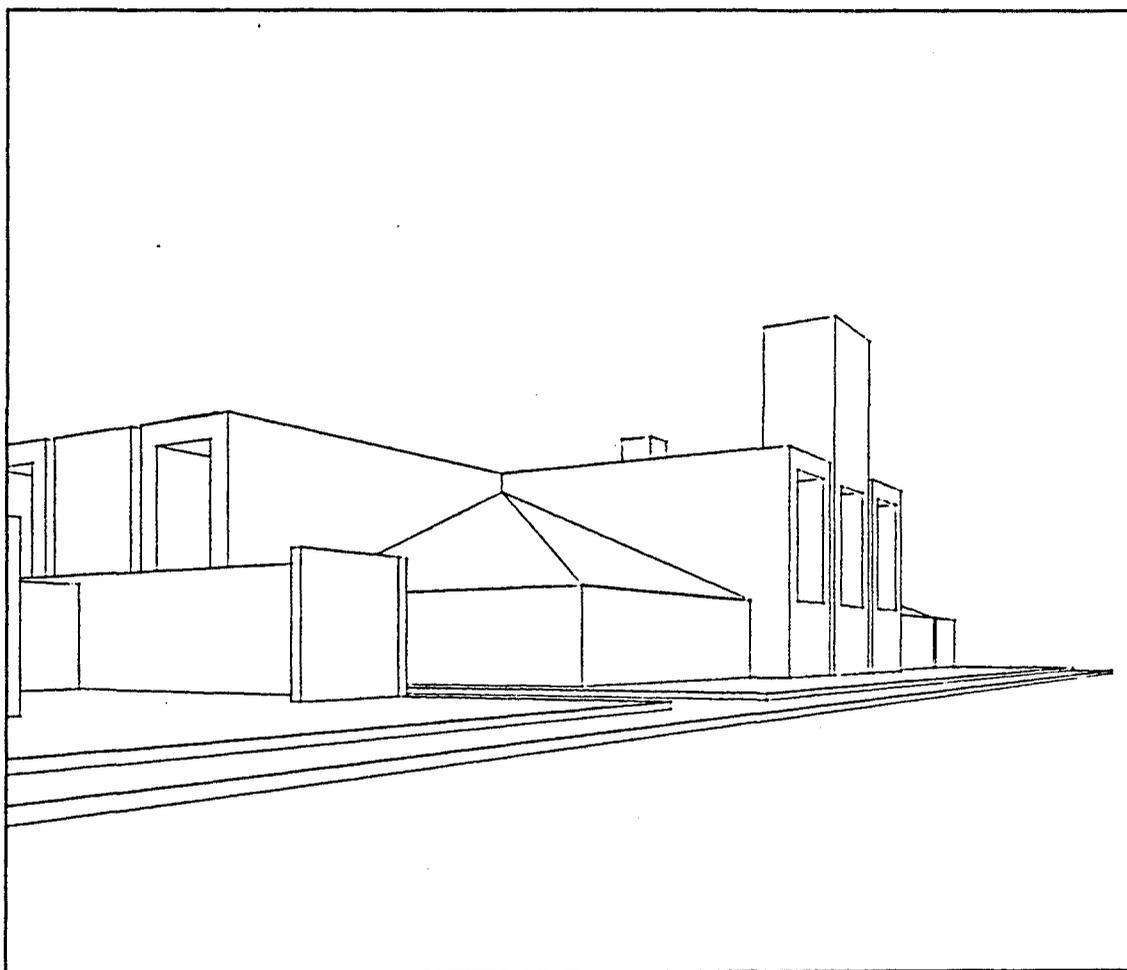


Figura II.IV.3.10

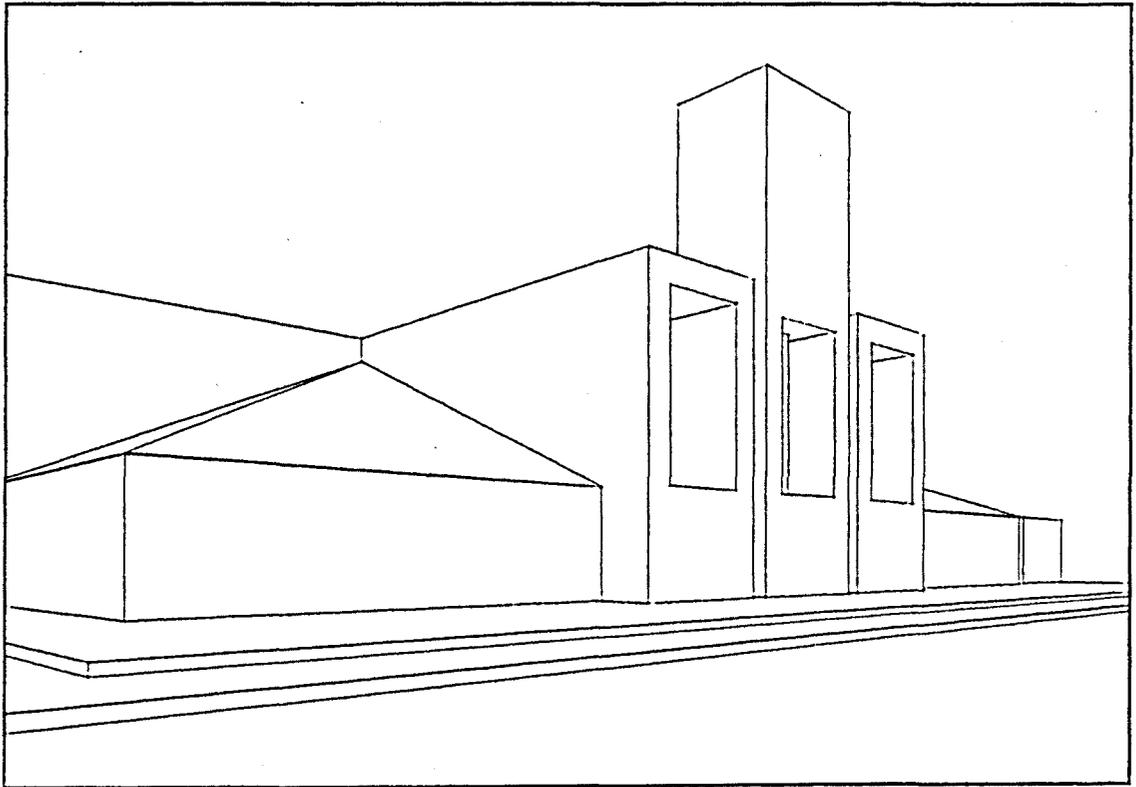


Figura II.IV.3.11

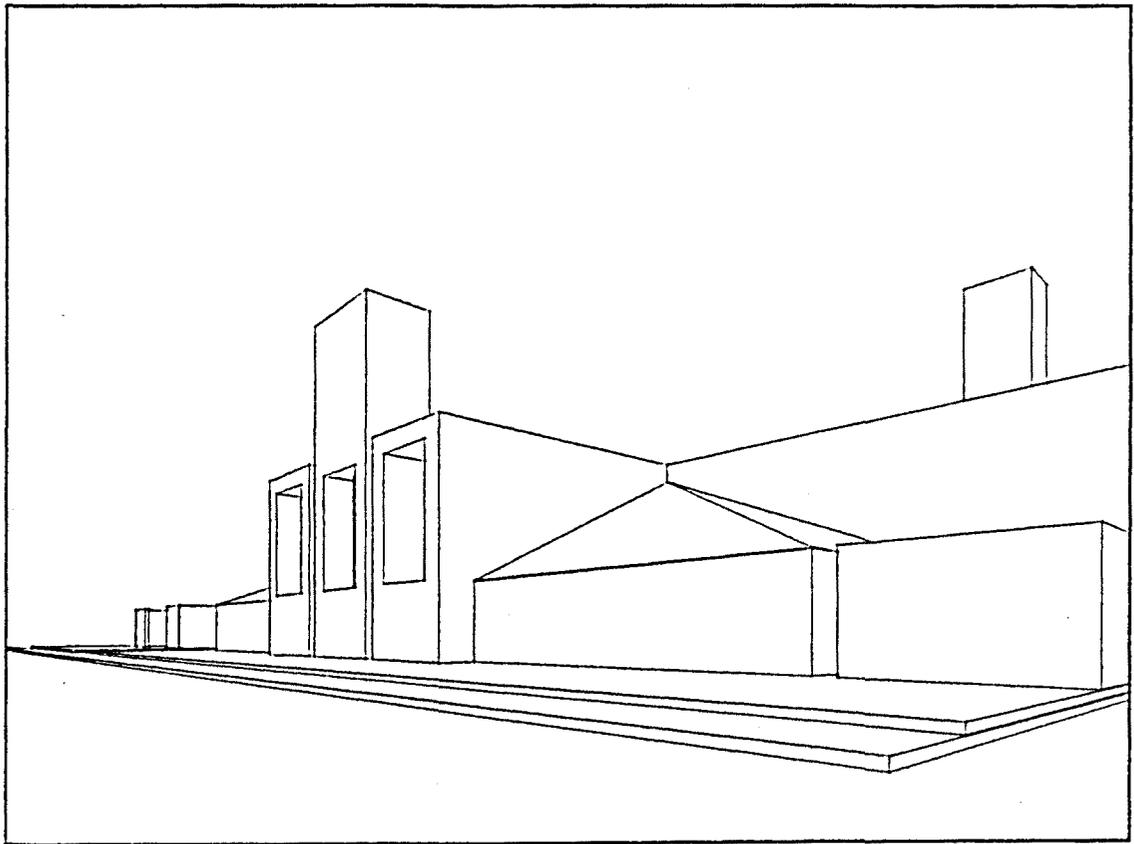


Figura II.IV.3.12

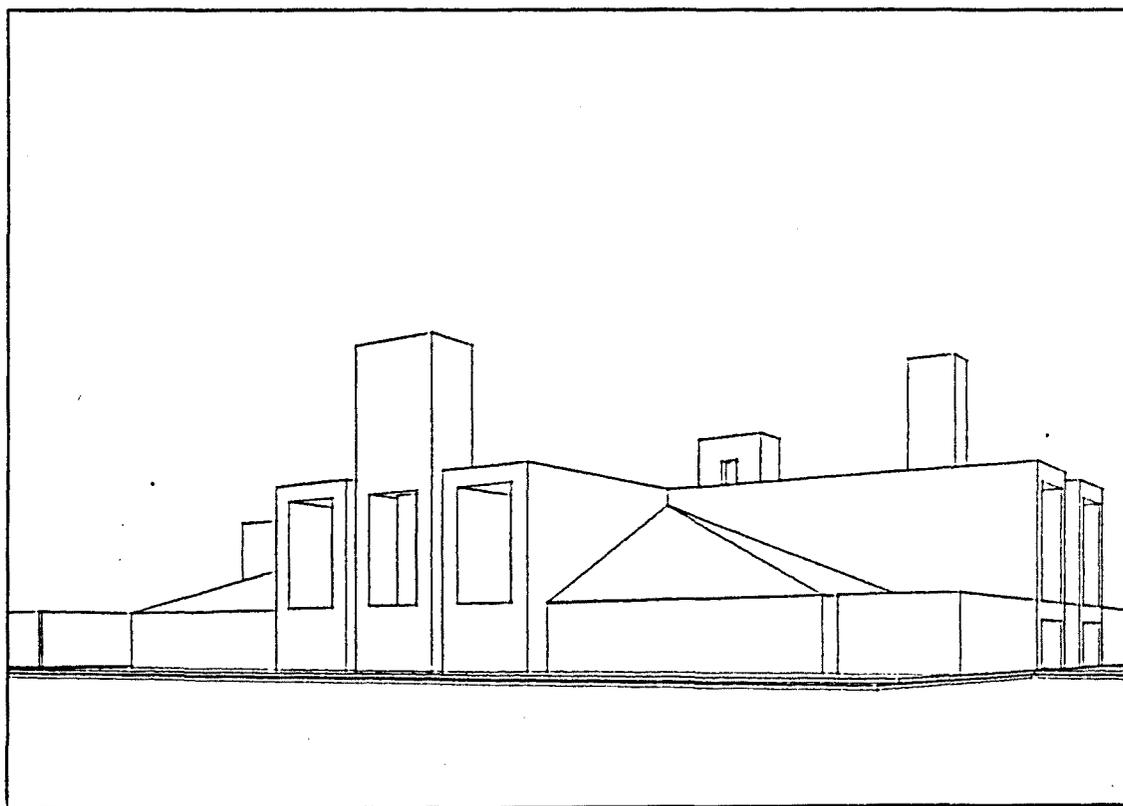


Figura II.IV.3.13

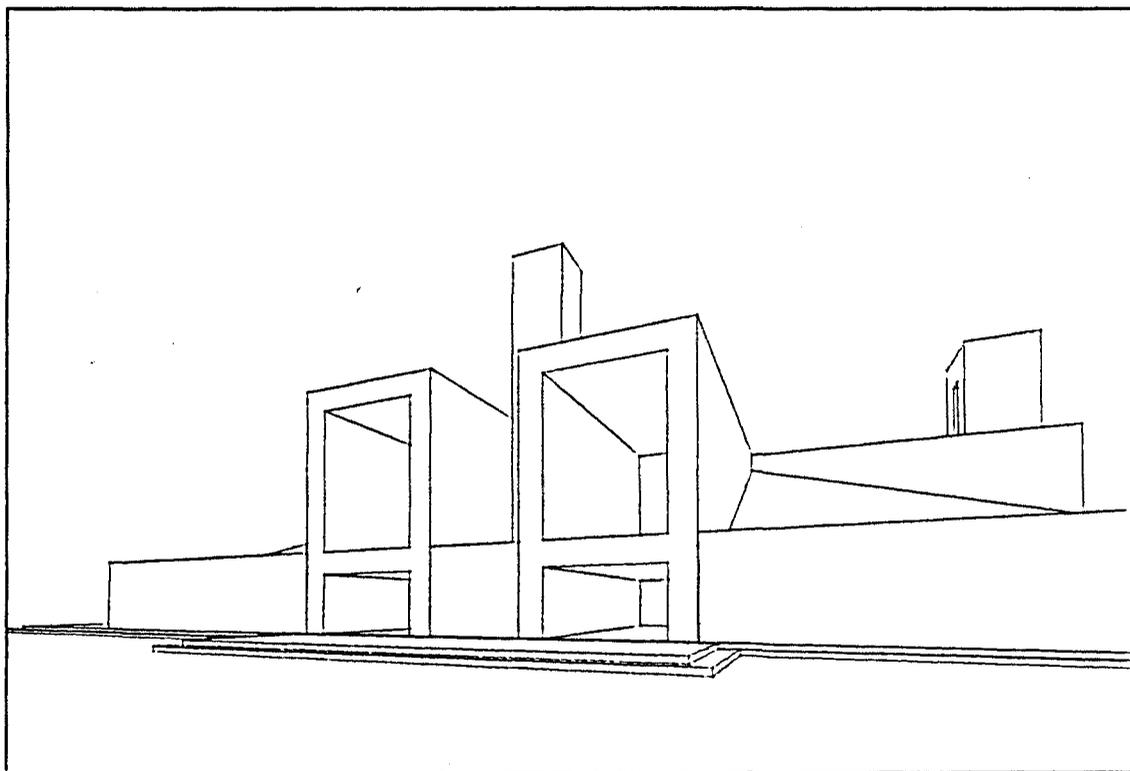


Figura II.IV.3.14

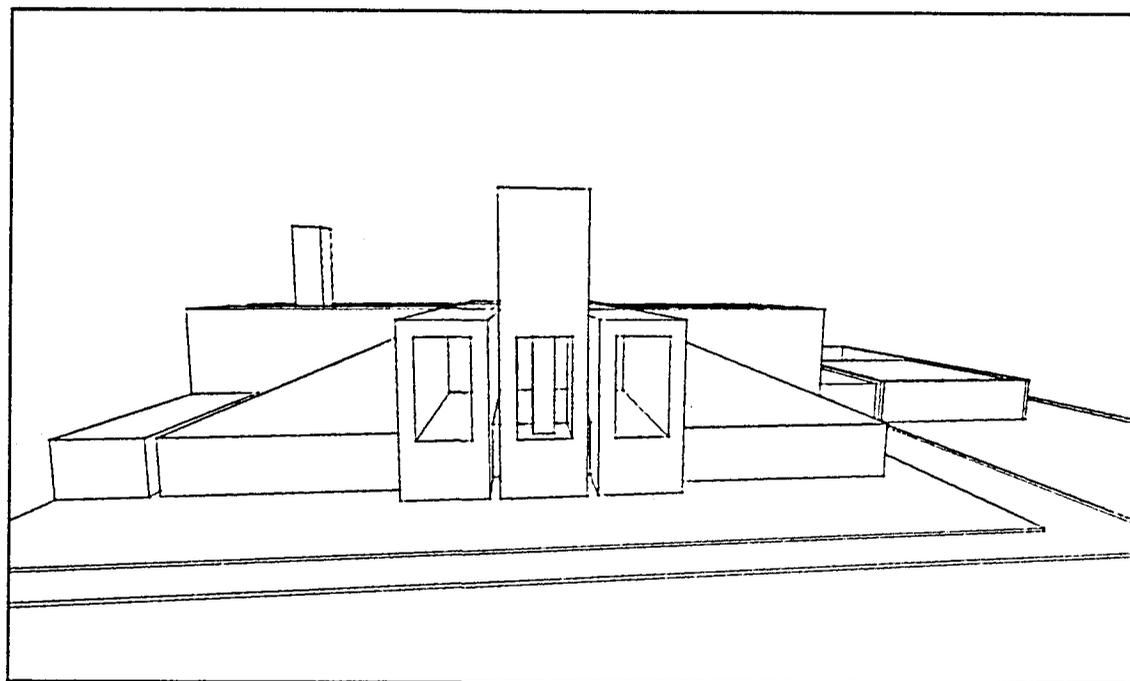


Figura II.IV.3.15

Parte II Capítulo IV

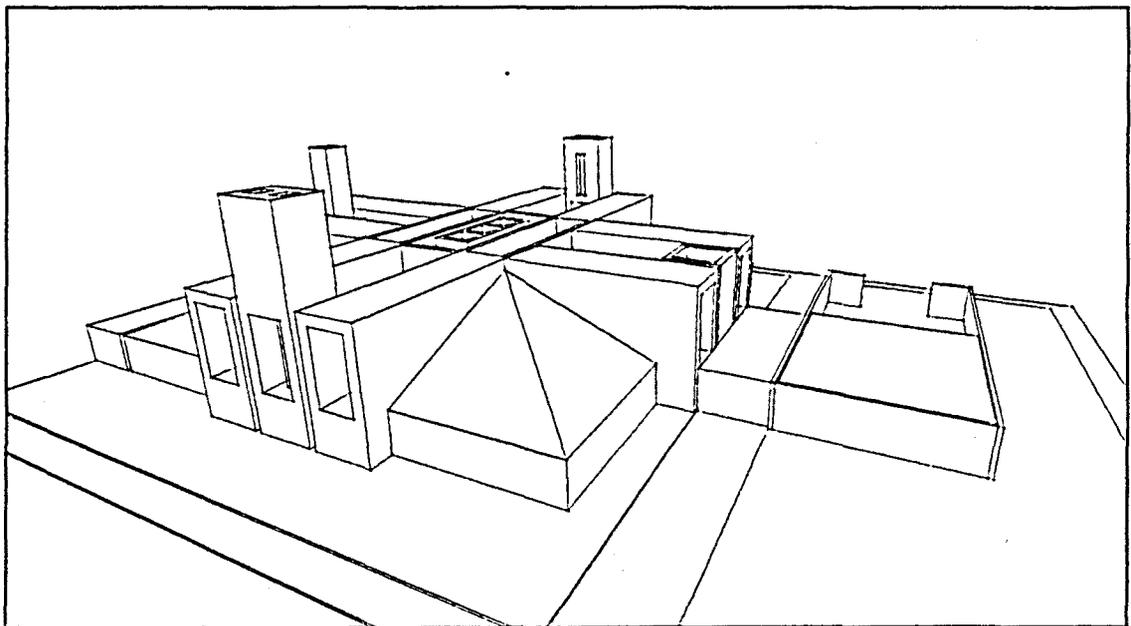


Figura II.IV.3.16

Parte II Capítulo IV

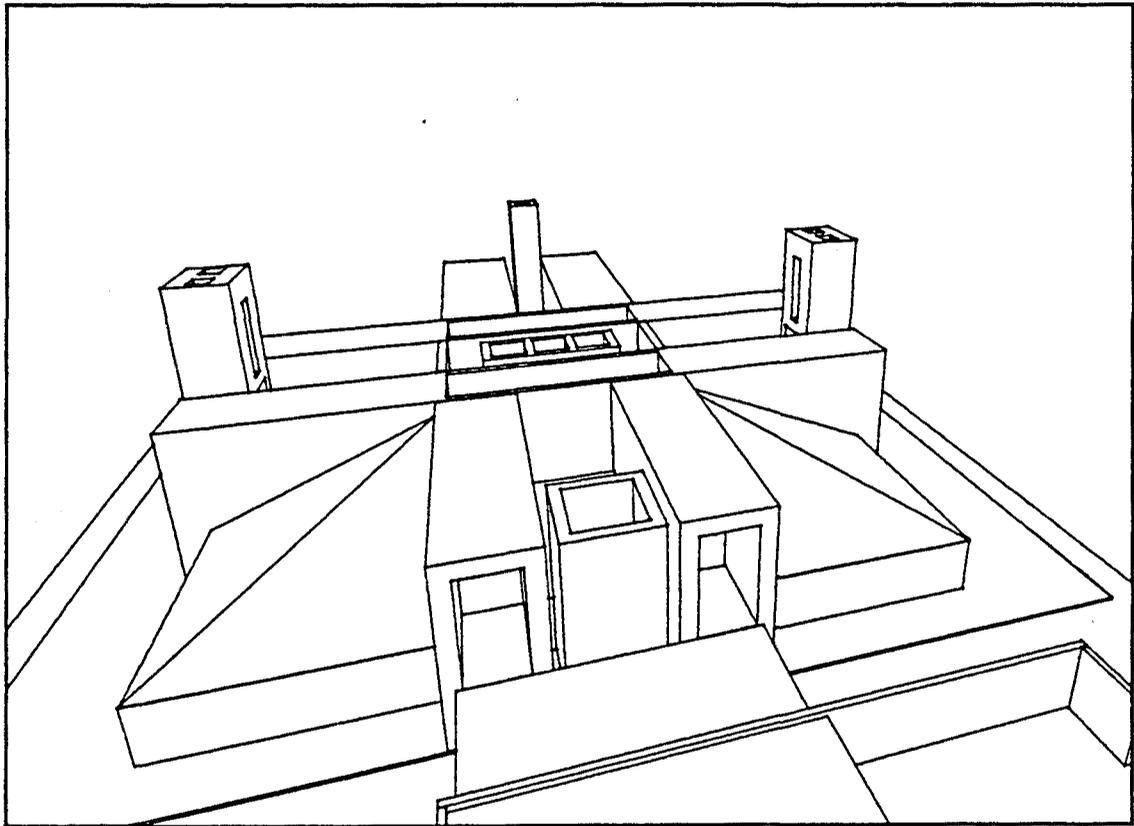


Figura II.IV.3.17

4. Tercer ejemplo.

Es el más complejo de los tres temas elaborados, desde el punto de vista de aplicación del sistema, está basado en el Pabellón de Alemania en la Feria Internacional de Barcelona del arquitecto Ludwig Mies van der Rohe, actualmente en muy avanzado proceso de nueva construcción. Para la obtención de la información necesaria se ha recurrido a la gran cantidad de publicaciones que, sobre esta obra en particular y sobre la obra de Mies en general existen, habiéndose encontrado significativas diferencias de interpretación entre ellas, e incluso de todas ellas con las fotografías existentes de la obra real. Se ha escogido como base de trabajo la planta de W. Blaser de 1965 obtenida de la revista Cuadernos de Arquitectura num. 163, aunque no haya sido la única fuente considerada, debiendo señalarse los planos de la nueva construcción, que se está realizando bajo la dirección de los arquitectos Cristian Cirici, Fernando Ramos e Ignacio de Sola Morales, publicados en Arquitectura Bis núm. 44.

En las figuras 4.1 a 4.4 se muestra la representación de las isometrías que permiten seguir, de forma esquemática, el proceso de generación del edificio como forma en abstracto, es decir sin vincularlo a un emplazamiento real, pudiendose observar la doble opción de considerar la carpintería con los vidrios transparentes o bien opacos, según se desee. Las superficies acristaladas del cerramiento del edificio auxiliar, así como las que cierran el espacio situado directamente bajo la claraboya se han considerado en todo momento opacas. Los procesos seguidos para la generación de este tema son muy similares a los mostrados en los ejemplos anteriores, por lo que no se exponen tan detalladamente.

