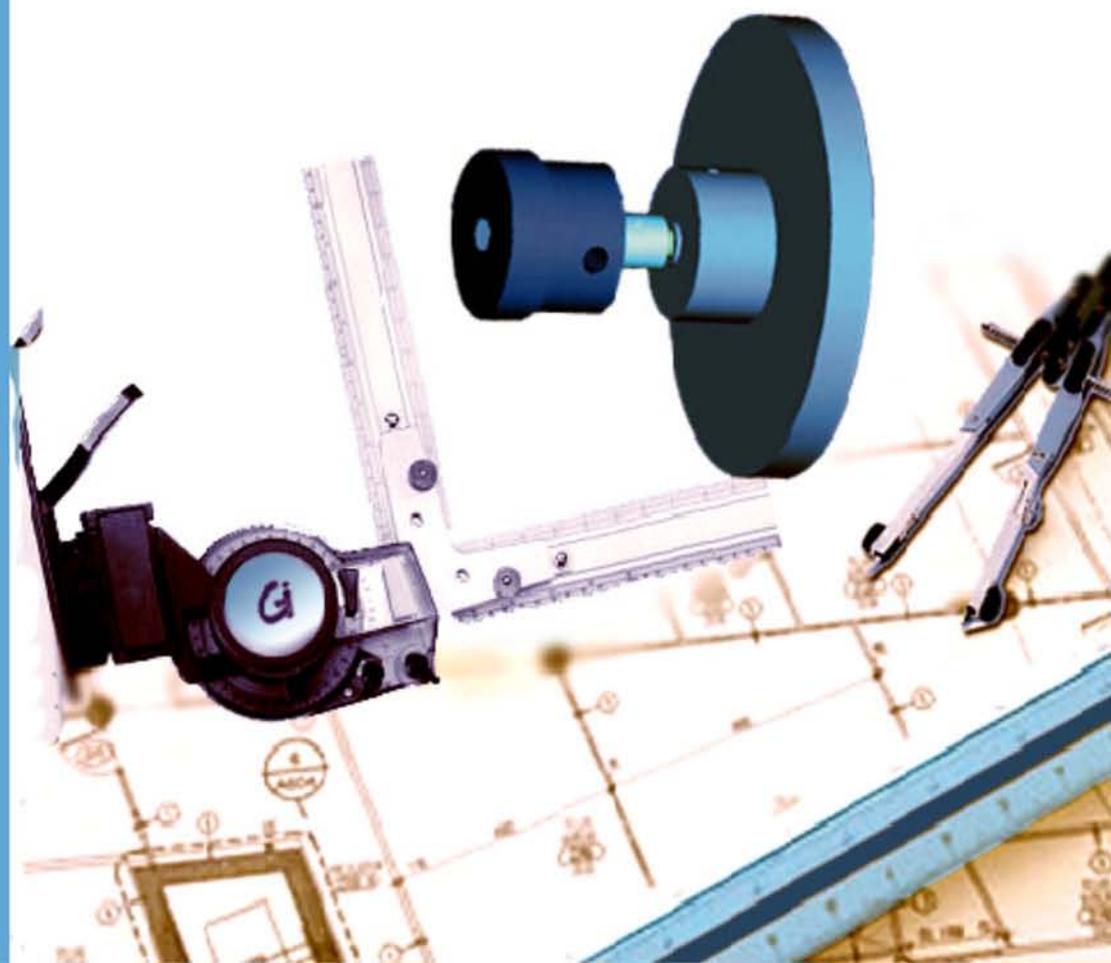


DIBUJO TÉCNICO

para Carreras de Ingeniería

Eladio Ruiz Martell
Guillermo Fernández López
Nelson Figueredo Coucelo
Alberto Rodríguez Piñeiro



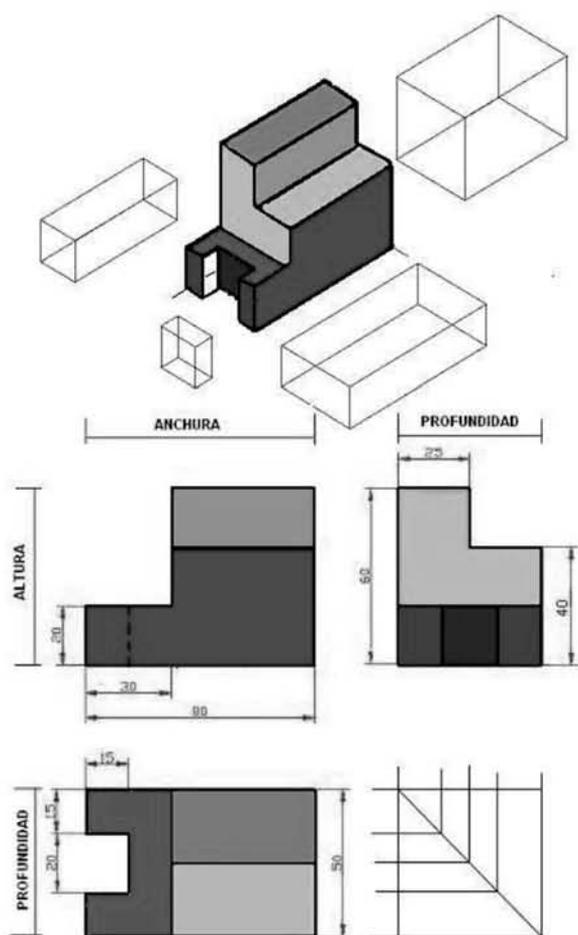
DIBUJO TÉCNICO

para Carreras de Ingeniería

DIBUJO TÉCNICO

para Carreras de Ingeniería

MSc. Eladio Ruiz Martell
Ing. Guillermo Fernández López
MSc. Nelson Figueredo Coucelo
MSc. Alberto Rodríguez Piñeiro



EDITORIAL  FÉLIX VARELA

La Habana, 2009

Edición: Dania Relova Fernández

Diseño de cubierta: Alberto Julio Rodríguez Piñeiro

Realizador de cubierta: Leonardo Fernández

Diseño interior: Frank Herrera García

Diagramación: Joel Aguilar Peña y Ailec García Azcuaga

Corrección: Mirialis Cáceres Malagón

© Colectivo de autores, 2009

© Sobre la presente edición:
Editorial Félix Varela, 2009

ISBN 978-959-07-0988-3

EDITORIAL FÉLIX VARELA
Calle A No. 703, esq a 29,
Vedado, La Habana, Cuba.

ÍNDICE

Prólogo / 5

Capítulo I: Fundamentos del dibujo. Dibujo a mano alzada / 7

Introducción / 7

1.1. Formatos. Clasificación. Dimensiones / 7

1.2. Cuadro de títulos (Cajetín). Función en los planos / 9

1.3. Líneas técnicas para el dibujo técnico / 10

1.4. Rotulado Técnico / 11

1.5. Escalas / 14

1.6. Croquizado. Importancia y técnica del dibujo a mano alzada / 15

Ejercicios / 17

Capítulo II: Proyecciones ortogonales y axonométricas del punto, la recta y el plano / 23

Introducción / 23

2.1. Breve reseña histórica de la Geometría descriptiva / 24

2.2. Teoría general de las proyecciones. Concepto y clasificación / 24

2.3. Sistema de dos y tres planos de proyecciones. Abatimiento / 26

2.4. Proyección del punto / 27

2.5. Proyección de la recta en el sistema de dos y tres planos de proyecciones / 28

2.6. Posiciones relativas entre dos rectas en el espacio / 29

2.7. Formas de representar el plano en el espacio y en el abatimiento / 29

2.8. Proyecciones axonométricas / 31

2.9. Proyecciones isométricas del punto, la recta y el plano geométrico / 32

2.10. Clasificación de la recta a partir de sus posiciones relativas, con respecto a los planos de proyección / 33

2.11. Clasificación del plano a partir de sus posiciones relativas, con respecto a los planos de proyección / 35

2.12. Relaciones de posición entre el punto, la recta y el plano / 39

2.13. Relación de posición entre planos / 40

2.14. Intersección entre la recta y el plano / 44

Ejercicios / 47

Capítulo III: Proyecciones ortogonales y axonométricas de los cuerpos geométricos / 67

Introducción / 67

3.1. Proyecciones ortogonales de cuerpos geométricos elementales / 67

- 3.2. Proyecciones ortogonales y axonométricas de los cuerpos poliédricos / 68
 - 3.3. Proyecciones ortogonales y axonométricas de los cuerpos de superficie curva / 75
- Ejercicios / 85

Capítulo IV: Proyecciones ortogonales y axonométricas de productos / 93

- Introducción / 93
 - 4.1. Vistas múltiples / 93
 - 4.2. Axonometría. Método del cajón / 96
 - 4.3. Acotado / 96
 - 4.4. Métodos de transformación del abatimiento / 100
 - 4.5. Vistas auxiliares / 107
- Ejercicios / 111

Capítulo V: Cortes y secciones / 137

- Introducción / 137
 - 5.1. Intersección del plano con un cuerpo geométrico / 137
 - 5.2. Intersección de la recta con un cuerpo geométrico / 145
 - 5.3. Cortes y secciones / 148
 - 5.4. Clasificación de los cortes / 150
 - 5.5. La sección como caso particular de corte / 153
- Ejercicios / 154

Capítulo VI: Intersección entre cuerpos geométricos / 171

- Introducción / 171
 - 6.1. Intersección recíproca entre poliedros / 171
 - 6.2. Intersección entre cuerpos de superficie curva / 174
- Ejercicios / 178

Capítulo VII: Desarrollo / 183

- Introducción / 183
 - 7.1. Desarrollo de cuerpos poliédricos / 183
 - 7.2. Desarrollo de cuerpos de superficie curva / 189
- Ejercicios / 193

Capítulo VIII: Representaciones gráficas utilizando un editor gráfico / 196

- Introducción / 196
 - 8.1. Medio ambiente de trabajo en el editor gráfico AutoCAD / 197
 - 8.2. Descripción de las barras de herramientas de AutoCAD / 202
 - 8.3. Procesos básicos de trazado. Sistema de coordenadas. Métodos de introducción de datos / 203
 - 8.4. Modo de referencias a objetos / 209
 - 8.5. Capas, colores y tipos de líneas. Cambios de tipos de líneas / 212
 - 8.6. Familiarización con el ambiente de trabajo en 3D. Principales herramientas / 219
 - 8.7. Formación de productos en 3D / 221
 - 8.8. Conceptos básicos del acotado / 228
 - 8.9. Rayado de sección / 234
 - 8.10. Escritura de textos / 238
 - 8.11. Propiedades / 240
 - 8.12. Representación de bloques. Bloques con atributos / 241
 - 8.13. Insertar bloques / 243
- Bibliografía / 244
- Ejercicios / 244

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA / 250

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA / 252

PRÓLOGO

El presente texto ha sido elaborado por un grupo de profesores del **Departamento Gráfica de Ingeniería del Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”**, con experiencia en impartir la asignatura de Dibujo Técnico y está sustentado, además, en las investigaciones realizadas en cuanto a los contenidos de los Programas y la Metodología de la Enseñanza del Dibujo.

En este trabajo se abordan los contenidos del dibujo básico a partir del fundamento teórico que brinda la Geometría Descriptiva, estructurándose en ocho capítulos que se corresponden con los temas fundamentales de la asignatura. Cada capítulo presenta un sumario con el sistema de conocimientos, contenidos abordados metodológicamente, ejercicios típicos, metodologías de trabajo, resúmenes, ejercicios con diferentes grados de dificultad, brindando información en relación con la bibliografía de consulta disponible.

El Capítulo VIII brinda los elementos necesarios para el empleo de un editor gráfico, proponiéndose actividades que faciliten el desarrollo de las habilidades necesarias para la solución de representaciones gráficas con técnicas informáticas.

Consideramos que el nivel de exigencia de este texto está acorde con el nivel establecido en los contenidos de los programas de Dibujo Técnico y sirven de base a asignaturas de Dibujo Aplicado.

LOS AUTORES

Capítulo I

FUNDAMENTOS DEL DIBUJO. DIBUJO A MANO ALZADA

INTRODUCCIÓN

Este capítulo tiene como objetivo conocer los aspectos básicos y normativos de la representación gráfica y figuras planas, utilizando las líneas técnicas en la realización de los mismos; así como la aplicación de los distintos tipos de formatos.

Contenidos de este capítulo. Formatos. Cuadro de Títulos. Líneas técnicas. Rotulado técnico. Escalas. Croquizado. Importancia y técnica de la mano alzada. Materiales utilizados.

1.1. FORMATOS. CLASIFICACIÓN. DIMENSIONES

Formato: es el tamaño de la hoja de papel donde se realizan los dibujos, cuyas dimensiones están establecidas por la Norma Cubana (NC).

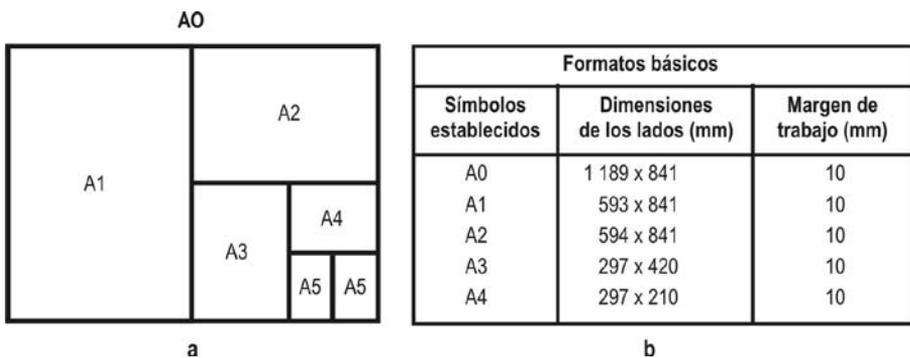


Fig. 1. Formatos básicos.

La clasificación parte de un plano que posee un área de $1m^2$, sus lados miden 1 189 x 841 mm y se denomina formato básico A0. Se denominan formatos básicos también los que se obtienen mediante la división consecutiva de dicho formato en dos partes iguales paralelas al lado de la dimensión menor del formato correspondiente, como se observa en la **figura 1a**, las dimensiones se relacionan en la **figura 1b**.

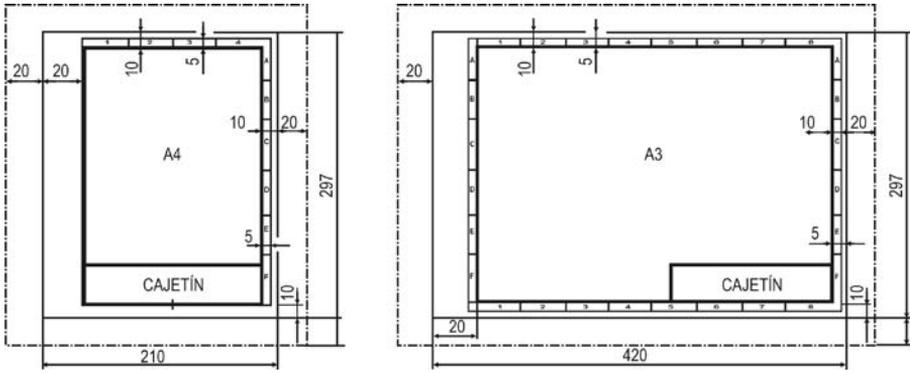


Fig. 2a. Formatos básicos A4 y A3.

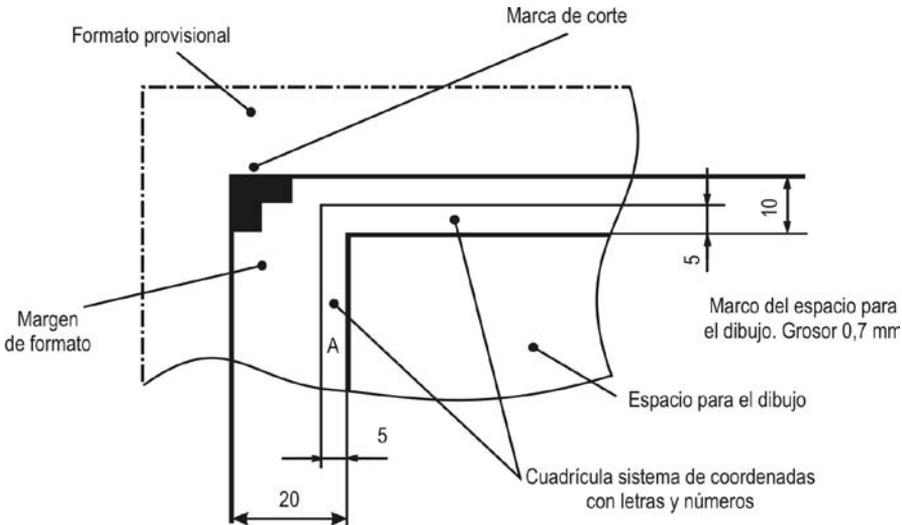


Fig. 2b. Márgenes del formato.

Todos los formatos se usan en forma apaisada excepto el formato A 4, cuya dimensión mayor corresponde a la vertical; existen otros formatos denominados formatos especiales. En la **figura 2a** se observan los formatos A 4 y A 3. El margen de archivo tiene una dimensión de 20 mm y los márgenes de trabajo 10 mm todos. En la **figura 2b** se detallan todos los márgenes y marcos que acompañan al formato, así como las cuadrículas del sistema de coordenadas.

Las cuadrículas son muy útiles, sobre todo cuando los dibujos son de gran tamaño y complejidad para localizar determinados elementos. La designación de las cuadrículas se pueden observar en la **figura 5a**.

1.2. CUADRO DE TÍTULOS (CAJETÍN). FUNCIÓN EN LOS PLANOS

Cuadro de Títulos: área del formato situada en la parte inferior derecha de este, en el cual se indica o señala un conjunto de características del producto y del documento de proyecto correspondiente. En la **figura 3** se muestra el cuadro de título utilizado en la docencia con sus dimensiones.

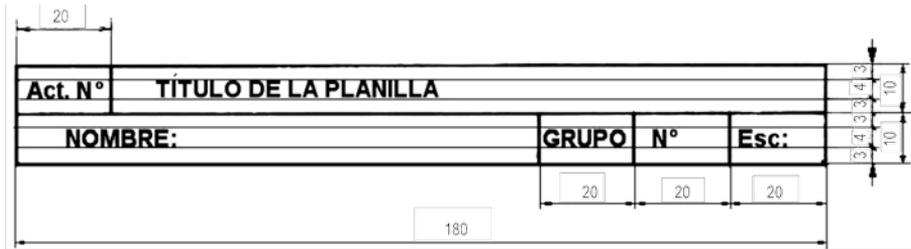


Fig. 3. Cuadro de Título para el trabajo docente. Dimensiones.

En la **figura 4** se muestra el cuadro de título de la Norma Cubana empleado en las empresas para la confección de los planos, esquemas y documentos en general. La medida oficial del cuadro de títulos es de una longitud de 180 mm, pudiendo variar las dimensiones de los recuadros interiores en función de las necesidades de la institución que emite el documento de proyecto.

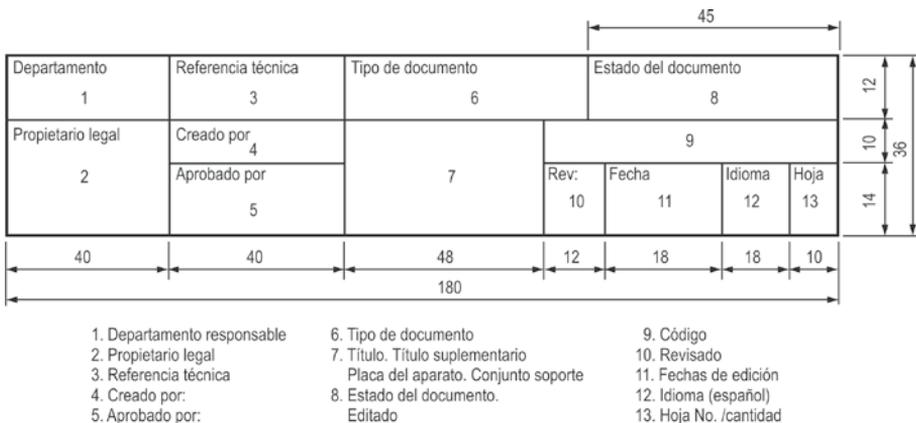


Fig. 4. Cuadro de Título para planos, esquemas y documentos.

1.3. LÍNEAS TÉCNICAS PARA EL DIBUJO TÉCNICO

Líneas técnicas: conjunto de líneas establecidas por la Norma que se utilizan para realizar la representación de un modelo.

CLASIFICACIÓN DE LAS LÍNEAS TÉCNICAS

Las líneas, como se observa en la **figura 5**, se clasifican en gruesa continua, corresponde a la unidad (1), la mediana de trazos largos y cortos y es 1/2 de la línea gruesa, y líneas finas que corresponden a 1/2 de la línea mediana y se aplica a las líneas de eje, rayado, acotado, etcétera.

Se establecen cuatro grupos de líneas: finas, medianas, gruesas y muy gruesas, estas se seleccionan de acuerdo con el tamaño y la complejidad del dibujo.

La línea de construcción es de un trazo fino continuo de color gris y se utiliza para el trazado inicial de los dibujos.

Tipo de línea	Representación	Aplicación	Grupo de líneas			
			I	II	III	IV
1. Gruesa continua		Contornos visibles	0,4	0,6	0,8	1,0
2. Trazos cortos		Contornos no visibles	0,2	0,4	0,4	0,6
3. Trazos largos y cortos		Líneas de ejes	0,1	0,2	0,2	0,2
4. Fina continua, (recta y ondulada)		Rayado, acotado, etc.	0,1	0,2	0,2	0,2

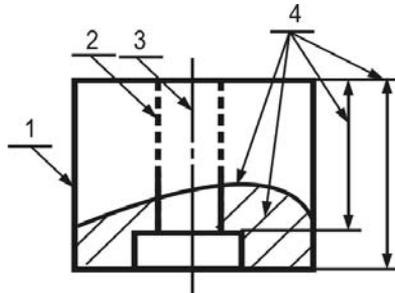


Fig. 5. Tipos de líneas técnicas para la elaboración de planos.

PARTICULARIDADES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA EN EL TRAZADO DE LAS LÍNEAS TÉCNICAS

El correcto uso de las líneas técnicas en la representación de los productos en el plano facilita la interpretación de las representaciones, de ahí que se hace necesario tener en cuenta un grupo de particularidades en su utilización, para evitar errores de interpretación al realizar la lectura de los diferentes tipos de planos que se emplean en la técnica.

Algunas de ellas se muestran en la **figura 6**.

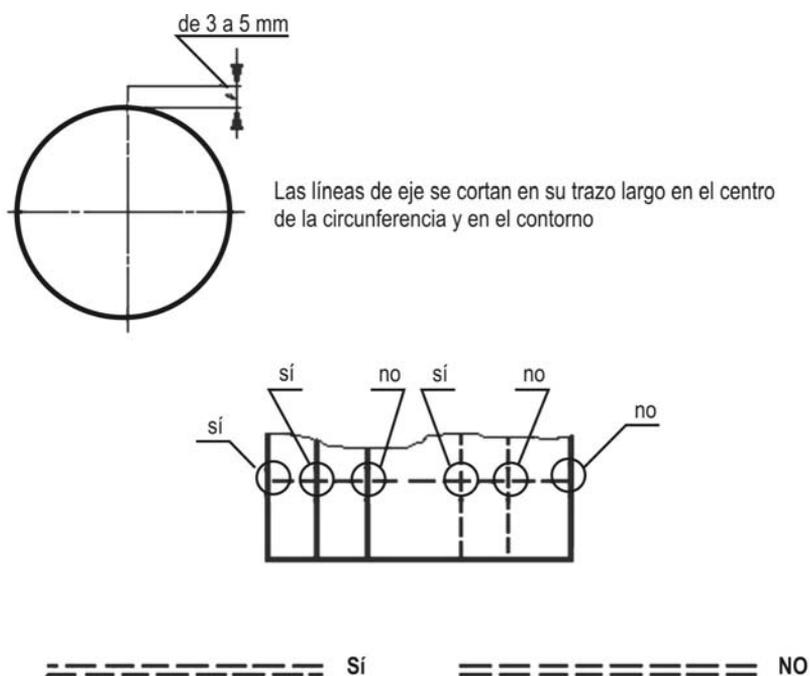


Fig. 6. Particularidades en el trazado de líneas técnicas.

1.4. ROTULADO TÉCNICO

El rotulado en el plano debe ser uniforme, de ahí la necesidad de normalizar las letras y números para las inscripciones en los planos y documentos técnicos.

Al trazar el rotulado debemos tener en cuenta que las líneas posean las siguientes características:

- Rasgos formados por trazos simples.
- Trazos rectos que pueden ser horizontales, verticales e inclinados.
- Trazos curvos formados por arcos de circunferencia básicamente.

Debe trabajarse por obtener una densidad de línea constante, evitar borrones en las líneas de intersección y simplificar el rotulado, los caracteres deben formarse de manera que las líneas se corten o se aproximen a un ángulo recto (90°).

LETRAS RECTAS

En el trazado de las letras rectas se emplean trazos rectos y curvos, de ahí que las letras para su trazado se dividan en letras rectas como se observa en la **figura 7** donde se muestra un orden donde en general los trazos verticales y/o inclinados se trazan primero de arriba hacia abajo y después se trazan los horizontales.

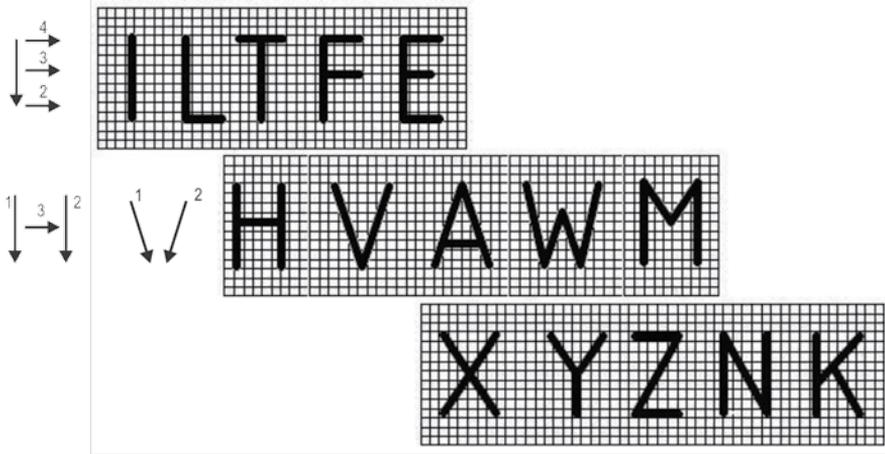


Fig. 7. Letras de trazos rectos y su dirección de trazado.

En la **figura 8** se muestran las letras con combinaciones de trazos rectos y curvos para facilitar su trazado, además se recomienda un orden general para su trazado: primero los trazos rectos horizontales, después los verticales y al final los curvos.

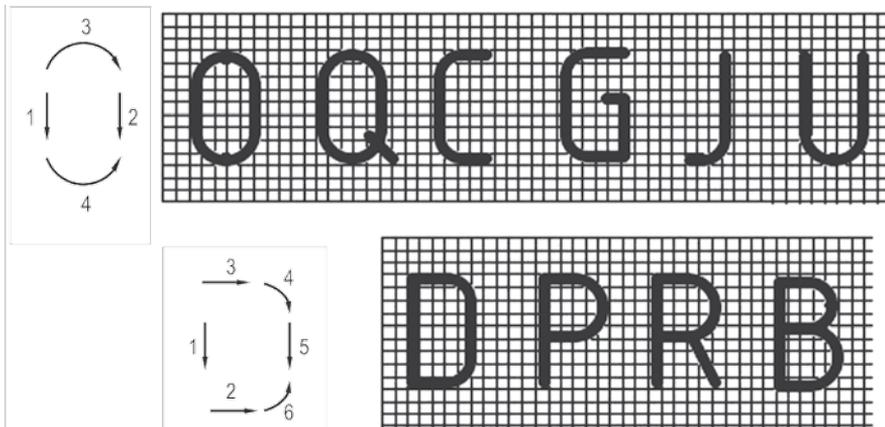


Fig. 8. Letras de trazos curvos y mixtos.

En la **figura 9** se muestra la S como caso especial de trazado y los números que son los que más dificultades ofrecen, su trazado al igual que las letras corresponde a trazos rectos, curvos, o rectos y curvos.

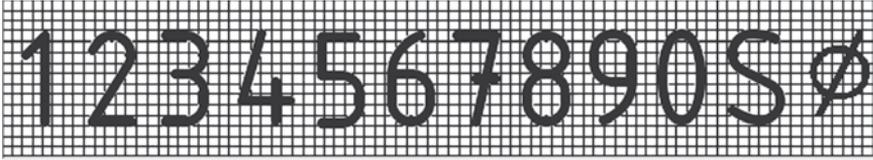


Fig. 9. La S y los números.

LETRAS INCLINADAS

Las letras también pueden trazarse inclinadas con $67^{\circ} 30'$, inclinándose la cuadrícula con el ángulo señalado, el orden de dirección es el mismo, **figura 10**.



Fig. 10. Letras inclinadas.

LETRAS MINÚSCULAS

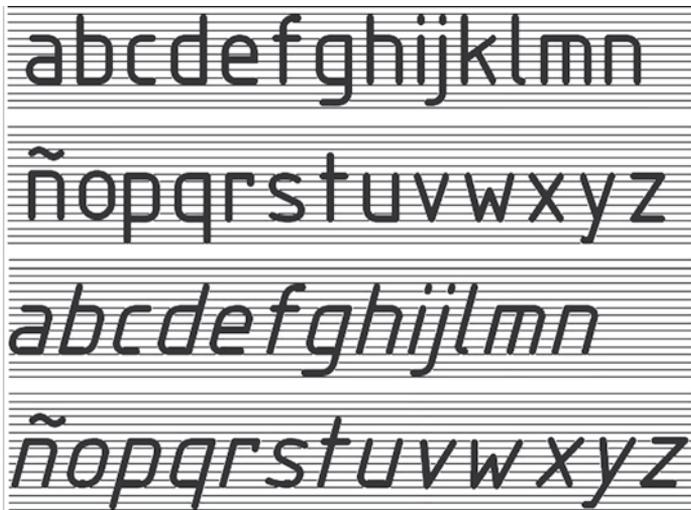


Fig. 11. Letras minúsculas rectas.

Reglas de uniformidad

- Uniformidad en tamaño (todas las letras deben ser de igual tamaño, siempre que pertenezcan a un mismo rotulado y tipo de letra).
- Uniformidad en el área interletras o interpalabras (el área interpalabra nunca debe ser mayor que la altura de las letras y podemos obtenerla dejando como separación la inclinación entre palabras de la letra l).
- Uniformidad de inclinación (todas las letras tendrán una misma inclinación de 90° ó de $67^\circ 30'$).
- Estabilidad.

Es tan necesaria la correcta representación gráfica como un buen ROTULADO, ya que cualquier deficiencia en el mismo da como resultado dibujos de baja calidad. Para esto se recomienda aplicar las reglas siguientes.

Reglas de carácter general

1. Uniformidad en el tamaño de letras y números.
2. Altura de las letras en milímetros, según las normas cubanas son: 2, 2.6, 3, 4, 6, 9, 14, 21, 31.
3. Uniformidad en el grosor de los trazos. (Lápiz HB ó F)
4. Uniformidad en la inclinación de $67^\circ 30'$, con respecto a la horizontal.
5. Uniformidad en los espacios entre letras.
6. Las letras y números pueden ser rectos o inclinados, pero de un solo tipo.

1.5. ESCALAS

Escala: relación entre el objeto real y su representación en el plano. La selección de la escala está en dependencia de la complejidad y dimensiones del artículo, así como del formato seleccionado.

Tabla 1. Escalas Normalizadas

Escala de ampliación	Escala natural	Eacala de reducción
100 : 1	1 : 1	1 : 2
50 : 1		1 : 5
20 : 1		1 : 10
10 : 1		1 : 20
5 : 1		1 : 50
2 : 1		1 : 100

En la **Tabla 1** se muestran los tipos de escalas normalizadas y en la **figura 12** podemos ver el dibujo a escala natural de un modelo y una representación a escala de ampliación al doble de sus dimensiones E 2:1.

Observe que independientemente de la escala se colocan las cotas con sus valores reales. La aplicación de una escala no altera el valor de los ángulos en la representación.

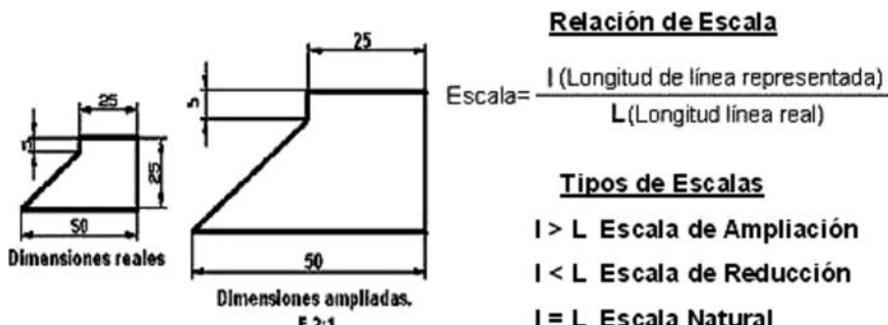


Fig. 12. Ejemplo.

1.6. CROQUIZADO. IMPORTANCIA Y TÉCNICA DEL DIBUJO A MANO ALZADA

El *croquizado* es de gran importancia en la ingeniería, pues de forma rápida permite expresar una idea, el análisis de un diseño o simplemente obtener a pie de obra un dibujo de un determinado artículo, unidad ensamblada o una edificación, sin el auxilio de instrumentos de dibujo.

Croquis: son las representaciones realizadas a mano alzada.

En el dibujo a mano alzada es necesario lograr la semejanza entre el dibujo y el objeto representado, tal similitud se consigue si se mantiene la proporcionalidad entre las longitudes totales y parciales del dibujo y el objeto.

Hay que establecer cuidadosamente las proporciones entre la altura, largo y ancho total, después se procede a establecer las proporciones entre las áreas de tamaño medio y los detalles pequeños, comparando constantemente cada nueva distancia con las establecidas.

Observe en la **figura 13** cómo se trazan las líneas, la dirección de las mismas, cómo se trazan los diferentes ángulos y cómo se obtienen, además del trazado de circunferencias y elipses.

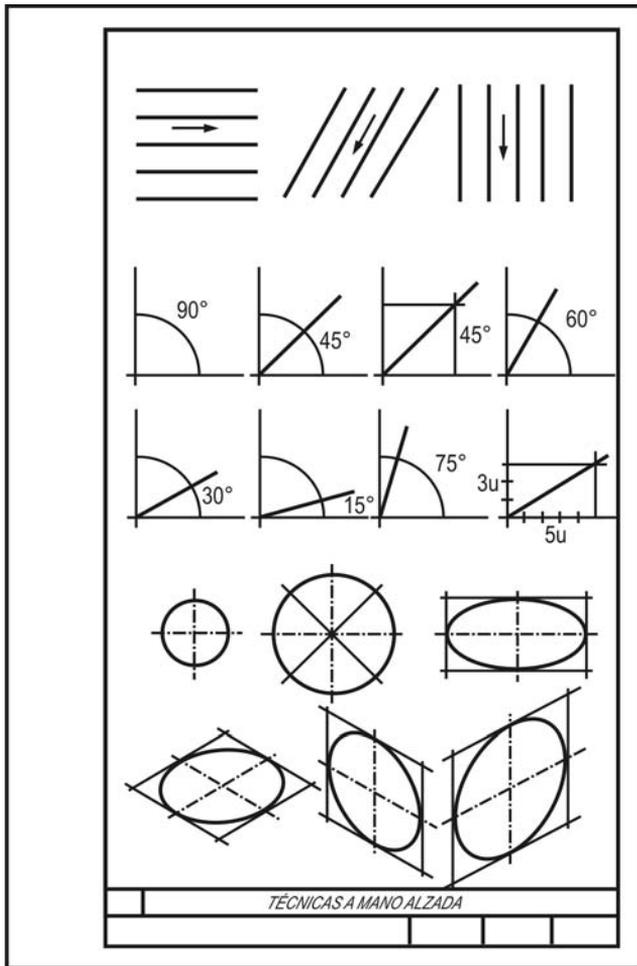


Fig. 13. Trazado a mano alzada de líneas, ángulos, circunferencias y elipses.

MATERIALES UTILIZADOS

En los croquis se utilizan fundamentalmente:

- Lápiz de mina blanda (B o HB) con afilado cónico.
- Goma blanda.
- Papel liso o cuadriculado. Además de utilizar un cartón o algo similar para apoyar.

EJERCICIOS

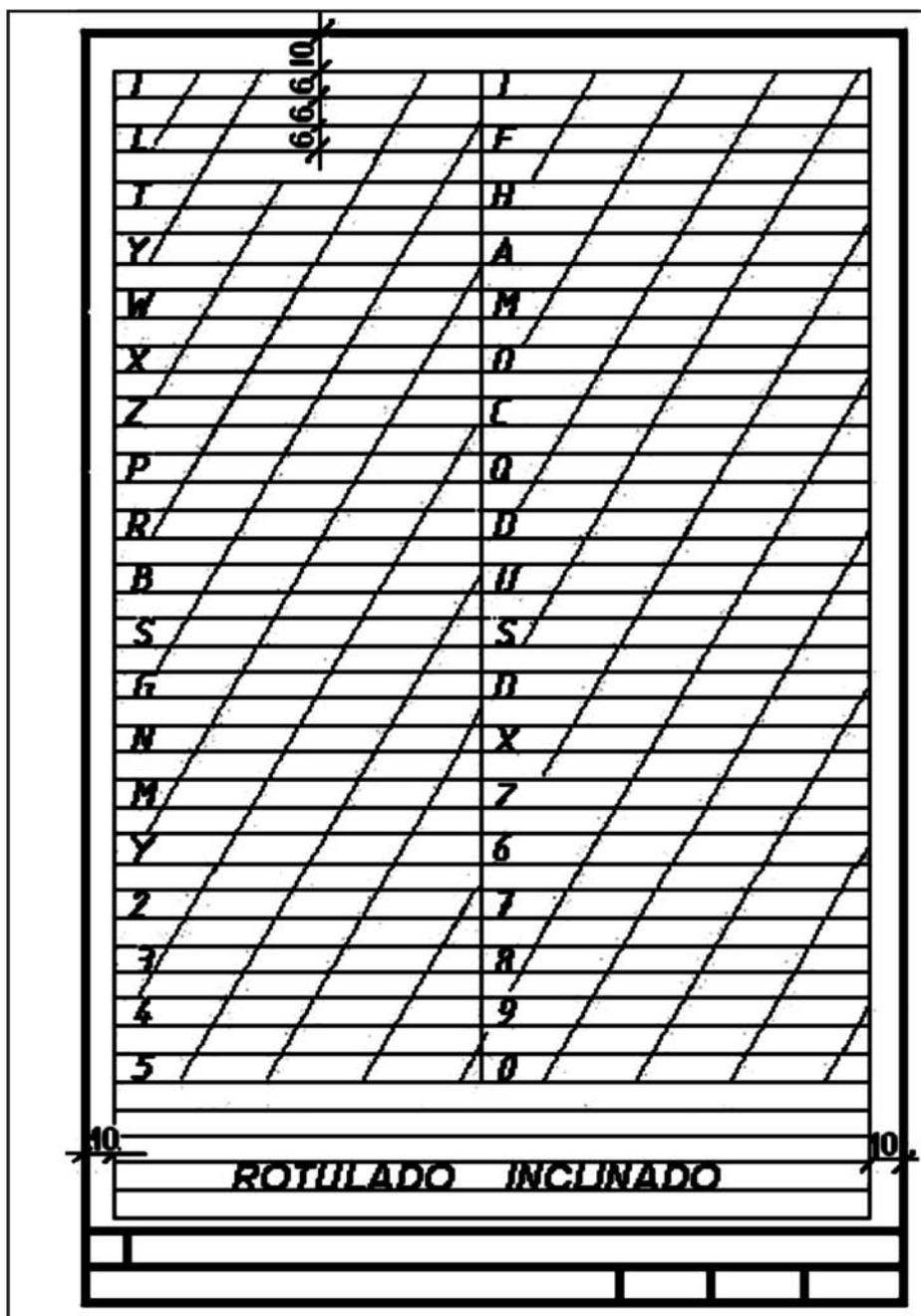
1. Ejercicios de letras y números. a) rectas.

a)

A grid for handwriting practice. The grid is 18 columns wide and 20 rows high. The first column contains the letters L, T, L, Y, W, N, X, Z, U, P, B, S, G, R, H, 1, 2, 3. The second column contains the letters L, F, H, A, M, K, O, C, J, D, R, B, S, 6, 7, 8, 9, 0. The text 'ROTULADO RECTO' is written across the bottom of the grid. Below the grid is a ruler with markings at 10 and 20. The text '10' is written at the 10th mark and '20' at the 20th mark.

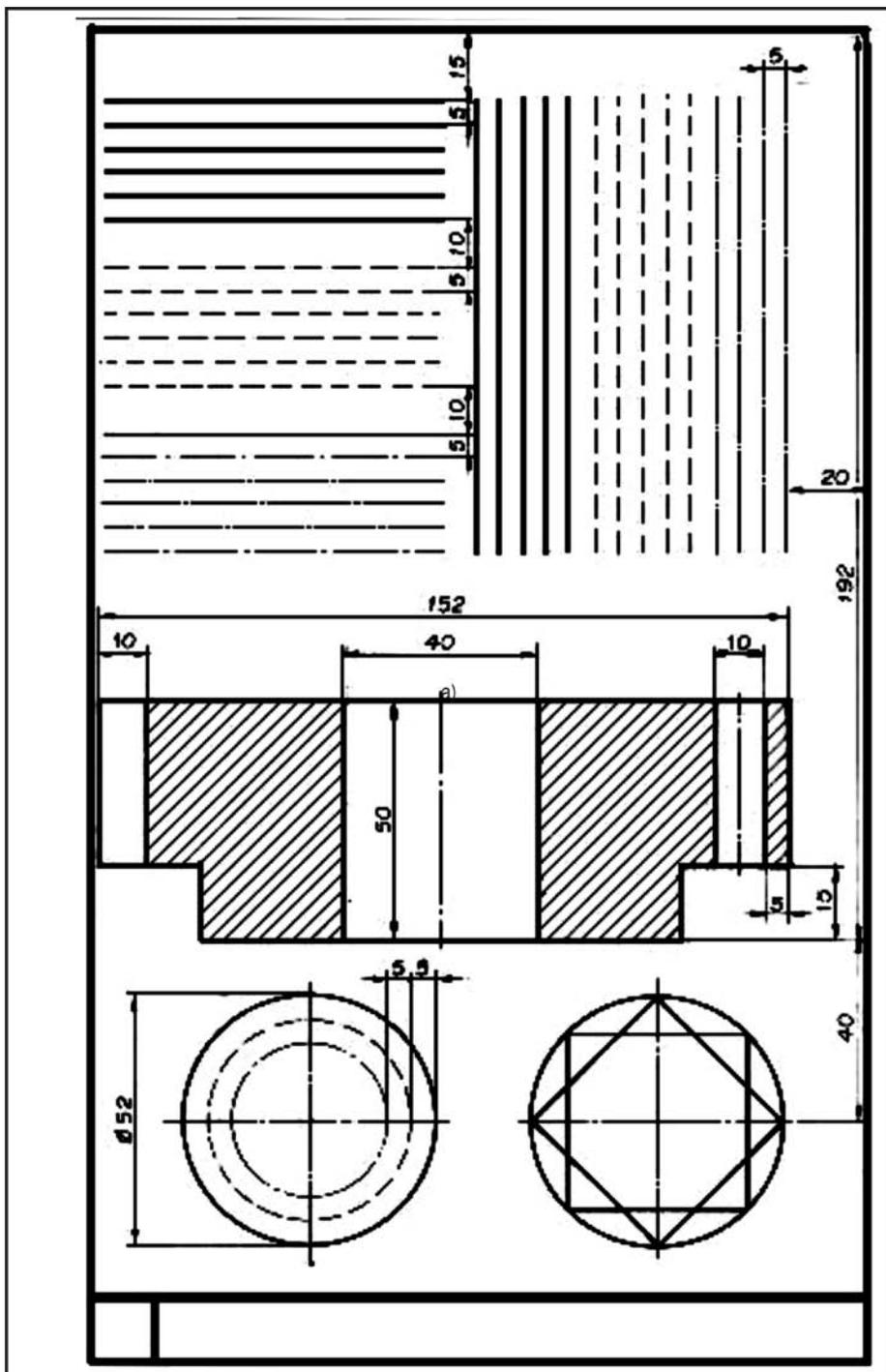
1. Ejercicios de letras y números. b) inclinadas.

b)



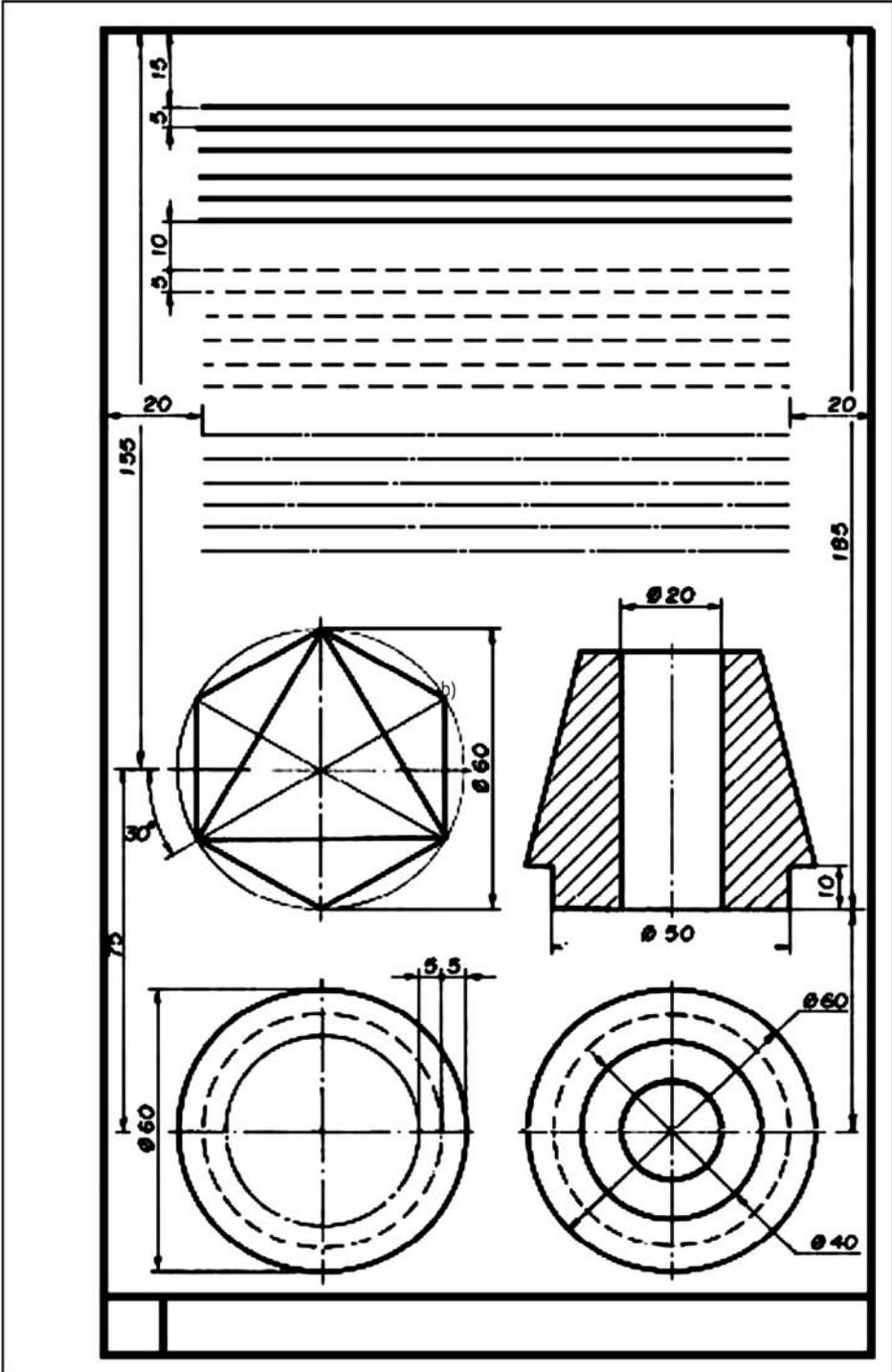
2. Trazado de líneas técnicas.

a)

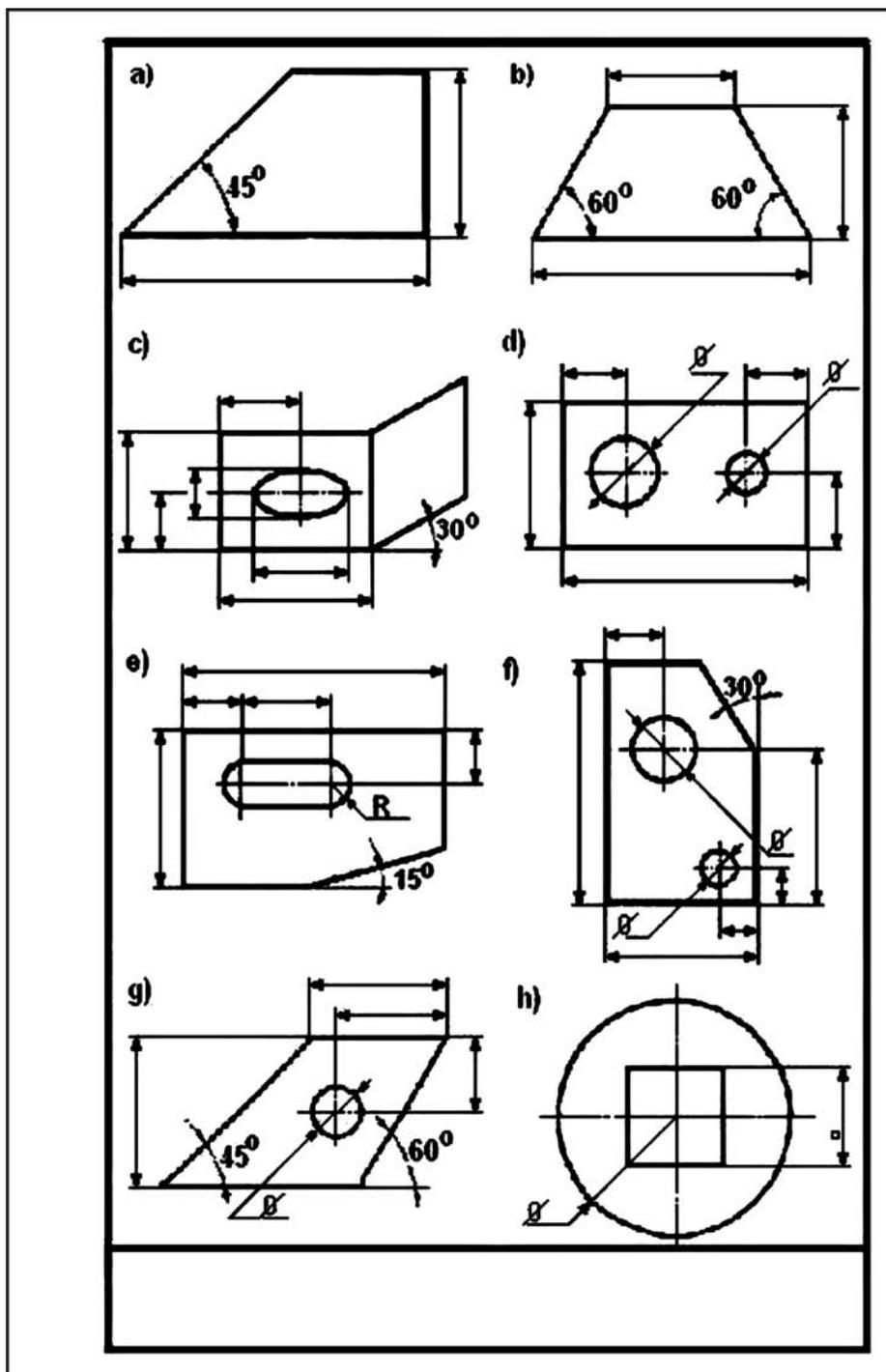


2. Trazado de líneas técnicas.

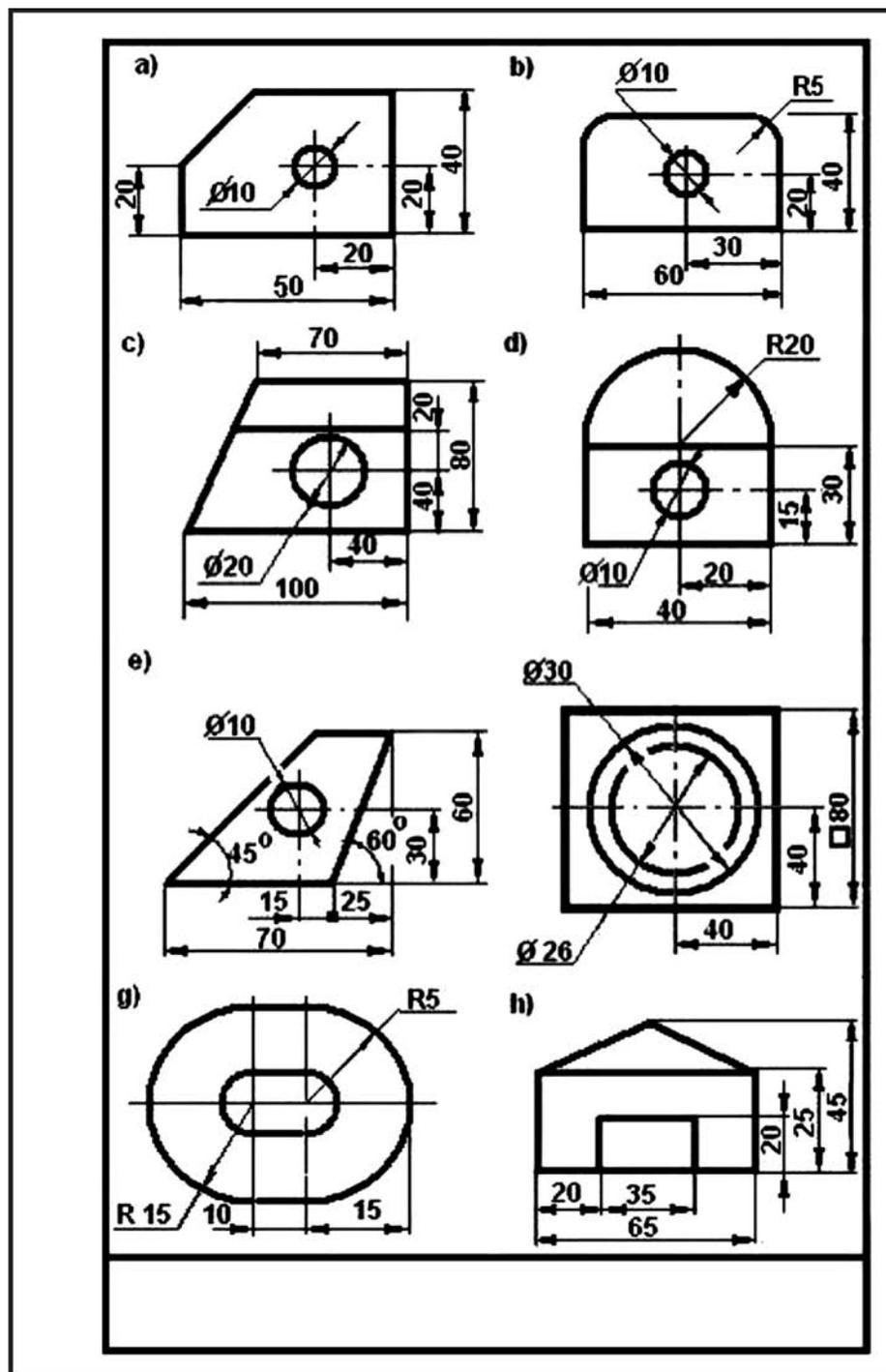
b)



3. Reproduce a mano alzada las representaciones siguientes:



3. Reproduce a mano alzada las representaciones siguientes.
(Continuación):



Capítulo II

PROYECCIONES ORTOGONALES Y AXONOMÉTRICAS DEL PUNTO, LA RECTA Y EL PLANO

INTRODUCCIÓN

El objetivo central de este capítulo corresponde a la teoría general de las proyecciones, y la representación ortogonal y axonométrica de los entes geométricos, base fundamental para la enseñanza del dibujo técnico.

Contenidos de este capítulo. Teoría general de las proyecciones. Concepto y clasificación. Propiedades de las proyecciones. Sistema de dos y tres planos de proyecciones. Abatimiento. Proyección del punto, la recta y el plano en el sistema de dos y tres planos de proyecciones. Posiciones relativas entre dos rectas en el espacio. Formas de representar el plano. Proyecciones axonométricas. Concepto y clasificación. Proyecciones axonométricas del punto, la recta y el plano. Clasificación de la recta y el plano a partir de sus posiciones relativas, con respecto a los planos de proyección. Relaciones de posición entre el punto, la recta y el plano y entre planos. Pertenencia de la recta al plano. Pertenencia del punto al plano. Intersección entre planos. Intersección entre recta y plano.

2.1. BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA

Como ciencia, la Geometría Descriptiva fue desarrollada por el matemático francés Gaspar Monge (1746-1818). Monge dictó conferencias en la Escuela Politécnica de París, una de las más importantes de la época. Transformó las bases teóricas que regían la elaboración de dibujos, incluyendo importantes concepciones que permitieron resolver diversos problemas técnicos y en especial la construcción de máquinas de guerra, por lo cual estas ideas se mantuvieron durante años como secretos militares.

2.2. TEORÍA GENERAL DE LAS PROYECCIONES. CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN

Concepto: se denomina proyección a la figura resultante de la intersección de los rayos proyectantes con el plano de proyección.

En la **figura 1** se muestran los elementos de un sistema de proyecciones.

Para la clasificación de los sistemas de proyecciones se tienen en cuenta como elementos principales la distancia entre el observador y el plano de proyecciones, así como el ángulo de incidencia de los rayos proyectantes con el plano de proyecciones.

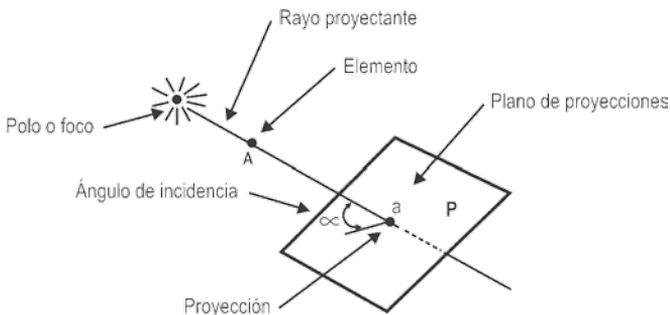


Fig. 1. Elementos de un sistema de proyecciones.

Proyección cónica o central: en este sistema de proyecciones el polo se encuentra a una distancia finita del plano de proyecciones. Se caracteriza por el cono que forman los rayos de proyección desde el observador hasta incidir en el plano de proyecciones (**figura 2**).

Proyección paralela o cilíndrica: en este sistema de proyecciones el polo se encuentra a una distancia infinita del plano de proyecciones. Se caracteriza por el paralelismo existente entre los rayos proyectantes (**figura 2**).

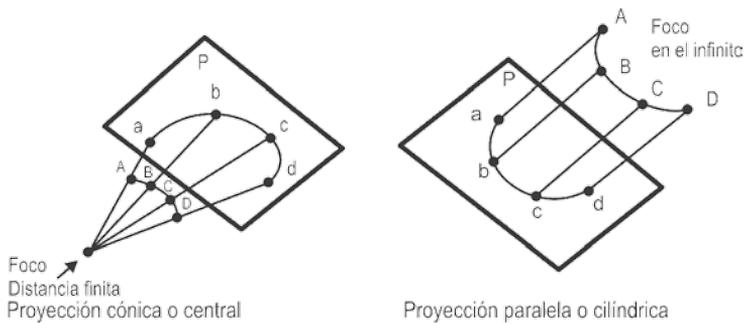


Fig. 2. Clasificación de las proyecciones.

Si en la proyección paralela los rayos proyectantes inciden con un ángulo de 90° sobre el plano de proyección, se denomina: **Proyección paralela ortogonal o proyección ortogonal.**

PROPIEDADES DE LAS PROYECCIONES

- La línea recta se proyecta en general en forma de línea recta siempre que no sea paralela a la dirección de la proyectante como se observen en la recta CD .
- La línea recta se proyecta como un punto cuando la dirección de la proyectante sea paralela. La proyección de la recta AB es un punto.
- La proyección de A sobre el plano es a y solo a .
- La proyección de BC sobre el plano es bc y solo bc .
- Cada punto y línea dispuestos en el espacio tienen en el plano una proyección suya única.
- Si el punto pertenece a la recta entonces la proyección del punto está contenida en la proyección de la recta.
- La proyección de dos líneas rectas paralelas entre sí, son paralelas.

¿Cómo se proyectarán dos rectas paralelas perpendiculares al plano de proyección?

Se proyectarían ambas como un punto y se pudiera medir la distancia entre las mismas.

En las **figuras 3 y 4** se muestran las propiedades de las proyecciones de la recta y el punto respecto a los planos de proyección.

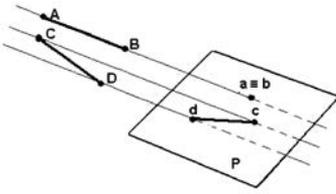


Fig. 3. Propiedades de la recta.

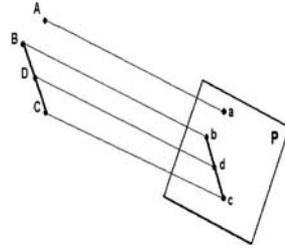


Fig. 4. Propiedades del punto.

2.3. SISTEMA DE DOS Y TRES PLANOS DE PROYECCIONES. ABATIMIENTO

El sistema de dos planos de proyecciones esta formado por dos planos mutuamente perpendiculares definidos como plano horizontal y plano frontal. La intersección entre ellos será el eje $o-x$ (figura 5a).

Los dos planos de proyecciones dividen el espacio en cuatro regiones (ángulos diedros) que se llaman cuadrantes.

El plano horizontal, al ser intersecado por el plano frontal, se divide en semiplanos, semiplano horizontal anterior y semiplano horizontal posterior. De manera análoga, el plano frontal quedaría dividido en el semiplano frontal superior y semiplano frontal inferior.

Se nombran en contra al movimiento de las manecillas del reloj. El cuadrante formado por los semiplanos horizontal anterior y el frontal superior se denomina I cuadrante, y así sucesivamente se nombran los restantes cuadrantes (II, III y IV).

Si hacemos girar el plano horizontal sobre su eje, de forma tal que el semiplano horizontal posterior coincida con el semiplano frontal superior, se dice que la representación de este sistema de dos planos de proyecciones está en abatimiento, tal como aparece en la figura 5b.

Su representación es de gran utilidad para trazar las proyecciones de productos.

Existen situaciones donde se hace necesario trabajar con un tercer plano de proyecciones, perpendicular a los otros dos. A este nuevo plano lo llamaremos plano de proyección lateral.

La intersección de los tres planos determinan tres rectas perpendiculares entre sí, que concurren en un punto O (origen).

Luego el espacio quedará dividido en ocho regiones nombradas octantes. Los primeros cuatro octantes coinciden con los cuatro cuadrantes y después se denotan los restantes (V, VI, VII y VIII), teniendo en cuenta, por ejemplo, que el primer octante y el quinto tendrán los mismos semiplanos horizontal y frontal y cambiaría solo el valor de la coordenada x que sería negativa (figura 5a).

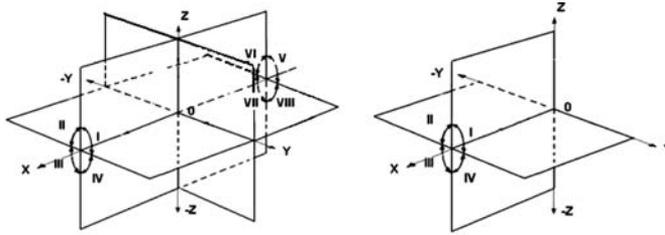


Fig. 5a. Sistema de dos y tres planos de proyecciones.

Al igual que en un sistema de dos planos de proyecciones se realiza el abatimiento, de manera similar se hace con el sistema de tres planos de proyecciones y su representación gráfica sería (**figura 5b**).

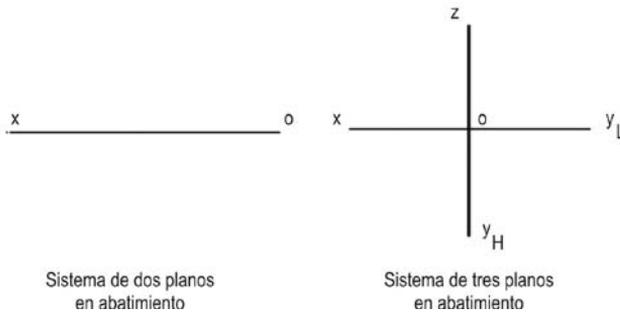


Fig. 5b. Sistema de dos y tres planos de proyección en abatimiento.

2.4. PROYECCIÓN DEL PUNTO

Es importante tener presente que las coordenadas del punto están relacionadas con las distancias a los planos de proyección frontal, horizontal y lateral.

En la **figura 6** se muestra la proyección isométrica del punto **A** (20,10, 20) en el sistema de dos y tres planos de proyecciones. En este caso, el punto **A** se encuentra alejado del plano frontal a una distancia (**Y**) positiva de 10 unidades, a 20 unidades positivas del plano horizontal (**Z**) y a 20 unidades positivas del plano lateral (**X**).

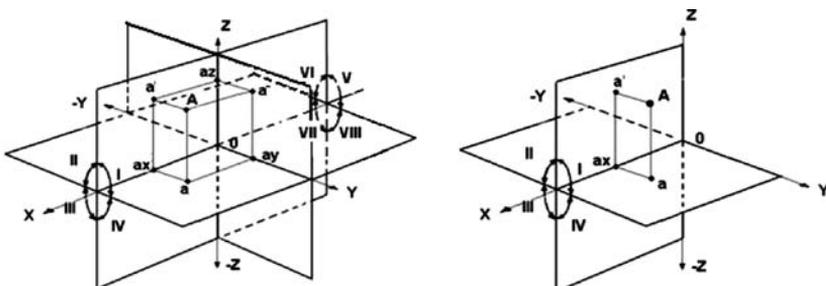


Fig. 6. Proyección del punto **A** en un sistema de dos y tres planos de proyecciones.

En la **figura 7** se muestran las proyecciones del punto *A* en el sistema de dos (primer cuadrante) y tres planos de proyecciones (primer octante) en abatimiento. Observe que al realizar el abatimiento del sistema de tres planos de proyecciones el eje *Y* se divide en *Y* horizontal (*YH*) y *Y* lateral (*YL*) siendo los valores de la *Y* horizontal iguales a los de la *Y* lateral. Muchos países, sobre todo europeos, emplean el primer octante, al igual que Cuba, en el mismo tenemos las tres coordenadas positivas y colocamos la representación de las proyecciones en la misma dirección de observación, otros países emplean el tercer cuadrante.

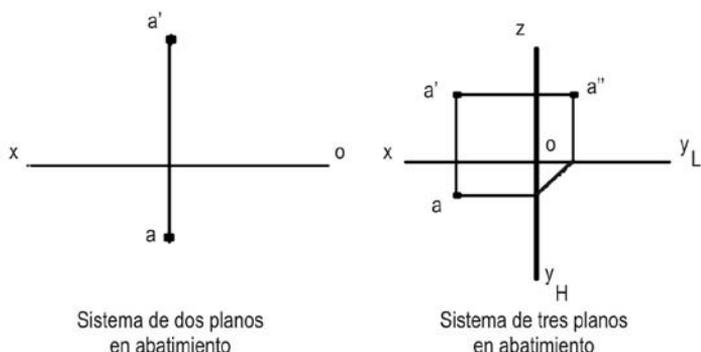


Fig. 7. Proyecciones del punto en el abatimiento.

Para la construcción de las proyecciones del punto en el abatimiento se utiliza el método siguiente:

1. Situar el valor *X* del punto sobre el eje *o-x* y trazar una perpendicular.
2. Con valor *Y* horizontal del punto situar la proyección horizontal del punto *a*.
3. Tomando el valor *Z* del punto situar la proyección frontal del punto *a*.
4. Construir la proyección lateral del punto trazando desde *a* una perpendicular al eje *Y* horizontal, en ese punto trazar un ángulo de 45° , en la intersección con *YL* trazar una perpendicular.
5. Desde la proyección frontal del punto trazar una perpendicular al eje *z*.
6. Localizar la proyección lateral del punto *a* donde se corten ambas perpendiculares.

2.5. PROYECCIÓN DE LA RECTA EN EL SISTEMA DE DOS Y TRES PLANOS DE PROYECCIONES

Para la obtención de las proyecciones de la recta se aplicará la metodología a los puntos de la misma.

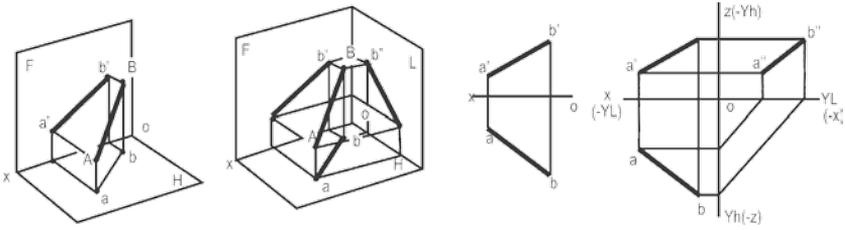


Fig. 8. Proyecciones de la recta AB en el sistema de dos y tres planos de proyecciones en el espacio y en abatimiento.

Se muestra en la representación la recta AB (**figura 8**), donde A $(35,25,10)$ y B $(10,5,25)$, en el espacio en el sistema de dos y tres planos de proyección y en el abatimiento en el sistema de dos y tres planos de proyección.

2.6. POSICIONES RELATIVAS ENTRE DOS RECTAS EN EL ESPACIO

Rectas paralelas: “dos rectas son paralelas si sus proyecciones homónimas son paralelas en todos los planos de proyecciones, o se proyectan ambas puntualmente, o son perpendiculares al plano de proyección” (**figura 9a**).

Rectas que se cortan: “dos rectas se cortan cuando contienen un punto común (K), cuyas proyecciones se localizan en la intersección de las proyecciones homónimas” (**figura. 9b**).

Rectas que se cruzan: “dos rectas se cruzan si al punto de intersección de sus proyecciones le corresponden dos puntos diferentes en el espacio” (**figura 9c**).

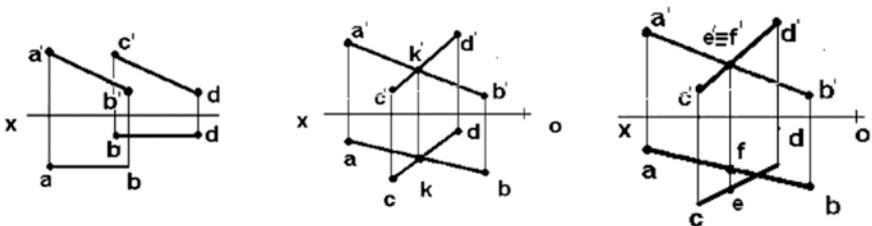


Fig. 9. Posiciones relativas de dos rectas en el espacio.

2.7. FORMAS DE REPRESENTAR EL PLANO EN EL ESPACIO Y EN EL ABATIMIENTO

Concepto: el plano es una superficie infinita generada por una recta que se desplaza paralela a sí misma en una dirección dada

Dado el carácter infinito del plano es necesario utilizar formas que permitan la representación del plano tanto en el espacio como en el abatimiento.

Las formas de representarlo son dos:

- Por *elementos geométricos* (**figura 10**).
- Por sus *trazas* (**figuras 11 y 12**).

REPRESENTACIÓN DEL PLANO UTILIZANDO ELEMENTOS GEOMÉTRICOS

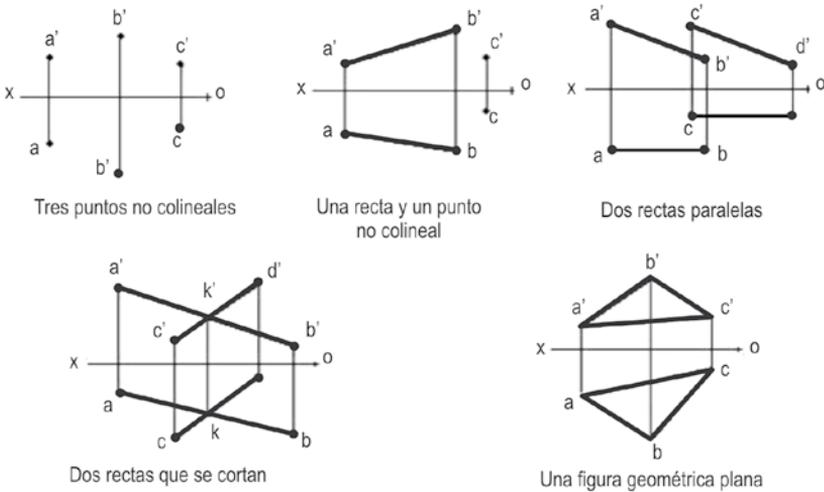


Fig. 10. Planos geométricos.

REPRESENTACIÓN DEL PLANO DADO POR SUS TRAZAS

Trazas del plano. Concepto. Se denominan trazas del plano a las líneas de intersección entre el plano y los planos de proyecciones.

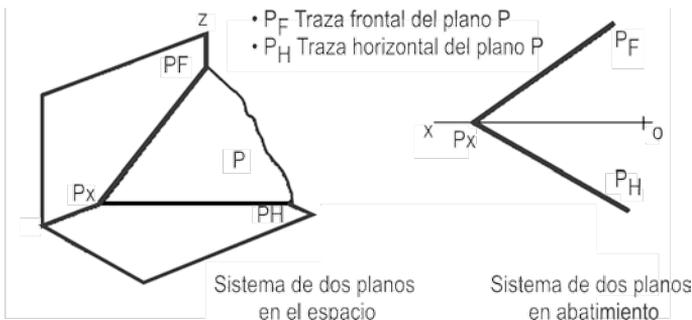


Fig. 11. Representación de un plano dado por sus trazas.

En la **figura 12** se muestran en el siguiente orden de izquierda a derecha:

1. Plano P de nivel horizontal
2. Plano P de nivel frontal
3. Plano P de nivel lateral
4. Plano P proyectante frontal
5. Plano P proyectante horizontal
6. Plano P proyectante lateral
7. Plano oblicuo menor de 90°
8. Plano oblicuo mayor de 90°

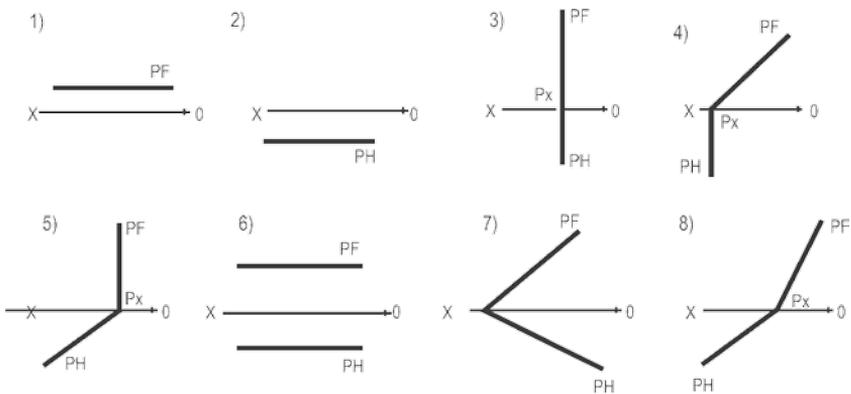


Fig. 12. Representaciones de planos dados por sus trazas.

2.8. PROYECCIONES AXONOMÉTRICAS

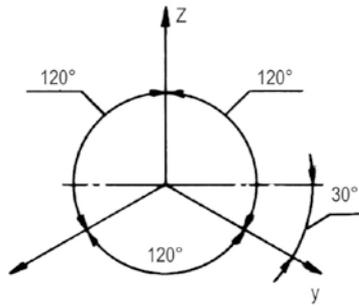
Las proyecciones axonométricas son representaciones espaciales basadas en la proyecciones paralelas como son: isométrica, dimétrica y trimétrica. En nuestro curso analizaremos la proyección isométrica y dimétrica oblicua.

Proyección isométrica: las proyecciones de tres aristas mutuamente perpendiculares en el espacio que concurren en un punto, forman ángulos iguales entre sí de 120° ; estas aristas se llaman ejes isométricos.

Cualquier recta paralela a una arista del cubo (paralela a un eje) es una recta isométrica.

Mediante cálculo se ha obtenido un coeficiente de reducción que representa la relación entre segmentos paralelos en la proyección ortogonal y su proyección isométrica es de 0,82.

Dibujo isométrico: es una proyección isométrica ortogonal en la cual los coeficientes de reducción se igualan a la unidad (figura

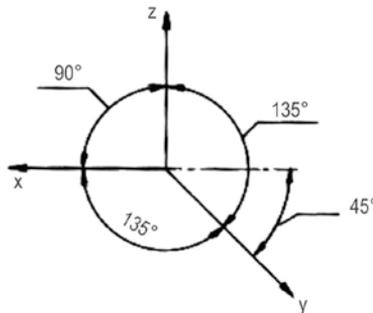


13).

Fig. 13. Posición de los ejes isométricos.

Proyección dimétrica: en la proyección dimétrica dos coeficientes de reducción son iguales.

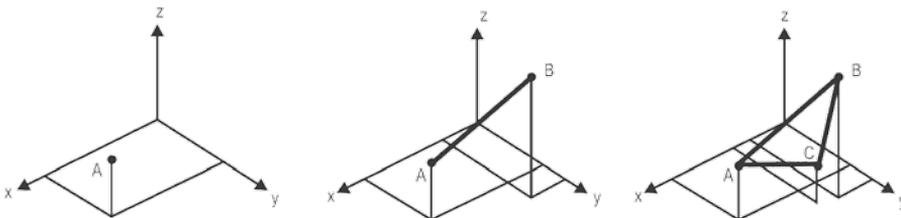
Dibujo dimétrico oblicuo: las relaciones para los tres ejes son



1 a 1 a $\frac{1}{2}$ y los ángulos serán de 90° , 135° y 135° (**figura 14**).

Fig. 14. Posición de los ejes de proyección simétrica.

2.9. PROYECCIONES ISOMÉTRICAS DEL PUNTO, LA RECTA Y EL PLANO GEOMÉTRICO



A continuación se muestran la representación isométrica de un punto A, de una recta AB y un plano ABC:

Fig. 15. Representación isométrica del punto, la recta y el plano.

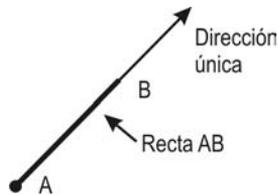
Para la construcción de la proyección isométrica del punto es necesario:

1. Situar los valores X y Y del punto sobre los ejes correspondientes.
2. Utilizando líneas paralelas (líneas isométricas) a los ejes, trazar una recta paralela al eje Z desde el punto donde estas paralelas se cortan.
3. Situar el punto sobre la perpendicular utilizando el valor Z del mismo.

Para la construcción de la proyección isométrica de la recta y el plano se procederá de forma análoga trabajando con los puntos de la recta y los vértices del plano.

