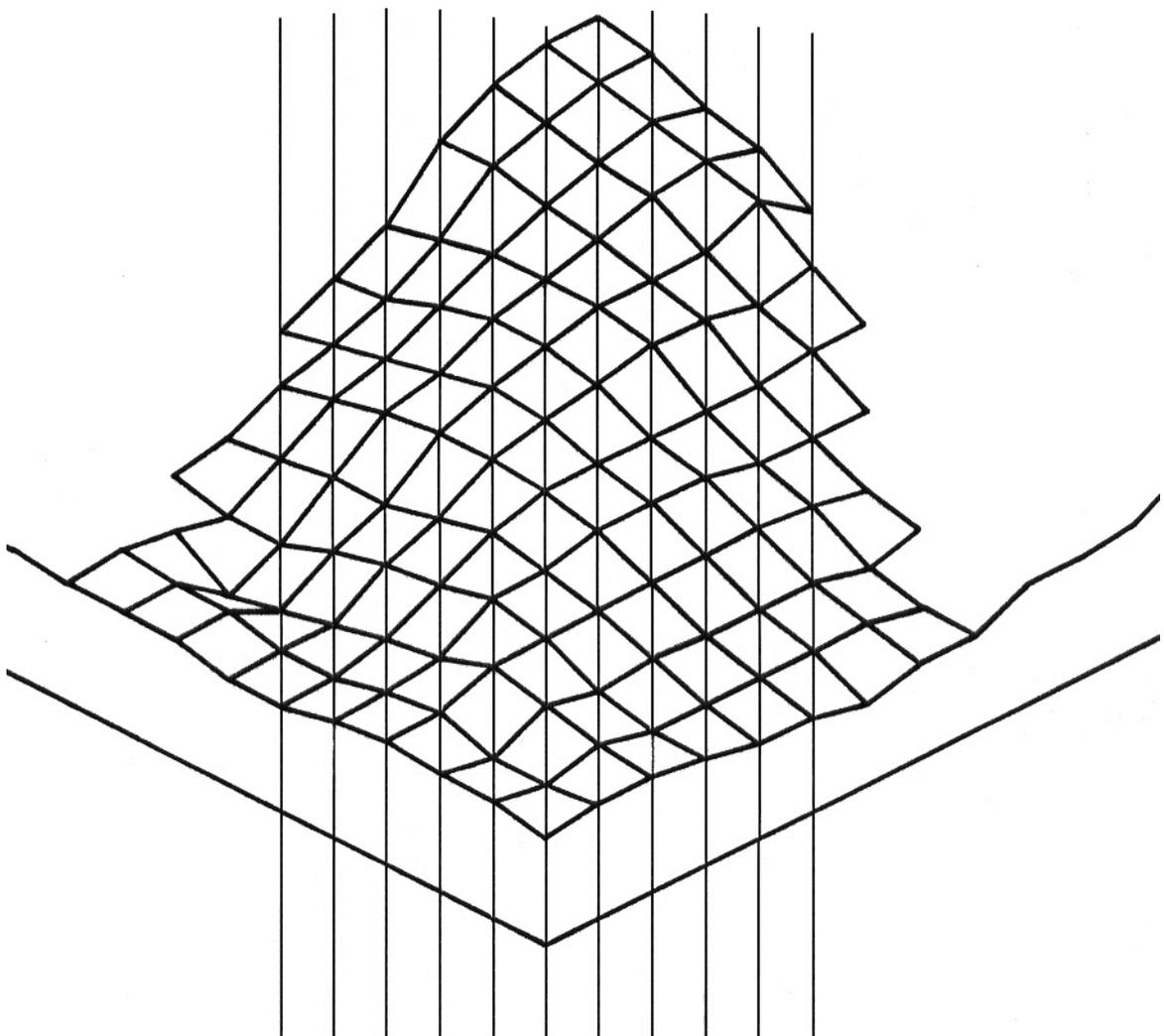


2.5.3 - MÉTODOS DE ELIMINACIÓN DE LINEAS OCULTAS EN AXONOMETRÍA

La mayoría de los métodos de eliminación de líneas ocultas están basados en el concepto de frontera.

En esencia se deberá ir dibujando partiendo de un lugar donde las líneas son vistas y que esas mismas líneas vayan transformándose en barreras para las siguientes, que deben morir en ellas.

La barrera puede ser en sentido doble, es decir, "no dibujar" ningún punto o línea "por debajo" de la barrera ni tampoco "por encima" de otra barrera. Si lo que se desea es ver la parte superior de la superficie, la barrera debe ser en el sentido de "no dibujar" por debajo de la frontera.



FRANJAS VERTICALES QUE CONTIENEN A LOS VERTICES

FIGURA 2-5-3-1

A pesar de que en esta tesis no vamos a incorporarlo, merece la pena mencionar un sistema que es bastante rápido aunque sólo es apropiado para la perspectiva isométrica y no para el resto de axonometrías. El método (figura 2-5-3-1) consiste en dibujar la malla considerando franjas verticales de anchura igual a un lado del cuadro en perspectiva (en este caso es posible hacerlo porque los vértices coinciden con rectas verticales).

Empezamos a dibujar por el segmento más cercano al observador (más lejano con respecto al plano del cuadro que habíamos considerado en el sentido positivo). Tras dibujar ese segmento, se almacenan las alturas de todos sus puntos en una variable indexada que se desplaza en el sentido de las "x" recorriendo de lado a lado la franja.

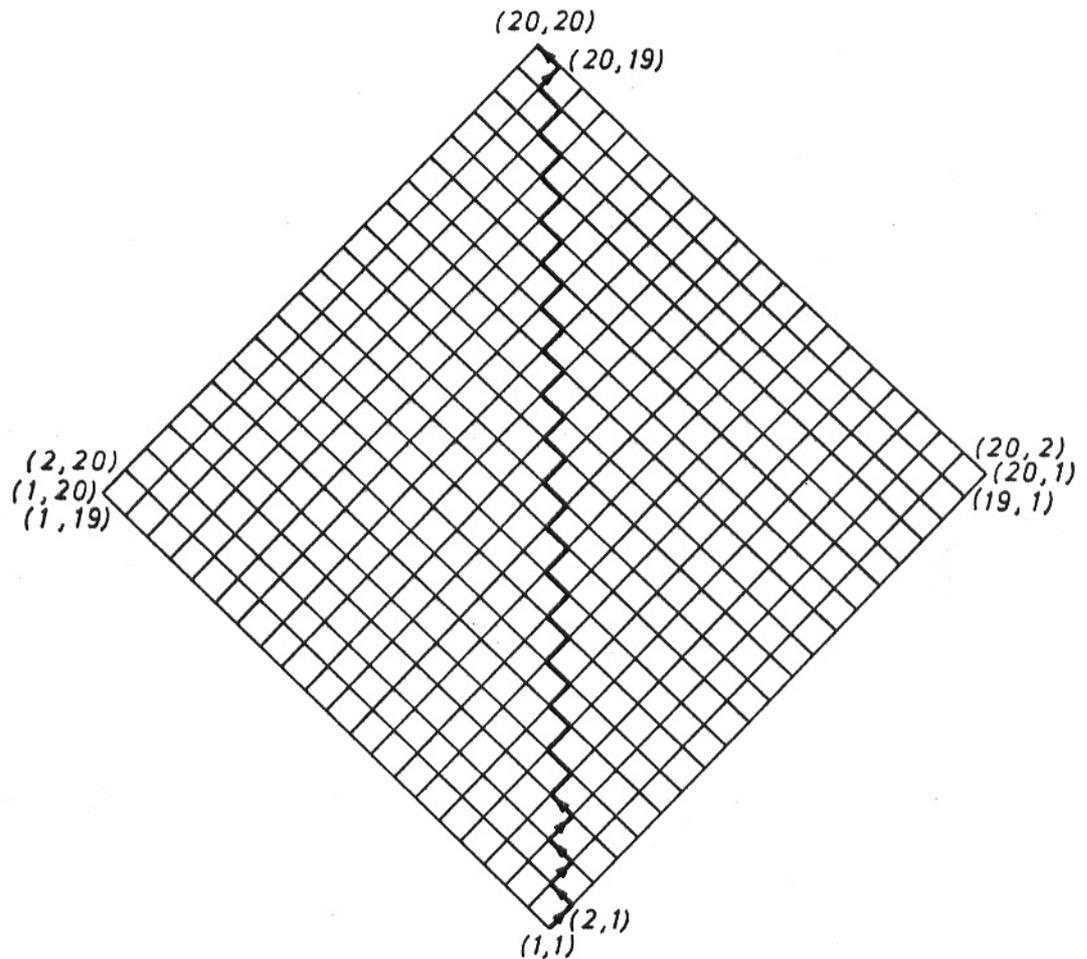
La siguiente línea se dibujará sólo en el caso de que esté por encima de la anterior. Si esto sucede, se guardan las alturas de sus puntos sustituyendo a las que había anteriormente y se pasa a un nuevo segmento.