Parte II Capítulo IV

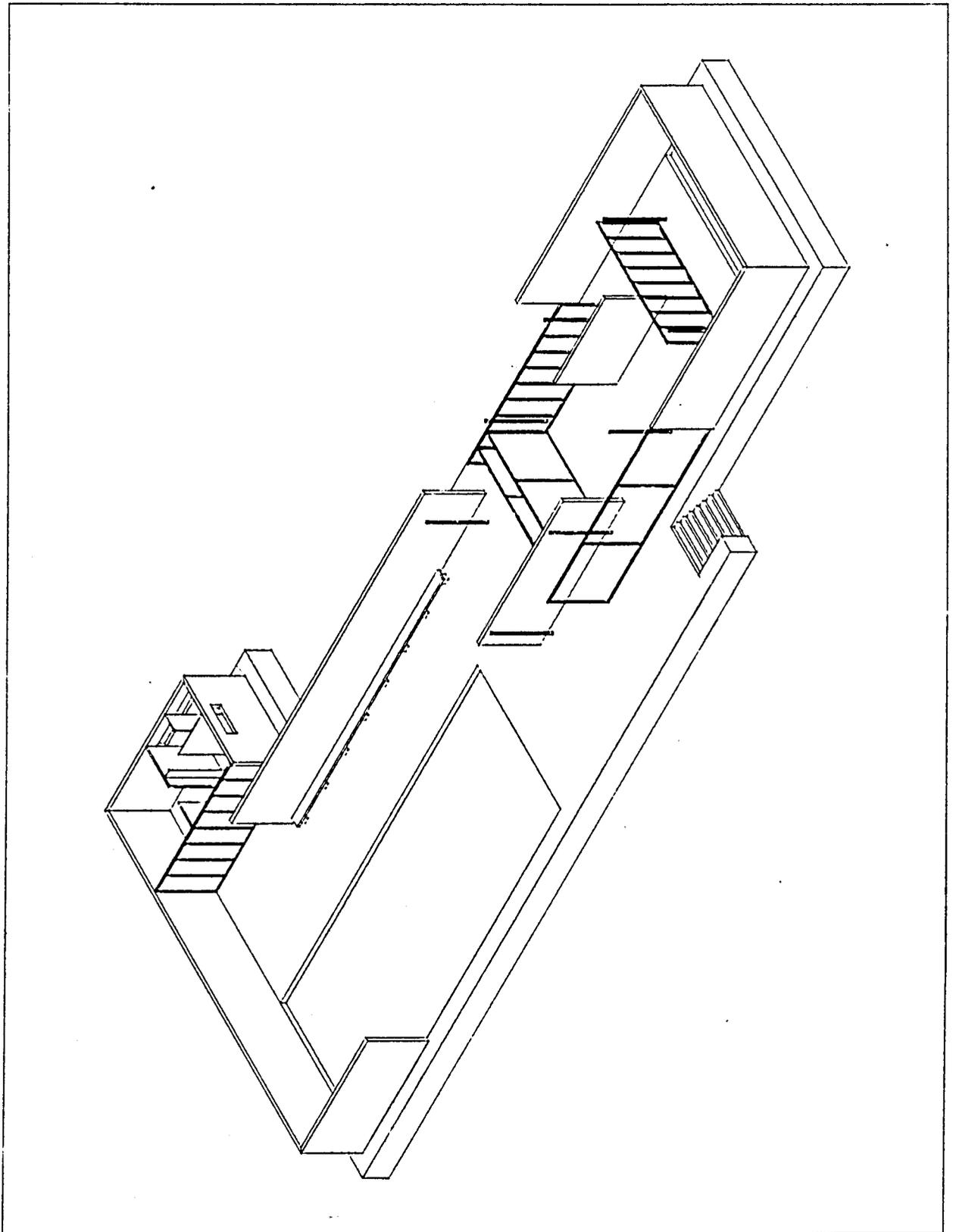


Figura II.IV.4.1

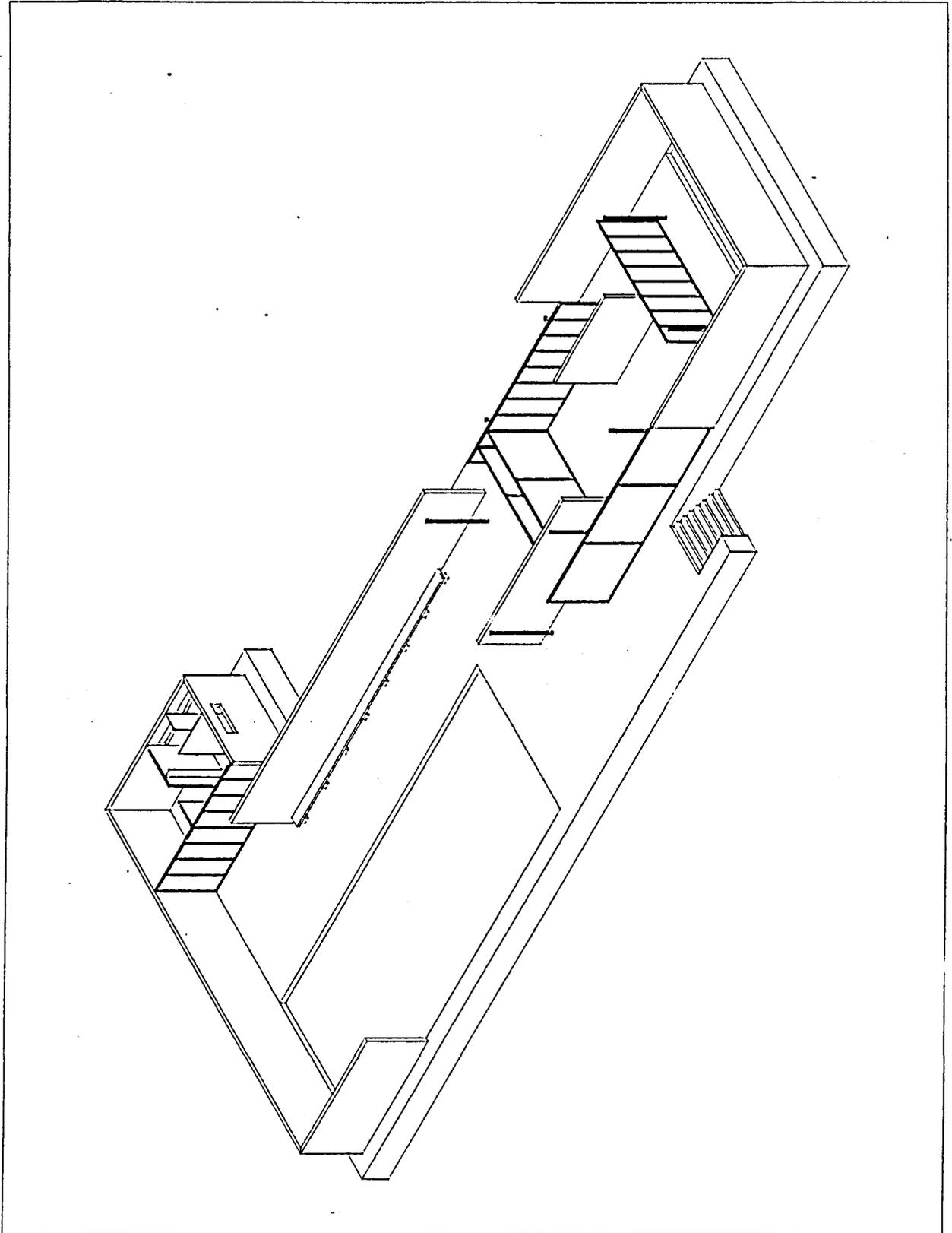


Figura II.IV.4.2

Parte II Capítulo IV

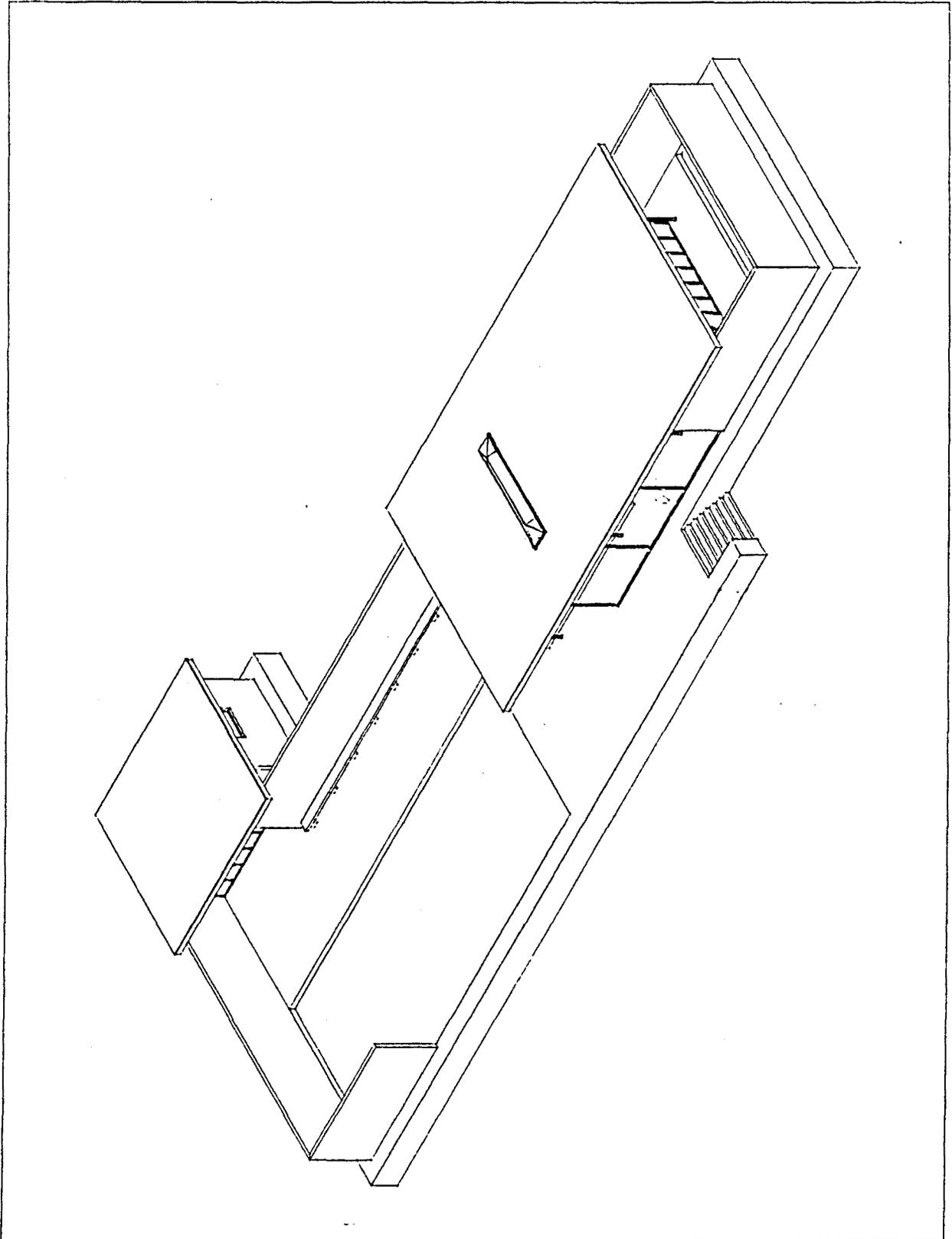


Figura II.IV.4.3

Parte II Capítulo IV

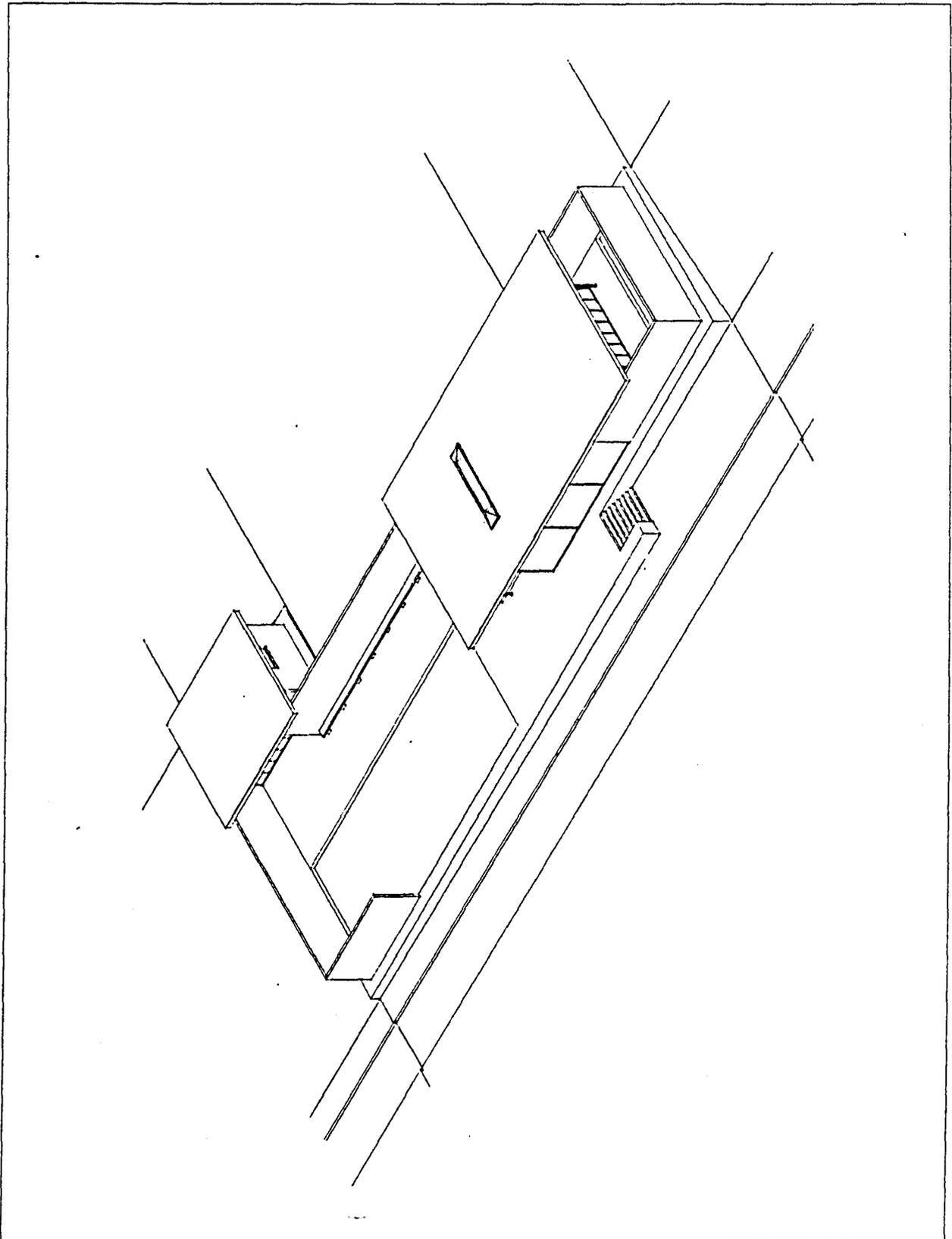


Figura II.IV.4.4

## Parte II Capítulo IV

En las figuras 4.5 a 4.8 se representan vistas exteriores del edificio desde puestos de observación reales, con la colocación del mismo en un terreno similar al real. En estas vistas los cerramientos son opacos pues no es el interior lo que se pretende observar, sino el efecto del exterior en su contacto con el terreno. En las visiones reales realizadas de día, de forma que esta integración con el terreno es más apreciable, el interior no suele ser visible debido a la menor iluminación y consiguiente reflejo del entorno sobre las superficies acristaladas.

Se representan finalmente en las figuras 4.9 a 4.18 una serie de vistas del edificio, interiores o exteriores desde puntos muy cercanos, que hacen patente lo que entendemos por recorrido visual por el mismo, aunque no sigan un itinerario preciso para no repetir visiones muy similares. La representación del vidrio como elemento transparente o, por el contrario, opaco, se ha hecho depender de la zona observada en cada momento, habiéndose repetido en algunos casos la misma perspectiva realizada en los dos supuestos, para poder realizar la comparación entre ambos.

Creemos que el desarrollo de estos temas ofrecen un ejemplo suficientemente claro, no solo de las posibilidades del sistema, sino también de la forma de utilizarlo. Considerando terminada así la exposición de los fundamentos y funcionamiento del sistema desarrollado, se da por concluido el texto del cuerpo de la Tesis, incluyéndose en el Anexo los listados de los programas elaborados por el autor para la ejecución de todo lo expuesto, con la intención de que puedan ser útiles a quienes estén interesados en trabajar en temas afines.

