

APÉNDICE

MANEJO DE INSTRUMENTOS Y CONSTRUCCIONES GEOMÉTRICAS BÁSICAS

A.1 MANEJO DE LOS INSTRUMENTOS DE DIBUJO	170
A.1.1 EL LÁPIZ	170
A.1.2 EL COMPÁS	170
A.1.3 LA ESCUADRA Y EL CARTABÓN	171
A.2 TIPOS DE LÍNEAS.....	172
A.3 CONSTRUCCIONES GEOMÉTRICAS BÁSICAS	173
A.3.1 EJERCICIOS DE TRAZADO BÁSICO	173
A.3.2 CONSTRUCCIÓN DE POLÍGONOS REGULARES	175
A.3.3 CIRCUNFERENCIA	181

A.1 Manejo de los instrumentos de dibujo

El dibujo técnico es la disciplina que sirve de medio de expresión a la geometría descriptiva, y al diseño de proyectos en general, en todas las ramas de la ingeniería. Por este motivo, resulta de una importancia capital el correcto manejo del instrumental y de los procedimientos básicos del trazado para lograr resultados de calidad aceptable, ya que si el ejecutante no se esmera en adquirir la técnica correspondiente, siempre obtendrá resultados mediocres, aún cuando posea un amplio dominio en la parte teórica.

Las herramientas mínimas necesarias para la ejecución de los trabajos propios de esta rama del conocimiento son los siguientes: lápices, goma de borrar, regla graduada en milímetros, escuadra, cartabón, compás de precisión, plantilla para borrar, sacapuntas o afila minas y papel blanco base 20.

A.1.1 El lápiz

Para el dibujo técnico se prefiere el uso de lápices de madera con núcleo de grafito, si bien es cierto que existen los lapiceros semiautomáticos o portaminas, los cuales presentan la ventaja de prescindir del uso de sacapuntas. Según el grado de dureza los lápices especiales para el dibujo se clasifican por letras y números. La serie H (del inglés *hard*) va del H hasta el 8H y corresponde a lápices duros y por lo tanto de un trazo más fino; el número que acompaña a la letra indica el grado de dureza: a mayor el número, mayor la dureza. La serie B (del inglés *black*) está compuesta por lápices de mina blanda, siendo el 7B el más blando y por lo tanto genera un trazo muy grueso inapropiado para el dibujo técnico. El lápiz F (del inglés *firm*) es único y posee una dureza intermedia entre las dos series anteriores. Lo mismo se aplica al lápiz HB.

En la realización de dibujos de índole técnica se aconseja el uso de los lápices F o HB, H, 4H y 2H, debido al espesor de las líneas utilizadas, el cual está regulado por la normativa internacional (ISO).

Resulta conveniente mantener muy bien afilada la punta del lápiz con la finalidad de obtener un trazado nítido, uniforme y preciso para todos los tipos de líneas. La técnica más recomendada implica sostener el lápiz de manera firme, manteniendo una presión constante sobre el instrumento (regla, escuadra o plantilla) y haciendo rotar la punta a medida que se traza la línea. Debe procurarse mantener un ángulo de unos 60° entre el lápiz y el papel en la dirección del trazado.

A.1.2 El compás

Es un instrumento de precisión con el cual se pueden trazar arcos de circunferencia y tomar y copiar distancias. De los distintos tipos de compás existentes, se prefiere el uso del *de bigotera* (Fig. A.1) debido a su reducido tamaño y bajo costo. Los brazos de este tipo de compás se acercan y se separan por la acción de un tornillo regulador, lo que se traduce en trabajos de buen nivel de precisión.

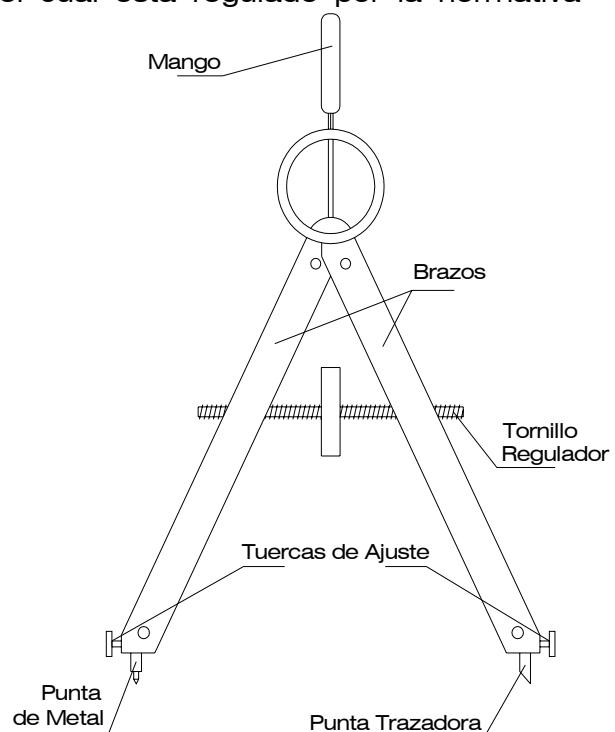


Fig. A.1: Compás de bigotera.