Si el segmento quedara por debajo del anterior, no se dibujaría ni cambiaría la frontera. en caso que parte del segmento queda por debajo y parte por encima, solamente dibujaremos la parte que queda por encima y, además, la frontera quedaría modificada en esa zona.

Veamos un algoritmo que nos permite seguir el recorrido que hemos apuntado por franjas en toda la malla (figura 2-5-3-2).

Lo haremos con dos bucles, cada uno de los cuales nos solucionará una mitad de la malla, sin embargo, de momento no utilizaremos fronteras por lo que si aplicáramos este algoritmo de trazado, obtendríamos la solución que ya teníamos antes, es decir, con líneas ocultas.

```
2000 GRAPH I1,C,01
2010 A=1 : B=19 : J=1
2020 FOR I=A TO B
2030 LINE X2(I,J),Y2(I,J),X2(I+1,J),Y2(I+1,J),X2(I+1,J+1),Y2(I+1,J+1)
2040 J=J+1 : NEXT I
2050 IF A=19 THEN 2070
2060 A=A+1 : J=1 : GOTO 2020
2070 C=1 : D=19 : I=1
2080 FOR J=C TO D
2090 LINE X2(I,J),Y2(I,J),X2(I+1,J),Y2(I+1,J),X2(I+1,J+1),Y2(I+1,J+1)
2100 I=I+1 : NEXT J
2110 IF C=19 THEN 2130
2120 C=C+1 : I=1 : GOTO 2080
2130 END
```



CAMINO A RECORRER PARA ELIMINAR LAS LINEAS OCULTAS

FIGURA 2-5-3-2

Una vez establecido el camino, lo que hay que resolver es cómo tomar la decisión de "trazar", "no trazar" o "trazar una parte", y en este último caso decidir qué parte del segmento debe dibujarse y qué parte no.

Puesto que la anchura de la franja es exactamente igual para todas, la variable indexada que utilizaremos puede ser la misma y su tamaño mínimo será igual al número de puntos de pantalla horizontales que hay en una franja incluidos los extremos. en caso que nos interesara utilizar dos fronteras, necesitaríamos dos variables, una inferior y otra superior.

Sea $F(10)$ la variable que utilizaremos como frontera (para la pantalla que utilizamos y el tipo de malla es suficiente con 10 posiciones). Con respecto a la frontera un segmento puede adoptar tres posiciones:

- Los dos puntos por debajo de la frontera (figura 2-5-3-3), en cuyo caso hay que hacer dos cosas:

- a) Dibujar la línea completa.
- b) Cambiar la totalidad de la frontera.

- Un punto por encima y otro por debajo (figura 2-5-3-5), en cuyo caso hay que proceder de la forma siguiente:

- a) Obtener la intersección con la frontera.
- b) Dibujar desde la intersección hallada hasta el punto que está por encima de la frontera.
- c) Cambiar la frontera desde el punto de intersección hasta el extremo donde se halla el punto que está por encima de la frontera anterior.

Veamos un algoritmo mediante el cual se podrían resolver estos casos:

```

3000 REM PUESTA A CERO DE LA FRONTERA
3010 FOR I=1 TO 10 : F(I)=0 : NEXT I : RETURN
3020 REM DIBUJO ZONA VISTA SEGMENTO A1,A2,B1,B2
3500 IF(A2<F(1))*(B2<F(10)) THEN RETURN
3510 V1=A1-B1 : V2=A2-B2 : V3=V2/V1 : V4=V3*A1 : V5=A2-V4
3520 IF (A2>=F(1))*(B2>=F(10)) THEN LINE A1,A2,B1,B2 : FOR I=A1 TO B1 : G=G+1
: F(G)=V3*I+V5 : NEXT I : G=0 : RETURN
3530 IF AX<F(1) GOTO 3580
3540 FOR K=A1 TO B1 : G=G+1 : H(G)=V3*K+V5
3550 IF H(G)<F(G) THEN LINE A1,A2,(K-1),H(G-1) : K=B1 : GOTO 3570
3560 F(G)=H(G)
3570 NEXT K : G=0 : RETURN
3580 FOR K=1 TO B1 : G=G+1 : H(G)=V3*K+V5 : K1=K
3590 IF H(G)>F(G) THEN LINE K,H(G),B1,B2 : K=B1 : GOTO 3600
3600 NEXT K : G=G-1
3610 FOR I=K1 TO B1 : G=G+1 : F(G)=V3*I+V5 : NEXT I : G=0 : RETURN
    
```