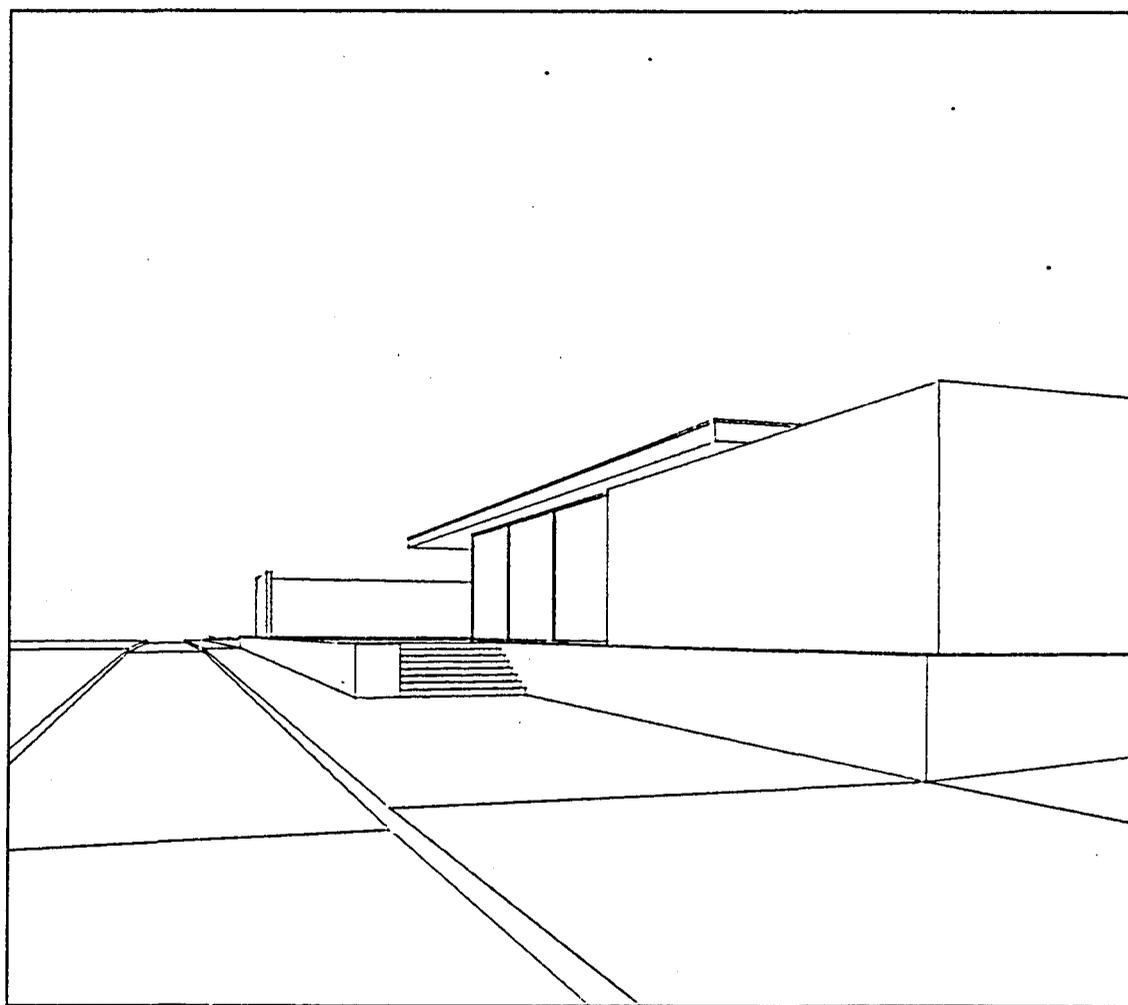


Figura II.IV.4.5

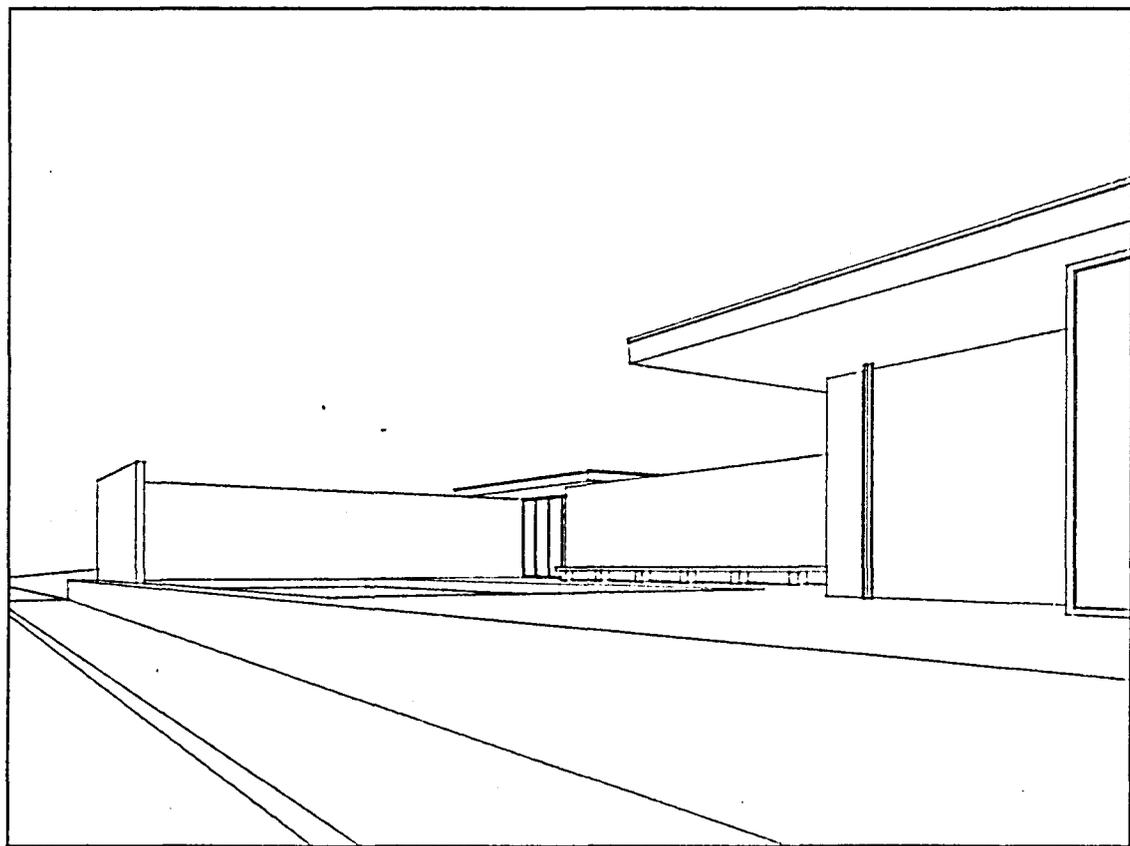


Figura II.IV.4.6

Parte II Capítulo IV

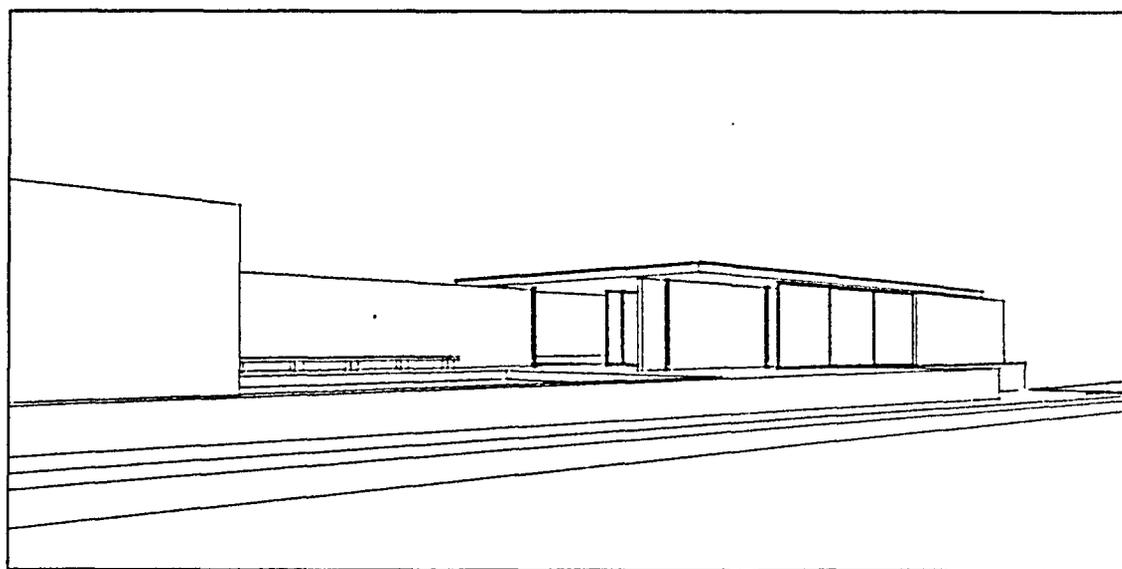


Figura II.IV.4.7

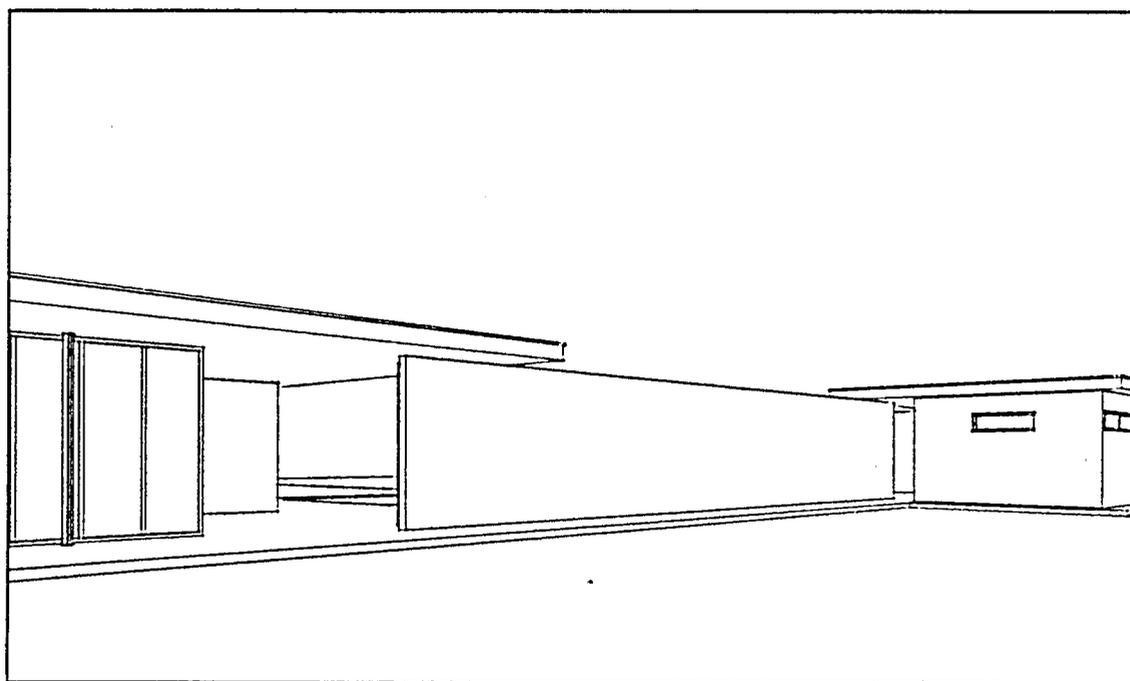