2.10. CLASIFICACIÓN DE LA RECTA A PARTIR DE SUS POSICIONES RELATIVAS, CON RESPECTO A LOS PLANOS DE PROYECCIÓN

La Recta. Concepto: la línea recta es una sucesión infinita de puntos



en el espacio, que conservan dirección única.

POSICIONES RELATIVAS DE LA RECTA RESPECTO A LOS PLANOS DE PROYECCIONES

Una recta puede estar:

1. Paralela al plano de proyecciones. Esta situación espacial permite que la recta se proyecte en verdadera longitud.
2. Perpendicular al plano de proyecciones. En esta condición de posición la recta proyecta como punto .

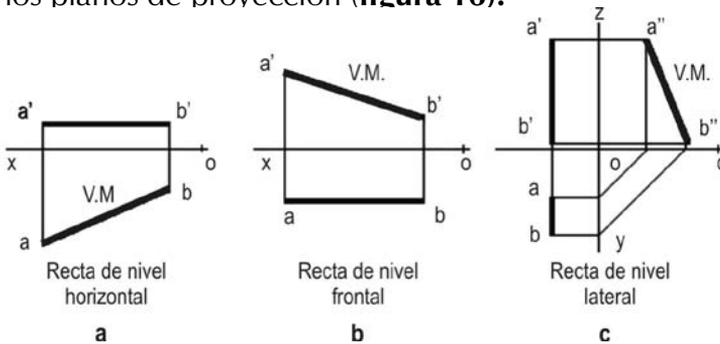
3. Inclinada al plano de proyecciones. En este caso la proyección de la recta es una línea recta deformada en su magnitud.

CLASIFICACIÓN DE LA RECTA DE ACUERDO A SU POSICIÓN RELATIVA RESPECTO A LOS PLANOS DE PROYECCIONES

Teniendo en cuenta la posición espacial de la recta respecto a los planos de proyecciones se clasifican en:

1. Rectas de nivel.
2. Rectas proyectantes.
3. Rectas oblicuas.

Recta de nivel: una recta es de nivel cuando es paralela a uno y solo uno de los planos de proyección (**figura 16**).



Esta recta muestra su **verdadera magnitud (VM)** (verdadera longitud) en la proyección que se obtiene en el plano al cual ella es paralela.

Fig. 16. Proyecciones de las rectas de nivel.

Recta de nivel horizontal: es la recta que se encuentra paralela solamente al plano horizontal de proyecciones (**figura 16a**).

Recta de nivel frontal: es la recta que se encuentra paralela solamente al plano frontal de proyecciones (**figura 16b**).

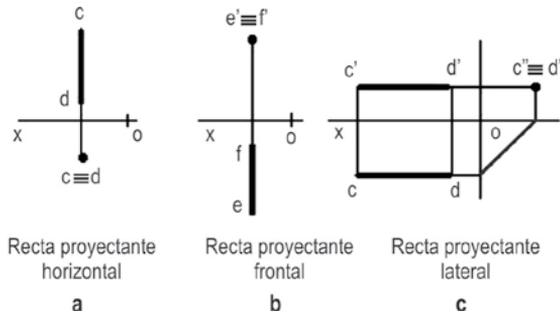
Recta de nivel lateral: es la recta que se encuentra paralela solamente al plano lateral de proyecciones (**figura 16c**).

Recta proyectante: la recta proyectante es aquella que es perpendicular a uno de los planos de proyecciones.

En el plano donde se proyecta como un punto hay **propiedad colectora**, propiedad donde todos los puntos de la recta se encuentran contenidos en dicho punto.

Recta proyectante horizontal: es la recta que se encuentra en posición perpendicular al plano horizontal de proyecciones (**figura 17a**).

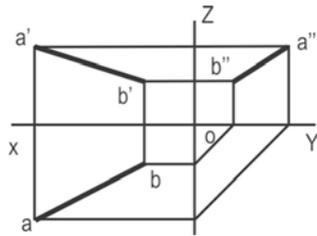
Recta proyectante frontal: Es la recta que se encuentra en posición perpendicular al plano frontal de proyecciones (**figura 17b**).



Recta proyectante lateral: es la recta que se encuentra en posición perpendicular al plano lateral de proyecciones (**figura 17c**).

Fig. 17. Rectas proyectantes en el abatimiento.

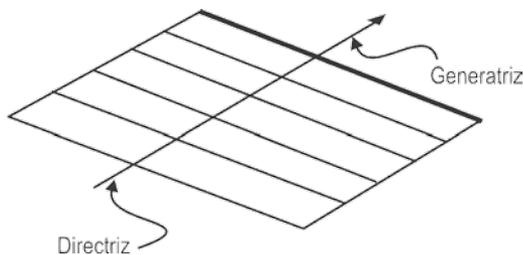
Recta oblicua: es la recta que se encuentra inclinada respecto a todos los planos de proyecciones (**figura 18**).



En esta posición ninguna de sus proyecciones se encuentra en verdadera magnitud.

Fig. 18. Recta oblicua en el abatimiento.

2.11. CLASIFICACIÓN DEL PLANO A PARTIR DE SUS POSICIONES RELATIVAS, CON RESPECTO A LOS PLANOS DE PROYECCIÓN



El Plano. Concepto: el plano es una superficie generada por una

recta que se desplaza paralela a sí misma con dirección única en el espacio (**figura 19**).

Fig. 19. Generación del plano.

POSICIÓN RELATIVA DEL PLANO RESPECTO A LOS PLANOS DE PROYECCIONES

En el estudio de la recta se realiza una clasificación del tipo de recta según su posición relativa respecto a los planos de proyecciones, siendo ahora de interés realizar un estudio análogo con el plano, lo que interesa hasta este momento es destacar que el plano puede encontrarse:

1. perpendicular al plano de proyecciones;
2. paralelo al plano de proyecciones;
3. oblicuo al plano de proyecciones.

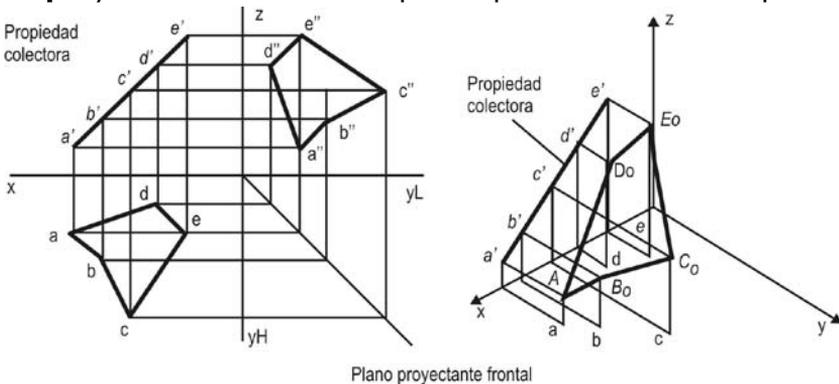
Es importante tener en cuenta que cuando un plano es perpendicular a un plano de proyecciones este se proyecta como recta en dicho plano y su proyección posee propiedad colectora.

Propiedad colectora: característica proyectiva que presentan los planos perpendiculares a los planos de proyecciones, según la cual todos los elementos del plano, y el plano mismo, se proyectan sobre una línea recta.

CLASIFICACIÓN DE LOS PLANOS DE ACUERDO A SU POSICIÓN RELATIVA RESPECTO A LOS PLANOS DE PROYECCIONES

Plano proyectante: es el plano que se encuentra en posición perpendicular a uno de los planos de proyecciones.

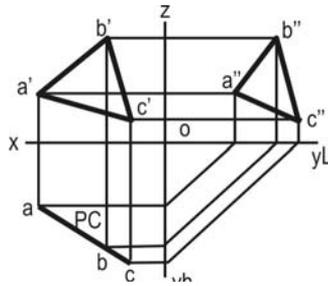
Plano proyectante frontal: es el plano que se encuentra en posición



perpendicular al plano frontal de proyecciones (**figura 20**).

Este tipo de plano posee propiedad colectora en su proyección frontal. Las proyecciones horizontal y lateral no se muestran en verdadera magnitud.

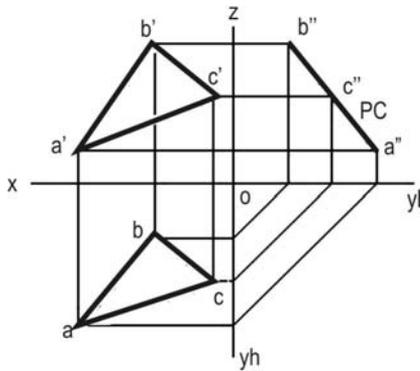
Fig. 20. Plano proyectante frontal.



Plano proyectante horizontal: es el plano que se encuentra en posición perpendicular al plano horizontal de proyecciones (**figura 21**).

La proyección horizontal de este plano es una línea recta con propiedad colectora. El resto de las proyecciones se proyectan deformadas.

Fig. 21. Plano proyectante horizontal.



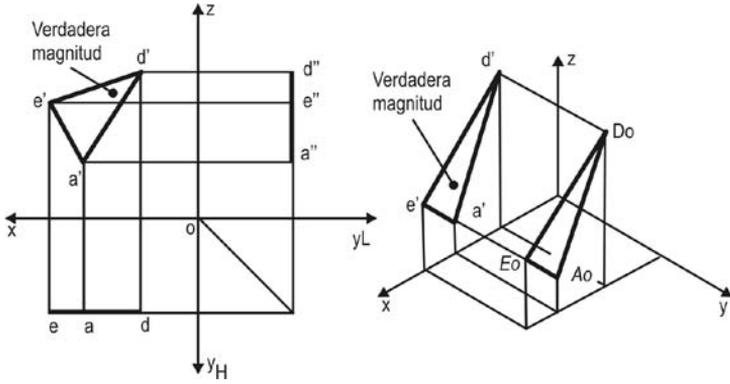
Plano proyectante lateral: es el plano que se encuentra en posición perpendicular al plano lateral de proyecciones (**figura 22**).

Su proyección lateral es una línea recta con propiedad colectora. El resto de las proyecciones se proyectan deformadas.

Fig. 22. Plano proyectante lateral.

Plano de nivel: es el plano que se encuentra en posición paralela a uno de los planos de proyecciones.

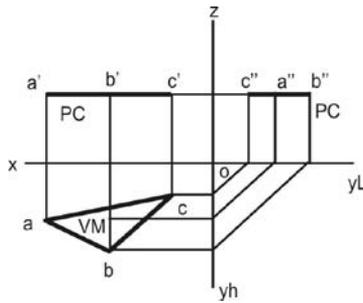
Plano de nivel frontal: es el plano que se encuentra en posición



paralela al plano frontal de proyecciones (**figura 23**).

La proyección frontal muestra la verdadera magnitud del plano. Las proyecciones horizontal y lateral son líneas rectas y poseen propiedad colectora.

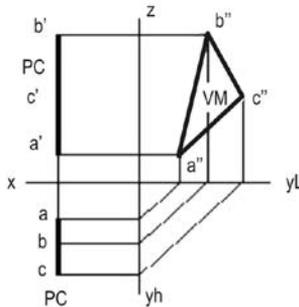
Fig. 23. Representación del plano de nivel frontal en el abatimiento.



Plano de nivel horizontal: es el plano que se encuentra en posición paralela al plano horizontal de proyecciones (**figura 24**).

La proyección horizontal muestra la verdadera magnitud del plano. Las proyecciones frontal y lateral son líneas rectas y poseen propiedad colectora.

Fig. 24. Representación del plano de nivel horizontal en el abatimiento.

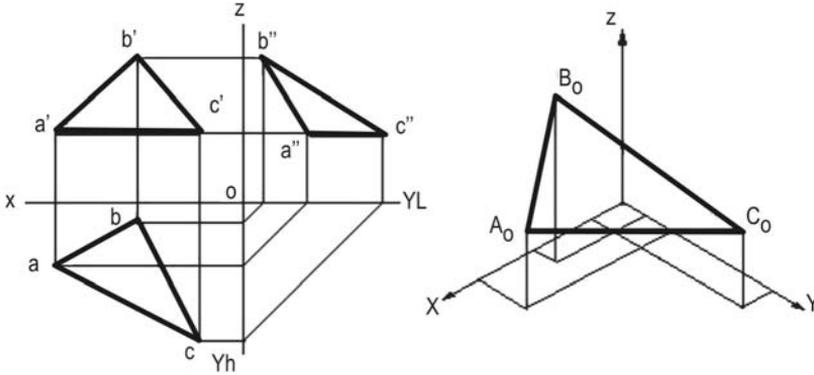


Plano de nivel lateral: es el plano que se encuentra en posición

paralela al plano lateral de proyecciones (**figura 25**).

La proyección lateral de este plano muestra su verdadera magnitud. Las proyecciones frontal y horizontal son líneas rectas y poseen propiedad colectora.

Fig. 25. Representación del plano de nivel lateral en el abatimiento.



Plano oblicuo: el plano oblicuo es aquel cuya posición no es ni paralela ni perpendicular a ninguno de los planos de proyecciones (**figura 26**).

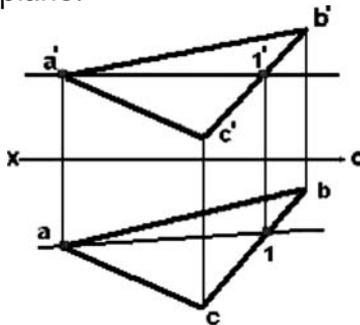
No aparece verdadera magnitud ni propiedad colectora en ninguna de las proyecciones.

Fig. 26. Representación del plano oblicuo.

2.12. RELACIONES DE POSICIÓN ENTRE EL PUNTO, LA RECTA Y EL PLANO

Una recta puede tener las posiciones siguientes respecto a un plano:

1. Pertener al plano.
2. Ser paralela al plano.
3. Intersecar el plano.



En este capítulo solo se estudiará la pertenencia de la recta al plano.

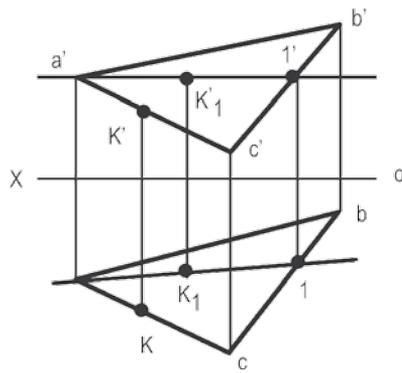
Pertenencia de la recta al plano: una recta pertenece a un plano si pasa por dos puntos del plano (**figura 27**).

La recta $A1$ pertenece al plano ABC ya que pasa por los puntos 1 y A del plano.

Fig. 27. Solución gráfica de la pertenencia de una recta de nivel horizontal a un plano geométrico.

Pertenencia del punto al plano: un punto pertenece a un plano si está contenido en una recta de dicho plano (**figura 28**).

A continuación se muestran en el abatimiento del sistema de dos planos de proyecciones la pertenencia de los puntos K y $K1$ al plano ABC . Obsérvese que los puntos se han situado en las rectas AC y $A1$ del plano



ABC .

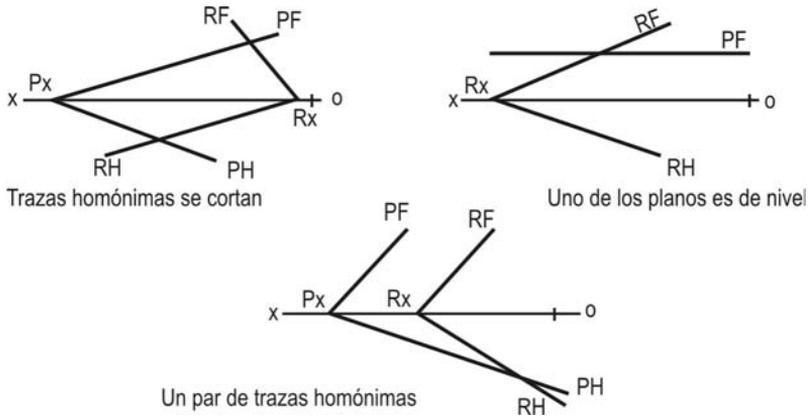
El punto K se situó en una recta (AC) que define la figura geométrica utilizada para representar el plano en el abatimiento y el punto $K1$ en la recta $A1$ que se hizo pertenecer al plano. En ambos ejemplos las rectas pertenecen al plano porque pasan por dos puntos de ese plano. Para garantizar la pertenencia del punto a la recta es necesario que las proyecciones del punto estén contenidas en las proyecciones homónimas de la recta.

Fig. 28. Representación en el abatimiento de la pertenencia de un punto al plano.

2.13. RELACIÓN DE POSICIÓN ENTRE PLANOS

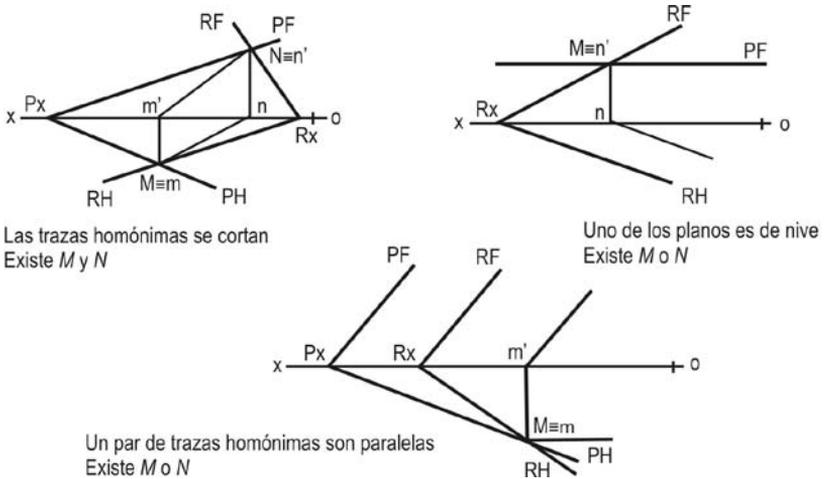
1. Los planos son paralelos.
2. Los planos se cortan.

De estos dos casos es necesario centrar la atención en el estudio de la intersección entre planos (planos que se cortan).



INTERSECCIÓN ENTRE PLANOS (PLANOS QUE SE CORTAN)

Para el estudio de esta posición entre planos es necesario resumir su estudio en tres grupos genéricos a partir de la forma en que pueden



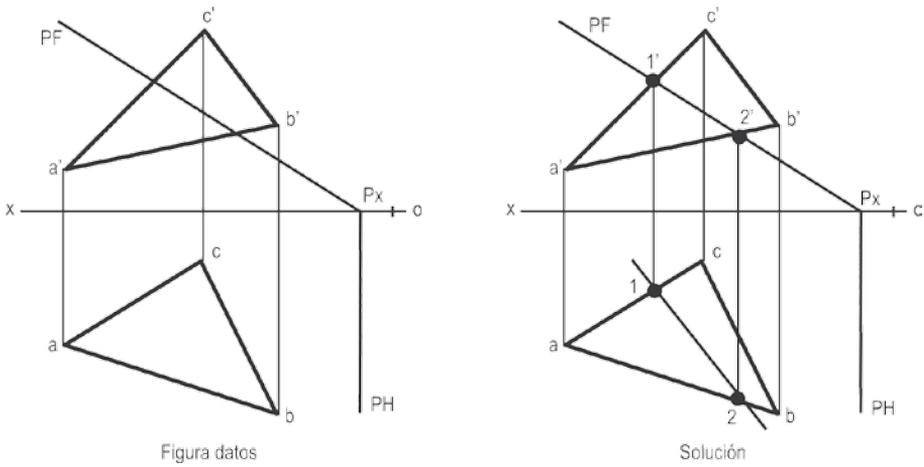
ser presentados los distintos casos en el abatimiento.

1. **Cuando ambos planos están dados por sus trazas:** se pueden presentar tres situaciones generales que se ejemplifican a continuación:

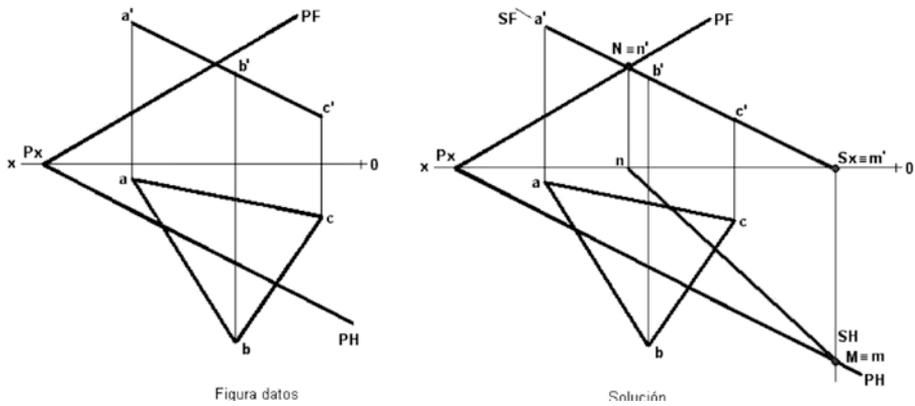
Fig. 29. Intersección entre planos dados por sus trazas en el abatimiento.

A continuación en la **figura 30** se muestran las soluciones gráficas de los ejemplos de la **figura 29**.

Fig. 30. Solución de los ejercicios de la figura 29.



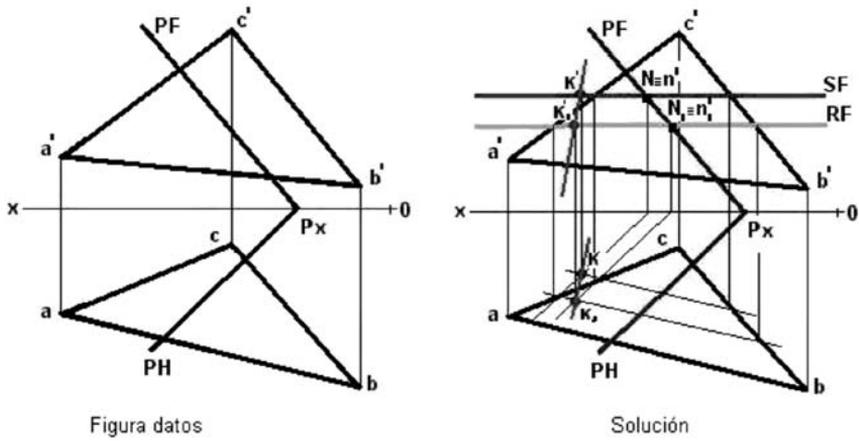
2. Cuando un plano está dado por sus trazas y el otro por elementos geométricos: se pueden dar dos situaciones generales.



- Cuando uno de los planos tiene propiedad colectora en una de sus trazas o en una de sus proyecciones. Solución directa aprovechando la propiedad colectora.

En la **figura 31** se muestran dos ejemplos con sus soluciones.

Fig. 31a. Intersección entre planos, plano dado por sus trazas con



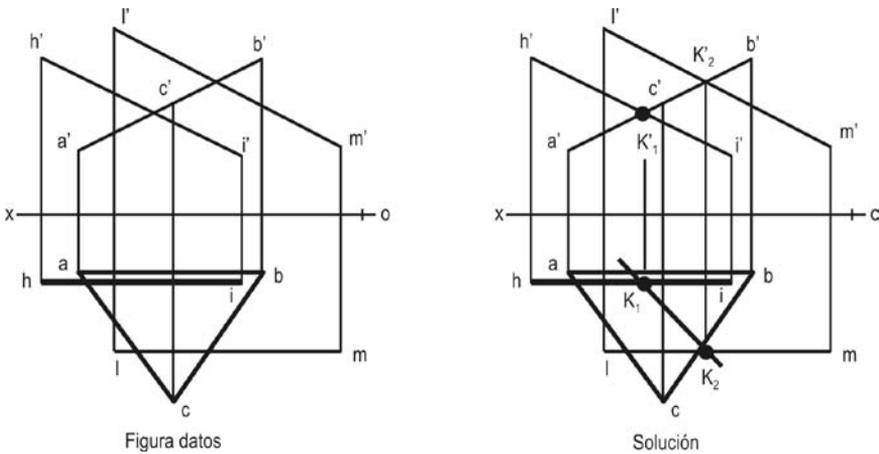
propiedad colectora.

Fig. 31b. Intersección entre planos, plano dado por elementos geométricos con propiedad colectora.

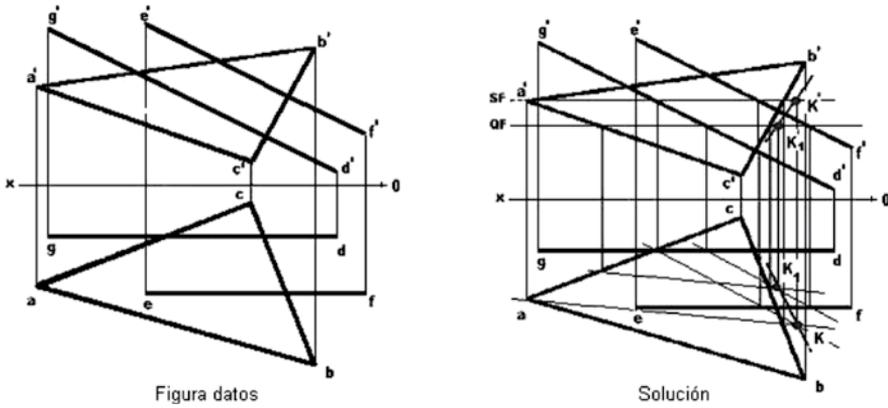
- Cuando no existe propiedad colectora en las trazas o en las proyecciones del plano dado. En la solución de estos casos se aplica el método de la triple intersección.

Fig. 32. Intersección entre planos donde no existe propiedad colectora en las trazas o en las proyecciones del plano dado.

3. Cuando ambos planos se presentan dados por elementos



geométricos:



Aquí también es posible dar solución directa a la intersección siempre y cuando exista propiedad colectora en las proyecciones de uno de los planos (**figura 33 a**) si no es necesario aplicar el método de la triple intersección para la solución del ejercicio (**figura 33b**). Solución de la intersección entre planos ambos dados por elementos geométricos.

Fig. 33a. Solución directa de las intersecciones entre planos.

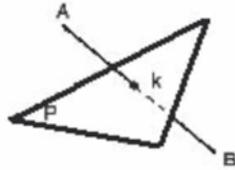


Fig. 33b. Aplicación del Método de Triple intersección entre planos.

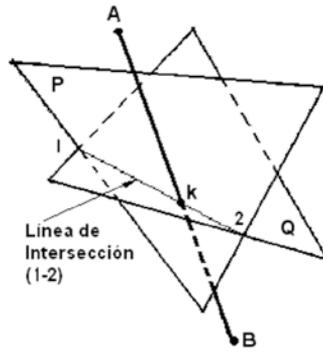
2.14. INTERSECCIÓN ENTRE LA RECTA Y EL PLANO

Producto de la intersección entre estos elementos se genera un punto común a ambos, siendo nuestro propósito recordar el método general de solución para resolver problemas de este tipo.

Fig. 34. Representación espacial de la intersección entre recta y plano.

MÉTODO PARA DETERMINAR LA INTERSECCIÓN DE UNA RECTA CON UN PLANO

Este método se aplica para la solución de todas las situaciones de intersección entre estos dos elementos, no obstante se aplica de forma obligada cuando los planos no poseen propiedad colectora en sus

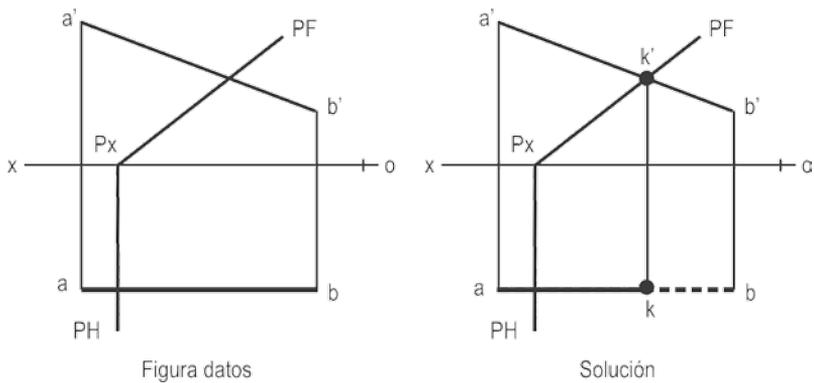


trazas o en sus proyecciones.

Método:

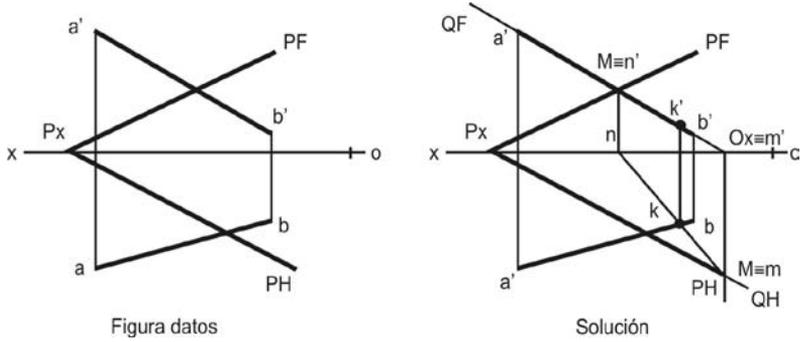
1. Trazar un plano a través de la recta.
2. Determinar la intersección entre los dos planos.
3. Donde la línea de intersección (1-2) se corta con la recta que intersecta al plano AB se encuentra el punto k.

Fig. 35. Representación gráfica del método para la determinación del punto de intersección entre la recta y el plano.



RESUMEN DE LAS SITUACIONES GENERALES QUE SE PUEDEN PRESENTAR EN LAS INTERSECCIONES ENTRE LA RECTA Y EL PLANO

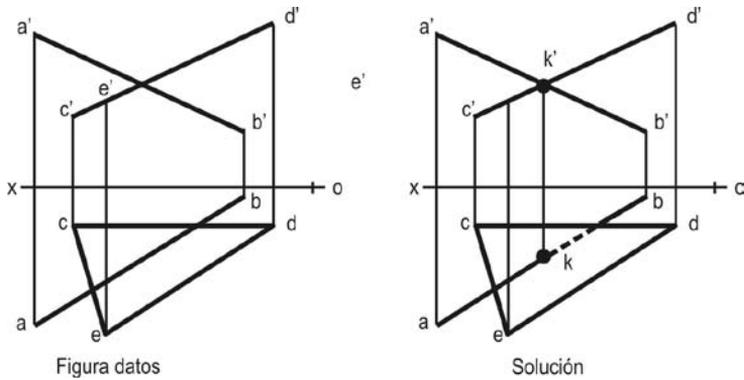
- 1 • Cuando el plano se representa en el abatimiento mediante



sus trazas.

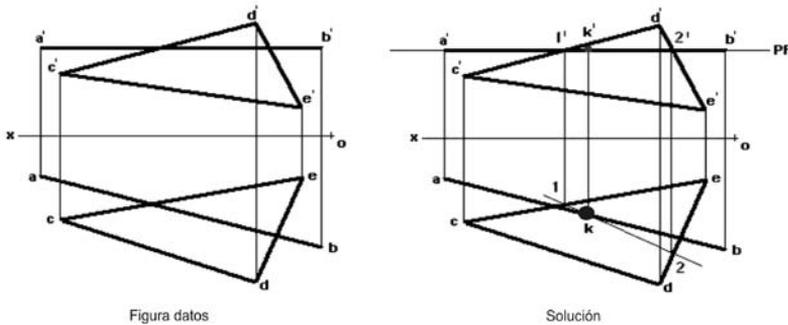
- Existe propiedad colectora en las trazas del plano. (*Solución directa.*)

Fig. 36. Intersección entre recta y plano dado por sus trazas. Solución directa.



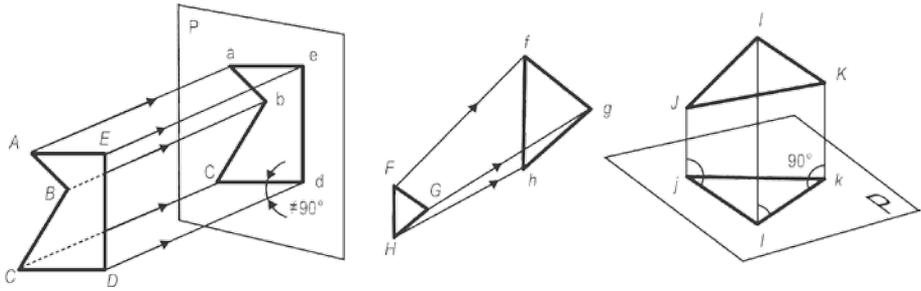
- No existe propiedad colectora en las trazas del plano. (**Aplicar método general.**)

Fig. 37. Intersección entre recta y plano dado por sus trazas. Método



general de solución.

2. Cuando el plano se representa en el abatimiento mediante elementos geométricos.



- Existe propiedad colectora. (*Solución directa.*)

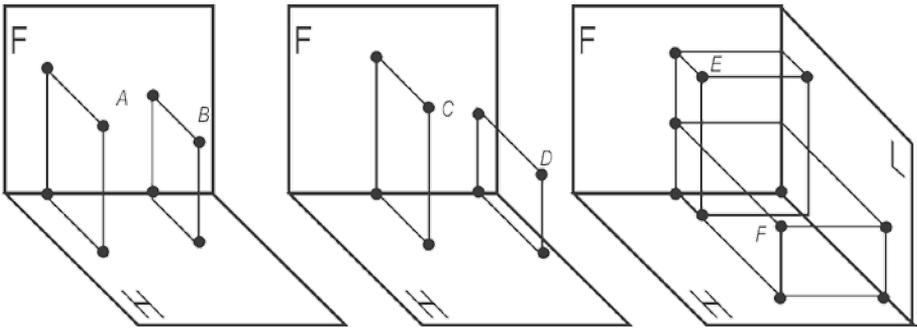


Fig. 38 . Intersección entre recta y plano dado por elementos geométricos. Solución directa.

- No existe propiedad colectora. (**Aplicar método general.**)

Fig. 39. Intersección entre recta y plano dado por elementos geométricos. Método general.

EJERCICIOS

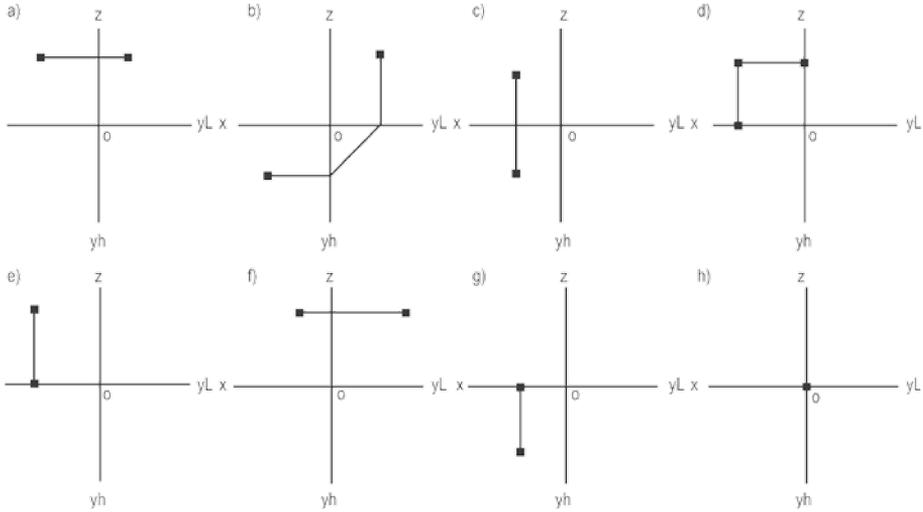
1. Clasifique los sistemas de proyecciones que se representan a continuación.
2. Dada las representaciones siguientes:
 - 2.1. Denote las proyecciones de los puntos dados.
 - 2.2. Exprese las coordenadas de cada punto, utilizando como unidad de medidas el mm.
 - 2.3. Una los puntos para obtener los segmentos de rectas AB , CD , EF , y construya las proyecciones de las mismas en cada plano.
 - 2.4. Dibuje en el abatimiento las proyecciones de los segmentos de

rectas dados, empleando la notación correspondiente.

2.5. Analice la posición relativa de cada recta respecto a cada uno de los planos de proyecciones.

3. Construya las proyecciones de los puntos siguientes en el sistema de tres planos de proyecciones en abatimiento:

$A (30,15,40)$, $B (0,0,10)$, $C (10,20,5)$, $D (5,0,15)$, $E (15,25,0)$



4. Dadas las coordenadas de los puntos siguientes:

$A (0,10,20)$, $B (20,8,10)$, $C (20,15,15)$ y $D (10,0,0)$, diga:

- 4.1. ¿Qué punto se encuentra sobre el eje X?
- 4.2. ¿A qué distancia del plano horizontal se encuentra cada punto?
- 4.3. ¿A qué distancia del plano frontal se encuentra cada punto?
- 4.4. Representa cada punto en un sistema de dos planos de proyecciones en abatimiento.

5. Dada las siguientes representaciones del punto en el sistema de tres planos de proyecciones en abatimiento: intersección entre recta y plano dado por elementos geométricos:

- 5.1. Complete las proyecciones en el caso que sea necesario y coloque la notación correspondiente.
- 5.2. Exprese en mm las coordenadas de cada punto.
- 5.3. Coloque en (a) otro punto que defina una recta paralela al plano frontal.
- 5.4. Ubique en (b) un punto que defina una recta paralela al plano horizontal.

5.5. Sitúe en (c) un punto que defina una recta paralela al plano lateral.
5.6. Coloque de (d) un punto que defina una recta perpendicular al plano horizontal.

5.7. Ubique en (e) un punto que defina una recta perpendicular al plano frontal.

5.8. Sitúe en (f) un punto que defina una recta oblicua.

6. Represente en el sistema de dos planos de proyecciones en abatimiento, los siguientes puntos dados en el primer cuadrante.

6.1. *A* se encuentra a 10 mm del plano frontal y a 25 mm del plano lateral.

6.2. *B* a 5 mm del plano frontal, 15 mm del plano lateral y a 30 mm del plano horizontal.

6.3. *C* a 40 mm del plano lateral.

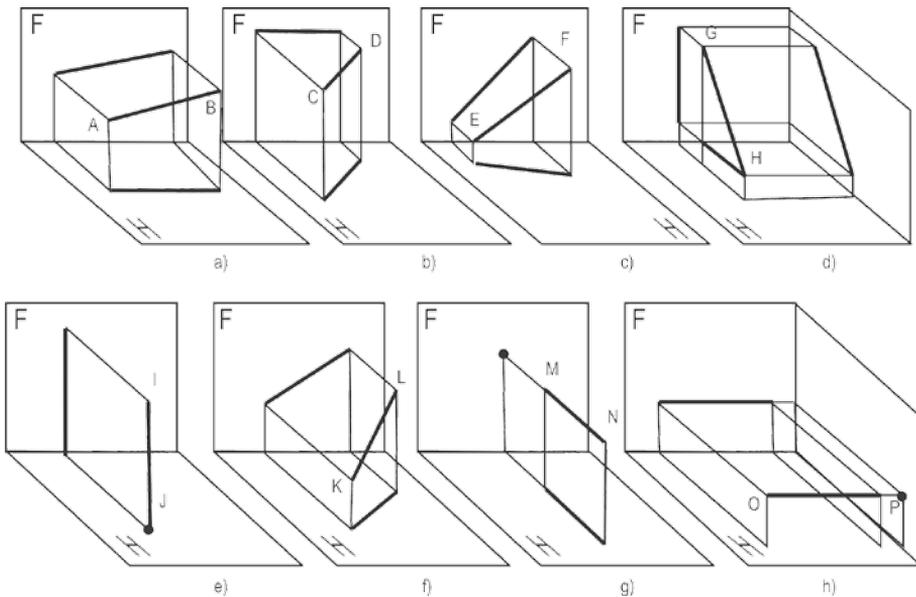
6.4. *D* cuya altura es de 0.

6.5. *E* situado en el eje *OX*.

6.6. *F* se encuentra a 30 mm del plano frontal.

7. Diga si las proposiciones siguientes son verdaderas o falsas. Justifique en cada caso.

7.1. En la proyección ortogonal, el rayo proyectante incide sobre el plano de proyección con un ángulo de 180° .



7.2. La proyección del punto *A* es un punto.

7.3. La proyección de una recta es siempre una recta.

7.4. La proyección de una figura plana puede ser una figura plana o un segmento de recta.

7.5. En la proyección paralela los rayos proyectantes parten del infinito.

7.6. Las proyecciones de dos rectas paralelas siempre son paralelas.

7.7. Dos rectas paralelas determinan un plano.

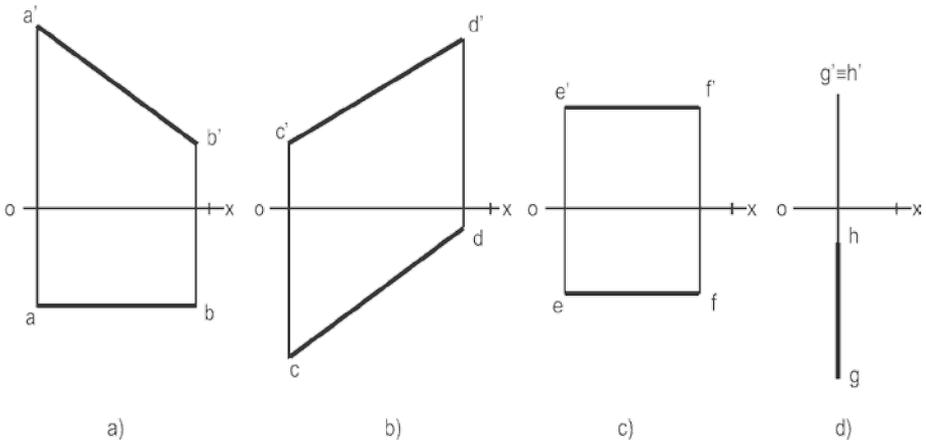
7.8. Una recta y un punto determinan un plano.

8. Analice las proyecciones de las rectas siguientes:

8.1. Represente en abatimiento las proyecciones de cada recta. Emplee la notación correspondiente.

8.2. Diga la posición relativa de cada recta con relación a los planos de proyección y señale en qué plano se encuentra su verdadera magnitud.

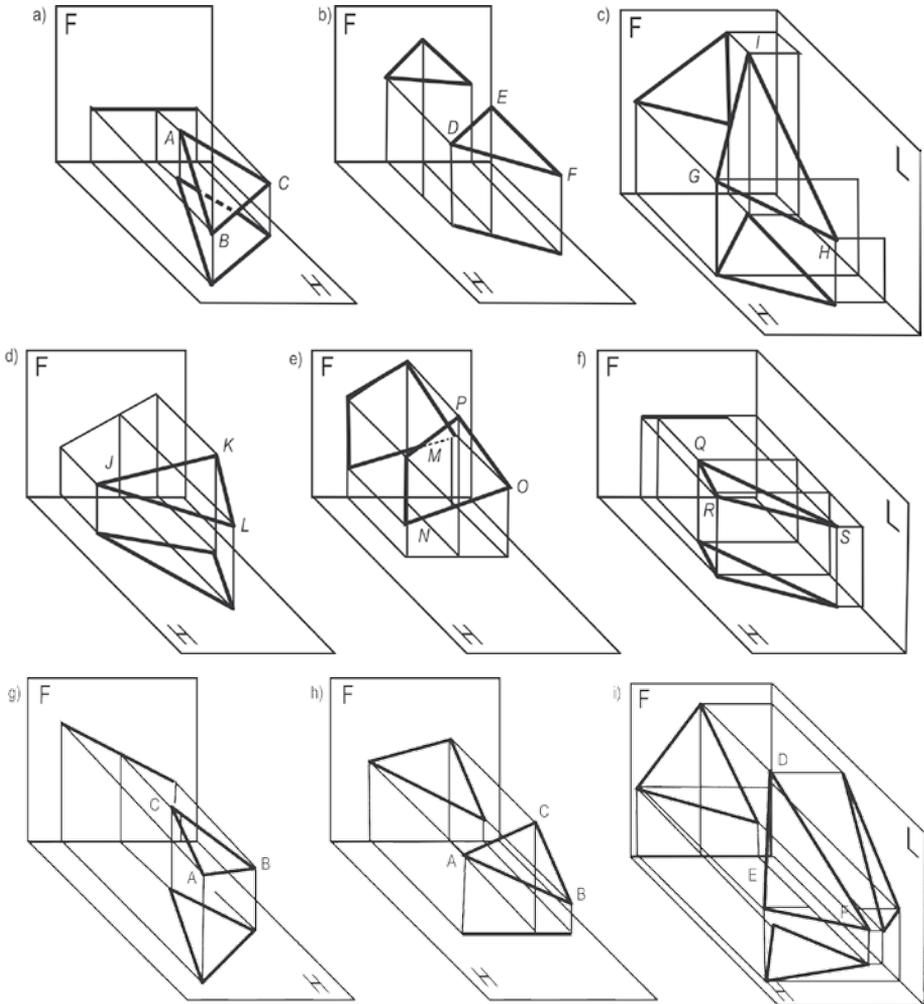
8.3. Represente el isométrico de las rectas AB , CD , EF , GF , IJ , KL , MN , OP .



9. Construya las proyecciones de las rectas AB , CD , EF y GH en el sistema de dos planos de proyecciones a partir de las coordenadas de sus puntos extremos. Clasifíquelas atendiendo a su posición relativa respecto a los planos de proyecciones. Dibuje el isométrico de cada una de las rectas.

9.1. $A (50, 30, 40)$ y $B (50, 30, 10)$

9.2. $C(90, 40, 30)$ y $D(15, 10, 20)$



9.3. $E(80, 20, 30)$ y $F(15, 30, 30)$

9.4. $G(80, 30, 10)$ y $H(10, 30, 40)$

10. Dadas las proyecciones de las rectas siguientes:

10.1. Represente sus proyecciones en el sistema de tres planos de proyecciones en abatimiento.

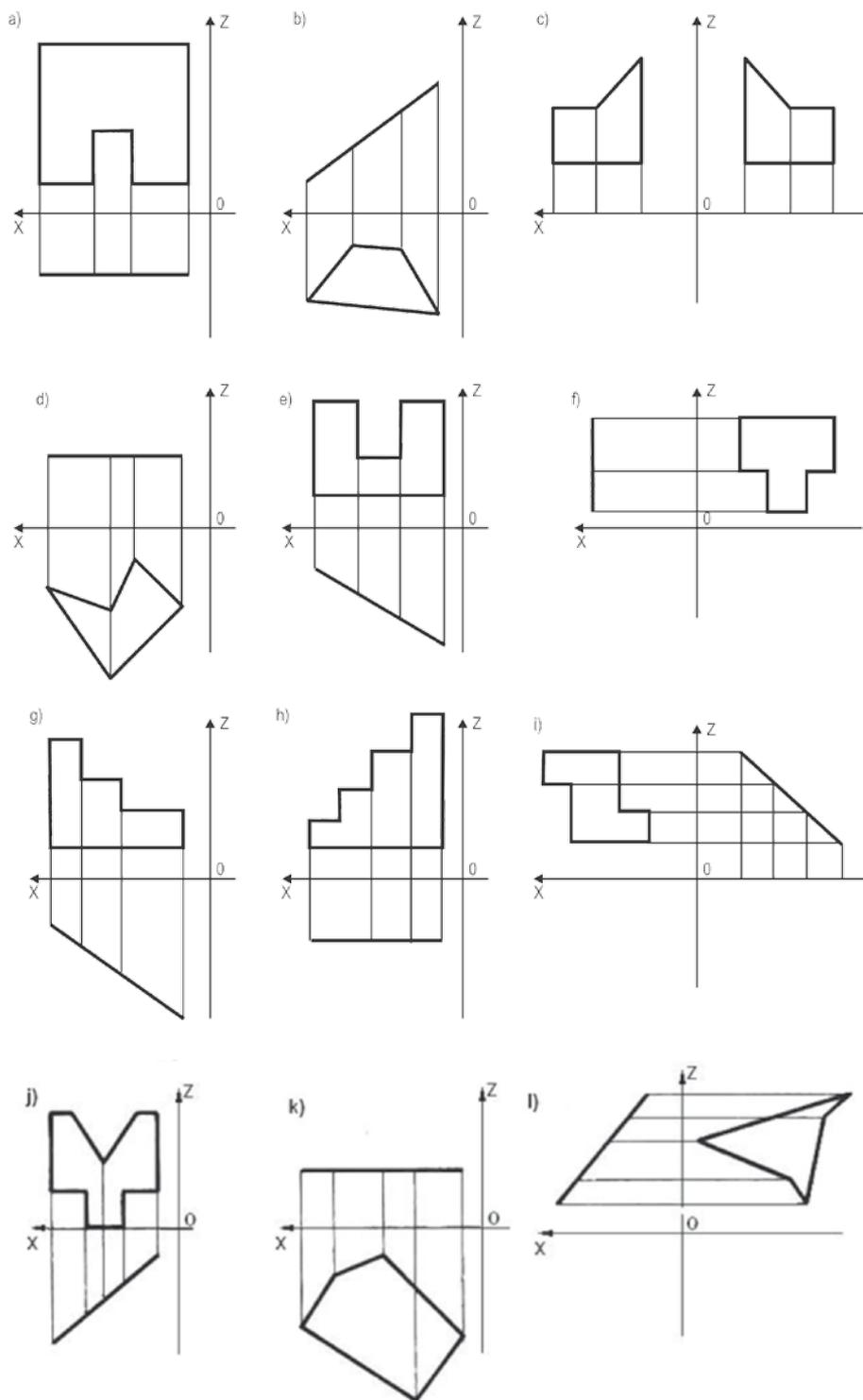
10.2. Indique su posición relativa respecto a los planos de proyecciones.

10.3. Trace el isométrico de cada recta.

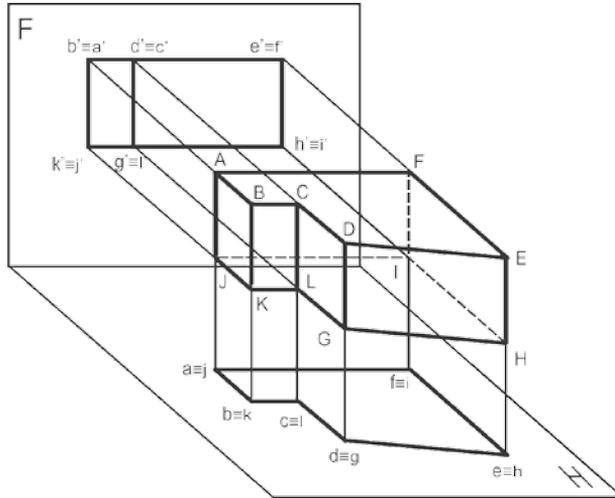
11. Dadas las representaciones siguientes:

11.1. Complete la notación correspondiente.

11.2. Represente cada caso en el abatimiento.



11.3. Exprese la posición relativa de cada plano respecto a los planos de proyecciones.



11.4. Represente el isométrico de cada plano.

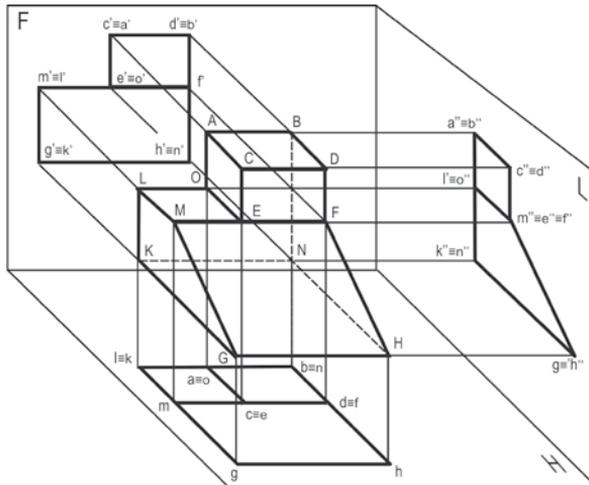
12. Dadas las proyecciones siguientes:

12.1. Coloque la nomenclatura correspondiente y determine la proyección que falta.

12.2. Señale qué proyección se encuentra en verdadera magnitud. Justifique.

12.3. Represente las tres proyecciones de cada plano.

13. Dado el siguiente cuerpo y sus proyecciones, diga la posición



relativa de:

13.1. El segmento de recta AF.

13.2. El segmento de recta DE .

13.3. El segmento de recta DG .

13.4. El plano $ACDEF$.

13.5. El plano $DGHE$.

13.6. Represente las proyecciones del cuerpo en el sistema de tres planos de proyecciones en abatimiento.

14. Dado el siguiente cuerpo y sus proyecciones:

14.1. Identifique la posición relativa de los segmentos de recta AB , MG , KG , respecto a los planos de proyecciones.

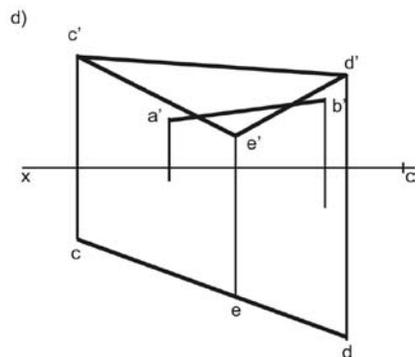
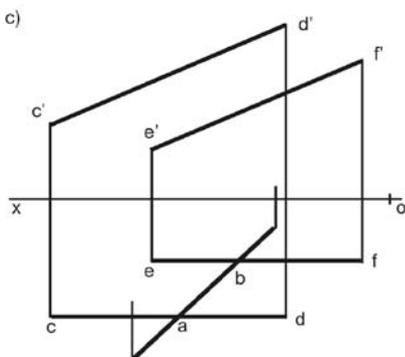
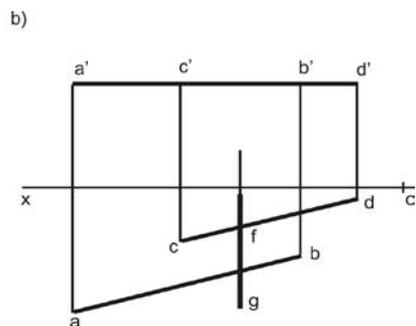
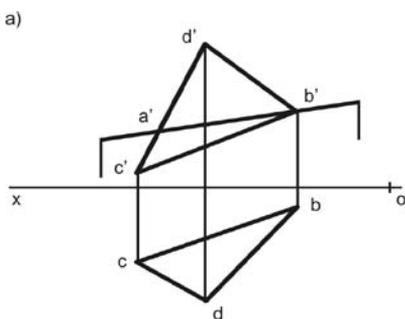
14.2. Identifique la posición relativa de los planos $ABDC$, $MFHG$, $LMKG$, respecto a los planos de proyecciones.

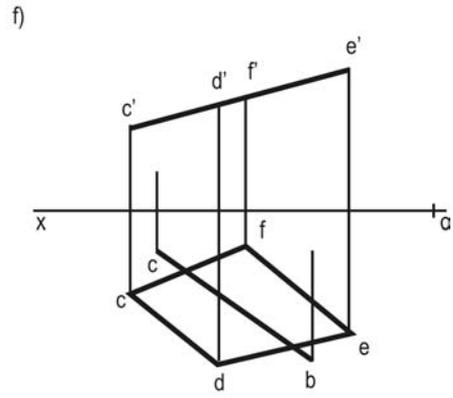
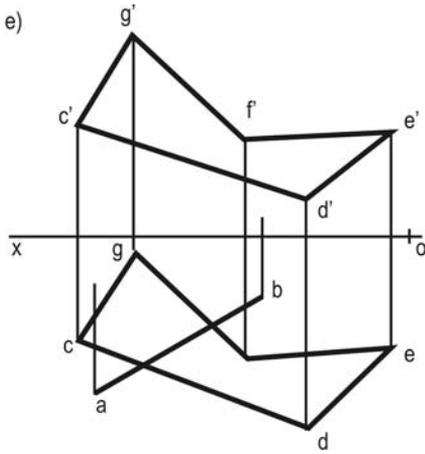
14.3. Represente las proyecciones del cuerpo en el sistema de tres planos de proyecciones en abatimiento.

15. Analice las proposiciones siguientes y diga si son verdaderas o falsas. Justifique su respuesta.

15.1. Una figura plana se proyecta en verdadera magnitud es paralela al plano de proyecciones.

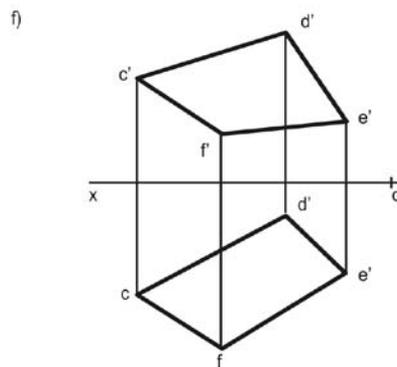
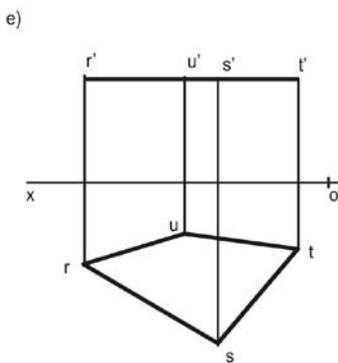
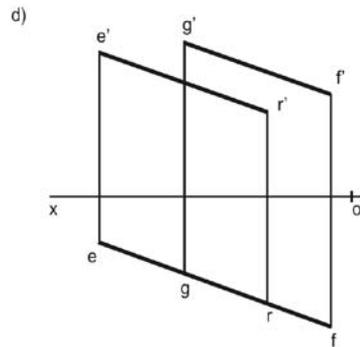
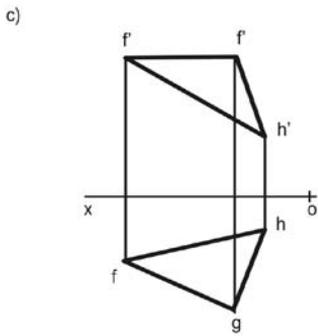
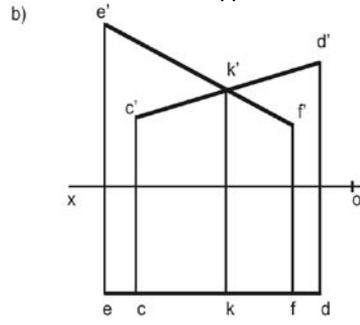
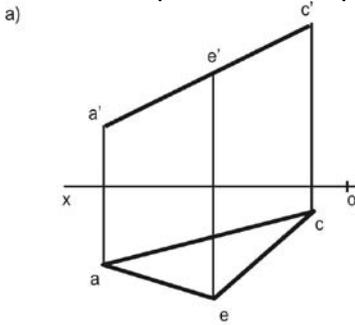
15.2. Si el triángulo que representa el plano en el espacio es paralelo a un plano de proyecciones, entonces se proyectará como un trián-



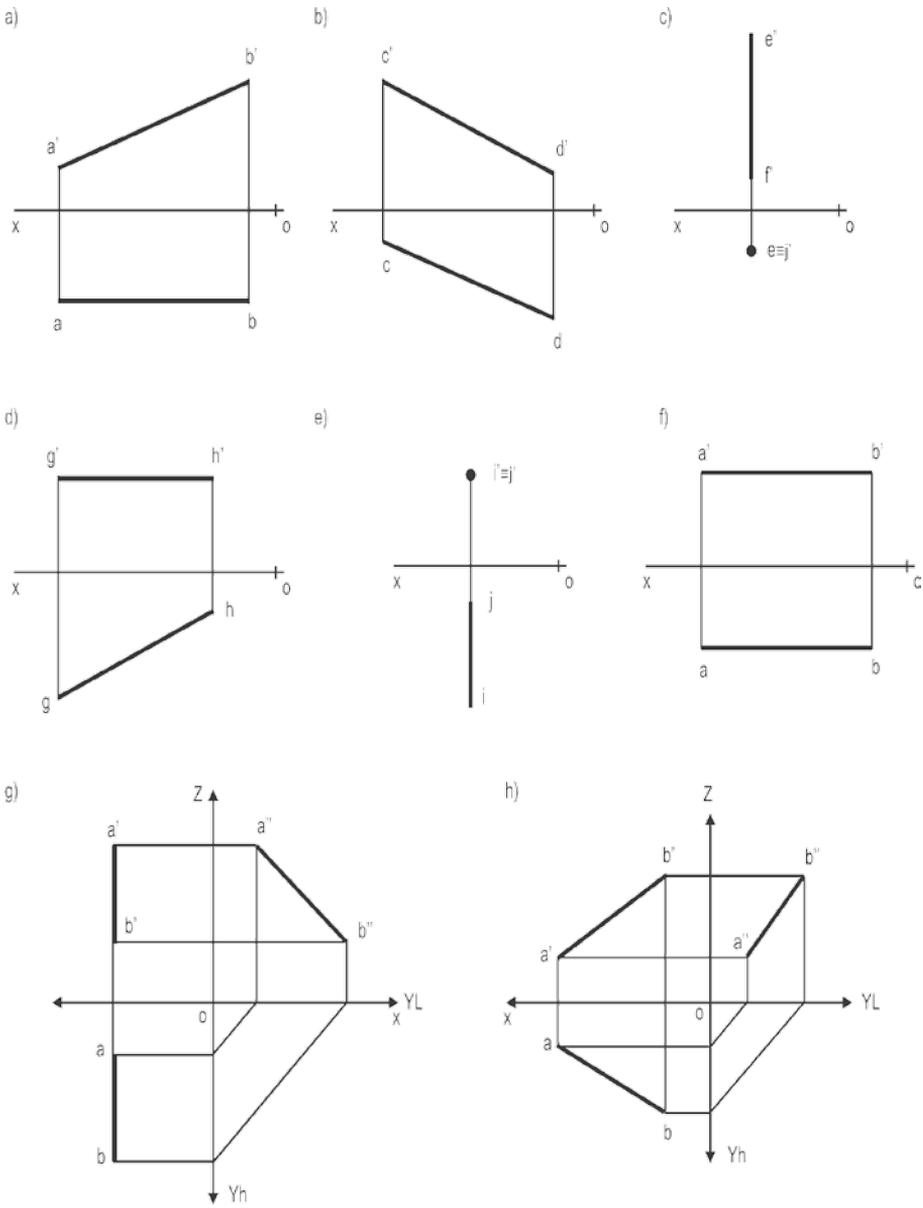


gulo en los tres planos de proyecciones.

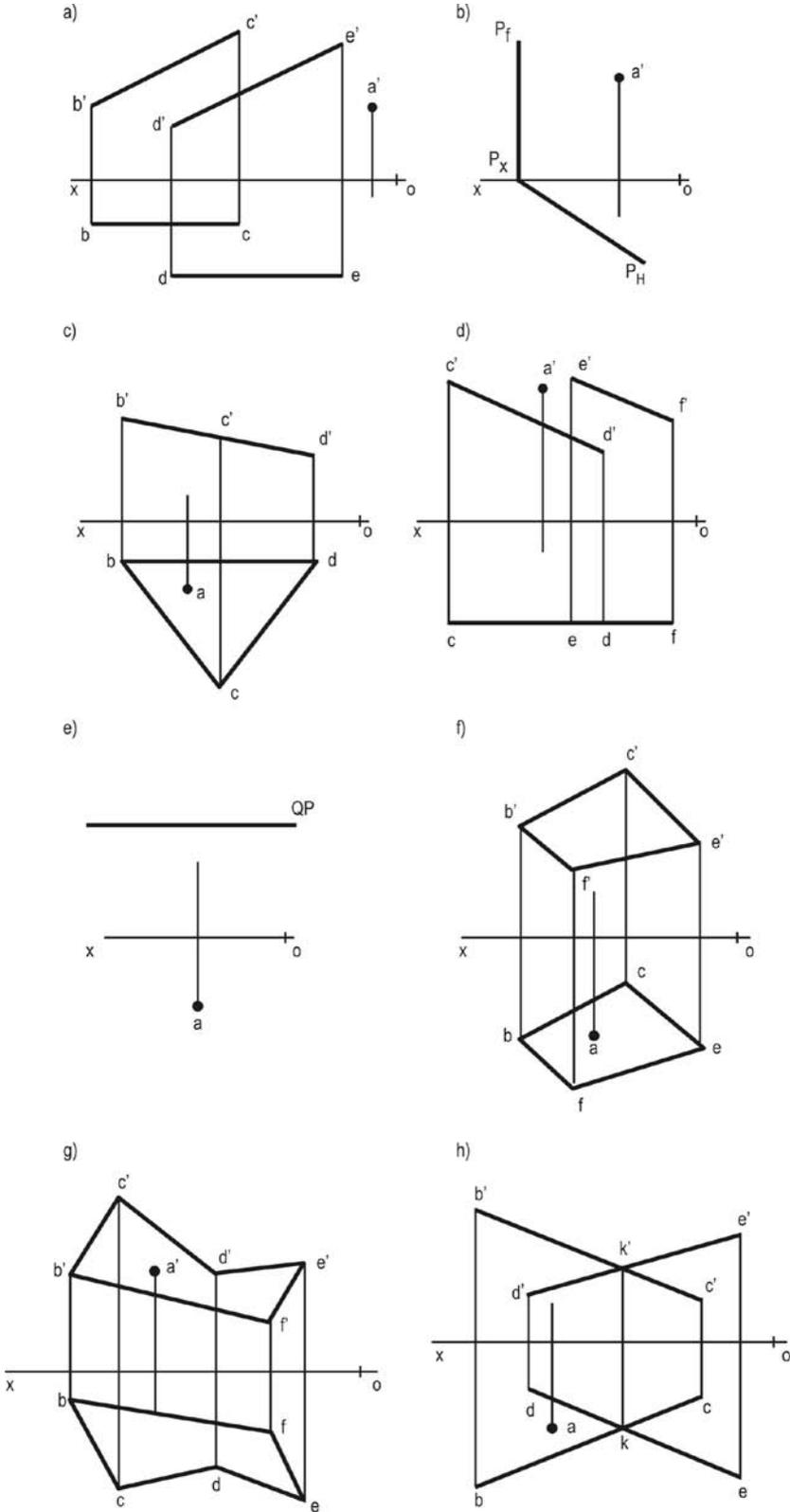
15.3. Si un plano ABC se proyecta como un segmento de recta en un



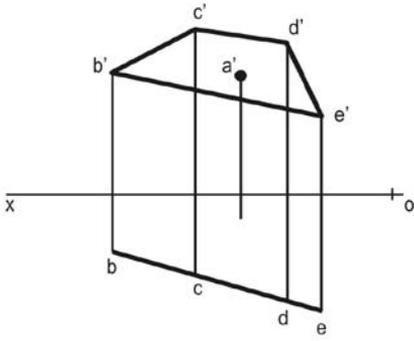
plano, entonces podemos decir que el plano ABC es perpendicular a dicho plano.



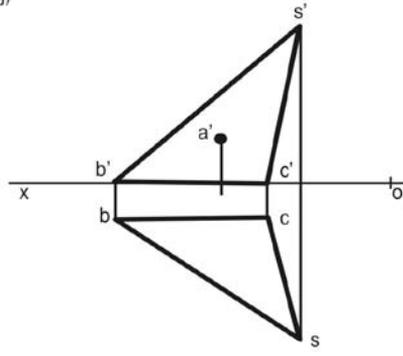
15.4. Si una figura plana se proyecta en dos planos como una recta, entonces podemos decir que es una figura paralela a uno de los



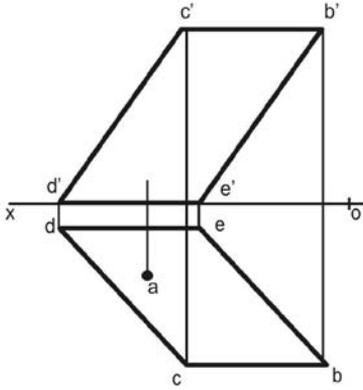
i)



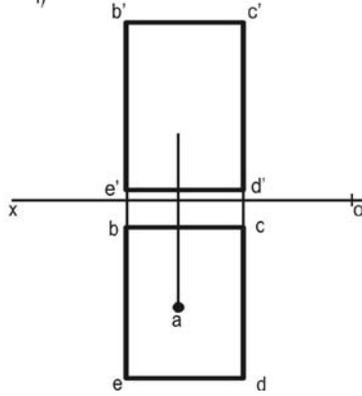
j)



k)

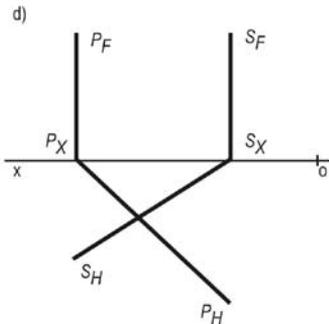
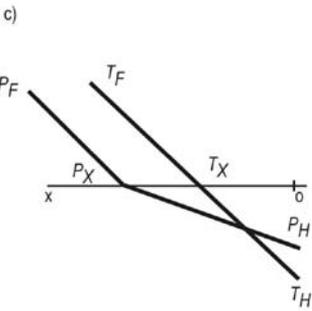
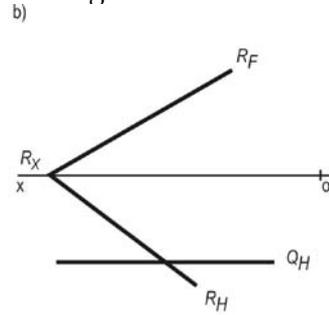
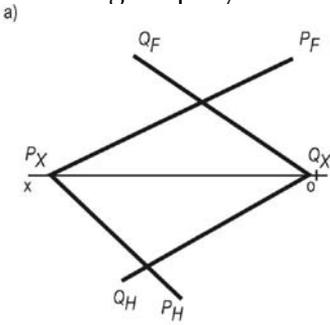


l)

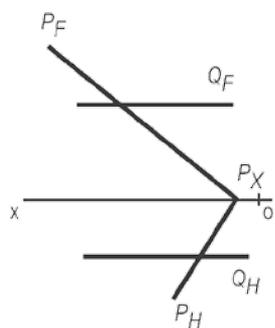


planos de proyección.

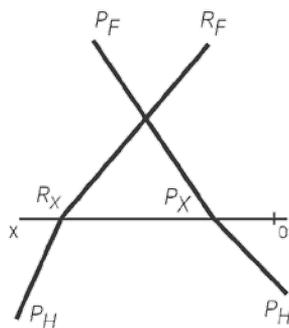
15.5. Si una figura proyecta como un segmento de recta en un solo



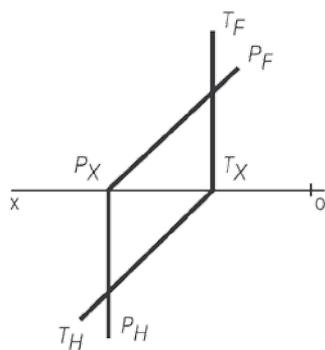
e)



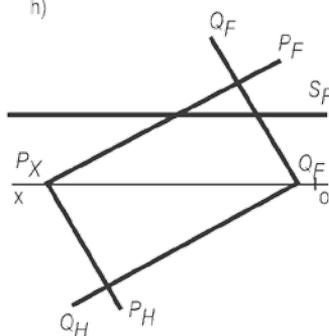
f)



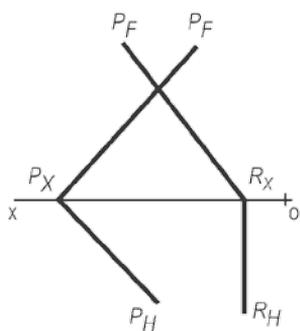
g)



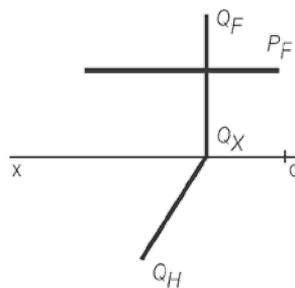
h)



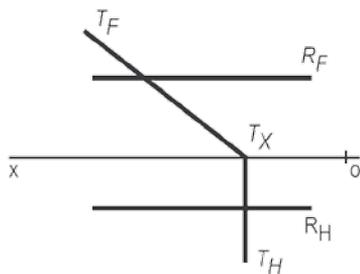
i)



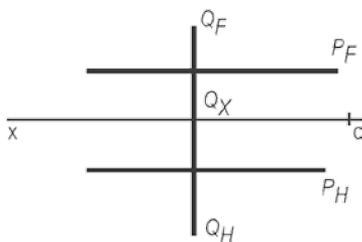
j)



k)

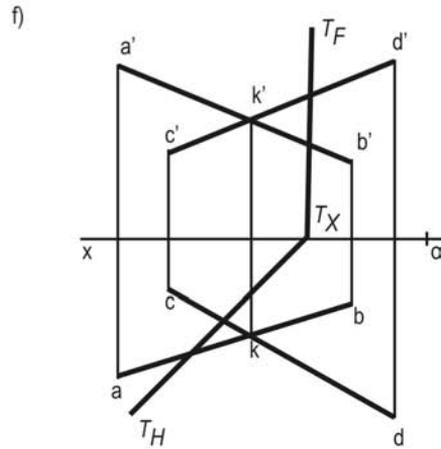
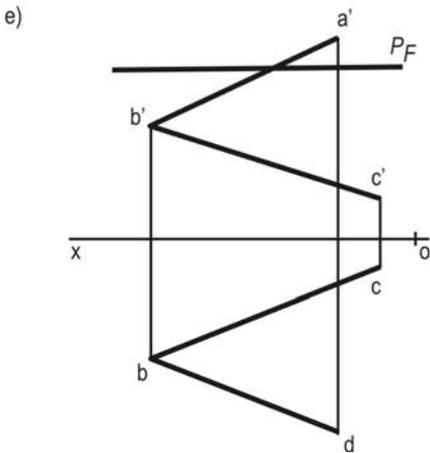
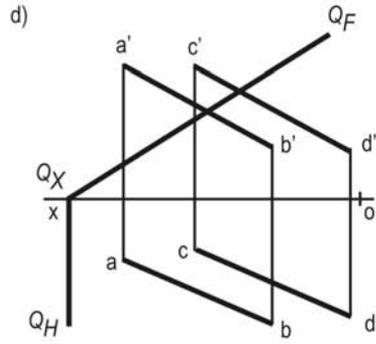
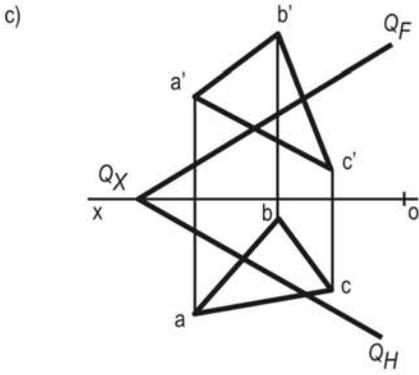
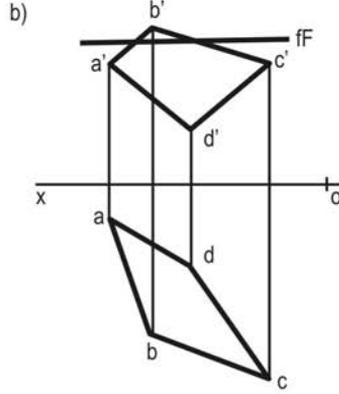
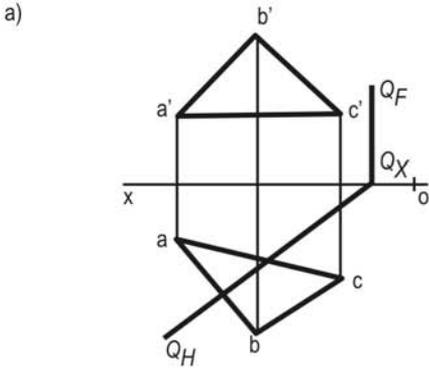


l)

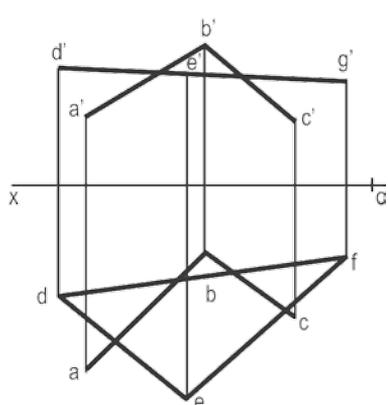
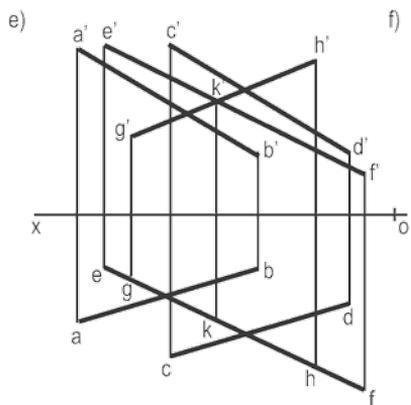
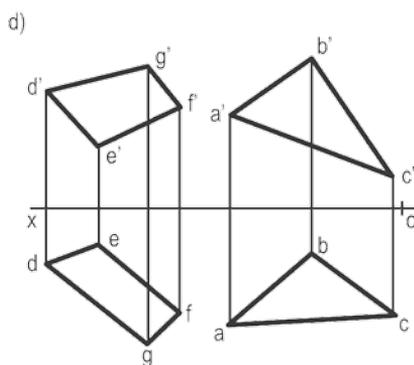
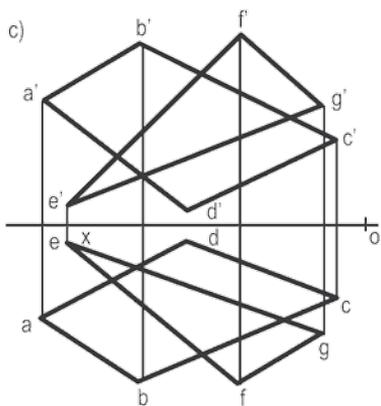
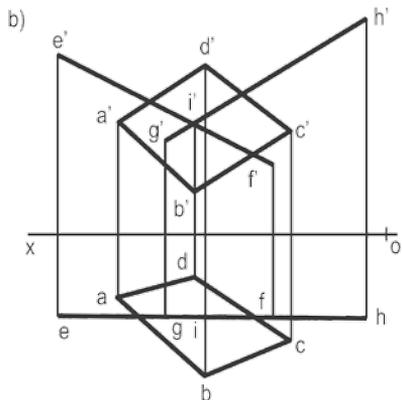
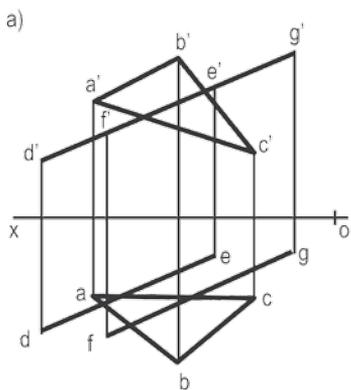


plano de proyección, podemos decir que la figura es oblicua.