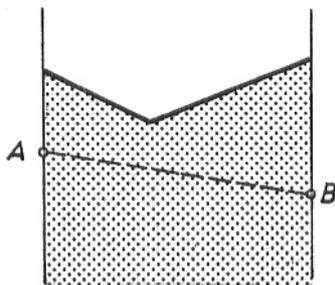


FIGURA 2-5-3-3

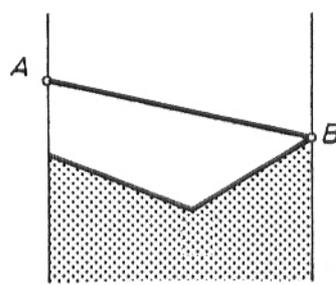


FIGURA 2-5-3-3

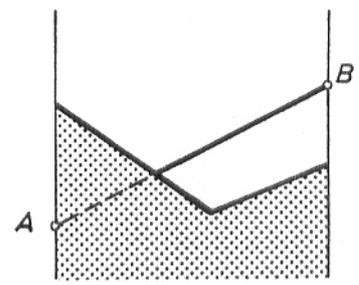


FIGURA 2-5-3-4

ELIMINACION DE LINEAS OCULTAS

**PROGRAMA AXON DIMETRICA
SIN LINEAS OCULTAS**

```

10 DIM X(22,22),Y(22,22),Z(22,22),X2(22,22),Y2(22,22),Z2(22,22)
15 DIMZ5(22,22),F(21),H(21)
20 REM      ■ PROCESO DE RECOGIDA DE DATOS DEL ARCHIVO
30 INPUT"NOMBRE DEL ARCHIVO?";A$
40 OPEN#1,A$
50 FOR I=1TO20:FOR J=1TO20
60 INPUT#1,X(I,J),Y(I,J),Z(I,J)
70 NEXT: NEXT
80 CLOSE#1
90 REM      ■ LA POSICION PRIMITIVA DE LOS PUNTOS ES (X,Y,Z)
100 REM     ■ LA POSICION PRIMITIVA DE LOS PUNTOS ES (X,Y,Z)
110 X(0,0)=X(1,1):Y(0,0)=Y(1,1):Z(0,0)=0:X(21,21)=X(20,20):
    Y(21,21)=Y(20,20):Z(21,21)=0
120 X(0,21)=X(1,20):Y(0,21)=Y(1,20):Z(0,21)=0:X(21,0)=X(20,1):
    Y(21,0)=Y(20,1):Z(21,0)=0
130 FORJ=1TO20
140 X(0,J)=X(1,J):X(21,J)=X(20,J)
150 X(J,0)=X(J,1):X(J,21)=X(J,20)
160 Y(0,J)=Y(1,J):Y(21,J)=Y(20,J)
170 Y(J,0)=Y(J,1):Y(J,21)=Y(J,20)
180 Z(0,J)=0:Z(21,J)=0:Z(J,0)=0:Z(J,21)=0
190 NEXT
200 REM     ■ LA POSICION FINAL DE LOS PUNTOS ES (X2,Y2,Z2)
505 PRINTTAB(15);"ANGULO DEL SEGUNDO GIRO ":INPUT B
570 A=π*45/180:B=90-B:B=π*B/180
580 CO=COS(A):SI=SIN(A):CC=COS(B):SS=SIN(B)
590 XC=X(10,10)*CO-Y(10,10)*SI:CE=150-XC
600 YC=(X(10,10)*SI+Y(10,10)*CO)*CC+Z(10,10)*SS:DE=120-YC
1000 REM     ■ CALCULO DE LAS COORDENADAS
1010 FORI=0TO21:FORJ=0TO21
1020 X2(I,J)=X(I,J)*CO-Y(I,J)*SI+CE
1030 Y2(I,J)=(X(I,J)*SI+Y(I,J)*CO)*CC+Z(I,J)*SS+DE
1040 NEXTJ:NEXTI
2000 REM     ■ PROCESO DE TRAZADO:GRAPHI1,C,01:GOSUB6000
2010 A=1:B=19:J=1
2020 GRAPHI2,C,I1,012:GOSUB3000:FORI=ATOB
2030 A1=X2(I,J):A2=Y2(I,J):B1=X2(I+1,J):B2=Y2(I+1,J):GOSUB3020
2035 B1=X2(I+1,J):B2=Y2(I+1,J):A1=X2(I+1,J+1):A2=Y2(I+1,J+1):GOSUB3020
2040 J=J+1:NEXTI
2050 IFA=19THEN2070
2060 A=A+1:J=1:GOTO2020
2070 C=1:D=19:I=1
2080 GRAPHI2,C,I1,012:GOSUB3000:FORJ=CTOD
2090 B1=X2(I,J):B2=Y2(I,J):A1=X2(I,J+1):A2=Y2(I,J+1):GOSUB3020
2095 A1=X2(I,J+1):A2=Y2(I,J+1):B1=X2(I+1,J+1):B2=Y2(I+1,J+1):GOSUB3020
2100 I=I+1:NEXTJ
2110 IFC=19THEN2130
2120 C=C+1:I=1:GOTO2080
2130 END
3000 REM     ■ PUESTA A CERD DE LA FRONTERA
3010 FORI1=0TO11:F(I1)=0:NEXTI1:RETURN
3020 REM     ■ DIBUJO ZONA VISTA SEGMENTO A1,A2,B1,B2

```

PROGRAMA AXON DIMÉTRICA SIN LINEAS OCULTAS (1)

```
3020 REM DIBUJO ZONA VISTA SEGMENTO A1,A2,B1,B2
3500 IF (A2<F(1))*(B2<F(11)) THEN RETURN
3510 V1=A1-B1:V2=A2-B2:V3=V2/V1:V4=V3*A1:V5=A2-V4
3520 IF (A2>=F(1))*(B2>=F(11)) THEN LINEA1,200-A2,B1,200-B2:G=0:
FOR I1=A1 TO B1 STEP (B1-A1)/10:G=G+1:F(G)=INT(V3*I1+V5):NEXT I1:G=0: RETURN
3530 IFA2=<F(1) GOTO 3580
3540 G=0:FOR K=A1 TO B1 STEP (B1-A1)/10:G=G+1:H(G)=V3*K+V5
3550 IF H(G)<F(G) THEN STOP:LINEA1,200-A2,(K-1),200-H(G-1):G=0:
FOR I1=A1 TO (K-1) STEP (B1-A1)/10:G=G+1:F(G)=INT(V3*I1+V5):NEXT I1:G=0: RETURN
3560 F(G)=H(G)
3570 NEXT K:G=0: RETURN
3580 G=0:FOR K=A1 TO B1 STEP (B1-A1)/10:G=G+1:H(G)=V3*K+V5:K1=K
3590 IF H(G)>F(G) THEN STOP:LINEA1,200-H(G),B1,200-B2:G=G-1:
FOR I1=K TO B1 STEP (B1-A1)/10:G=G+1:F(G)=INT(V3*I1+V5):NEXT I1:G=0: RETURN
3600 NEXT K:G=G-1
3610 FOR I1=K1 TO B1 STEP (B1-A1)/10:G=G+1:F(G)=V3*I1+V5:NEXT I1:G=0: RETURN
4000 IF (B2-A2)=0 THEN RETURN
4005 PA=(B2-A2)/ABS(B2-A2):IF PA=1 THEN F(21)=B2:
LINEA1,200-A2,B1,200-B2: RETURN
4006 PA=(B2-A2)/ABS(B2-A2):IF PA=-1 THEN F(21)=B2:
LINEA1,200-A2,B1,200-B2: RETURN
4010 F(1)=A2: RETURN
6000 J=0:FOR I=0 TO 19
6010 LINEX2(I,J),200-Y2(I,J),X2(I+1,J),200-Y2(I+1,J),X2(I+1,J+1),
200-Y2(I+1,J+1)
6020 LINEX2(J,I),200-Y2(J,I),X2(J,I+1),200-Y2(J,I+1),X2(J+1,I+1),
200-Y2(J+1,I+1)
6030 NEXT: RETURN
7000 FOR I=1 TO 20:FOR J=1 TO 20:PRINTZ(I,J);:NEXT:STOP:NEXT
```

PROGRAMA AXON DIMÉTRICA SIN LINEAS OCULTAS (2)

Cada vez que se cambiase de franja habría que hacer una puesta a cero de la frontera (GOSUB 3000). Cada vez que hubiese que dibujar un segmento habría que cambiar de nombre sus coordenadas de manera que el punto más a la derecha sería (B1,B2) y el punto más a la izquierda (A1,A2), realizando después este algoritmo (GOSUB 3500).

Este algoritmo nos resolvería satisfactoriamente todas las axonometrías que hubiésemos planteado con el programa AXONOMETRÍA SIMPLE en las que el primer ángulo de giro fuese 45°, ya que sólo en ese caso los vértices coinciden sobre una misma vertical (entre estos casos se halla la ISOMETRÍA).

Veamos ahora un método más generalizado pues resuelve satisfactoriamente cualquier axonometría (aunque el primer giro aplicado sea distinto de 45°).

Este método está desarrollado en el programa AXON SIN LINEAS OCULTAS que se ha incorporado al final de este tema.

Básicamente es muy similar al que hemos visto, sólo que la franja vertical es toda la pantalla y el camino recorrido también varía (figura 2-5-3-6).

En cuanto al recorrido a seguir, solamente hemos de mantener las mismas reglas que ya apuntamos en el método anterior:

- Debemos empezar a dibujar por el lugar más cercano al observador y luego desplazarnos hacia atrás para no dibujar nada que luego pueda resultar oculto por algo que dibujemos posteriormente.