Figura II.IV.4.8

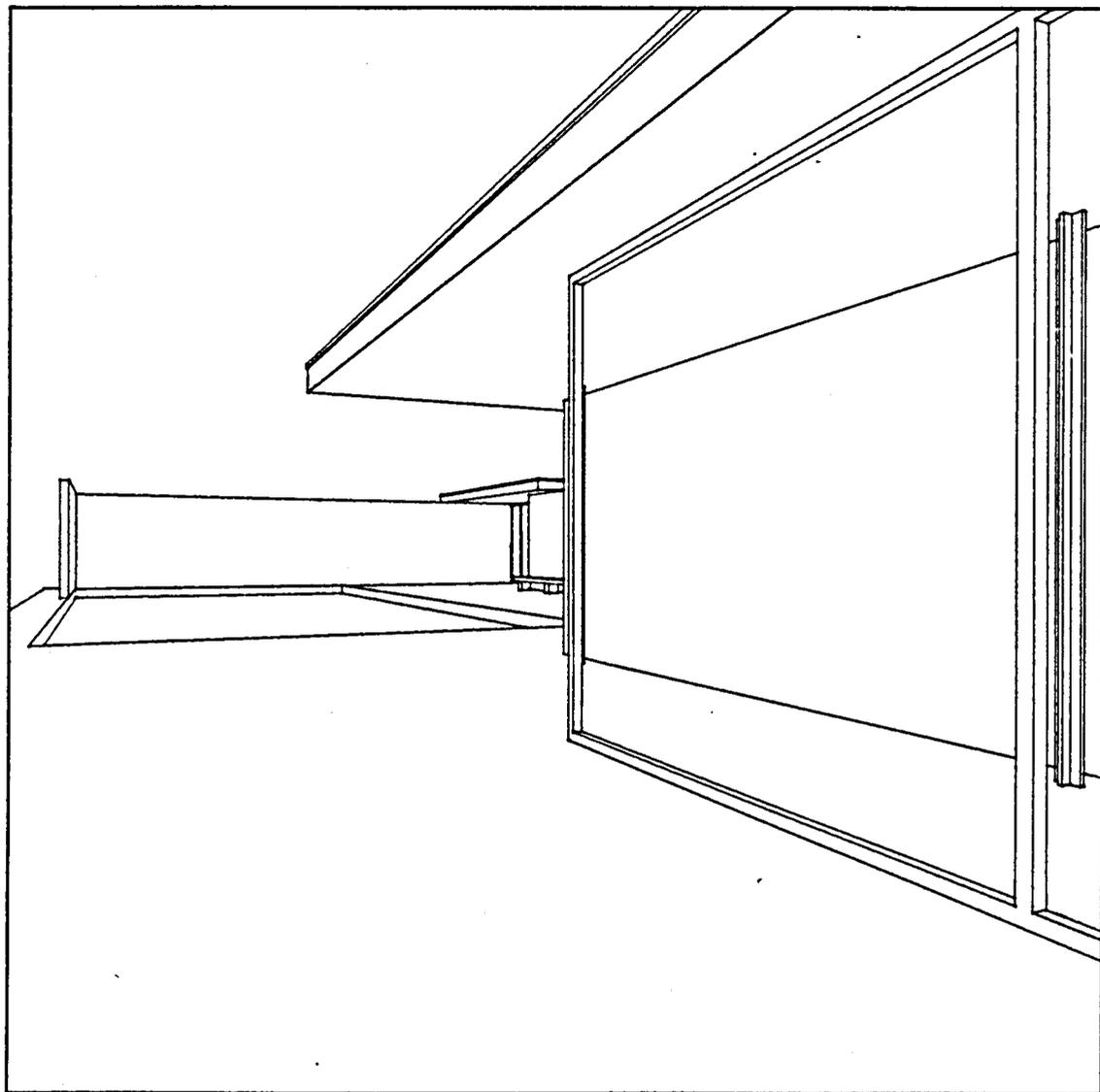


Figura II.IV.4.9

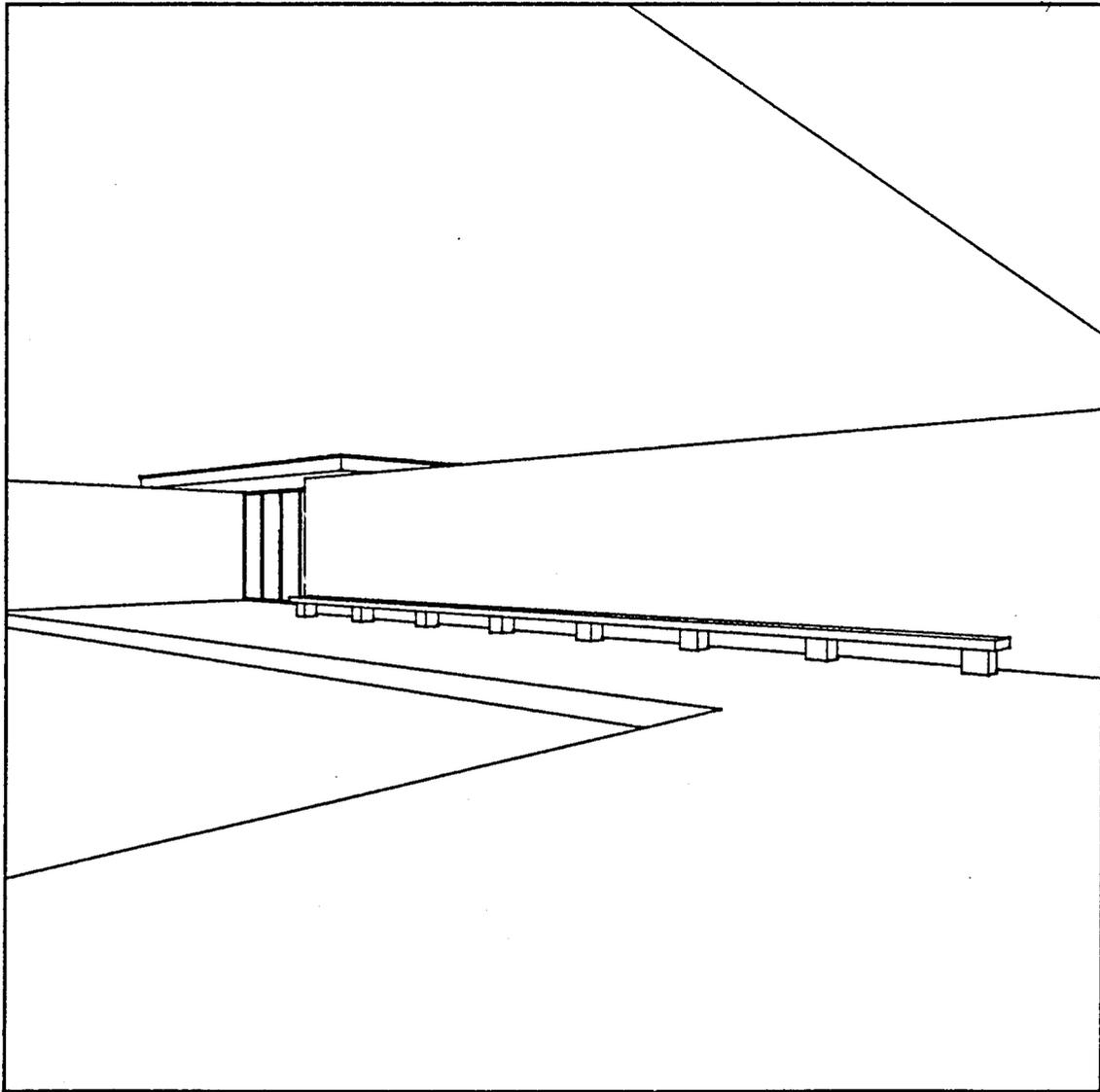


Figura II.IV.4.10

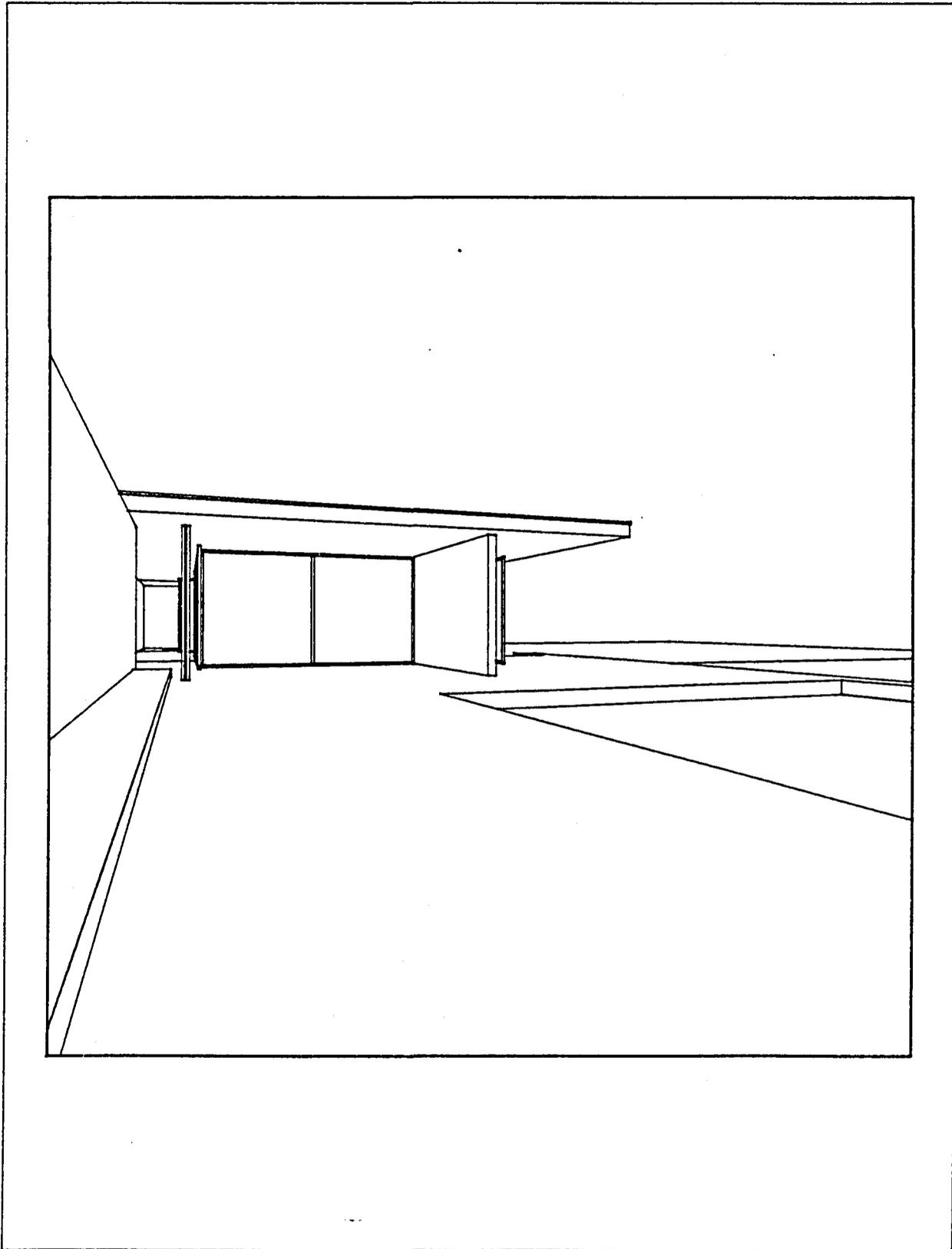


Figura II.IV.4.11

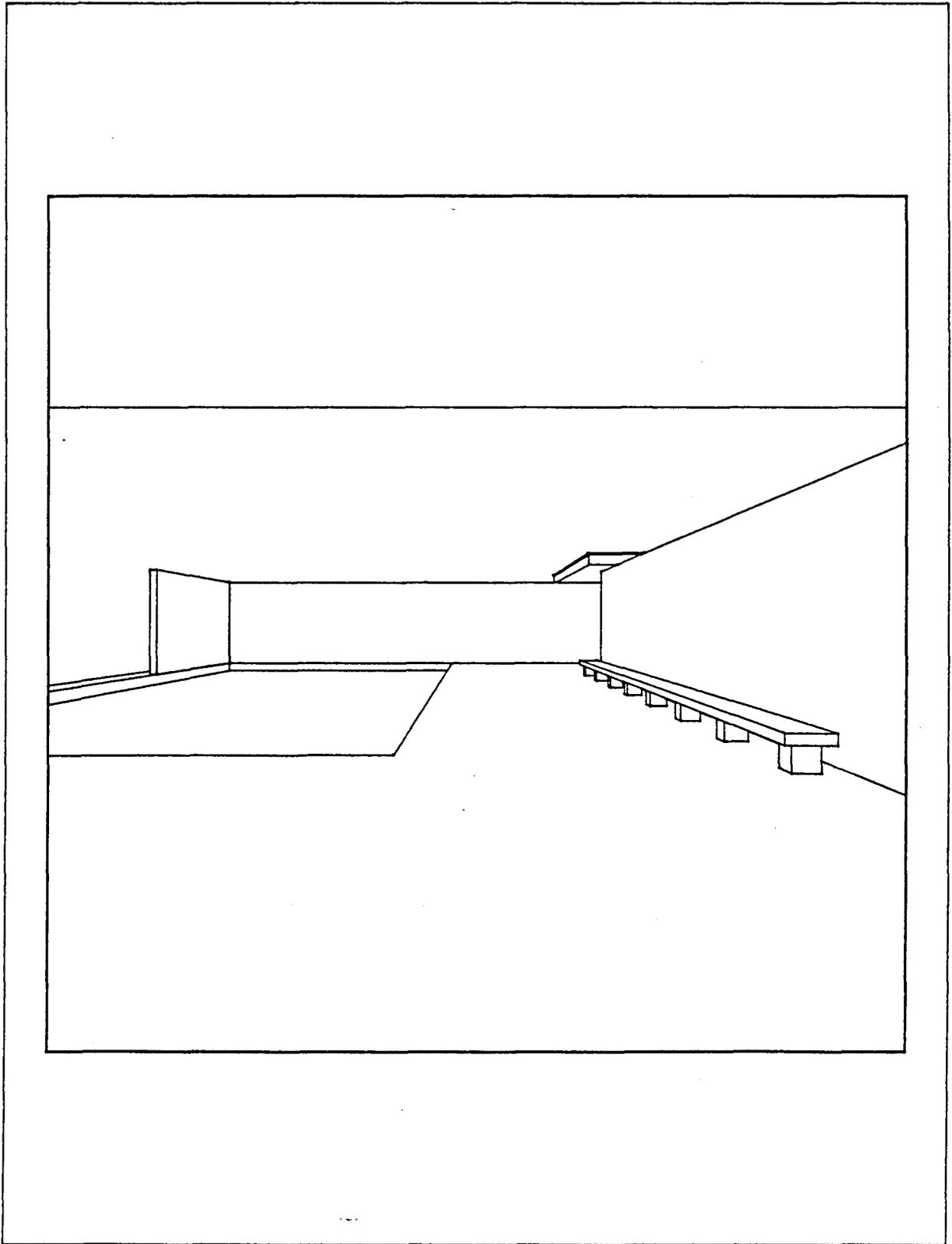


Figura II.IV.4.12