Las agujas del compás presentan dos puntas, de las cuales una es fina y con un ensanchamiento que evita su penetración a mayor profundidad, previniendo así que el orificio hecho en el papel sea de grandes dimensiones. Algunos modelos poseen un soporte en el que se pueden fijar lápices, siendo éste el más recomendado por su versatilidad.

Para obtener un buen resultado se recomienda seguir el siguiente procedimiento a la hora de trazar arcos de circunferencia: En primer lugar se debe marcar el centro mediante dos trazos, uno vertical y uno horizontal, a manera de cruz. Luego se mide el radio a partir de esa marca empleando una regla graduada, señalándolo con una marca muy suave. Seguidamente se coloca la punta en el centro del arco y se abre hasta lograr alcanzar la marca del radio, realizando luego el giro sujetando el compás por el mango con los dedos índice y pulgar. Este movimiento debe ser, preferiblemente, en sentido horario e inclinando ligeramente el instrumento.

A.1.3 La escuadra y el cartabón

Estos instrumentos se utilizan en el trazado de líneas rectas paralelas, perpendiculares y oblicuas a 30° , 60° , 15° y 75° (Fig. A.2) y tienen forma de triángulo rectángulo. Los catetos de la escuadra tienen igual longitud debido a que forman 45° con la hipotenusa; en el cartabón, los catetos forman con la hipotenusa ángulos de 30° y 60° , por lo que tienen diferente longitud. Estos instrumentos se utilizan apoyándolos uno sobre el otro, empleando uno de ellos como elemento móvil. El uso de la regla T se omite en este trabajo, debido a que los dibujos ejecutados en geometría descriptiva presentan pequeñas dimensiones.

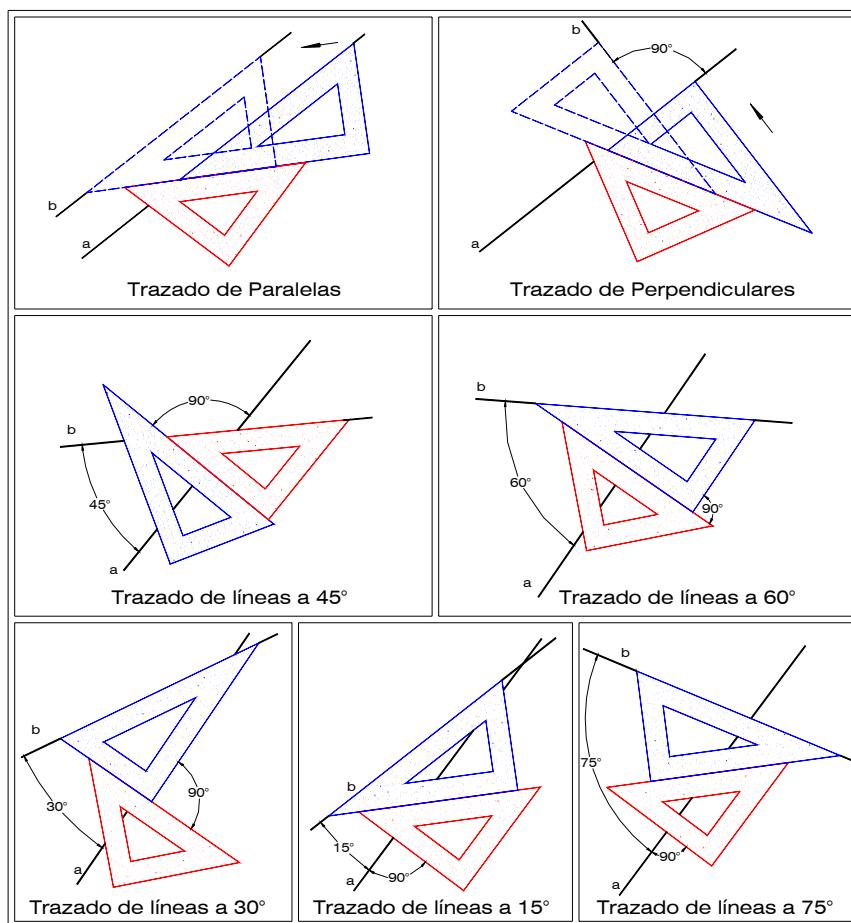


Fig. A.2: Uso de la escuadra y el cartabón.

A.2 Tipos de líneas

Con la finalidad de realizar dibujos que ofrezcan una fácil interpretación es preciso establecer las características y usos que tienen los diferentes tipos de líneas utilizados en el dibujo de problemas geométricos. Por otra parte, en vista de que el dibujo técnico está al servicio de la industria, sus procedimientos y formatos están sujetos a normalización.