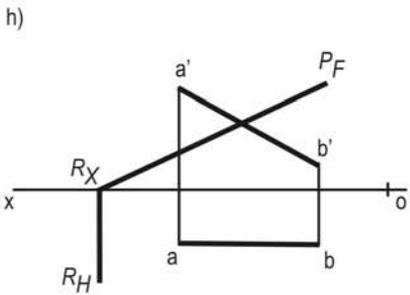
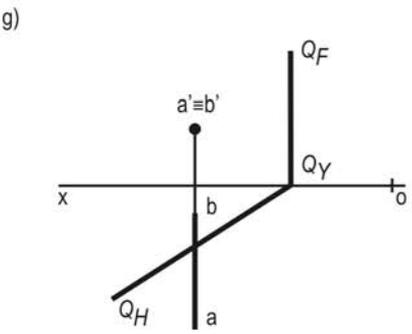
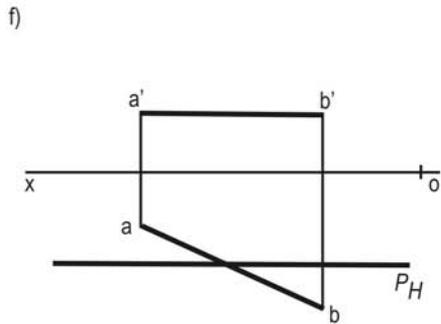
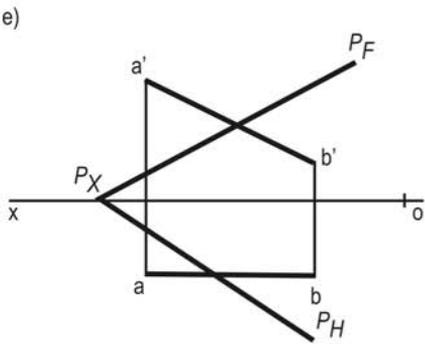
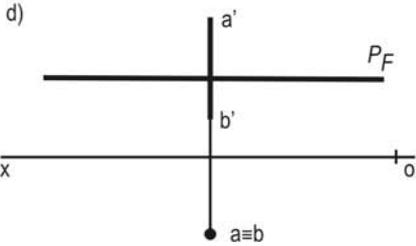
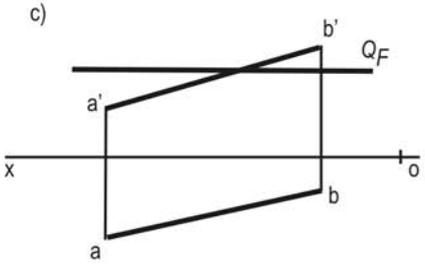
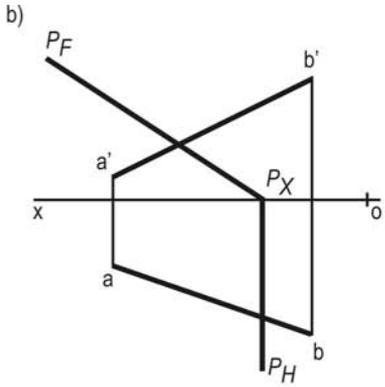
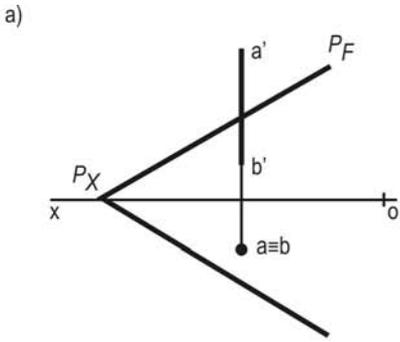
16. Complete las proyecciones de las rectas dadas, conociendo que



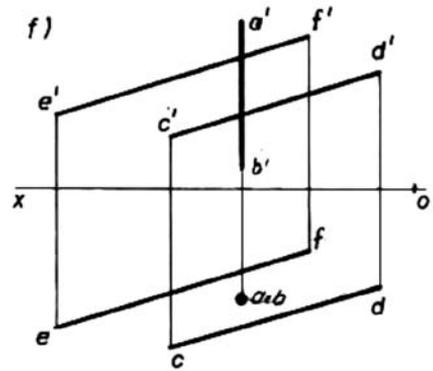
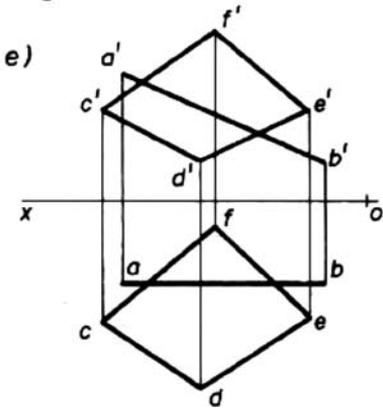
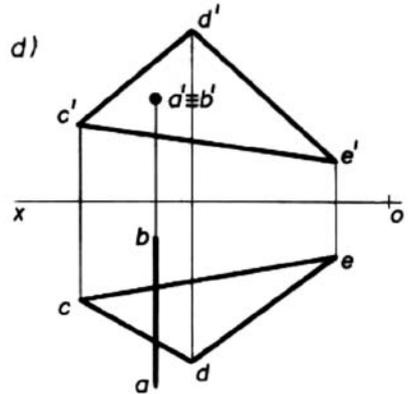
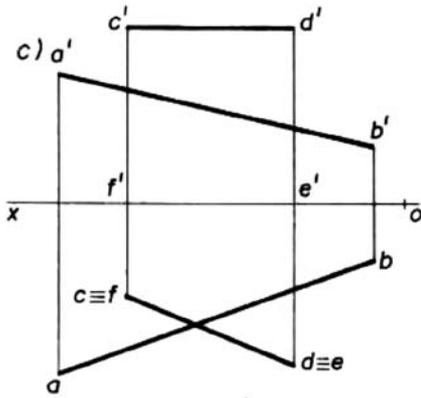
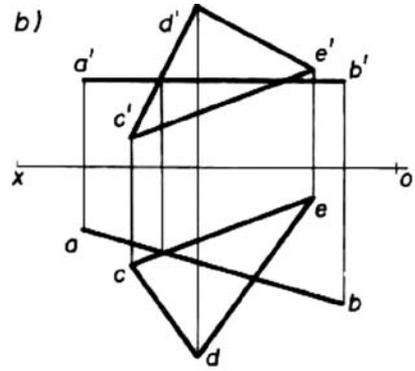
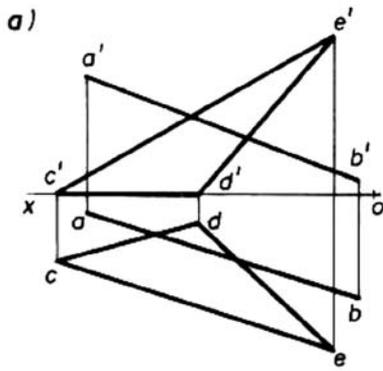
pertenecen al plano dado.



17. Demuestre gráficamente la pertenencia de una recta AB a los planos siguientes:



18. Trace un plano dado por sus trazas y uno geométrico a través de cada una de las rectas dadas:



19. Complete las proyecciones del punto A, conociendo que pertenece al plano:

20. Determine las proyecciones de la línea de intersección entre los planos dados.

21. Determine las proyecciones de la línea de intersección entre los planos dados.

22. Determine las proyecciones de la línea de intersección entre los planos dados.

23. Determine las proyecciones del punto de intersección de la recta AB con el plano.

24. Determine las proyecciones del punto de intersección de la recta AB con el plano.

25. Responda las preguntas y enunciados siguientes:

25.1. Diga el concepto de proyección.

25.2. ¿Cómo se clasifican las proyecciones?

25.3. ¿Qué se entiende por proyección ortogonal?

25.4. ¿Qué se entiende por proyección axonométrica?

25.5. Explique cómo se construyen las proyecciones del punto A (25,15.20).

25.6. ¿Cuál es la coordenada que toma valor cero cuando el punto se encuentra en el plano horizontal de proyecciones?

25.7. Explique el método para determinar la proyección lateral, conociendo las proyecciones horizontal y frontal de un punto.

25.8. ¿Cómo identificamos una recta de nivel por sus proyecciones?

25.9. ¿Cómo son las proyecciones de una recta proyectante lateral?

25.10. ¿Cuál es la recta que tiene su proyección horizontal paralela al eje OX ?

25.11. ¿Cuál es la recta que tiene sus proyecciones frontal y horizontal paralela al eje OX ?

25.12. Diga cómo se identifican dos rectas paralelas a partir de sus proyecciones.

25.13. ¿Cómo podemos identificar dos rectas que se cortan a partir de sus proyecciones en el abatimiento?

25.14. ¿Cuáles son las formas de representar el plano en el abatimiento?

25.15. ¿Cuáles son las formas de representar el plano mediante elementos geométricos?

25.16. Defina los conceptos siguientes:

- Plano de nivel.
- Plano proyectante.
- Plano auxiliar horizontal.
- Plano proyectante frontal.
- Plano oblicuo.

25.17. Explique qué se entiende por propiedad colectora de un plano.

25.18. Diga cuáles son los planos que tienen propiedad colectora.

25.19. Diga cuál es el plano que solo tiene traza horizontal en un sistema de dos planos de proyecciones.

25.20. Explique cómo podemos identificar un plano proyectante lateral dado por sus trazas.

25.21. Diga el concepto de plano de nivel horizontal.

25.22. Diga el concepto de pertenencia de recta al plano.

- 25.23. Explique cómo se traza un plano a través de una recta.
- 25-24. Diga el concepto de pertenencia de un punto a un plano.
- 25.25. Diga de qué tipo es la línea de intersección entre dos planos cuando uno es de nivel y el otro oblicuo.
- 25.26. Explique cómo se determina la intersección entre una recta horizontal y un plano proyectante lateral dado por sus trazas.
- 25.27. Explique cómo se determina la intersección entre una recta y un plano proyectante frontal.
- 25.28. Explique cómo se determina la intersección entre una recta y un plano oblicuo dado por un triángulo.

Capítulo III

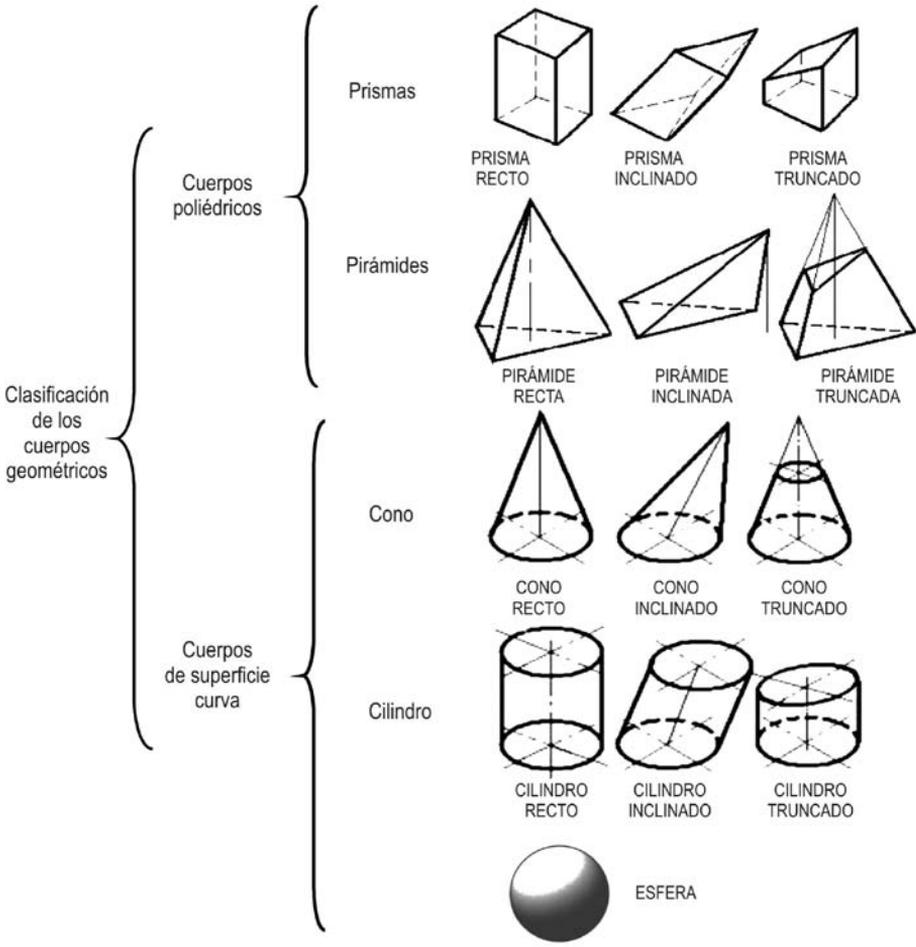
PROYECCIONES ORTOGONALES Y AXONOMÉTRICAS DE LOS CUERPOS GEOMÉTRICOS

INTRODUCCIÓN

Las proyecciones ortogonales de cuerpos geométricos constituyen la base teórica para la representación de productos de la técnica. En este capítulo se brindan los fundamentos básicos que sustentan las proyecciones de cuerpos geométricos.

Contenidos de este capítulo. Proyecciones ortogonales de cuerpos

geométricos elementales. Cuerpo geométrico. Concepto y Clasificación. Proyecciones axonométricas de cuerpos geométricos poliédricos. Prismas y pirámides. Clasificación. Representación de puntos en las superficies de los cuerpos. Proyecciones axonométricas. Proyecciones axonométricas de cuerpos geométricos de superficie curva. Conos y Cilindros. Clasificación. Representación de puntos en las superficies de los cuerpos. Proyecciones axonométricas. Proyeccio-



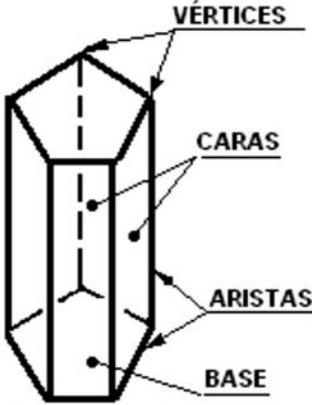
nes ortogonales de la esfera.

3.1. PROYECCIONES ORTOGONALES DE CUERPOS GEOMÉTRICOS ELEMENTALES

Concepto de cuerpo geométrico: es un sólido limitado por superficies.

3.2. PROYECCIONES ORTOGONALES

Y AXONOMÉTRICAS DE LOS CUERPOS



edro a la porción de espacio limitado por polígonos se llaman caras del poliedro; los s polígonos se llaman aristas y vértices del

tación de los cuerpos geométricos.

ÓN

an por el número de lados de los polígonos

Prisma: poliedro limitado por varios paralelogramos y dos polígonos iguales cuyos planos son paralelos. Los dos polígonos iguales y paralelos se llaman bases del prisma; las demás caras del prisma, que son paralelogramos, constituyen la superficie lateral del mismo.

Prisma recto: es aquel cuyas aristas laterales son perpendiculares a los planos de las bases (**figura 1**).

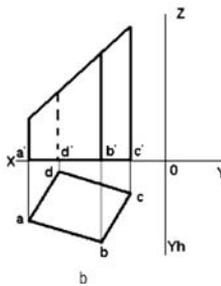
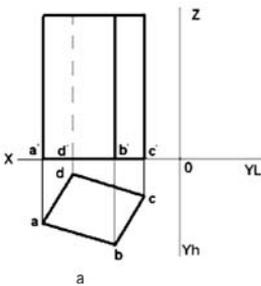
Prisma Regular: es aquel prisma recto cuyos planos de las bases son polígonos regulares.

Prisma inclinado: es aquel cuyas aristas laterales no son perpendiculares a los planos de las bases (**figura 1**).

La altura de un prisma es la distancia perpendicular entre los dos planos de las bases.

Fig. 2. Prisma recto de base pentagonal regular.

Proyecciones ortogonales del prisma



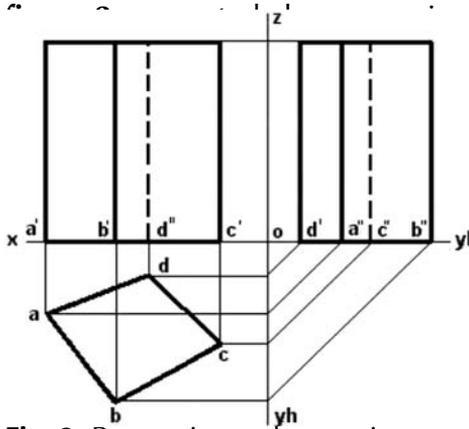
Observe en la **figura 3a** las proyecciones frontal y horizontal de un prisma recto que tiene por base el cuadrilátero *ABCD*, representado en un sistema de dos planos de proyecciones en abatimiento, apoyado sobre el plano de proyección horizontal, luego la proyección de su

base inferior coincide con el eje *OX*.

Sus caras laterales definen planos proyectantes horizontales, sus aristas laterales son rectas proyectantes horizontales (por lo tanto, en el plano de proyección frontal y en el lateral las aristas proyectarán en su verdadera magnitud).

Las bases del prisma proyectan en su verdadera magnitud en el plano de proyección horizontal ya que son planos de nivel horizontal.

En el caso de la **figura 3b** se cumplen todas las propiedades de la que define un plano proyectante para magnitud en ninguno de los

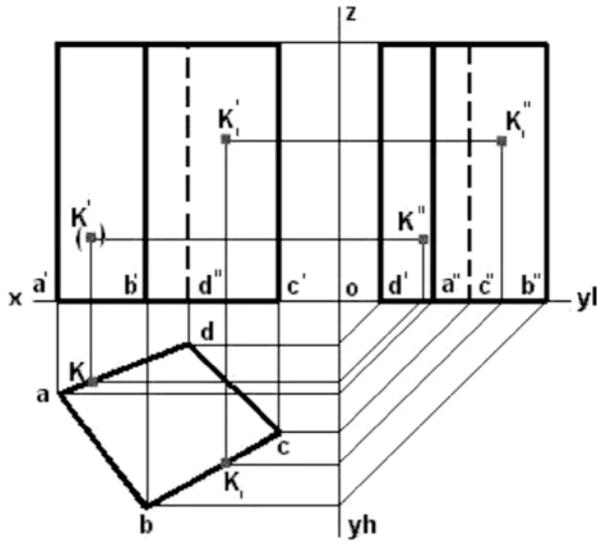


TRONCO DE PRISMA o **PRISMA TRUNCADO**: porción de prisma resultante de la intersección entre un plano y un prisma (**figura 3b**).

Fig. 3. Proyecciones de un prisma recto irregular de base cuadrangular (a) y otro truncado (b).

Si deseamos determinar la tercera proyección de un prisma a partir de dos de sus proyecciones es necesario tener en cuenta el método siguiente:

1. Realizar el análisis de las proyecciones dadas para reconocer el cuerpo geométrico representado.
2. Analizar posición relativa de la recta y las caras del prisma para la comprensión e identificación de las características proyectivas de las aristas y planos que forman las bases y caras del mismo.
3. Construir proyecciones apoyándonos en las características proyectivas de sus elementos con el auxilio de una nomenclatura apropiada.



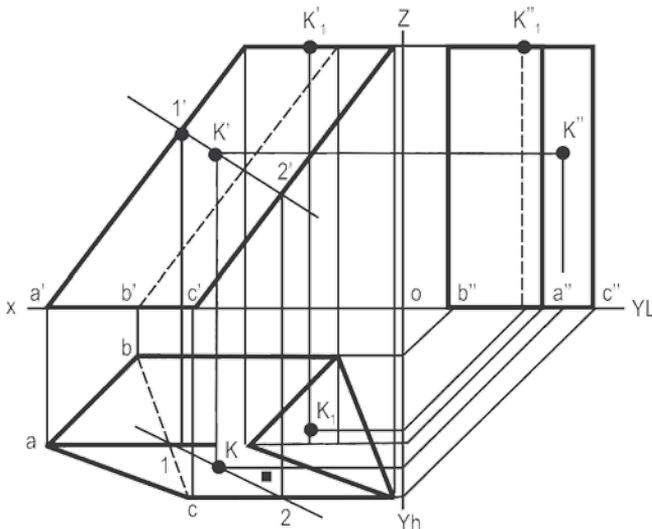
4. Aplicar criterios de visibilidad.

Fig. 4. Proyecciones de un prisma.

Representación del punto en la superficie de los prismas

En la **figura 5** se muestran las proyecciones frontal, lateral y horizontal del prisma de la **figura 4**.

Si situamos un punto en una de las caras laterales del prisma se puede observar que la proyección horizontal de este coincide con la proyección horizontal de la cara lateral que lo contiene, esto es



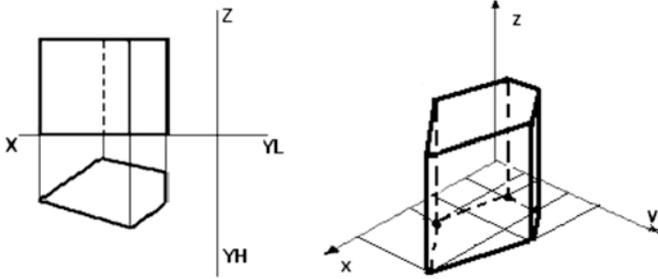
debido a la propiedad colectora de la proyección horizontal de este plano, característica asociada a la posición perpendicular de la cara

con respecto al plano horizontal. Por tanto, la propiedad colectora nos permitió en este caso hacer la pertenencia directa del punto a la cara del poliedro. La visibilidad del punto K en cada uno de los planos de proyecciones depende de la visibilidad de la cara que lo contiene.

En la representación se asume convencionalmente un punto no visible con la colocación de un paréntesis, en el ejemplo mostramos el punto.

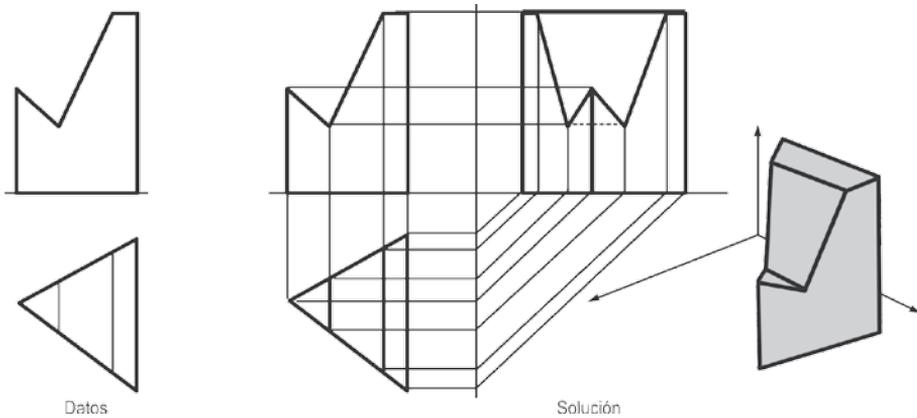
Fig. 5. Pertenencia del punto a la superficie del prisma.

La **figura 6** muestra las proyecciones de un prisma inclinado, en el mismo se resolvió gráficamente la pertenencia de un punto $K1$ en la base superior del prisma, en este caso no fue necesario buscar una recta del plano para situar las proyecciones del punto, sino que se aprovechó la propiedad colectora de la proyección frontal y/o lateral de la base para realizar la pertenencia directa, sin embargo, para obtener las proyecciones del punto K que pertenece a la cara AC , fue necesario trabajar con las proyecciones de una recta de la cara AC , en este caso el procedimiento es oblicuo, dada la posición

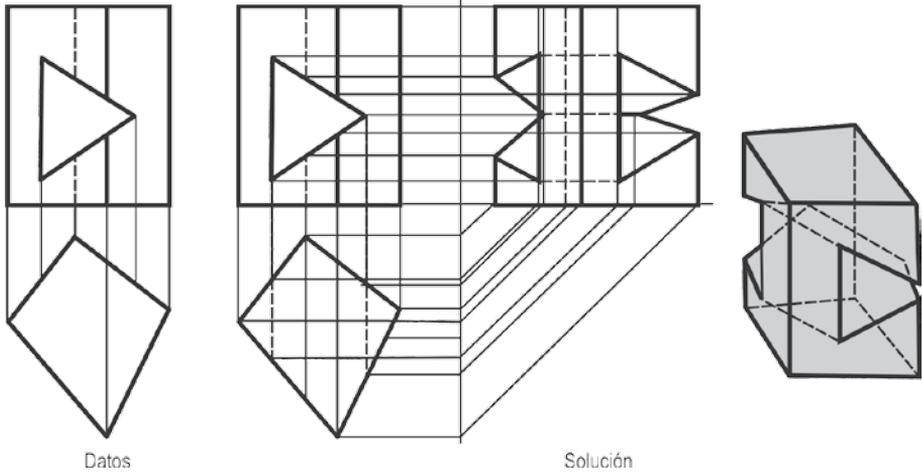


oblicua de esa cara respecto a todos los planos de proyecciones.

Fig. 6. Prisma inclinado, un punto K pertenece a una de sus caras y un punto $K1$ en su base superior.



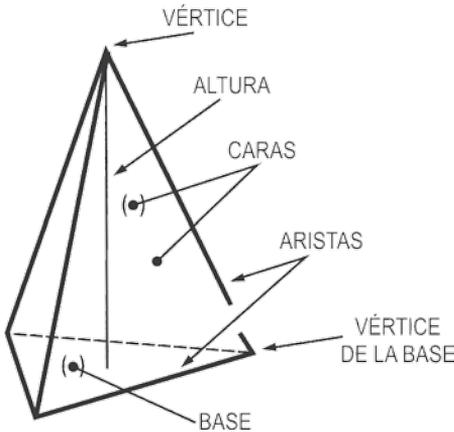
Proyecciones axonométricas del prisma



Las proyecciones axonométricas permiten una representación muy similar a como se observan los cuerpos en la vida real y puede ser utilizada en combinación con las proyecciones ortogonales para mejorar la interpretación.

Construcción de la proyección isométrica de un prisma

- Construcción de los ejes.
- Construcción de la proyección isométrica de la base del cuerpo.
- Levantar las aristas laterales desde los puntos vértices de la base siguiendo la dirección del eje Z.
- Dar altura a las aristas, situando los vértices de la base superior.
- Unir los vértices de la base superior.



- Aplicar criterios de visibilidad.

Fig. 7. Proyecciones ortogonales e isométrica del prisma recto.

En la **figuras 8 y 9** se muestran dos vistas de un prisma y la solución de la tercera vista y su isométrico.

Fig. 8. Ejemplo resuelto de las proyecciones ortogonales y axonométricas de un prisma.

Fig. 9. Ejemplo resuelto de las proyecciones ortogonales y axonométricas de un prisma.

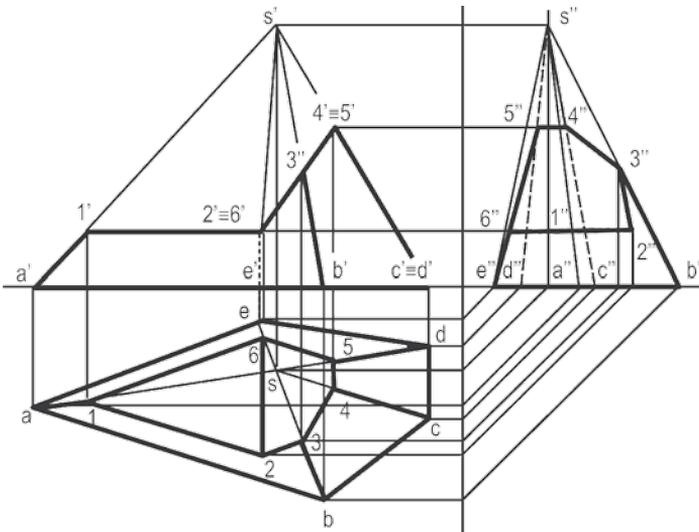
PIRÁMIDE. CLASIFICACIÓN

Pirámide: es el poliedro en el cual una de cuyas caras es un polígono cualquiera y las otras son triángulos que tienen un vértice común que se llama vértice o cúspide de la pirámide (**figura 10**).

El polígono se llama base de la pirámide.

Las pirámides se llaman triangulares, cuadrangulares, pentagonales, etc.; según la base sea un triángulo, un cuadrilátero, un pentágono, etcétera.

La altura de la pirámide es la distancia perpendicular del vértice al



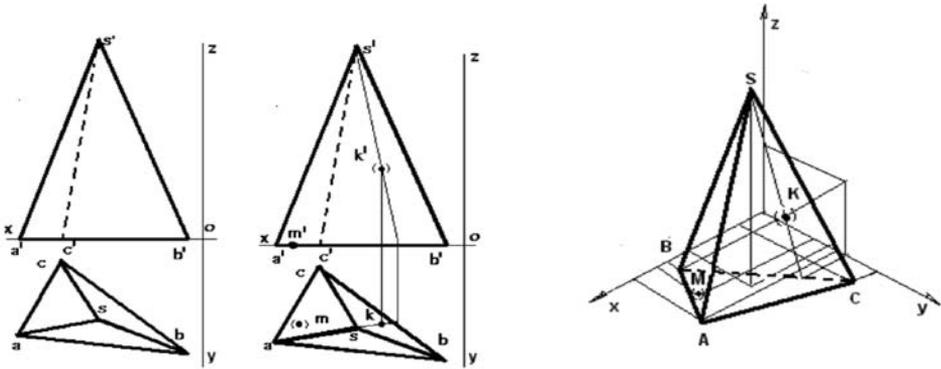
plano de la base.

Fig. 10. Elementos de una pirámide.

Las pirámides pueden ser clasificadas como:

- **Pirámide recta:** es aquella en la cual el vértice se encuentra en una vertical que cae dentro del área de su base.

- **Pirámide regular:** la que tiene por base un polígono regular y su altura es perpendicular al centro de este polígono.
- **Pirámide truncada:** es el resultado de la intersección entre la



pirámide con un plano (**figura 11**).

- **Pirámide inclinada:** es aquella en la cual el vértice se encuentra en una vertical que cae fuera del centro del área de su base.

Proyecciones ortogonales de la pirámide

Observe que en la **figura 11** aparece representada una pirámide truncada en un sistema de tres planos de proyecciones en abatimiento. Analice que los planos están definidos por $ABCDE$ y 126 se encuentran en la proyección horizontal en sus verdaderas magnitudes, no así el plano 23456 que está definido por un plano proyectante frontal. Las aristas $B3$, $C4$, $D5$ y $E6$ son rectas oblicuas, por lo que ninguna de sus proyecciones coincide con su verdadera magnitud.

Fig. 11. Pirámide truncada por dos planos.

Representación del punto en la superficie de la pirámide

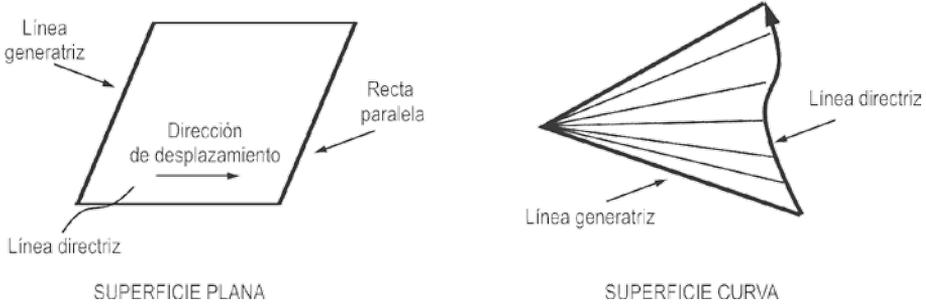
Para situar puntos en las caras laterales de la pirámide es necesario trabajar con rectas de estas superficies debido a la posición oblicua de estas respecto a los planos de proyecciones. Solo la pertenencia del punto se podrá realizar de forma directa si este se sitúa en una cara de la pirámide que esté en posición perpendicular a un plano de proyecciones o en su base, siempre y cuando sea paralela a un plano de proyecciones.

Fig. 12. Proyecciones ortogonales e isométrica de una pirámide.

En el ejemplo ilustrado en la **figura 12b** se situó un punto K en una

cara lateral de la pirámide (utilizando una recta del plano), y un punto *M* en la base de la pirámide aprovechando la propiedad colectora de la proyección. La visibilidad del punto depende de la visibilidad de la cara que lo contiene.

Proyecciones axonométricas de la pirámide.



Dentro de las proyecciones axonométricas analizaremos:

Construcción de la proyección isométrica de una pirámide (**figura 11c**):

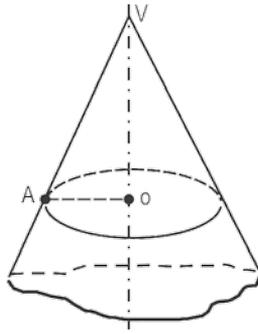
1. Dibujar los ejes isométricos.
2. Trazar el isométrico de la base.
3. Trazar el isométrico del vértice de la pirámide.
4. Unir los puntos de la base con el vértice.
5. Trabajar visibilidad total del cuerpo.

3.3. PROYECCIONES ORTOGONALES Y AXONOMÉTRICAS DE LOS CUERPOS DE SUPERFICIE CURVA

Analizaremos a continuación un grupo de conceptos fundamentales para la representación de cuerpos de superficie curva.

GENERACIÓN DE SUPERFICIES

- Línea directriz: Es aquella que indica la trayectoria a seguir por un ente geométrico durante la generación de una superficie en



el espacio (**figura 13**).

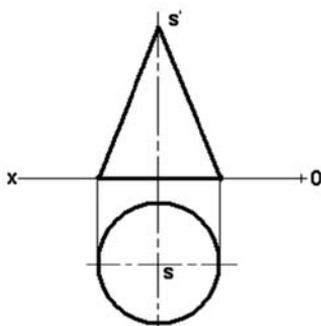
- Línea generatriz: Es aquella que al moverse en el espacio siguiendo determinada directriz, genera una superficie (**figura 13**).

Fig. 13. Generación de superficies.

- **Superficie plana:** es una superficie infinita generada por una recta que se desplaza paralela así misma en una dirección (**figura 13**).
- **Superficie curva:** es aquella que se genera por el desplazamiento de una línea generatriz según una o más directrices, siempre que la superficie generada no sea un plano (**figura 13**).
- **Superficie reglada:** Es aquella superficie curva que se genera por una recta. Ejemplo: cilindro, cono, etcétera.
- **Superficie de doble curvatura:** es aquella en la que tanto su generatriz como su directriz son líneas curvas. Ejemplo: la esfera.
- **Superficie de revolución:** es la superficie engendrada por una línea que gira alrededor de una recta llamada eje y cuyos puntos conservan la misma distancia del eje. La línea que gira se llama generatriz de la superficie. Ejemplo: cilindro, cono (**figura 14**), etcétera.
- **Superficie cónica circular:** superficie engendrada por una semirrecta VA , que tiene origen en un punto de una recta perpendicular al plano de un círculo en el centro de este, gira alrededor de VO eje de rotación, pasando sucesivamente por los puntos de la circunferencia.

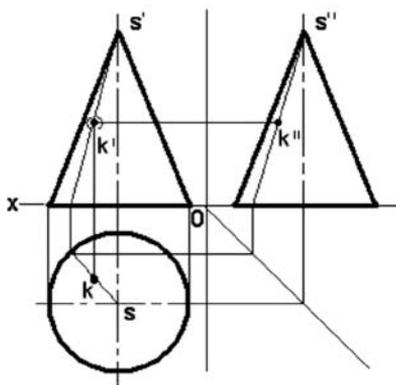
Fig. 14. Generación de la superficie cónica.

- **Superficie cilíndrica regular:** es la superficie engendrada por el movimiento de una recta que gira alrededor de un eje paralelo a ella.
- **Sólido de revolución:** cuerpo engendrado por una superficie que gira alrededor de un eje en su plano.



CONO. CLASIFICACIÓN

- **Cono circular, recto o de revolución:** porción del espacio limitado por un triángulo que gira alrededor de un eje. Recibe



también el nombre de cono de revolución porque puede considerarse engendrado por la revolución completa de un triángulo rectángulo alrededor de uno de los catetos. La distancia del vértice a la base se llama altura del cono.

- **Cono inclinado:** es aquel que su vértice no coincide en línea recta con el centro de la base.
- **Cono truncado:** porción de cono resultante de la intersección entre un plano y un cono.

Proyecciones ortogonales del cono

Para la obtención de las proyecciones del cono en el sistema de dos y tres planos de proyecciones es necesario proyectar la base y el vértice en cada uno de los planos. En la **figura 15** se muestra las proyecciones ortogonales de un cono recto apoyado en el plano horizontal. El triángulo que muestra la proyección frontal está determinado por las generatrices de contorno y la base que, por constituir un plano de nivel horizontal, proyecta sobre el eje ox como una recta, el área contenido entre estas proyecciones corresponden a la superficie

cónica que envuelve al sólido. La proyección horizontal está definida por el perímetro de la base, el área contenida corresponde con la verdadera magnitud de la base y la superficie cónica, esta última no muestra su verdadera magnitud.

Fig. 15. Proyecciones ortogonales del cono circular o de revolución.

Representación del punto en la superficie del cono

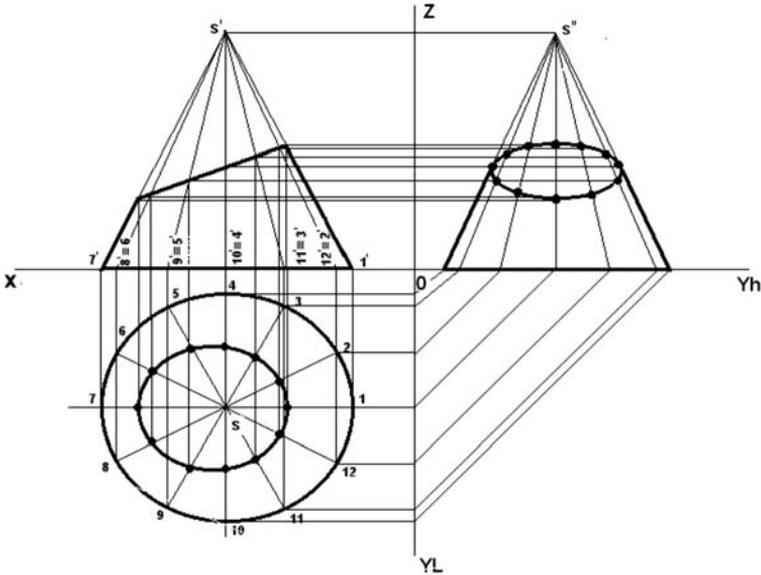


Fig. 16. Puntos en la superficie de un cono.

Para situar un punto k en la superficie de un cono, se trabaja con las proyecciones de la generatriz que contiene dicho punto, garantizando la pertenencia del mismo a esta recta haciendo coincidir las proyecciones homónimas de ambos elementos en los tres planos de proyecciones. Se puede analizar en la **figura 16** cómo el punto K es visible en su proyección horizontal (k) y lateral (k''), siendo no visible en su proyección frontal colocándose el punto convencionalmente entre paréntesis (k').

Proyecciones ortogonales del cono truncado

En la **figura 17** se muestran representadas las proyecciones de un cono circular truncado. Para obtener las mismas se aplicó el método de trabajo siguiente.

1. Construir las proyecciones del cuerpo completo.
2. Dividir la base en partes iguales (12 partes como mínimo) para

determinar la posición de generatrices laterales.

3. Determinar las proyecciones de las generatrices en cada plano.
4. Determinar las proyecciones de los puntos de la curva que pertenecen a las generatrices definidas.
5. Unir los puntos de la curva para determinar las proyecciones correspondientes a cada plano de proyección.
6. Aplicar criterios de visibilidad.

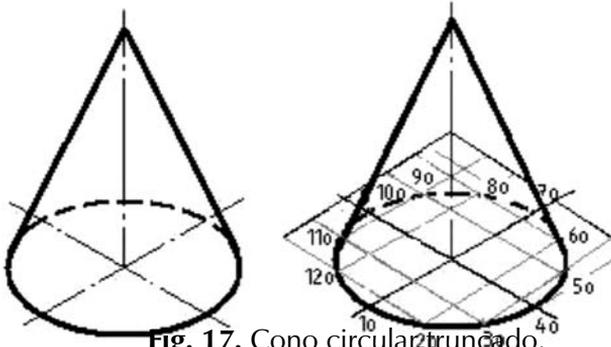
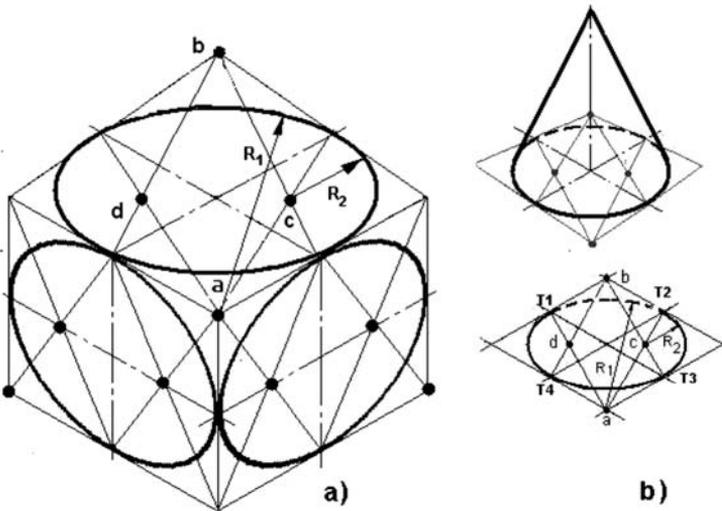


Fig. 17. Cono circular truncado.

Proyecciones axonométricas del cono



Dentro de las proyecciones axonométricas utilizaremos en la representación del cono la proyección isométrica.

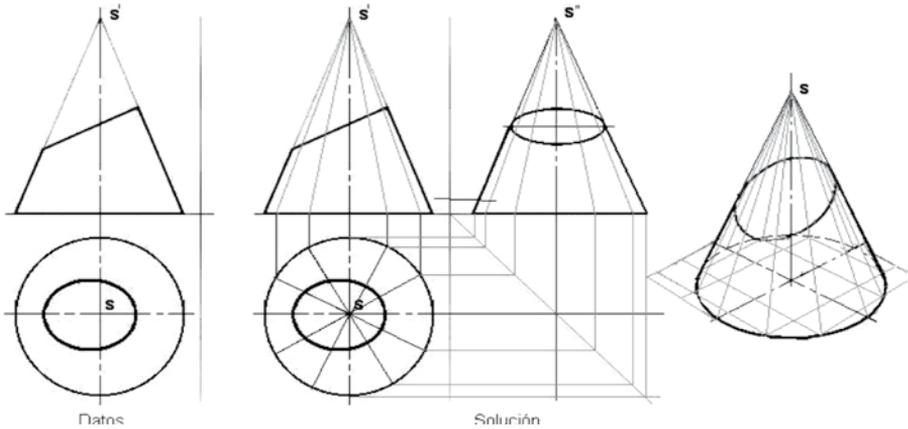
Construcción de la proyección isométrica de un cono:

1. Trazar los ejes isométricos.
2. Construir la proyección isométrica de la base empleando el método de las coordenadas (**figura 18**) o el método del óvalo de

cuatro centros (**figura 19**).

3. Construir la proyección isométrica del vértice.
4. Trazar las generatrices de contorno uniendo el vértice tangente a la base.
5. Aplicar criterios de visibilidad.

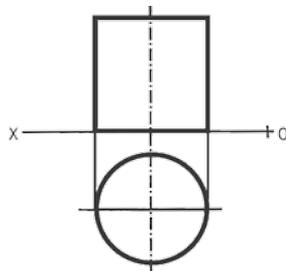
En el caso del cono truncado situar en el isométrico todas las generatrices que contienen puntos de la tapa y desde la proyección horizontal de la misma levantar una perpendicular para situar sobre cada generatriz el punto según corresponda.



Es bueno señalar que el procedimiento que se sigue en el cono es similar a una pirámide regular con 12 lados. Al unir los puntos se hace mediante una línea curva, como se muestra en el ejemplo de la **figura 17**.

Fig. 18. Representación del cono recto empleando el método de coordenadas.

Fig. 19. Aplicación del óvalo de cuatro centros en la construcción de la base de un cono.



Procedimiento para el trazado del óvalo de cuatro centros

1. Desde los ángulos mayores de 90° trazar una recta al punto medio de los segmentos opuestos determinando los puntos de tangencias $T1, T2, T3$ y $T4$.
2. Desde c y d con radio $R2$ trazar los arcos $T1T4$ y $T2T3$.
3. Desde a y b con radio $R1$ trazar los arcos $T1T2$ y $T4T3$.
4. Trazado final del óvalo.

Observe que podemos colocar el óvalo en los tres planos de proyección. En la **figura 19b** se muestra la representación isométrica de la circunferencia en el plano horizontal que sirve de base a un cono de revolución.

En la **figura 20** se muestra un ejemplo de las proyecciones ortogonales de un cono truncado y su isométrico.

Fig. 20. Representación del cono recto truncado.

CILINDRO. CLASIFICACIÓN

Cilindro de revolución o recto: porción de espacio limitado por una superficie cilíndrica de revolución y dos planos perpendiculares al eje.

El cilindro recto puede considerarse engendrado por la revolución completa de un rectángulo alrededor de uno de sus lados. Las secciones producidas son dos círculos que se llaman bases del cilindro, la distancia entre las bases se llama altura.

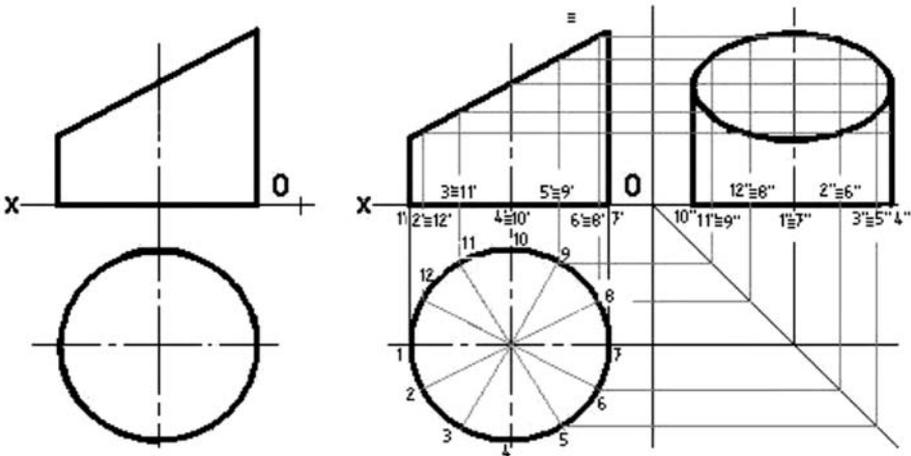


Fig. 21. Cilindro de revolución.

- **Cilindro:** es aquel que tiene su eje de simetría inclinado respec-

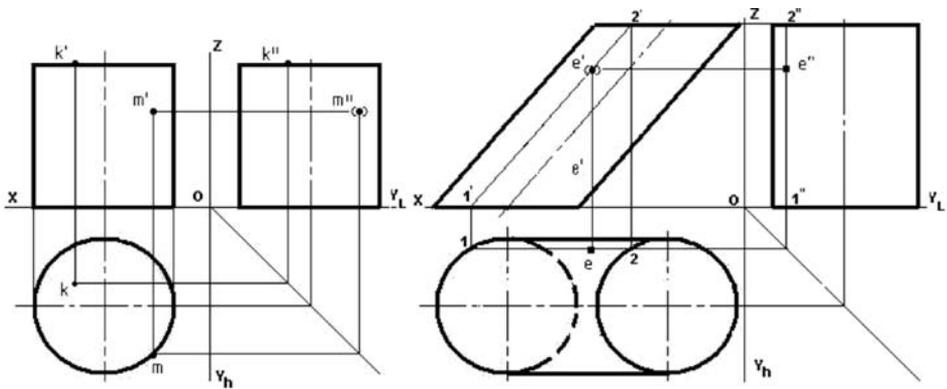
to a las bases.

- **Cilindro truncado:** porción de cilindro resultante de la intersección entre un plano y un cilindro
- **Cilindro elíptico:** es el caso particular del cilindro que tiene por bases una elipse.

Proyecciones ortogonales del cilindro

En la siguiente **figura 22** se encuentran representadas las proyecciones de un cilindro circular truncado, siendo el método empleado muy similar al empleado en la construcción de las proyecciones del cono truncado:

1. Construir las proyecciones del cuerpo completo.



2. Dividir la base en partes iguales (12 partes como mínimo) para determinar la posición de generatrices laterales.
3. Determinar las proyecciones de las generatrices en cada plano.
4. Determinar las proyecciones de los puntos de la curva que pertenecen a las generatrices definidas.
5. Unir los puntos de la curva, para determinar las proyecciones correspondientes a cada plano de proyección.
6. Aplicar criterios de visibilidad.

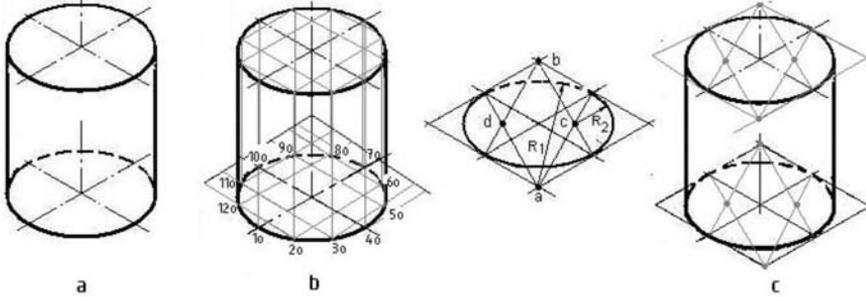
Fig. 22. Cilindro truncado.

Representación del punto en la superficie del cilindro

En el ejemplo de la **figura 23a** los puntos *K* y *M* pertenecen a las

superficies del cilindro, en ambos casos se justifican gráficamente mediante la propiedad colectora que tiene la proyección frontal de la base superior del cilindro y la superficie cilíndrica en la proyección horizontal.

En el ejemplo de la **figura 23b** se hizo necesario trabajar con una recta de las superficies cilíndrica (generatriz) debido a que esta superficie se encuentra oblicua a todos los planos de proyección.

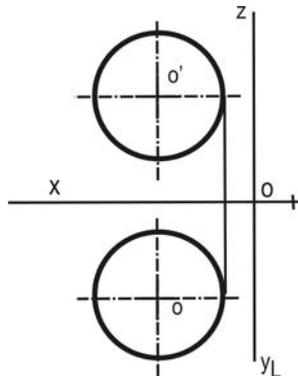


En los ejemplos también se grafica la visibilidad de los puntos en los diferentes planos de proyecciones, para esto convencionalmente se utilizó encerrar entre paréntesis cuando el punto es no visible en un plano de proyección.

Fig. 23. Puntos situados en las superficies de los cilindros rectos e inclinados.

Construcción de la proyección isométrica de un cilindro

1. Trazar los ejes isométricos.
2. Construir la proyección isométrica de la base empleando el mé-



todo de las coordenadas (**figura 24b**) o el método del óvalo de cuatros centros (**figuras 24c**).

3. Construir la proyección isométrica de la base superior.
4. Trazar las generatrices de contorno uniendo tangente a las dos bases.
5. Aplicar criterios de visibilidad.

En el caso del cilindro truncado situar en el isométrico todas las generatrices que contienen puntos de la tapa y desde la proyección horizontal de la misma levantar una perpendicular para situar sobre cada generatriz el punto según corresponda.

Es bueno señalar que el procedimiento que se sigue en el cilindro es similar a las representaciones de las **figuras 18 y 19**.

Fig. 24. Proyección isométrica del cilindro.

Proyecciones ortogonales de la esfera

Esfera: una esfera es una superficie de doble curvatura generada por un círculo que gira alrededor de una línea que pasa por su centro y contenida en su plano.

La esfera está formada por todos los puntos de la superficie esférica y todos los interiores.

En la **figura 25** se muestran las proyecciones de una esfera en un sistema de dos planos de proyección en abatimiento.

Fig. 25. Proyecciones de una esfera.

EJERCICIOS

1. Construya en un sistema de tres planos de proyecciones en abatimiento, las proyecciones ortogonales de:

1.1. Un prisma recto de base hexagonal de 40 mm de altura que se encuentra apoyado en el plano horizontal.

1.2. Un prisma recto de base cuadrada conociendo que se encuentra a 10 mm del plano horizontal, su altura es de 50 mm y donde ninguna de las caras laterales son paralelas al plano frontal.

1.3. Un prisma recto de base pentagonal de 50 mm de altura, donde dos aristas no son visibles en la proyección frontal y una no visible en la proyección lateral.

1.4. Un prisma recto de base triangular de 40 mm de altura, cuyas aristas laterales proyectan puntualmente en el plano lateral y donde

una de sus aristas no es visible en el plano horizontal.

1.5. Un prisma inclinado de base triangular irregular de 50 mm de altura cuyas aristas laterales constituyen rectas de nivel frontal.

1.6. Un prisma inclinado de base cuadrada de 50 mm de altura que se encuentra separado a 10 mm del plano horizontal y sus aristas laterales constituyen rectas oblicuas a los planos de proyección.

1.7. Una pirámide recta de base pentagonal regular de 50 mm de altura, conociendo que dos de sus aristas laterales son no visibles en el plano de proyección frontal.

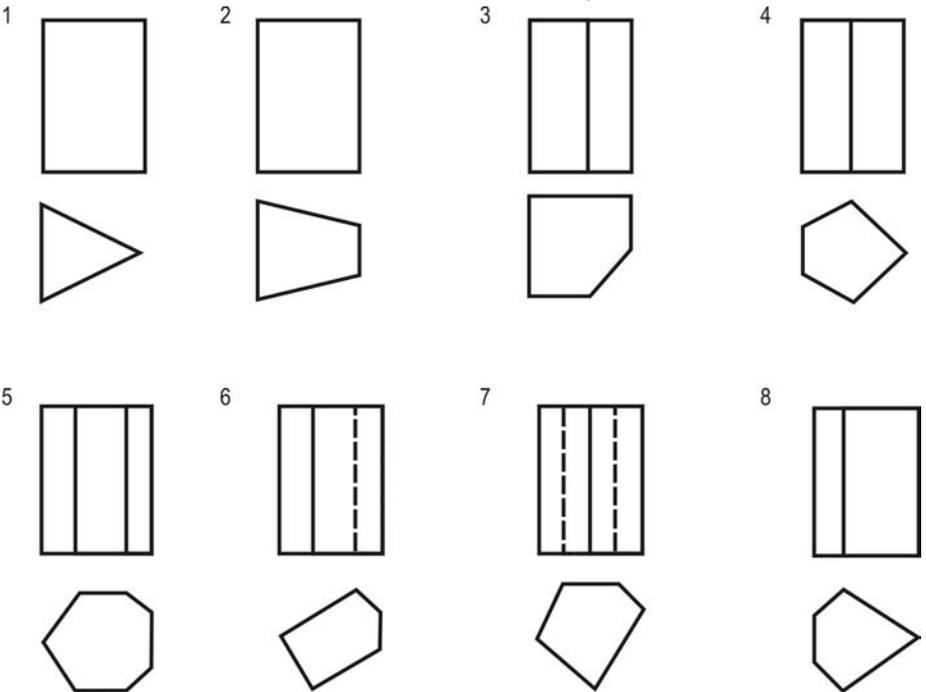
1.8. Una pirámide de base exagonal regular de 60 mm de altura separada a 15 mm del plano horizontal.

1.9. Una pirámide de base triangular regular de 50 mm de altura que se encuentra separada a 10 mm del plano horizontal.

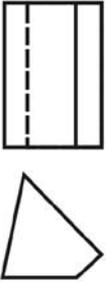
1.10. Una pirámide recta de base triangular de 50 mm de altura y cuya base se encuentra paralela a 10 mm del plano lateral.

1.11. Una pirámide recta de base cuadrada conociendo que su base se encuentra paralela al plano frontal y donde una de sus aristas laterales proyecta no visible en el plano horizontal.

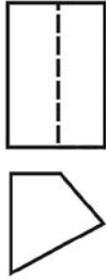
1.12. Un cono recto de 60 mm de altura y 20 mm de radio en su



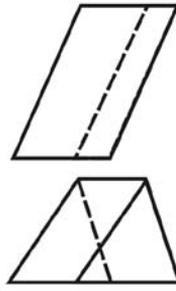
9



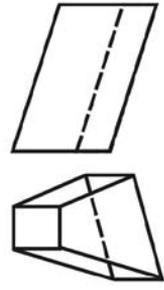
10



11



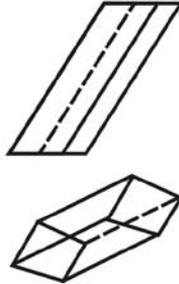
12



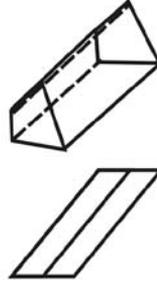
13



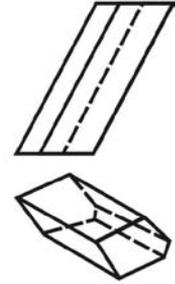
14



15

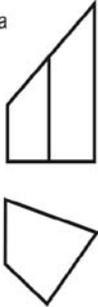


16



base, que se encuentra apoyado en el plano horizontal.

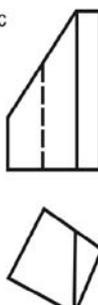
a



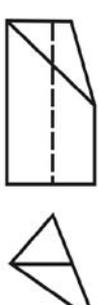
b



c



d



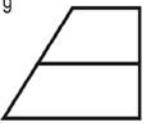
e



f



g



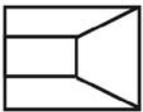
h



i



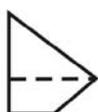
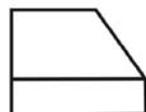
j



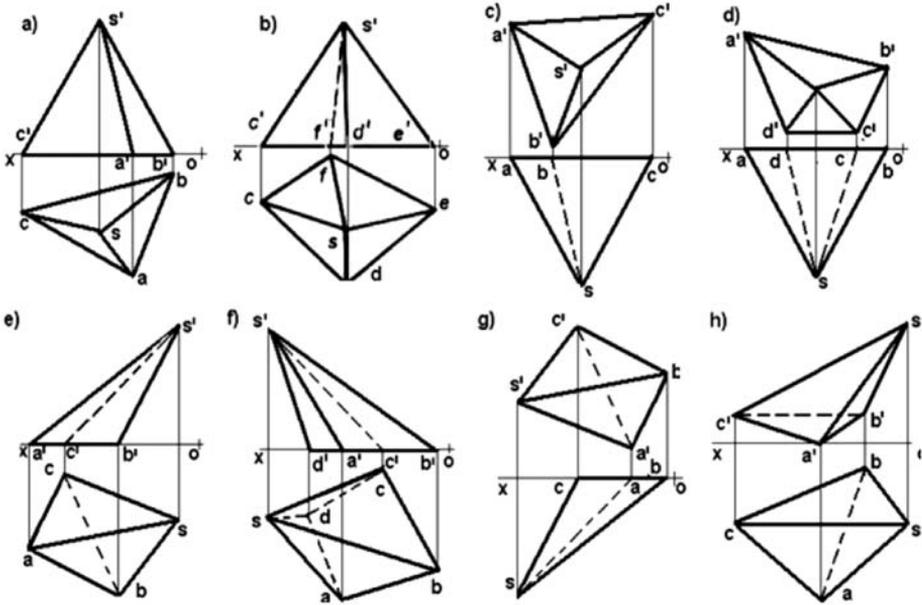
k



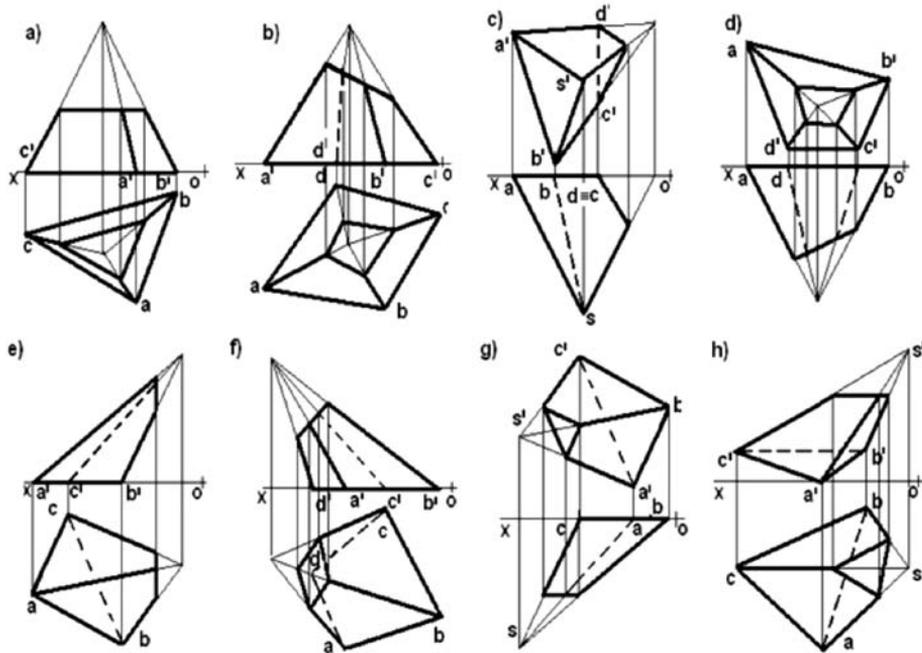
l



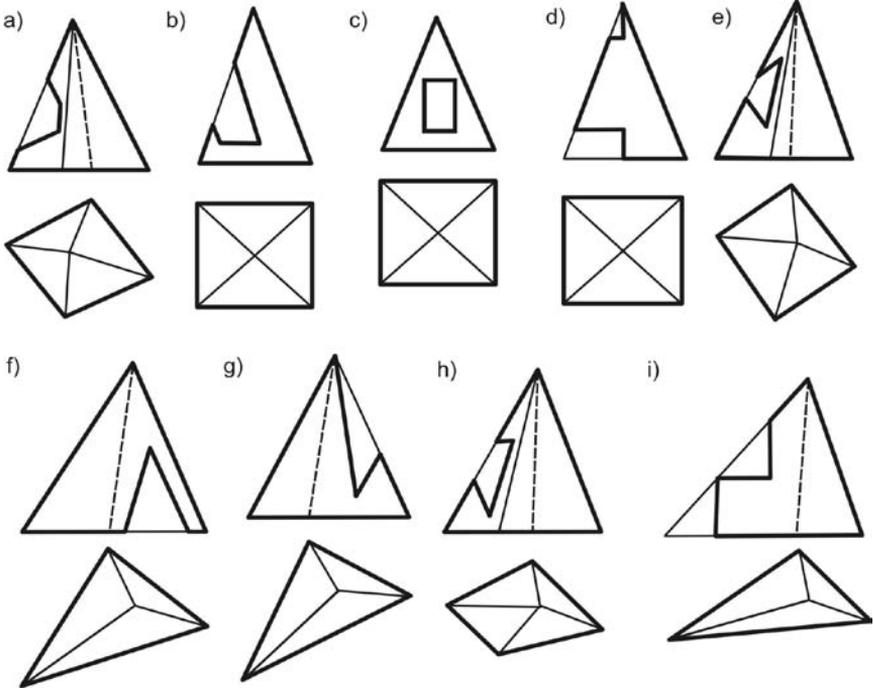
1.13. Un cono recto de 60 mm de altura y 20 mm de radio en su



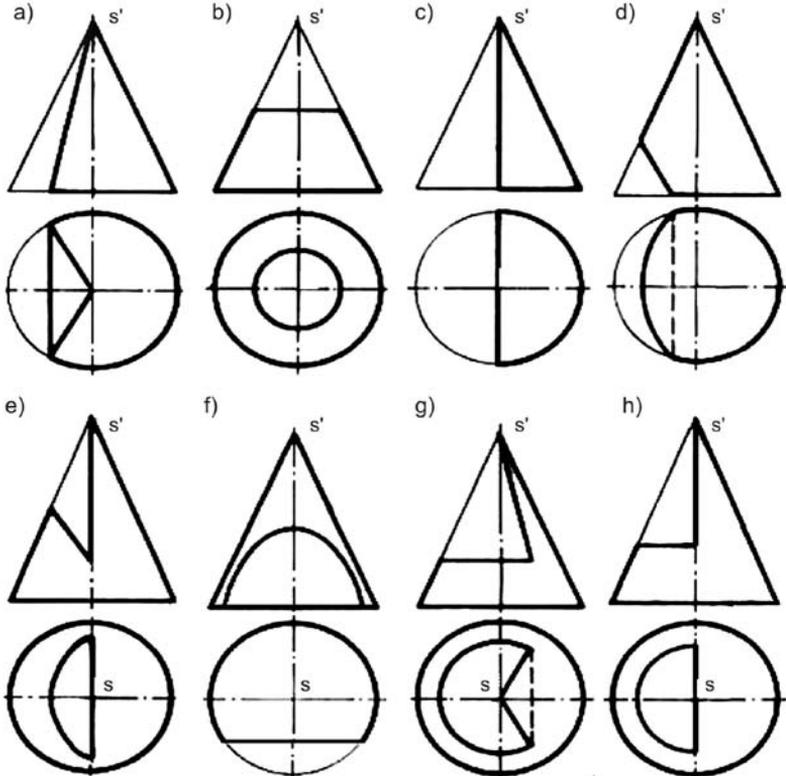
base, conociendo que su base se encuentra paralela a 60 mm del plano lateral.



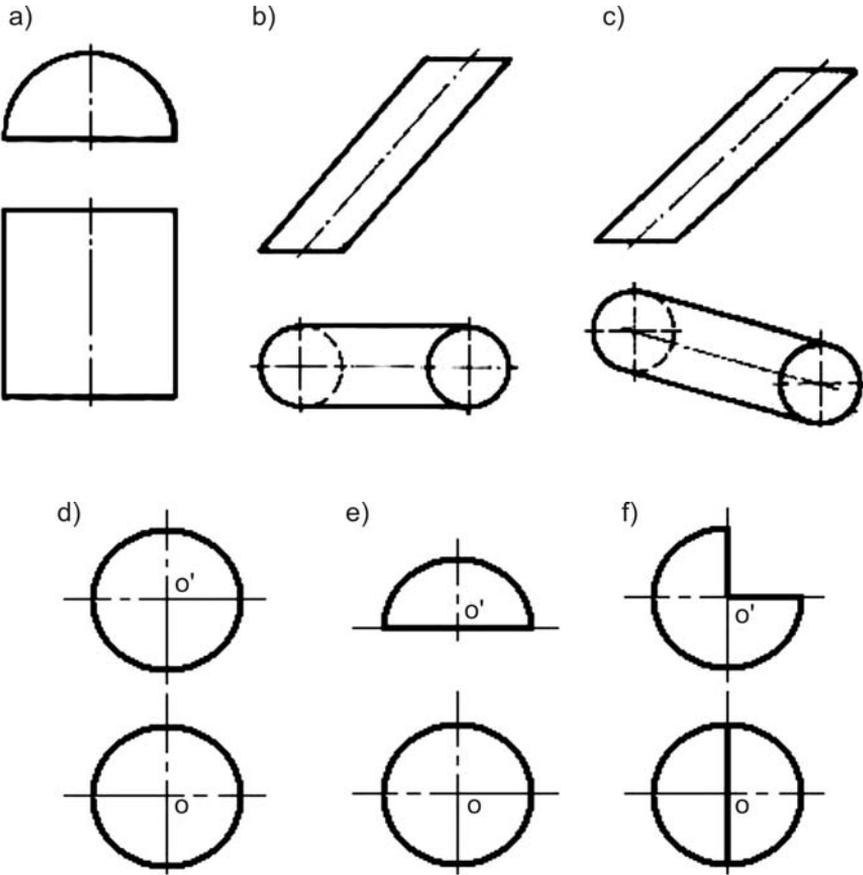
1.14. Un cilindro recto de 60 mm de altura y 15 mm de radio, y su base apoyado en el plano horizontal.



1.15. Un cilindro recto de 50 mm de altura y 20 mm de radio, y que

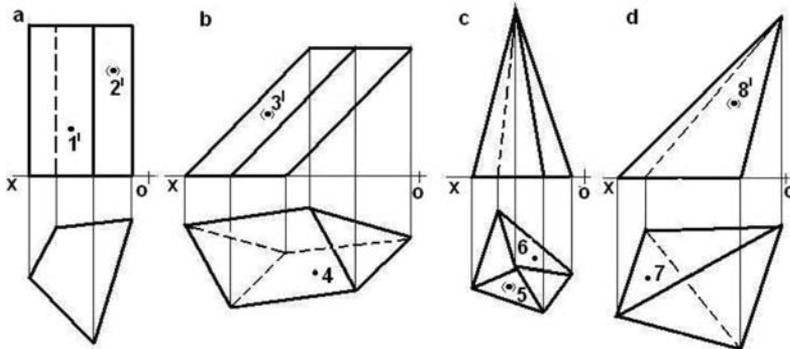


su base se encuentra separada 15 mm del plano horizontal.

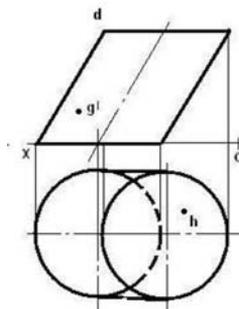
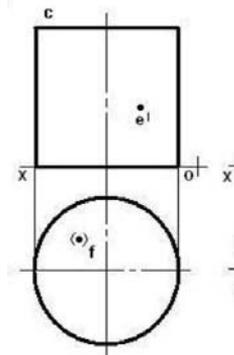
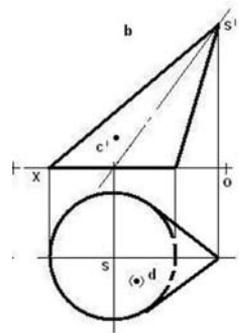
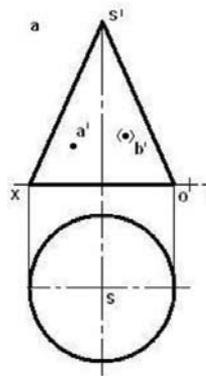


1.16. Un cilindro recto de 60 mm de altura y de radio 20 mm, conociendo que su base se encuentra paralela al plano lateral.

2. Responda las preguntas y enunciados siguientes:



2.1. Diga qué es un cuerpo poliédrico.



- 2.2. ¿Cómo se clasifican los poliedros?
- 2.3. ¿Cuál es la característica de los poliedros regulares?
- 2.4. Diga las características fundamentales del prisma.
- 2.5. ¿A qué se llama prisma recto?
- 2.6. ¿Cuáles son las características comunes de todas las pirámides?
- 2.7. Diga qué se entiende por pirámide recta.
- 2.8. ¿Cuál es la diferencia entre una línea curva plana y una espacial?
3. Determinar la tercera vista y el isométrico.
4. Determinar la tercera vista y el isométrico.
5. Determinar la tercera vista y el isométrico.
6. Determinar la tercera vista y los isométricos de las pirámides truncadas e inclinadas.
7. Complete la vista superior, represente la vista lateral izquierda y el isométrico.
8. Determine la vista lateral y el isométrico.
9. Representar las vistas básicas y el isométrico.
10. Represente la proyección lateral de los cuerpos geométricos representados y su isométrico. Complete las proyecciones de los puntos conociendo que pertenecen a las superficies de los cuerpos.
11. Represente la proyección lateral de los cuerpos geométricos representados y su isométrico.

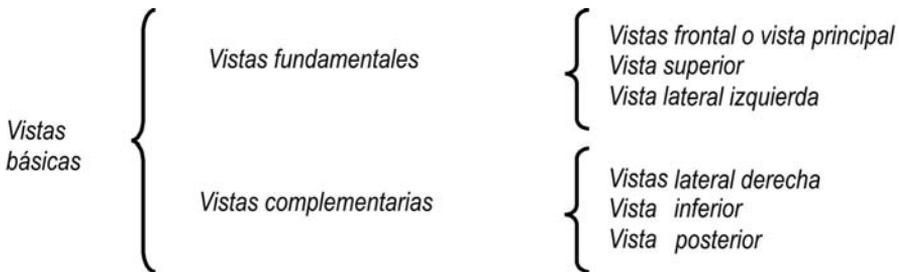
Capítulo IV

PROYECCIONES ORTOGONALES Y AXONOMÉTRICAS DE PRODUCTOS

INTRODUCCIÓN

El dominio del tema a tratar en este capítulo es de suma importancia para el ingeniero dada la necesidad que este tiene en su labor profesional cotidiana de elaborar e interpretar planos y esquemas de los diferentes artículos, así como para la realización de diferentes operaciones tales como el montaje, construcción, mantenimiento y reparación de equipos y piezas.

Contenidos de este capítulo. Vistas múltiples. Concepto. Clasificación de las Vistas. Caja de proyecciones. Axonometría. Método del Cajón. Criterios para la selección de la vista principal. Obtención e interpretación de vistas. Acotado. Concepto. Elementos del acotado. Métodos de transformación del abatimiento Método de cambio de planos de proyecciones. Transformaciones básicas. Aplicación del método en la solución de problemas geométricos. Vista auxiliar primaria. Vistas convencionales. Vistas por la flecha. Simetría. Vista interrumpida.

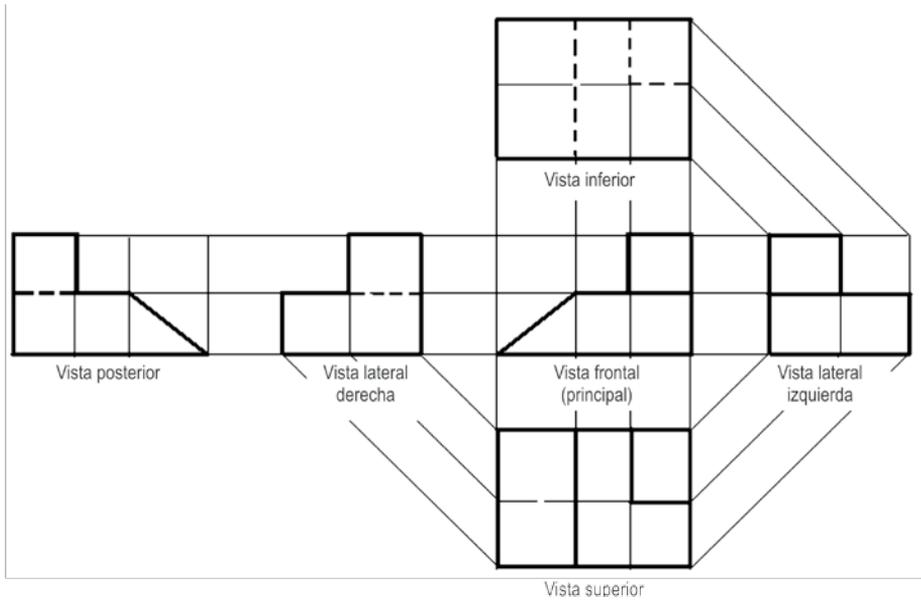


4.1. VISTAS MÚLTIPLES

Vistas múltiples: es el conjunto de representaciones ortogonales de un artículo obtenidas sobre cada uno de los planos del cubo de proyecciones.

Vistas. Concepto: es la representación gráfica convencional de un artículo en una dirección determinada.

Caja de proyecciones: se obtiene colocando tres planos paralelos a los planos que forman el primer octante del sistema de tres planos, de modo que puedan utilizarse hasta seis direcciones de observación en la representación del modelo, de ahí que el número de



vistas que se pueden obtener son seis

CLASIFICACIÓN DE LAS VISTAS BÁSICAS

De las seis vistas básicas que se pueden obtener en la caja de proyecciones, tres se clasifican como vistas fundamentales y tres como vistas complementarias.

Vistas fundamentales

Plano frontal (PFA)-----Vista frontal (principal).

Plano horizontal (PHI) ----- Vista superior.

Plano lateral derecho (PLD) ---Vista lateral izquierda.

Vistas complementarias

Plano lateral izquierdo (PLI) -----Vista lateral derecha.

Plano horizontal superior (PHS)-----Vista inferior.

Plano frontal anterior (PFA) -----Vista posterior.

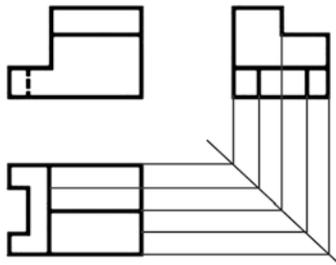


Fig. 2. Cuadro resumen de vistas básicas.

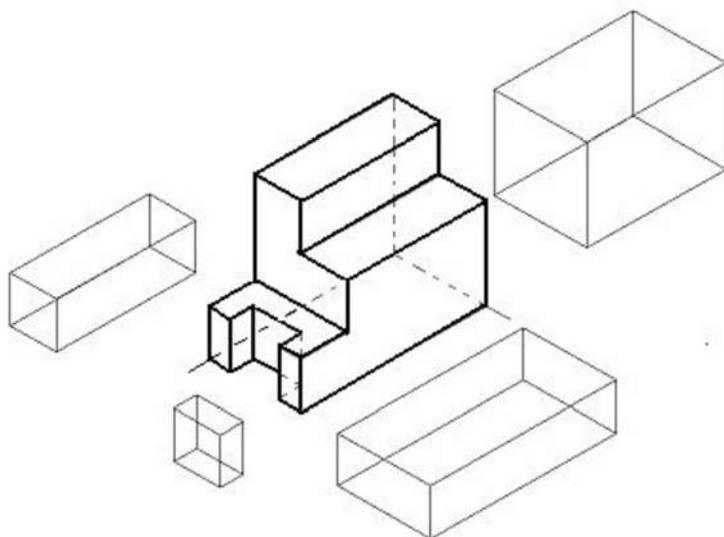
La vista principal es la que mayor información ofrece acerca de la forma y dimensiones del artículo.

La vista principal ocupa el centro de las proyecciones en el abatimiento, tal como se muestra en la **figura 3**.

En la representación de las vistas en el abatimiento se omiten:

- Los ejes de coordenadas.
- La nomenclatura utilizada en la Geometría Descriptiva.
- Las líneas de enlace entre las vistas.

Fig. 3. Abatimiento de los planos del cubo de proyecciones.



El nombre de las vistas indica la dirección de la visual, por tanto, al realizar el análisis de las vistas de un artículo debe identificarse las vistas por la posición relativa que estas ocupan en el abatimiento, dando prioridad a la identificación de la vista principal.

El conjunto de vistas que forman el dibujo o representación gráfica de un producto nos muestra como es él cuando lo observamos desde distintas direcciones. En la **figura 4** se muestra las vistas básicas de un producto cuyo isométrico aparece en la **figura 5**.

Criterios de selección de la vista principal

- La vista principal debe mostrar la mayor cantidad de información sobre la forma y dimensiones del modelo.
- Debe tener y producir el menor número de líneas no visibles en el resto de las vistas.

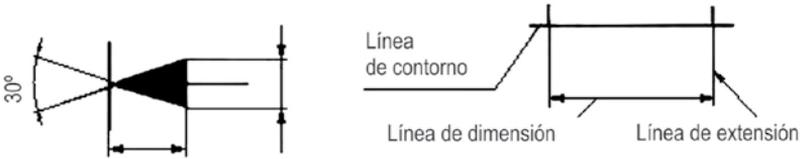
- La posición de mayor estabilidad.

Fig. 4. Vistas básicas de un artículo.

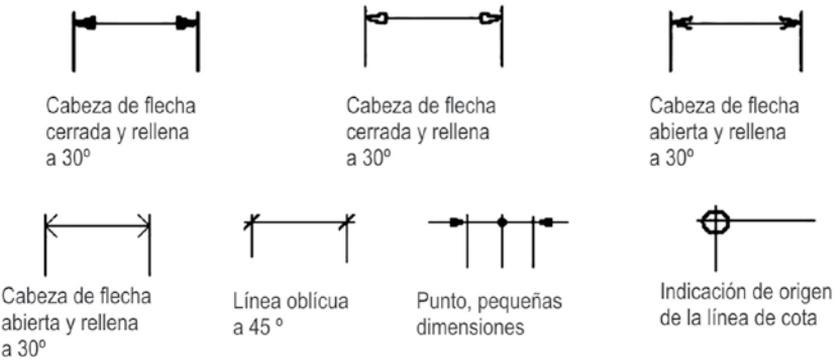
4.2. AXONOMETRÍA. MÉTODO DEL CAJÓN

Metodología para la representación axonométrica de un modelo

1. Construir el cajón axonométrico utilizando las dimensiones máximas del artículo.
2. Hacer estudio del artículo y descomponer en cuerpos geométricos elementales.