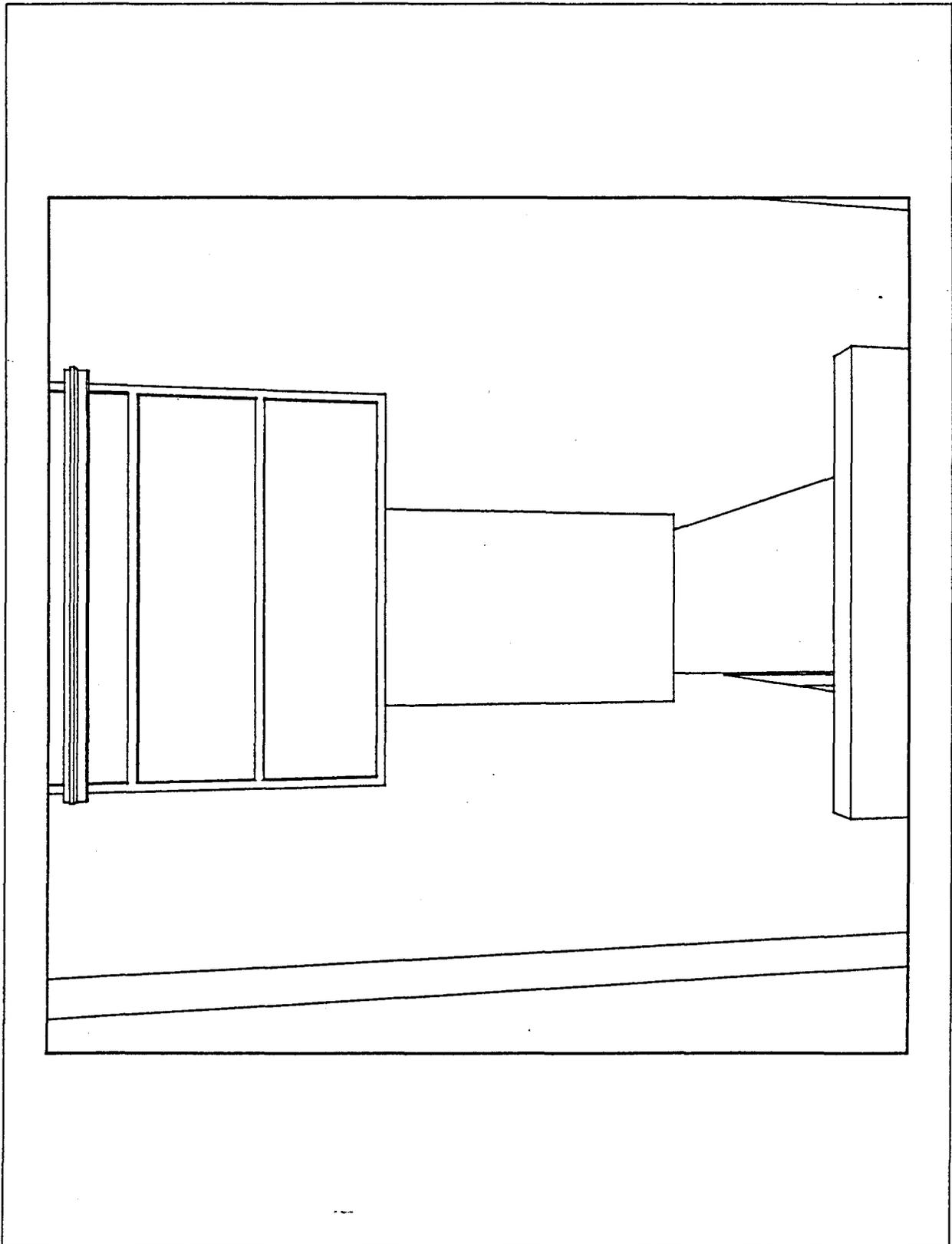


Figura II.IV.4.13

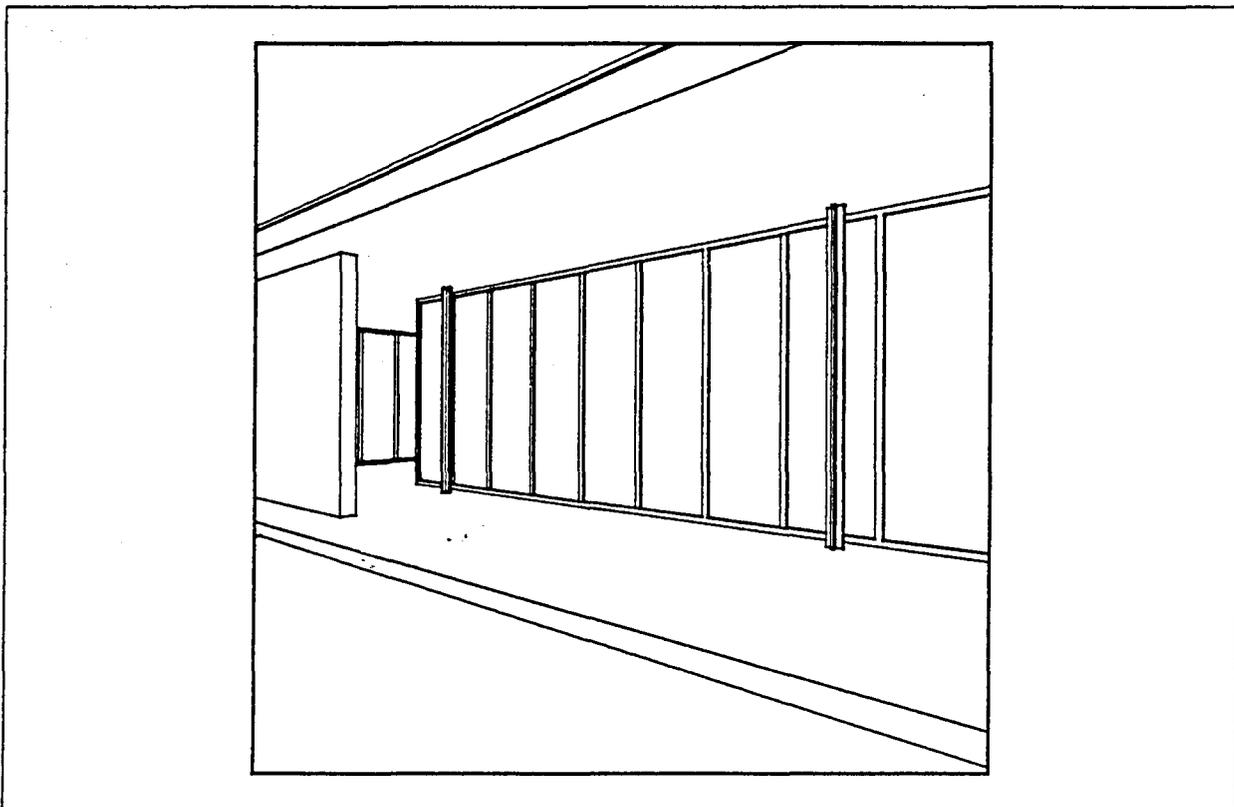
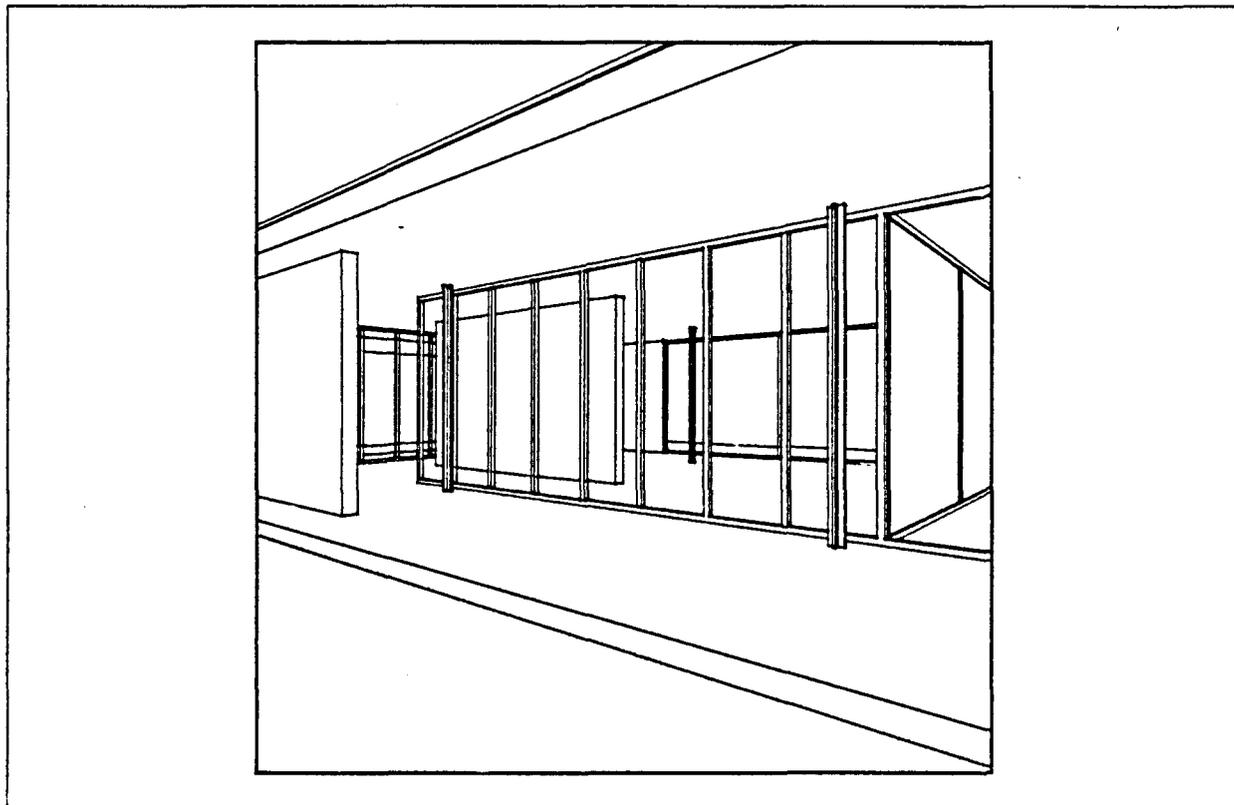


Figura II.IV.4.14

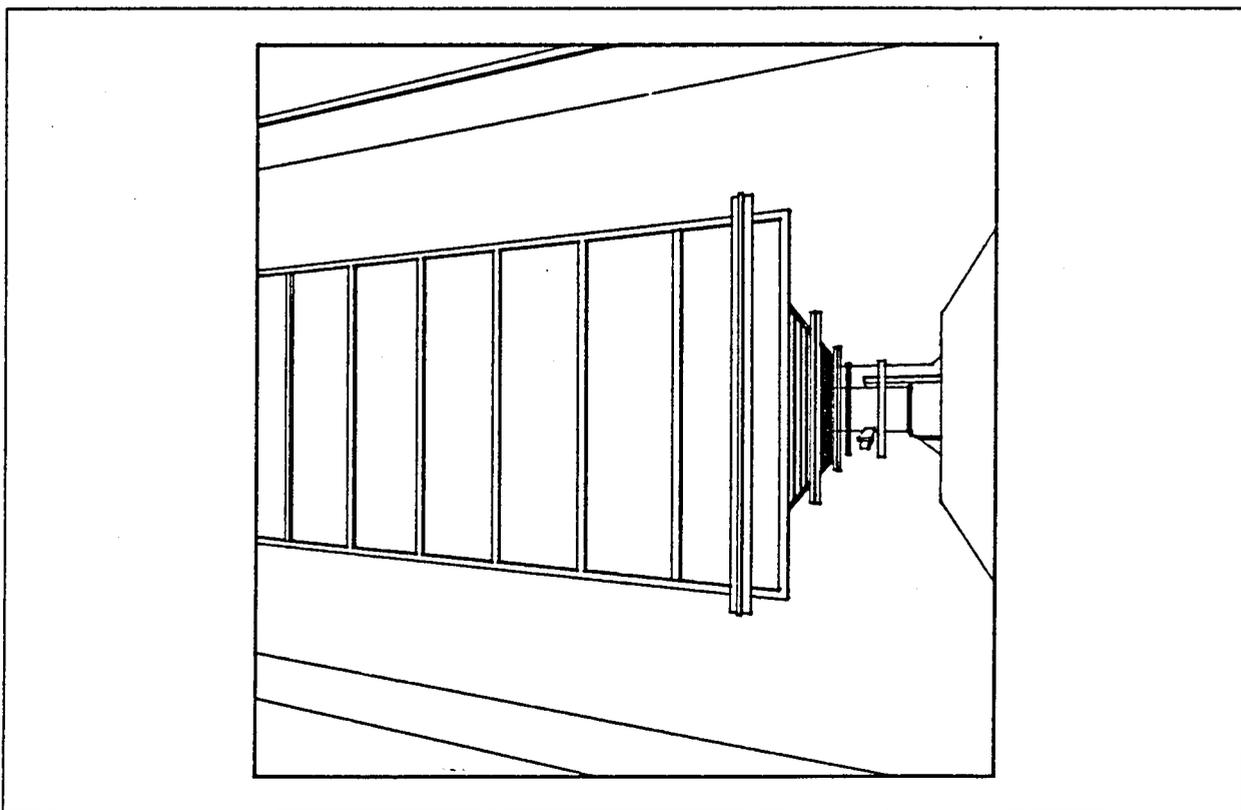
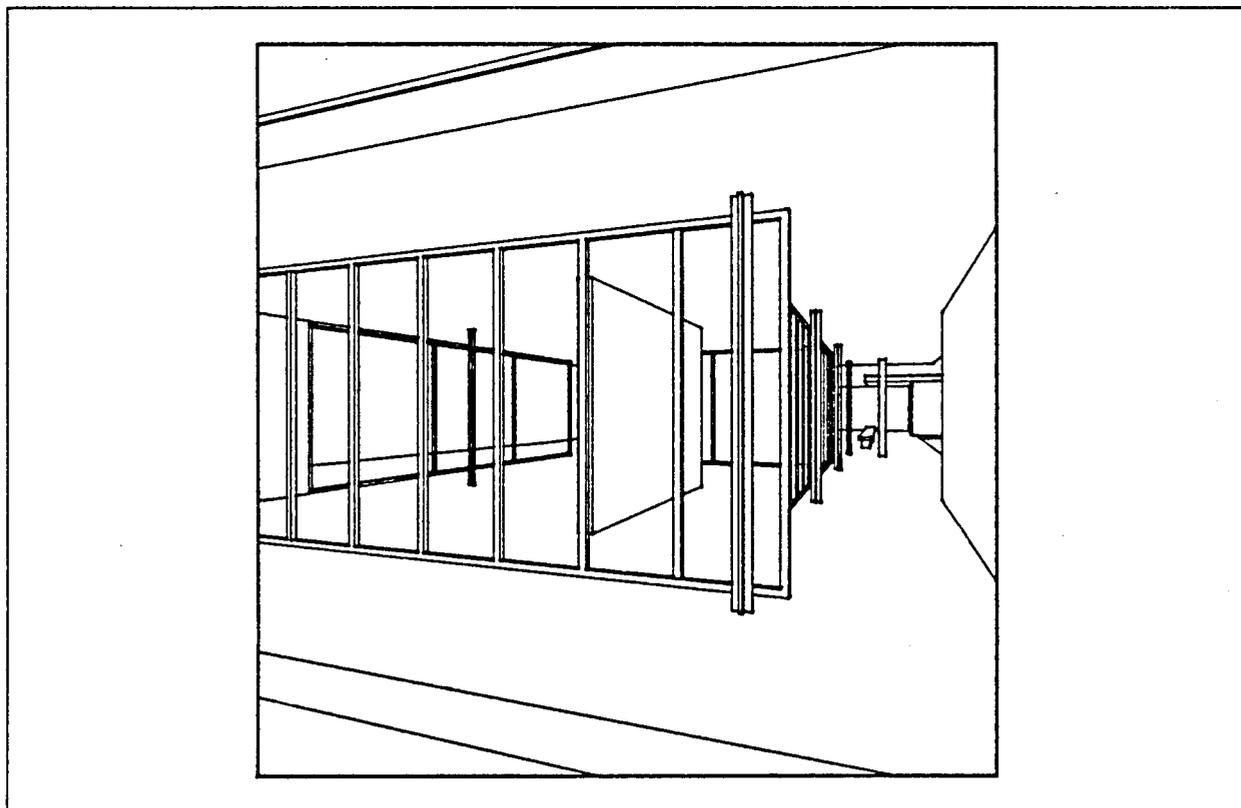