En la ejecución de la solución de problemas geométricos en geometría descriptiva se emplean los siguientes tipos de líneas (Fig. A.3):

1. Líneas auxiliares y de construcción: Son empleadas como guías y en los pasos necesarios para realizar determinadas construcciones geométricas, por lo tanto, no forman parte del resultado final. Su trazo debe ser fino, ya que debido a su abundancia podrían generar confusión en la lectura del dibujo. Sin embargo, deben ser perceptibles con el fin de hacer posible la comprensión del procedimiento seguido en la resolución del problema, por esta misma razón es importante que una vez concluido el trabajo no se borren. Se recomienda el uso del lápiz 4H para su construcción.
2. Líneas visibles definitivas: corresponden a las líneas visibles de la solución definitiva a un determinado problema geométrico, por lo que deben resaltar entre todas las demás líneas. Su trazo debe ser grueso pero no demasiado para evitar suciedad en la superficie de trabajo. Se recomienda el uso del lápiz F o HB.
3. Líneas invisibles definitivas: son líneas de trazos cortos empleadas en el dibujo de segmentos y aristas invisibles de la solución a un determinado problema geométrico. Para su construcción se recomienda el uso del lápiz H.
4. Líneas de eje: se aplican en el trazado de ejes de sólidos radiales, como prismas, pirámides, conos y cilindros. Tienen el mismo espesor de las líneas invisibles por lo que para su trazado se emplea el lápiz H.
5. Líneas de verdadero tamaño: corresponden a segmentos de recta y figuras planas en proyecciones auxiliares cuyas dimensiones son iguales a las del elemento original. Deben ser trazadas empleando un lápiz 2H.

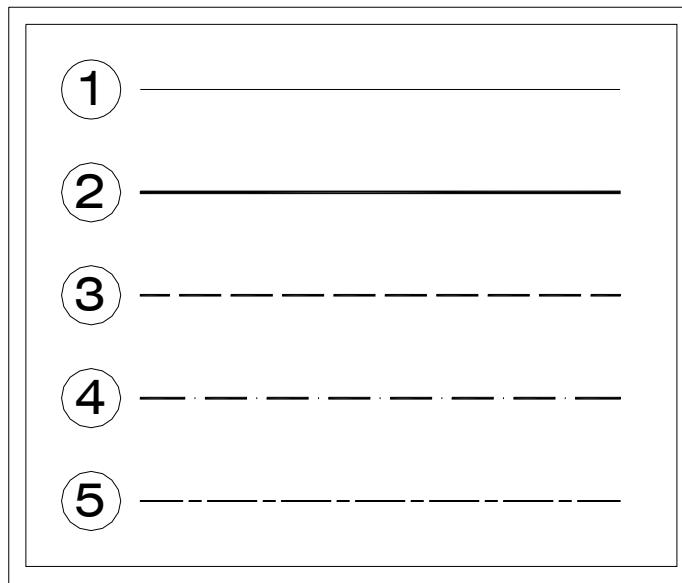


Fig. A.3: Tipos de líneas

A.3 Construcciones geométricas básicas

A.3.1 Ejercicios de Trazado Básico

A continuación se presentan algunos de los problemas de trazado elemental más comunes en el dibujo técnico, acompañados de la solución correspondiente.

1. Trazar una perpendicular a un segmento AB por su extremo A (Fig. A.4).

Se traza una circunferencia con centro en A y radio cualquiera; esta circunferencia corta al segmento AB en el punto 1 y a su prolongación en el punto 2. Luego, haciendo centro en 1 y luego en 2, se trazan arcos de radio igual a una distancia mayor que el segmento A1. El corte de tales arcos es el punto 3. Finalmente, la recta definida por los puntos A y 3 es la perpendicular buscada.

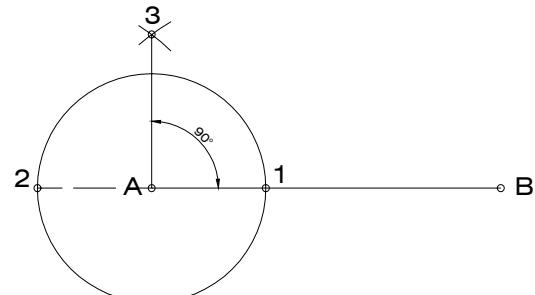


Fig. A.4

2. Trazar una perpendicular a un segmento AB por un punto cualquiera P (Fig. A.5).

Se traza un arco de centro en P y radio cualquiera, tal que dicho arco corte a la recta definida por AB en los puntos 1 y 2. Luego, con centro en 1 y en 2 y radio P1 se trazan dos arcos que se cortan en el punto 3; la línea recta que pasa por los puntos P y 3 es la perpendicular buscada.

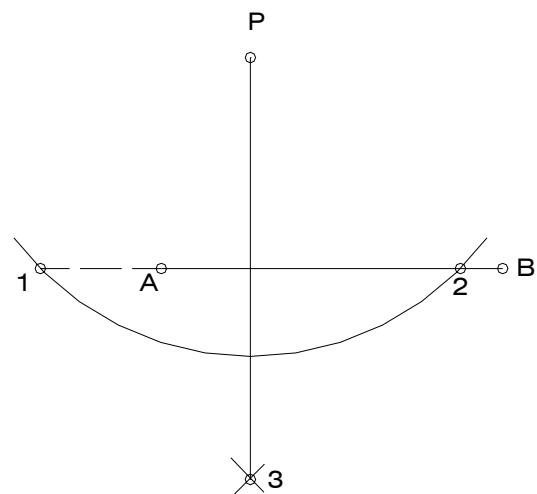


Fig. A.5

3. Trazar la mediatrix de un segmento AB y determinar su punto medio M (Fig. A.6).

La mediatrix de un segmento es una recta perpendicular a aquél que lo divide en dos partes iguales.