Cabezas de flechas empleadas en el acotado



Símbolos empleados en el acotado



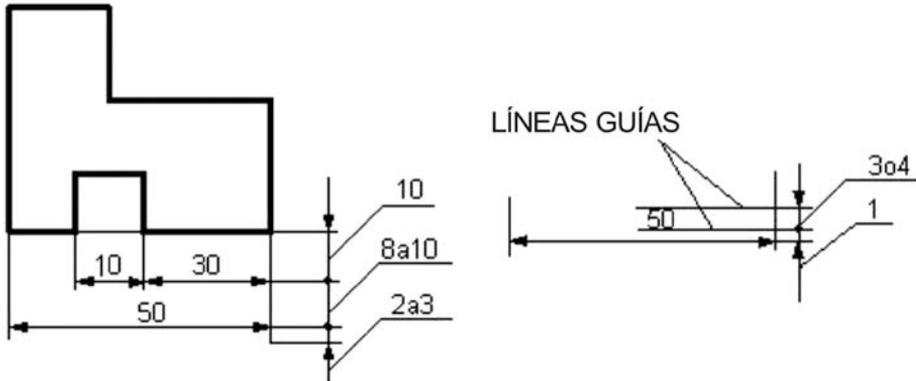
3. Construir axonometría a partir de la adición o sustracción de estos cuerpos.
4. Trazado final de la axonometría.

La cabeza de flecha en el plano tiene preferencia



Fig. 5. Isométrico y cuerpos geométricos en que se descompone

el artículo.



4.3. ACOTADO

Acotado. Conjunto de líneas, número y símbolos que se utilizan para indicar las dimensiones de un artículo.

Elementos del acotado. Los elementos fundamentales del acotado son:

Línea de extensión. Línea fina se forma como extensión de una línea de contorno o de simetría. Es la línea que limita una dimensión y sobresale entre 2 y 3 mm después de la cabeza de flecha.

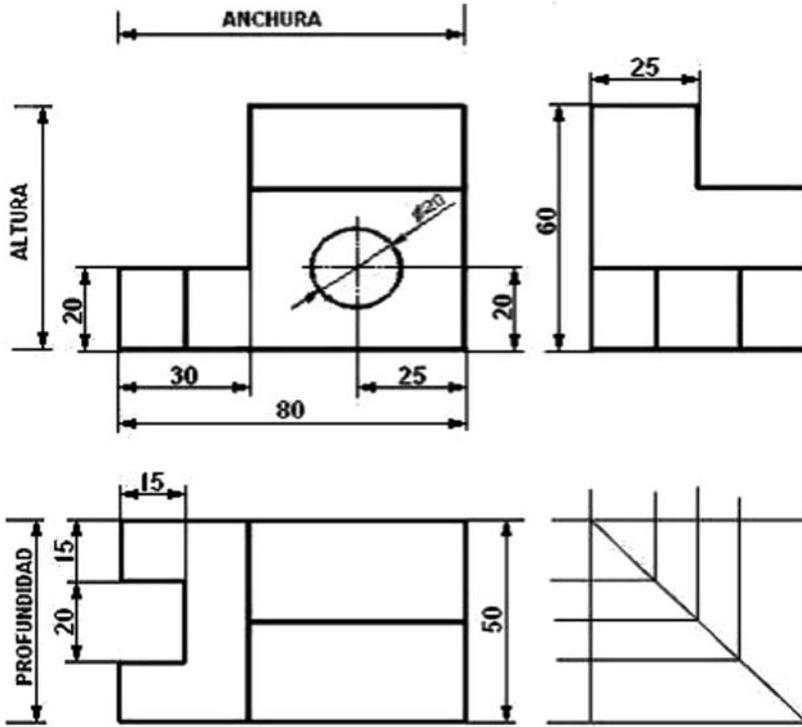
Línea de dimensión. Línea fina continua que indica el valor de la dimensión, en sus extremos se colocan cabezas de flecha y sobre ella se coloca la cota o valor numérico, así como símbolos.

Cota. Es el valor numérico de la dimensión, se coloca separada 1 mm de la línea de dimensión al igual que otros símbolos definen la dimensión, y tienen la misma altura (3 ó 4 mm) en todo el plano.

Cabezas de flecha. Triángulo isósceles con el vértice tocando la línea de extensión y con una longitud entre 3 y 4 mm, y dos veces el grueso de la línea de contorno en su base.

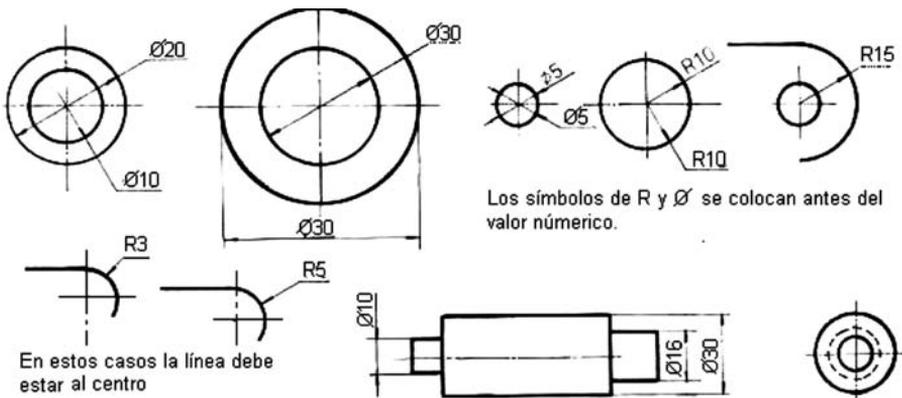
A continuación se muestra en la **figura 6a**, un ejemplo de cotas, líneas de extensión, línea de dimensión, la cabeza de la flecha. Además se señala diferentes tipos de cabezas de flecha y símbolos empleados en el acotado.

Fig. 6a. Especificaciones del acotado.

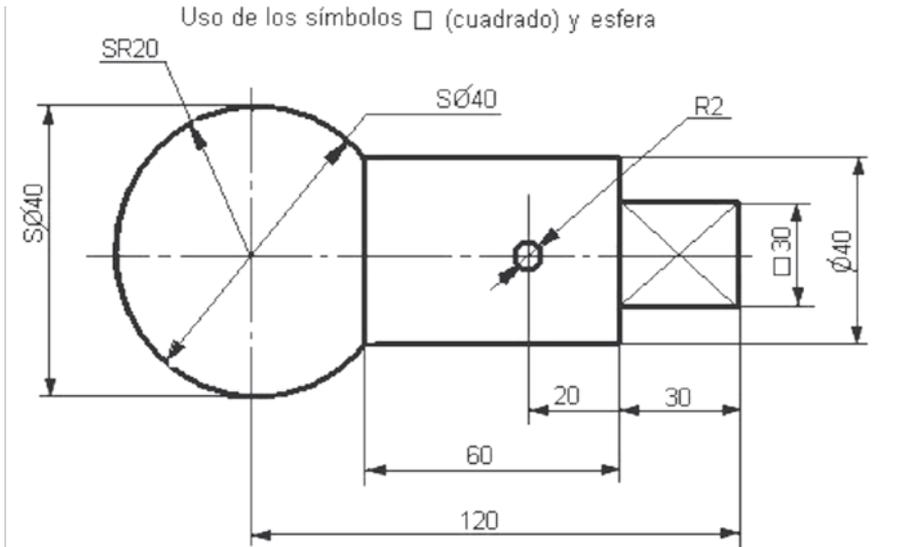


En la **figura 6b** se muestra cómo la cabeza de flecha tiene preferencia a las de rayado e, incluso, con las de contorno.

Fig. 6b. Preferencias del acotado.



En la **figura 6c** se muestra cómo deben colocarse las cotas y las dis-



tancias entre las cotas mismas.

Fig. 6c. Distancias entre las cotas.

REGLAS GENERALES DE ACOTADO

- Ubicar el mayor número de cotas en la vista principal.
- Situar valores de la altura máxima y anchura máxima en la vista principal.
- Situar la profundidad máxima en la vista horizontal o lateral.
- No acotar aristas ocultas.
- Tratar de colocar las cotas entre las vistas que se relacionan en dimensión.
- Las cotas de localización de agujeros deben situarse donde el eje se proyecte como un punto.
- Acotar el diámetro de los agujeros donde proyecten como circunferencia.
- Evitar acotar dentro de la vista.
- No repetir cotas.

Se puede observar en el ejemplo siguiente (**figura 7**) cómo siempre se tratan de acotar los detalles en las vistas donde tengan mejor información y cómo siempre se cierra el acotado con las dimensiones máximas de altura, anchura y profundidad.

Fig. 7. Ejemplo de un artículo acotado.

En la **figura 8** se muestra el acotado de diferentes figuras con superficies curvas.

Fig. 8. Acotado de radios y diámetros.

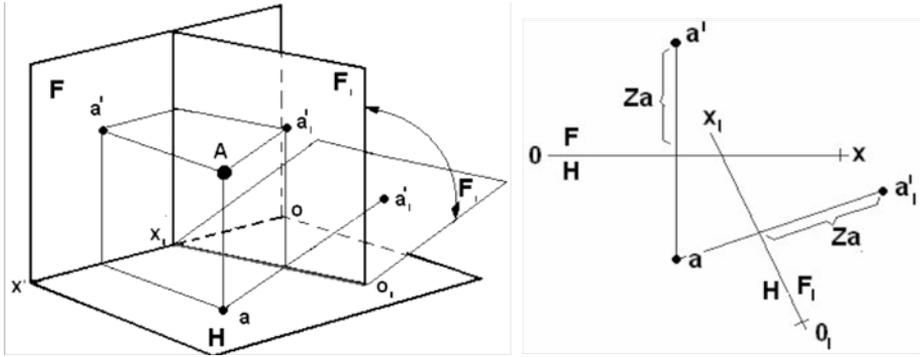


Fig. 9. Símbolos utilizados en el acotado.

4.4. MÉTODOS DE TRANSFORMACIÓN DEL ABATIMIENTO

Dentro de los métodos de transformación del abatimiento se encuentran:

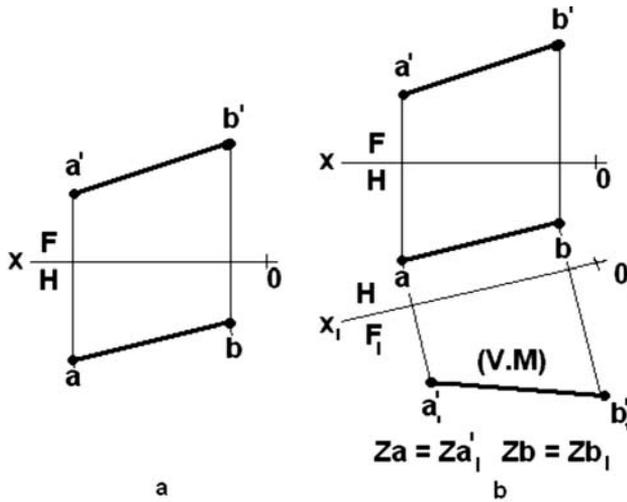
- Método de giro.
- Método de cambio de planos.
- Método de coincidencia.

De estos métodos trabajaremos solamente el de cambio de planos de proyecciones.

MÉTODO DE CAMBIO DE PLANOS DE PROYECCIONES. TRANSFORMACIONES BÁSICAS

Este método es muy importante debido a sus múltiples aplicaciones en la solución de diferentes problemas prácticos y en especialidades como la geología, la minería, las construcciones de carreteras, puentes, la fabricación de aviones, en la rama mecánica.

Aplicación del método en la solución de problemas geométricos



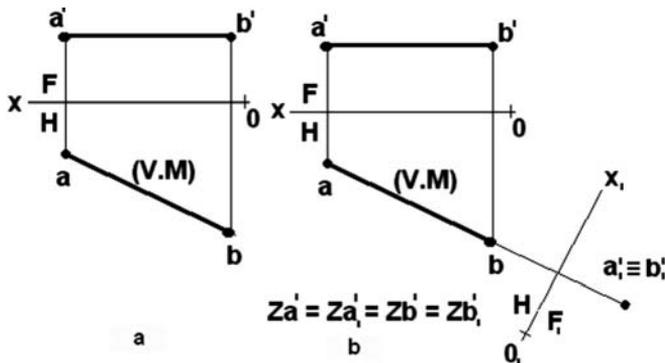
Las principales aplicaciones:

- Verdadera magnitud de una recta o un plano.
- Verdadera magnitud de la distancia entre elementos
- Verdadera magnitud de ángulos diedros.

En la **figura 10**. se muestra la aplicación del método utilizando un punto del espacio.

Fig. 10. Aplicación del método a un punto en el espacio y en abatimiento.

TRANSFORMACIONES BÁSICAS.



TRANSFORMACIÓN DE LA RECTA OBLICUA EN RECTA DE NIVEL

Se utiliza fundamentalmente para conocer la verdadera magnitud de la recta oblicua a partir de sus proyecciones.

Método

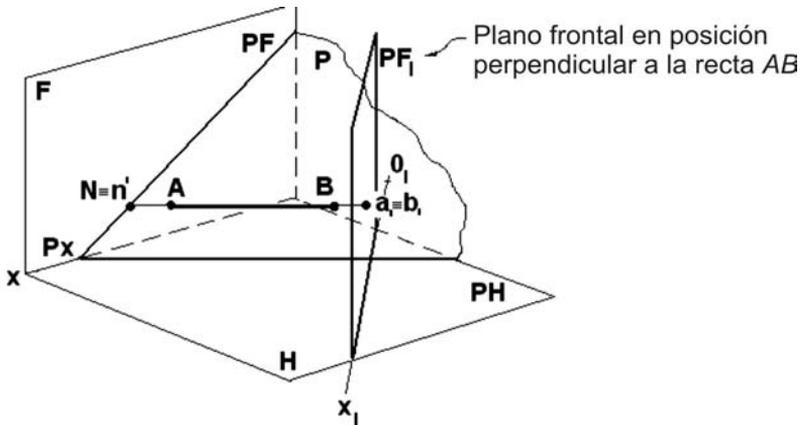
- Colocar el nuevo eje OX paralelo a una de las proyecciones de la recta AB .
- Identificar la nomenclatura (H/F) para el nuevo sistema de planos de proyecciones.
- Trazar las líneas de enlace (perpendicular al eje OX).
- Transportar gráficamente las coordenadas asociadas a la nueva proyección del elemento (Za) y (Zb).
- Construir la proyección.

Como se observa en esta transformación básica (**figura 11**), obtenemos una recta de nivel, la cual muestra su verdadera magnitud en la proyección inclinada al eje OX .

Fig. 11. Transformación de la recta oblicua en recta de nivel.

Transformación de la recta de nivel en recta proyectante

Este tipo de transformación se utiliza fundamentalmente cuando se requiere conocer la distancia entre un punto y una recta o entre dos rectas.



Se aplica el método anterior, con la diferencia de que en este caso el nuevo eje se coloca perpendicular a la proyección en verdadera magnitud (**figura 12**).

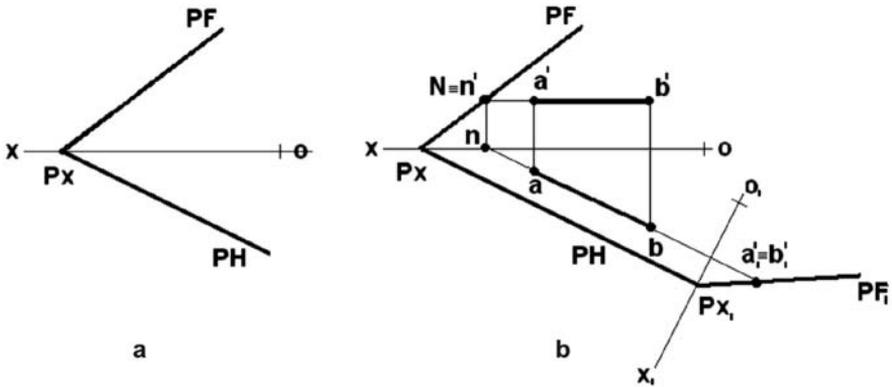
Idéntico proceso se realiza para el caso en que la recta fuese una recta de nivel frontal.

Fig. 12. Transformación de una recta de nivel en proyectante.

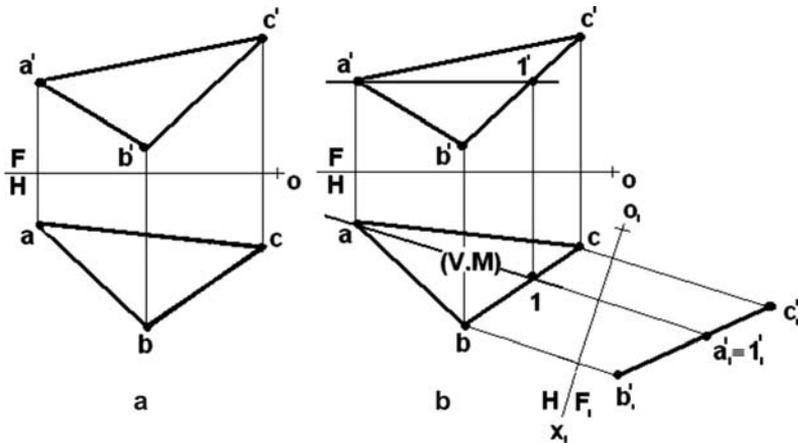
Transformaciones básicas del plano

Este proceso puede presentar dos transformaciones como son:

- Transformación de un plano oblicuo en proyectante.
- Transformación de un plano proyectante en plano de nivel.



- Se parte del sistema F/H origen.
- Se desea realizar una transformación tal que el plano P se transforme en un plano proyectante frontal, lo cual implica que es necesario cambiar de posición al plano frontal. La introducción de un nuevo plano frontal $F1$ en posición perpendicular al plano horizontal del sistema origen. En este caso, también perpendicular a la recta AB con el objetivo de transformarla en recta proyectante frontal al nuevo sistema $F1/H$, procedimiento obligatorio para transformar el plano PO oblicuo en plano proyectante al sistema $F1/H$.
- En la transformación el plano oblicuo se transforma en proyectante frontal, su traza horizontal quedará perpendicular al nuevo eje (OX), lo cual implica que el plano frontal queda en posición



perpendicular a $PF1$.

Observe el dibujo siguiente (**figura 13**).

Al realizarse este cambio, el plano frontal siempre queda perpendicular a las rectas de nivel horizontal del plano P .

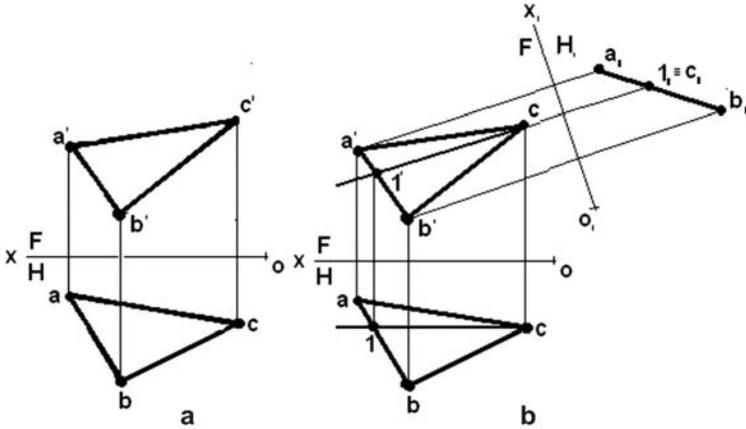
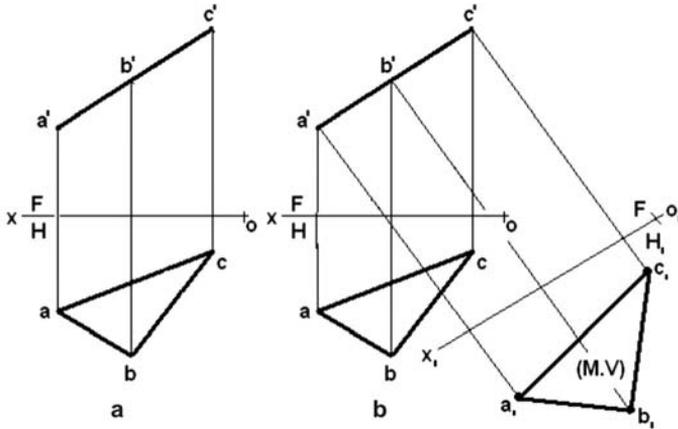


Fig. 13. Transformación de un plano oblicuo dado por sus trazas en plano proyectante, en el espacio.

TRANSFORMACIÓN DEL PLANO OBLICUO DADO POR SUS TRAZAS EN PLANO PROYECTANTE



Para transformar un plano oblicuo en proyectante, es necesario el procedimiento siguiente (**figura 14**).

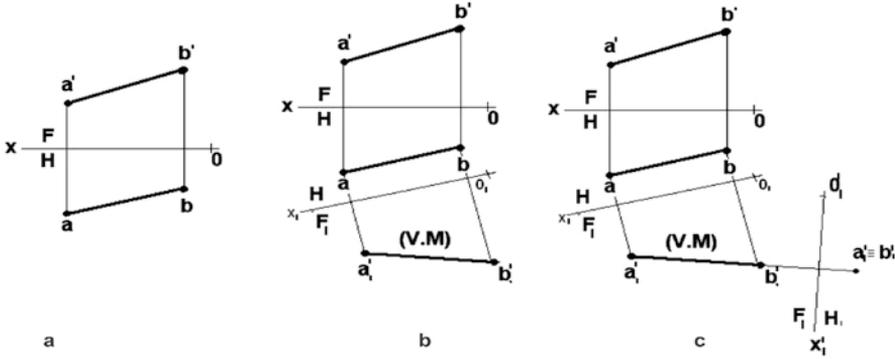
- Trazar en el plano oblicuo una recta de nivel horizontal o frontal.
- Transformar la recta de nivel en proyectante.
- Completar las trazas del nuevo plano aprovechando la propiedad colectora.

Fig. 14. Transformación de un plano oblicuo dado por sus trazas

en plano proyectante en abatimiento.

Es importante que el análisis de este proceso se realice en forma precisa, paso a paso, y razonando cómo el plano se ha transformado en proyectante.

A continuación observe que igual secuencia se sigue en la transformación del plano oblicuo en proyectante, dado por elementos



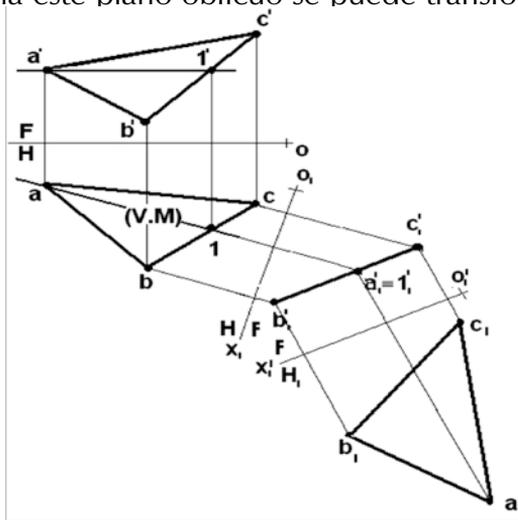
geométricos (figura 15).

Esto se mostrará en la representación siguiente.

- Buscar una recta de nivel.
- Transformar la recta de nivel en proyectante.
- Completar las proyecciones del plano utilizando las coordenadas correspondientes.

Fig. 15. Transformación de un plano oblicuo dado por elementos geométricos en plano proyectante frontal.

De igual forma este plano oblicuo se puede transformar en proyec-



tante horizontal utilizando una recta de nivel frontal como vemos en

el ejemplo siguiente (**figura 16**).

Fig. 16. Transformación de un plano oblicuo dado por elementos geométricos en plano proyectante horizontal.

TRANSFORMACIÓN DEL PLANO PROYECTANTE EN EL PLANO DE NIVEL

Fig. 17. Transformación de un plano proyectante (dado por elementos geométricos) en plano de nivel.

Para la transformación del plano ABC en plano de nivel situar el nuevo eje $01X1$ paralelo a la proyección frontal del plano ABC . Al ocurrir la transformación obtenemos la proyección $a1b1c1$ en verdadera magnitud (**figura 17b**).

DOBLE CAMBIO DE PLANOS

En determinadas ocasiones se hace necesario transformar una recta oblicua en recta proyectante, por ejemplo, cuando se quiere conocer la verdadera magnitud de la distancia entre la recta y otro elemento. En estos casos es necesario realizar un doble cambio de planos (**figura 18**).

Primero se realiza una transformación básica de recta oblicua en recta de nivel (**figura 18b**) y posteriormente un segundo cambio de plano transformando la recta de nivel en recta proyectante (**figura 18c**).

Fig. 18. Doble transformación del abatimiento.

TRANSFORMACIÓN DE PLANO OBLICUO EN PLANO DE NIVEL

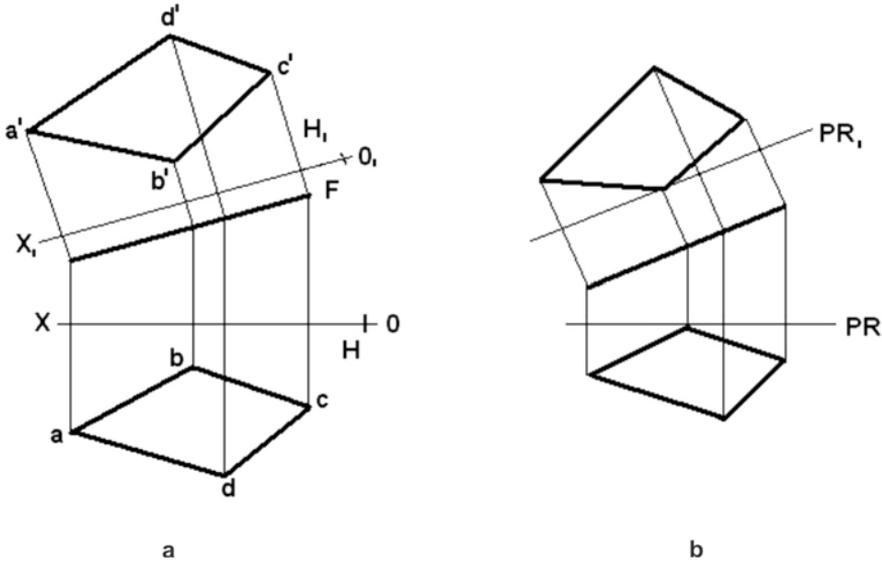
También con los planos a veces es necesario realizar una doble transformación. Se parte de un plano oblicuo para transformarlo en proyectante, recuerde que esto se hace a través de la transformación de una recta de nivel que pertenece al plano en proyectante y un segundo cambio de plano con la transformación básica de un plano proyectante en plano de nivel, obteniéndose de esta forma la verdadera magnitud del plano (**figura 19**).

Fig. 19. Transformación de un plano oblicuo en plano de nivel.

Una aplicación que tiene el método de cambio de planos podemos apreciarlo en la determinación de las vistas auxiliares.

4.5. VISTAS AUXILIARES

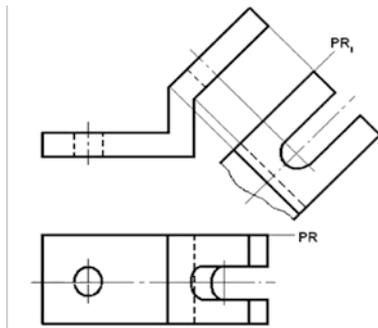
Como hemos visto, las vistas básicas se proyectan en los planos de la caja de proyecciones, pero en ocasiones se hace necesario obtener una vista en otra dirección, por lo cual tenemos que recurrir a la aplicación práctica del método de cambio de planos de proyecciones, base de obtención de la vista auxiliar.



Vista auxiliar: es la vista que se proyecta en planos auxiliares de proyección.

Aplicaciones de la vista auxiliar

Representación en verdadera magnitud de superficies en posición oblicua a los planos de proyecciones, verdadera magnitud de ángulos, verdadera magnitud de ángulos diedros, posiciones de agujeros, verdadera magnitud de secciones rectas, etcétera.

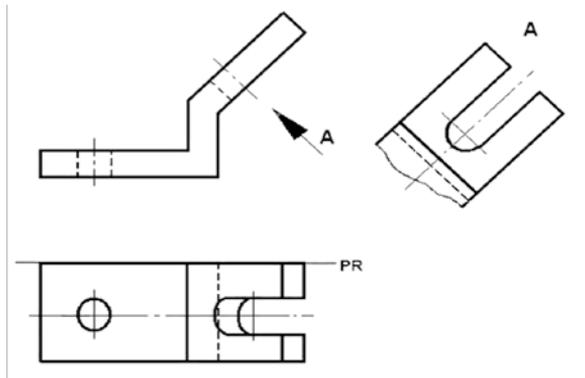


Vista auxiliar primaria: es la que se obtiene sobre un plano auxiliar

perpendicular a un solo plano de proyecciones, es decir, sobre un plano auxiliar proyectante.

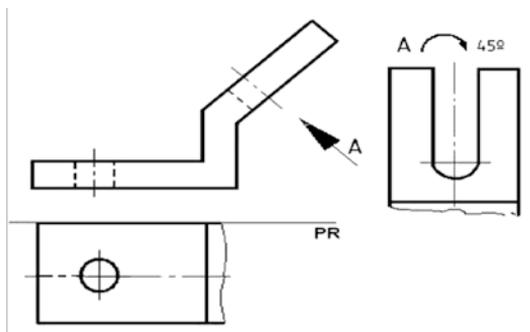
Las vistas auxiliares pueden ser de altura, longitud y profundidad.

- **Vista auxiliar de altura:** es aquella que el plano auxiliar de proyección es perpendicular al plano horizontal, este plano es paralelo a la dimensión de altura.
- **Vista auxiliar de longitud:** es aquella en la que el plano auxiliar es perpendicular al plano lateral, por lo que es paralelo a la dimensión de longitud.
- **Vista auxiliar de profundidad:** es aquella en que el plano auxiliar es perpendicular al plano frontal y de esa forma es paralelo a la dimensión de profundidad (**figura 20**).

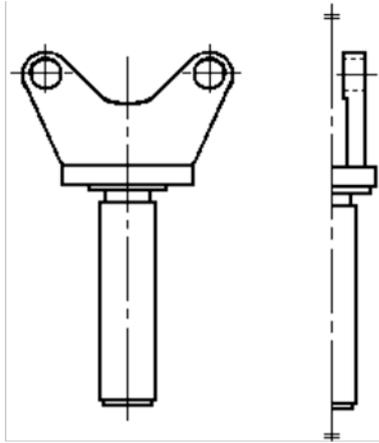


CONSTRUCCIÓN GRÁFICA

En la **figura 20 a** tenemos un cambio de planos de un plano proyectante a un plano de nivel. Analice las características del sistema de proyección utilizado en cada caso.



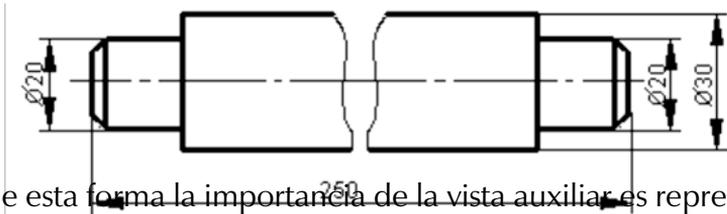
Observe en la **figura 20b** cómo al eliminarse la representación del eje *OX* se hace necesario la introducción de un plano de referencia para la construcción de la vista auxiliar. El plano de referencia o plano auxiliar *PR* (siempre situado en posición perpendicular a las líneas de proyecciones) sustituye el eje *o-x* para poder trasladar las dimensiones desde las vistas básicas y construir la vista



auxiliar.

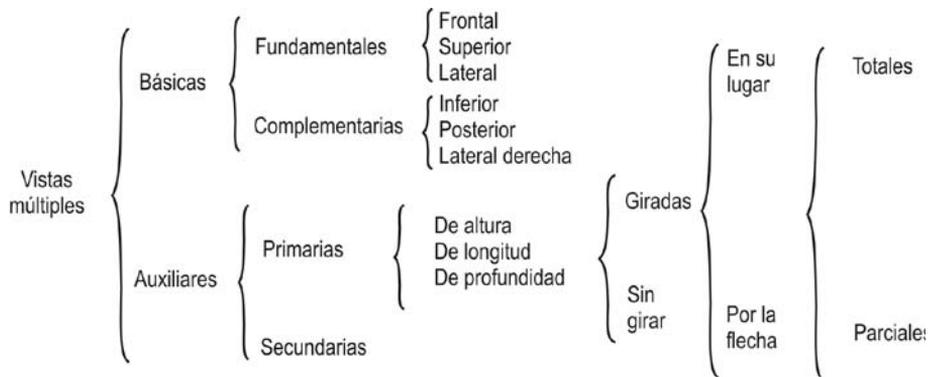
Fig. 20. Colocación del plano de referencia.

En la **figura 21** se muestra una vista auxiliar de profundidad porque es paralelo a la dimensión de profundidad, además observe que no se representa la vista completa, en este caso es una vista parcial, porque al representar el resto de la vista ella no proyectaría en sus verdaderas dimensiones, aspecto que sí se observa en la vista supe-



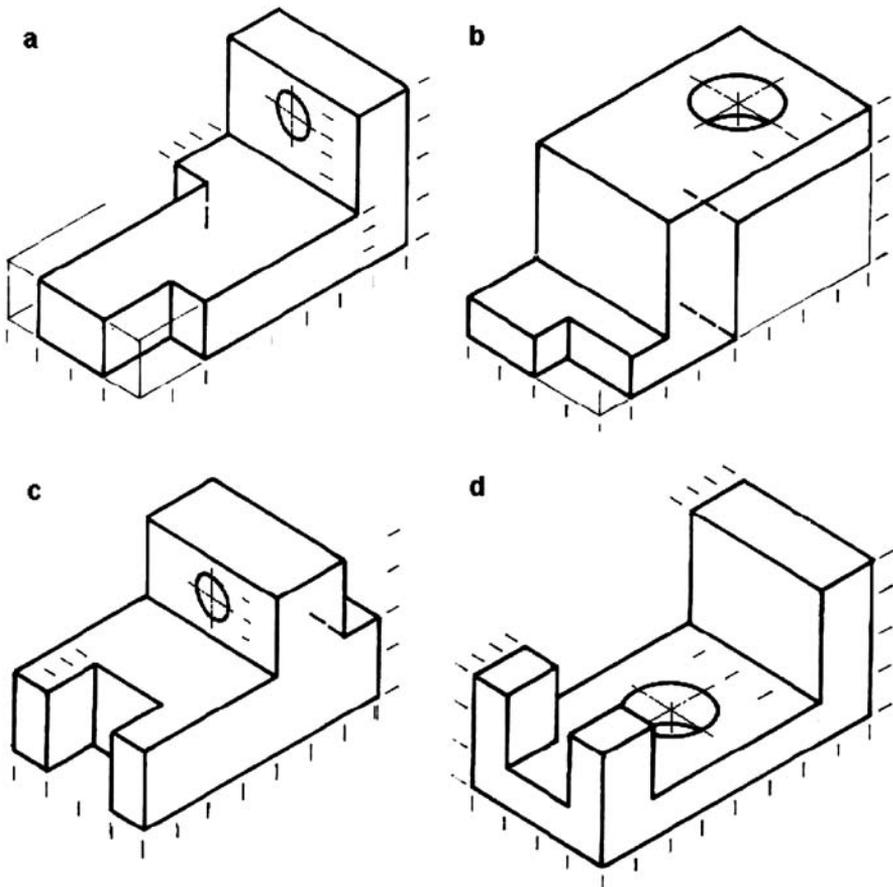
rior, de esta forma la importancia de la vista auxiliar es representar la parte del modelo en sus verdaderas dimensiones.

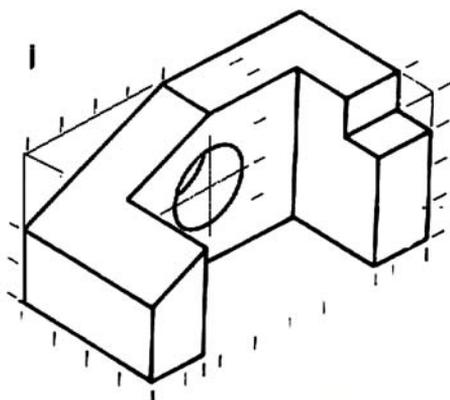
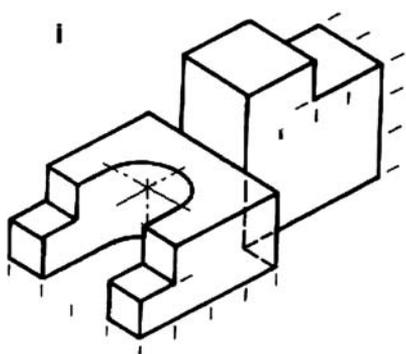
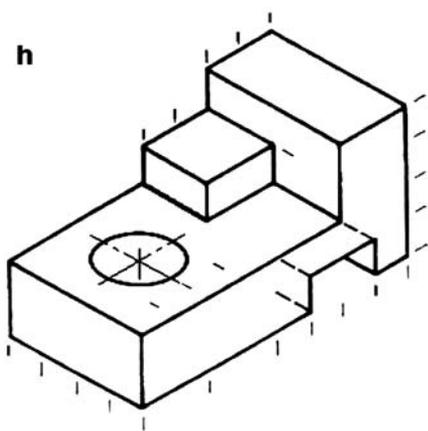
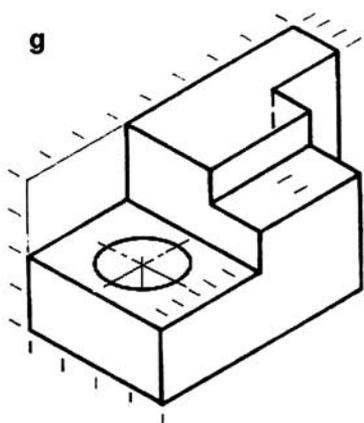
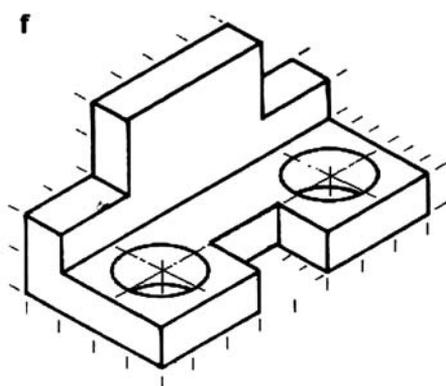
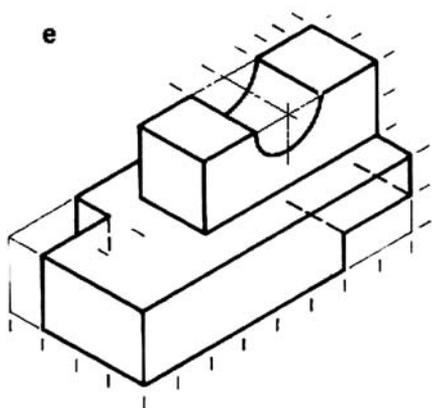
Fig. 21. Vista auxiliar de profundidad en su posición y parcial.

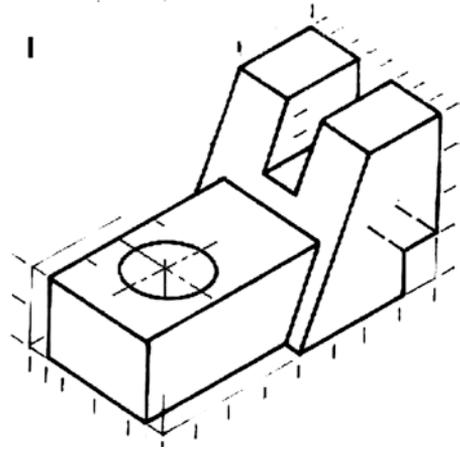
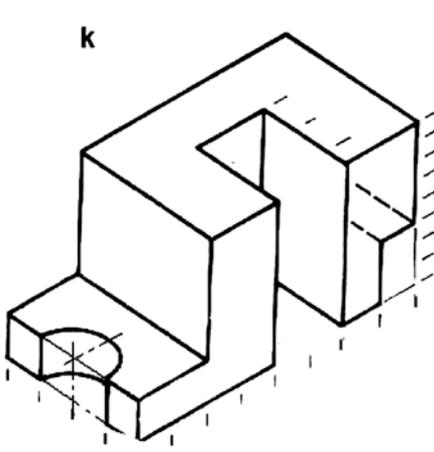


VISTAS CONVENCIONALES

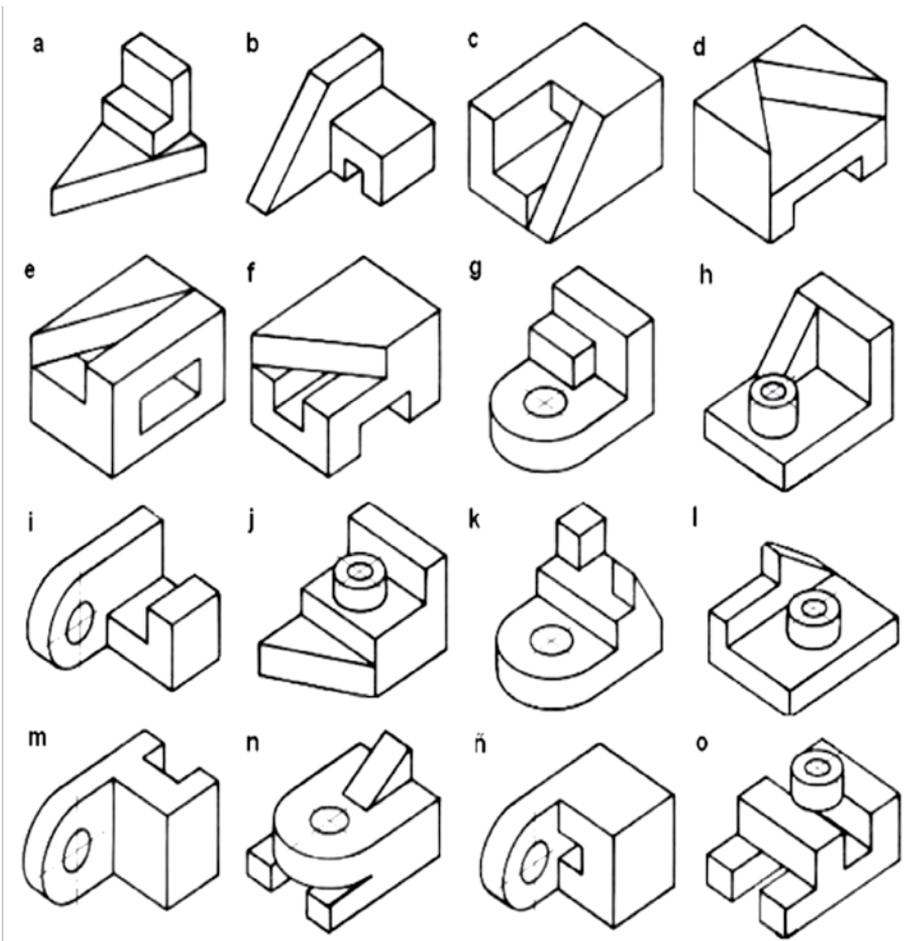
Vista por la flecha



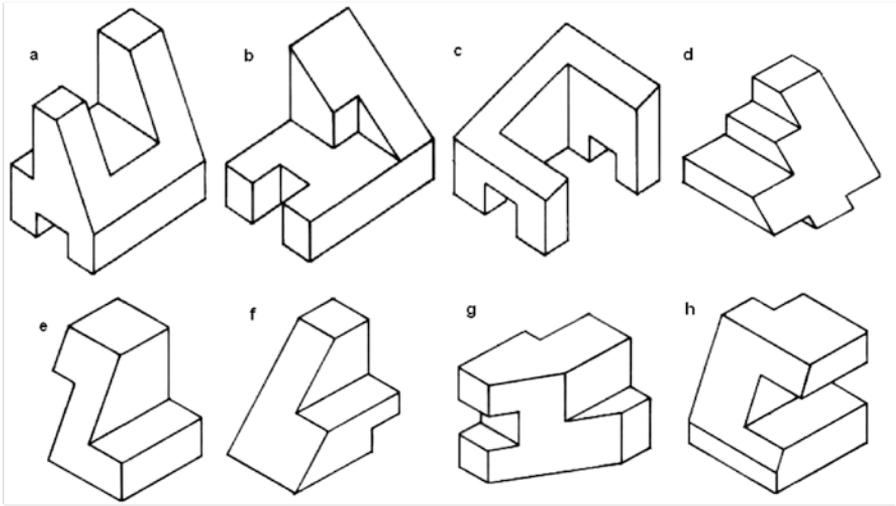




A menudo se hace necesario cambiar la posición de una vista bá-

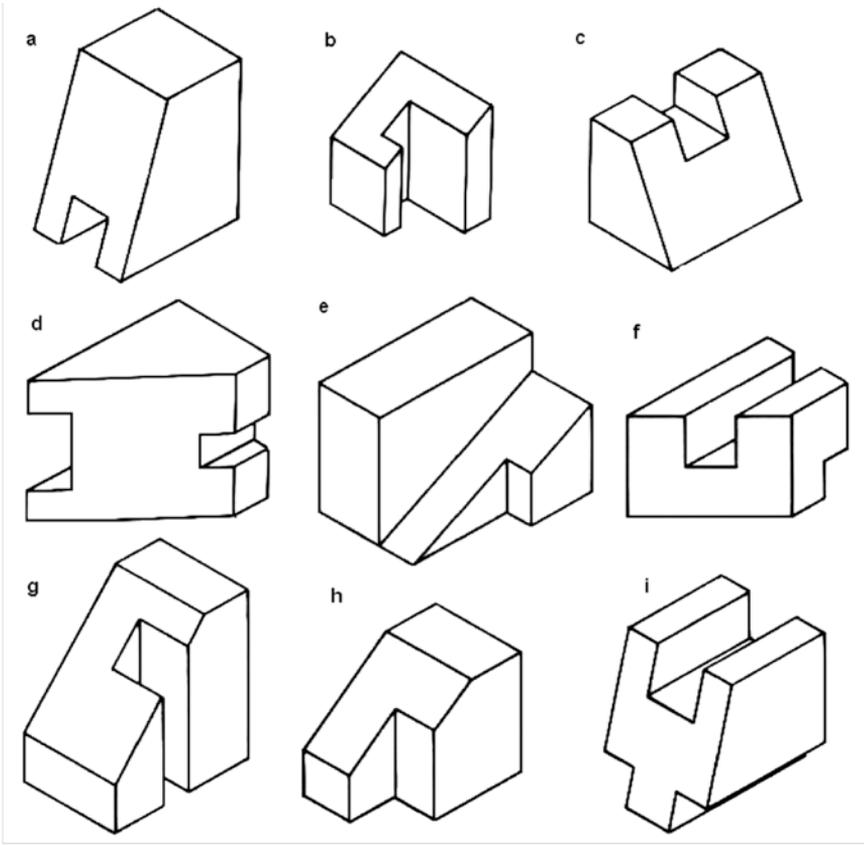


sica para mejorar la distribución en el área de trabajo o mejorar

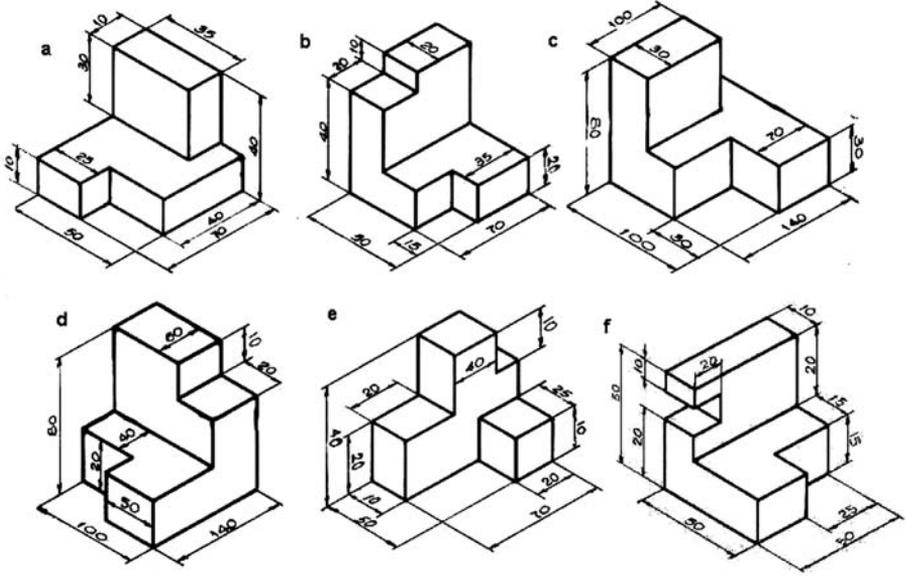


a

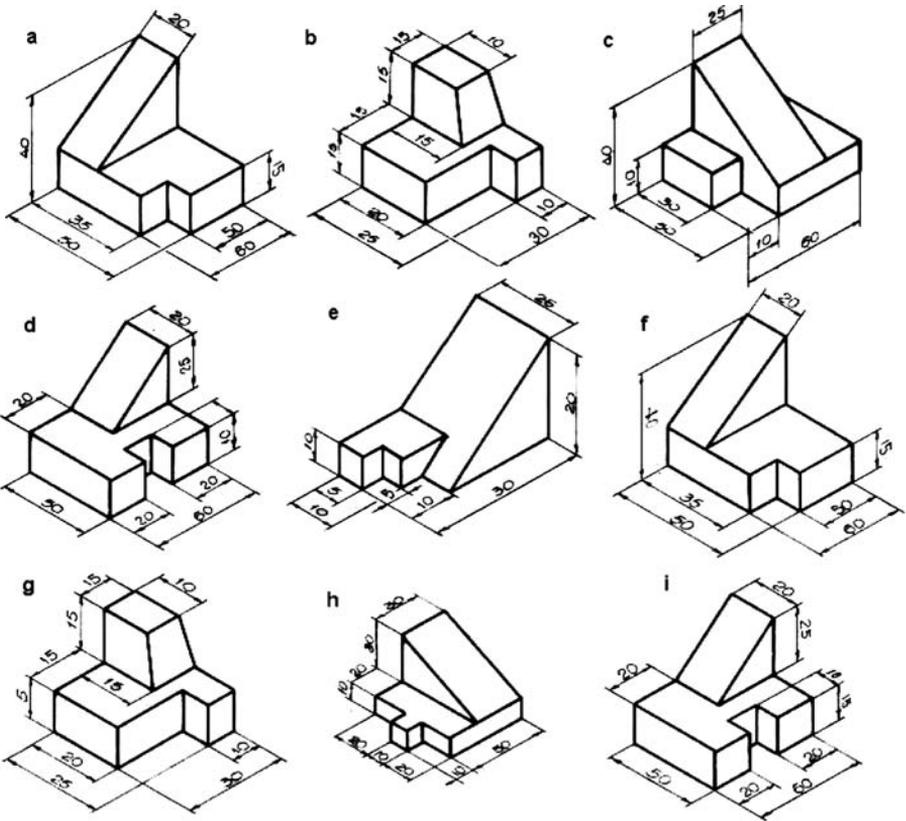
la interpretación de la representación, en este caso la dirección



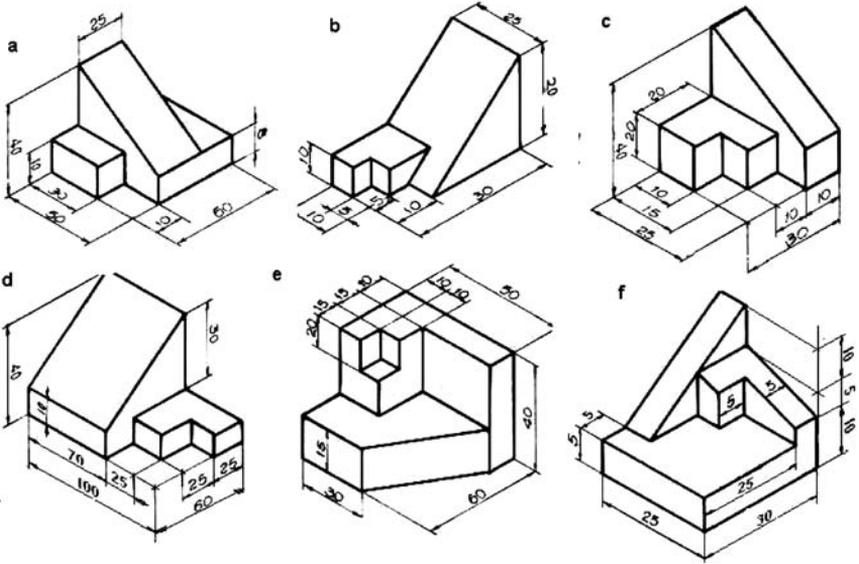
de observación debe ser indicada mediante una flecha acompañada



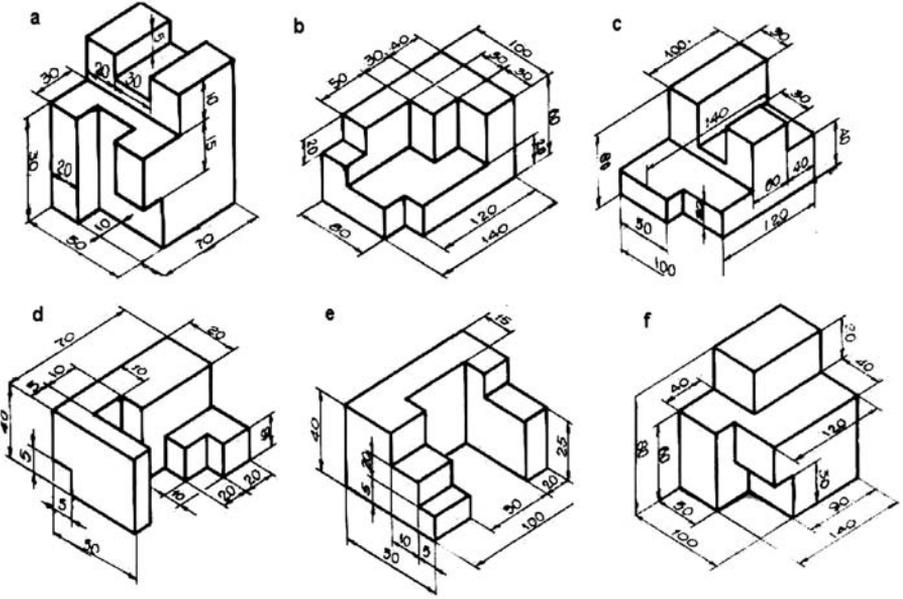
de una letra, colocándose encima de la vista el rótulo vista con la letra **(VISTA A)** que corresponda con la dirección de observación de



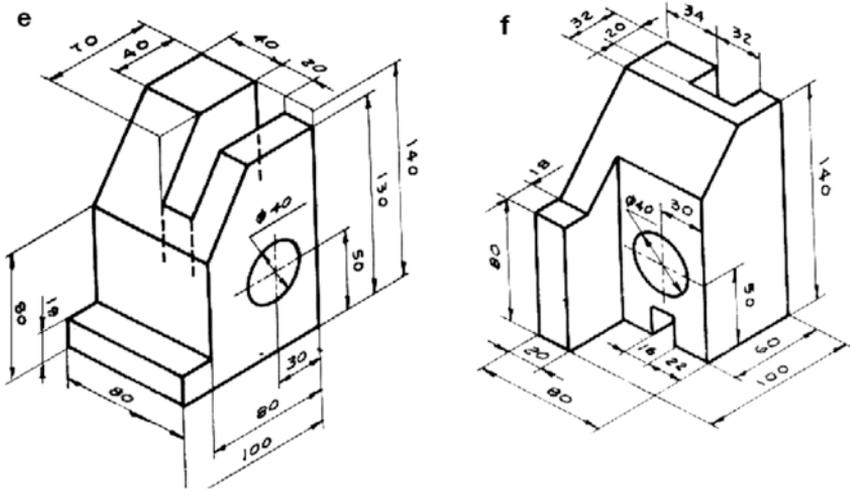
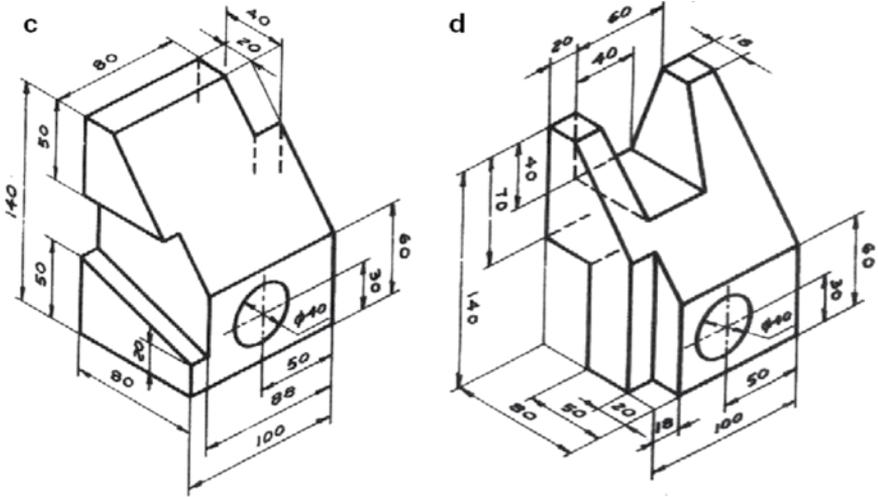
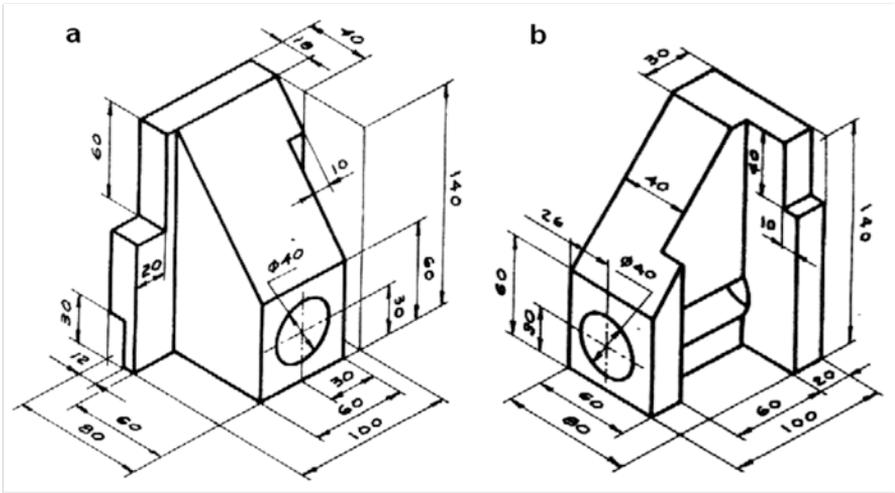
igual forma en que se realiza en la vista auxiliar primaria, como lo

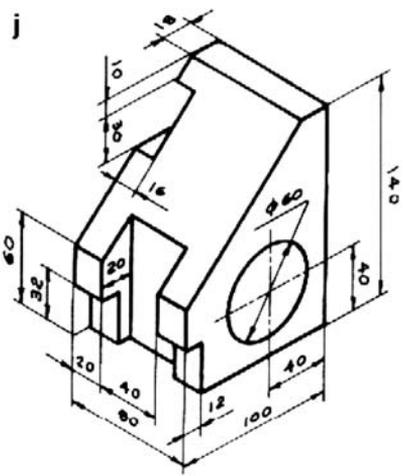
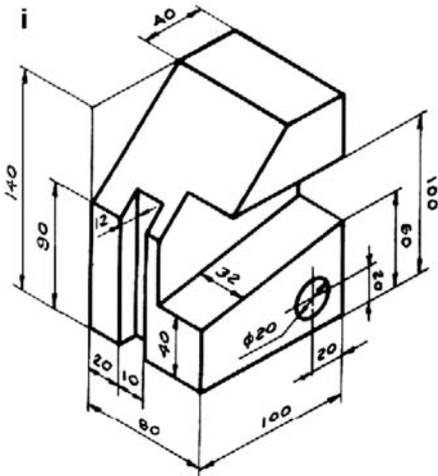
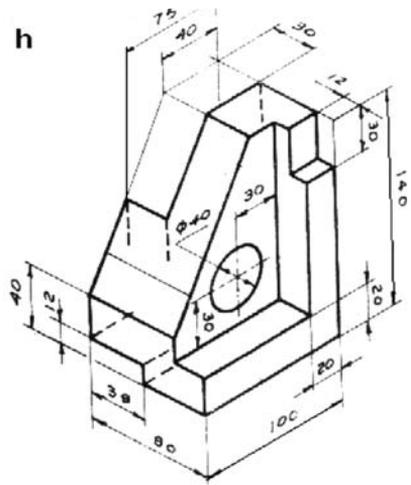
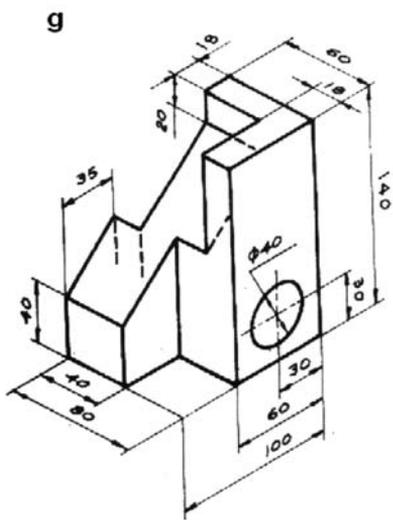


podemos observar en las **figuras 22 y 23**.

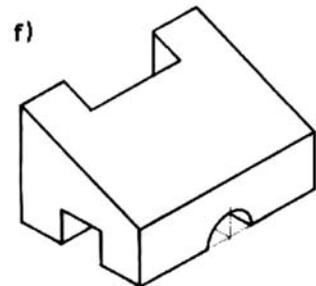
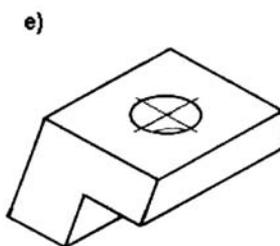
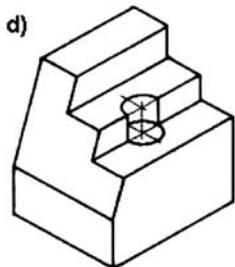
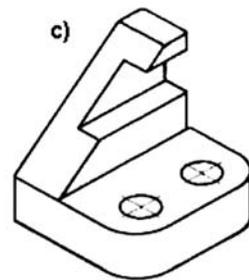
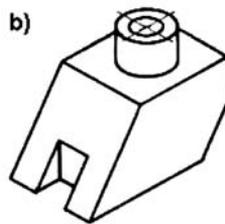
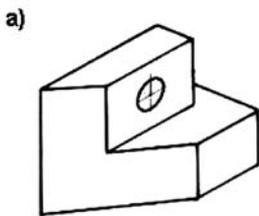


trabajo acompañada de una nota del tipo **VISTA A**, como podemos

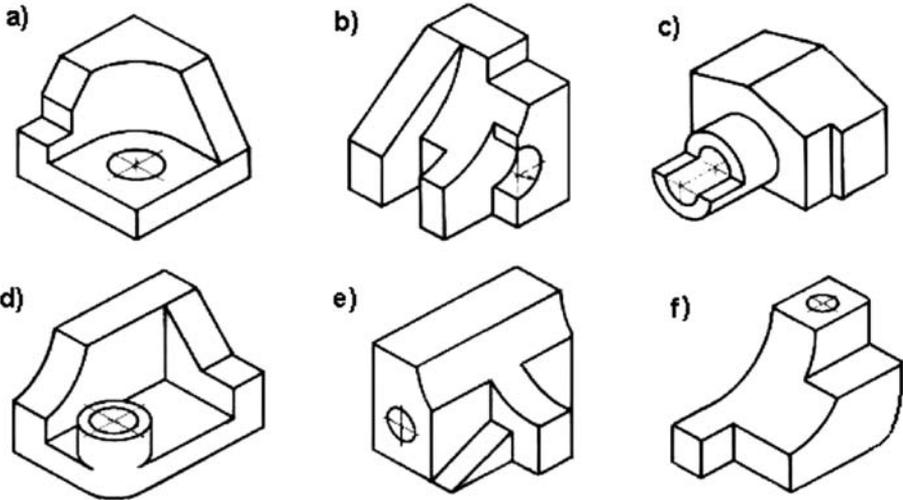




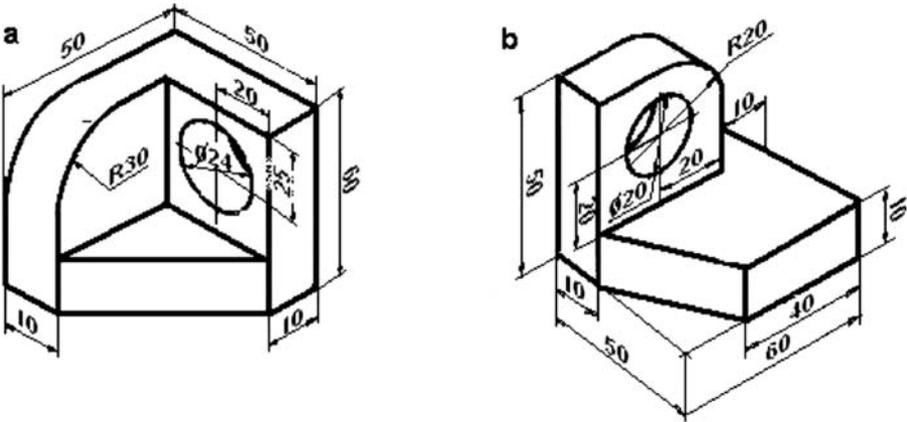
observar en las **figuras 22 y 23.**

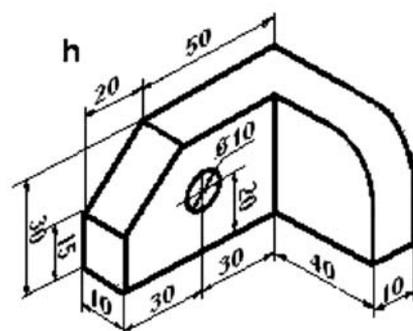
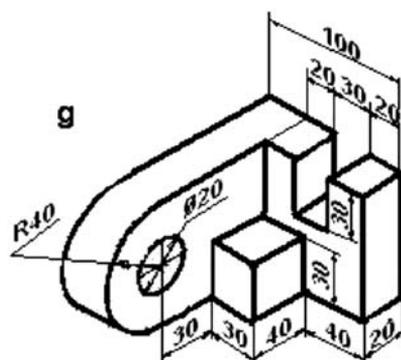
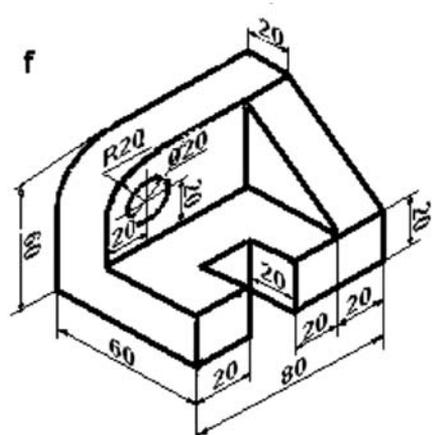
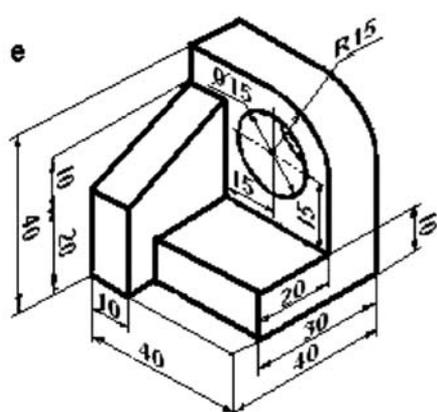
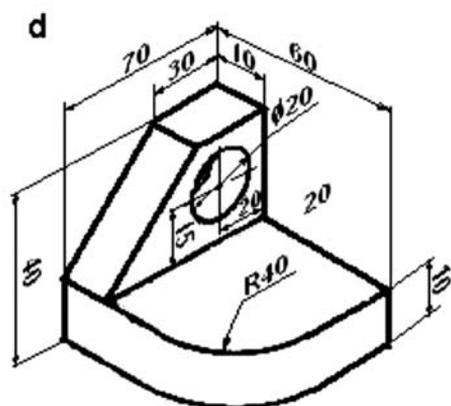
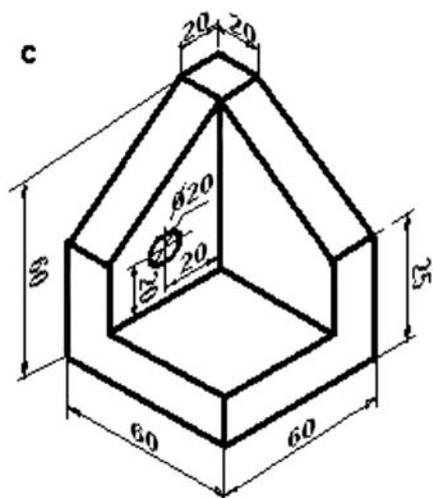


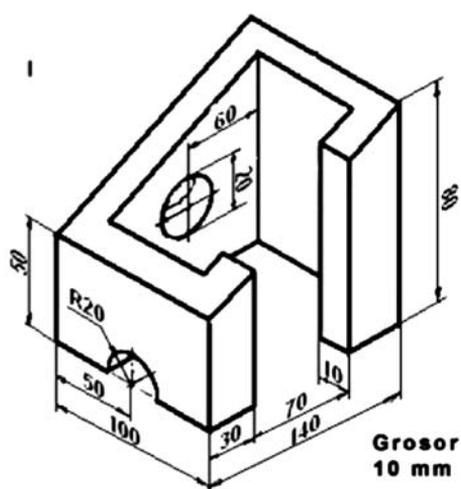
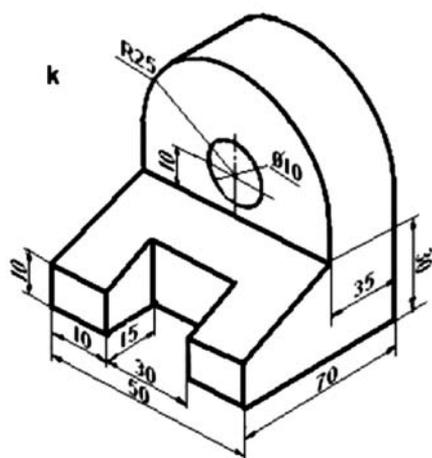
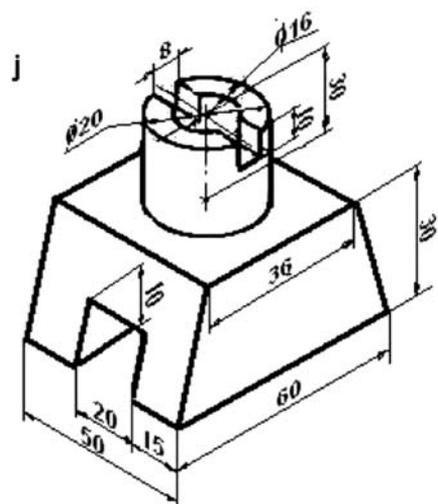
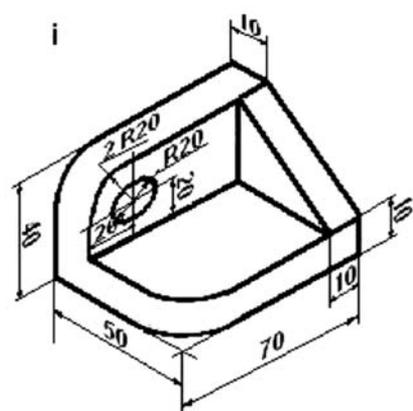
Se permite excluir esta flecha y la nota en los casos donde la direc-



ción de la vista resulte evidente, como se ve en la **figura 21**.

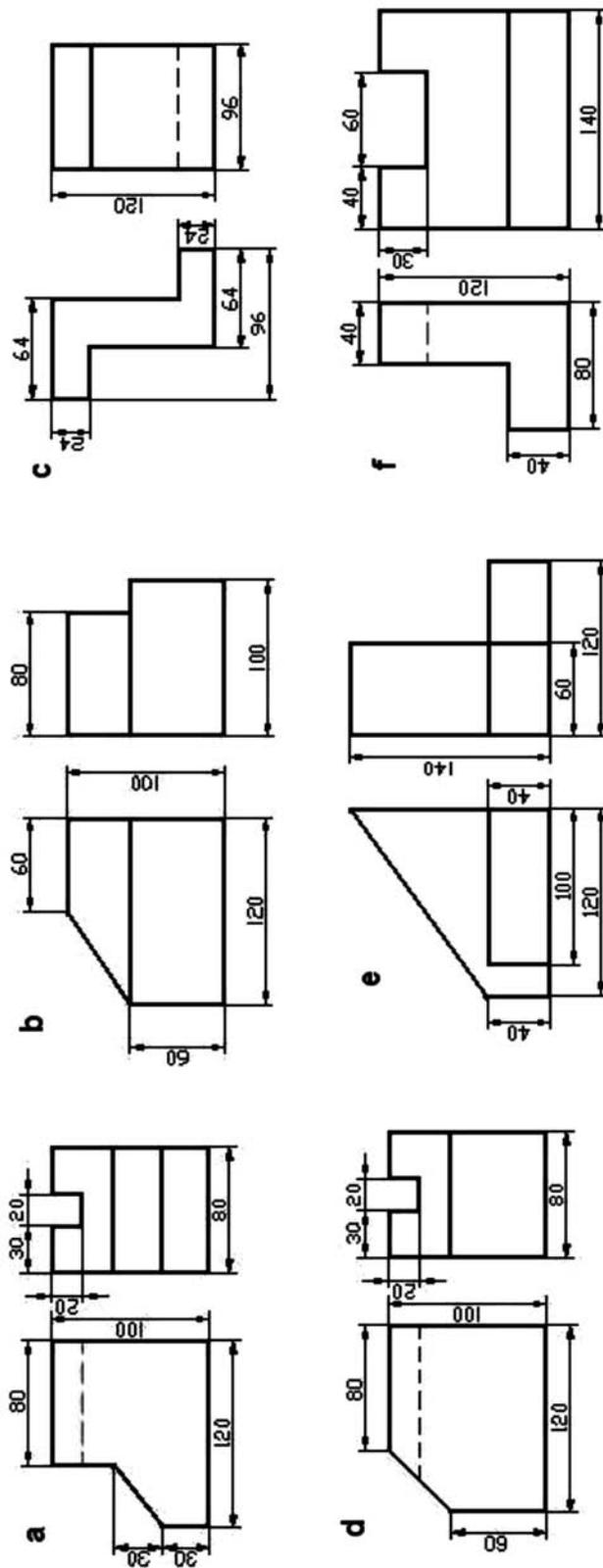


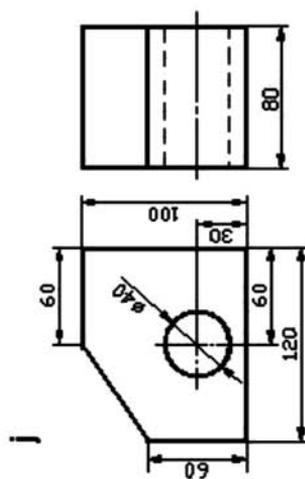
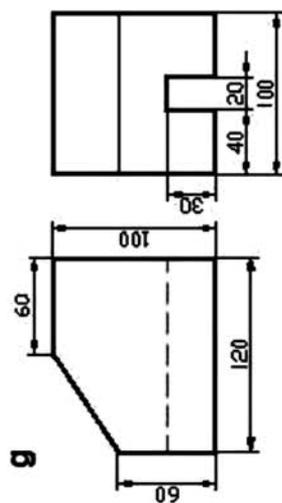
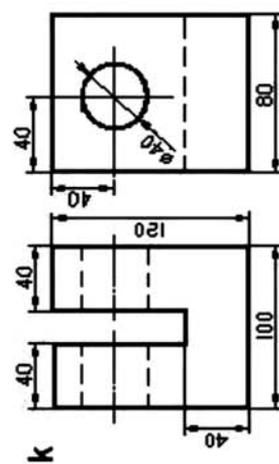
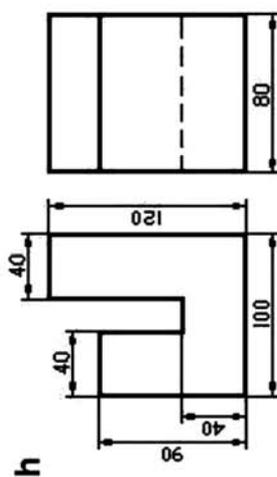
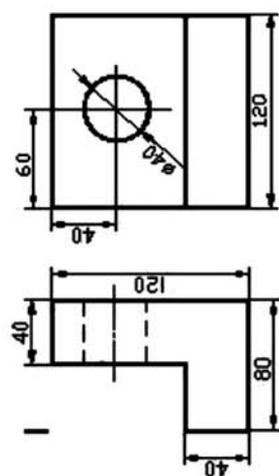
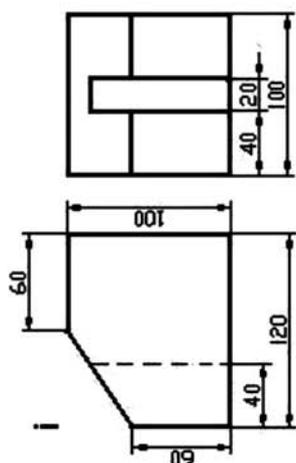




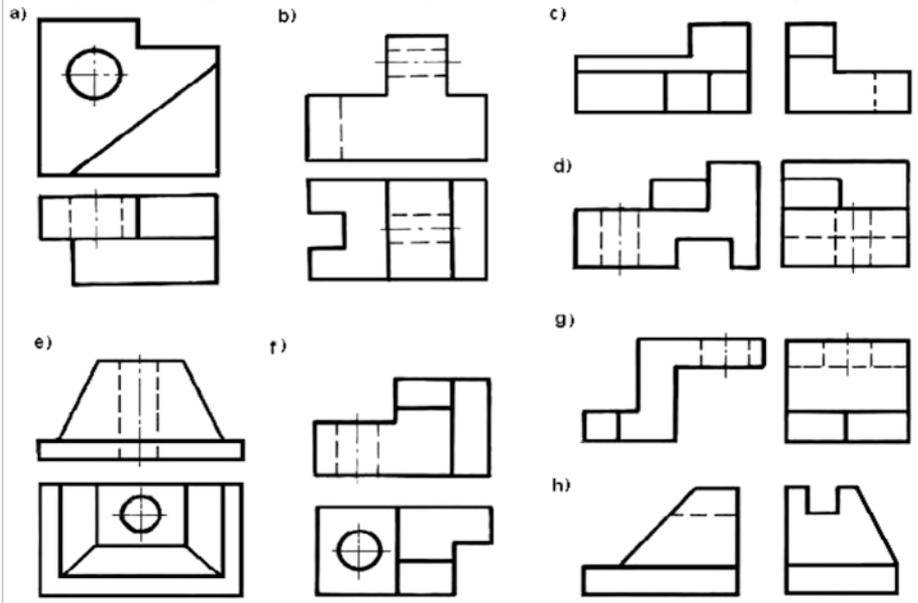
Grosor
10 mm

Fig. 22. Vista auxiliar de profundidad vista parcial y por la flecha.

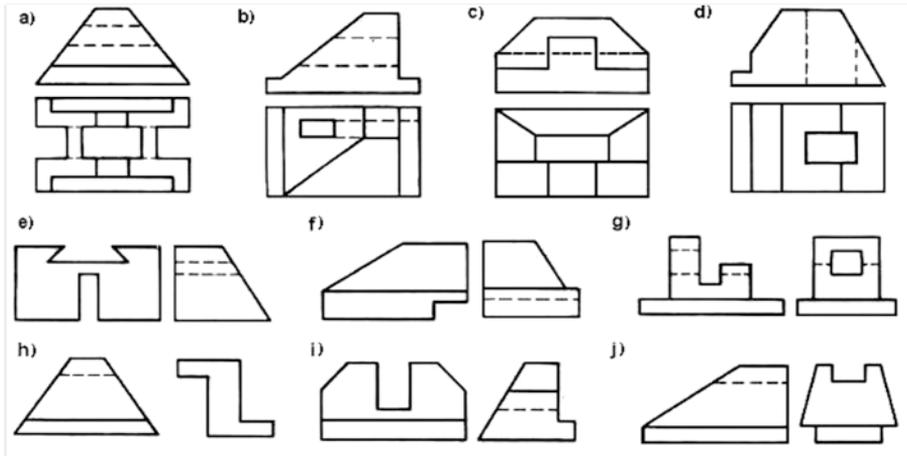




En la **figura 23** se puede observar la vista por la flecha pero en este caso parcial y girada, además podemos analizar cómo representa-



mos la vista superior parcial, la parte no representada se encuentra



deformada y no es de interés en el plano.