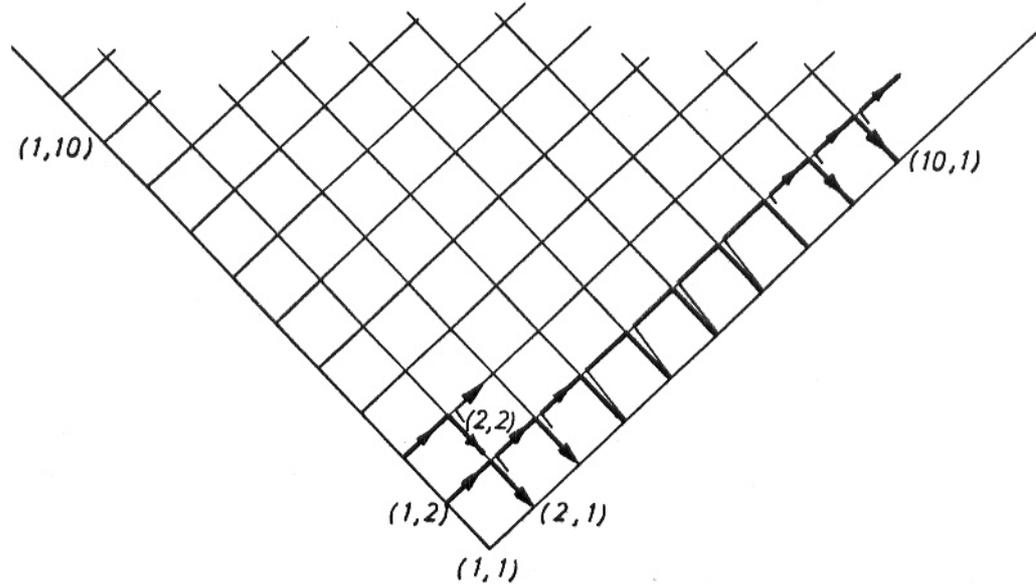


FIGURA 2-5-3-6

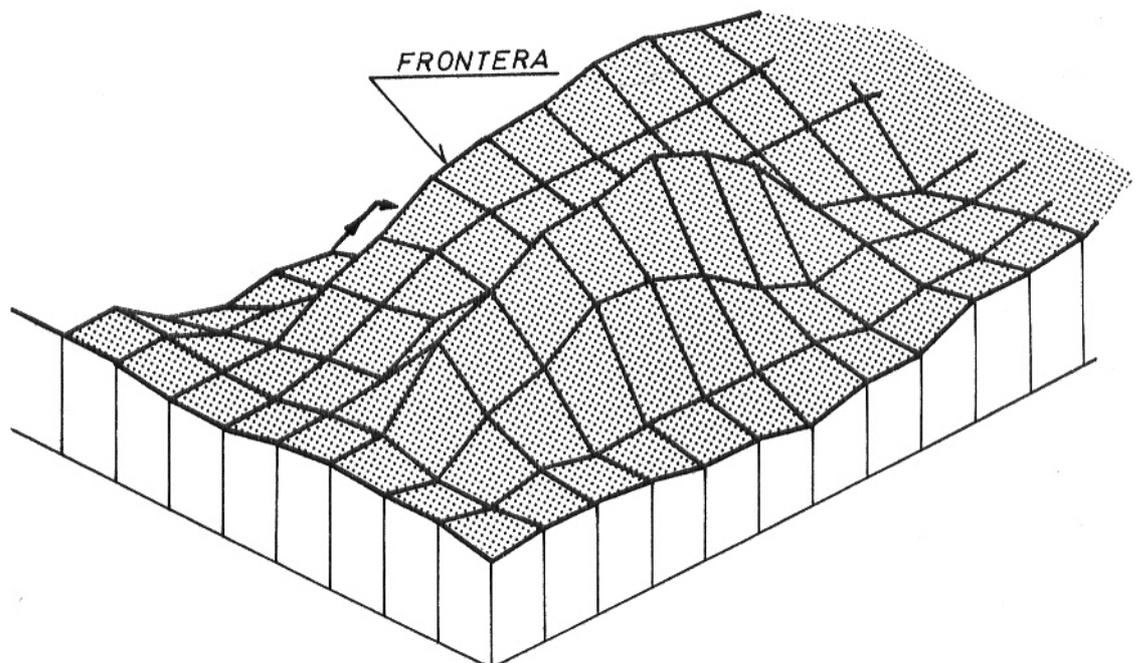


FIGURA 2-5-3-7

Las primeras líneas a dibujar pueden ser los extremos anteriores de la malla. Luego podríamos desplazarnos según filas (o columnas) sucesivamente más alejadas. Dentro de una fila (o columna) deberemos ir considerando los segmentos de manera ordenada, de forma que los posteriores sean los últimos dentro de la misma fila (o columna).

Una de las secuencias posibles por lo tanto, sería:

```
2000 GRAPH I1,C,01
2010 FOR J=1 TO 19 : LINE X2(1,J),Y2(1,J)X2(1,J+1),Y2(1,J+1) : LINE
X2(J,1),Y2(J,1),X2(J+1,1),Y2(J+1,1) : NEXT J
2020 FOR F=2 TO 20 : FOR I=1 TO 19
2030 LINE X2(I,J),Y2(I,J),X2(I+1,J),Y2(I+1,J),X2(I+1,J+1),Y2(I+1,J+1)
2040 NEXT I : NEXT J
```

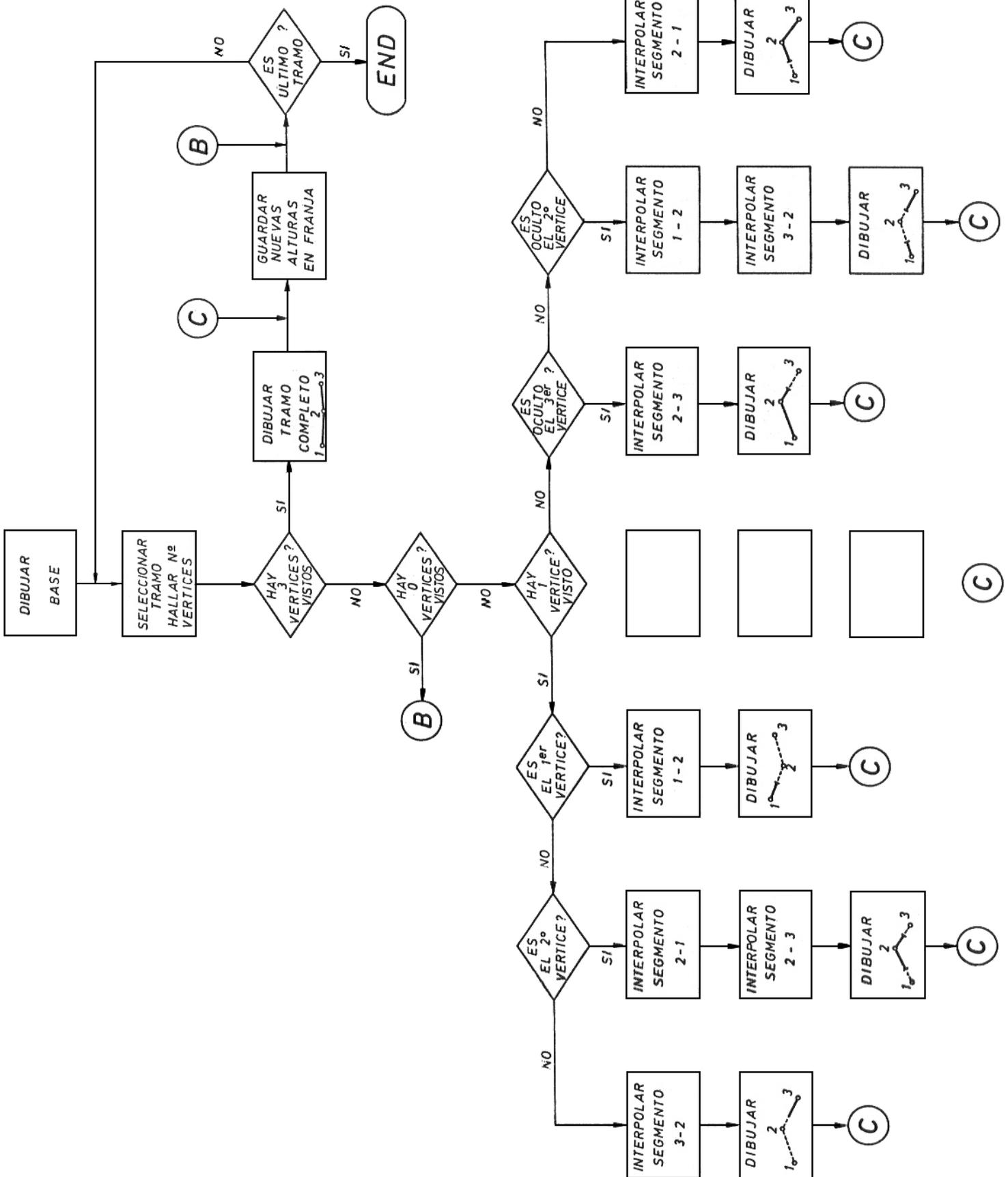
Con este sencillo algoritmo siempre estamos dibujando antes lo que está delante, considerando un primer ángulo de giro inferior a los 90° . En caso contrario fallaría pues el vértice (1,1) no sería el más cercano al observador. La dificultad que entraña esta circunstancia la resolveremos cambiando los subíndices de las variables (ver programa AXON SIN LINEAS OCULTAS instrucciones 105 a 140) haciendo que el subíndice (1,1) sea el más próximo.