Se comienza trazando arcos con centro en A y B de radio igual a cualquier distancia mayor que la mitad de AB. Los cortes de tales arcos son los puntos 1 y 2. La línea recta que pasa por los puntos 1 y 2 es la mediatrix del segmento AB; el corte entre la mediatrix de AB y el propio segmento AB es su punto medio M.

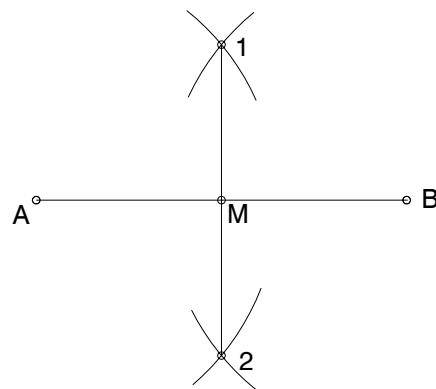
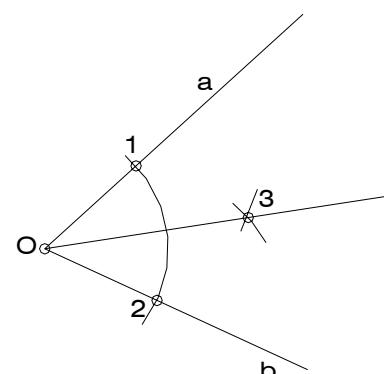


Fig. A.6

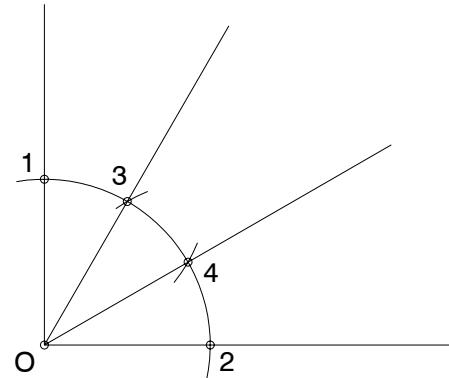
4. Determinar la bisectriz del ángulo formado por las rectas "a" y "b" (Fig. A.7).

Haciendo centro en el vértice O del ángulo, se traza un arco de radio cualquiera que corta a las rectas "a" y "b" en los puntos 1 y 2, respectivamente. Luego, con el mismo radio, se trazan otros dos arcos cuyos centros son 1 y 2; el corte entre tales arcos define al punto 3. La línea recta que pasa por el vértice del ángulo y por el punto 3 es la bisectriz pedida.



5. Dividir el ángulo recto en tres partes iguales (Fig. A.8).

Haciendo centro en el vértice O del ángulo, se traza un arco de radio cualquiera que corta a los lados del ángulo recto en los puntos 1 y 2. Manteniendo la misma abertura del compás, se hace centro en forma sucesiva en los puntos 1 y 2 y se trazan arcos que cortan al arco 12 en los puntos 3 y 4. Luego las líneas rectas O3 y O4 dividen al ángulo recto en tres partes iguales.



6. Dividir un segmento de recta AB en n partes iguales (Fig. A.9).

Sea un segmento de recta AB, el cual se quiere dividir en ocho (8) partes iguales. En general, el segmento AB tiene una longitud tal que al ser dividida por n da como resultado un número no entero (muchas veces irracional) por lo que es aconsejable realizar la división aplicando la aritmética.

El procedimiento gráfico consiste en trazar por uno de los extremos de AB (A en la figura) una línea recta de cualquier longitud divisible por n (ocho en el ejemplo). Luego de dividir esta línea en n partes iguales, se traza otra línea recta que pase por el otro extremo del segmento AB (B en la figura) y por la última marca hecha en la línea cualquiera. Seguidamente se trazan paralelas a la línea así definida por las demás marcas (numeradas en la figura) obteniéndose en el segmento AB una serie de puntos que corresponden a su división.

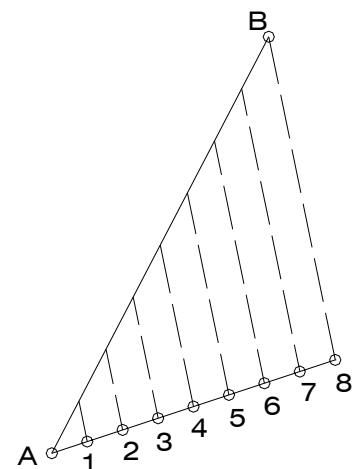


Fig. A.9

A.3.2 Construcción de Polígonos Regulares

- Construir un triángulo equilátero conocidos su centro O y uno de sus vértices A (Fig. A.10).**

Con centro en O y radio OA se traza una circunferencia. Luego, se busca el punto K, corte entre la prolongación de OA y la circunferencia trazada. Con centro en K y radio KO se dibuja un arco, que, al cortar a la circunferencia, define los vértices B y C del triángulo pedido.

- Construir un triángulo equilátero conocido uno de sus lados AB (Fig. A.11).**

Con centro en A y radio AB se traza un arco. Luego, con centro en B e igual radio se dibuja un segundo arco. Los puntos de corte entre los arcos señalados definen las dos posibles soluciones para el vértice C del triángulo buscado.