Figura II.IV.4.15

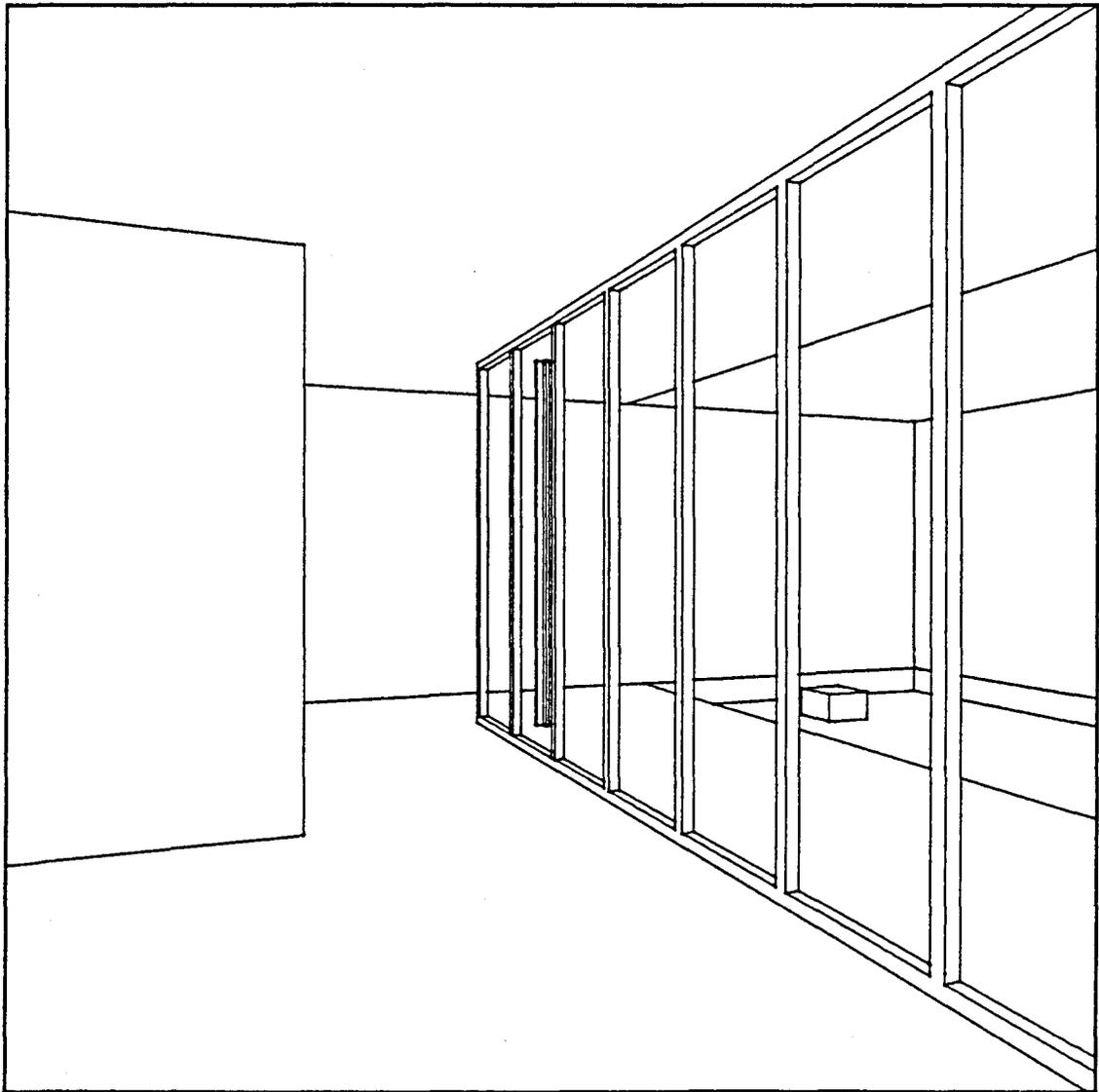


Figura II.IV.4.16

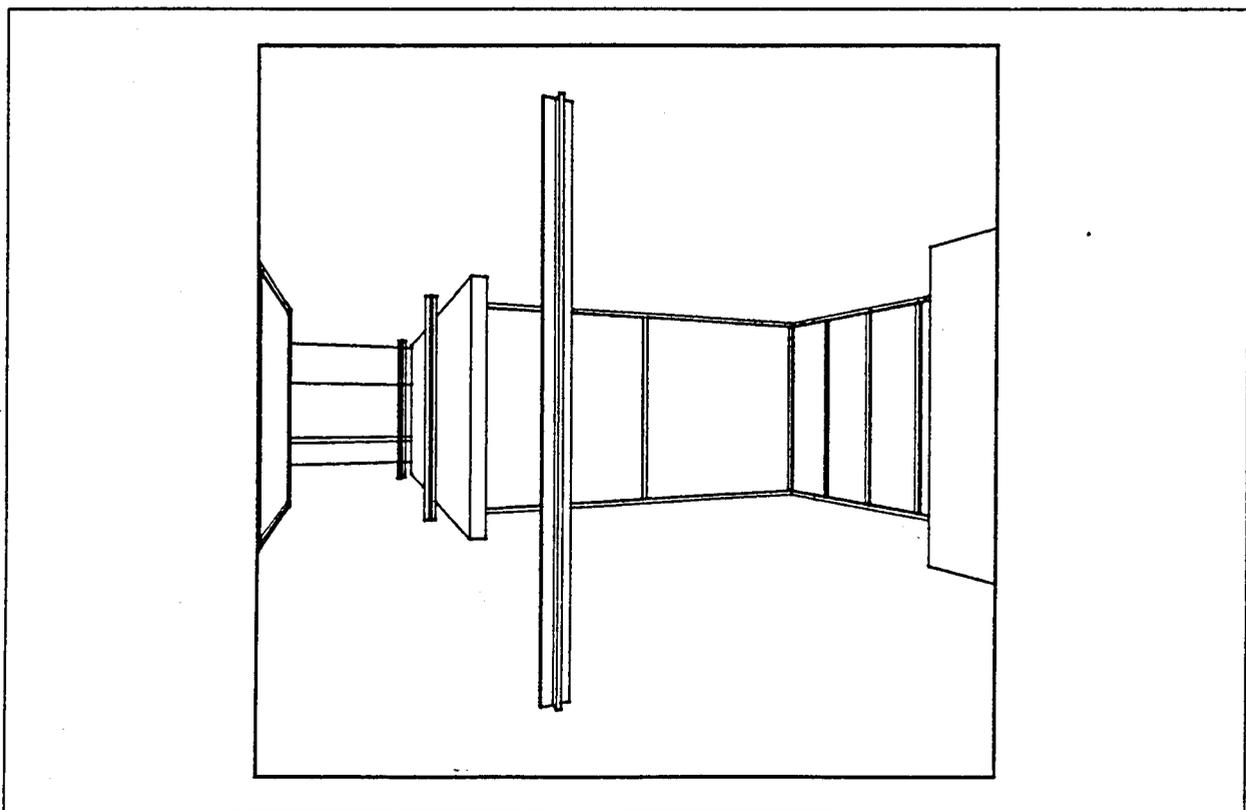
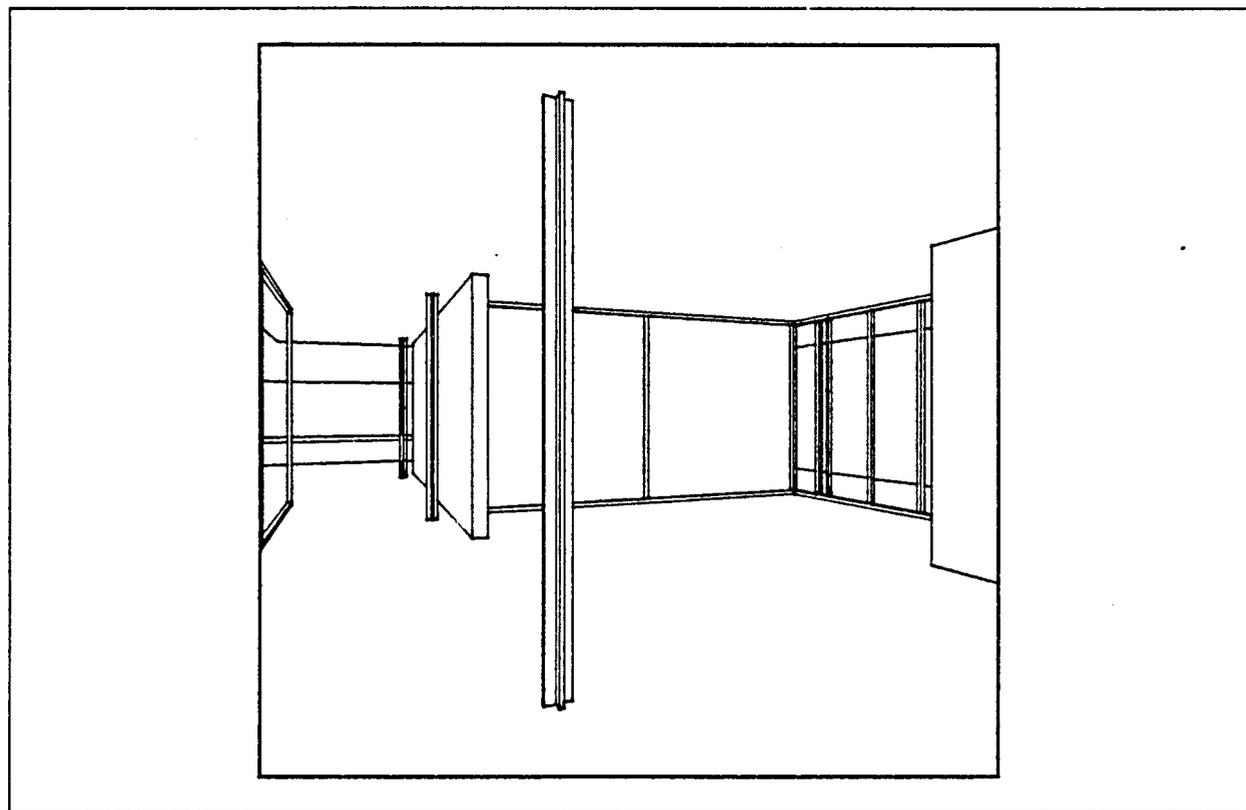


Figura II.IV.4.17

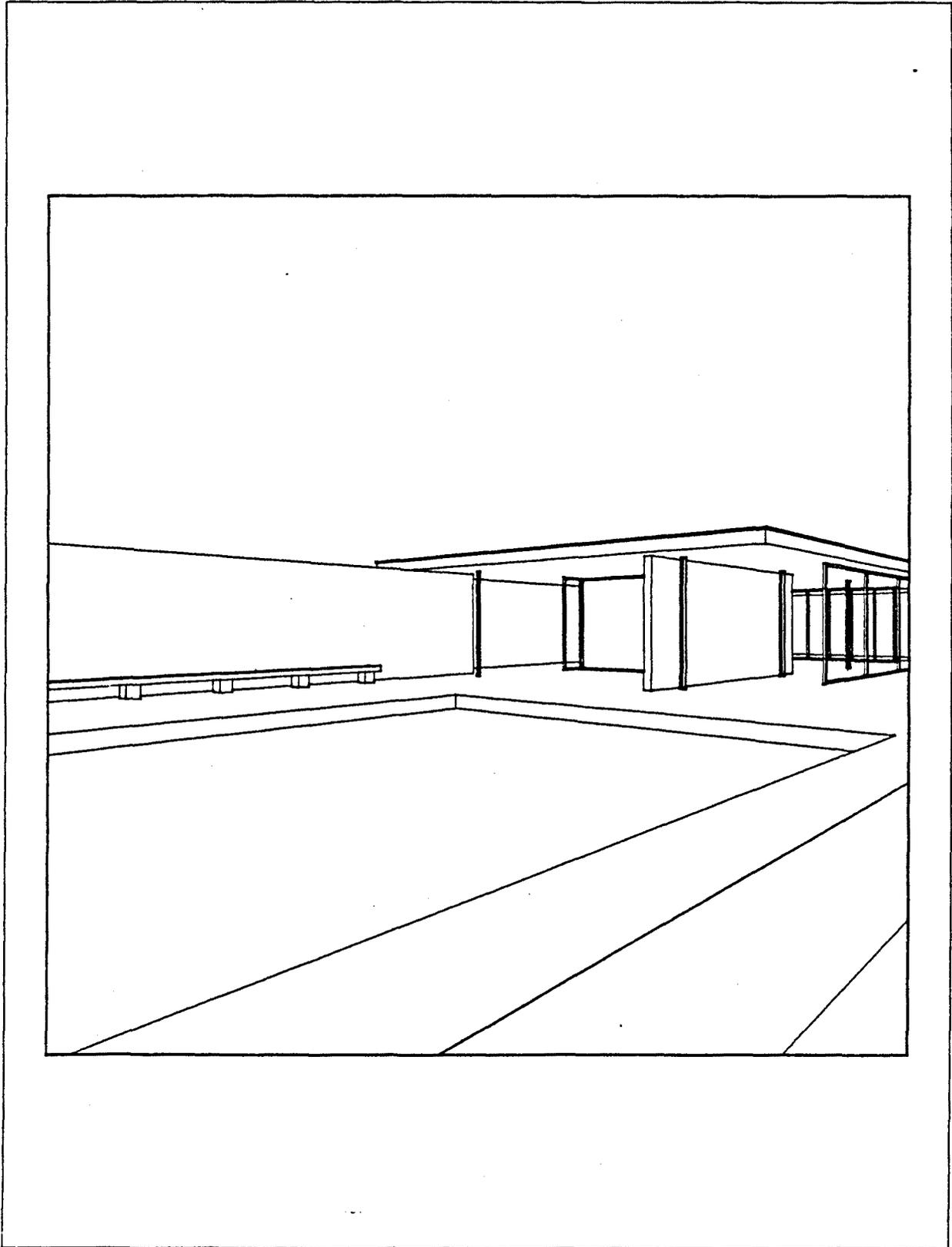


Figura II.IV.4.18

## CONCLUSIONES

## RESUMEN A MODO DE CONCLUSIONES

Constituye la principal intención de esta Tesis contribuir a facilitar la explotación de las posibilidades gráficas de la herramienta informática dentro de la manipulación y consiguiente visualización de formas tridimensionales. Para ello se ha trabajado en dos campos fundamentales del tema, la generación de modelos de fronteras y el desarrollo de algoritmos de visualización de los mismos, especialmente dirigidos a la representación de espacios y formas arquitectónicas, contemplando las características peculiares que en esta tarea se presentan.

Debe resaltarse aquí, dentro del contenido global de la tesis, el desarrollo de los algoritmos de recorte en 3D de caras que se expone en el final del capítulo cuarto de la primera parte, así como el de depuración de líneas ocultas analizado en el capítulo sexto de la misma. No se pretende con ello mejorar incuestionablemente los existentes, pero sí ofrecer otra visión del problema, expuesta además de forma lo suficientemente detallada como para que sea realmente de utilidad su estudio para todos aquellos interesados en el tema.

Se ha comprobado la eficacia conseguida en la exploración gráfica de un edificio con un sistema informático, así como las interesantes posibilidades de generación de formas arquitectónicas permitidas por el sistema desarrollado, habiéndose analizado de forma

## Conclusiones

- exhaustiva lo que se puede llegar a conseguir con la utilización de una única primitiva básica, como el paralelepípedo ortogonal, mediante la utilización eficiente de los recursos que ofrece el sistema, pudiendo incorporarse al mismo nuevas primitivas que, mediante técnicas similares a las mostradas, pueden enriquecer considerablemente su capacidad.