Sólo nos queda establecer el proceso de eliminación de líneas ocultas, pero puesto que en este caso el problema se hace más complejo, hemos recurrido a la realización de un esquema en forma de organigrama (adjunto) que nos ayudará a seguir la explicación de manera eficaz.

El primer valor de la variable frontera debe ser el que corresponde a la altura de las dos primeras líneas que se dibujan, que son los bordes anteriores de la malla. Después la frontera será modificada cuando los puntos estén por encima de ella, manteniéndose la misma frontera cuando los puntos están por debajo.

Veamos las posibilidades que hay en este tipo de camino recorrido.

Puesto que los vértices que se dibujan en cada pasada son tres, las posibilidades en función de ellos son:



ORGANIGRAMA

- **Los tres vértices están por debajo o tocando la frontera.** En cuyo caso pasaremos al siguiente gramo (figura 2-5-3-8).

Los tres vértices están por encima de la frontera o como máximo hay dos que tocan y el tercero está por encima. En este caso hay que dibujar los dos tramos y posteriormente modificar la frontera en la zona dibujada.

El primer valor de la variable frontera debe ser el que corresponde a la altura de las dos primeras líneas que se dibujan, que son los bordes anteriores de la malla. Después la frontera será modificada cuando los puntos estén por encima de ella, manteniéndose la misma frontera cuando los puntos están por debajo.

Veamos las posibilidades que hay en este tipo de camino recorrido.

Puesto que los vértices que se dibujan en cada pasada son tres, las posibilidades en función de ellos son:

- **Los tres vértices están por debajo o tocando la frontera.** En cuyo caso pasaremos al siguiente tramo (figura 2-5-3-8).



FIGURA 2-5-3-8

Los tres vértices están por encima de la frontera o como máximo hay dos que tocan y el tercero está por encima (figura 2-5-3-9).. En este caso hay que dibujar los dos tramos y posteriormente modificar la frontera en la zona dibujada.

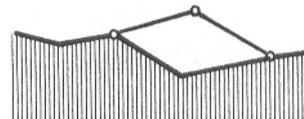


FIGURA 2-5-3-9

- **Sólo hay un vértice visto**, es decir, que esté por encima de la frontera. Actuaremos según cual sea el vértice que sobresale a la frontera. Hay tres casos posibles:

. *Que el vértice visto sea el primero.* Tendremos que interpolar para encontrar la intersección del primer segmento con la frontera (figura 2-5-3-10). Dibujaremos luego desde el punto hasta la intersección modificando la frontera en el tramo dibujado.

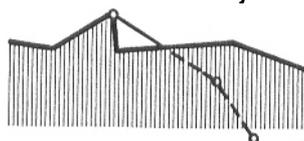


FIGURA 2-5-3-10

. *Que el vértice visto sea el último.* Hallaremos la intersección del segundo segmento con la frontera (figura 2-5-3-11) y dibujaremos

desde dicho punto hasta el vértice visto, modificando la frontera en eses tramo.

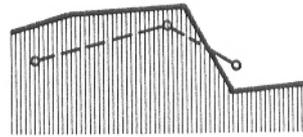


FIGURA 2-5-3-11

. Que el vértice visto sea el segundo. Hay que hallar la intersección con la frontera de ambos segmentos (figura 2-5-3-12), dibujando los dos tramos que sobresalen y modificando la frontera también en el trozo dibujado.



FIGURA 2-5-3-12

- **Hay dos vértices vistos.** Con sus tres posibilidades:

. *El tercer punto es oculto (debajo de la frontera).* Hay que hallar la intersección del segundo segmento con la frontera, dibujar el primer segmento completo y la parte anterior del segundo hasta el punto de intersección. posteriormente se varía la frontera en la zona dibujada (figura 2-5-3-13).

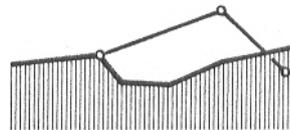


FIGURA 2-5-3-13

. *El primer punto es oculto (debajo de la frontera).* hay que hallar la intersección del primer segmento con la frontera y dibujar desde el punto de intersección en adelante. El segundo segmento habrá que dibujarlo completo. La frontera quedará modificada en el tramo comprendido por la zona dibujada (figura 2-5-3-14).

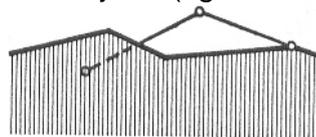


FIGURA 2-5-3-14

. *El segundo punto es el oculto (debajo de la frontera).* Hay que hallar la intersección de ambos segmentos con la frontera. Se deberá dibujar desde el primer punto a la primera intersección y desde el segundo punto de intersección hasta el tercer vértice. La frontera quedará modificada en las dos zonas dibujadas (figura 2-5-3-15).



FIGURA 2-5-3-15

En el programa AXON SIN LINEAS OCULTAS se desarrolla esta sistema a partir de la instrucción 610, al mismo tiempo que se incorpora el dibujo de los laterales visibles de la malla. Las variables que se utilizan como frontera, llamadas también variables de rastreo, son Z3(I) y Z4(J).

Para poder sistematizar más cómodamente los puntos primero, segundo y tercero, que se usan en la eliminación de líneas ocultas, tienen por coordenadas (S1,R1), (S2,R2) y (S3,R3).

La razón de que se utilicen dos variables en lugar de una, es que el barrido de pantalla horizontal requiere 315 puntos y no es posible contenerlos en una variable indexada pues sólo admiten 255 valores si son unidireccionales.

Si quisiéramos utilizar frontera inferior, tendríamos que usar otras dos variables y el método sería semejante al empleado con una sola frontera.

2.6 - OBTENCIÓN DE LA PROYECCIÓN CÓNICA DE LAS SUPERFICIES GENERADAS MEDIANTE NUESTRO MODELO

2.6.1 - DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES

Aunque habíamos hecho una pequeña introducción en el inicio de las axonometrías, es necesario insistir en los fundamentos de una proyección cónica.