- Construir un triángulo equilátero conocida su altura AM (Fig. A.12).**

Se comienza dividiendo el segmento AM en tres partes iguales. El punto del segmento ubicado a una tercera parte de la longitud de la altura desde M es el centro O del polígono. Con centro en O y radio OA se traza una circunferencia. Luego, se traza una perpendicular a AM por el punto M. Finalmente, los puntos de corte entre dicha perpendicular y la circunferencia son los vértices B y C del triángulo.

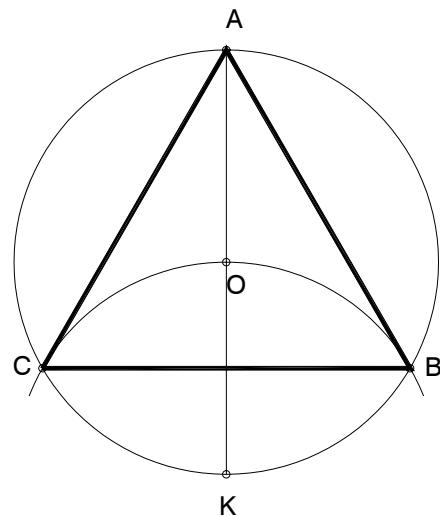


Fig. A.10

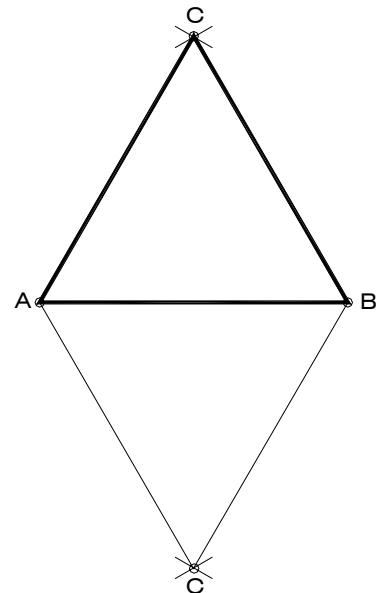


Fig. A.11

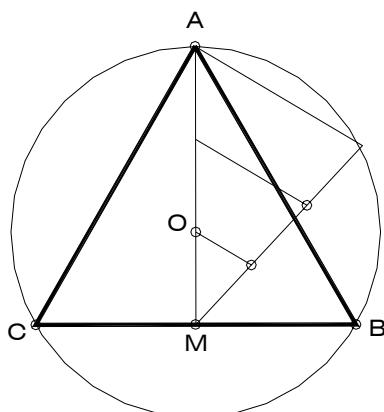


Fig. A.12

4. Construir un triángulo equilátero conocidos el punto medio M del lado AB y el punto medio N del lado BC. (Fig. A.13).

Con radio MN y haciendo centro sucesivamente en M y en N, se trazan dos arcos que, al cortarse entre sí, definen las dos posibles soluciones para el vértice B. Luego, se prolongan los segmentos BM y BN copiando la distancia BM (o BN). De esta manera se obtienen los vértices A y C del polígono.

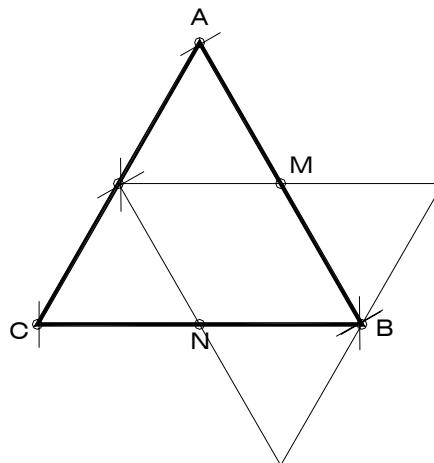


Fig. A.13

5. Construir un cuadrado conocidos el centro O y uno de sus vértices A (Fig. A.14).

En primer lugar se dibuja una circunferencia de centro en O y de radio OA. Luego, se prolonga el segmento OA hasta cortar a la circunferencia, lo cual da como resultado el vértice C. Finalmente, se dibuja por O una perpendicular a OA que corta a la circunferencia en los vértices B y D del polígono.

6. Construir un cuadrado conocido uno de sus lados AB (Fig. A.15).

Haciendo centro en A (o en B) se traza un arco de radio AB. Por B se levanta una perpendicular a AB que corta al arco trazado en el vértice D. Luego, con idéntico radio (AB) se hace centro sucesivamente en B y D y se trazan arcos que se cortan en el punto C.

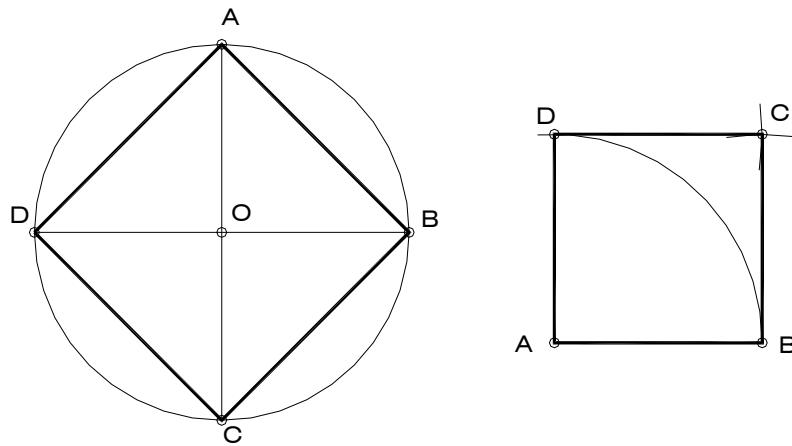


Fig. A.14

Fig. A.15

7. Construir un cuadrado conocida una de sus diagonales AC. (Fig. A.16).

Se determina en primer lugar la mediatrix de AC. El corte de dicha mediatrix con el segmento AC es el centro del cuadrado O. Haciendo luego centro en O y con radio OA u OC, se traza una circunferencia que corta a la mediatrix de AC en los puntos B y D, vértices del polígono.