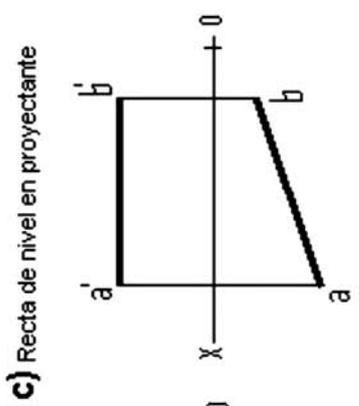
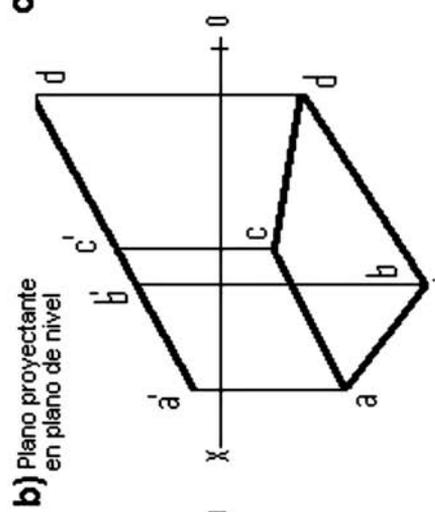
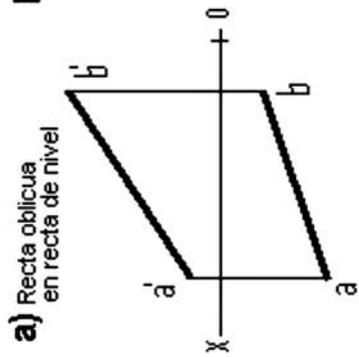
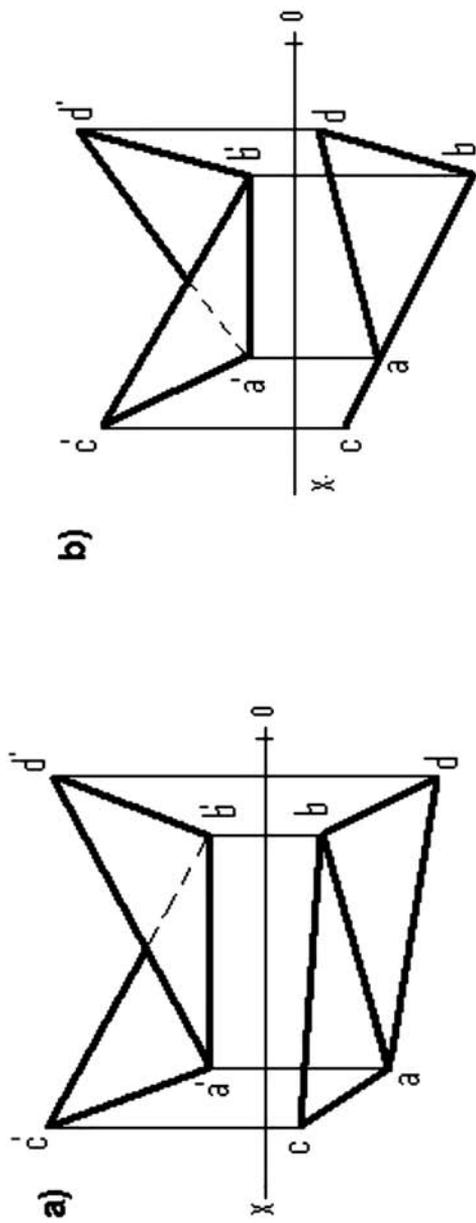
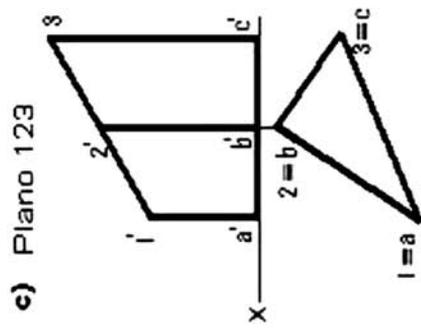
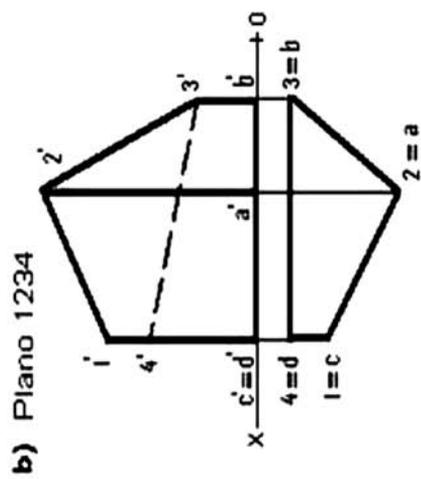
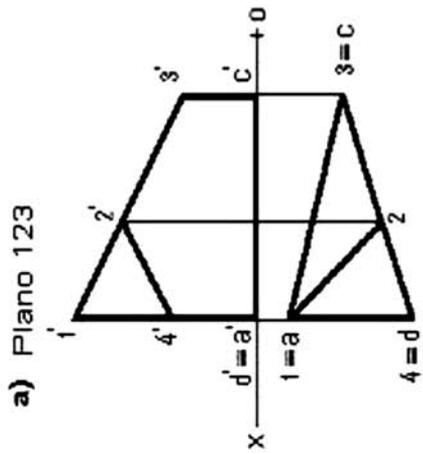


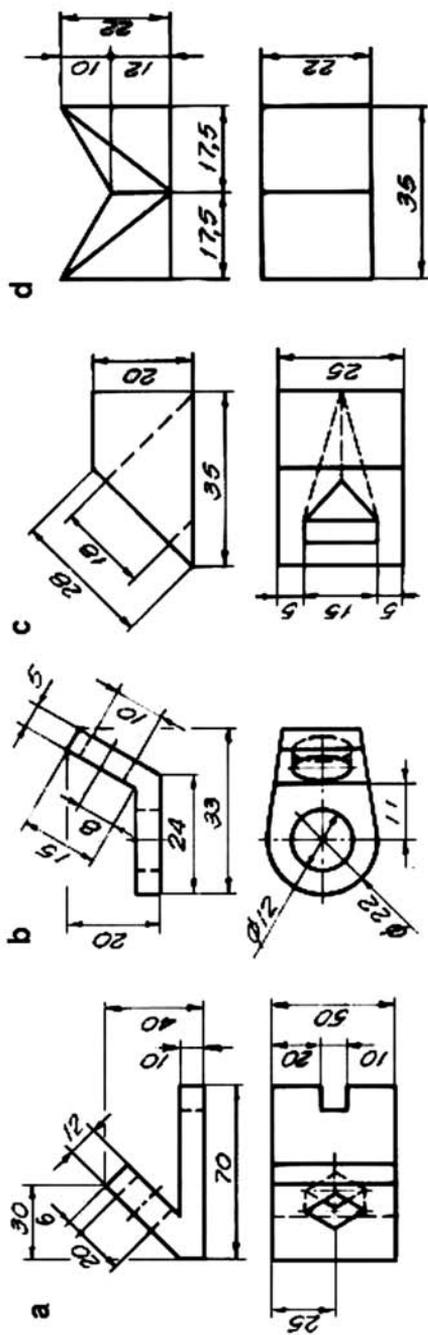
Fig. 23. Vista auxiliar de profundidad vista por la flecha y girada.



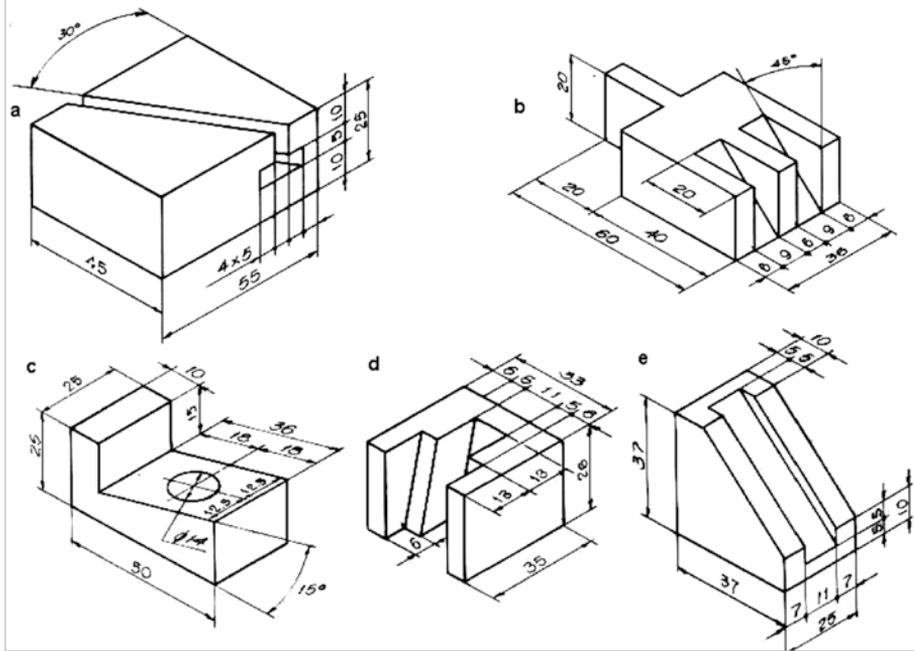
OTROS CONVENCIONALISMOS DE VISTAS



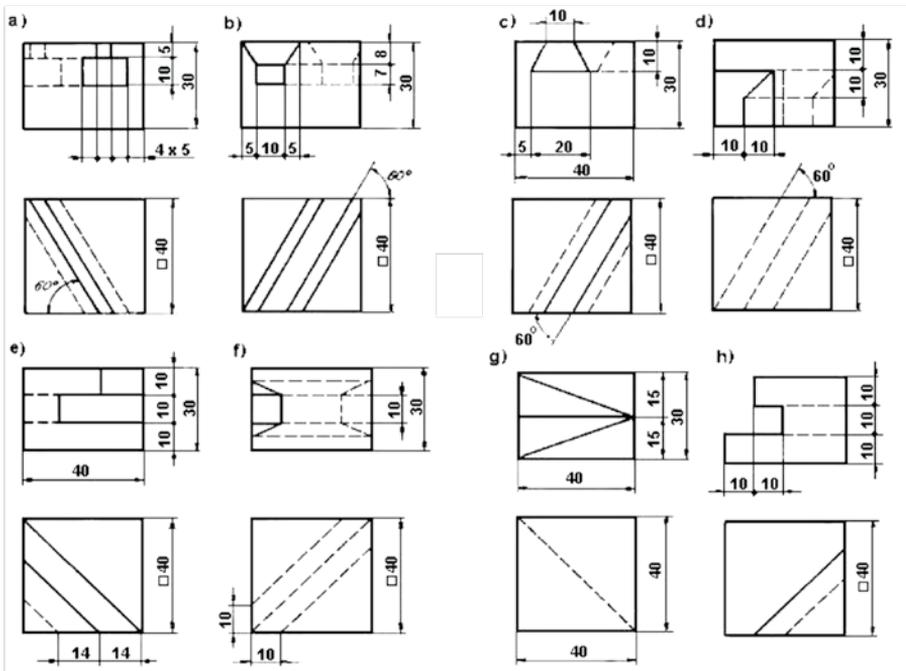
Vista simétrica



Representan solo la mitad de la vista aprovechando la propiedad de



simetría y está condicionada a la relación observador, cuerpo y plano.



Su extensión depende de la complejidad del artículo (figura 24).

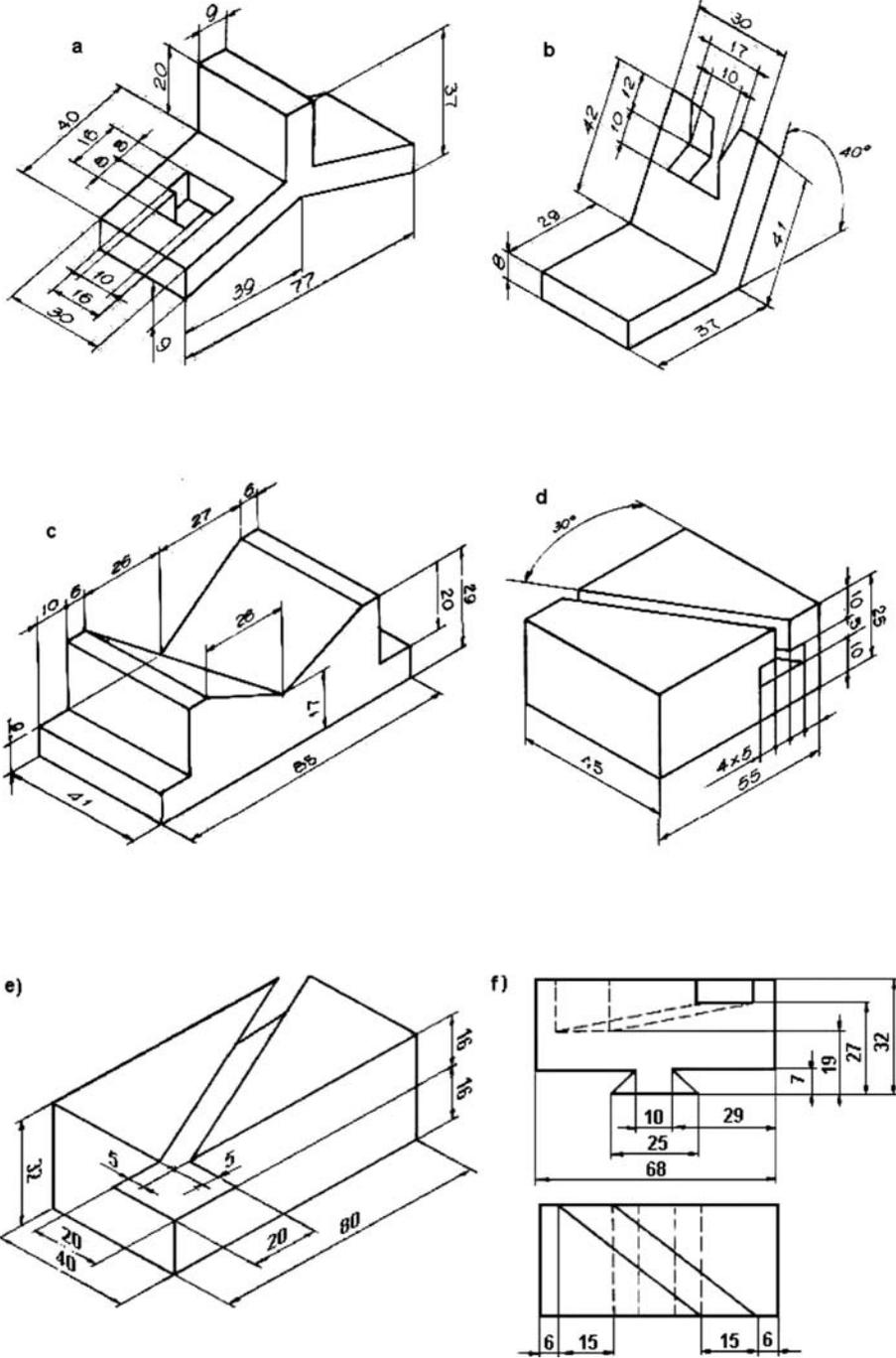
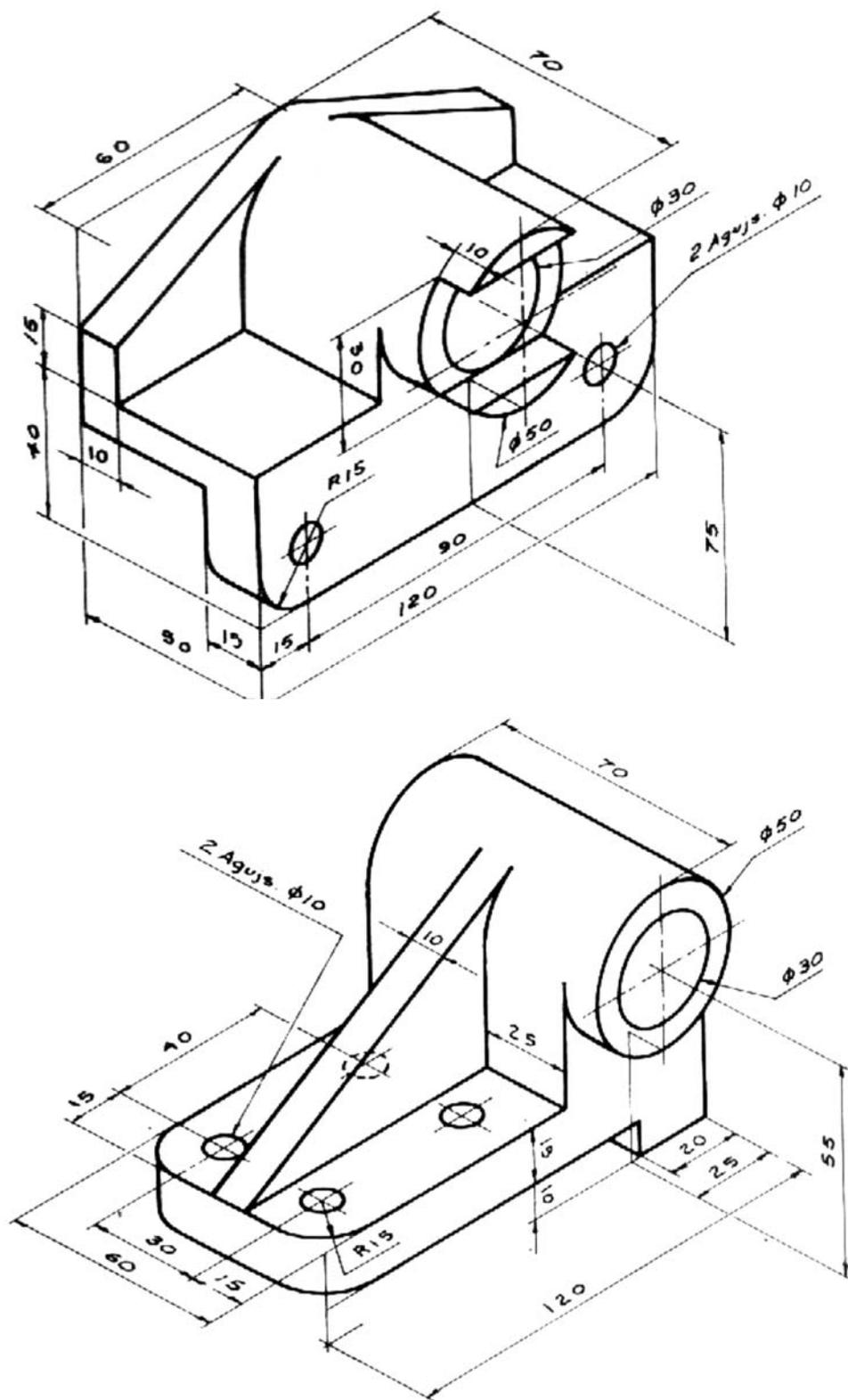
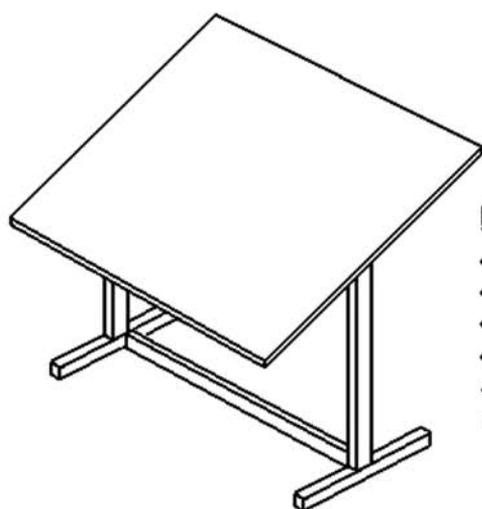


Fig. 24. Vista auxiliar simétrica.



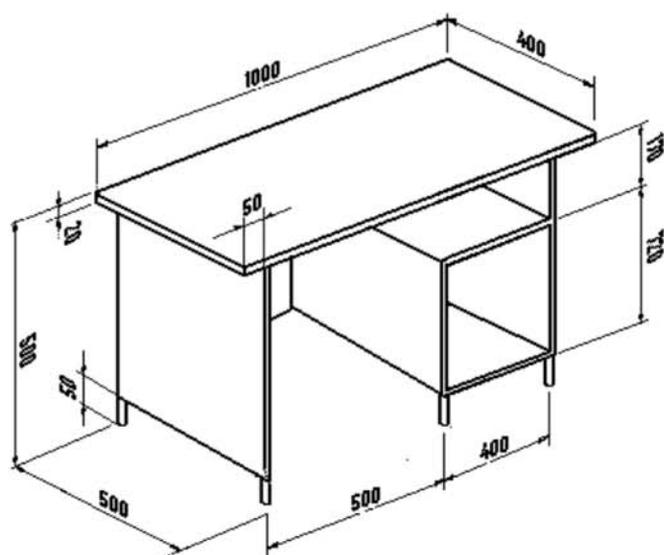
b



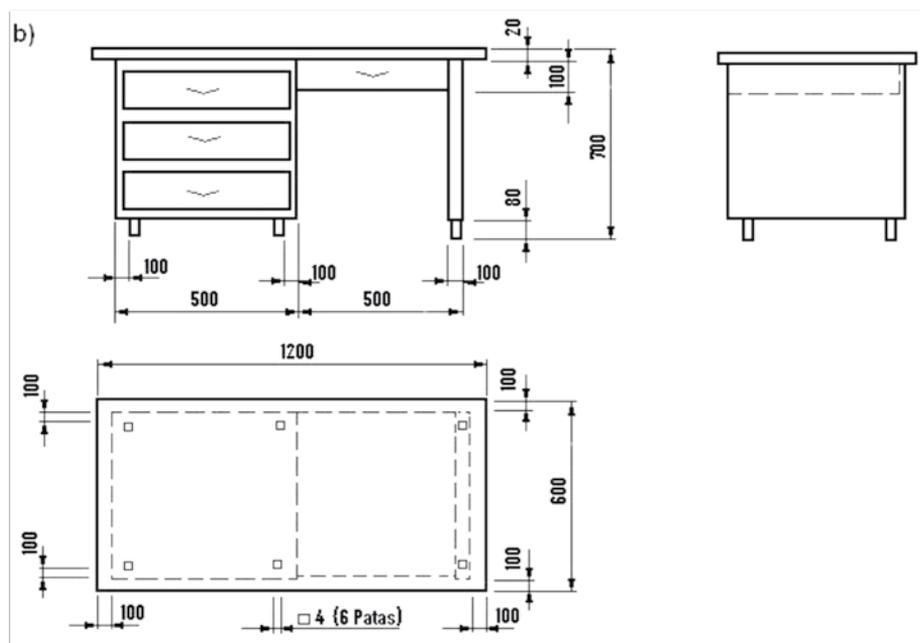
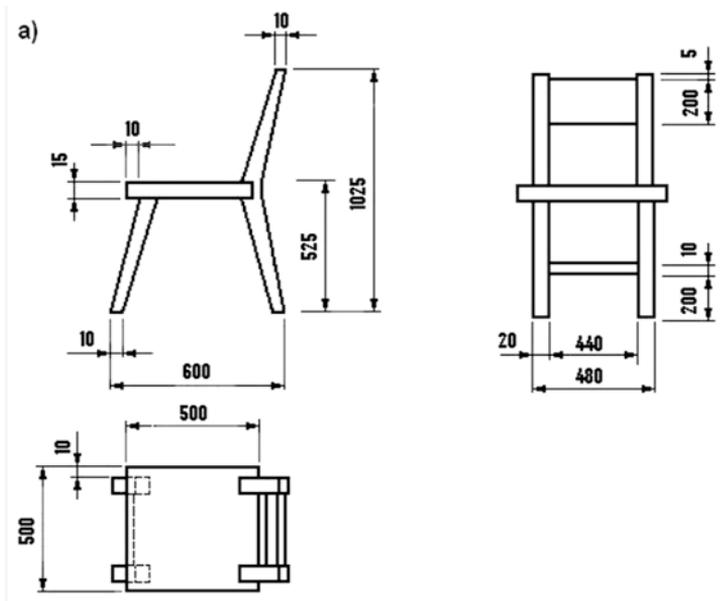
DIMENSIONES:

- Tablero 1000 X 1000 mm
- Espesor del Tablero 20 mm
- Altura de las patas 750 mm
- Distancia entre patas 800 mm
- Sección transversal de los perfiles 40 X 25 mm
- Longitud de las bases 500 mm

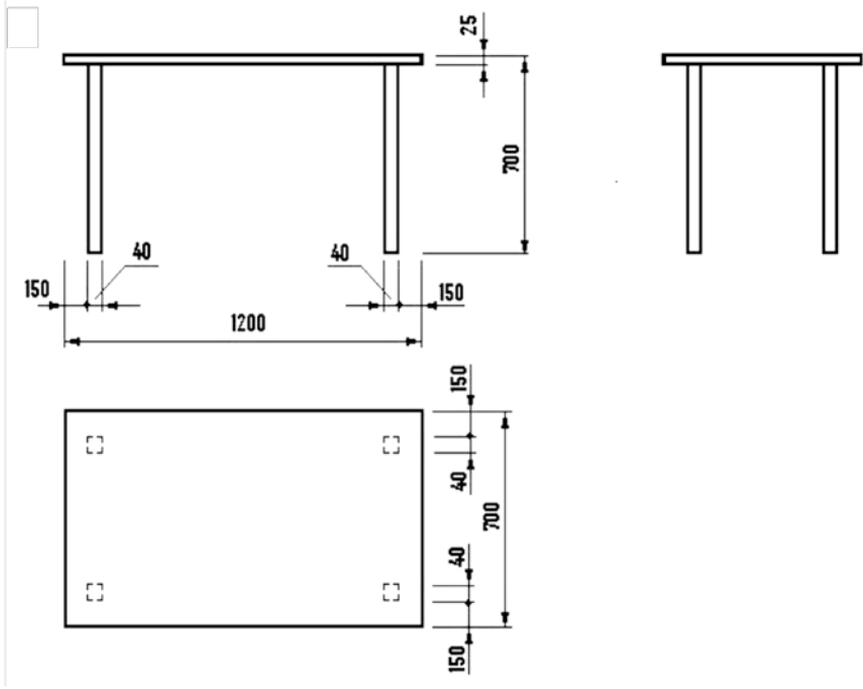
c



Se aplica a la representación de objetos largos cuya sección transver-



c)



sal es constante en casi toda su longitud o varía de acuerdo con una ley determinada. Se representan acortando su longitud mediante una interrupción hecha en la zona del artículo que mantiene una sección transversal constante y acotando su longitud real (**figura 25**).

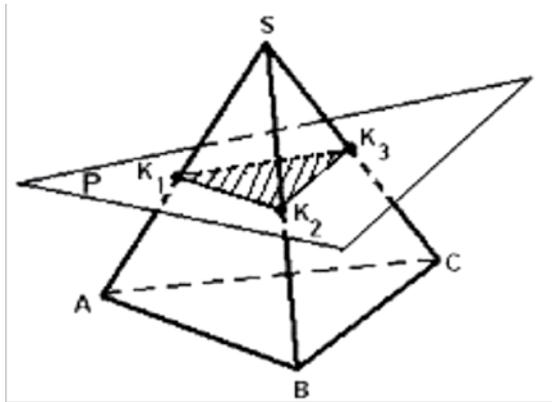
Fig. 25. Vista interrumpida.

A continuación mostramos el cuadro resumen de las vistas múltiples:

EJERCICIOS

1. Dibuje las vistas fundamentales a mano alzada.
2. Represente las vistas fundamentales mediante croquis.
3. Represente las vistas necesarias.
4. Represente las vistas en croquis de los isométricos siguientes.
5. Represente las vistas necesarias.
6. Represente las vistas de los isométricos que a continuación se representan.
7. Represente las vistas necesarias.
8. Determine las vistas necesarias de los productos siguientes.
9. Determine las vistas necesarias de los productos representados.
10. Determine las vistas necesarias.
11. Trazar el croquis de las vistas necesarias de los productos representados.
12. Represente las vistas necesarias de los productos representados.
13. Representar las vistas necesarias.

14. Represente la vista superior y el isométrico.



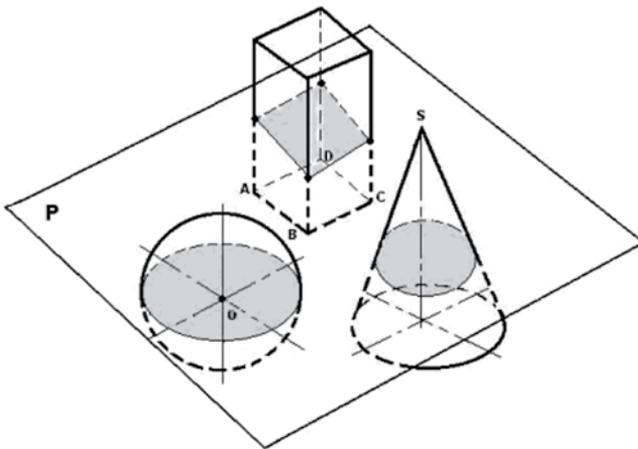
15. Representar la vista que falta y su isométrico.

16. Determinar las vistas necesarias y su isométrico.

17. Resolver las transformaciones básicas siguientes:

18. Determine la amplitud de los ángulos diedros siguientes:

19. Determine la verdadera magnitud de los planos siguientes:



20. Determine las vistas necesarias.

21. Determine las vistas necesarias.

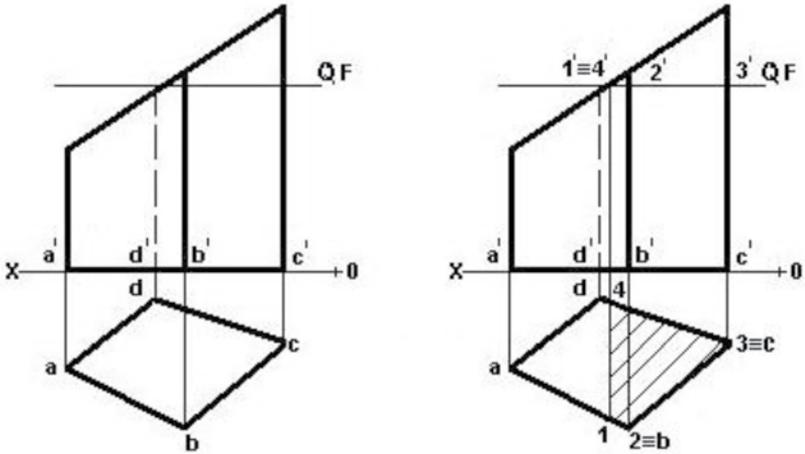
22. Dadas dos vistas, determine las vistas necesarias.

23. Determine las vistas necesarias.

24. Dibuje las vistas necesarias.

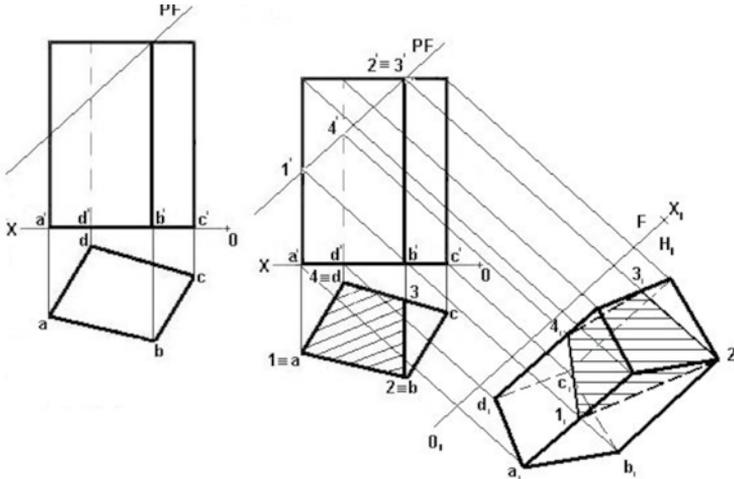
25. Aplicaciones. Dado el isométrico determine las vistas necesarias.

26. Aplicaciones. Dada las vistas dibuje el isométrico.



Capítulo V

CORTES Y SECCIONES

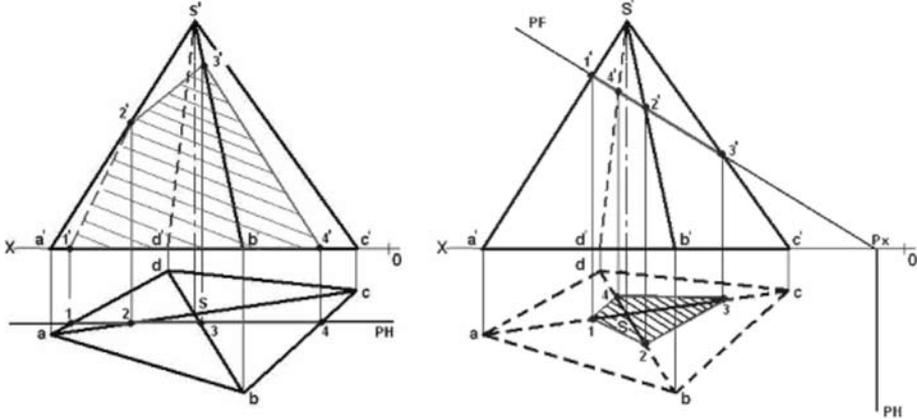


INTRODUCCIÓN

Es importante recordar que una vista es la representación gráfica convencional de un artículo en una dirección determinada, además se brinda información de dimensión mediante el acotado como pudimos analizar en el capítulo IV, en ocasiones tenemos la necesidad de utilizar varias vistas para poder brindar toda la información de forma y de dimensión del artículo en cuestión como vistas auxiliares, vistas por

la flecha, vistas totales o parciales, entre otras, no obstante, en ocasiones el artículo tiene diferentes detalles como son ranuras, agujeros interiores, cavidades que se proyectan no visibles en las vistas, lo cual dificulta su dimensionado, este problema lo resolvemos mediante los cortes y secciones. Comenzaremos por mostrar la intersección de un plano con un cuerpo geométrico.

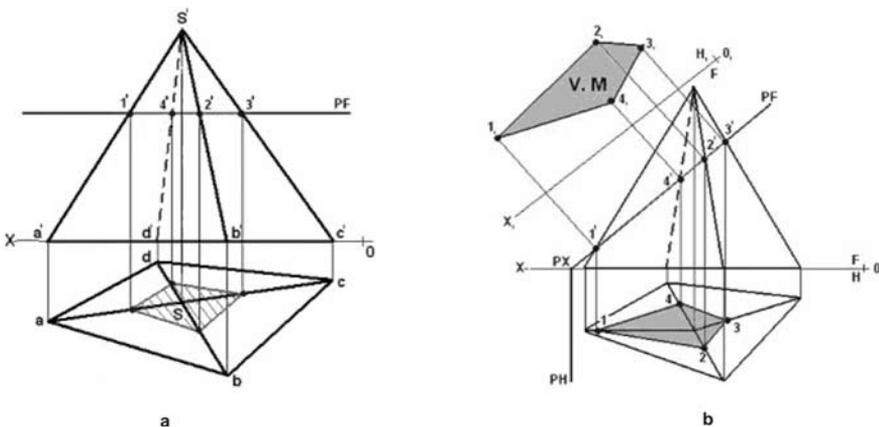
Contenidos de este capítulo. Intersección del plano con un cuerpo geométrico. Secciones. Intersección de la recta con un cuerpo geométrico. Corte. Concepto. Clasificación de los cortes. Convencionalismos



del corte. Cortes complejos. Clasificación: escalonados, quebrados, circulares, mixtos. Convencionalismos: nervios y refuerzos en cortes. La sección como caso particular de corte.

5.1. INTERSECCIÓN DEL PLANO CON UN CUERPO GEOMÉTRICO

La **figura 1** muestra la intersección entre un plano y un cuerpo poliédrico, situación espacial que genera la sección.



Sección. Concepto: se denomina sección a la figura resultante de la

intersección entre un plano y un sólido cualquiera.

Fig. 1. Intersección entre un plano y un cuerpo geométrico.

Analizaremos cómo se determina una sección en un cuerpo geométrico.

La sección se determina a partir de conocer puntos comunes del cuerpo y el plano que la produce.

En la **figura 2** se muestra la intersección de un plano con un prisma, un cono y una esfera representados en proyección axonométrica.

Fig. 2. Intersección entre un plano y los cuerpos geométricos.

INTERSECCIÓN ENTRE EL PLANO Y EL CUERPO POLIÉDRICO

La sección producida por un plano en un poliedro se determina buscando los puntos de intersección que se producen entre el plano y las aristas del cuerpo.

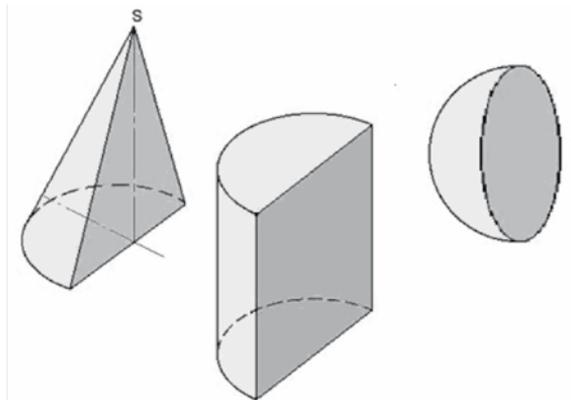
Como observamos en la **figura 3b** se interseca un plano de nivel horizontal Q y produce la sección 1234, la cual por corresponder a un plano de nivel se proyecta en verdadera magnitud. Observe que la sección se encuentra rayada.

Fig. 3. Intersección entre un plano de nivel y un prisma.

A continuación se muestra en la **figura 4** un prisma intersectado por un plano proyectante frontal el cual produce una sección 1243. La misma no proyecta en verdadera magnitud. Si queremos conocer su verdadera magnitud es necesario aplicar un cambio de plano.

Fig. 4. Intersección entre un plano de proyectante y un prisma.

En el caso de un prisma es posible obtener una sección de especial interés cuando el plano es perpendicular a sus aristas laterales, ya que en este caso la sección muestra la distancia que separa sus aris-

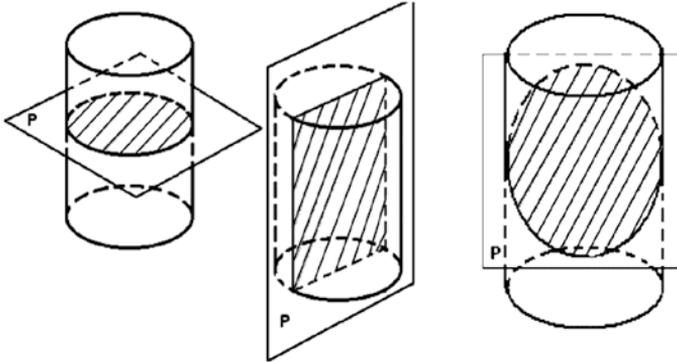


tas. Este tipo de sección en el prisma se denomina:

Sección normal o recta. Es aquella que produce un plano cuando es perpendicular a la aristas laterales del prisma o del cilindro.

A continuación (**figuras 5a y b**) se muestran otros ejemplos, en este caso el cuerpo intersectado es una pirámide. En la **figura 5a** se muestra la sección producida por un plano de nivel frontal, obteniéndose la proyección frontal de la sección en verdadera magnitud.

Es importante señalar que la visibilidad de los lados de la sección



depende de la visibilidad de las caras donde se producen. Nótese que el lado 1-2 de la sección es no visible en la proyección frontal de la sección.

Fig. 5. Intersección entre un plano y una pirámide.

En la **figura 5b** se produce la intersección de un plano proyectante frontal con una pirámide. En este caso, las proyecciones de la sección no se encuentran en verdadera magnitud y su proyección horizontal es visible.

Si analizamos la **figura 6a** podemos observar la intersección de un plano de nivel horizontal, donde se obtiene una sección en verdadera magnitud también con visibilidad total.

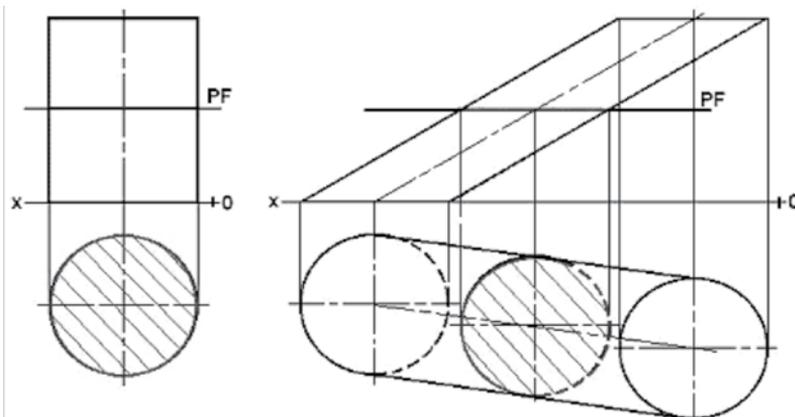
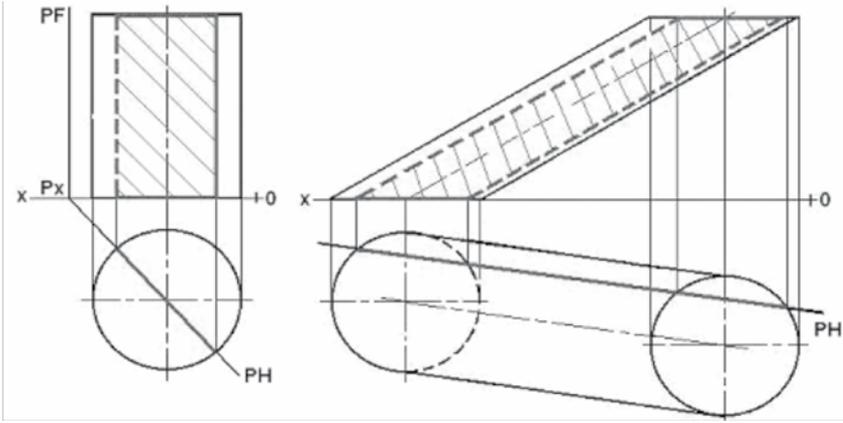


Fig. 6. Intersección entre planos con una pirámide.

En la **figura 6b** podemos observar un plano proyectante frontal que intersecta a una pirámide, por lo que la sección obtenida no se encuentra en verdadera magnitud, haciéndose necesario la aplicación del método de cambio de planos. En este ejemplo no se incluye la visibilidad total.

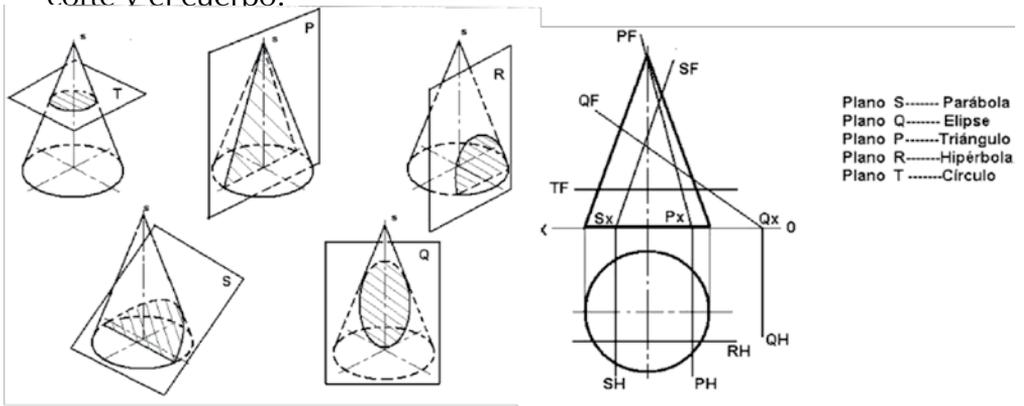


MÉTODO GENERAL PARA DETERMINACIÓN DE UNA SECCIÓN QUE PRODUCE UN PLANO EN UN POLIEDRO

1. Determinar los puntos de intersección entre el plano y las aristas.
2. Unión de los puntos.
3. Análisis de la visibilidad.

INTERSECCIÓN ENTRE EL PLANO Y EL CUERPO DE SUPERFICIE CURVA

Las consideraciones para resolver este tipo de problemas adquieren características especiales a partir del hecho de que los cuerpos de superficie curva no poseen aristas y se trabajan a partir del conocimiento de las secciones típicas que se producen en el cilindro, cono y esfera, y que dependen de la posición relativa entre el plano de corte y el cuerpo.



A continuación se describen ejemplos de las situaciones que se pue-

den presentar.

ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS SECCIONES EN LOS CUERPOS DE SUPERFICIE CURVA

No siempre la sección que se produce en un cuerpo de superficie curva está limitada por una línea curva, sino que esta puede estar limitada incluso por líneas rectas.

En la **figura 7** se ilustran estas situaciones típicas como se puede observar pueden ser triángulos, rectángulos, círculos, entre otros.

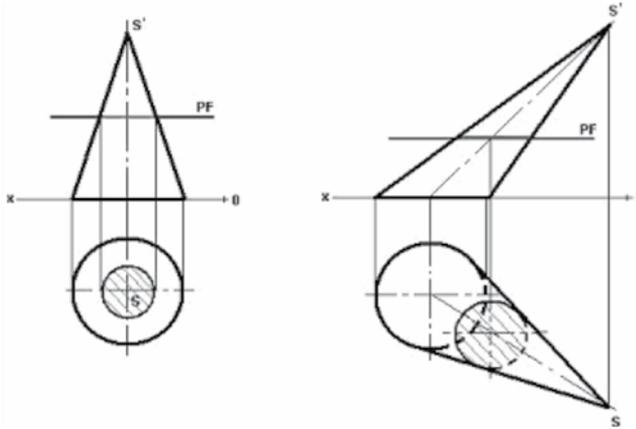
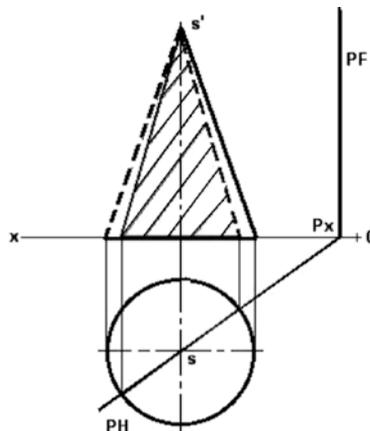


Fig. 7. Intersección entre planos con cuerpos de superficies curvas.

ANÁLISIS DE LAS DIFERENTES SECCIONES PRODUCIDAS POR UN PLANO EN UN CILINDRO RECTO

La **figura 8** muestra las secciones típicas que puede producir un plano en un cilindro de revolución.

8a-Plano paralelo a la base produce un círculo.



8b-Plano perpendicular a las bases produce: rectángulo o cuadrado.

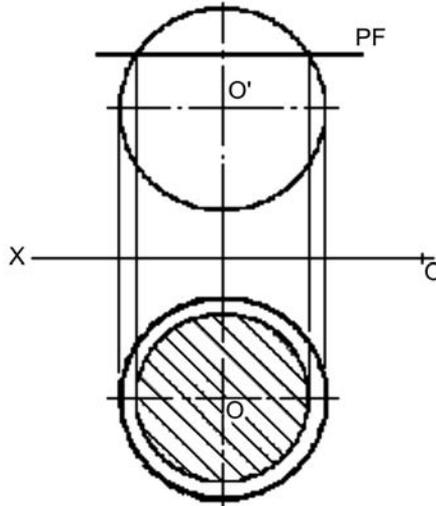
8c-Plano inclinado a las bases produce una elipse.

Fig. 8. Intersección entre un plano y un cilindro.

Determinación de la sección producida por un plano paralelo a la base de un cilindro recto u oblicuo

Siempre que el plano corte al cilindro (sea recto o inclinado) paralelo a su base se produce una sección circular. Obsérvese en la **figura 9** se produce una sección circular al ser intersecado el cilindro por un plano paralelo a su base, sea este recto o inclinado.

En la obtención de las proyecciones de la sección debe tenerse en



cuenta:

1. Visibilidad de la sección.
2. Visibilidad final.

Fig. 9. Intersección entre planos paralelos a la base de los cilindros.

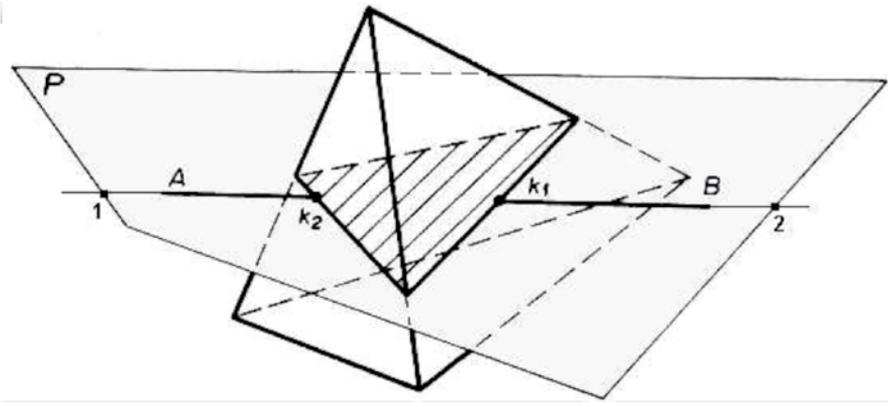
Determinación de la sección producida por un plano paralelo a las generatrices de un cilindro recto u oblicuo

En este caso podemos observar las secciones que se producen al intersecarse un plano paralelo a las generatrices, observándose que se produce un cuadrilátero como sección.

Fig. 10. Intersección entre el cilindro y planos paralelos a las generatrices.

Es bueno señalar que un plano inclinado a las bases del cilindro produce secciones elípticas para las cuales se hace necesario determinar un conjunto de puntos para construir la misma, al no permitir su trazado directo.

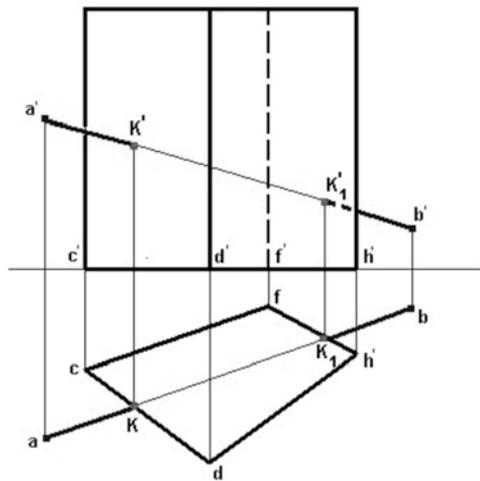
Determinación de la sección producida por un plano



en un cono de revolución

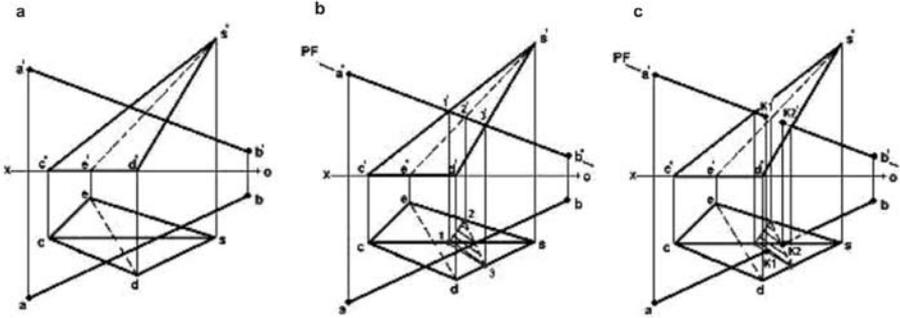
En la **figura 11** se muestra la intersección de diferentes planos con cono de revolución, en el caso de plano T que es paralelo a la base se genera un círculo, en plano P un plano que pasa por el vértice y perpendicular a la base genera una sección triangular, el plano R produce una sección hiperbólica, el plano S produce una sección parabólica, y el plano Q produce una sección elíptica.

Fig. 11. Intersección entre planos con conos de revolución.



Determinación de la sección producida por un plano paralelo

a la base de un cono recto u oblicuo



Aquí, al igual que en el ejemplo tratado para el cilindro, se determina la sección a partir de la localización de su centro. Debe tener en cuenta también que la visibilidad total de la **figura 12** se explica sobre la base de considerar todo lo que se encuentre por debajo del plano P .

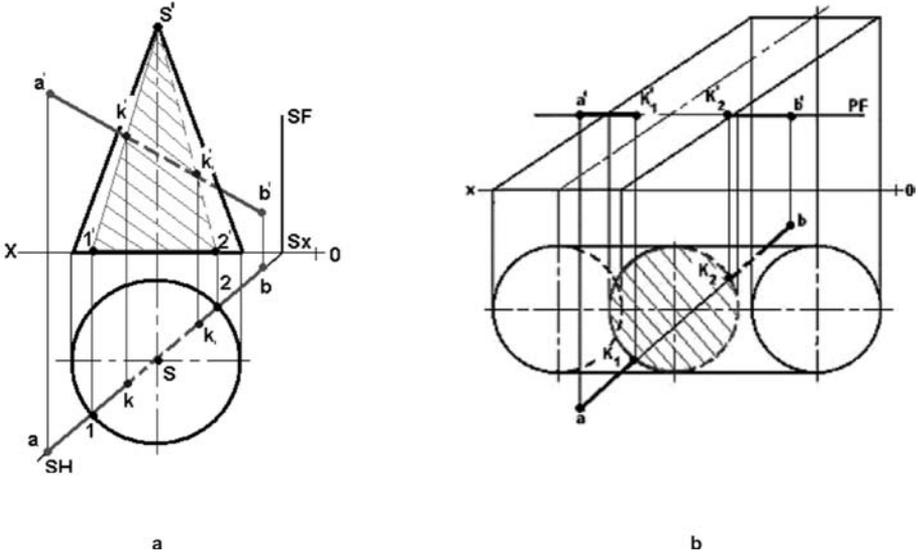
Es importante señalar que, si el plano es paralelo a la base, la sección será de la misma naturaleza geométrica que esta.

Fig. 12. Intersección entre el cono y un plano paralelo a la base.

Determinación de la sección producida por un plano que pase por el vértice y corta la base de un cono recto u oblicuo

En la **figura 13** el plano proyectante horizontal pasa por el vértice de cono y corta la base produciendo una sección triangular, sus proyecciones no se encuentra en verdadera magnitud, en la figura se muestra la visibilidad de la sección.

Fig. 13. Intersección entre un plano proyectante horizontal con un cono



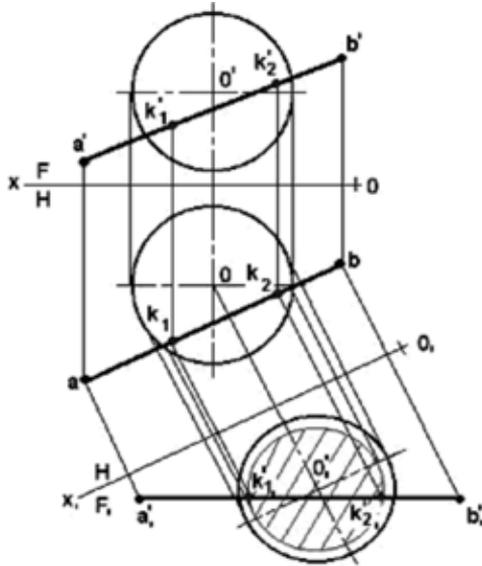
de revolución.

ANÁLISIS DE LA SECCIÓN PRODUCIDA POR UN PLANO EN UNA ESFERA

Un hecho singular que caracteriza las secciones en una esfera es que solo se producen secciones circulares en la esfera, independientemente de la posición relativa entre el plano y la esfera.

Es bueno aclarar que, sin embargo, a los efectos proyectivos, la sección puede presentarse en forma circular o elíptica, según el plano que la produzca sea paralelo u oblicuo a los planos de proyecciones.

Fig. 14. Intersección entre un plano de nivel con una esfera.



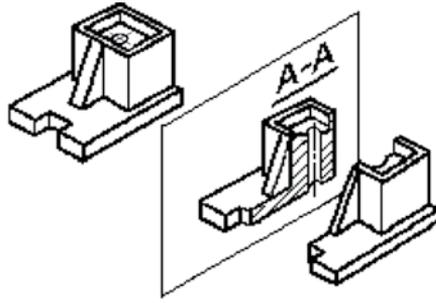
5.2. INTERSECCIÓN DE LA RECTA CON UN CUERPO GEOMÉTRICO

Para la determinación de los puntos de intersección de una recta con un cuerpo cualquiera lo haremos por el método de los planos secantes.

En la **figura 15** se muestra espacialmente el método utilizado el cual consta de los pasos siguientes:

Método

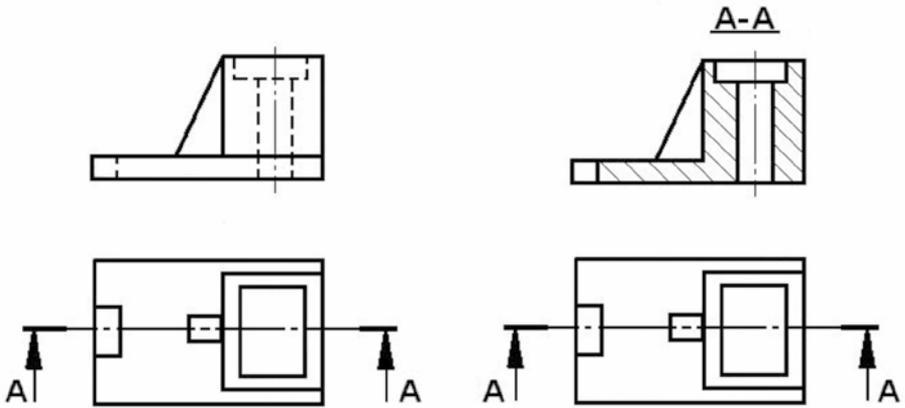
- Hacer pertenecer la recta a un plano.
- Determinar las proyecciones de la sección que produce el plano



en el cuerpo geométrico.

- Donde las proyecciones de la recta se intersectan con las proyecciones de la sección, esos serán los puntos $k1$ y $k2$.

Fig. 15. Intersección entre una recta con un cuerpo.



INTERSECCIÓN DE LA RECTA CON LOS CUERPOS POLIÉDRICOS

En caso del prisma recto ubicado como se muestra en la **figura 16** el problema se simplifica en gran medida, según se puede observar, porque las caras que intersecta la recta son planos proyectantes y tiene propiedad colectora, por lo que los puntos se obtiene directamente como se muestra.

Fig. 16. Intersección entre una recta con un prisma recto.

INTERSECCIÓN ENTRE UNA PIRÁMIDE Y UNA RECTA

Fig. 17. Intersección entre una pirámide y una recta.

Al analizar la **figura 17** podemos observar como una recta AB intersecta a una pirámide, se hace pertenecer un plano proyectante frontal y se determina la sección y su visibilidad, la sección nos permite

determinar los puntos $k1$ y $k2$.

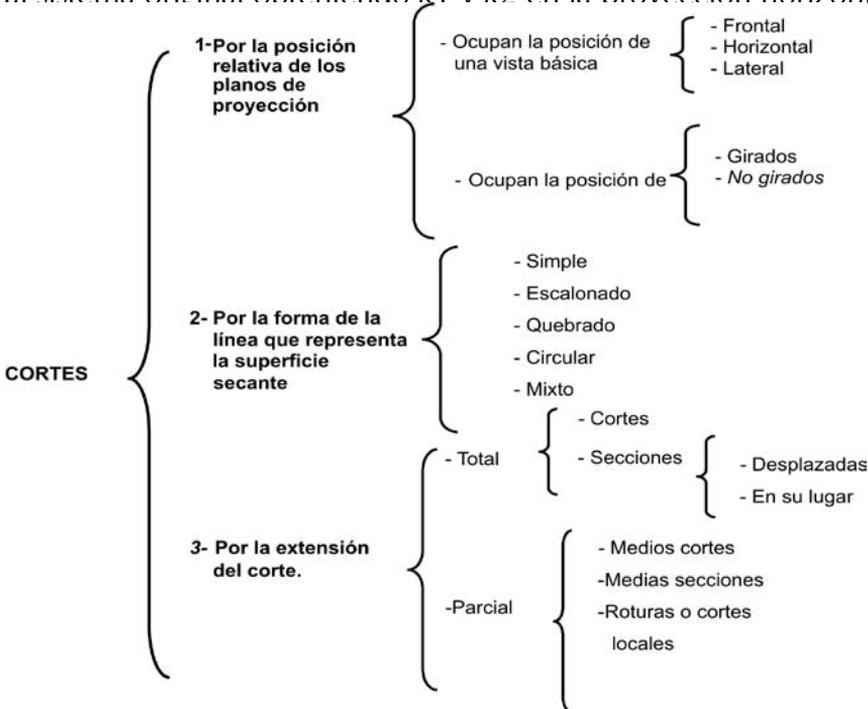
INTERSECCIÓN DE LA RECTA CON LOS CUERPOS DE SUPERFICIE CURVA

Cuando se trabajan los cuerpos de superficie curva es necesario tener en cuenta que la sección que se produce depende de la situación relativa entre el plano y el cuerpo, de ahí que al pasar el plano por la recta deben de seleccionar planos que produzcan secciones de trazado directo para facilitar el procedimiento (buscar secciones circulares o limitadas por rectas). En las **figuras 18a** y **b** se provocan secciones circulares y triangulares en la aplicación del método.

Fig. 18. Intersección entre una recta con: a) un cono y b) un cilindro.

DETERMINACIÓN DE LA INTERSECCIÓN DE UNA RECTA CON LA ESFERA POR EL MÉTODO DE CAMBIO DE PLANO

Al analizar el ejemplo de la **figura 19** podemos observar que podemos resolverlo con la proyección horizontal y frontal, pero se origina una sección elíptica, lo que dificulta su rápida solución, pero si empleamos el método de cambio de planos podemos obtener un plano de nivel y con ello obtener la sección circular y en verdadera magnitud, por lo que determinamos los puntos $k11'$ y $k21'$ regresamos al sistema original obteniendo $k1$ y $k2$ en la proyección horizontal y

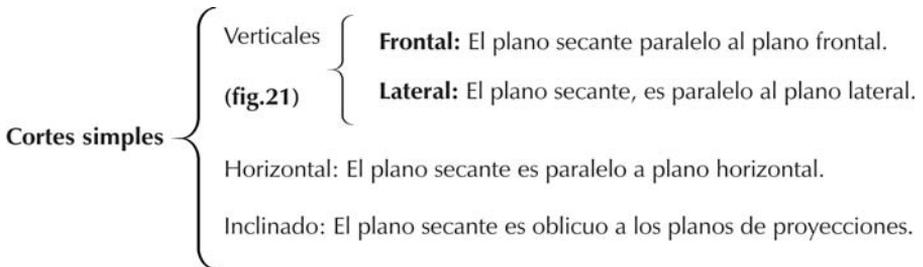


$k1'$ y $k2'$ en la proyección frontal.

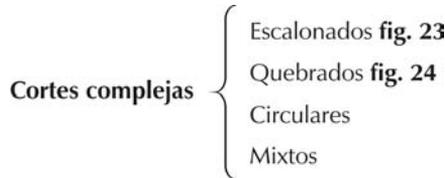
Fig. 19. Intersección de una recta con la esfera.

5.3. CORTES Y SECCIONES

En la **figura 20** podemos ver que en el modelo se presentan cavi-



dades y agujeros que no se pueden representar mediante las vistas convencionales que conocemos, así como se dificulta su acotado, por lo que se hace necesario utilizar un nuevo convencionalismo:

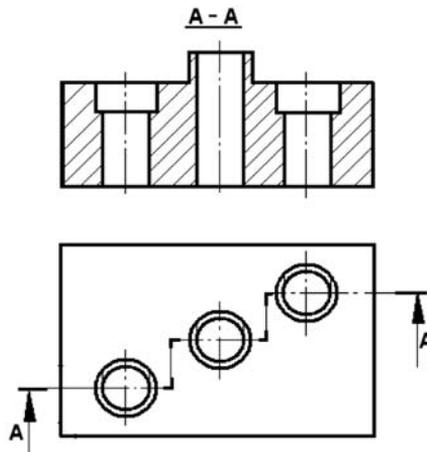


el corte.

Corte. Concepto: es la representación convencional sobre un plano de proyecciones de la figura obtenida de la intersección de un plano secante virtual y el producto.

Fig. 20. Axonométrico de un artículo y su corte.

En la **figura 21** se observa cómo durante el corte se representan



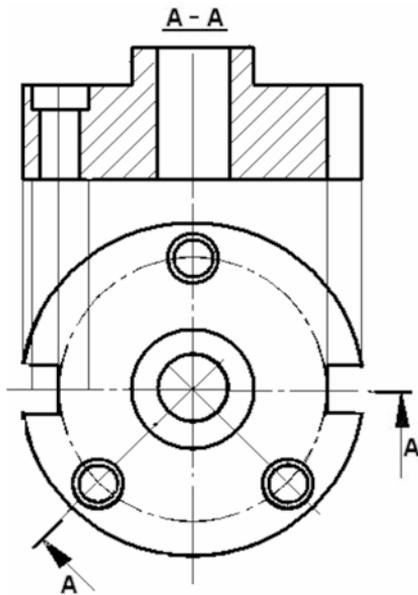
todos los elementos intersecados y los que se encuentran detrás del

plano secante virtual. Los elementos intersecados se rayan, no así los nervios cortados longitudinalmente por un problema convencional.

Fig. 21. Representación del corte.

BASES PARA LA APLICACIÓN DEL CONVENCIONALISMO DE CORTE

1. El plano de corte se hace pasar por todas aquellas cavidades, agujeros y elementos de los cuales se quiere brindar información



acerca de su forma y dimensiones.

2. Se utilizan los principios de la proyección ortogonal.
3. El corte resultante podrá ocupar la posición de una vista básica, una auxiliar u otra posición.

Elementos que caracterizan el corte (ver **figura 21**):

Plano de corte

- Divide en dos partes el artículo, se representa en el dibujo de vistas múltiples mediante un símbolo.
- La cabeza de flecha indica la dirección de observación.
- La letra se coloca siempre en posición horizontal y en los extremos de la flecha.

Rótulo de identificación de la vista en corte

En correspondencia con el símbolo se coloca sobre la vista en corte las mismas letras utilizadas en el símbolo del plano, preferentemente en el lado izquierdo superior o en su mitad superior.

Rayado

Constituye el principal convencionalismo, utilizado para representar las zonas cortadas por el plano de corte. Se traza con un ángulo de 45 grados respecto a la horizontal. También es posible utilizar 60 y 30 grados en dependencia de si el rayado es paralelo o no al borde de la representación.

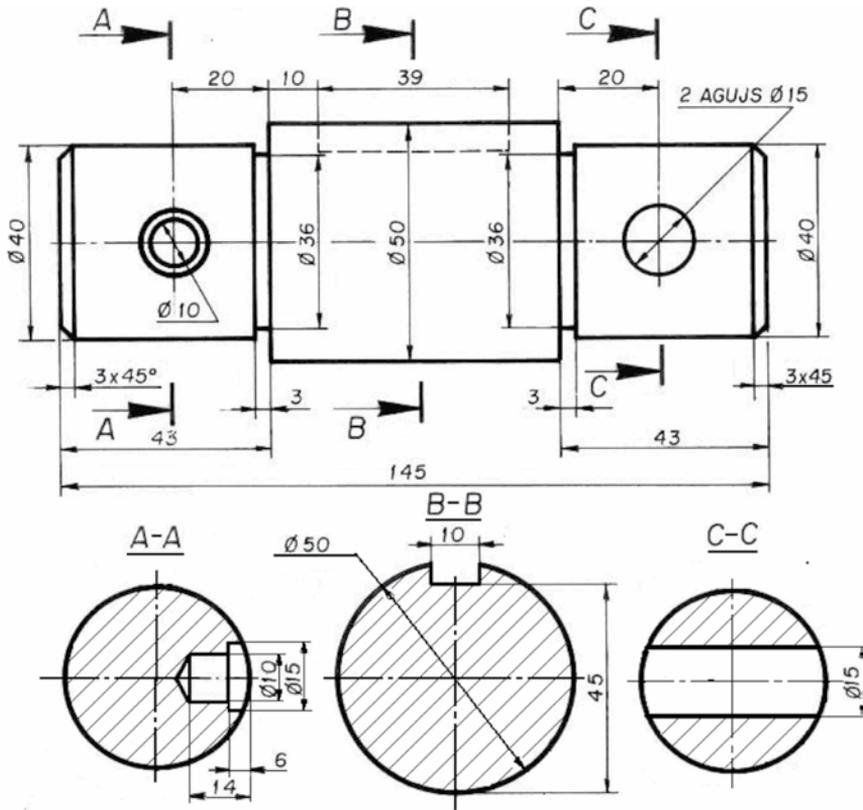
En la lectura e interpretación de los cortes se tiene en cuenta que:

- Las áreas intersecadas por el plano de corte son las partes macizas del artículo.
- Las áreas no rayadas representan cavidades, agujeros, etc., por las cuales pasa el plano de corte y quedan detrás de él, el análisis de estas se hace en conjunto con las demás vistas para poder hacer una correcta interpretación.

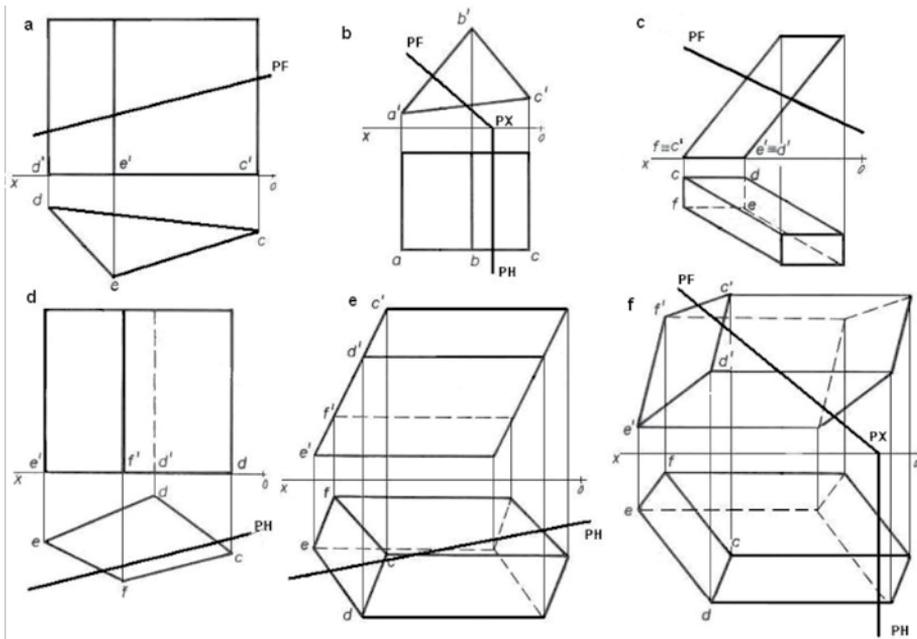
5.4. CLASIFICACIÓN DE LOS CORTES

Fig. 22. Cuadro resumen de los cortes.

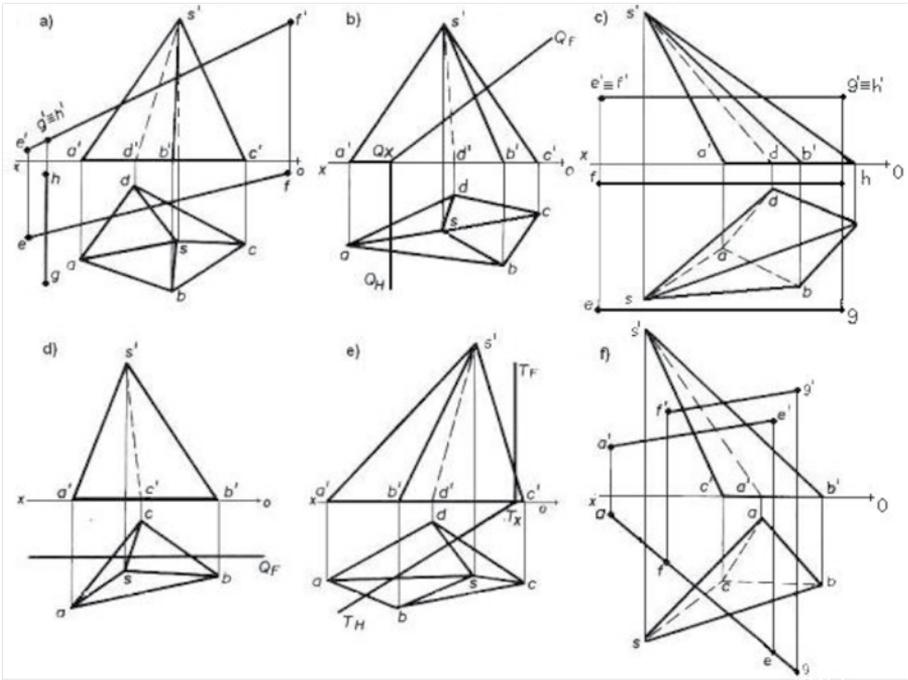
Corte simple: el plano de corte está formado por una sola superficie. Si la vista en corte resultante de un corte simple ocupa la posición de una vista básica correspondiente a la dirección de observación asumida es posible no indicar el símbolo correspondiente al plano de corte y la identificación de la vista.



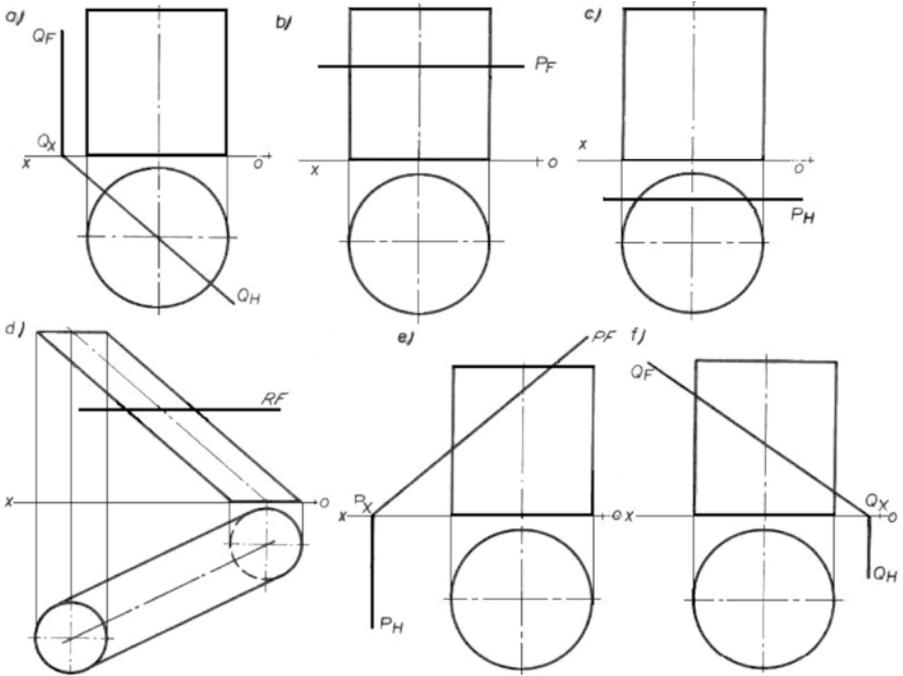
Corte complejo: el plano de corte está formado por dos o más superficies de corte.



Corte escalonado: cuando el plano de corte está constituido por varios planos paralelos colocados uno detrás de otro, que atravie-



san cavidades no alineadas. En la **figura 23** se observa cómo el plano de corte representado en la vista superior pasa por los tres



agujeros y cómo en la vista frontal observamos los cortes en la misma dirección que indican las flechas del plano de corte.

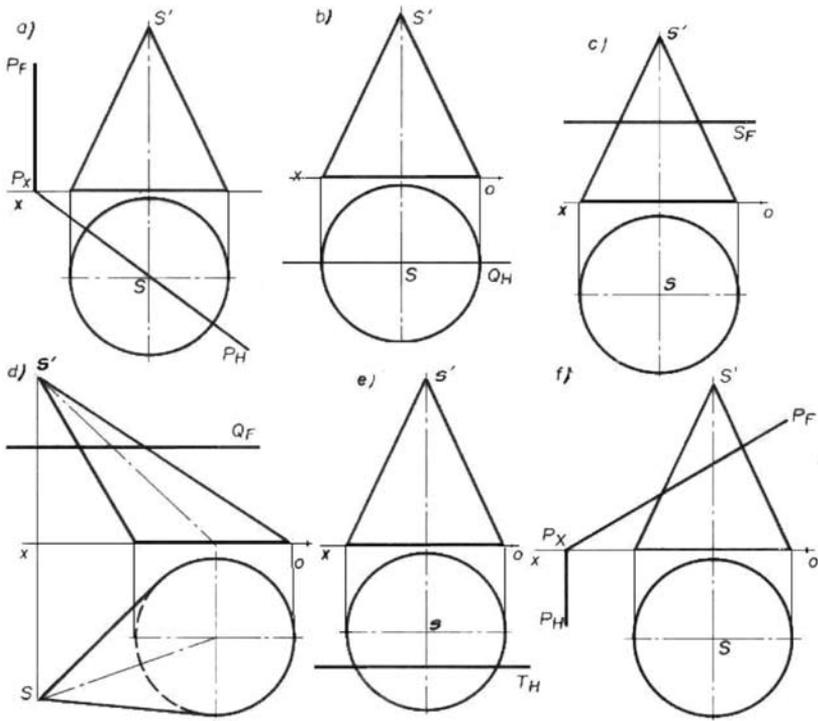
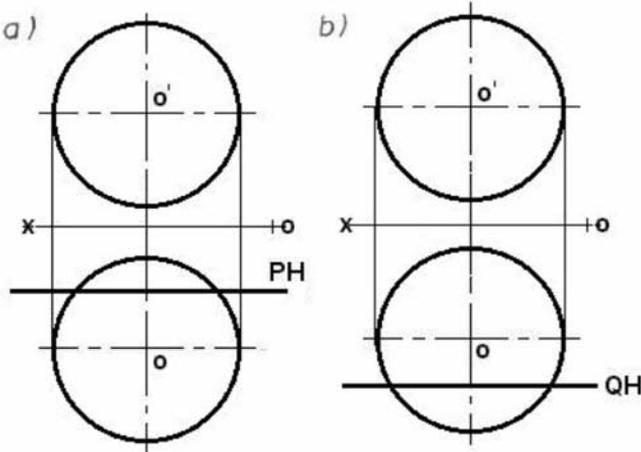
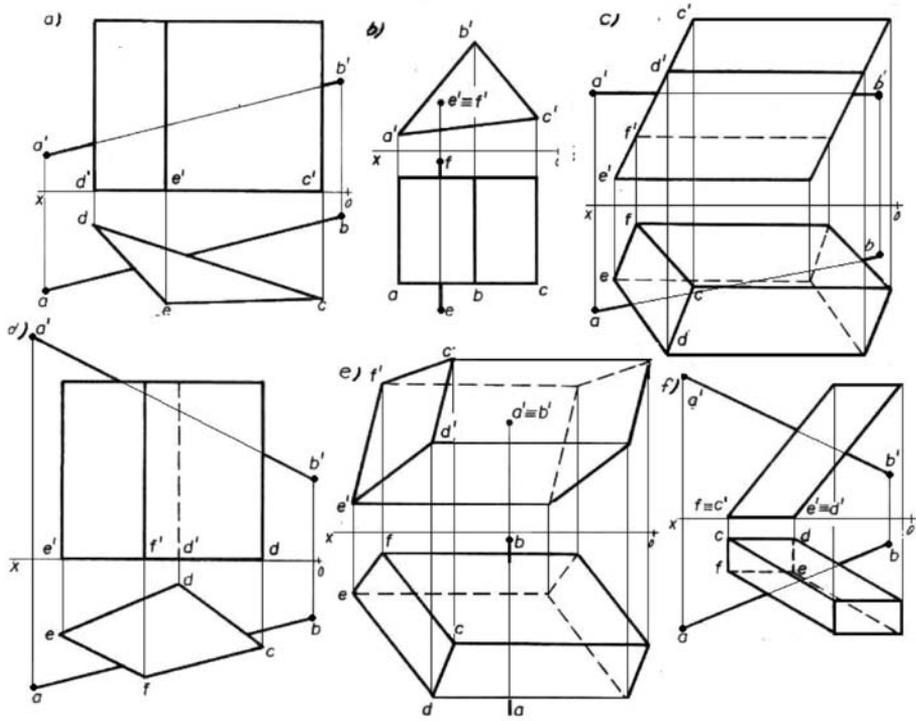


Fig. 23. Corte escalonado.