Dado un punto de vista V y un segmento AB , su proyección cónica sobre el plano J se obtiene como unión de los puntos de intersección producidos por la recta VA y la recta VB sobre dicho plano.

Esa sería la función básica a realizar ya que disponemos de muchos segmentos (lados de los cuadriláteros) que nos integran la totalidad de la malla y cuyas proyecciones cónicas nos darían como resultado la proyección cónica de la malla.

Sin embargo es importante establecer las posiciones relativas de malla, plano soporte de la proyección y punto de vista, puesto que no estamos acostumbrados a ver los elementos desde todas las posiciones.

En las perspectivas cónicas es muy frecuente que los elementos verticales resulten una vez proyectados también verticales para de esa forma obtener una visión más fácil de interpretar.

Para apoyar lo afirmado anteriormente, véanse varias proyecciones cónicas de un mismo cubo y nótese que la más difícil de interpretar es la de la figura 2-6-1-1- C.

En las proyecciones cónicas, para que un segmento que en la realidad es paralelo a otro resulte una vez proyectados también paralelo, es necesario que sean ambos paralelos al plano de proyección. En efecto, veamos una sencilla demostración que también servirá para ver que cualquier haz de rectas paralelas que no sea paralelo al plano de proyección, en perspectiva (proyección cónica, converge hacia un punto denominado punto de fuga de esa dirección.

Sea (figura 2-6-1-2) el punto V centro de proyección y AB un segmento cualquiera del espacio.

La proyección cónica del segmento AB sobre el plano J será otro segmento $A'B'$ cuyos extremos son las intersecciones con el plano J de las rectas que van desde el punto de vista V pasando por los extremos del segmento original hasta el propio plano.

Lógicamente los puntos V, A, B, A', B' son coplanarios (pertenecen a un mismo plano).

Si pasamos por el punto V una recta paralela al segmento AB , esa recta también pertenecerá al mismo plano, ya que hemos pasado por un punto de un plano una paralela a otra recta del mismo plano.

El punto de intersección (si lo hay) con el plano J también pertenecerá al mismo plano por ser de la recta, luego estará en la prolongación de la recta $A'B'$ que no es más que la intersección del plano J con el plano que contiene V, A y B . Llamemos F a ese punto.

Como la recta f sólo depende de la dirección del segmento AB y no de su posición, ese punto será común a todos los planos que pasando por V contienen a segmentos paralelos AB , por lo que las proyecciones cónicas de todos los segmentos paralelos a AB en su prolongación contendrán al punto F como se quería demostrar.

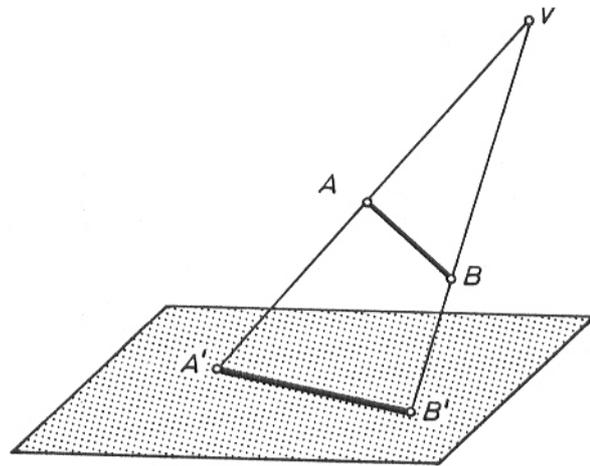


FIGURA 2-6-1-1 a

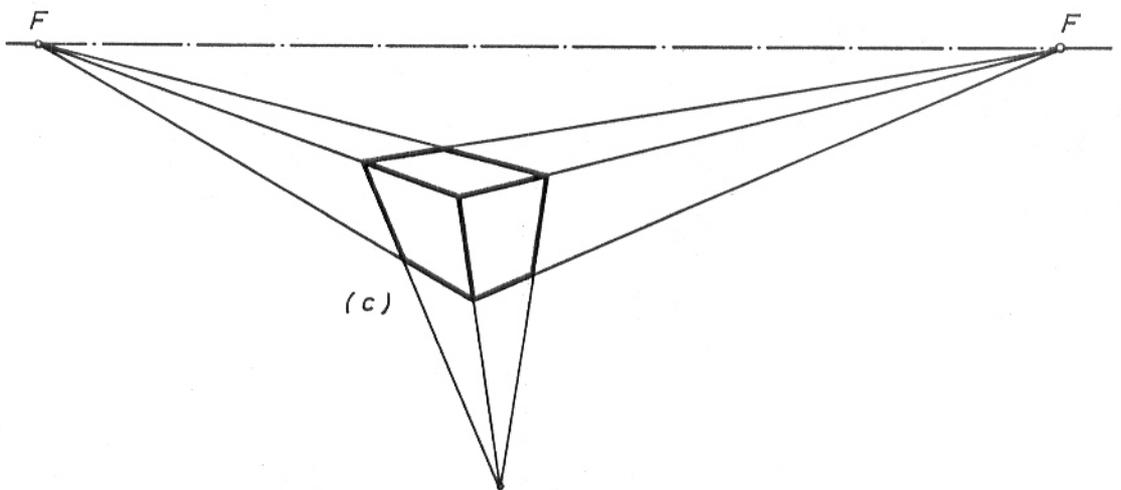
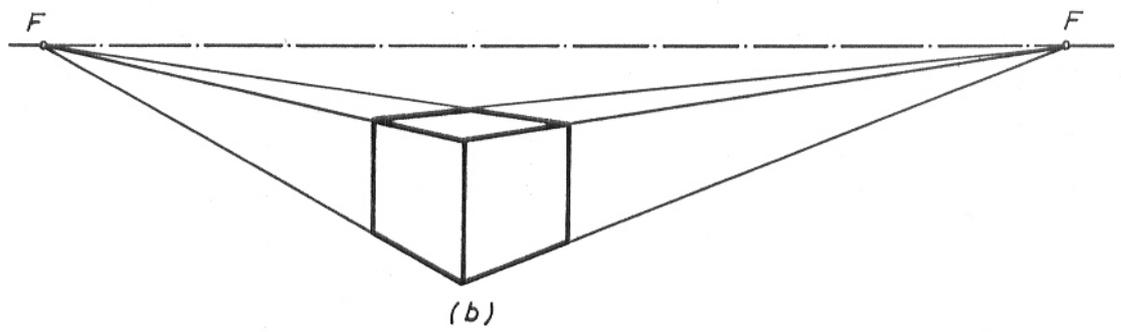
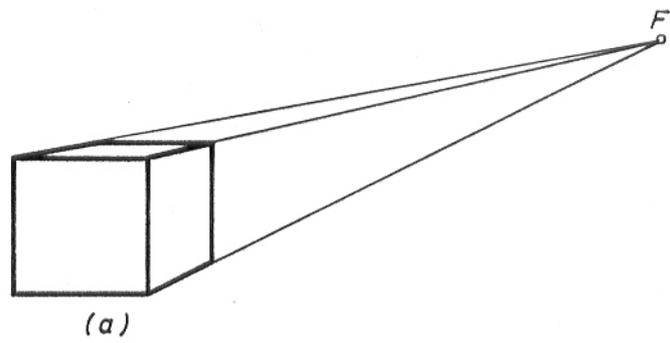