8. Construir un cuadrado conocidos M, punto medio del lado AB, y N, punto medio del lado BC (Fig. A.17).

En primer lugar, se determina la mediatrix y el punto medio K del segmento MN. Luego, con centro en K y radio KM o KN, se traza una circunferencia que, al cortar la mediatrix de MN, define las dos posibles soluciones para el punto B. Luego, se prolongan los segmentos BM y BN copiando la distancia BM (o BN). De esta manera se obtienen los vértices A y C del polígono. Por último, se dibujan dos arcos de radio AB y centros en A y C, respectivamente; el corte de tales arcos resulta en el vértice D del cuadrado.

9. Construir un pentágono regular conocido el centro O y el vértice A (Fig. A.18).

Se comienza dibujando una circunferencia de centro en O y radio OA. Luego, se traza el diámetro perpendicular a OA y se dibuja un arco con radio OA y centro en cualquiera de los extremos del mencionado diámetro. La unión de los cortes entre el arco y la circunferencia define al punto M. Seguidamente, haciendo centro en M y con radio MA se dibuja un arco que corta al diámetro en el punto K; la distancia AK corresponde al tamaño de los lados del pentágono.

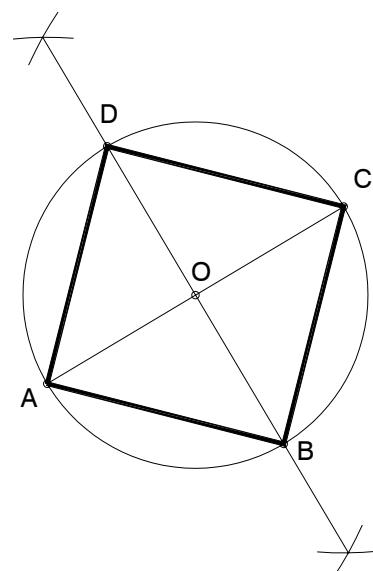


Fig. A.16

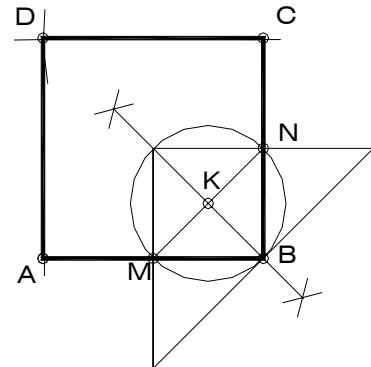


Fig. A.17

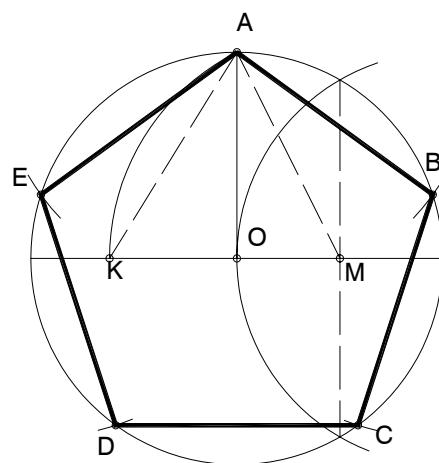


Fig. A.18

10. Construir un pentágono regular conocido el lado AB (Fig. A.19).

Se comienza trazando por B una perpendicular a AB y dibujando un arco de centro en B y radio BA, el cual corta a la perpendicular en el punto 1. Luego, con centro en M, punto medio de AB, y radio M1 se dibuja un arco que corta a la prolongación de AB en el punto 2. En seguida se dibuja un arco de centro en A y radio A2; el corte entre este arco y el primero que se realizó define al vértice C del pentágono. A continuación se levanta por M una perpendicular a AB y se dibuja un arco con centro en C y radio AB; el corte entre estos elementos define a D.

Finalmente, manteniendo una abertura de compás igual a AB, se trazan arcos haciendo centro en D y A sucesivamente; el corte entre ellos resulta ser el vértice E.