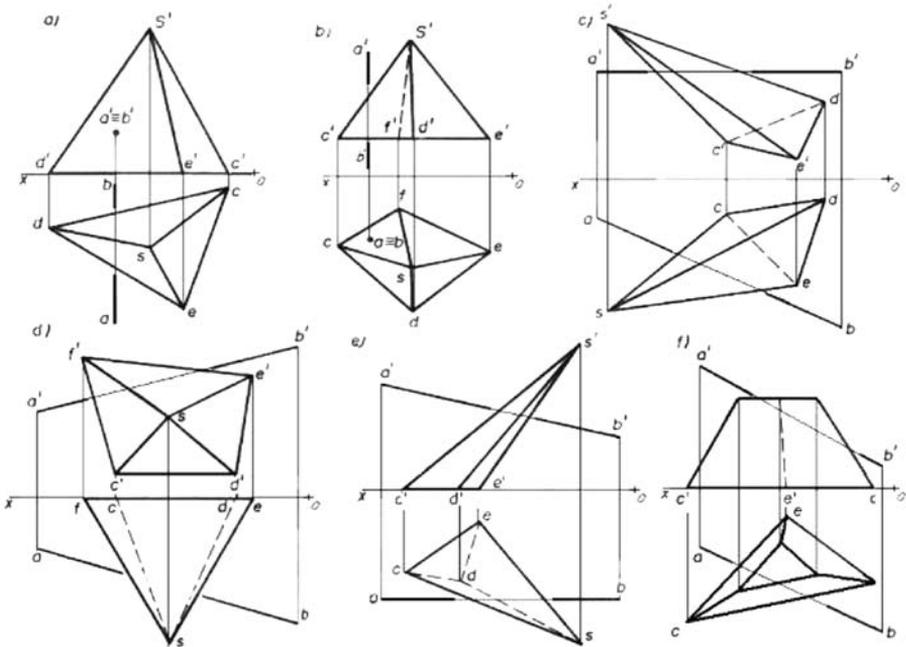
Corte quebrado: cuando el plano de corte está constituido por dos



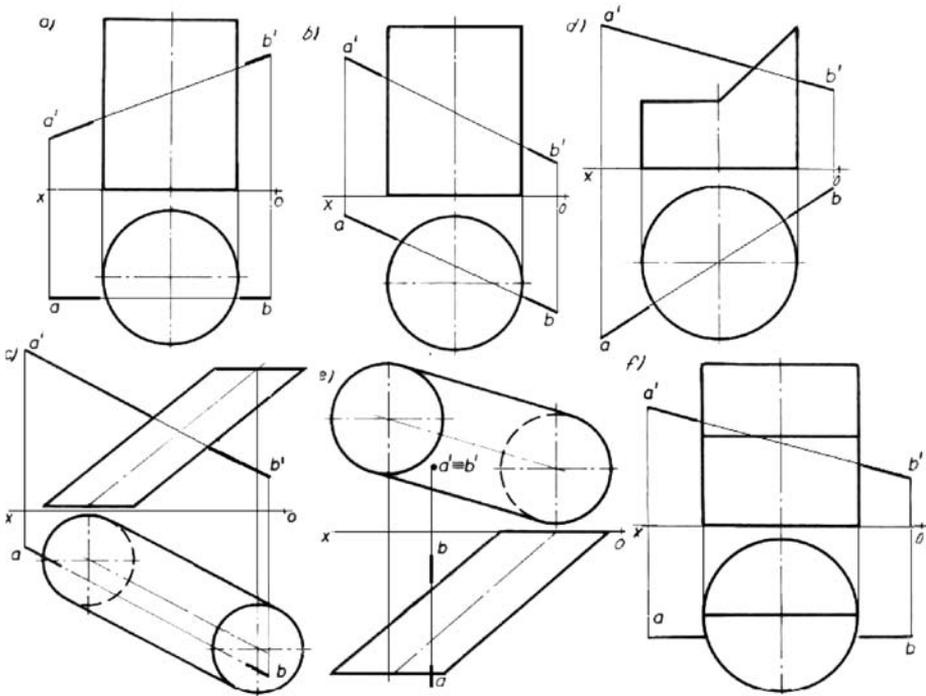
o más planos que se cortan en una línea que, por lo general, coinci-



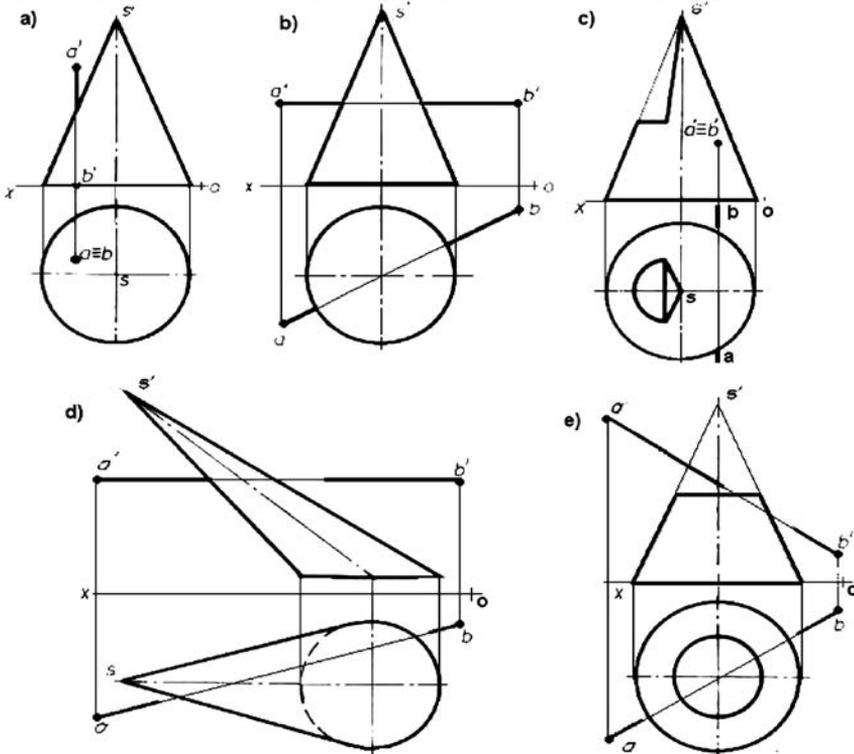
de con un eje de simetría.



La representación en corte debe quedar alineada por lo que los elementos y detalles intersecados por planos oblicuos se giran hasta



una posición paralela al plano de proyección, sin variar la posición los elementos que no están afectados por el corte o se encuentran



detrás de él.

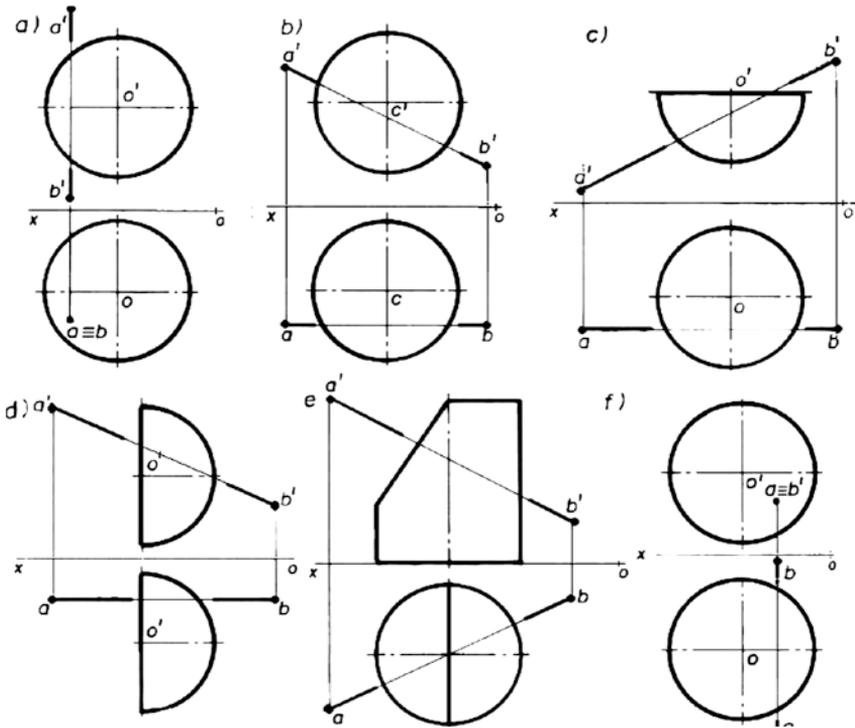
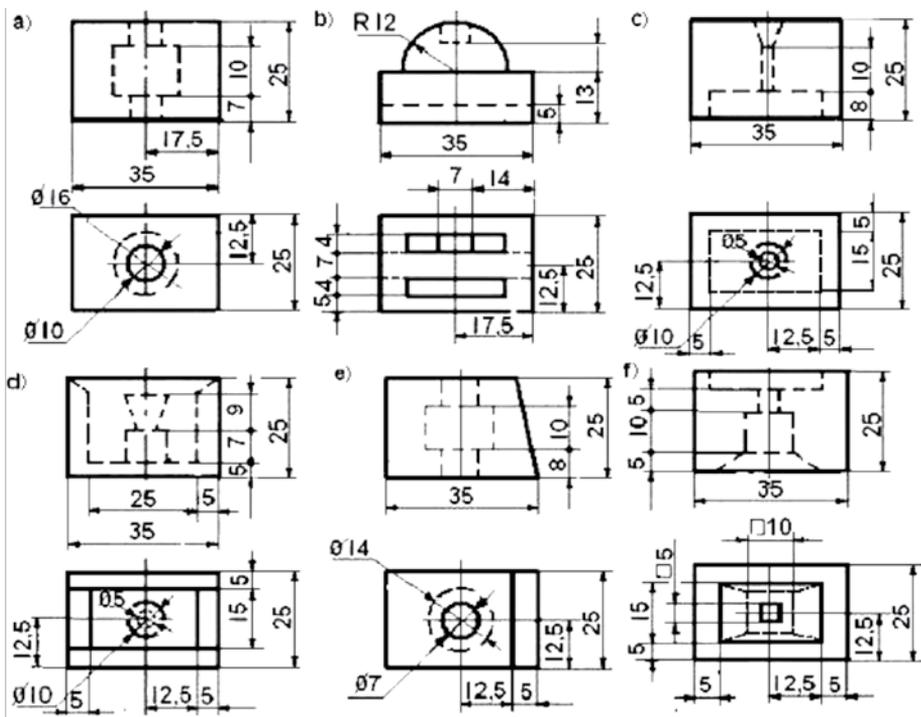
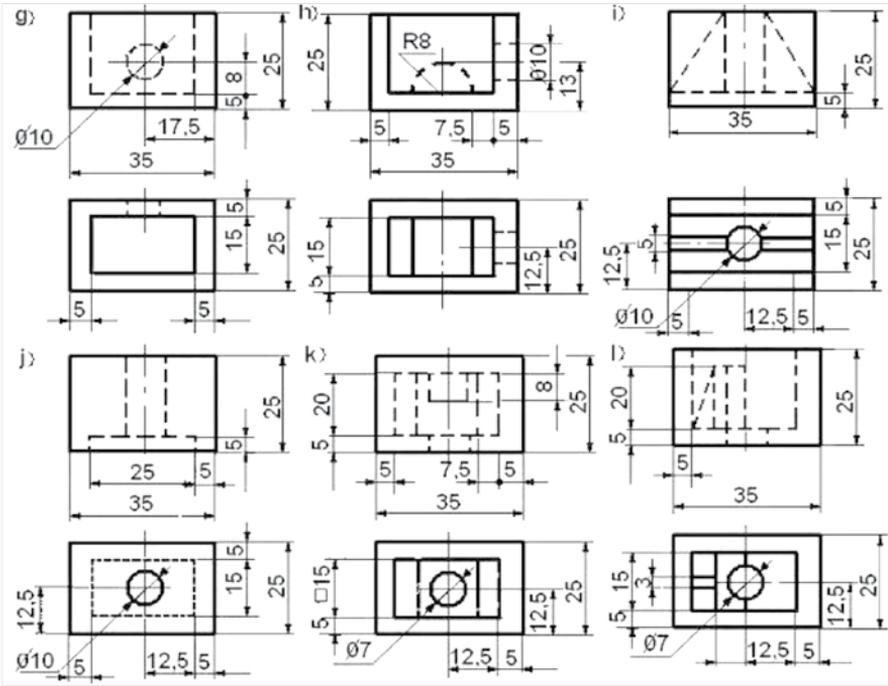
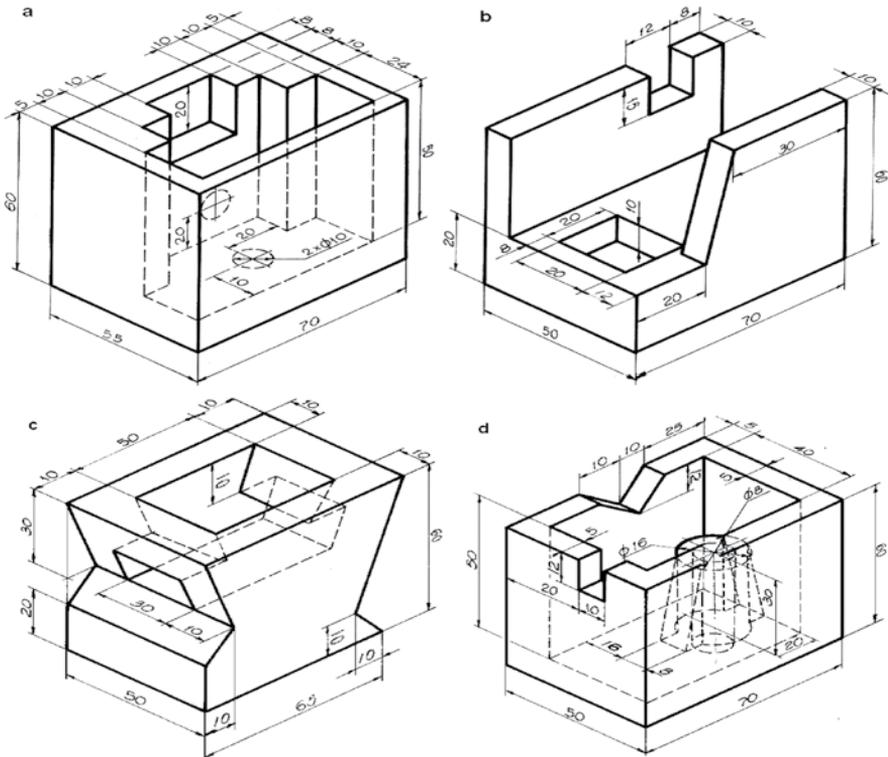


Fig. 24. Corte quebrado.

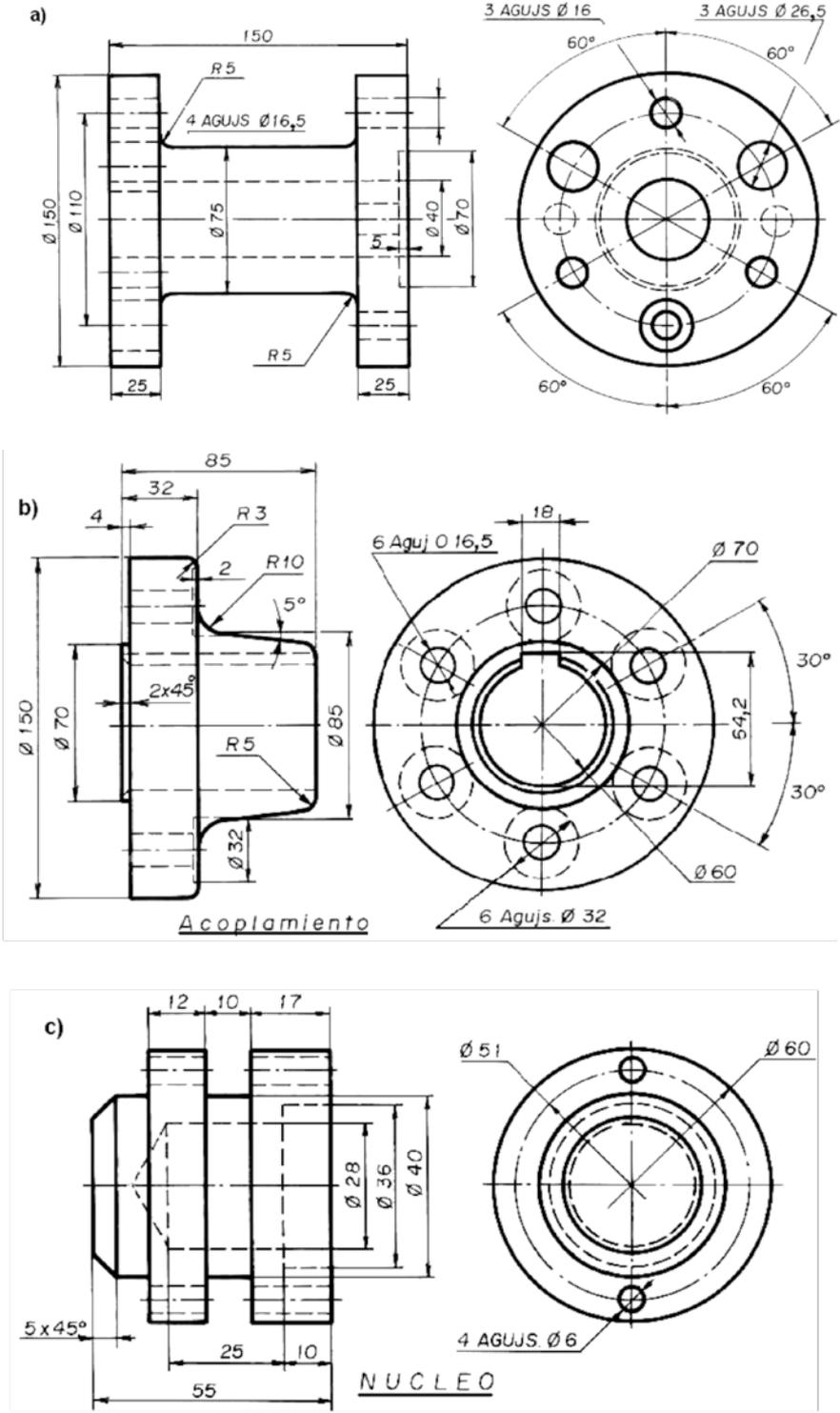


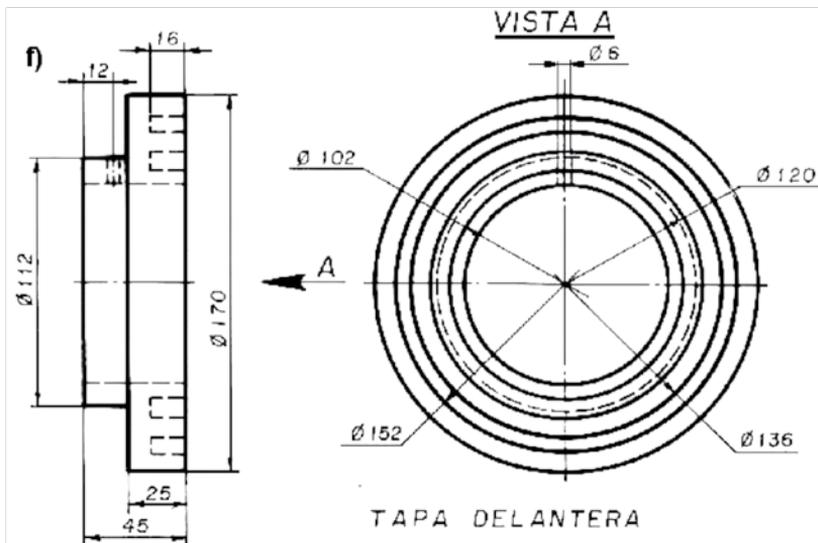
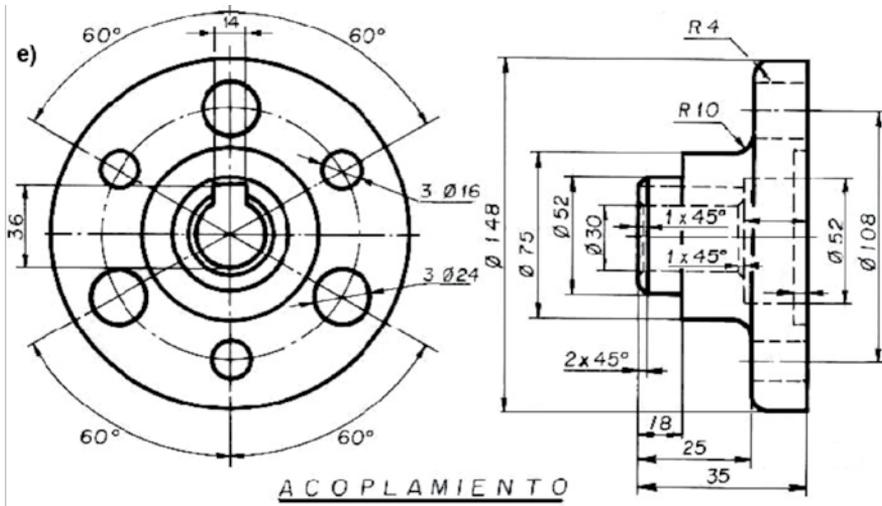
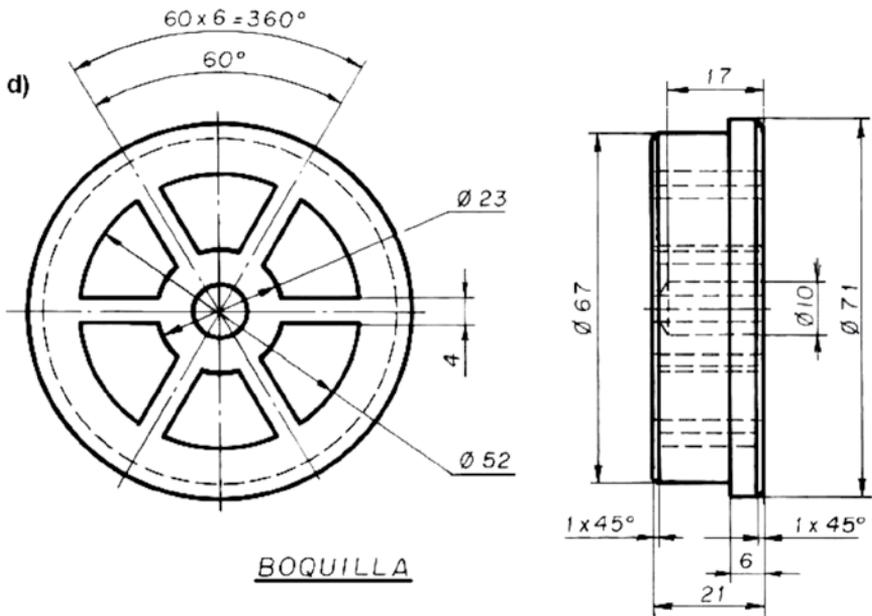


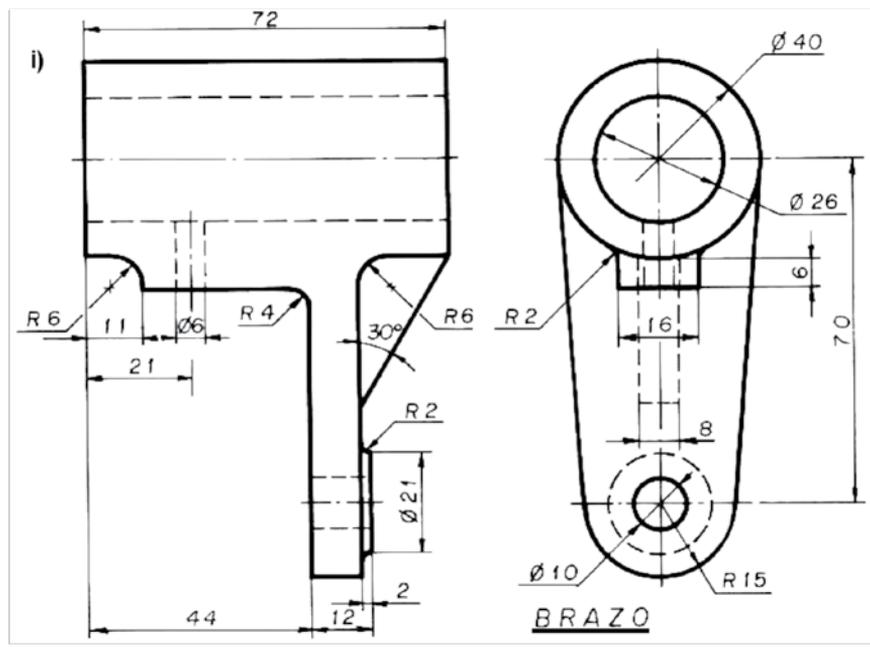
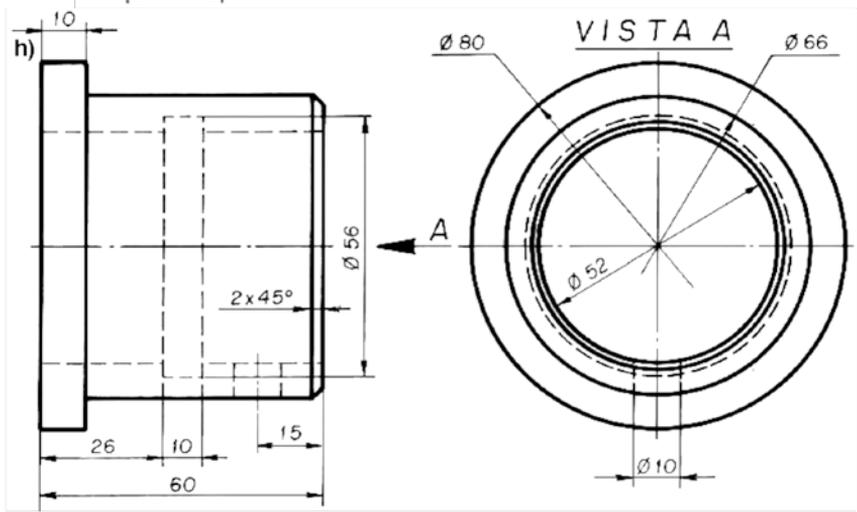
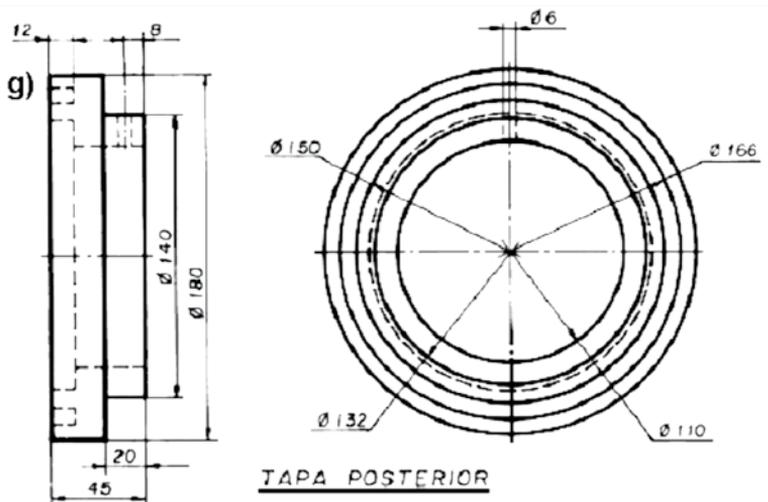
Cortes circulares: se utiliza cuando los elementos o detalles a mostrar están en el plano de una curva. La representación se realiza ha-



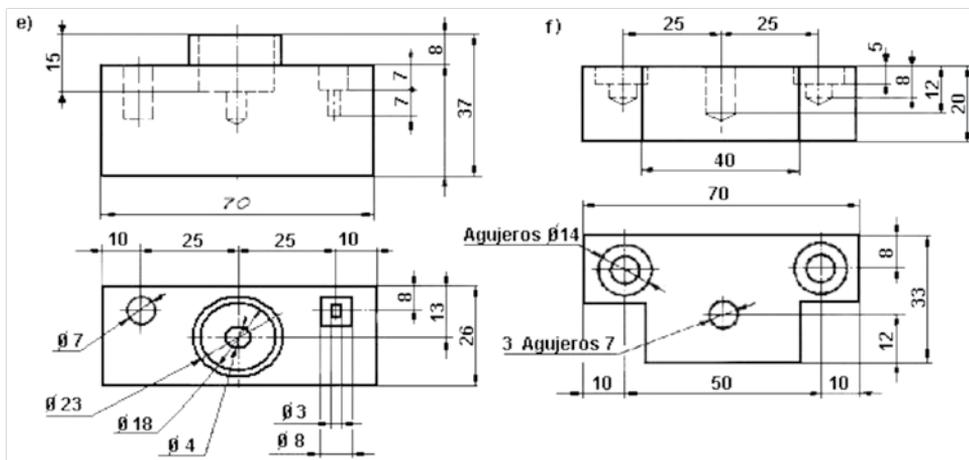
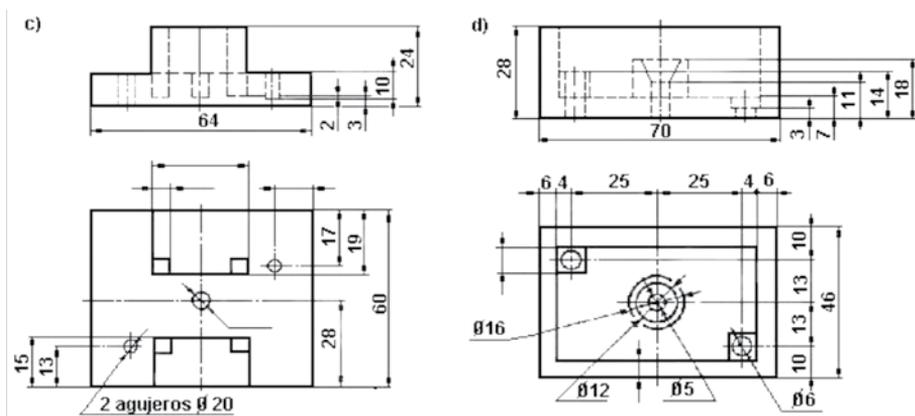
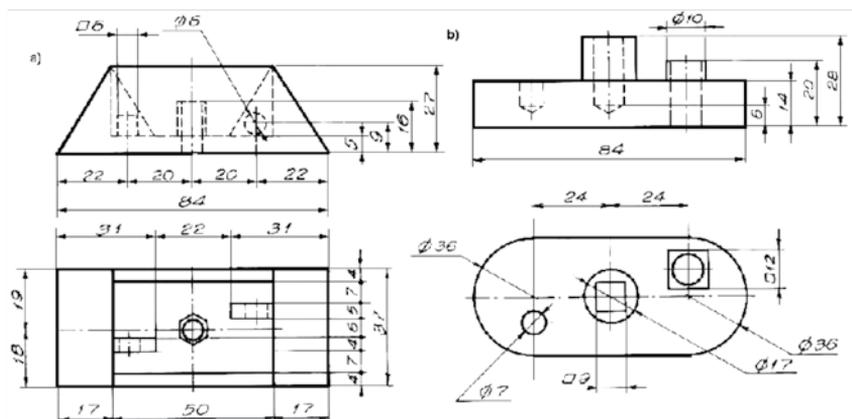
ciendo la rectificación del arco por donde pasa el plano de corte.

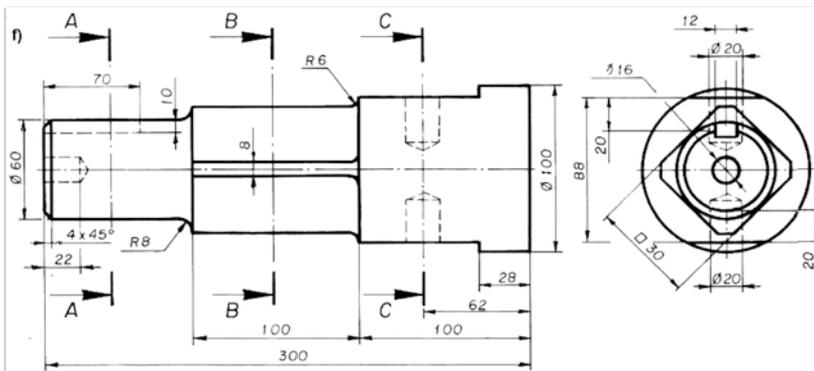
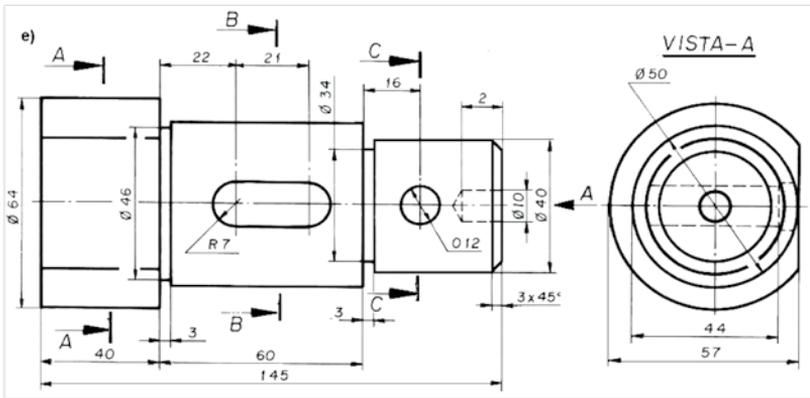
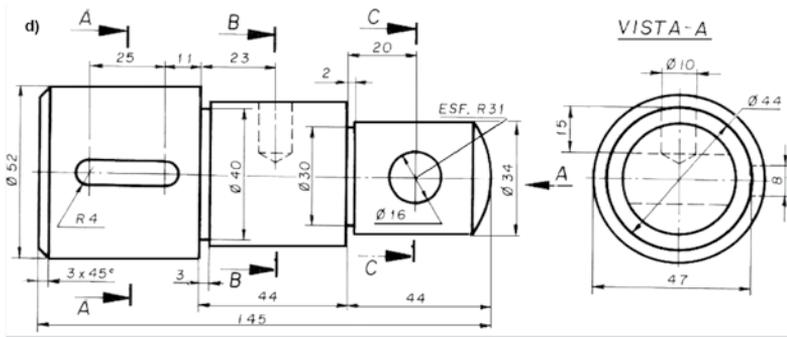
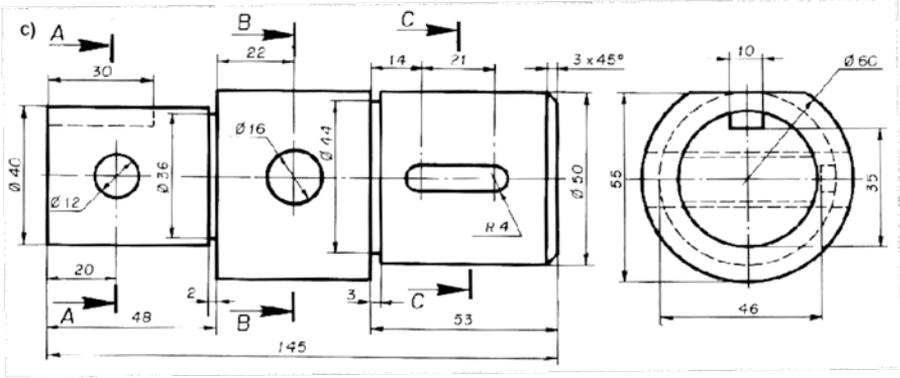


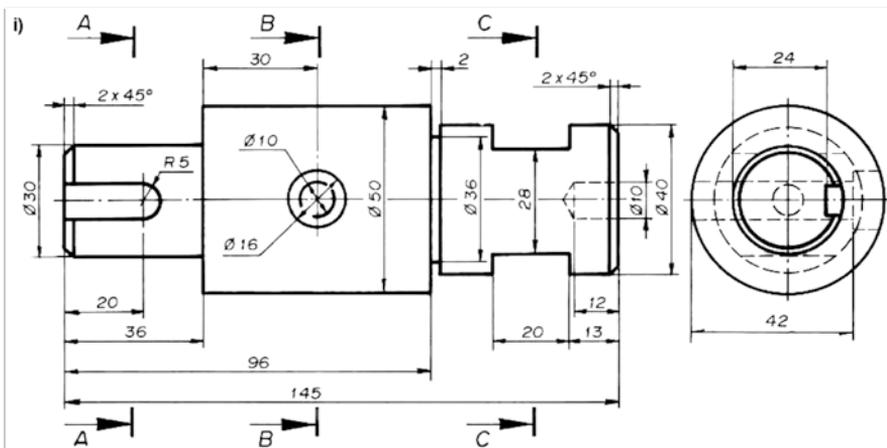
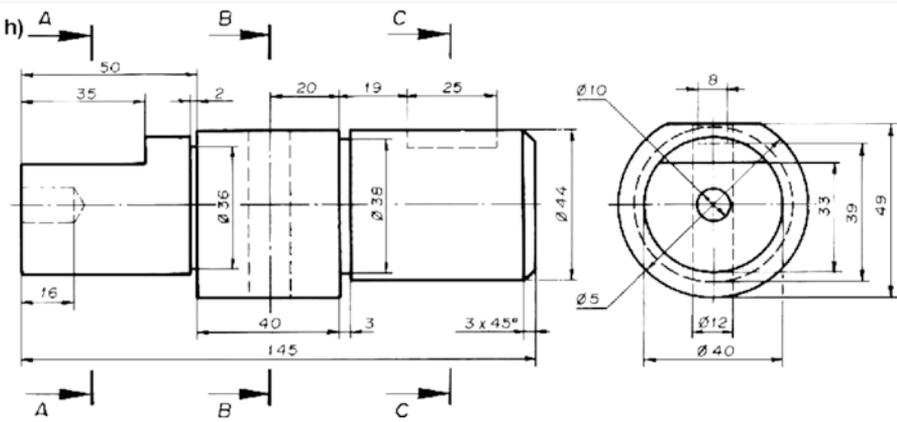
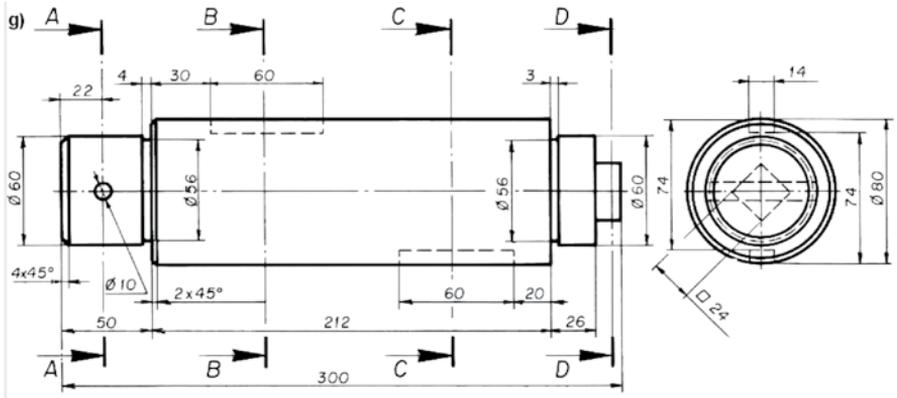


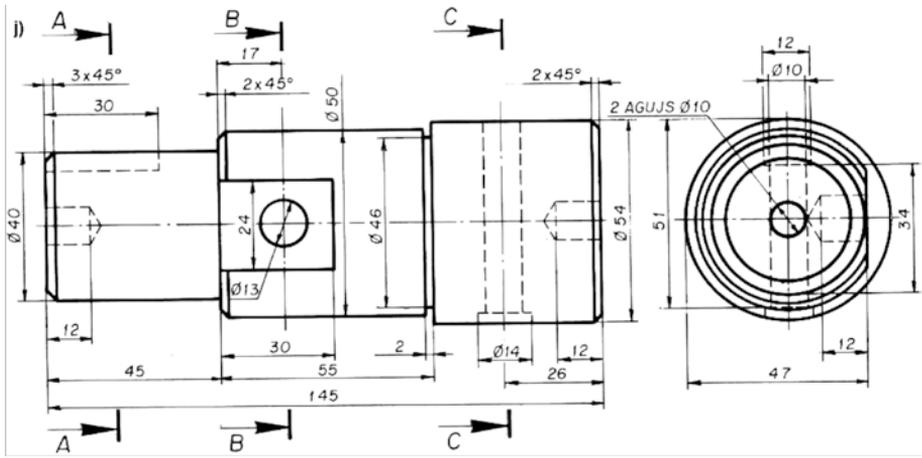


Corte mixto: cualquier combinación hecha con los cortes anteriores.









en corte y pueden ser:

Medio corte: se aplica a los artículos que tienen eje de simetría, siendo éste la línea límite entre el corte y la vista exterior.

Cortes locales o roturas: se construyen en las vistas y se limitan a mostrar una parte del interior del artículo.

Nervadura: es por lo general una pieza que se adiciona a un artículo con el objetivo de aumentar su resistencia.

El corte de un nervio por un plano secante puede ser realizado de dos maneras:

1. Cuando el plano de corte es paralelo al plano del nervio (longitudinalmente). Aunque se intersecta por el plano de corte, no se raya como se observa en la **figura 21**.
2. Cuando el plano de corte no es paralelo al plano del nervio (transversalmente). Se raya la parte intersecada por el plano de corte.

5.5. LA SECCIÓN COMO CASO PARTICULAR DEL CORTE

Los principios teóricos que se aplican en la sección se corresponden con el corte, siendo por esto la sección un caso particular de corte.

Sección. Concepto: es un corte en el cual solo se representa la parte del producto que está en contacto con el plano secante virtual.

Se emplea en productos cuya sección transversal varía en tamaño y forma, así como para mostrar secciones rectas. En todo momento el plano de corte será perpendicular al eje, superficie u otro elemento

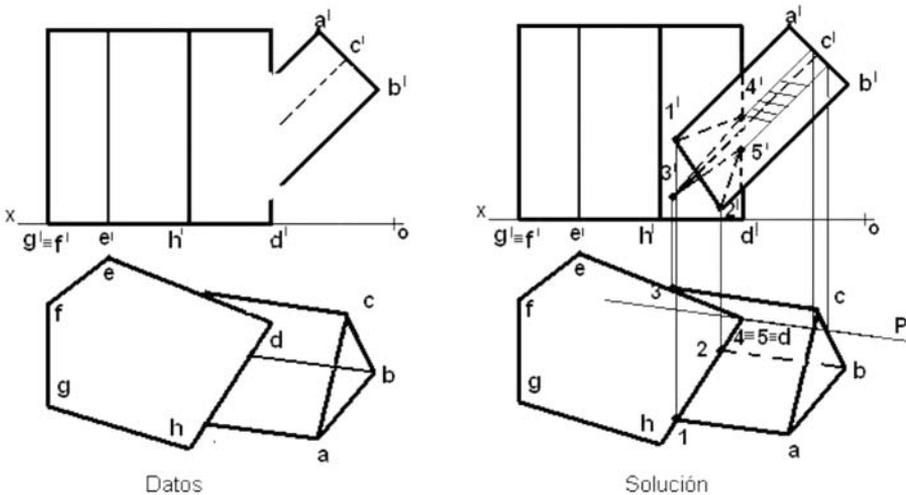
del producto. En ningún caso la sección resultante se representará como elementos independientes.

Las secciones al igual que en los cortes pueden estar en su lugar, desplazadas, giradas, superpuestas, entre otras.

Fig. 25. Representación de secciones.

EJERCICIOS

1. Determine la sección en los prismas siguientes:
2. Determine las secciones que originan los diferentes planos con los cuerpos geométricos.
3. Determine las secciones que originan los planos dados en los cuerpos geométricos.
4. Determine la sección que origina el plano al cortar el cono de revolución.
5. Determine la sección que se origina en una esfera al pasar un plano de corte.
6. Determine los puntos de intersección entre una recta y un prisma.
7. Determine los puntos de intersección entre una recta y una pirámide.
8. Determine los puntos de intersección entre una recta y un cilindro.
9. Determine los puntos de intersección entre una recta y un cono.
10. Determine los puntos de intersección entre una recta y un cuer-

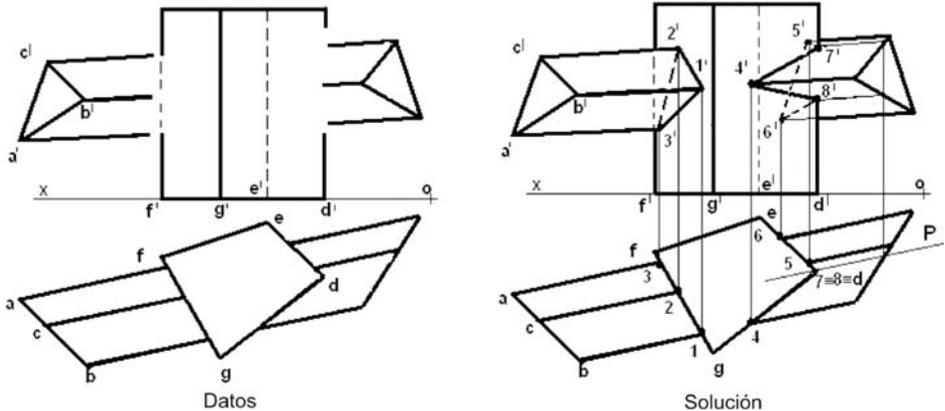


po de superficie curva.

11. Represente las vistas necesarias.
12. Determine las vistas necesarias empleando los convencionalismos necesarios.
13. Determine las vistas necesarias y su acotado.
14. Represente las vistas necesarias.
15. Represente las secciones señaladas.

Capítulo VI

INTERSECCIÓN ENTRE CUERPOS GEOMÉTRICOS



INTRODUCCIÓN

En la técnica muy pocas veces se ven independientes los cuerpos geométricos, generalmente estos están combinados; este capítulo está referido fundamentalmente a la intersección recíproca de los cuerpos geométricos.

Contenidos de este capítulo. Intersección recíproca de cuerpos geométricos. Intersección entre poliedros. Intersección entre cuerpos de superficie curva.

6.1. INTERSECCIÓN RECÍPROCA ENTRE POLIEDROS

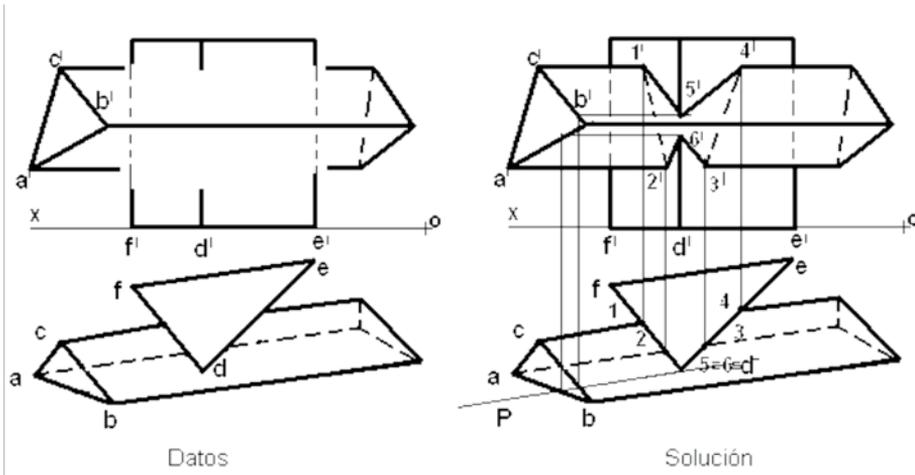
Toda intersección entre poliedros está basada en la determinación de intersecciones entre dos planos que en este caso son las caras de

los poliedros.

Para determinar la intersección entre dos poliedros es necesario conocer cómo se determina la intersección de una recta con un poliedro, por tanto, para determinar la intersección entre poliedros se aplica este procedimiento hasta lograr la solución.

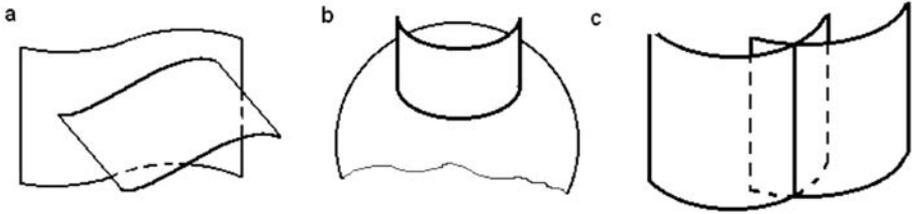
MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA DE INTERSECCIÓN ENTRE DOS POLIEDROS

1. Análisis de las proyecciones para conocer las características proyectivas y geométricas de los cuerpos.
2. Determinar por simple inspección cuáles aristas intervienen en



la intersección.

3. Determinar si estamos en presencia de una penetración o de una mordedura.
 - **Mordedura:** al menos existe una arista de cada cuerpo que no participa en la intersección.
 - **Penetración:** cuando todas las aristas de uno de los cuerpos intersecan al otro. La penetración puede ser de entrada (ver la figura) o de entrada y salida.
4. Determinación de los puntos que se pueden obtener de manera directa.
5. Determinación de los restantes puntos de intersección empleando el método de los planos auxiliares secantes.
6. Unión de las proyecciones de los puntos de intersección.
7. Determinación de la visibilidad de cada lado de la poligonal de intersección en cada proyección.



8. Trazado final.

DETERMINACIÓN DE LA INTERSECCIÓN ENTRE DOS POLIEDROS EN EL SISTEMA DE DOS PLANOS DE PROYECCIONES (FIGURA 1.)

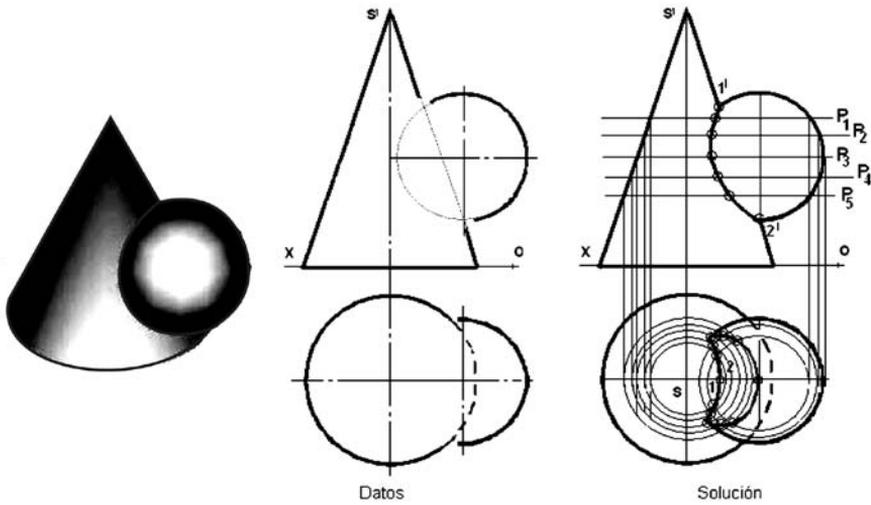
Fig. 1. Intersección de poliedros, penetración con entrada.

En la **figura 1** podemos observar cómo todas las aristas de un cuerpo intersectan al otro cuerpo, de ahí que reciba el nombre de **Penetración**, en el siguiente paso observamos cuáles serán nuestros puntos directos, observen que el plano ED tiene propiedad colectora en su proyección horizontal obteniéndose el punto 3 de igual forma el punto 1 y 2 en el plano HD , la arista D corta al poliedro que penetra en dos de sus caras, de ahí que se encuentren los puntos indirectos correspondientes a 4 y 5; para proyectar estos puntos en la proyección frontal es necesario obtener una sección utilizando el método de los planos auxiliares secantes. Determinamos la poligonal correspondiente a los puntos 1-4; 4-3; 3-5; 5-2; 2-1. Posteriormente analizaremos la visibilidad, recuerde que en este caso debe analizarse la visibilidad donde unimos los puntos, y después realizamos el trazado final.

DETERMINE LA INTERSECCIÓN ENTRE LOS POLIEDROS DADOS

Fig. 2. Intersección de poliedros, penetración con entrada y salida.

Aquí podemos observar que al igual que, en el caso anterior, todas las aristas de un cuerpo penetran en el otro cuerpo por lo que estamos en presencia de una **Penetración**, pero a diferencia, en este caso tenemos una entrada y una salida por lo tanto tenemos **Penetración con entrada y salida**, y, por lo tanto, tenemos dos poligona-



les, procedemos de la misma forma primero con la entrada, donde observamos que los puntos 1, 2, 3 corresponden a puntos directos, y en la salida los puntos directos corresponden a 4, 5 y 6 y los puntos 7 y 8 corresponden a puntos indirectos que son resultados de determinar la sección que origina el plano P , en estos casos tenemos una poligonal 1-2, 2-3 y 3-4 y la otra poligonal corresponde a 4-7, 7-5, 5-6, 6-8 y 8-5, se analizará su visibilidad y su trazado final.

DETERMINE LA INTERSECCIÓN ENTRE LOS POLIEDROS DADOS

En este caso (**figura 3**) observemos que al menos una de las aristas de cada cuerpo no participan de la intersección, la arista B de un cuerpo y las aristas F y E del otro. En este caso estamos en presencia de una **Mordedura**, solo existe una línea poligonal, los puntos directos están donde existe propiedad colectora y corresponden a los puntos 1, 2, 3 y 4, y los puntos indirectos corresponden a los puntos 5 y 6 y se obtienen de forma indirecta por medio de una sección, trazando un plano secante P a través de la arista correspondiente. La poligonal quedará de la forma siguiente: 1-5, 5-4, 4-3, 3-6, 6-2 y 2-1. Analizar como en los casos anteriores la visibilidad y el trazado final.

Fig. 3. Intersección entre poliedros. Mordedura.

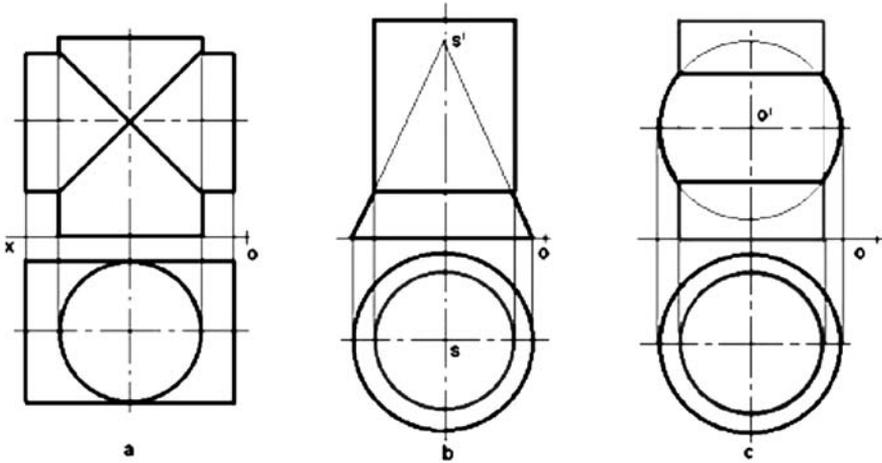
6.2. INTERSECCIÓN ENTRE CUERPOS DE SUPERFICIE CURVA

A diferencia de las intersecciones entre poliedros, donde la línea de intersección no presentaba características específicas, en la intersección entre dos cuerpos de superficie curva sí existen alguna situacio-

nes de interés que serán presentadas a continuación. Cuando dos cuerpos de superficie curva se intersectan, la línea de intersección puede ser:

- Una línea curva espacial.
- Una línea curva plana.
- Una línea recta.

Fig. 4. Líneas producidas por la intersección entre superficies curvas.



Para la determinación de estas líneas se dispone de diferentes métodos, uno de los cuales será estudiado a continuación.

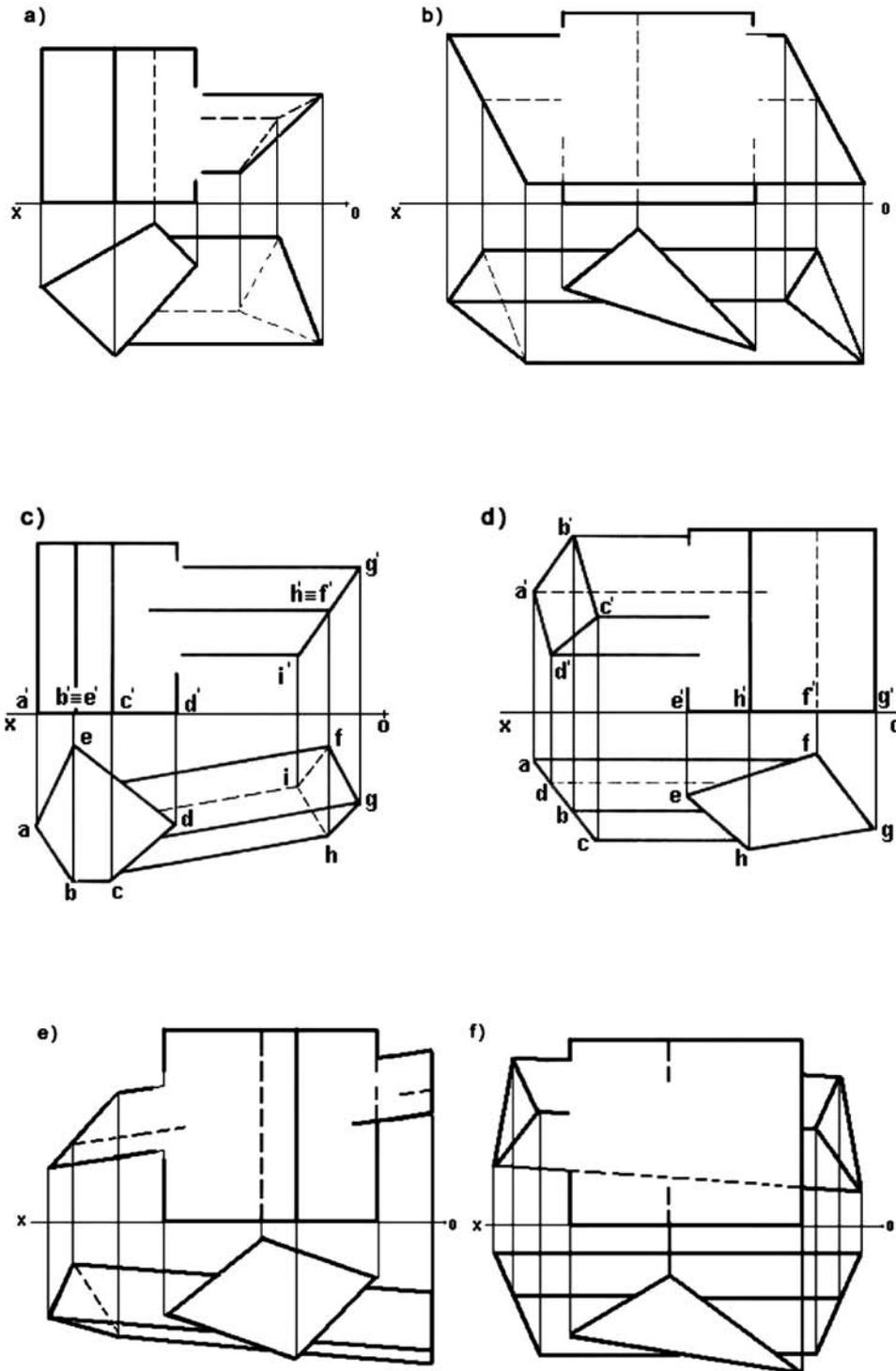
MÉTODO DE LOS PLANOS SECANTES PARA LA DETERMINACIÓN DE LA INTERSECCIÓN ENTRE DOS CUERPOS DE SUPERFICIE CURVA

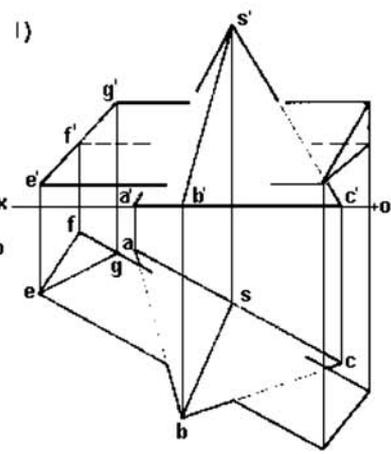
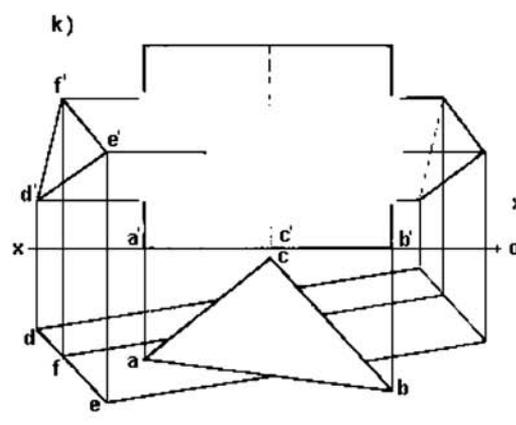
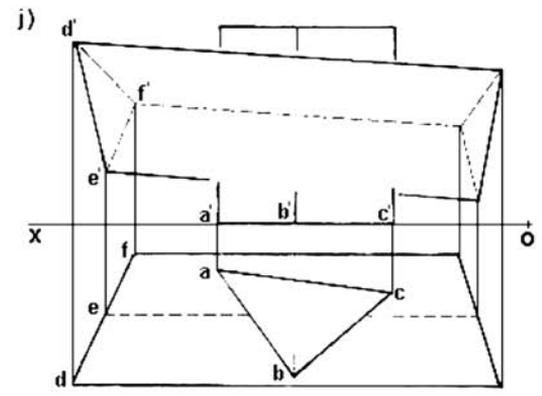
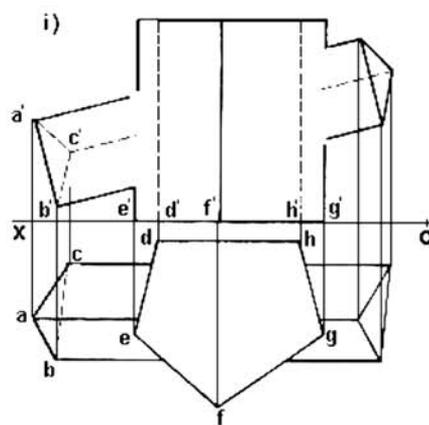
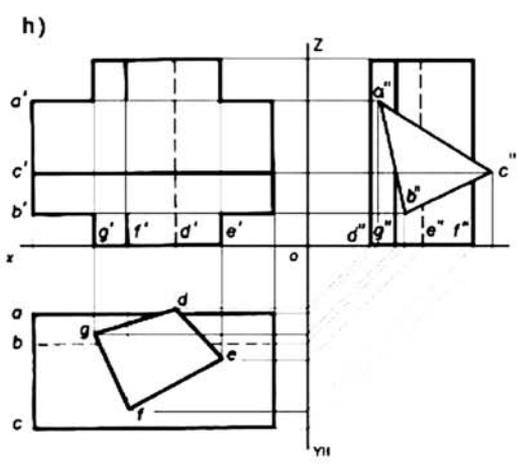
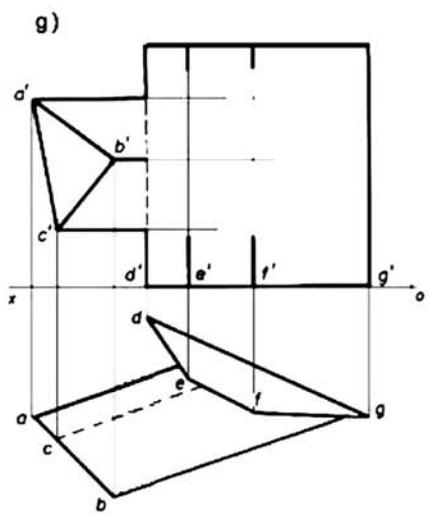
Al igual que en el caso de los poliedros, es conveniente abordar la solución de este tipo de intersecciones apoyándonos en un método de trabajo, el cual se describe a continuación y consta de los pasos siguientes:

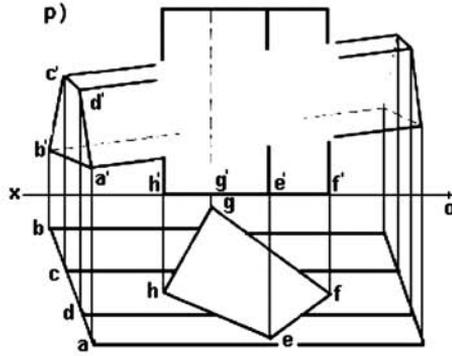
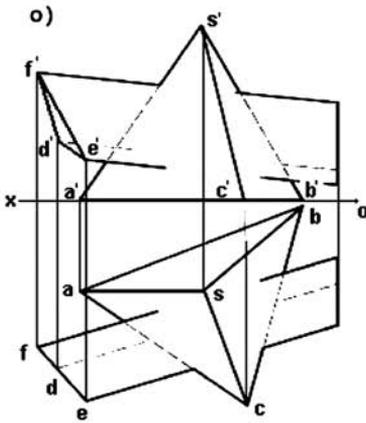
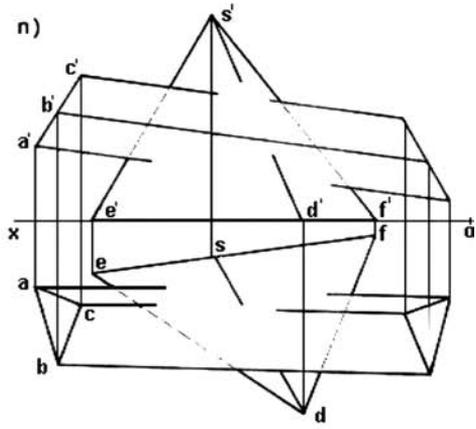
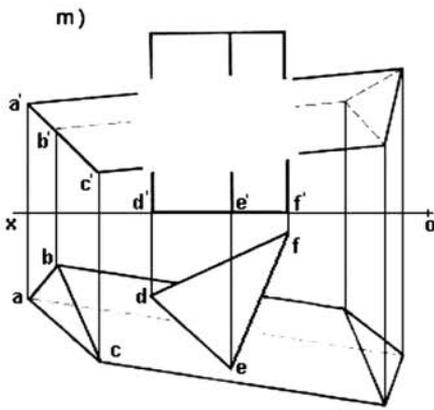
1. Análisis de las proyecciones para precisar las características de los cuerpos que intervienen en la intersección, lo cual permitirá decidir la forma más conveniente en que se debe abordar la resolución del problema.
2. Determinación de los puntos directos, los cuales normalmente se localizan en la intersección de las generatrices de contorno en cada proyección.
3. Determinación de los puntos restantes mediante planos secantes que produzcan secciones de fácil trazado. En este paso es de suma importancia la selección de los planos a utilizar, buscando obtener secciones en ambos cuerpos que sean de trazado directo para fa-

cilitar el proceso de obtención de los puntos de la curva solución.

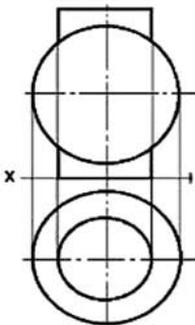
4. Unión de los puntos teniendo en cuenta la visibilidad en cada



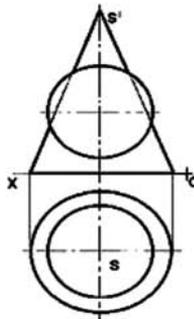




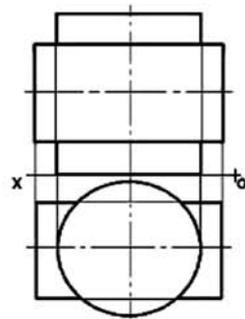
proyección.



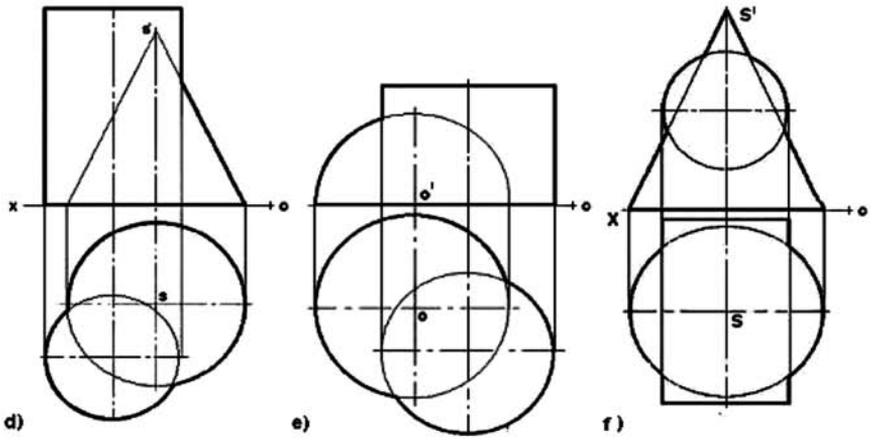
a)



b)

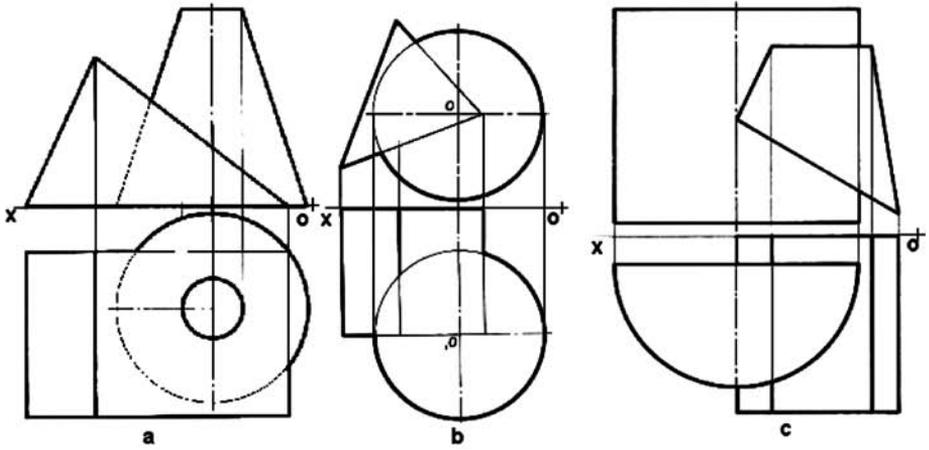


c)

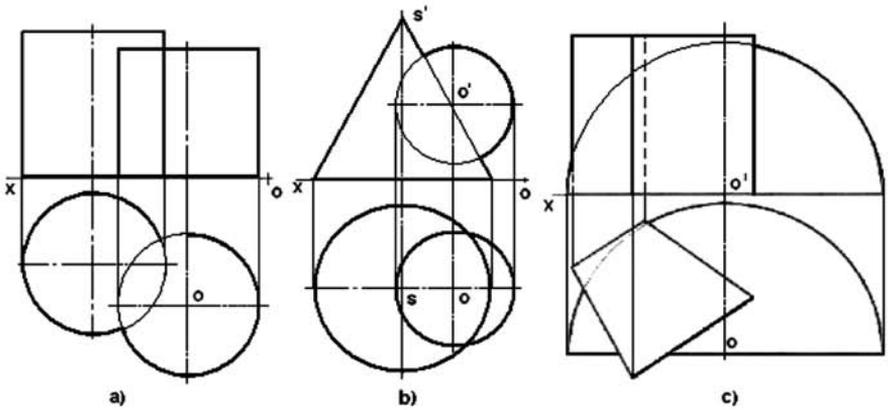


5. Trazado final.

Fig. 5. Intersección entre cuerpos de superficie curva.



Es importante tener en cuenta que en la determinación de los puntos

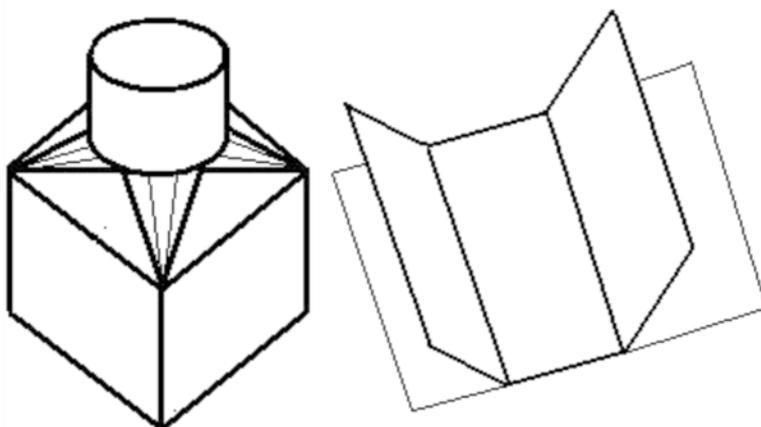


del tercer paso se deben considerar los puntos críticos, es decir, aquellos donde la curva alcanza sus puntos máximos y mínimos, y aquellos donde cambia la visibilidad de la línea de intersección.

En el primer caso dichos puntos no siempre son determinables de forma sencilla, y otros se pueden lograr por aproximación luego de conocer claramente la trayectoria que sigue la curva. La utilización de planos de simetría puede servir para el mismo fin, siempre que el caso lo permita.

Resolución del ejercicio de la figura 5

1. En este primer paso analizamos que tenemos un cono recto y una esfera, la proyección frontal coincide con las proyecciones de las secciones producidas por un plano secante paralelo al plano frontal que pasa por el eje de simetría de ambos cuerpos.
2. Se determinan los puntos directos que en este caso son los puntos $1'$ y $2'$, los cuales se encuentran en la generatriz del cono. Observe en la proyección frontal de la curva pasa de $1'$ hasta $2'$ y regresa por detrás hasta $1'$, de igual forma ocurre en la proyec-



ción horizontal.

3. Para determinar el resto de los puntos con el método de los planos secantes se pasan planos secantes P_1, P_2, P_3, P_4, P_5 , mientras más planos usted pase más exacta será la curva de intersección, estos planos P tienen la ventaja de determinar en la proyección horizontal secciones circulares en ambos cuerpos, y en las secciones que se intersecan es donde se obtienen los puntos de la curva, los cuales se proyectan a la proyección frontal. Es bueno señalar que no deben ser utilizados como planos secantes, planos paralelos al plano frontal de proyecciones puesto que originan en el cono hipérbolas que serían muy difíciles de construir, de ahí que la solución más fácil es la que mostramos en el ejercicio de la **figura 5**.

INTERSECCIONES QUE ADMITEN SOLUCIÓN GRÁFICA DIRECTA

La **figura 6** muestra problemas de intersecciones de trazado directo que evitarían aplicar el método de los planos secantes.

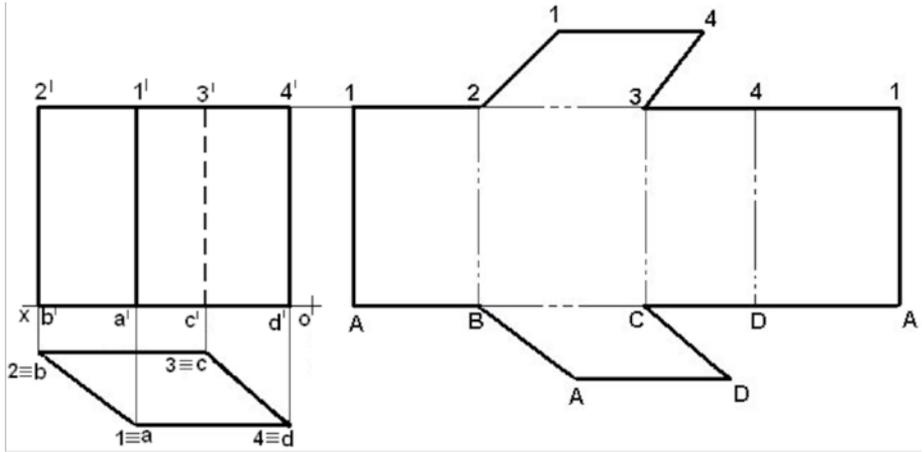
Fig. 6. Intersecciones de cuerpos geométricos de superficie curva que se obtienen directamente.

Las condiciones existentes en los casos mostrados que son:

- Ambos cilindros son de revolución y tienen el mismo diámetro. Además los ejes se proyectan en verdadera magnitud.
- Ambos cuerpos son de revolución (cono y cilindro) y colineales, y sus ejes se proyectan en verdadera magnitud.
- Ambos cuerpos son de revolución (cilindro y esfera) y sus ejes colineales se proyectan en verdadera magnitud.

Es decir, en todos los casos los cuerpos son de revolución y sus ejes se proyectan en verdadera magnitud obteniéndose como resultado que una de las proyecciones de la línea de intersección sea una línea recta, aunque en la realidad sean curvas circulares vistas de perfil, es decir, perpendiculares a uno de los planos de proyecciones.

Además que estos no son los únicos ejemplos que presentan estas características, ya que en general se obtiene una respuesta análoga

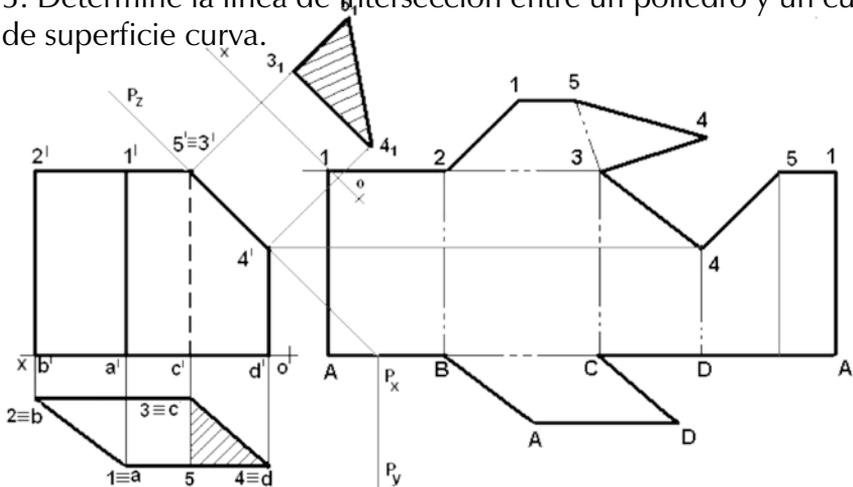


en toda intersección entre dos cuerpos de revolución que presentan sus ejes colineales y se proyectan en verdadera magnitud.

Existen otros métodos tales como el de las esferas secantes, cilindros secantes, como secantes.