FIGURA 2-6-1-1-b

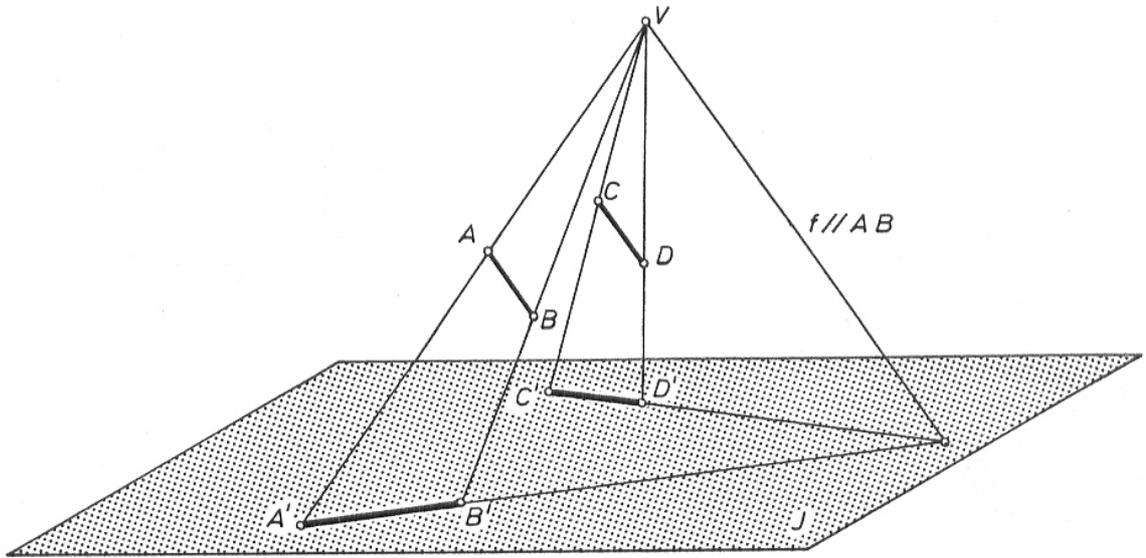


FIGURA 2-6-1-2

PUNTO DE FUGA DE DOS SEGMENTOS PARALELOS

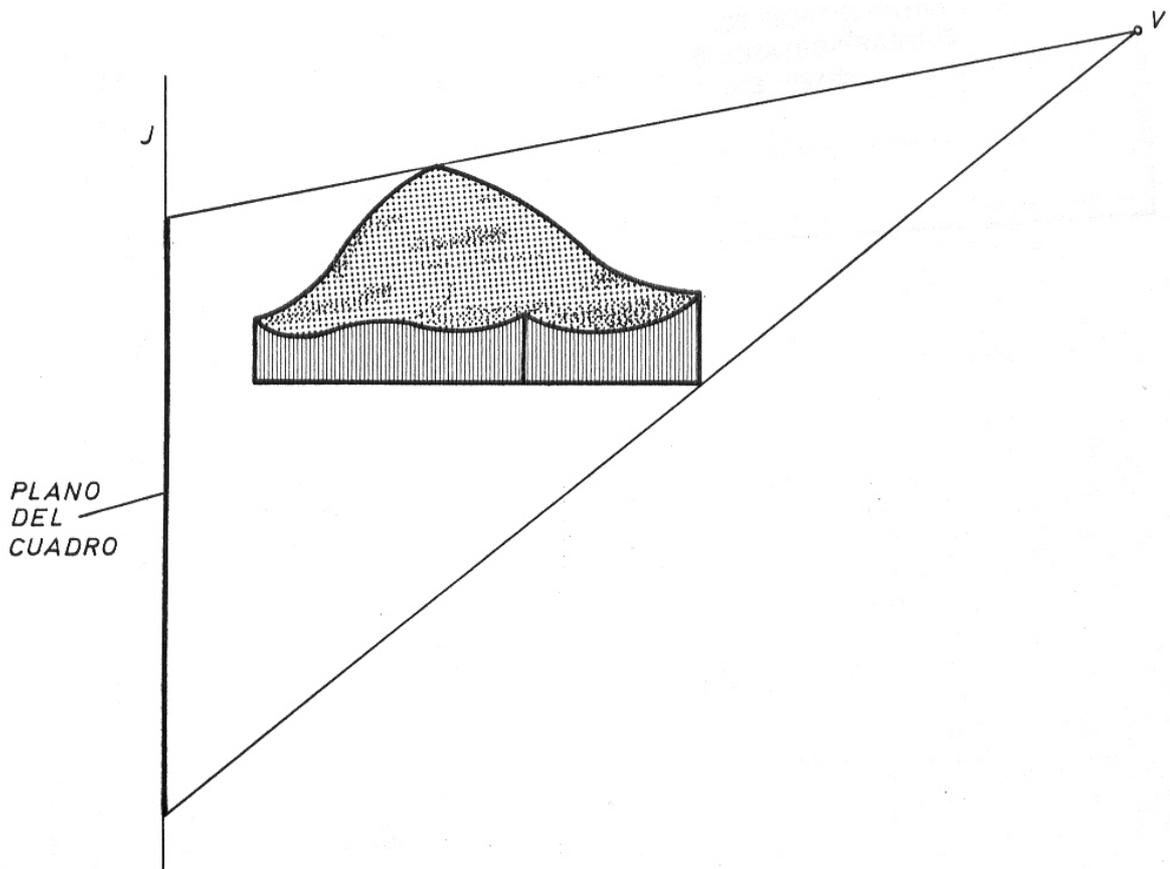


FIGURA 2-6-1-3

DISPOSICION RELATIVA DEL OBJETO,
PUNTO DE VISTA Y PLANO DEL CUADRO

Nótese que el punto F es la intersección con el plano de proyección de la recta paralela a AB que pasa por V. En el caso que AB fuese paralelo al plano, evidentemente el punto F no existiría (podríamos considerar que está en el infinito) luego las proyecciones de segmentos paralelos al cuadro y paralelos entre sí también son paralelos en proyección cónica. Esto vamos a utilizarlo para conservar la verticalidad de los elementos que en la realidad son verticales.

Nuestra malla debe quedar por lo tanto de manera que sus planos horizontales sean perpendiculares al plano del cuadro (figura 2-6-1-3). Si pretendemos conservar el mismo sistema que hemos creado para situar la malla con respecto al plano de proyección en las proyecciones axonométricas, deberemos únicamente hacer que el segundo giro que aplicamos a la malla (figura 2-5-2-2-3) alrededor del eje X_P sea siempre de 90° .

La figura 2-6-4-1 ilustra la posición de la malla tras efectuar este segundo giro. Con ello habríamos resuelto las posiciones relativas entre malla y plano del cuadro, sin embargo quedarían por situar el punto de vista y el plano del cuadro, ya que en este caso el plano formado por los ejes X_P e Y_P , que antes servían de plano del cuadro, puede serlo también, o podemos utilizar cualquier otro plano paralelo a éste.

Supongamos que el punto de vista sea V (elegido como veremos) y que su posición la definimos con respecto a la pantalla (referencia de ejes X_P e Y_P) tal como indica la figura 2-6-1-5.

Los planos J1, J2, J3, ... darían proyecciones cónicas semejantes, más pequeñas cuanto más cercanas al punto de vista V (centro de proyección cónica).

Puesto que la mejor referencia que podemos tener de la posición de la malla es la posición del punto de altura cero y coordenadas respecto a la malla $[X(1,1), Y(1,1), 0]$ pues es el único punto que permanece invariable en los dos giros, situaremos el punto de vista V con respecto a dicho punto cuyas coordenadas de pantalla serán (0,0) definiendo mediante tres coordenadas AX, BX, CX su posición y teniendo en cuenta que las dos primeras coinciden con las coordenadas de pantalla y la tercera será la distancia que hay desde el punto de vista V al plano llamado de pantalla $X_P - Y_P$ (figura 2-6-1-5).