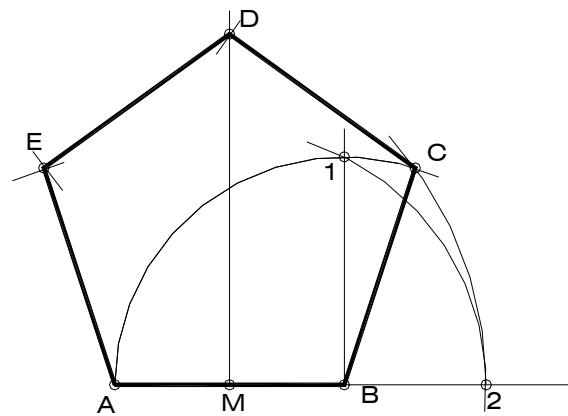


Fig. A.19

11. Construir un pentágono regular conocidos los vértices A y C (Fig. A.20).

En primer lugar se levanta por A una perpendicular al segmento AC y se traza un arco con centro en A y radio AC, el cual corta a la perpendicular en el punto 1. Seguidamente se determina el punto medio M del segmento A1 y se construye una circunferencia con centro en M y radio M1; el corte entre esta circunferencia y la línea recta definida por M y C resulta en el punto 2.

La distancia C2 es igual al tamaño de los lados del pentágono, por lo tanto, el corte entre dos arcos de radio C2 y con centros en A y C define al vértice B. Por último, se procede como en el ejemplo anterior.

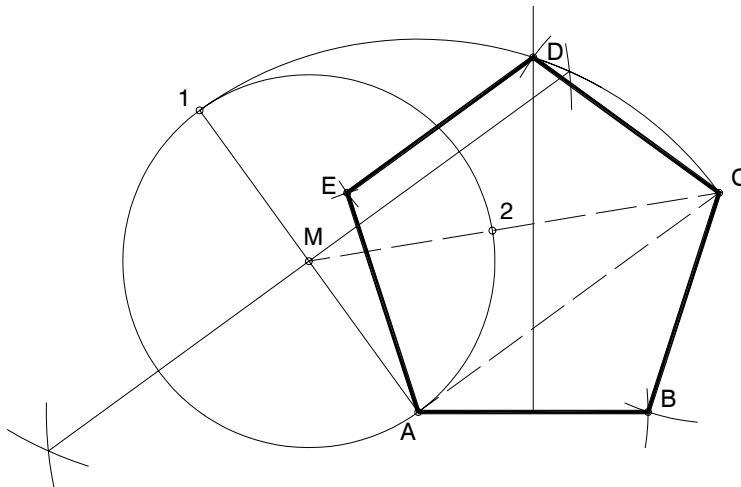


Fig. A.20

12. Construir un pentágono regular conocido su centro y una recta "m" sobre la cual se encuentra el lado AB (Fig. A.21).

Se traza una perpendicular a la recta "m" por el punto O que corta la recta en R (punto medio de AB). Luego, se construye una circunferencia con centro en O y radio OR (inscrita en el pentágono); el corte entre la prolongación de OR y la circunferencia es el punto D'. A continuación se construye el pentágono A'B'C'D'E' con centro en O y vértice en D'. Luego, se trazan las líneas definidas por OA' y OB'; el corte entre éstas y la recta "m" son los vértices A y B del pentágono buscado. Por último se procede como en los ejemplos 9 y 10 o aplicando semejanza de figuras planas, pues el pentágono ABCDE es semejante al pentágono 'B'C'D'E' y tienen igual centro.

13. Construir un hexágono regular conocidos el centro O y uno de sus vértices A (Fig. A.22).

Primero se traza una circunferencia con centro en O y radio OA; el radio de esta circunferencia es igual a la longitud de los lados del hexágono. Luego, con el mismo radio OA y centro en A se dibujan arcos que cortan a la circunferencia en B y F. Seguidamente, con centro en B y F se trazan otros arcos – con radio OA – que generan los vértices C y E. Finalmente, si se prolonga el radio OA, se obtiene sobre la circunferencia el vértice D.

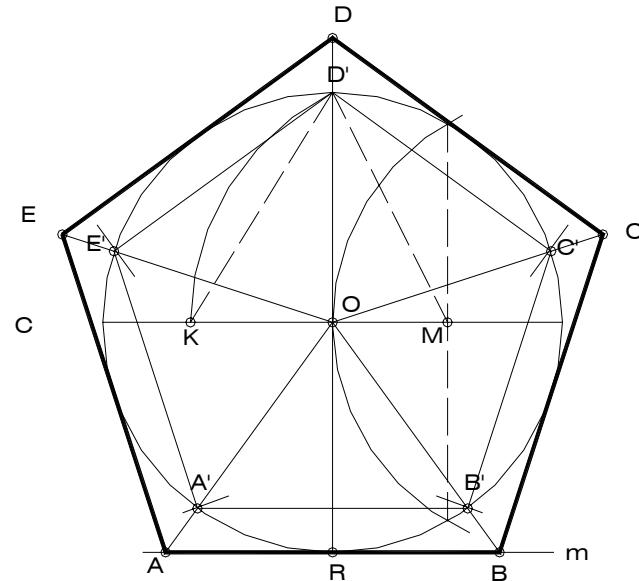


Fig. A.21

14. Construir un hexágono regular conocido uno de sus lados AB (Fig. A.23).

Se comienza dibujando arcos con centro en A y B de radio AB; el punto de corte entre ellos es el centro del hexágono O. Luego se procede como en el ejemplo anterior.