EJERCICIOS

1. Represente la línea de intersección entre los poliedros representados.
2. Determine la línea de intersección de los cuerpos de superficie curva.
3. Determine la línea de intersección entre un poliedro y un cuerpo de superficie curva.



4. Determine la línea de intersección entre cuerpos geométricos.

Capítulo VII

DESARROLLO

INTRODUCCIÓN

La importancia del desarrollo radica en su aplicación para la construcción de objetos tales como recipientes para gases, sustancias sólidas o líquidas, trabajos de carpentería, chapistería, entre otras.

Contenidos de este capítulo. Desarrollo. Generalidades. Desarrollo de poliedros. Método de giro. Desarrollo de cuerpos de superficie curva.

7.1. DESARROLLO DE CUERPOS POLIÉDRICOS

Concepto: se llama desarrollo a la extensión de la superficie de un cuerpo sobre un plano.

Fig. 1. Superficies desarrollables.

ASPECTOS A TENER EN CUENTA PARA EL TRAZADO DEL DESARROLLO DE UN PRISMA POR EL MÉTODO DE LA SECCIÓN NORMAL

Existen diferentes métodos para realizar el desarrollo de un prisma, de los cuales solo estudiaremos el conocido con el nombre de “Método de la Sección Normal o Recta”.

Su aplicación implica poseer previamente la información siguiente:

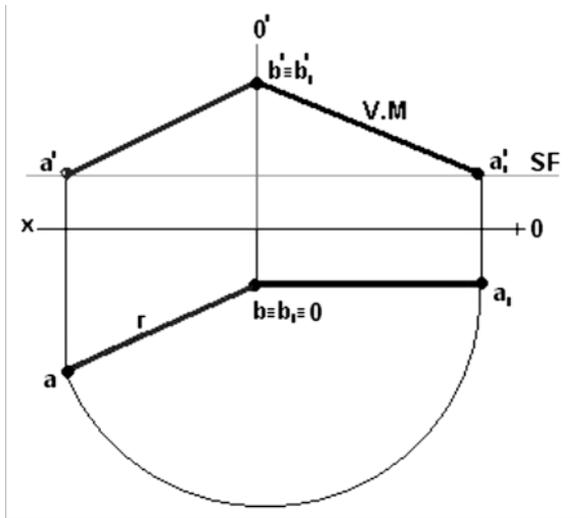


- Verdadera magnitud de las aristas laterales.

- Verdadera magnitud de las bases del prisma.
- Sección normal del prisma en verdadera magnitud. La sección normal se utiliza con el objetivo de conocer la verdadera magnitud de la distancia entre las aristas del prisma.

TRAZADO DEL DESARROLLO DE UN PRISMA RECTO QUE SE ENCUENTRA EN POSICIÓN PERPENDICULAR A UNO DE LOS PLANOS DE PROYECCIONES, POR EL MÉTODO DE LA SECCIÓN NORMAL

En este caso **figura 2** las proyecciones ortogonales del prisma nos



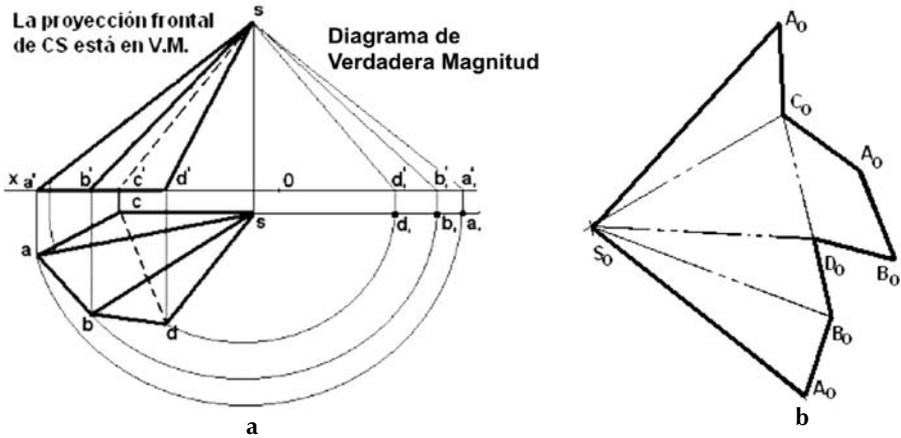
ofrecen toda la información necesaria para el trazado del desarrollo del cuerpo, observe que las aristas laterales y las bases se proyectan en verdadera magnitud y la sección recta coincide en magnitud y forma con las bases.

Para la construcción del desarrollo se parte de una línea recta sobre la cual se trasladan las distancias entre aristas tomadas de la sección recta o de las bases, en estos puntos se levantan perpendiculares sobre las que se trasladan las alturas de las aristas laterales, completándose el desarrollo de la superficie lateral del prisma, a continuación se agregan las bases al desarrollo y se aplican los diferentes tipos de líneas técnicas en la terminación de su representación.

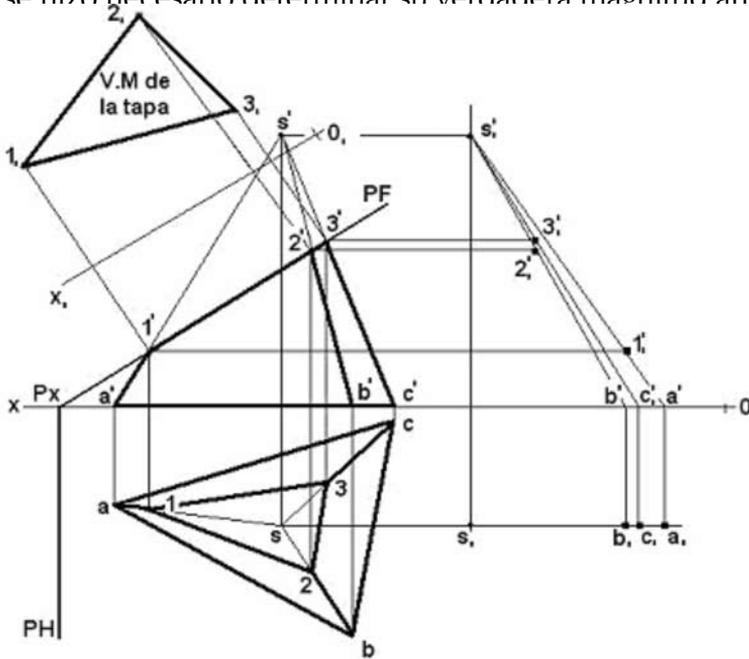
Fig. 2. Proyecciones de un prisma recto y su desarrollo.

TRAZADO DEL DESARROLLO DEL PRISMA TRUNCADO

En este caso se realiza el desarrollo de la superficie lateral del prisma



utilizando el mismo procedimiento del caso anterior y se trasladan las alturas de las aristas, que aquí no serán iguales en aquellas que fueron intersecadas por el plano de corte, se cierra la superficie lateral y se colocan las tapas. Es importante señalar que una de las tapas superiores del prisma está inclinada respecto al plano horizontal, por lo que se hizo necesario determinar su verdadera magnitud antes de



agregar al desarrollo.

Fig. 3. Proyecciones de un prisma recto truncado y su desarrollo.

DESARROLLO DE LA PIRÁMIDE

En el caso de la pirámide, existen diversos métodos que permiten realizar su desarrollo, pero en nuestro curso hemos dado preferencia al método de triangulación.

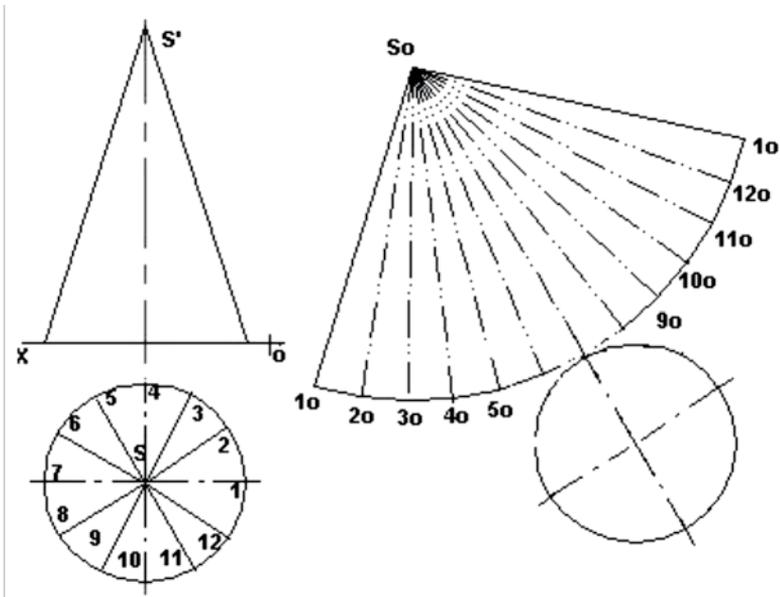
ASPECTOS GENERALES A TENER EN CUENTA PARA EL TRAZADO DEL DESARROLLO DE UNA PIRÁMIDE POR EL MÉTODO DE TRIANGULACIÓN

Para el desarrollo de la pirámide es necesario conocer:

- **La verdadera magnitud de su base.** Análisis del tipo de plano que define la base, en caso de no ser un plano de nivel, hallar su verdadera magnitud por el método de cambio de planos de proyecciones.
- **La verdadera magnitud de sus aristas.** Desde el punto de vista práctico el método de giro es utilizado para la determinación de la verdadera magnitud de las aristas laterales de una pirámide, aplicándose con gran frecuencia en el trazado del desarrollo de este cuerpo geométrico.

Giro. Concepto: se denomina giro a toda rotación espacial de un elemento geométrico alrededor de un eje.

Esta definición se observa espacialmente en la **figura 4**, esta muestra la rotación de un punto alrededor de un eje. Los elementos com-



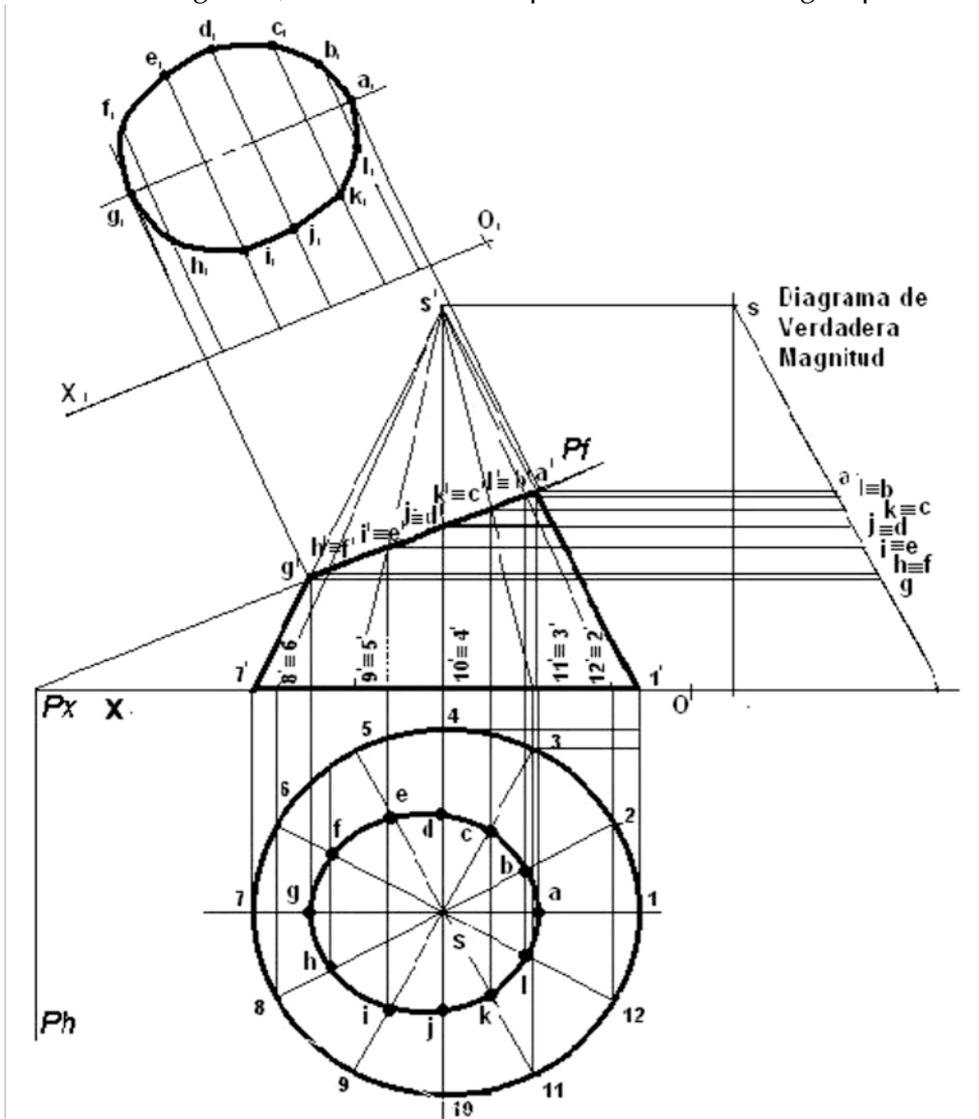
ponentes del giro son eje de giro; radio de giro y plano de giro. En la aplicación del método de giro debe tenerse presente el carácter

perpendicular entre el plano de giro y el eje de giro. Observe en la **figura 4** que el elemento a girar (punto A) se mueve en un plano perpendicular al eje de giro.

Fig. 4. Elementos del método de giro.

APLICACIÓN PRÁCTICA DEL MÉTODO DE GIRO EN LA OBTENCIÓN DE LA VERDADERA MAGNITUD DE LA RECTA OBLICUA

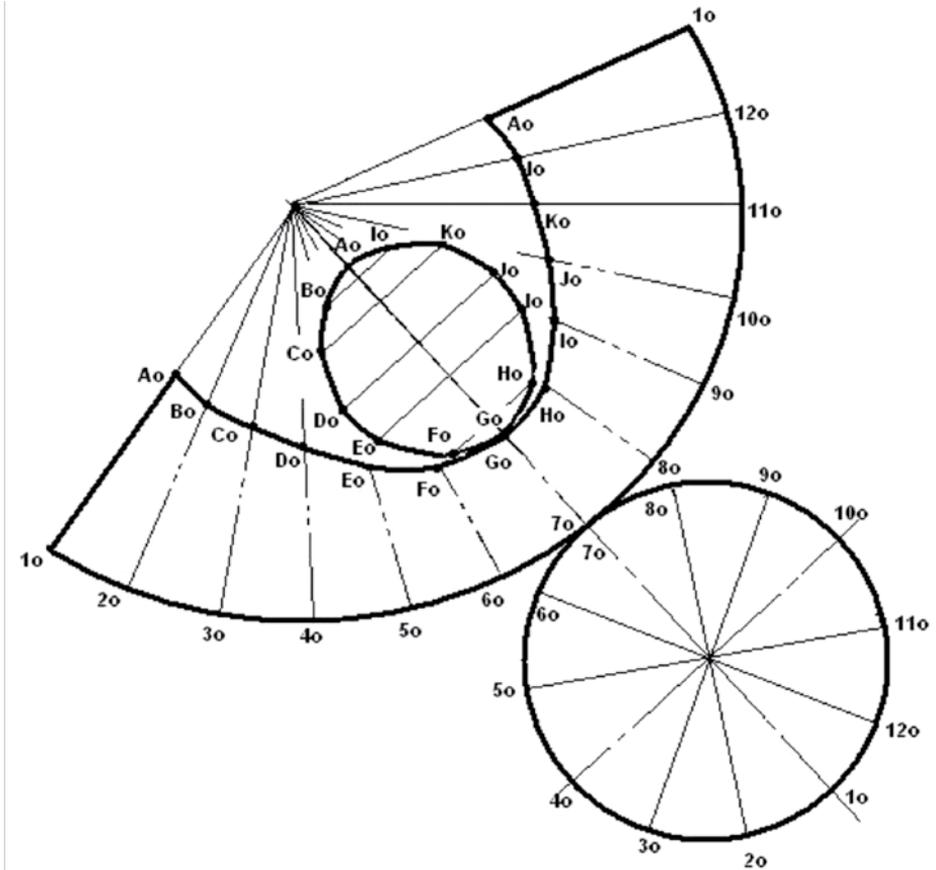
En la **figura 5** se representan las proyecciones de la recta oblicua AB y su transformación en recta de nivel con el objetivo de conocer su verdadera magnitud, en este caso se aplicó el método de giro para



la transformación, el cual de forma práctica se instrumentó colocan-

do la proyección horizontal de la recta paralela al eje $o-x$, girándola sobre uno de sus puntos extremos (B). Observe que todos los puntos de la recta AB se mueven en planos perpendiculares al eje de giro (por ejemplo, el punto A en el plano SF).

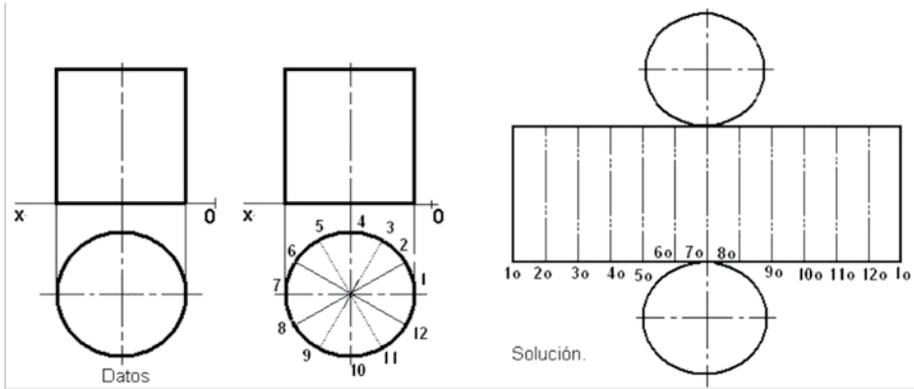
Fig. 5. Transformación de una recta oblicua en proyectante



por el método de giro.

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE TRIANGULACIÓN EN EL TRAZADO DEL DESARROLLO DE UNA PIRÁMIDE

En la **figura 6** se presentan las proyecciones de una pirámide inclinada. En la solución de este problema se hizo necesario conocer la verdadera magnitud de las aristas laterales, para lo cual se giraron todas las aristas en el punto S , determinando el diagrama de verdadera magnitud. En este caso no fue necesario girar la recta SC por ser una recta de nivel frontal. Como la base constituye un plano de nivel

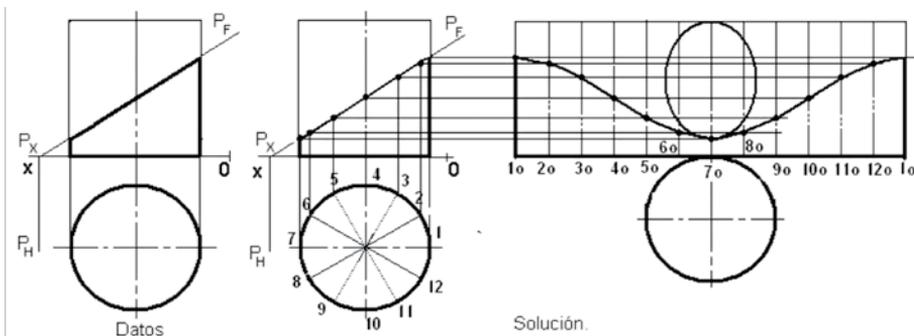


horizontal fue posible tomar de forma directa la magnitud de cada lado de la base. Teniendo en cuenta estos dos elementos fue posible tomar los datos necesarios para triangular cada una de las caras de la pirámide permitiendo desarrollar la superpie lateral del cuerpo. Por último se agregó la base, la cual también se trianguló a partir de los datos de su proyección horizontal.

Fig. 6. Proyecciones de una pirámide inclinada, diagramas de verdadera magnitud y su desarrollo.

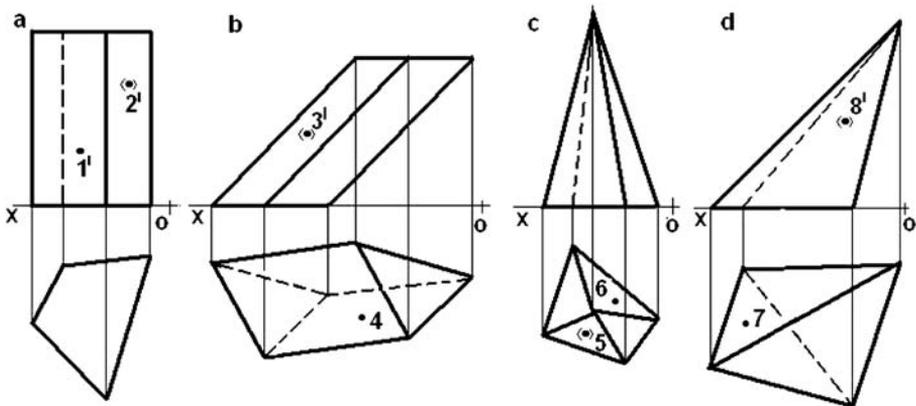
APLICACIÓN DEL MÉTODO DE TRIANGULACIÓN EN EL TRAZADO DEL DESARROLLO DE UNA PIRÁMIDE TRUNCADA

Fig. 7. (a) Determinación de la verdadera magnitud de las aristas y la tapa superior de la pirámide. (b) Desarrollo del cuerpo.



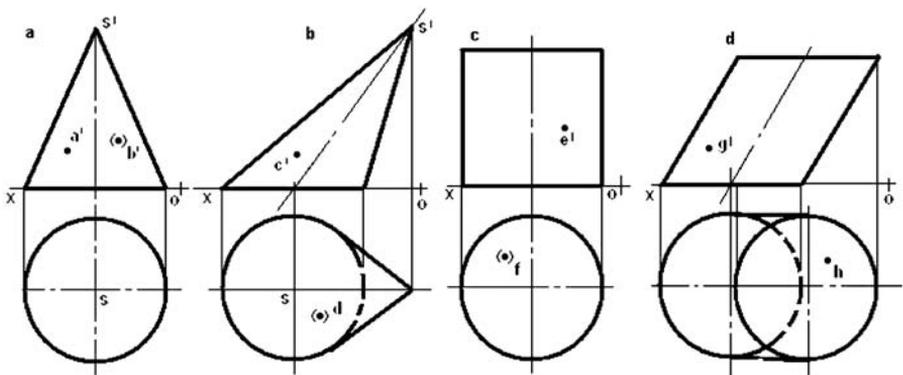
Para el desarrollo de la pirámide truncada es necesario conocer:

- Verdadera magnitud de la base
- Verdadera magnitud de las aristas laterales. En este caso también se aplicó el método de giro para el trazado del diagrama de verdaderas magnitudes.
- Verdadera magnitud de la tapa. En este ejemplo se aplica el mé-

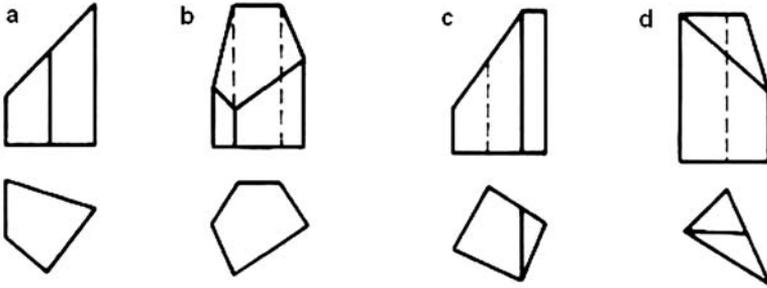


todo de cambio de planos de proyecciones.

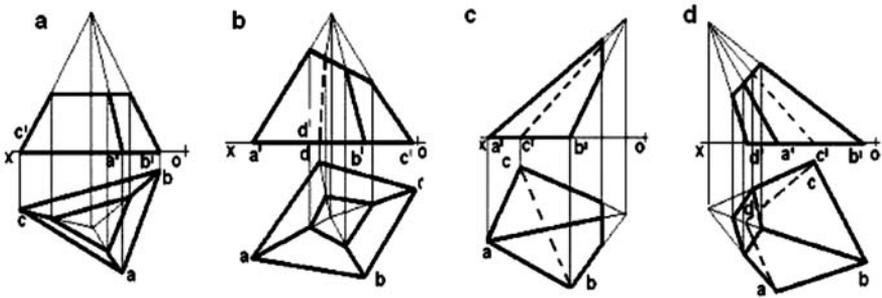
Una característica importante del trazado del desarrollo de la pirámide truncada es que se realiza a partir del desarrollo total de la



misma.

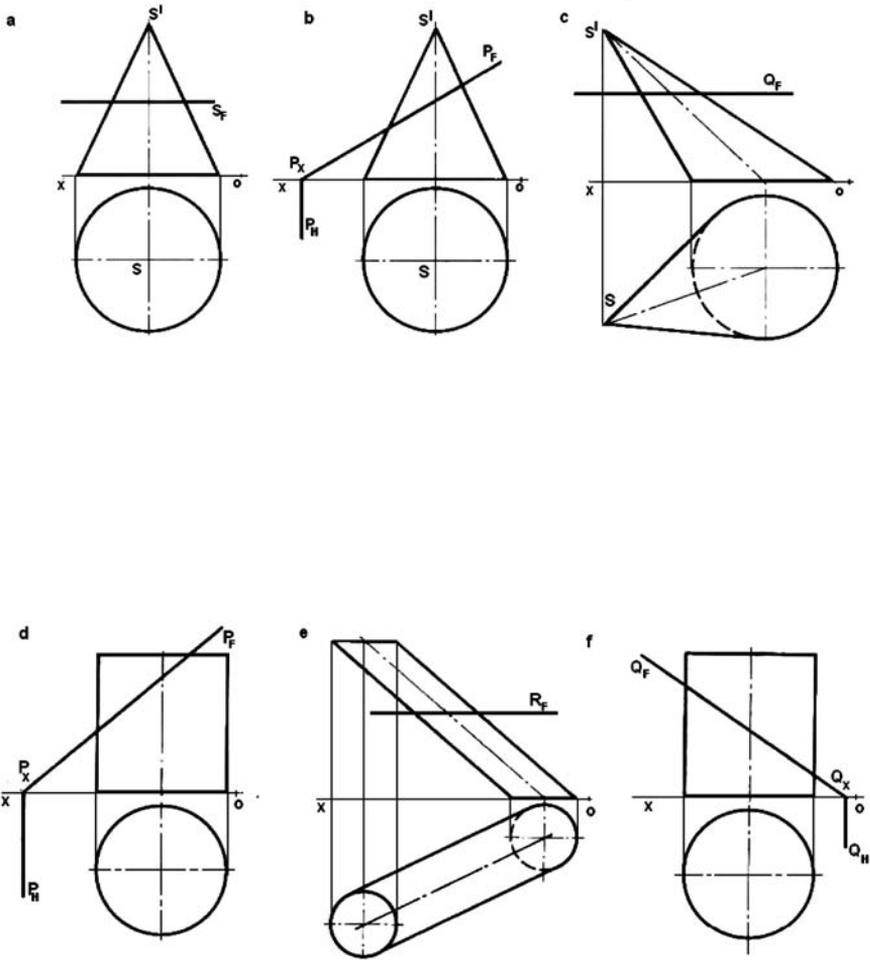


7.2. DESARROLLO DE CUERPOS DE SUPERFICIE CURVA



TRAZADO DEL DESARROLLO DE UN CONO DE REVOLUCIÓN

En el caso de un cono de revolución, todas las generatrices son iguales.



La verdadera magnitud de la generatriz se muestra en la generatriz de contorno de la proyección frontal (recta de nivel frontal) de la **figura 8**.

Transformamos el cono en una pirámide equivalente de 12 lados.

El desarrollo se traza de igual forma que en la pirámide, pero los puntos se unen mediante una curva.

Fig. 8. Proyecciones de un cono de revolución y su desarrollo.

TRAZADO DEL DESARROLLO DE UN CONO TRUNCADO

Para realizar el trazado del desarrollo de un cono truncado se hace necesario partir del desarrollo total del cuerpo, por lo que se procederá de forma análoga al caso anterior. Después se determinará:

- La verdadera magnitud de la sección producida por el plano P en el cuerpo.
- La verdadera magnitud de la generatriz para cada una de las 12 posiciones, dado que esta magnitud cambia para cada posición en dependencia de la altura a que es cortada por el plano, haciéndose necesario construir el diagrama de verdaderas magnitud aplicando el método de giro.

Fig. 9a. Proyecciones de un cono truncado.

A continuación se procederá al trazado del desarrollo teniendo en cuenta la longitud de cada posición de la generatriz, uniendo los puntos con una línea curva (**figura 9b**).

Se completa el desarrollo del ejercicio con la adición de la tapa superior en verdadera magnitud.

Fig. 9b. Desarrollo del cono truncado.

TRAZADO DEL DESARROLLO DEL CILINDRO DE REVOLUCIÓN

En este caso (**figura 10**) el método de desenvolvimiento se simplifica

si consideramos que el mismo se puede obtener por trazado directo (desenvolvimiento directo), ya sea para un valor de n generatrices ($n = 12$) o considerando que el período de la base es igual a $2\pi R$, donde R es el radio de la base del cilindro.

La forma de proceder es similar a la del prisma recto.

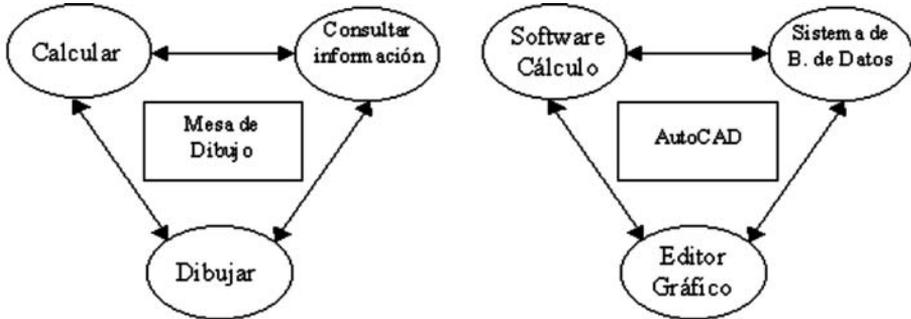


Fig. 10. Proyecciones de un cilindro de revolución.

TRAZADO DEL DESARROLLO DEL CILINDRO TRUNCADO POR EL MÉTODO DEL DESENVOLVIMIENTO

Si el cilindro está truncado se seguirá la misma metodología, es decir, se procederá a dividir la base del cuerpo en n partes iguales, se determinarán las alturas de las generatrices y se unirán estos puntos mediante una línea curva (**figura 11**).

Para finalizar el desarrollo de la superficie lateral del cuerpo se agregará la base y la tapa del cuerpo en verdadera magnitud. En este ejemplo es necesario determinar la verdadera magnitud de la tapa por ser un plano proyectante frontal.

Fig. 11. Proyecciones de un cilindro truncado.

EJERCICIOS

1. Determine la proyección lateral de los poliedros siguientes y de los puntos situados en la superficie de los mismos

1.1. Trazar el desarrollo de su superficie:

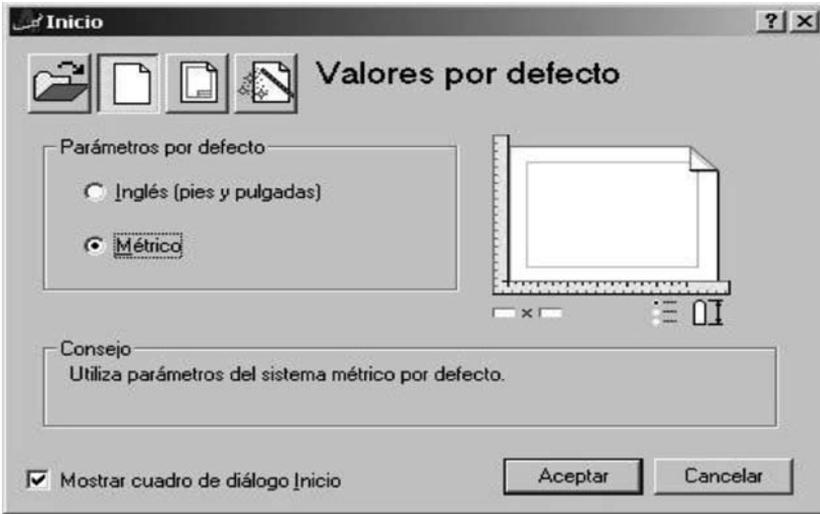
2. Determine la proyección lateral de los siguientes cuerpos de superficie curva y de los puntos situados en la superficie de los mismos.

2.1. Trazar el desarrollo de su superficie.

3. Determine la proyección lateral de los siguientes prismas truncados.

3.1. Trazar el desarrollo de su superficie.

4. Determine la proyección lateral de las pirámides siguientes.

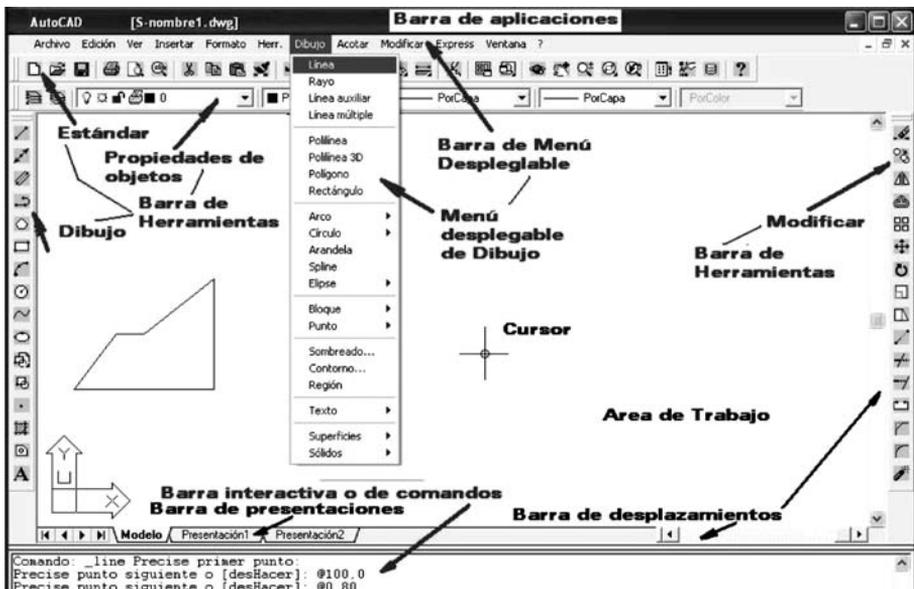


4.1. Trazar el desarrollo de su superficie.

5. Determine las proyecciones de la sección generada por el plano en cada uno de los cuerpos geométricos.

5.1. Trazar el desarrollo de su superficie.

Capítulo VIII



REPRESENTACIONES GRÁFICAS

UTILIZANDO UN EDITOR GRÁFICO

AutoCAD - [Dibujo1.dwg]

INTRODUCCIÓN

El empleo de un editor gráfico trae consigo un cambio en los mé-

todos de trabajo para el dibujo y el diseño. Para diseñar por la vía tradicional se consulta la información, se realizan los cálculos necesarios y con los resultados obtenidos se dibuja el producto. Con el

uso de los Sistemas CAD esto se puede hacer de igual forma pero mediante una máquina computadora como puede ser el AutoCAD, permitiendo mejorar la eficiencia del proceso, en la actividad de proyecto interactuando con sistemas, base de datos y determinados



software de cálculos.



Contenidos de este capítulo. Editor gráfico profesional. Medio ambiente de trabajo en el editor gráfico AutoCAD. Representaciones en dos dimensiones. Procesos básicos de trazado. Sistema de coordenadas. Métodos de introducción de datos. Límites del



dibujo. Trazado de puntos, rectas, círculos. Capas, colores y tipos de líneas Familiarización con el ambiente de trabajo en 3D y las principales herramientas. Importancia del «Punto de vista» en una representación axonométrica. Diferencia entre escala y cambio de punto de vista. Formación de productos en 3D. Formas de



obtención de sólidos. Ejercicios de generación y modelación de sólidos. Construcción y modelación de sólidos compuestos Construcción de productos empleando operaciones Booleanas. Modelación de sólidos compuestos obtenidos por la unión o diferencia entre



ción de sólidos compuestos obtenidos por la unión o diferencia entre

cuerpos geométricos elementales. Conceptos básicos del acotado. Clasificación de las cotas. Acotado lineal, angular, de diámetros y

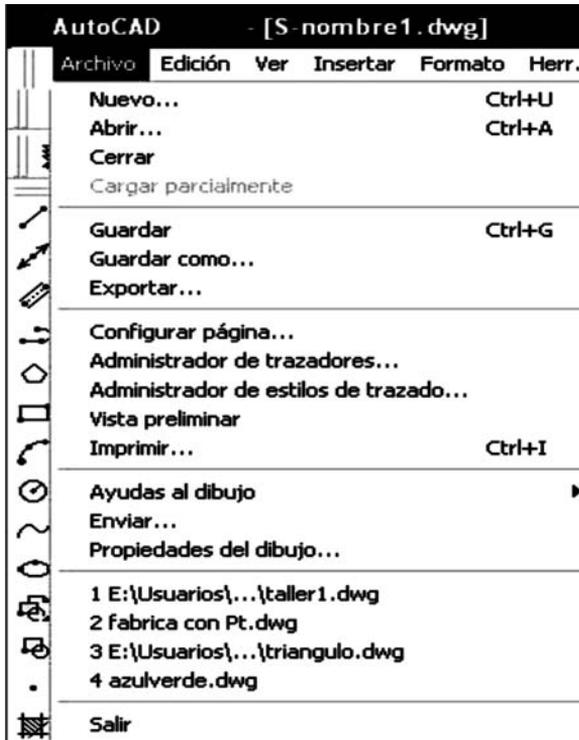
radios. Estilo de acotado. Rayados de sección. Escritura de textos. Modificaciones de parámetros y propiedades. Representación de Bloques. Bloques con atributos.



En la **figura 1** se muestran gráficamente el proceso de trabajo por vía tradicional y con la utilización de un sistema CAD.

Fig. 1. Esquema del método de trabajo por vía tradicional y con el sistema CAD.

CONCEPTOS



Objeto. Está formado por uno o varios elementos gráficos como pueden ser texto, líneas, círculos o polilíneas, tratados como un solo elemento para su creación, manipulación y modificación. Un plano es un objeto. También se le denomina entidad.

Archivo de dibujo: es la base de datos donde se almacenan los objetos o entidades que componen un dibujo. Estos archivos reciben el nombre de vectorial o inteligente porque pueden realizarse diversas operaciones matemáticas con los datos almacenados.

Archivo plantilla o patrón: contiene definido el formato de trabajo inicial, el sistema lo carga por defecto. Este formato contiene el tamaño del área de dibujo, sistema de capas, estilos de acotado, unidades de trabajo, etc. Pueden existir múltiples archivos de este tipo, incluidos en el paquete del sistema o definidos por el usuario.



EDITOR GRÁFICO PROFESIONAL

8.1. MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO EN EL EDITOR GRÁFICO AUTOCAD

Ejecutar el programa AutoCAD. El sistema se puede cargar mediante dos formas:

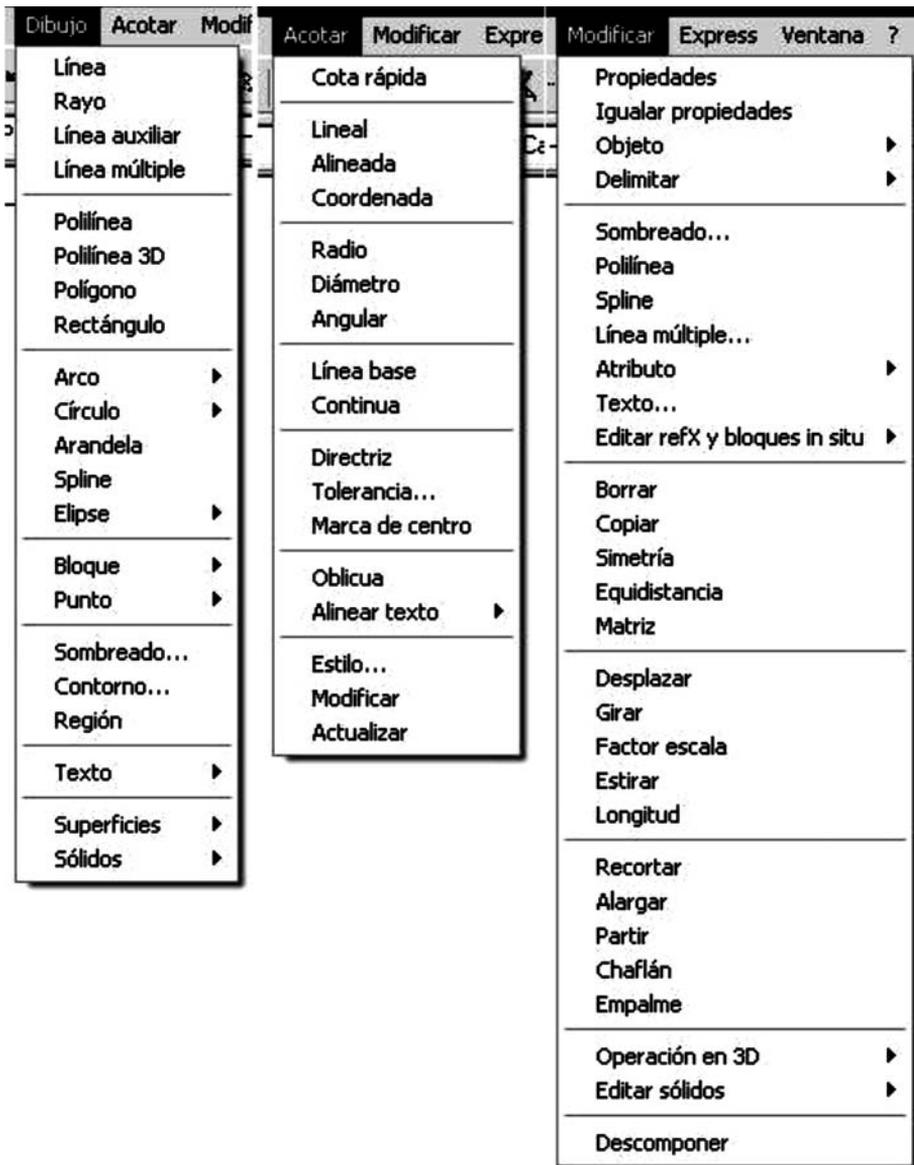
- Se puede cargar el sistema mediante su icono en el Escritorio.
- Mediante el Menú inició en programas y haciendo click en AutoCAD.

Terminada la ejecución del programa se activa la ventana **Inicio**.

Fig. 2. Ventana Inicio.

Descripción de los elementos de la ventana

- Abrir un dibujo ya existente, determinar el archivo y la ruta.
- Nuevo dibujo.
- Dibujar mediante una plantilla.



Archivo de Dibujo
 Archivo Patrón

- Dibujar empleando un asistente.

A continuación mostramos las áreas fundamentales de trabajo

Fig. 3. Áreas fundamentales de trabajo.

Áreas de AutoCAD: en detalles son:

- Barra de título. Se muestra en la **figura 4**.

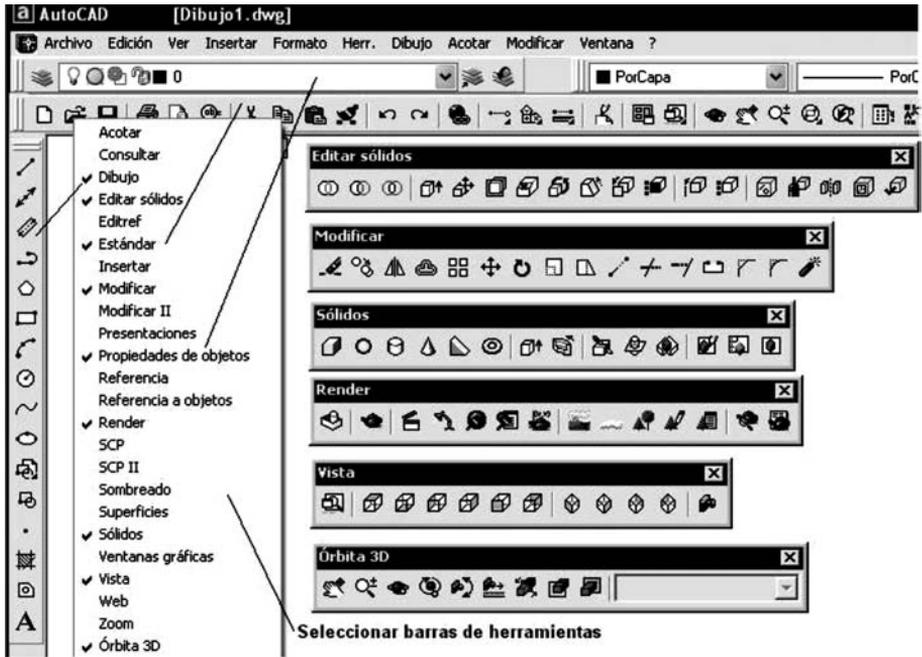


Fig. 4. Barra de aplicación.

- Barra de menú desplegable.

Fig. 5. Barra de menú desplegable.

- Barras de Herramientas.

Fig. 6. Barra de herramientas.

- Área interactiva o de comandos. Esta barra permite escribir los comandos y valores que Ud. necesita para su trabajo.

Fig. 7. Barra interactiva o de comandos.

- Cursor.

En la **figura 8** se muestra el cursor, sus dimensiones pueden ser variadas según las necesidades del trazado.

Fig. 8 Cursor.

- **Área de trabajo.**
- Aparece también el cursor y el icono del SCP (sistema de coordenadas personales).

Fig. 9. Áreas de trabajo.

- Barra de presentaciones (Layout).

Fig. 10. Barra de presentaciones.

- Barras de desplazamiento (horizontal y vertical).

Fig. 11. Barra de desplazamiento horizontal.

1. Barra de estado.

Fig. 12. Barra de estado.

Caja de herramientas. Descripción de los menú desplegable.

Archivo. Nos permite un grupo de opciones como son abrir un dibujo en blanco, abrir un dibujo ya existente, cerrar un dibujo, guardar un dibujo ya existente, guardar un nuevo dibujo.

Existen otros aspectos, entre ellos las ayudas al dibujo.

Fig. 13. Menú desplegable de Archivo.

Edición. Ofrece un conjunto de comandos tales como deshacer, deshacer la última operación realizada, cortar un dibujo, copiar, pegar y borrar, entre otros.

Ver. Este menú nos permite muchas formas de visualizar un dibujo, por ejemplo:

Regenerar, permite reeditar el dibujo.

Zoom, permite ampliar, disminuir un dibujo o seleccionar parte del mismo. Brinda otras opciones tales como Ventanas, Punto de Vista, Sombra, Barras de herramientas, Render, entre otros.

Formato. Donde se pueden observar las capas, tipos de líneas, grosor de líneas e, incluso, límites del dibujo.

Fig. 14. Menú desplegable de: Edición, Ver y Formato.

Dibujo. Este menú nos permite trazar entidades básicas como son líneas, arcos, círculos, entre otros, además brinda las herramientas para editar superficies y sólidos, permitiendo la escritura de textos.

Existen otras opciones tales como:

- Acotar
- Modificar
- Express
- Ventana:
- Ayuda:

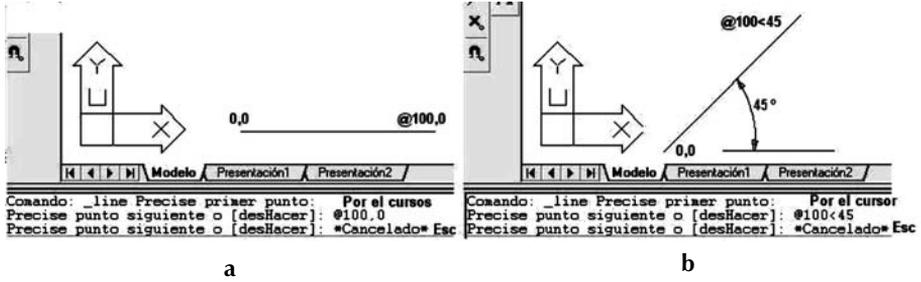
Todas estas acciones pueden ser ejecutadas desde las barras de herramientas o mediante texto. Es aconsejable acostumbrarse a los bo-

tones de la barra de herramientas para agilizar el trabajo.

Fig. 15. Menú desplegable de: Dibujar, acotar y modificar.

8.2. DESCRIPCIÓN DE LAS BARRAS DE HERRAMIENTAS DE AUTOCAD

En la figura 16 se describen algunas de las barras de herramientas



situadas en diferentes formas como las de Dibujo, la Estándar, Modificar, Sólidos, entre otras.

Fig. 16. Barras de herramientas.

REPRESENTACIONES EN DOS DIMENSIONES

8.3. PROCESOS BÁSICOS DE TRAZADO. SISTEMA DE COORDENADAS. MÉTODOS DE INTRODUCCIÓN DE DATOS



CARGAR EL SISTEMA

ACTIVAR LAS BARRAS DE HERRAMIENTAS NECESARIAS

La pantalla de trabajo conserva la configuración de la última vez que el programa fue utilizado, de ahí que si se hace necesario activar nuevas barras de herramientas o desactivar las existentes, se seguirá el proceso siguiente. Se entrará en **Ver / Barra de Herramientas**.

Se recomiendan para trabajar mantener activadas siempre las barras de herramientas siguientes:

- Dibujo
- Estándar
- Referencia a objetos

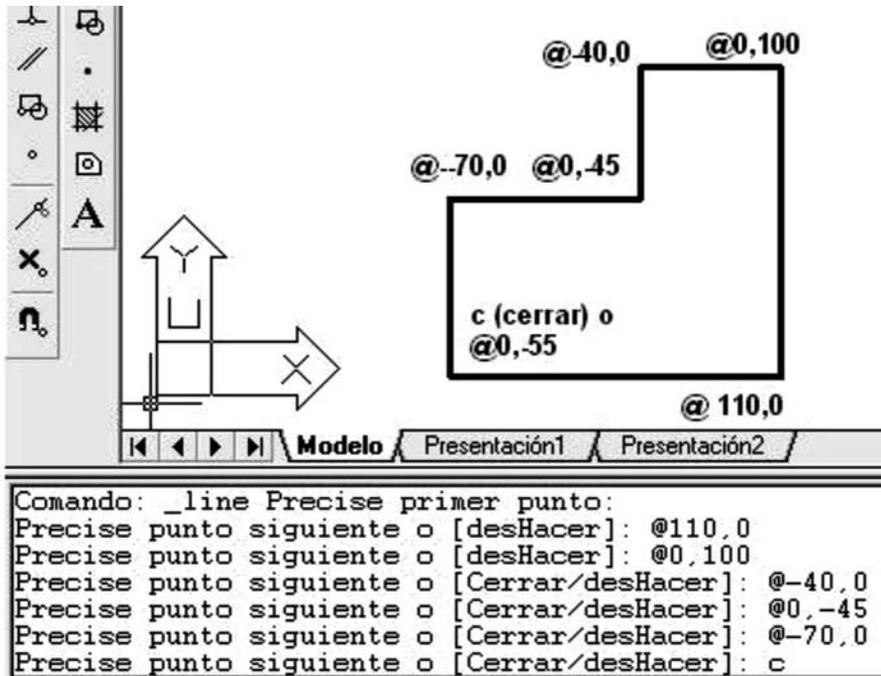


- Modificar

SISTEMA DE COORDENADAS

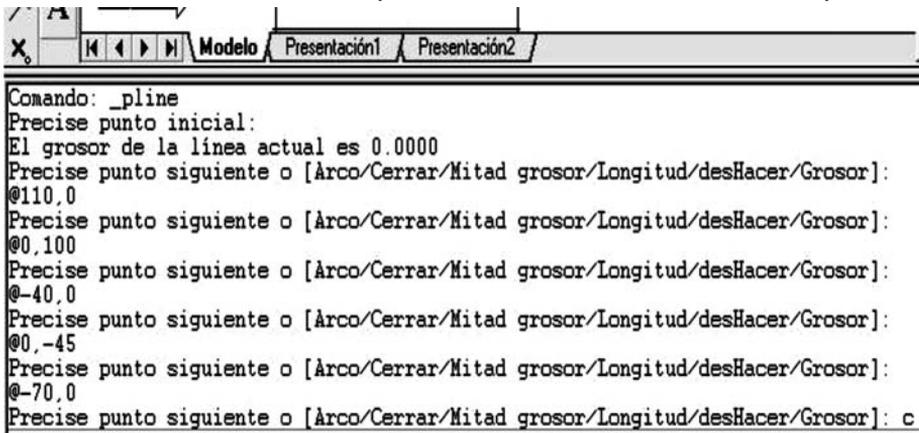
Tenemos la posibilidad de trabajar en el AutoCAD con el:

- Sistema de coordenadas universales (SCU)



- Sistema de coordenadas personales (SCP)

En un sistema Cartesiano formado por tres ejes X, Y, Z, podemos entrar las coordenadas de un punto de diferentes maneras. Es posible

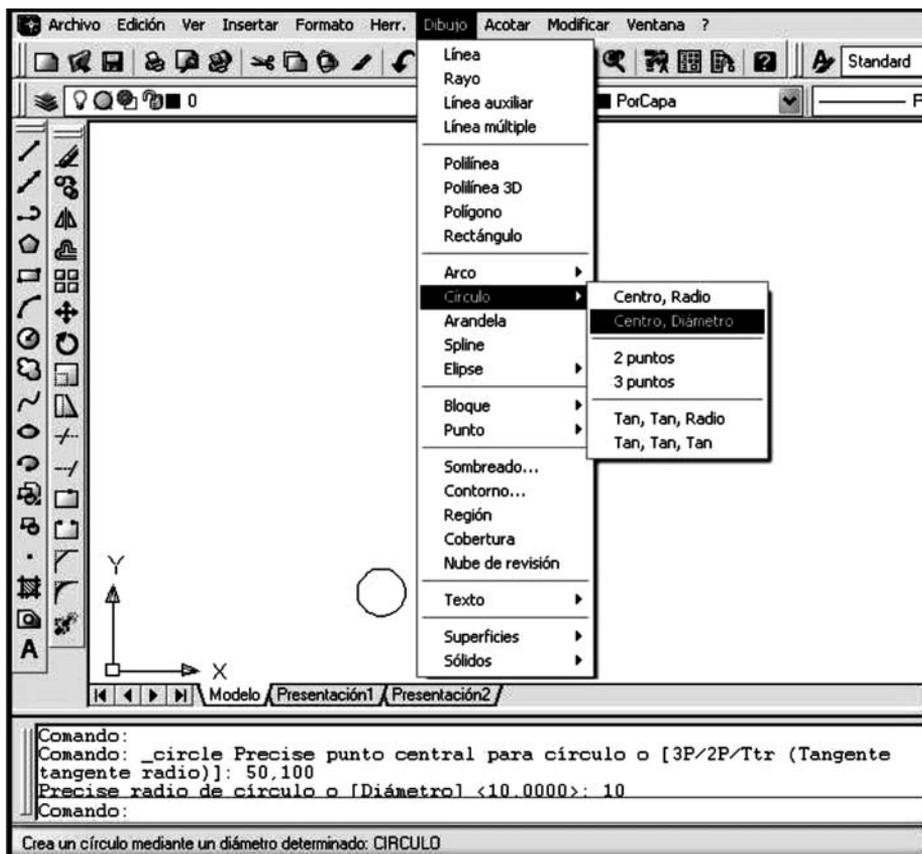


trazar líneas empleando el comando línea y empleando el cursor, pero esto no ofrece la precisión necesaria, además podemos utilizar

activando la Rejilla que aparece en la barra de estado, pero la forma más precisa de introducir los datos es a través de las coordenadas: absolutas, relativas y polares.

En coordenadas absolutas. En este sistema de coordenadas todas las dimensiones están referidas al punto 0,0 correspondiente a la parte inferior izquierda de la pantalla. Si precisamos el primer punto de una línea horizontal de 100 mm de longitud en 50,50,0 (X= 50, en Y=50 y Z=0), el punto final estaría situado en las coordenadas 150,50,0 debido a que el origen de este último sigue siendo la parte inferior izquierda de la pantalla.

A continuación mostramos el trazado de la línea y cómo se explica en la barra interactiva:



Comando: línea

Precise primer punto: 50, 50,0

Precise punto siguiente o [desHacer]: 150, 50,0

Precise punto siguiente o [desHacer]: Esc.

Observe que se hace muy difícil hacer un dibujo completo utilizan-

do este sistema.

En coordenadas relativas. Toma como referencia de medición el último punto trazado. Es más fácil trazar una línea por este sistema, pues una vez trazado el primer punto, el cual podemos obtener por sus coordenadas o por el cursor directamente, podemos localizar el punto final colocando el signo de @ delante de la coordenada correspondiente a este punto, asumiendo el punto inicio de la misma como el 0,0. En la **figura 17a** se muestra un ejemplo.

Comando: línea (_line)

Precise primer punto: 50, 50,0

Precise punto siguiente o [desHacer]: @100, 0,0

Precise punto siguiente o [desHacer]: Esc.

En coordenadas polares. Se utiliza para el trazado de líneas a partir del valor de su longitud y un ángulo determinado. Fijado el punto inicial de la recta, localizar el segundo punto asumiendo el punto anterior como (0,0), para lo cual colocamos el símbolo @, acompañado de la distancia *d*, el signo de menor que < y el valor del ángulo. Ejemplo: @d < áng. como @100<45 como se muestra en la **figura 17b**.

Fig. 17. Representación de un segmento de recta en coordenadas relativas y polares.

COMANDOS PARA DIBUJAR

Trazado del punto

Comando PUNTO:

Se accede al comando desde:

Barra de herramientas:		Dibujo
Menú desplegable:		Dibujo/Punto/ Opciones
Línea de comandos:		Punto

Podemos observar que se obtiene el punto situado a 100, 100 de la forma siguiente:

Comando PUNTO

Precise un punto: 100,100

Trazado de una línea

Se trabaja de la misma forma que el comando punto y puede acti-

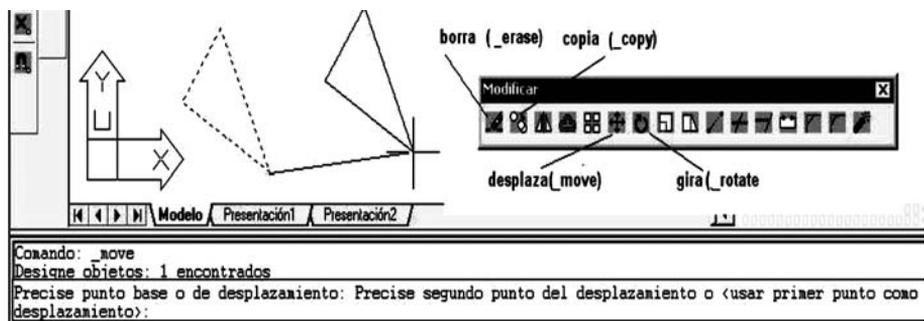


vase de las formas que a continuación mostramos:

- | | |
|------------------------|----------------|
| Barra de herramientas: | Dibujo |
| Menú desplegable: | Dibujo / Línea |
| Línea de comandos: | Línea (_line) |

En el ejemplo de la **figura 18** se muestra un dibujo representado en la pantalla y el área interactiva o de comando donde se describen todos los pasos dados y las coordenadas empleadas, el primer punto fue precisado por el cursor y el último con C (Cerrar), observe que para ejecutar la acción se emplea la letra destacada en mayúscula en la orden dada. Por ejemplo, si necesitamos desHacer empleamos la *H* que es la letra mayúscula.

Fig. 18. Comando línea.



En el ejemplo de la **figura 19** se desarrolla el mismo dibujo a partir de la polilínea (_pline).

Fig. 19. Barra interactiva empleando la polilínea.

En este caso el dibujo puede desarrollarse de la misma forma que el anterior, solo que el conjunto de rectas constituyen un solo objeto o entidad. El comando polilínea nos permite operar con cualquiera de las opciones, pudiéndose trazar combinaciones de rectas y arcos (A) continuos pertenecientes a un mismo objeto, permitiéndonos mostrar diferentes grosores (G) a cada entidad, o desHacer (H) cualquiera de ellas tecleando la letra mayúscula.

- | | |
|------------------------|--------|
| Trazado de un círculo: | |
| Barra de herramientas: | Dibujo |

Menú desplegable:

Dibujo / Círculo

Línea de comandos

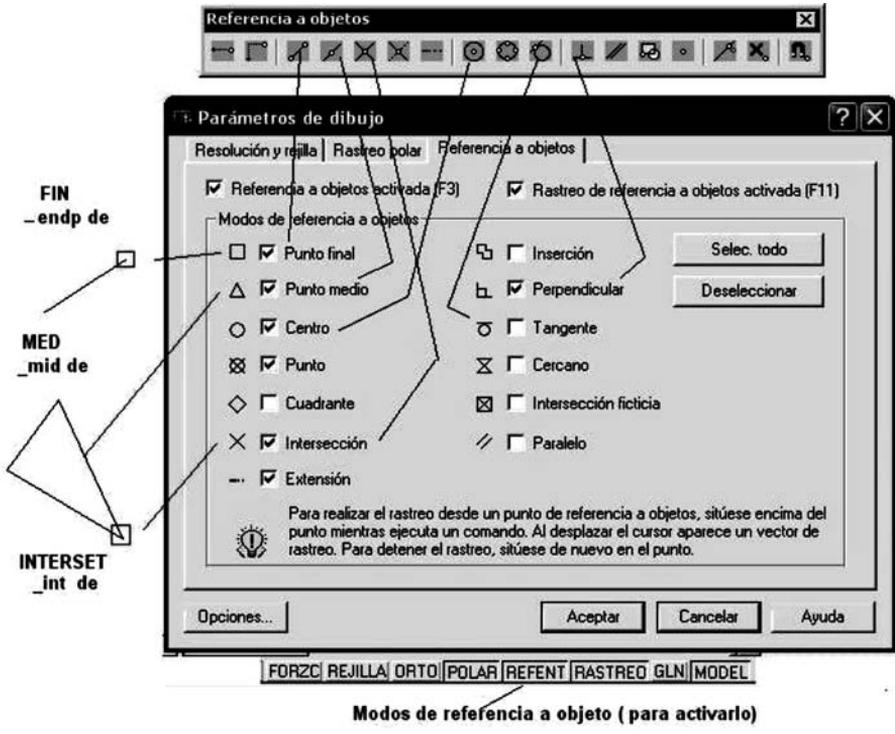
Círculo (_circle)

Fig. 20. Empleo del comando círculo.

El menú desplegable tiene un menú secundario donde aparecen un conjunto de opciones para dibujar un círculo tales como centro y radio; centro y diámetro, a través de dos o tres puntos; dos tangentes y el radio o tangente a tres entidades.

En la **figura 20** mostramos un círculo localizado en coordenadas absolutas (50,100) y un diámetro de 10 unidades como se observa en el área de comandos.

Utilizando acciones similares puede Ud. trazar arcos, elipses, polígonos, etc., que estas son figuras planas y que pueden utilizarse las coordenadas x, y.



• **Comando ortho**

Este comando puede activarse directamente en la barra de estado y se utiliza para construir líneas horizontales y verticales.

CONJUNTO DE SELECCIÓN DE OBJETOS

Tabla 1. Modo de referencias

Referencia a objetos	Línea de comando	Referencias en
Punto final	FIN	Puntos finales de objetos. (arco o línea).
Punto medio	MED	Puntos medios de objetos. (arco o línea).
Centro	CEN	Centros de círculos, arcos o elipses.
Punto	PTO	Objetos de punto dibujados con el comando PUNTO.
Cuadrante	CUA	Cuadrante más próximo de arcos, círculos o elipses. (0, 90, 180, 270 grados).
Intersección	INT	Intersecciones de objetos.
Extensión	EXT	Para tomar como referencia la extensión (o alargamiento) de una línea o arco. Seleccionamos la línea o arco que queremos extender y luego el punto requerido.
Inserción	INSERT	Punto de inserción de bloque, forma, texto, atributo o definición de atributo.
Perpendicular	PER	Puntos de objeto que forman una alineación perpendicular (normal). Selecciona el punto de una entidad que define la perpendicular respecto una línea desde el punto introducido.
Tangente	TAN	Punto de un círculo o arco que, cuando se une con el último punto, forma una línea tangente al objeto.
Intersección ficticia	APL	Intersección ficticia de objetos; si las entidades no están en el mismo plano, la intersección se encuentra proyectando sobre un plano, y si las dos líneas no tienen una intersección real AutoCAD busca la intersección que se produciría si se alargaran hasta encontrarse.
Paralelo	PAR	Permite dibujar líneas paralelas a otras.
Ninguno	NINGUNO	Desactiva las referencias a objetos para la siguiente designación.

La selección de objetos dibujados en nuestro proyecto nos permite hacer las modificaciones a los mismos, por ejemplo: borrar, mover, copiar, cambiar propiedades, entre otras.

Un conjunto de selección puede constar de una sola entidad (una recta, círculo, etc.) o formar parte de un grupo más complejo (un polígono, las vistas de un modelo, vista en planta de una edificación, etc.). Muchos de los comandos los podemos encontrar en el Menú desplegable: Modificar.

Para la selección de objetos se puede acceder directamente por el cursor o mediante una ventana que capture el dibujo o grupo de entidades.

Comando: **borra** (**_erase**) a continuación se analiza en la **figura 20** cómo se trabajó con el comando borrar, donde se seleccionan los objetos y después con el mouse o con la tecla enter se borran las entidades señaladas como se observa.

Comando **Borrar**

Todo	Muestra en la pantalla el dibujo entero (considera solo las Capas visibles).
Centro	Se especificará el centro de pantalla deseado y el nuevo factor de ampliación/reducción.
Dinámico	Le permite panear o mover una representación del área de pantalla, regenerando la parte escogida en la pantalla realizándolo dinámicamente y de forma gráfica.
Previo	Restaura una vista previa realizada con un Zoom u otra orden que magnifique la pantalla.
Escala	Se selecciona una escala relativa de la vista completa y se define para los límites establecidos. Valores mayores que la unidad amplían. Valores menores que uno reducen la representación.
EscalaX	Si al factor de escala se le adiciona una X la escala relativa aplicada solo toma en cuenta la representación mostrada en la pantalla en ese momento (1X). EscalaXP : Si al factor de escala se le adiciona una XP se selecciona una escala relativa para las unidades en espacio papel (1XP).
Ventana	Se designa un área rectangular sobre la pantalla y esta se extenderá tan larga como sea posible en el área de pantalla. Esta opción es implícita al invocar el comando por lo que solo será necesario marcar los puntos de la ventana.

Barra de Herramientas

Menú desplegable: Modificar / Borrar (_erase)

Línea de comandos: borra

Comando: borra (_erase)

Designe objetos: (Seleccione el dibujo con un rectángulo como el que se muestra a continuación).

Designe esquina opuesta: 3 encontrados.

Un pequeño cuadro, denominado *mira de selección de objetos*, sustituye al cursor en cruz del cursor gráfico

Fig. 21. Comando borrar.

Cursor. Oprimiendo la tecla **Intro** vacío, introduce la orden de borrado al sistema. Veamos otro comando que emplea conjuntos de selección.

Barra de Herramientas

Menú desplegable: Modificar / desplazar (_move)

Línea de comandos: desplaza (_move)

Comando: **desplaza** (_move). En este caso (**figura 22**) se emplea la Barra de Herramientas o el menú desplegable, sobre la línea de comandos aparece el comando en inglés precedido del signo _, es

decir: `_move`, esto puede ocurrir con otros comandos como son borrar, copia, desplaza.

Fig. 22. Barra de herramienta modificar y utilización



del comando desplaza

Comando: **Copiar**. Este comando se opera igual que el comando desplaza y las instrucciones son las mismas, con la diferencia en que deja el dibujo original. Existen una gran cantidad de comandos que trabajan con conjuntos de selección como pueden ser Simetría, factor de escala, propiedades, entre otros muchos.

8.4. MODO DE REFERENCIAS A OBJETOS

Durante la ejecución de los comandos de dibujo puede forzar la selección del cursor a puntos de entidades ya trazadas en el dibujo, como pueden ser trazar una línea al final de otra línea, en el centro de otra, tangente a un circunferencia, en la intersección de varias líneas; esto permite encontrar el punto de contacto con una mayor precisión, los parámetros pueden estar previamente designados como aparece en la tabla de parámetros de dibujo: punto final, punto medio, centro de circunferencia, punto, intersección, extensión y perpendicularidad, pero además tiene que estar activado REFENT (en la Barra de estado) que activa el modo de referencia a objetos. Seleccione el comando a utilizar y si desea seleccionar uno de estos modos cuando pasa el cursor cerca de una línea le establece una marca, si es el final de una línea marcará en el área de comandos (`_endp de`), si es el centro de una línea (`_mid de`) y si es, por ejemplo, una intersección será (`_int de`), puede seleccionar otros. Ud. puede darlo con la palabra fin *p* (`_endp de`), pero es mucho más simple directamente, sino tiene activado en la barra de estado REFENT, puede seleccionarlo por la Barra de Herramienta "referencia a objeto" como se muestra en la **figura 23**.

Fig. 23. Parámetros del dibujo. Modos de referencia.

La tabla siguiente muestra las referencias a objetos de AutoCAD 2000 con una breve explicación, y abreviaturas o palabras que se puede introducir en la línea de comando para iniciarlas sin necesidad de abrir la ventana de Referencia a objetos.

Si desea trazar una línea cerca de un punto que muestra la referencia a objetos, debe desactivar el modo de referencia a objeto para poder ejecutar ese primer punto (figura 23).



Comando ZOOM. Permite visualizar con escalas de ampliación o reducción la representación realizada en la pantalla gráfica del editor.

Se accede al comando desde:

Barra de herramientas: **Zoom de la barra de herramientas: Standard**

Menú desplegable: **Ver / Zoom / opciones**

Línea de comandos: **Zoom**

Comand: ZOOM + Todo, centro, dinámico, previo, escala, Ventana, entre otras opciones.

El comando se comportará de acuerdo a la opción escogida.

Las opciones de este comando son:

Tabla 2. Comando Zoom

La ventana de visualización AutoCAD trabaja sobre la pantalla de un display (monitor) y por lo tanto necesita mostrar en esa área detalles muy pequeños que requieren ser ampliados o representaciones que es necesario disminuir y/o ampliar a conveniencia para poder trabajar sobre ellos con precisión y claridad, por esta razón el manejo de la ventana de visualización es muy importante, AutoCAD

tiene dos comandos que posibilitan manejar la visualización sobre el display y que veremos a continuación.

Comando: Encuadre (_pan)

Permite el desplazamiento del contenido de la pantalla sin modificar su posición respecto al sistema UCS, no produce un escalado del dibujo (ampliación o reducción). El comando se puede invocar desde la línea de comandos Encuadre (_pan) o desde el menú desplegable,



Ver/Encuadre y se despliega un menú secundario: Tiempo real, punto, superior, inferior, izquierda o derecha según se desee.

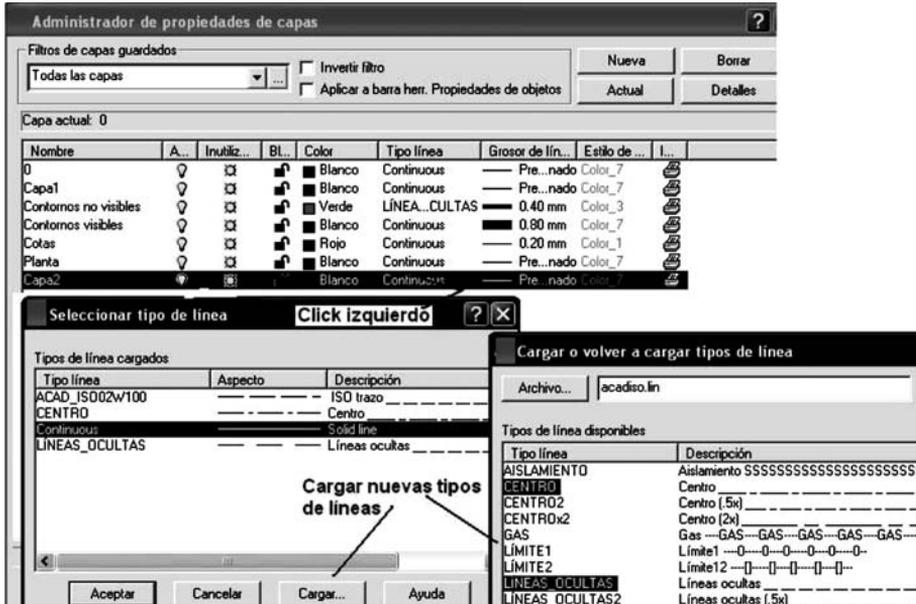
8.5. CAPAS, COLORES Y TIPOS DE LÍNEAS. CAMBIOS DE TIPOS DE LÍNEAS

Para la comprensión de capas de dibujos en AutoCAD, podemos hacer un símil con los acetatos o placas transparentes en las cuales dibujaremos en cada una de ellas algo en particular, por ejemplo en la **figura 24**.

- Placa uno: una representación de un local en planta
- Placa dos: instalación eléctrica de ese local
- Placa tres: los muebles de ese local

Fig. 24. Representación por capas.

Si las tres placas están activas se ve la planta junto con el plano eléctrico y los muebles, pero indistintamente podemos desactivar cada una de ellas y de acuerdo con las capas que estén activas, así será



lo que se verá en el display. La utilización de las capas de trabajo vinculadas al uso de tipos de línea y colores permite un uso racional de la estructura del documento gráfico creado con AutoCAD.

Al comenzar un nuevo dibujo, AutoCAD crea una capa especial denominada 0. A la capa 0 se le asigna el color según el número correspondiente, el tipo de línea "continua", un grosor de línea "por defecto" y el estilo de trazado "Normal". No es posible suprimir ni renombrar la capa 0.

Además de identificar los distintos objetos con colores, tipos de línea y diferentes grosores de línea, las capas se emplean para organizar dibujos en grupos de objetos.

Por ejemplo, puede crear una capa para líneas de ejes. Puede asignar las propiedades que desee para la línea de ejes (color, tipo de línea, grosor de línea) de la capa. Cuando dibuje una línea de eje, puede activar la capa de líneas de eje y comenzar a dibujar. Cada vez que desee dibujar una línea de eje, no será necesario precisar un tipo de línea, grosor de línea ni un color.

Puede crear una capa con nombre para cada agrupación conceptual (por ejemplo, acotado, líneas de enlace, línea gruesa, línea fina, línea de ejes, etc.) y asignar propiedades comunes a esas capas. Al agrupar objetos en capas puede controlar su presentación y efectuar cambios de forma rápida y eficaz, como se puede observar en la caja de diálogo del Administrador de capas (figura 25).

Se accede al comando desde:

Barra de herramientas:

Propiedades de objetos:

Menú desplegable:

Formato/ Capa

Las Capas de trabajo en AutoCAD pueden ser manipulados a través de una ventana de diálogo Seleccione en la barra de menú desplegable **Formato/ Capa**.

Fig. 25. Administrador de propiedades de capas.

Capas nuevas. Se puede crear una nueva capa, asignarles propiedades de tipo de línea, grosor de línea, estilo de trazado y color a partir del proceder siguiente:

1. Propiedades de capas, seleccione nueva.
2. En la lista aparecerá una nueva capa con el nombre provisional de CAPA1, y con los atributos (color blanco, tipo de línea continuo, etcétera).
3. Escriba un nombre nuevo, ejemplo: Línea de ejes).
4. Para crear varias capas, vuelva a pulsar Nueva, escriba el nuevo nombre y pulse INTRO.
5. Pulse aceptar.

COLOR. Permite cambiar el color asociado a la capa seleccionada.

Para cambiar el color a una capa:

Para lograr el cambio de color de una capa seguiremos el siguiente procedimiento (**figuras 26**).

1. Haga clic en el nombre de un color en la ventana administradora de propiedades de capas.
2. Al aparecer la ventana de diálogo que mostramos a continuación.
3. Seleccione el color que usted desee.
4. Oprima aceptar.

Fig. 26. Selección de colores para las capas.

Tipo de línea. Un tipo de línea complejo es un patrón de símbolos con guiones, puntos y espacios en blanco que se repite. El nombre y la definición del tipo de línea describen la secuencia particular trazo-punto y las longitudes relativas de los trazos, espacios en blan-

co y las características de cualquier texto o forma incluida. AutoCAD permite crear sus propios tipos de línea.

Para hacer uso de un tipo de línea es indispensable cargarla primero en el dibujo que usted este realizando. Esto quiere decir que el tipo de línea seleccionado por usted debe estar incluido en el archivo de biblioteca LIN para poder cargarla en el dibujo. Muchas de estas normas están asociadas a normas internacionales, ejemplo: ISO.

En la **figura 27** se muestra como a través del administrador de pro-

1	Rojo	Red
2	Amarillo	Yellow
3	Verde	Green
4	Azul claro	Cyan
5	Azul	Blue
6	Lila	Magenta
7	Blanco	White

piedades de capas podemos acceder a la ventana para la selección de los tipos de líneas, y si deseamos una línea podemos cargar nuevos tipos de línea, a partir del botón **Cargar**, seleccionamos las deseadas y aceptamos estas líneas en cada una de las ventanas interactivas.

Fig. 27. Administrador de capas, Cargas y seleccionar tipos de líneas.

Cómo hacer vigente un tipo de línea en la capa seleccionada:

1. Haga clic en el nombre de un tipo de línea en la ventana administradora de propiedades de capas.
2. En el Administrador de tipos de línea, pulse Cargar.
3. En el cuadro de diálogo Cargar o volver a cargar tipos de línea, seleccione uno o varios tipos de línea y pulse Aceptar.
4. Pulse Aceptar.

Para seleccionar o borrar todos los tipos de línea de forma simultánea, haga clic en la lista de tipos de línea en la ventana administradora de propiedades de capas, elija seleccionar todo o deseleccionar todo en el menú contextual.

Para seleccionar los tipos de líneas asociados con la capa, escogemos para la línea de ejes centro x2 y para las líneas ocultas: líneas ocultas x2.

Dentro de los componentes de la ventana administradora de propiedades de capas tenemos:

Filtro de capas guardadas: muestra las capas y sus propiedades. Para modificar una propiedad, haga clic en su icono. Para seleccionar todas las capas rápidamente haga clic con el botón derecho del mouse y utilice el menú contextual.

Nueva: permite crear una nueva capa Si hay una capa seleccionada al crear una capa nueva, esta adquiere las propiedades de la capa seleccionada. Si lo desea, puede modificar las propiedades de la nueva capa.

Borrar: suprime las capas seleccionadas de la definición del archivo



de dibujo. No se puede suprimir la capa 0 y DEFPOINTS, las capas con objetos (incluidos objetos de definiciones de bloques), la capa actual y las capas dependientes de referencias externas. Las capas que no contienen objetos (incluidos objetos de definiciones de bloques), no son actuales y no son dependientes de referencias externas, se pueden suprimir utilizando el comando LIMPIA.

Tenga cuidado al suprimir capas si está trabajando en un dibujo que forme parte de un proyecto.

Actual: establece la capa seleccionada como la capa actual.

Detalles: muestra una ampliación del Administrador de propiedades de capas con acceso alternativo a propiedades y opciones adicionales, las cuales puede cambiar de acuerdo a su criterio de trabajo.

Nombre: muestra los nombres de las capas. Puede elegir un nombre hacer clic sobre él y renombrarla.

Act/Des: activa o desactiva las capas. Si una capa está activada, está visible y disponible para su impresión. Cuando una capa está desactivada, no está visible ni tampoco disponible para su impresión, incluso aunque Imprimir esté activado.