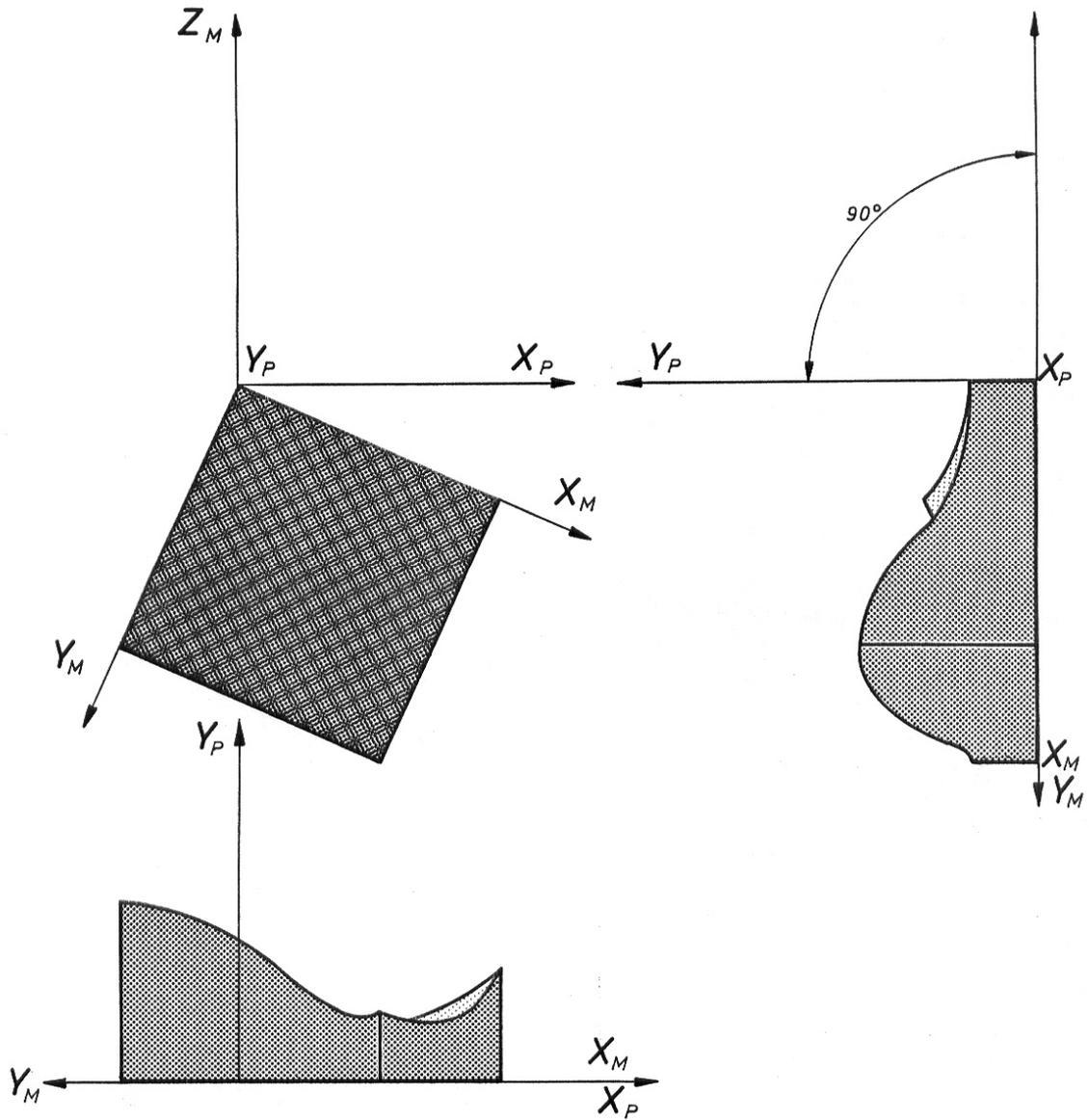


FIGURA 2-6-1-4

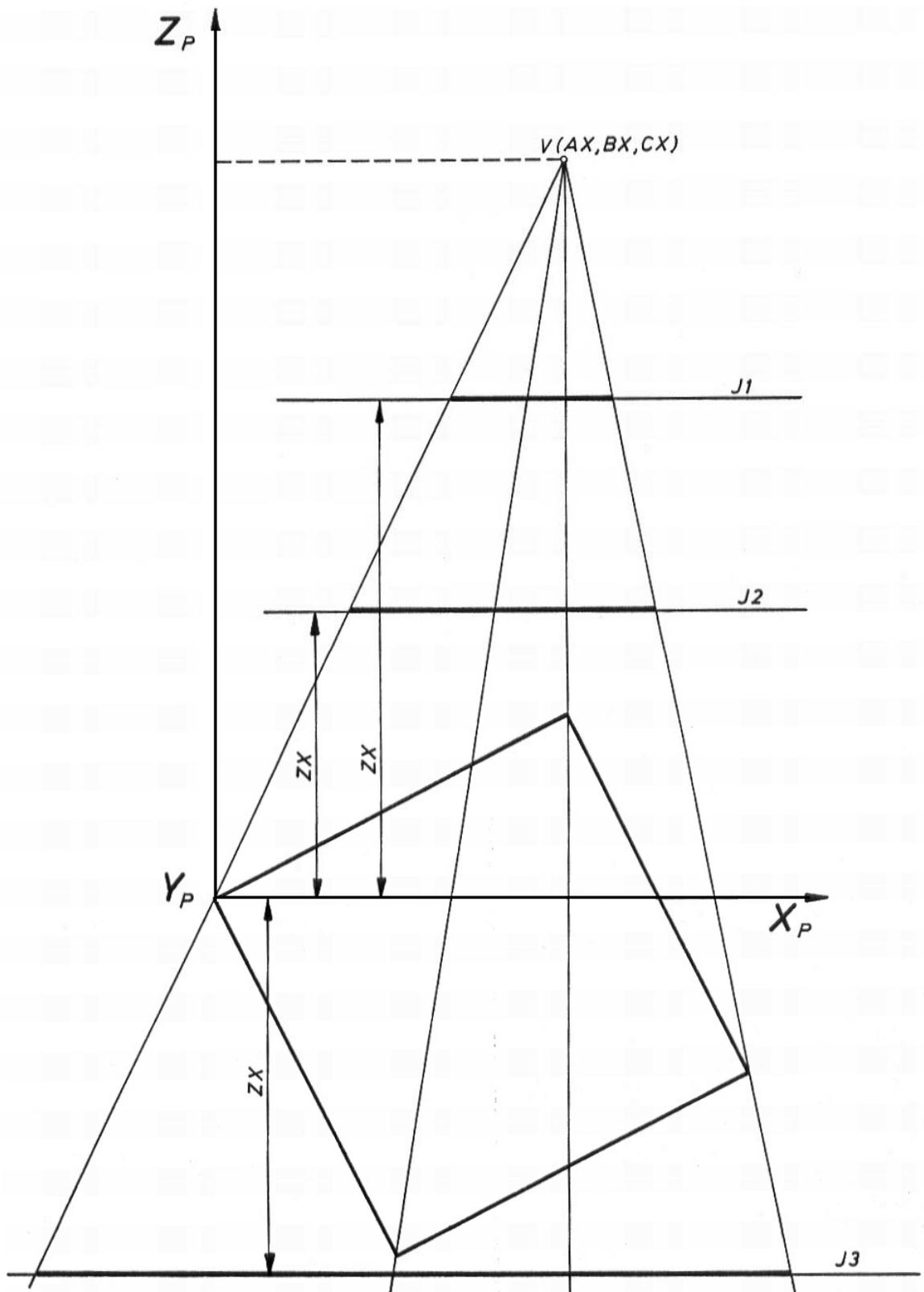


FIGURA 2-6-1-5