Este sistema de generación y manipulación de objetos tridimensionales constituye un instrumento de trabajo de muy interesantes posibilidades, y que desde esta tesis se ofrece para contribuir a la utilización gráfica del ordenador por parte del arquitecto, procurando así mejorar las posibilidades de ayuda que este instrumento ofrece al usuario potencial.

Se ha visto la conveniencia de operar con bibliotecas de primitivas elaboradas por el usuario y organizadas en función del campo de trabajo en que van a ser utilizadas, habiéndose sentado, en el capítulo tercero de la segunda parte, las bases para el desarrollo de un interesante método de trabajo con el sistema como es el de la utilización de secuencias programadas en la descripción y almacenamiento de modelos, como sistema alternativo a la utilización del modelo de fronteras.

A modo de ejemplo de las posibilidades que ofrece el sistema, y de su efectividad dentro del ámbito determinado por sus restricciones, las cuales han sido ya explicadas, se han desarrollado temas arquitectónicos basados en obras conocidas y de suficiente interés, dejando constancia de las estrategias de generación de volúmenes para conseguir sus respectivos modelos, y de la opción de realizar itinerarios que permiten una exploración visual del edificio tanto interior como exteriormente.

## Conclusiones

Los ejemplos que se muestran al final de la segunda parte se han seleccionado con el criterio de que fueran especialmente adecuados para mostrar las características del sistema, así como su flexibilidad, al permitir trabajar con temas de características distintas. Al deber condicionarse la utilización de las posibilidades que ofrece el sistema a la fidelidad a unas formas existentes, es cuando se demuestra su capacidad de adaptación a los deseos del usuario para configurar los espacios que este necesita definir, habiéndose demostrado no ser excesivamente restrictivas las condiciones formales de funcionamiento del sistema.

No se puede pretender, dentro de los límites de espacio que tiene un trabajo de este tipo, mostrar en su totalidad las inmensas posibilidades que, dentro del campo de la realización de trabajos gráficos, ofrece una herramienta informática como la aquí desarrollada, pero la imaginación del lector sabrá suplir estas naturales limitaciones, pudiéndose percatar de la importancia que tiene conocer y desarrollar en profundidad todo lo expuesto hasta aquí para que el arquitecto disponga del más sofisticado instrumento de representación gráfica que hasta hoy se haya conocido.

Después de la labor realizada en esta tesis al desarrollar los algoritmos utilizados en los procesos requeridos para el funcionamiento del sistema, y que configuran un material básico dentro del conjunto del trabajo, es importante reflexionar sobre algunos aspectos de los mismos a tener en cuenta por quien desee trabajar en este campo con intenciones similares a las del autor, y aprovechar así la experiencia obtenida por el mismo a lo largo de los muchos tropiezos y sinsabores que la programación lleva aparejada previamente al logro de un

## Conclusiones

resultado final satisfactorio.

La necesidad de tener los archivos de trabajo en RamDisk, con las limitaciones de velocidad que esto supone, obliga a prescindir de la ordenación de los elementos que, siendo útil en el proceso de depuración de líneas ocultas, consume excesivo tiempo al tener que realizarse en un archivo externo.

Es imprescindible realizar el recorte de las caras situadas trás el observador, con la generación de la nueva estructura de datos referente al resultado de este recorte. Para ello debe considerarse la posibilidad de que el plano de corte pase por agujeros de la cara, que al ser cortados incorporan parte de su contorno al de la frontera de la nueva cara. Para poder realizar esto se ha introducido el concepto de "quebrada" como un fragmento no cerrado de polígono, resultado del recorte de cada uno de ellos, agrupandose posteriormente el conjunto de quebradas que, junto con las nuevas aristas situadas sobre el plano de corte, forman la frontera de cada nueva cara.

En la depuración de las partes ocultas de cada arista se ha optado por comparar la arista con cada una de las caras, realizandose previamente el descarte correspondiente en función de los extremos de la zona visible de la arista, interrumpiendose el proceso en el caso de coincidir ambos extremos o detectarse la total ocultación de la arista. No se tienen en cuenta, para este proceso parcial, las zonas ocultas interiores a la arista situadas entre zonas visibles, pues llevar este control complica excesivamente el funcionamiento del conjunto del algoritmo. Una vez terminada la comparación con las caras, se ordenan las partes interiores ocultas, definiendo así las porciones que puedan quedar visibles, e incorporandolas al archivo de trazado correspondiente.

## Conclusiones

Se ha elegido trabajar con aritmética de coma flotante, pese a la disminución de velocidad que esto comporta, con el fin de obtener un archivo de trabajo de alta precisión, lo cual permite su posterior manipulación sin pérdida de detalles, al realizar importantes ampliaciones de zonas parciales del dibujo en el momento de su trazado, aspecto de especial relevancia tratándose de la representación de temas arquitectónicos.

En el desarrollo del sistema de generación de sólidos, se ha puesto especial atención en la exploración exhaustiva de las posibilidades de una primitiva básica, así como en la organización de archivos de secuencias programadas, los cuales permiten guardar la información referente al proceso de generación de un modelo, posibilitándose así una mayor flexibilidad en la utilización del sistema, al hacer muy sencillo el introducir modificaciones en el modelo de un Objeto existente con la intención de obtener otro similar, se ha tendido, en la medida de lo posible, a una simplificación conceptual de los planteamientos de desarrollo del sistema, de forma que se consiga una mayor asequibilidad de los fundamentos del mismo por parte de los futuros alumnos a quienes va destinado este trabajo.

Para el funcionamiento interno del sistema se han contemplado tres categorías de cuerpos, la más elemental y básica denominada "Bloque" es generada directamente por el sistema, de acuerdo con las características definidas por el usuario, y posteriormente transformada y ubicada en la posición que debe ocupar como parte de la inmediatamente superior.

La categoría intermedia denominada "Pieza" se configura mediante un conjunto de bloques, para ser posteriormente manipulada como un único elemento sometido a

## Conclusiones

las transformaciones de forma y posición que permiten su incorporación a otras piezas más elaboradas o incluso directamente al Objeto.

La categoría superior recibe el nombre de "Objeto", y es el resultado definitivo del proceso de generación de sólidos, configurando el modelo de fronteras a ser manipulado por el programa de visualización para conseguir los archivos de trazado que permitan realizar las representaciones gráficas de las vistas deseadas.

El sistema contempla además la existencia de "Primitivas", que son piezas dispuestas a ser utilizadas en la generación de otras piezas, o a ser incorporadas directamente al objeto en formación, siendo conveniente organizar el archivo de estas primitivas en forma de bibliotecas ordenadas por conceptos, en función del campo de aplicación en que se utilice el sistema.

La estructura en que se sitúan todos los datos referentes a la Secuencia Programada de generación de un Objeto se organiza en forma de árbol de tres niveles, ocupando la Raíz el nodo del Objeto, todos los nodos del nivel intermedio corresponden a Piezas, siendo Bloques todas los nodos del nivel inferior. Los vínculos entre cada nodo con su padre incluyen las transformaciones que sea necesario practicar para su incorporación al mismo.

Consideramos procedente señalar aquí, como final de este resumen a modo de conclusiones, que, para el uso de un sistema informático de generación y visualización de sólidos por parte de un arquitecto, es importante que este tenga conocimiento de las posibilidades y técnicas de utilización del ordenador como instrumento capaz de generar representaciones gráficas de objetos tridimensionales, y en este sentido es asimismo conveniente, e incluso necesario,

## Conclusiones

que se tenga una visión del fundamento de los procesos que permiten y controlan lo que sucede en el interior del ordenador cuando se realizan tareas de este tipo. Para poder contemplar este campo desde el punto de vista docente, es necesario efectuar trabajos paralelos de investigación que profundicen en las capacidades que tiene el ordenador como instrumento gráfico, siendo la intención del presente trabajo constituir un inicio de esta tarea, y no un fin en si mismo ni la culminación de una etapa cerrada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Los textos cuya referencia se expone han sido seleccionados con el criterio de incluir aquellos que, en mayor o menor medida, han sido consultados por el autor de manera directa dentro del trabajo de realización de esta Tesis, aunque no necesariamente se encuentren reflejados en ella de forma explícita, y a veces ni tan siquiera existe la menor relación entre las afirmaciones de la Tesis y alguno de los textos mencionados.

Al no existir una vinculación clara entre lo expuesto en el presente trabajo y ninguno de los textos en particular, las referencias se presentan por orden alfabético de autores, aunque separadas en tres bloques, que corresponden a las dos partes de la Tesis y al anexo que contiene los listados de los programas realizados.

### Referencias de la Parte I.

Los textos reseñados en este apartado son los que hacen referencia al tema de visualización, ya que este es el que se expone en la primera parte. Algunos de ellos abarcan un temario más extenso, estudiando este tema entre otros que configuran un análisis más genérico de todo lo relacionado con el tratamiento de la imagen por ordenador, o bien de elaboración de gráficos en el más amplio sentido de la palabra.

Angell, Ian O. y Jones, Brian J.

"Advanced Graphics with the Sinclair ZX Spectrum"

The MacMillan Press Ltd. 1983

Cátedra de Métodos Informáticos. E.T.S.E.I.B. U.P.C.

autores varios

"Tecniques de Representació Gráfica i Disseny  
Utilitzant Petits Ordinadors"

Foley, James D. y Van Dam, Andries

"Fundamentals of Interactive Computer Graphics"

Addison-Wesley Publishing Company, Inc. 1982

Giloi, Wolfgang K.

"Interactive Computer Graphics. Data Structures,  
Algorithms, Languages"

Prentice-Hall Inc. 1978

Harrington, Steven

"Computer Graphics. A Programming Approach"

McGraw Hill Inc. 1983

Matthew, A. J.

"Polygonal Clipping of Polylines"

Computer Graphics Forum, Vol. 4, Num. 4, Diciembre  
1985.

Mufti, Aftab A.

"Elementary Computer Graphics"

Reston Publishing Company, Inc. 1983

## Referencias bibliográficas

- Newman, William M. y Sproull, Robert F.  
"Principles of Interactive Computer Graphics"  
McGraw Hill Inc. 1973
- Pavlidis, Theo  
"Algorithms for Graphics and Image Processing"  
Springer-Verlag 1982
- Requicha, Aristides A.G.  
"Representations for Rigid Solids: Theory, Methods and  
Systems"  
Computing Surveys, Vol. 12, Num. 4, Diciembre 1980
- Rogers, David F.  
"Procedural Elements for Computer Graphics"  
McGraw Hill, Inc. 1985
- Rogers, David F. y Adams, J. Alan  
"Mathematical Elements for Computer Graphics"  
McGraw Hill Inc. 1976
- Sutherland, Ivan E.; Sproull, Robert F. y Schumacker  
Robert A.  
"A Characterization of Ten Hidden-Surface Algorithms"  
Computing Surveys, Vol. 6, Num. 1, Marzo 1974

### Referencias de la parte II.

Se incluyen en este apartado las menciones a textos que tratan de temas referentes a sistemas de CAD (Computer Aided Design), o bien al estudio de las estructuras de datos y su manipulación, por ser estos los temas que son tratados fundamentalmente en la segunda parte de esta Tesis. Asimismo son considerados temas a incluir como relevantes de esta parte de las referencias bibliográficas

## Referencias bibliográficas

los que directa o indirectamente guarden relación con el manejo de sistemas de CAD, como pueda ser el estudio de las relaciones sistema-usuario (interfaces con el usuario).

Aish, Robert

"3D Icons and Architectural CAD"

Computer Graphics Forum, Vol. 4, Num. 3, Septiembre 1985.

Ansaldi, S.; De Floriani, K. y Falcidieno, B.

"An Edge-Face Relational Scheme for Boundary Representations"

Computer Graphics Forum, Vol. 4, Num. 4, Diciembre 1985.

Encarnacao, J. y Schlechtendhal, E. G.

"Computer Aided Design. Fundamentals and System Architectures"

Springer-Verlag 1983

Knuth, Donald E.

"El arte de programar ordenadores. Volumen 1: Algoritmos fundamentales"

Editorial Reverte S. A. 1980

Lewis T. G. y Smith M. Z.

"Estructuras de Datos. Programación y Aplicaciones"

Editorial Paraninfo 1985

Teneubamm, Aaron M. y Augenstein, Moshe J.

"Estructura de Datos en Pascal"

Editorial Prentice/Hall Internacional 1983

## Referencias bibliográficas

van Wijk, J. J.; Jansen, F. W. y Bronsvort, W. F.  
"Some Issues in Designing Users Interfaces to 3D  
Raster Graphics"  
Computer Graphics Forum, Vol. 4, Num. 1, Enero 1985.

Wirth, Niklaus  
"Algoritmos + Estructuras de Datos = Programas"  
Ediciones del Castillo S. A. 1980

### Referencias del Anexo.

Debido a la inclusión en el anexo de los listados de los programas realizados para la ejecución de todo lo expuesto en las dos partes anteriores, se ha considerado oportuno incluir aquí algunos textos referidos al lenguaje de programación utilizado (Pascal UCSD p.System), así como del sistema operativo, con la intención de servir de ayuda a quien desee sacar provecho de ellos.

Buckner, K; Cookson, M.J.; Hinxman, A.I. y Tate A.  
"Using the UCSD p.System"  
Addison-Wesley Publishers Limited. 1984

Clark, Randy y Koehler, Stephen  
"The UCSD Pascal Handbook"  
Prentice-Hall, Inc. 1982

Grant, Charles W. y Butah, Jon  
"Introduction to the UCSD p.System"  
Sybex, Inc. 1982

## Referencias bibliográficas

Keller, Arthur M.

"Programación en Pascal"

Libros McGraw Hill de Mexico S.A. 1983

Overgaard, Mark y Stringfellow, Stan

"Personal Computing with the UCSD p.System"

Prentice-Hall, Inc. 1983

Schneider G.M. y Bruell S.C.

"Advanced programming and problem solving with Pascal"

John Wiley & Sons, Inc. 1981

Tremblay, Jean Paul; Bunt, Richard. B y Opseth, Lyle M.

"Pascal Estructurado"

Libros McGraw Hill de Mexico S.A. 1984

Zaks, Rodnay

"Introducción al Pascal"

Marcombo S.A. 1984





M M M M  
I M M M M  
M M M M