Las capas desactivadas se regeneran con el dibujo, pero no se muestran ni se podrá dibujar en ella. Al desactivarlas en lugar de inutilizarlas, evitará regenerar el dibujo cada vez que reutilice una capa. Al activar una capa que se ha desactivado, AutoCAD redibuja los

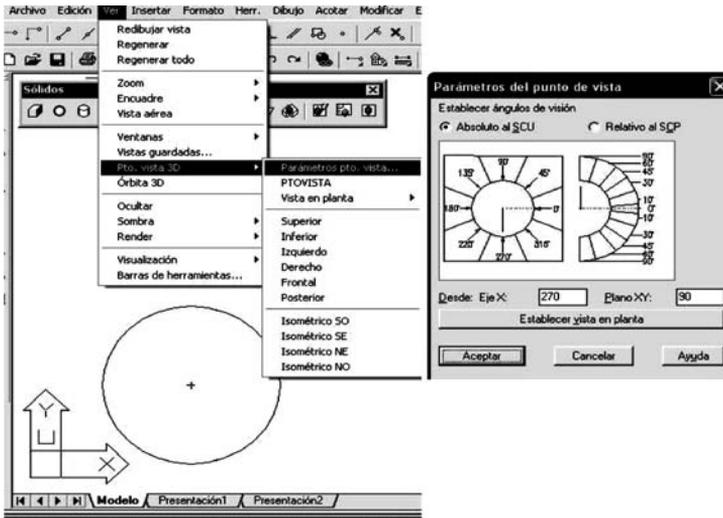
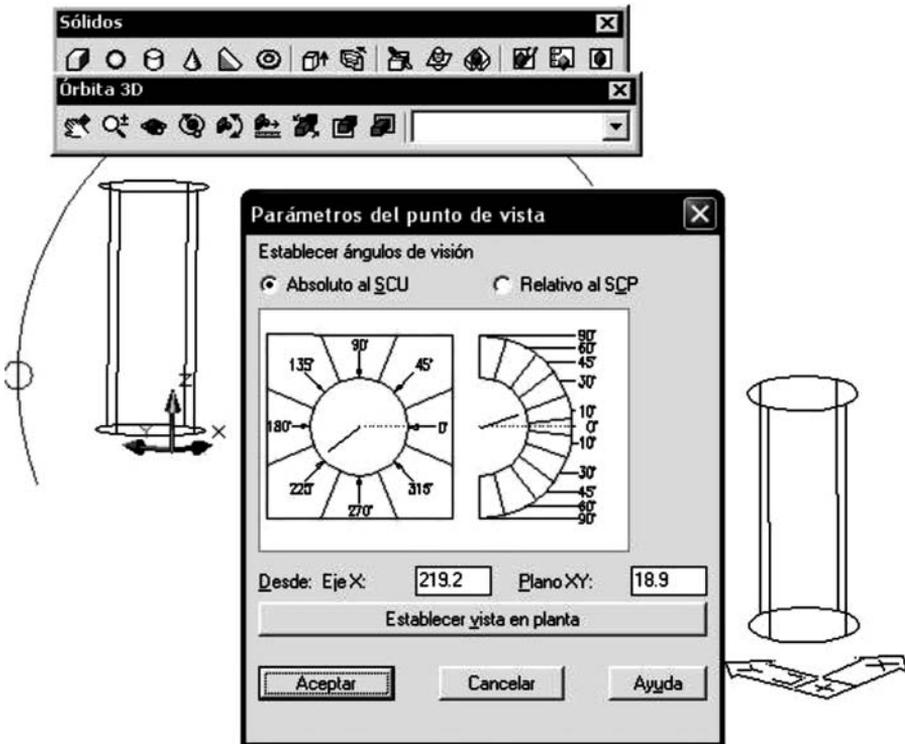


Fig. 29. Punto de vista en 3D. Parámetros del punto de vista.

objetos de esa capa.

Inutilizar / reutilizar en todas las ventanas: inutiliza y reutiliza las capas de todas las ventanas flotantes. Una capa inutilizada es invisible pero está excluida de la regeneración de entidades, ocultación de entidades e impresión. Una capa reutilizada está visible y disponible para la regeneración, ocultación de objetos e impresión.



Inutilice las capas que quiera que sean invisibles durante largos períodos de tiempo. Al reutilizar una capa inutilizada, AutoCAD regenera 220

y muestra los objetos de esa capa. Utilice el parámetro ACT/DES si cambia con frecuencia entre los ciclos visible e invisible.

Bloquear / Desbloquear: bloquea y desbloquea las capas. Los objetos de una capa bloqueada no se pueden designar ni editar. El bloqueo de capas es útil si desea ver información de referencia sobre una capa, pero no editar objetos en la misma.

Color: cambia el color asociado a las capas seleccionadas. Al hacer clic en el nombre de un color, aparece el cuadro de diálogo Seleccionar color.

Tabla 3. Seleccionar colores de líneas

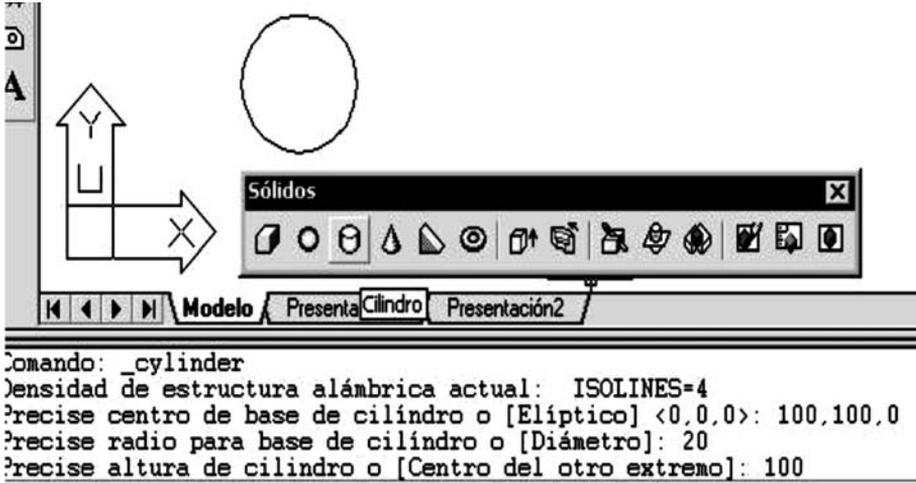
Colores estándar: Los colores del 1 al 7 (ver tabla) más los colores 8 y 9 que son los colores gris oscuro y gris claro.

Tipo línea: cambia el tipo de línea asociado a las capas seleccionadas. Al hacer clic en un nombre de tipo de línea, aparece el cuadro de diálogo Seleccionar tipo de línea.

Grosor de línea: cambia el grosor de línea asociado a las capas seleccionadas. Al hacer clic en cualquier grosor de línea, aparece el cuadro de diálogo Grosor de línea. Frecuentemente en nuestro dibujos empleamos: Blanco – 0,8 – Continua; Verde – 0,4 – Discontinua; Rojo – 0,2 – Continua.

Estilo de trazado: cambia el estilo de trazado asociado a las capas seleccionadas. Si trabaja con estilos de trazado dependientes del color no puede cambiar el estilo de trazado asociado a una capa. Al hacer clic en cualquier estilo de trazado, aparece el cuadro de diálogo Seleccionar estilo de trazado.

Imprimir / No imprimir: controla si se imprimen o no las capas seleccionadas. Al desactivarse la opción de impresión de una capa, los objetos de dicha capa siguen mostrándose. Cuando se desactiva la opción de impresión de una capa, solo se ven afectadas las capas visibles del dibujo (las capas activadas y reutilizadas). Si se ha



establecido una capa para su impresión pero actualmente está inutilizada o desactivada en el dibujo, AutoCAD no la imprime. Puede ser útil desactivar la opción de impresión en el caso de capas que contengan información de referencia como líneas auxiliares.

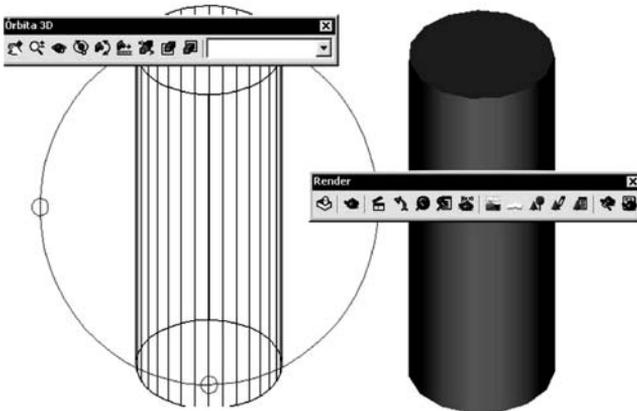
Nota: puede habilitar una nueva capa también oprimiendo el botón derecho del mouse en la lista de capas y aparecerá un menú contextual donde podrá seleccionar Nueva capa.

Si hay una capa seleccionada al crear una capa nueva, esta adquiere las propiedades de la capa seleccionada. Si lo desea, puede modificar las propiedades de la nueva capa.

Barra de herramientas propiedades de objetos

A continuación se muestra la **figuras 28** la barra de herramienta "Propiedades de objeto":

Fig. 28. Propiedades de objeto.



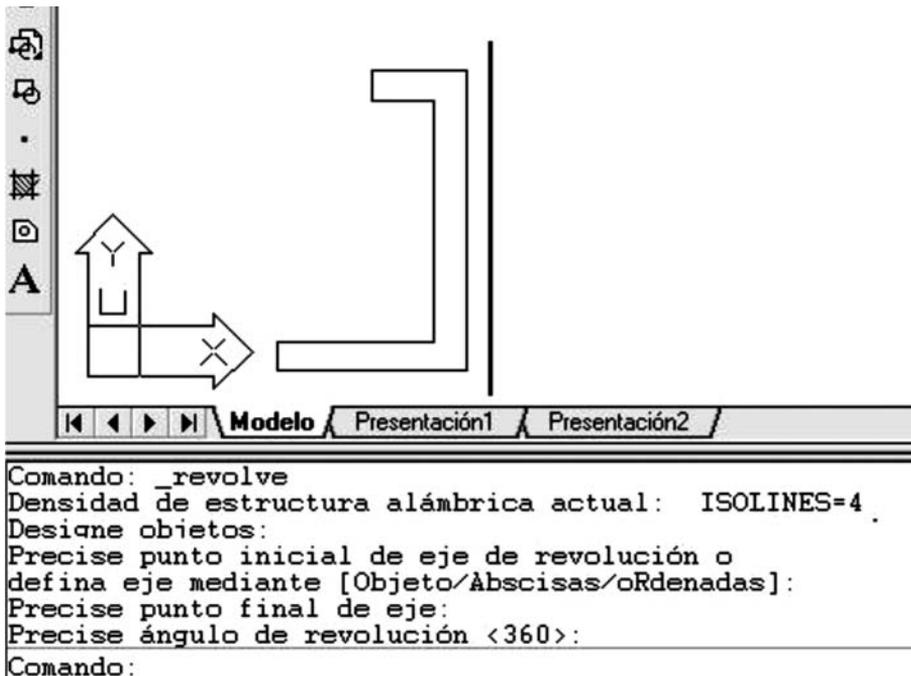
La barra de herramientas Propiedades de objetos nos permite ver o

modificar rápidamente la capas, las propiedades de capas, el color, el tipo de línea, el grosor de línea y el estilo de trazado de un objeto.

8.6. FAMILIARIZACIÓN CON EL AMBIENTE DE TRABAJO EN 3D. PRINCIPALES HERRAMIENTAS

En el Capítulo II se realizó el análisis de la Teoría de las proyecciones, en el mismo se destacó la importancia del “Punto de Vista” dirección de la visual para la obtención de las proyecciones axonométricas y ortogonales de los cuerpos geométricos.

Para la edición de sólidos en AutoCAD deben activarse las Barras de Herramientas: **Dibujo, Editar Sólidos, Estándar, Orbita 3D, Render, Sólidos y Vistas**. Es conveniente que no estén activadas otras barras de herramienta que pudieran limitar el espacio de pantalla utilizado para Dibujos, para activar y desactivar se puede hacer dando clic derecho sobre cualquier comando establecido en la barra de herramientas, aparece entonces la caja de diálogo “Barra de Herra-



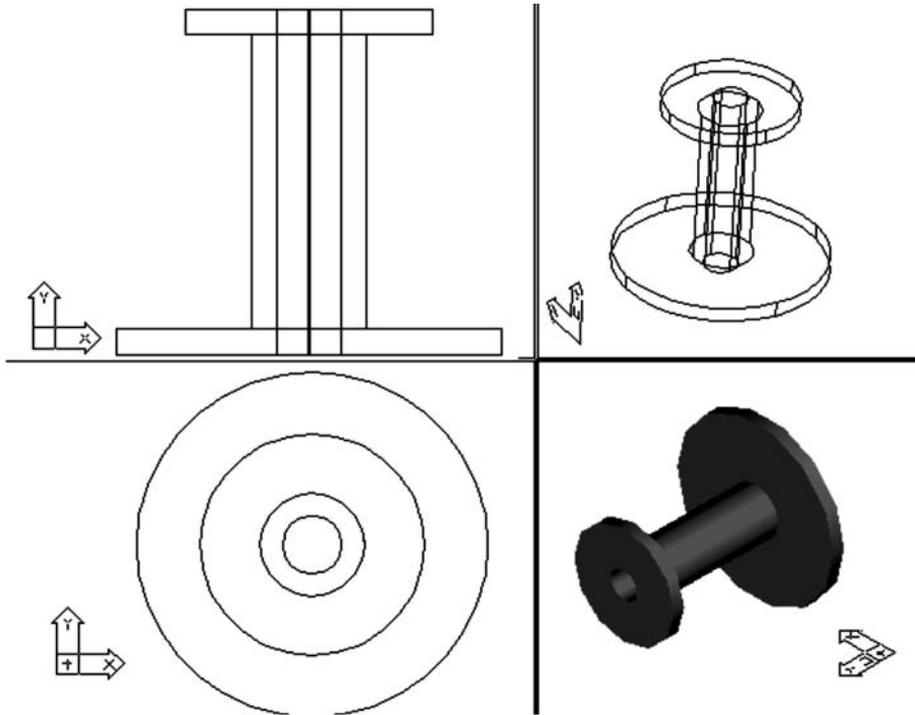
mientas”.

En autoCAD también tenemos la posibilidad de observar sólidos en el espacio. A través del menú principal **Ver** y el menú secundario **Pto. de vista 3D**, donde podemos observar los **Parámetros** (figuras 29).

Para realizar el dibujo de un sólido en el espacio podemos selec-



ccionar del Menú principal **Dibujo/sólidos** y observando los datos solicitados en la barra de comandos, podemos editarlo, también lo podemos hacer a través de la barra de herramientas.



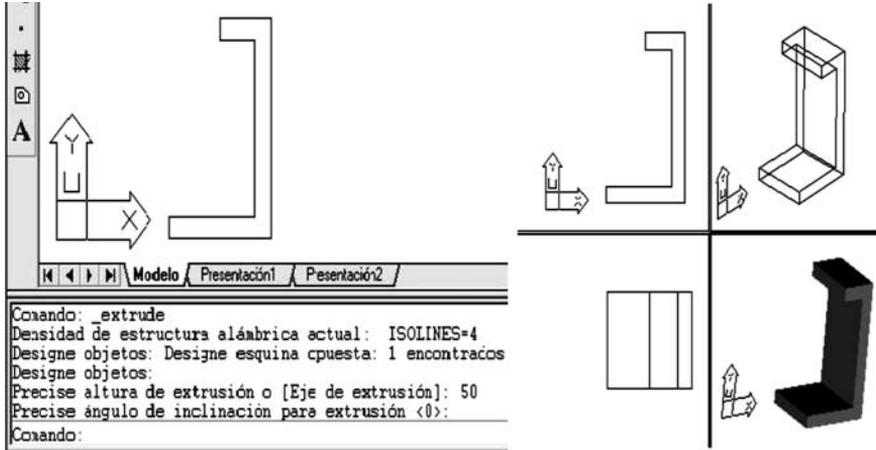
Aquí podemos utilizar en el Menú Principal **Ver / Pto. de vista 3D / Parámetros del pto. Vista** (figuras 30).

Fig. 30. Sólido, Órbita 3D y los parámetros del punto de vista.

8.7. FORMACIÓN DE PRODUCTOS EN 3D

Para la obtención de sólidos podemos considerar procedimientos generales:

- a) Por generación de sólidos a partir de primitivas. (Entrada de datos:

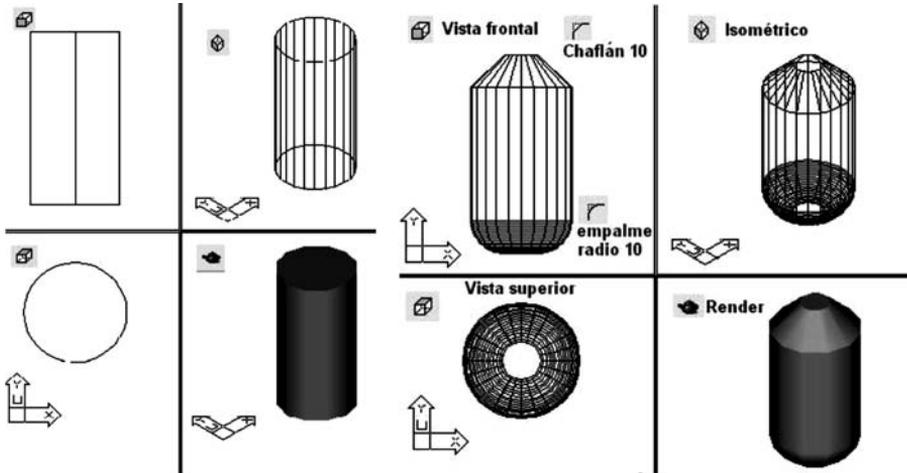


generatriz, directriz, centro, etcétera)

b) Por modelación constructiva. (A partir de primitivas, transformaciones tridimensionales y booleanas, etcétera.)

FORMAS DE OBTENCIÓN DE SÓLIDOS. EJERCICIOS DE GENERACIÓN Y MODELACIÓN DE SÓLIDOS

Generación de sólidos a partir de primitivas



Tomemos como ejemplo la construcción de un cilindro, aprovechando la oportunidad para introducir los comandos necesarios en la defi-

nición o aspecto de un sólido, como son la definición de visibilidad de aristas o generatrices, matriz o sombreado de la superficie, entre otros. En la **figura 31** se muestra la representación de un cilindro donde precisamos el centro de la base, el diámetro de 20 unidades del cilindro, así como su altura, que en este caso es de 100 unidades.

Para obtener productos en 3D podemos hacerlos de diferentes formas, en estos momentos vamos a editar un cilindro, puede ser a partir del menú principal **Dibujo/Editar sólidos/cilindro** donde se pueden dar las dimensiones al igual que utilizando los pasos siguientes:

1. Oprimir el icono de la barra de herramientas de sólidos.
2. Entrar por teclado el centro (150, 150,0).
3. Entrar por teclado el diámetro (100).
4. Entrar por teclado la altura del cilindro (200).

De esta forma se obtienen los sólidos directamente, empleando en el Menú principal **Ver / Orbita 3D /**.

Fig. 31. Representación de un cilindro mediante el comando solidos.

Podemos cambiar el punto de vista empleando la barra de herramientas de vistas donde las podemos observar en el plano y en axonométrico. Podemos cambiar la cantidad de isolíneas si tecleamos el comando **isolines + enter**, esta cantidad (si aumenta) permite ver con mayor claridad el sólido mostrado. En este caso podemos ver la cantidad de generatrices y colocar las que deseamos. Debe ejecutar el comando **REGEN o ver / regenerar** para garantizar la imagen del cilindro. Si se activan opciones del menú **VER / Sombra** entrando en cada submenú podemos encontrar diferentes opciones como estructura alámbrica en 2D y 3D, líneas ocultas, sombra en diferentes planos.

Puede activar **Ver / Orbita 3D** para ver las diferentes posiciones que puede asumir el cilindro en el espacio.

Si activa **Ver / render (figuras 32)** puede verse el cilindro de la **figura 30** el cilindro en 3D renderizado.

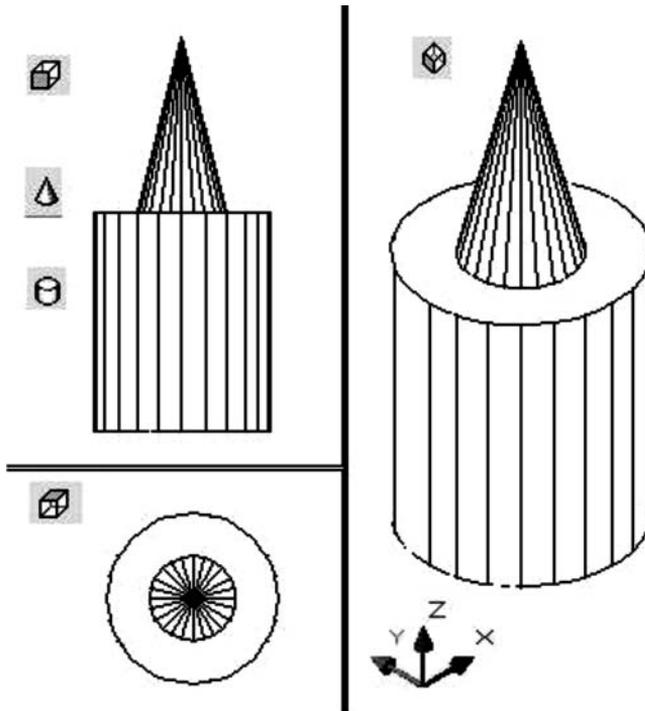
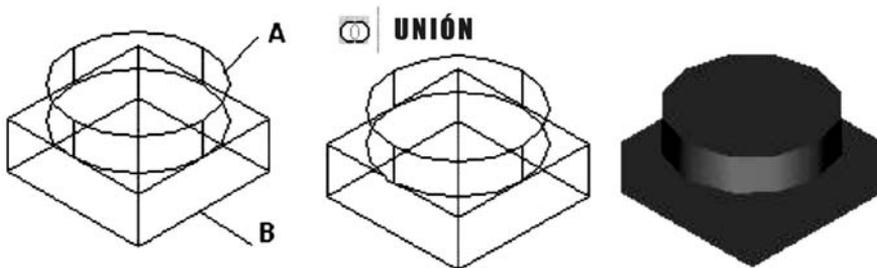


Fig. 32. Cilindro en Orbita 3D y renderizado.

Modelación constructiva de sólidos



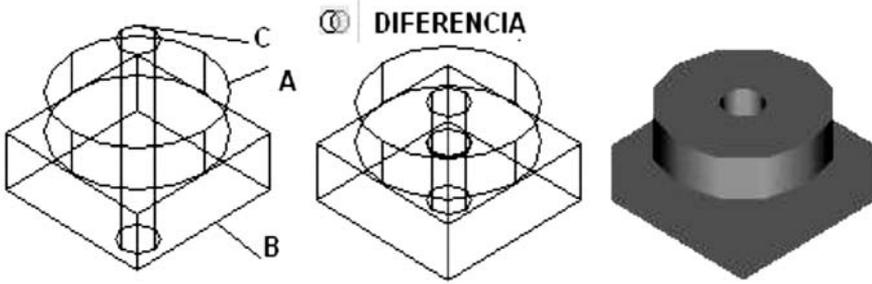
La modelación de sólidos simples se puede realizar por:

- Revolución
- Extrusión

En el caso de sólidos compuestos se pueden obtener por:

- Unión, Intersección y diferencia (Álgebra de Boole)
- Otras

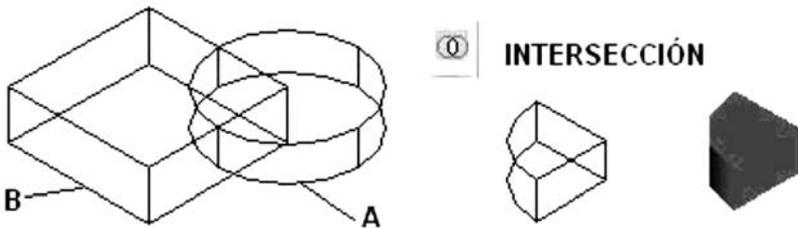
Modelación de un sólido por revolución de un perfil



Trazar a través del comando polilínea (_pline) una figura plana, empleando **Dibujo/ sólido/Revolución** podemos, como se observa en **figura 33** rotar la figura alrededor del eje de revolución con un determinado ángulo, en este caso escogimos 360° como se puede ver en el área interactiva o de comandos.

Fig. 33. Modelación de un sólido de revolución.

Para construir un modelo podemos emplear más de una vista en la pantalla, en la **figura 35** seleccionamos del Menú principal



Ver / Ventanas / 4 ventanas, y haciendo clic derecho en cada ventana se fueron determinando las vistas utilizando la barra de herramientas **Vista** de la **figura 34**.

Fig. 34. Barra de herramientas de Vistas.

Como se aprecia en la **figura 35** donde se muestra la vista frontal, superior, un axonométrico, un axonométrico renderizado (**Ver / render**).

Fig. 35. Vistas ortogonales, axonométrica y renderizada.

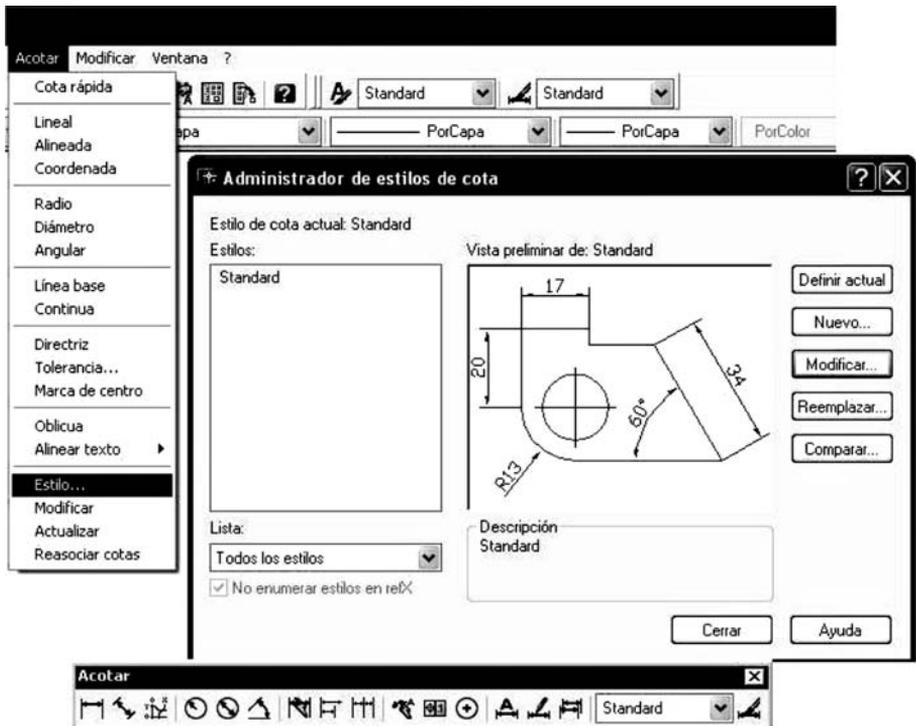
Modelación de un sólido por extrusión

El efecto denominado “extrusión” permite generar un cuerpo a partir de un perfil, un eje de dirección y un ángulo.

En la **figura 36** se muestra un ejemplo de generación de un sólido,

para la construcción del mismo a través de la barra de menú desplegable **Dibujo / Sólido / extrusión**. Para la representación de este

Lineal	Linear	Incluye el acotado: Horizontal, Vertical
Alineada	Aligned	Acotado Alineado.
Coordenadas	Ordinate	Acotado por Coordenadas.
Radio	Radius	Acotado Radial.
Diámetros	Diameter	Acotado de Diámetros.
Angular	Angular	Acotado de Ángulos.
Línea base	Baseline	Acotado Paralelo.
Continua	Continue	Acotado en Serie.



producto se utilizaron dos vistas en el plano, una de ella renderizada.

Fig. 36. Modelación de un sólido por extrusión. Vistas.

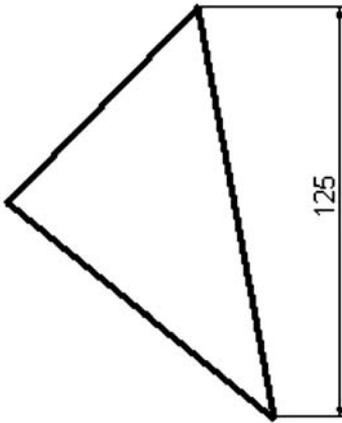
CONSTRUCCIÓN Y MODELACIÓN DE SÓLIDOS COMPUESTOS

En el caso de AutoCAD, contamos con la posibilidad de optar por distintas variantes de trabajo con vistas múltiples, pero nos limitaremos a la más común, que permite establecer un ambiente 3D en el que se combinan las vistas Frontal, Superior y Axonométrica y el renderizado (**figura 37**).

Fig. 37. Representación de un cilindro. Empalme y chaflán.

Empalme (redondeos) y Chaflán (biseles)

Los redondeos y los biseles son elementos muy utilizados en la construcción de las piezas mecánicas, muchas veces desde el punto de vista de la funcionalidad de la pieza como para utilizarlos como conos guías, y para la construcción de las piezas evitando filos vivos, que pudieran dañar a los operarios en su manipulación; por su frecuencia de aparición se hace necesario representarlos en



```
Comando: _dimlinear
Diseñe el origen de la primera línea de referencia:
Diseñe el origen de la segunda línea de referencia:
Diseñe ubicación de línea de cota o
[textoM/Texto/ángUlo/Horizontal/Vertical/Girar]:
Texto de cota = 125
```

AutoCAD.

En la **figura 37** se representa un cilindro donde se dibuja un empalme empleando la barra de herramienta Modificar/empalme, utilizando un radio de 10 mm. De igual forma se dibuja una bisel de 10 mm x 45° en la parte superior del sólido empleando Modificar/chaflán.

CONSTRUCCIÓN DE PRODUCTOS EMPLEANDO OPERACIONES BOOLEANAS. MODELACIÓN DE SÓLIDOS COMPUESTOS POR LA UNIÓN O DIFERENCIA ENTRE CUERPOS GEOMÉTRICOS ELEMENTALES

Analizaremos las operaciones booleanas, las cuales corresponden con tres operaciones básicas del álgebra de Boole: la UNIÓN, la

DIFERENCIA y la INTERSECCIÓN.

Estas operaciones o comandos solo tienen efecto si se aplican a la interrelación de objetos definidos como **Sólidos** o como figuras coplanares declaradas como **Regiones**.

Generación de sólidos por UNIÓN

Dados dos o más sólidos que cuentan con elementos comunes, la operación UNIÓN permite obtener un nuevo sólido que es resultado de la unión booleana de los sólidos iniciales.

La **figura 38** muestra un ejemplo de un sólido formado por un cilindro y uno cono, situado este último coincidiendo ambos en su eje central. En su generación la operación de unión aplicando la secuencia **Modificar / Editar Sólido / Unión**.

Fig. 38. Unión de sólidos en 3D.

Otro ejemplo se muestra en la **figura 39**, en la cual se construyó un sólido a partir de la unión entre un prisma de base cuadrada y un cilindro.

Fig. 39. Unión de los sólidos AB.

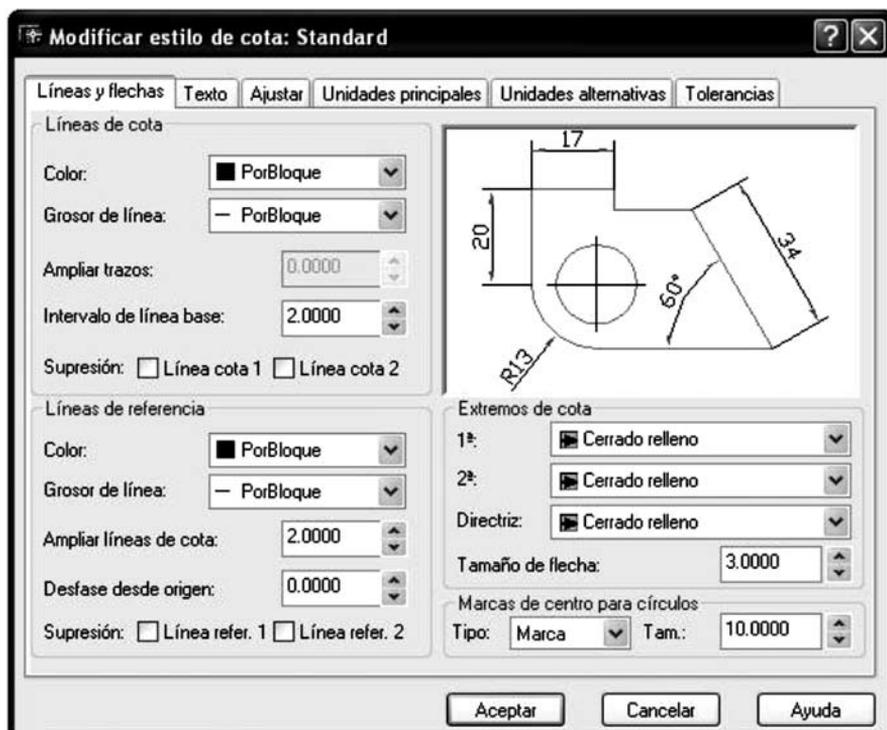
Generación de sólidos por Diferencia

La operación DIFERENCIA permite obtener un nuevo objeto sólido que es resultado de la “sustracción” booleana de dos o más sólidos iniciales que cuentan con elementos comunes.

En la **figura 40** se muestra cómo a partir de la unión de los cuerpos A y B del ejercicio analizado anteriormente se extrae el cilindro C podremos obtener la diferencia de los mismos.

Fig. 40. Diferencia entre la Unión de los sólidos A y B con el cilindro C.

Generación de sólidos por Intersección



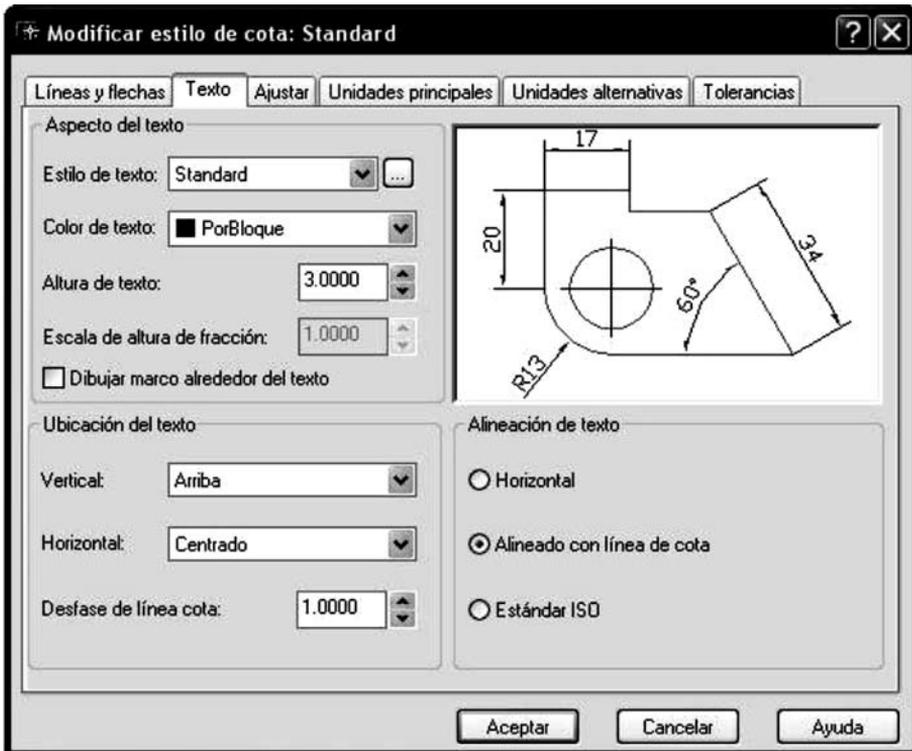
La INTERSECCIÓN es una operación que da la posibilidad de crear nuevos cuerpos.

En la **figura 41** se muestra la intersección entre los sólidos A y B, colocados en una nueva posición para la cual la resultante es el sólido común a ambos cuerpos.

Fig. 41. Intersección entre los sólidos A y B.

8.8. CONCEPTOS BÁSICOS DEL ACOTADO

En la confección de todo documento de carácter gráfico uno de los datos más importantes que se representan es el acotado de las dimensiones del objeto. AutoCAD tiene todo un ambiente de trabajo para llevar a cabo esta tarea y reciben el nombre de Modos DIM. En la **figura 42** mostramos el menú desplegable para el acotado donde podemos colocar cotas lineales, alineadas, acotar radios, diámetros, además nos permite establecer estilos de trabajo como se observa



en la ventana “Administrar estilos de cotas”, donde empleando el botón **modificar** establecemos otras variantes.

CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE ACOTADO

AutoCAD clasifica los métodos de acotado en la forma siguiente:

Fig. 42. Acotado.

Acotado lineal

Permite el trazado de cotas horizontales, verticales y alineadas. **Se accede al comando desde:**

Menú desplegable: **Dimensión/ lineal**

Seleccione el origen de la primera línea de extensión y presione ENTER. Señalar origen de la primera línea de extensión.

Seleccione el origen de la segunda línea de extensión y presione ENTER. Señalar origen segunda línea extensión.

Localización de la línea de dimensión. (Texto/Ángulo): Señalar posición línea dimensión o escoger opción.

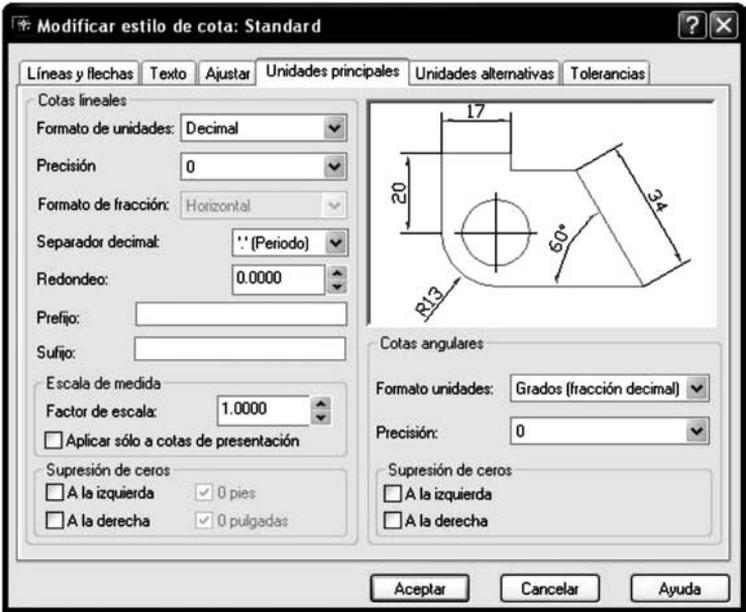
Dimensión texto <valor>: para aceptar valor implícito o teclear valor +

En la **figura 43** se muestra el acotado de una dimensión lineal, observe los datos solicitados en el área interactiva o de comandos.

Fig. 43. Ejemplo de una cota lineal.

Acotado angular

Este método solo se ocupa del acotado de dimensiones angulares, el sistema pide la identificación de la entidad de referencia o tres



puntos de la misma.

Se accede al comando desde:

Barra de herramientas: **Dimensión (Botón / Angular)**

Menú desplegable: **Dimensión / Angular**

Línea de comandos: **Angular o An**

Sintaxis:

Comand: **Angular**

Seleccione: arco, círculo, línea y presione ENTER:

Seleccione primera línea que forma el ángulo.

Seleccione la segunda línea que forma el ángulo.

Dimensión de la línea de localización del arco (texto/ángulo).

Dimensiones del texto <50>: para aceptar el implícito o valor nuevo +

Localización del texto (y presione ENTER): seleccionar el lugar deseado para colocar el texto o vacío para aceptar por defecto la posición establecida por las variables.

Acotado de diámetros y radios.

Permite el acotado de diámetros y radios en arcos y circunferencias.

Acotado de diámetros

Se accede al comando desde:

Barra de herramientas: **Dimensión (Botón / Diámetro)**

Menú desplegable: **Dimensión / Diámetro**

Línea de comandos: **Diámetro o D**

Seleccione arco o círculo. Seleccionar arco o círculo.

Dimensiones del texto < valor>: Teclear valor + o vacío para aceptar el implícito.

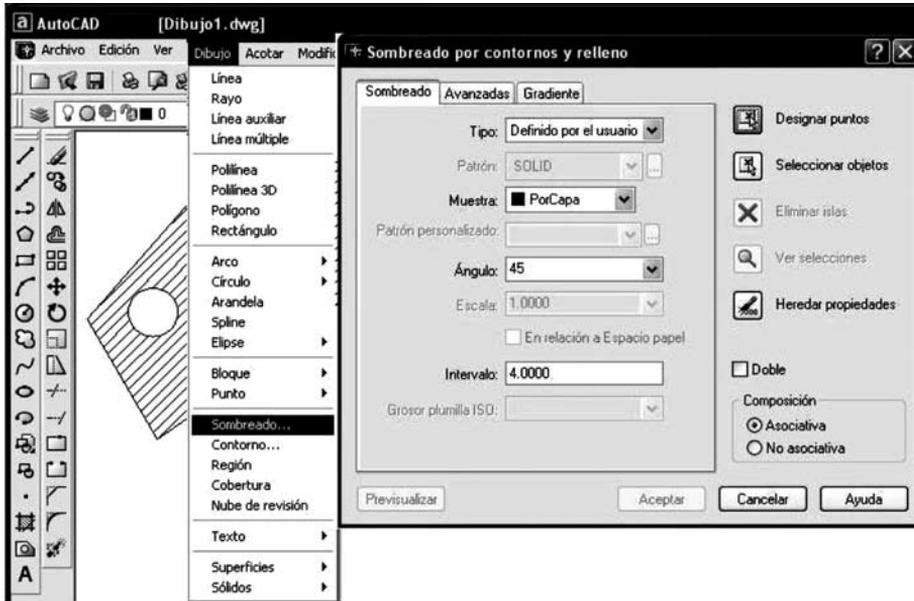
DIMENSIÓN DE LA LÍNEA DE LOCALIZACIÓN. UBICAR POSICIÓN DE LA LÍNEA DE DIMENSIÓN.

Ventana interactiva para modificar estilo de cotas:

Fig. 44. Modificar estilo de cota. Líneas y flechas.

Descripción de opciones de la pestaña **Líneas y Flechas**. En la **figura 44** se muestran las opciones para las modificaciones de las líneas y flechas del acotado.

- **Líneas de cotas.** En ella podemos seleccionar el color, grosor de línea e intervalo de línea base.
- **Líneas de referencia.** Determinamos color y grosor, lo que so-



bresale la línea de referencia con la línea de cota y lo que se desfasa esta línea con relación al origen.

- **Extremos de cotas.** En este caso mostramos como extremos de cota las flechas rellenas, pero podemos emplear una gran variedad, puede Ud. seleccionar la que desea emplear.
- **Marcas de centro para círculos.** En este caso seleccionamos la marca y dimensión para el centro.

Fig. 45. Modificar estilo de cota. Texto.

Textos

En la **figura 45** seleccionamos **Textos** podemos determinar:

- **Aspecto del texto.** Podemos seleccionar el estilo, color y la altura del texto, en este caso escogimos 3 mm de altura, además



escala de altura, dibujar marco alrededor del texto.

- **Ubicación del texto.** Seleccionamos en este caso arriba (sobre la cota), seleccionado centrado (centro de la línea de dimensión y desfase de la línea cota 1mm (1mm sobre la línea de dimensión)).
- **Alineación del texto.** Seleccionamos alineado con línea de cota, puede ser horizontal o Estándar ISO.

Unidades principales

En la **figura 46** seleccionamos **unidades principales** y podemos modificar:

- **Cotas lineales.** Observe la variedad de selección. *En formato de unidades Ud.* puede seleccionar una gran variedad, seleccionó *decimal*.
- **Escala de medidas.** Puede utilizar un factor de escala, empleamos en este caso la unidad.
- **Cotas angulares.** Empleamos grados (**fracción decimal**).
- **Supresión de ceros.** En ambos caso, tanto para cotas lineales o angulares, podemos determinar la supresión de ceros a la iz-

quierda o a la derecha.

Puede Ud. seleccionar dentro de **modificar estilo de cotas** los botones de Ajustar, Unidades alternativas y Tolerancias, donde aparecen en cada caso las ventanas interactivas que puede consultar.

Fig. 46. Modificar estilo de cota. Unidades principales.

8.9. RAYADO DE SECCIÓN

El rayado de sección en AutoCAD se puede realizar empleando la caja de diálogos de la **figura 47** para acceder a la misma se utilizará el camino: **Dibujo/ Sombreado**, tecleando en el área interactiva el comando **_bhatch**, o simplemente el comando **_hatch**, pero en este caso es necesario establecer el nombre del patrón de rayado, analizar si utiliza un patrón definido, o definido por el usuario, a través del área interactiva donde se le solicite. La otra vía para el rayado sería empleando directamente al comando a través del icono correspondiente en la barra de herramienta de dibujo.

Para el rayado de un área determinada es necesario seleccionar las fronteras que limitan el rayado.

La **figura 47** muestra la caja de dialogo la cual posee cuatro áreas: Tipo, Patrón, Patrón personalizado (**Pattern Type, Pattern Properties**), características y atributos (**boundary** y **attributes**) y tres botones independientes, estas áreas y botones se explican a continuación.

Área: **Tipo de patrón (Pattern Type)**.

El botón **Patrón (Pattern)**.permite acceder a la caja de diálogo donde se puede ver y escoger el patrón de rayado

El listado desplegable permite escoger tres opciones:

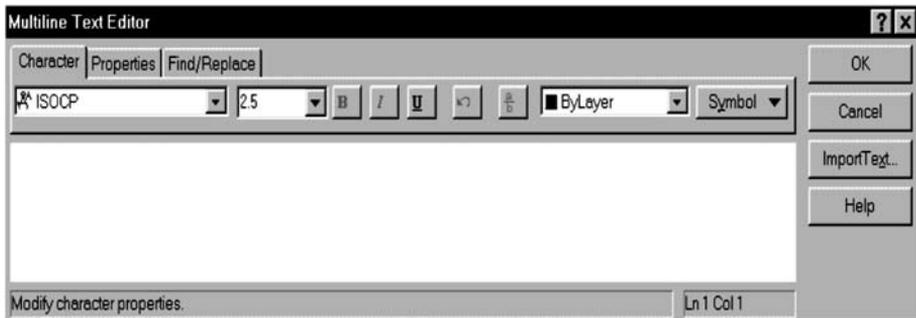
- **Predefinido (Predefined)**. Permite acceder a los patrones del archivo Acad.pat.
- **Definido por el usuario (User defined)**. Permite definir un Patrón de rayado utilizando el tipo de línea actual, permite especificar además el ángulo, espaciado y otras propiedades del rayado.
- **Personalizado (Custom)**. Permite especificar un patrón del archivo Acad.pat u otro archivo .pat. Permite definir además la escala, el ángulo y otras propiedades del rayado.

- **Área Patrón personalizado (Pattern Properties).**
- **Patrón (Pattern).** Permite especificar un Patrón de rayado predefinido desde la lista desplegable.
- **Patrón personalizado (Custom Pattern).** Permite especificar un Patrón de rayado personalizado.

Precise punto inicial de texto o [jUstificar/Estilo]: u
 Indique una opción [aLinear/aJustar/Centro/Medio/Derecha/SIZ/SC/SD/MI/MC

Comando:
 Comando: _dtext
 Estilo de texto actual: "Standard" Altura de texto: 2.5000
 Precise punto inicial de texto o [jUstificar/Estilo]:
 Precise altura <2.5000>:
 Precise ángulo de rotación de texto <0>:
 Escriba texto: Libro de Dibujo.

- **Escala (Scale).** Permite especificar la escala predefinida para un



Patrón.

- **Ángulo (Angle).** Permite variar el ángulo predefinido de un Patrón, mide el ángulo desde el eje X.
- **Espaciado (Spacing).** Permite especificar la distancia de barrido para Patrones definidos por el usuario.
- **Doble (Double).** Seleccionado, realiza un segundo juego de rayado perpendicular al primero.

Fig. 47.Caja de dialogos para definir el rayado de sección.

Área de selección

- **Designar puntos (Pick Points).** Permite seleccionar las fronteras mediante un punto en su interior.
- **Selección de objetos (Select Objects).** Permite seleccionar las fronteras, señalando cada uno de los elementos que la forman.
- **Remover fronteras (Remove Islands).** En selecciones con ventanas o por punto interior permite mover fronteras.

- **Selección de vistas (View Selections).** Muestra las fronteras que están definidas en ese momento.
- **Sombreado por contornos (avanzadas).** Muestra la Caja de Diálogo para modificar las propiedades de frontera (**figura 48**).

Fig. 48. Caja de Diálogo para fijar las propiedades avanzadas de las fronteras del sombreado.

Área de atributos (Attributes)

En esta caja de diálogos Ud. puede analizar:

- **Estilo de detección de islas.** Muestra gráficamente si es normal, exterior o se ignora.
- **Tipo de objeto.**
- **Conjunto de contornos.**
- **Métodos de detección de islas.**
- **Área de selección.**
- **Composición, Asociativa y no asociativa.** La asociatividad del rayado, si esta marcado todas las líneas forman un bloque, de no estar marcada ninguna de las opciones de esta área AutoCAD considera asociativo el rayado.



Puede seleccionar nuevamente **gradiente** y muestra una caja de

diálogos para analizar los colores y su intensidad.

8.10. ESCRITURA DE TEXTOS

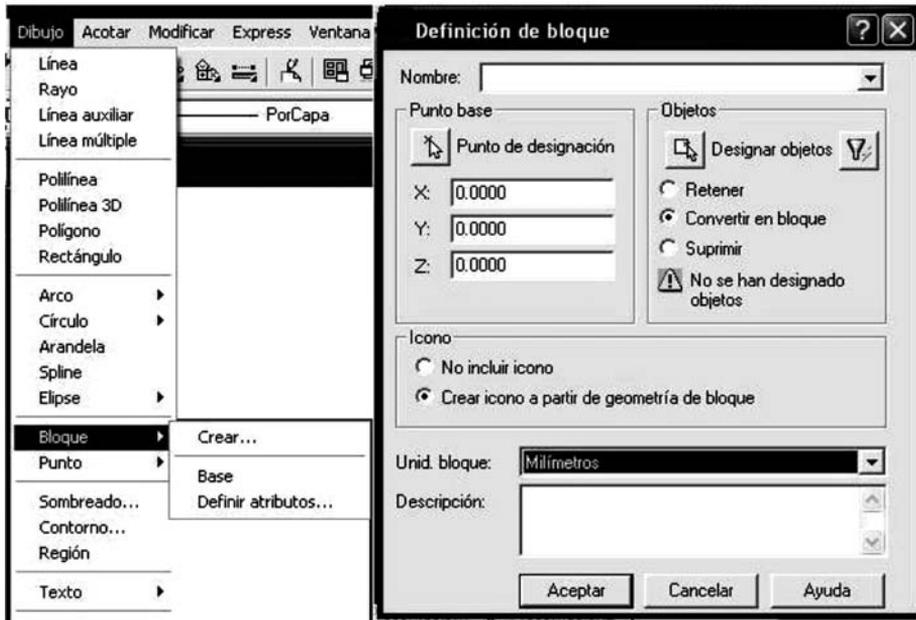
AutoCAD permite realizar los procesos de escritura de notas, leyendas, requisitos técnicos, entre otros textos, para esto, brinda las herramientas necesarias que permiten la realización de las escritas técnicas en los planos.

Comando: TEXTO

Crear un texto en una línea

Se accede al comando desde:

Barra de herramientas: Dibujo **Draw**



Menú desplegable: Dibujo/Texto/Texto en una línea
Draw /Text/ Single Line Text

Línea de comandos: Texto

Justificar

Permite controlar la justificación del texto, en su posición, se comporta de la forma siguiente: el comando se comportará de acuerdo al tipo de alineación escogida.

OPCIONES

Definir atributos [?] [X]

Modo <input type="checkbox"/> Invisible <input type="checkbox"/> Constante <input type="checkbox"/> Verificar <input type="checkbox"/> Predefinido	Atributo Identificador: Para una Pieza Solicitud: Nombre del Plano Valor: Plano de pieza
Punto de inserción Punto designación < X: 0.0000 Y: 0.0000 Z: 0.0000	Opciones de texto Justificación: Centro Estilo de texto: Standard Altura < 4 Rotación < 0

Alinear por debajo de la definición de atributos anterior

- **Alinear.** Pide la entrada de dos puntos que determinarán la altura del texto y el ángulo de rotación.
- **Ajustar.** Pide la entrada de dos puntos y la altura del texto, estos determinarán el ángulo de rotación y el texto se ajustará a la distancia, la letra se ajustará en su ancho.
- **Centro.** Pide la entrada de un punto que determina el centro del texto desde su línea base, después el comando se comportará normalmente.
- **Medio.** Pide la entrada de un punto que determina el centro del texto desde su línea base media, después el comando se comportará normalmente.
- **Derecha.** Pide la entrada de un punto que determina el final del texto y la posición de su línea base, después el comando se comportará normalmente.

OPCIONES

Estilo

Permite seleccionar el estilo de texto deseado para la escritura, los estilos de textos deben estar cargados con la orden **Estilo (figura 48)**.

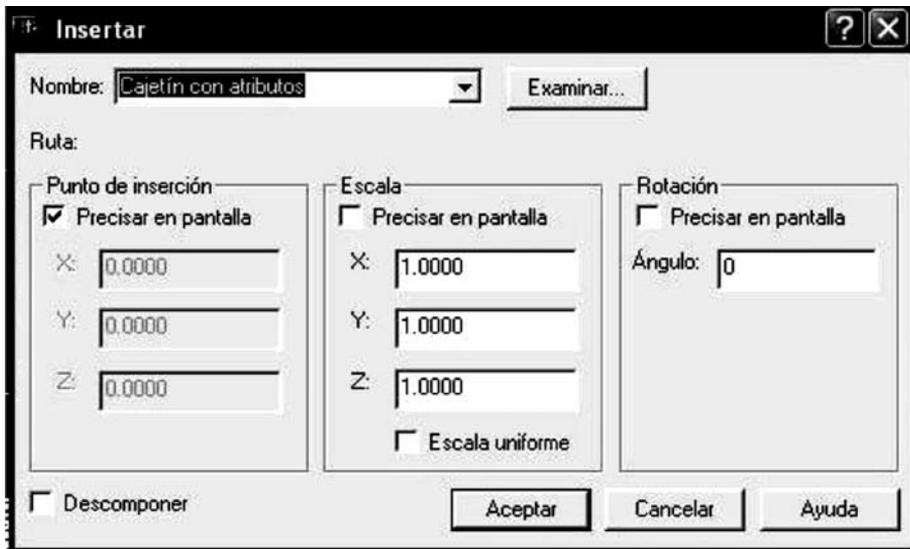
Fig. 48. Comando de texto.

Fig. 49. Caja de Diálogo para la escritura de párrafos de texto o Textos Multilínea.

Opciones de la Caja de Diálogo

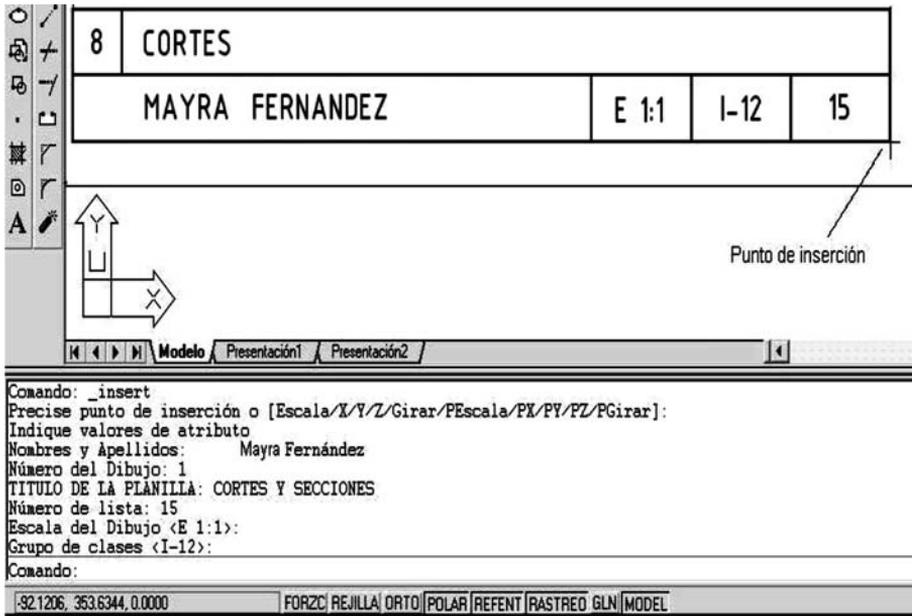
La caja de diálogo presenta tres pestañas: **Carácter**, **Propiedades** y **Encontrar / reemplazar** cada una de estas al ser activada varía la barra de herramientas que se encuentra debajo de ella, las opciones que presentan estas (de izquierda a derecha) son:

Carácter



- Fuente: permite escoger la fuente de letra.
- Alto: permite seleccionar una altura para la letra.
- Negrita: este botón convierte las letras en Negrita.
- Cursiva: este botón convierte las letras en Cursivas
- Subrayar: este botón subraya las letras.
- Última: este botón anula la última acción realizada.
- Otros botones permiten especificar el color, símbolos, etcétera.

8.11. PROPIEDADES



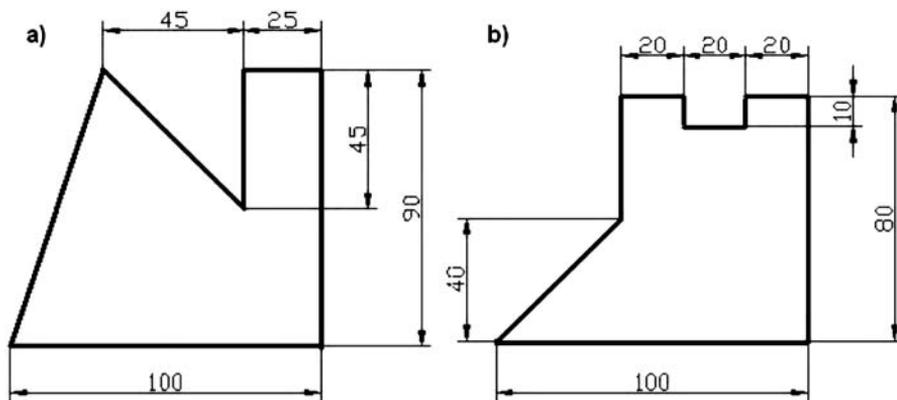
Permite controlar las propiedades que se aplicarán al texto multilinea, estas propiedades vistas anteriormente son estilo, justificación, altura, rotación, etcétera.

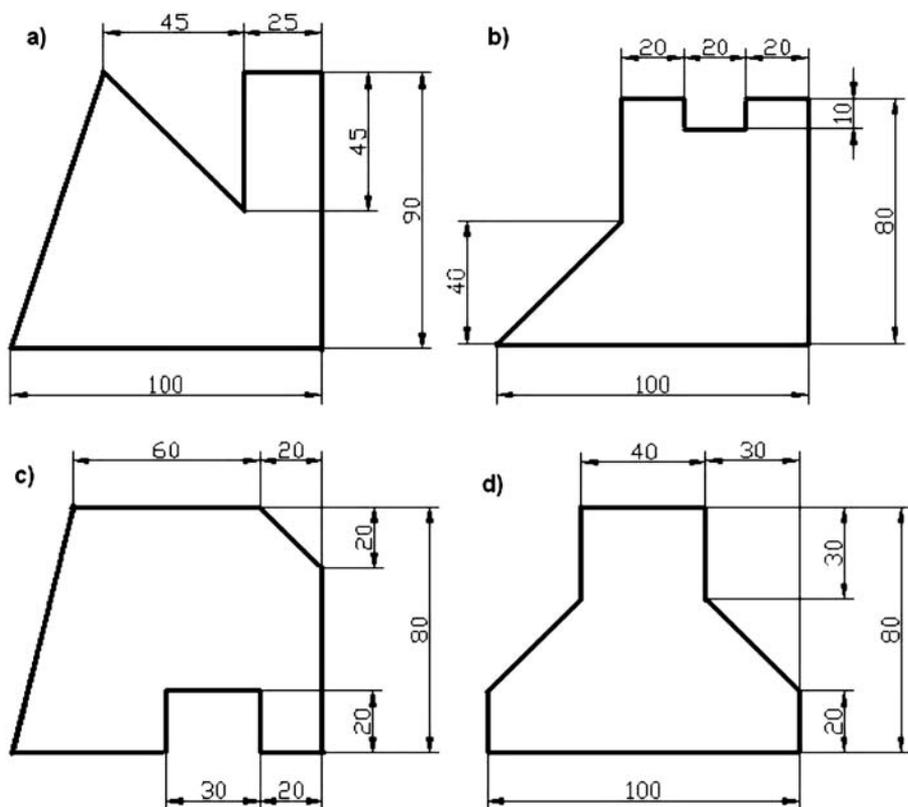
Encontrar y reemplazar

Busca una cadena de texto y la reemplaza con un nuevo texto.

MODIFICACIONES DE PARÁMETROS Y PROPIEDADES

Si Ud. desea modificar las propiedades puede emplear el ícono de propiedades o emplear el Menú desplegable **Modificar / Propieda-**





des, donde se obtiene la ventana de propiedades que aparece en la **figura 50**.

Podemos modificar los siguientes aspectos:

- General (color, capa, tipo de línea, etcétera).
- Estilo de trazado.
- Ver.
- Varios.

Fig. 50.Propiedades.

8.12. REPRESENTACIÓN DE BLOQUES. BLOQUES CON ATRIBUTOS

Bloque. Un bloque es un dibujo cuya representación se asume como una sola entidad, con el objetivo de no repetir dibujos. Se pueden crear bloque de formatos cajetines, ventanas., símbolos mecánicos, arquitectónicos, según las necesidades de representación, etc. (**figura 51**).

Además aparece en la misma figura un ventana interactiva donde se define el nombre, las unidades, la selección del dibujo que se quiere convertir en un bloque y, además, un punto de referencia con

el objetivo de cuando se llame el bloque se puede insertar a partir de este punto. Después de tener el modelo a representar se puede acceder con **Dibujo / Bloque / Crear**. Una vez creado el bloque es almacenado en el propio dibujo.

Fig. 51. Barra de herramienta dibujo. Caja de diálogos Bloque. Definición de bloque.

Si usted quiere guardar un bloque en un archivo puede escribir en la área de comandos: **Bloquedisc** o **_wblock** e indicar el bloque que desea guardar y dar la información solicitada incluida la dirección de localización.

Bloques con atributos. En ocasiones usted desea crear un bloque con diferentes características, para lo cual debe determinar en **Dibujo / bloque / atributos**, donde se muestra la caja de diálogos que aparece en la **figura 52**.

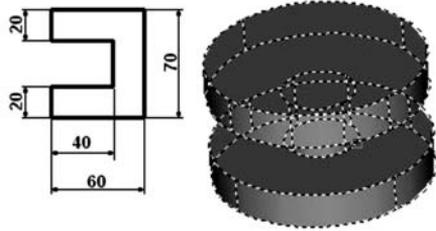
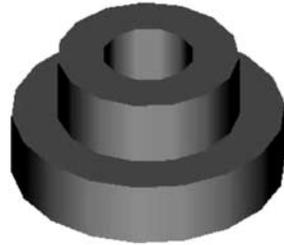


Fig. 52. Caja de diálogos. Bloque. Definir atributos.

En la misma para crear los atributos tenemos las especificaciones siguientes:

ATRIBUTOS

- **Identificador.** El identificador no puede tener espacios en blanco y es una vez aceptado lo que se ve en pantalla.
- **Solicitud.** Tipo de plano.
- **Valor.** Plano de pieza, si usted requiere otro por ejemplo plano de ensamble, Ud. debe teclearlo.



Opciones de texto. En este caso puede justificar el texto, por ejemplo, a partir del centro, seleccionar el estilo de texto, Standard, la altura, donde escogimos 4 y el ángulo de rotación 0°; además seleccionamos el punto de inserción donde queremos colocar el atributo, después aceptar.



Modo. Donde Ud. selecciona si es invisible, constante, verificar o predefinido.

En general, Ud. puede colocar tantos atributos como sean necesarios, pero siempre al final debe crear el bloque como vimos anteriormente a través de **Dibujo/Bloque/Crear**.

Punto de inserción. Se ubican las coordenadas x,y,z del punto por el teclado o por el mouse para poder insertar el bloque.

En la **figura 54** se muestra un bloque creado con atributos, el cual ha sido insertado y donde puede observar el cajetín y sus atributos a través de la ventana interactiva o de comandos.

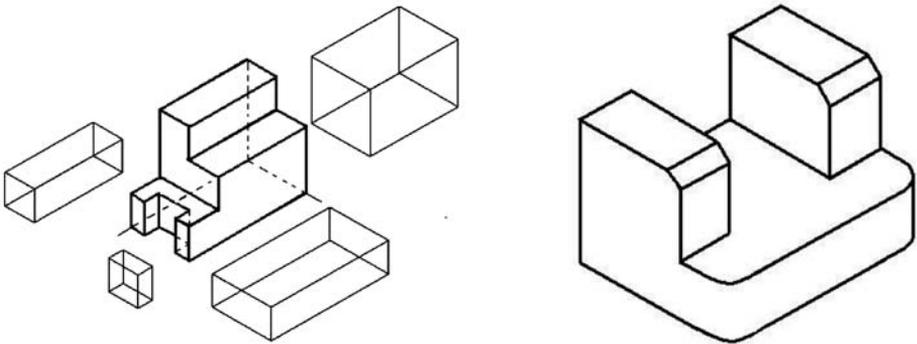
8.13. INSERTAR BLOQUES

En este menú desplegable usted puede seleccionar varias opciones entre ellas puede ser bloque, donde se muestra la caja de diálogos de insertar (**figura 53**).

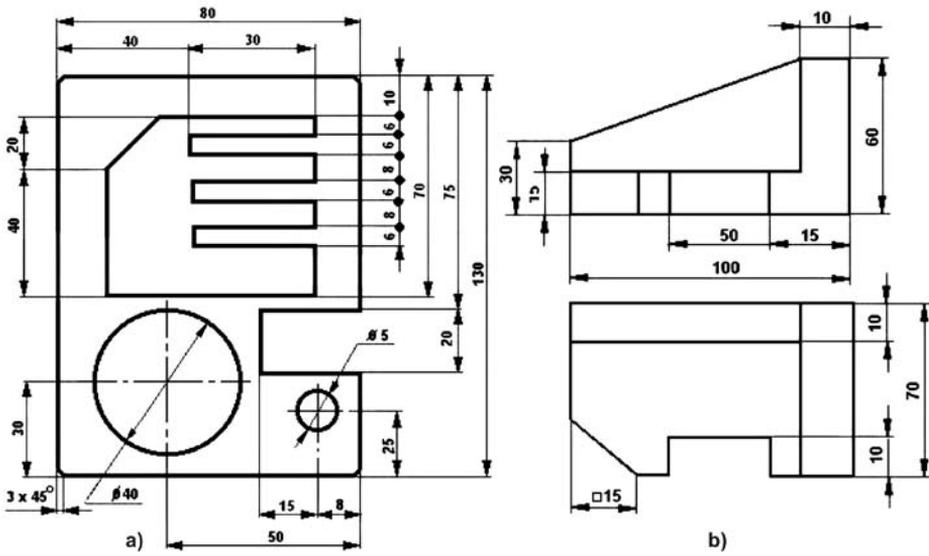
Fig. 53. Caja de diálogos de insertar.

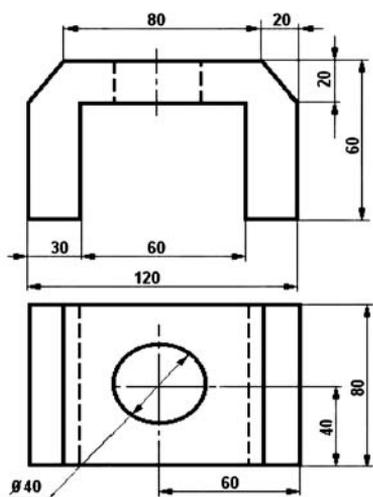
Insertar/bloque, también puede teclear en Comando **_insert**, en ambos casos aparece la ventana mostrada en la **figura 53**.

Se puede a partir del dibujo los bloques que Ud. ha creado para su dibujo seleccionar uno de ellos en este caso (Cajetín con atributos), donde se precisa el punto de inserción, la escala o la rotación, siempre determinando si los datos se precisan en la pantalla o mediante coordenadas que puede seleccionar con el curso o determinando las coordenadas directamente por el teclado. Escribe las coordenadas y el ángulo según el caso, al final Aceptar.

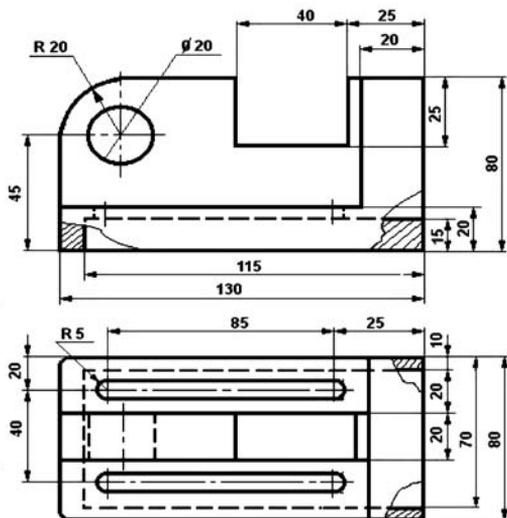


Como el bloque presenta atributos, debe ir introduciendo los datos según

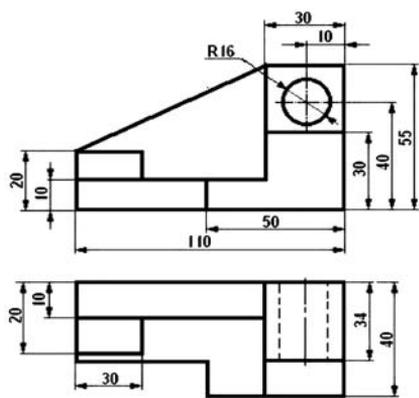




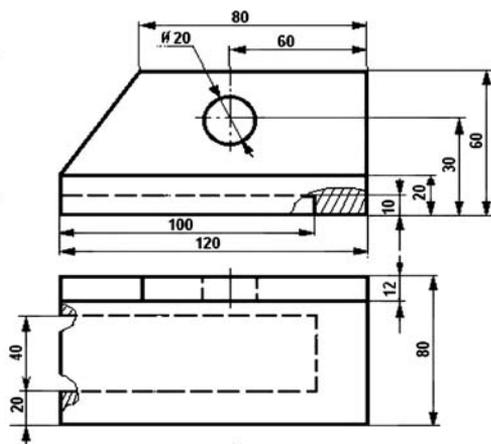
c)



d)



e)



f)

sean solicitados en el área interactiva, como se muestra en la **figura 54**.

Fig. 54. Inserción de un bloque con atributos de un Bloque de título (cajetón).

BIBLIOGRAFÍA

Ayuda del programa.

Manual de AutoCAD.

EJERCICIOS

1. Represente los dibujos siguientes empleando un sistema gráfico.
2. Construya a partir de las primitivas (Ver/Ventanas/4ventanas) (Ver/Pto. De vista 3D) las vistas frontal, horizontal, lateral, e isométrico de un cilindro recto (Dibujo/Sólido/cilindro) de diámetro 80 mm y una altura de 100 mm. Realice un empalme de radio = 6 mm.
3. Construya a partir de las primitivas la vista frontal, horizontal e isométrica de una esfera con radio 10 mm. Utilizando el comando isolines cambia el número de 4 a 20 y debe utilizar (Ver/ regenerar) observe.
4. Construya a partir de dos vistas y el isométrico un cono de 10mm de radio y una altura de 50 mm. Cambie el número de isolíneas en 12. Recuerde que debe regenerar el dibujo.
5. Represente las tres vistas y el isométrico de una cuña de 20 mm de longitud, 40 mm de anchura y una altura de 60.
6. Represente las dos vistas y el isométrico de un toroide de 30 mm de diámetro exterior y tiene 10 mm de diámetro en su sección transversal, cambie las isolíneas a 12 y regenere el dibujo.

7. Empleando cuatro vistas, represente la vista frontal, superior, el isométrico y el isométrico renderizado de un cono que tiene 28 mm de diámetro y una altura de 40 mm.

8. Utilizando una polilínea en la construcción de un triángulo, modelar una cuña de 60 mm x 20 mm conociendo que su altura es de 40 mm. Utilizar extrusión (Dibujo/Sólido/extrusión) para dar la altura del mismo.

9. Modele un cono a partir de un triángulo de 60 mm x 20 mm mediante una polilínea. Para la obtención del sólido gire el triángulo sobre la dimensión de 60 mm empleando la generación por revolución (Dibujo/Sólido/revolución). Represente las dos vistas, el isométrico y el isométrico renderizado (Ver/render).

10. Represente un perfil en C y rótelos para obtener una figura como la siguiente:

- Represente la vista frontal, vista superior, isométrico y renderizado.

11. Represente las vistas, el isométrico y el dibujo renderizado de un producto formado por la unión de dos cilindros concéntricos, teniendo en cuenta que el primero tiene un diámetro de 60 mm con una altura de 30 mm y el segundo 40 mm de diámetro con 20 mm de altura.

12. Analice el siguiente modelo:

12.1. Represente la unión de un cilindro de diámetro igual 30 mm y 15 mm de altura con otro cilindro de 20 mm de diámetro y 15 de altura.

12.1. Si taladramos los dos cilindros de la unión anterior con una barrena, como si se retirara un cilindro de diámetro 10 mm de altura igual a 50 mm obtenemos por diferencia el modelo representado. Realice la construcción del mismo.

12.3. Pudiera usted resolver este problema por otra vía.

12.4. Representar en el cilindro mayor de la pieza un empalme de 5 mm de diámetro y un bisel de $3 \times 45^\circ$ (chaflán).

12.5. Una vez representada la figura, puede usted realizar algunas operaciones como son (Ver Orbita 3D) donde se puede variar los

ejes, (Ver/Sombra) donde puede obtenerse varias variantes como son la estructura alámbrica, líneas ocultas, sombreado de planos, etc. Debe (ver/Render) para obtener la figura representada.

13. Crea productos con dos o más figuras geométricas empleando la modelación mediante la unión-diferencia, la extrusión y la rotación. Explica cómo obtuviste cada uno de los productos creados.

14. Dibujar un cubo de lado de 20 mm y una esfera de diámetro 20 mm, coloque ambos cuerpos de forma tal que coincidan uno de los lados con el centro de la esfera.

14.1. Determine la unión entre ellos.

14.2. Determine la intersección.

14.3. Haga un análisis del significado de unión y de intersección.

15. Analice los cuerpos siguientes:

Obtenga el isométrico de la **figura a** partiendo de los cuerpos geométricos más simple y emplee los conocimientos dados de Unión, diferencia, intersección, extrusión, rotación (revolución) en caso necesario.

De igual forma obtenga el isométrico de la **figura b** a partir de los cuerpos geométricos más simples empleando los conocimientos de unión, diferencia, chaflán o bisel y empalme. Determine las vistas del mismo.

16. Resuelva los ejercicios acotados siguientes.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- CHIRINO RAMOS, MA. VICTORIA y DRA. ANA MARÍA SÁNCHEZ COLLAZO: *Metodología de la Investigación Educativa*. Guía de Estudio, Editorial pueblo y Educación, Ciudad de la Habana, 2003.
- FERNÁNDEZ, GUILLERMO R. y otros: *Los contenidos y medios de enseñanza en la enseñanza del Dibujo Técnico para la Facultad de Ingeniería Industrial*. Material impreso, La Habana, 1996.
- FIGUEREDO, NELSON: "El dibujo Técnico como expresión objetiva de la subjetividad del Pensamiento". Trabajo de curso presentado para la asignatura "Teoría del Pensamiento" de la maestría en Ciencias de la Educación superior del CREA, ISPJAE, Ciudad de la Habana, Julio 2000.
- GONZÁLEZ, O: *El enfoque Histórico Cultural como fundamento de una concepción pedagógica*. Tendencias Pedagógicas contemporáneas, EMPES, La Habana, 1991.
- NC ISO 128-20: *Dibujos Técnicos. Principios generales de presentación*. Parte 20: Convenios básicos para líneas. Oficina Nacional de Normalización, Ciudad de la Habana, 2005.
- NC ISO 128-30: *Dibujo Técnico. Principios generales de presentación*. Parte 30: Convenciones básicas para vistas. Oficina Nacional de Normalización, Ciudad de la Habana, 2005.
- NC ISO 128-40: *Dibujo Técnico. Principios Generales de presentación*. Parte 40: Convenciones básicas para cortes y secciones. Oficina Nacional de Normalización, Ciudad de la Habana, 2005
- NC ISO 128-50: *Dibujo Técnico. Principios Generales de presentación*. Parte 50: Convenciones para presentación de áreas en cortes y secciones, Oficina Nacional de Normalización, Ciudad de la Habana, 2005
- NC ISO 129-1: *Dibujos Técnicos-Indicaciones de cotas y tolerancias*. Parte 1: Principios generales. Oficina Nacional de Normalización, Ciudad de la Habana, 2005.
- NC ISO 5467: *Documentación Técnica de productos*. Formatos y

- presentación de los elementos gráficos de dibujo. Oficina Nacional de Normalización, Ciudad de la Habana, 2006.
- NC ISO 3098-2: *Documentación Técnica de Productos*. Rotulado, 2006.
- NC ISO 7200: *Documentación Técnica de productos*. Campos de datos en bloques de títulos y encabezamiento de documentos. Oficina Nacional de Normalización, Ciudad de la Habana, 2006.
- PARTE 2: *Alfabeto latino, números y signos*. Oficina Nacional de Normalización, Ciudad de la Habana, 2006.
- Pérez Lazo de la Vega, Dra. María C. y Lic. F. Acosta Ruiz: *Geometría Descriptiva*. Guía de estudio para Talleres y Seminarios. Dpto. Gráfica de ingeniería. Facultad de ingeniería Mecánica, CUJAE, 2003.
- RUIZ MARTELL, E: "Propuesta metodología para el perfeccionamiento de la asignatura DIBUJO TÉCNICO I". Tesis presentada en opción al título de máster en Pedagogía Profesional, La Habana, 2000.
- SANTANA, M. : "Una Alternativa Didáctica para la Contribución al Desarrollo de la Representación de la Proyección Ortogonal en los Dibujos Técnicos. Tesis de Maestría, UNAH, La Habana, Cuba, 2002
- VIGOSTSKY, L. S. : *Pensamiento y lenguaje. Teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas*, Edición Revolucionaria, La Habana, (sobre la primera edición en ruso 1934), 1968.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- DI PIETRO, DONATO: *Geometría Descriptiva*, Editorial Pueblo y Educación, p. 401, 1969.
- DOMENECH, JOSÉ y RAFAEL ANTÓN: *Dibujo Básico*, Editorial Pueblo y Educación, (tercera reimpresión), p. 246, 1986.
- GORDON, V.O. y otros: *Curso de Geometría Descriptiva*, Editorial MIR, p. 371, 1973.
- LOKTEV, O. V.: *Curso breve de Geometría Descriptiva*, Editorial MIR, p. 209, 1987.
- MARÍN, A. y RAFAEL ANTÓN: *Geometría Descriptiva*, Editorial Pueblo y Educación, (segunda edición corregida), p. 274, 1986
- RODRÍGUEZ, ALBERTO y GUILLERMO DIEGO: *Dibujo Básico. Manual de Prácticas*. Editorial: Pueblo y Educación, (reimpresión), p. 186, 1989.
- RODRÍGUEZ, ORLANDO y ÁNGEL CORUGEDO: *Dibujo Aplicado para Ingenieros*, Editorial MES, pp. 1 – 264, t. I, 1985.