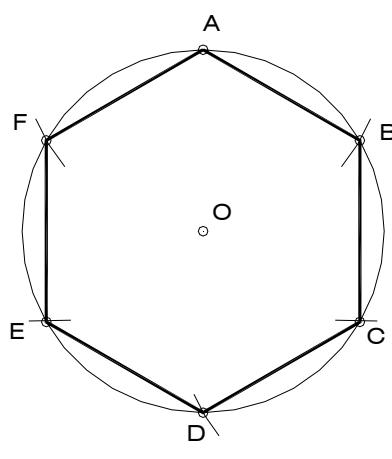


Fig. A.22

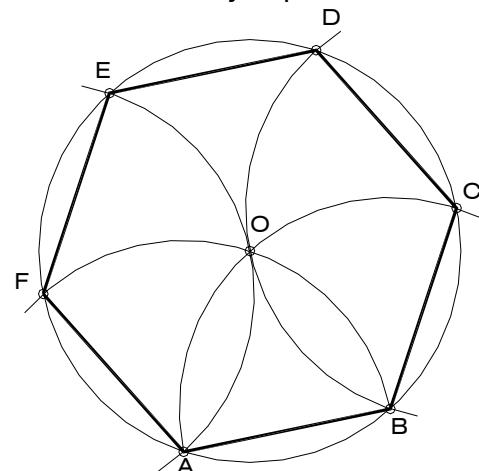


Fig. A.23

15. Construir un hexágono regular conocidos M, punto medio de AB y N, punto medio del lado CD (Fig. 24).

En primer lugar, se construye un par de arcos de radio MN haciendo centro en los puntos M y N de manera sucesiva; los puntos comunes a ambos arcos son las dos posibles soluciones para el punto P, punto medio del lado EF (en la figura se ha dibujado la solución de la izquierda). Luego, hallando mediatrices, se determina el centro O del triángulo equilátero MNP, el cual es también centro del hexágono, y se traza la circunferencia circunscrita al triángulo MNP que es también la circunferencia inscrita en el hexágono. Seguidamente, se construyen por cada uno de los vértices del triángulo MNP líneas paralelas al correspondiente lado opuesto; sobre tales líneas se sitúan tres de los lados del hexágono buscado. Los puntos de corte (Q, R y S) entre las mediatrices de los lados del triángulo MNP y la circunferencia inscrita en el hexágono representan los puntos medios de los lados BC, DE y FA, de manera que por cada uno de ellos se trazan perpendiculares a la mediatriz que lo ha generado, dando lugar a las rectas sobre las que se hallan los lados BC, DE y FA. Finalmente, los cortes entre rectas adyacentes resultan en los vértices del hexágono pedido.

16. Construir un hexágono regular conocido el centro y una recta "m" que contiene al lado AB (Fig. A.25)

Se comienza trazando líneas que pasen por O y formen 60° con la recta "m"; los puntos de corte entre dichas líneas y la propia recta "m" son los vértices A y B del polígono. Luego se procede como en el ejemplo N° 13.

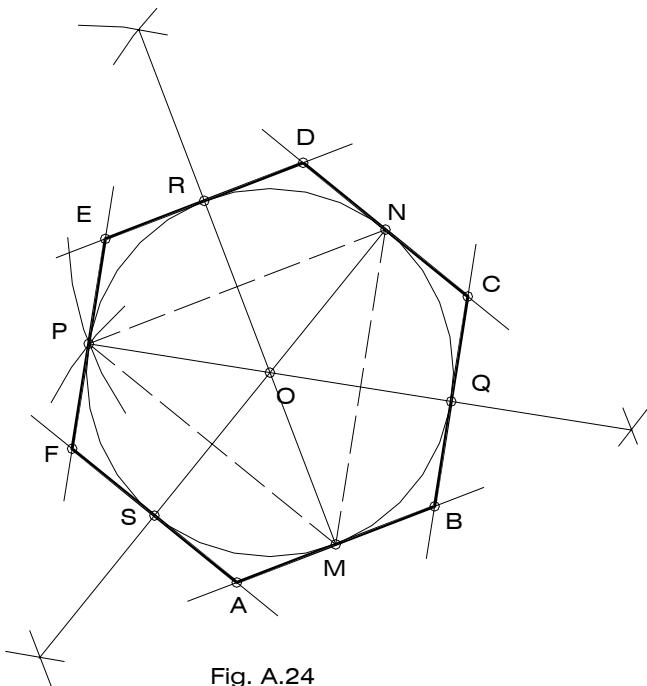


Fig. A.24

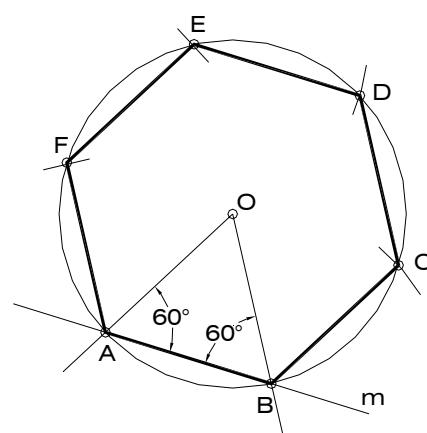


Fig. A.25

A.3.3 Circunferencia

1. Trazar la tangente a una circunferencia por un punto A sobre ella (Fig. A.26).

En primer lugar se hace centro en A y se traza un arco de radio OA que corta a la circunferencia en el punto 1. Luego, con centro en 1 y radio O1, se construye un arco que corta a la prolongación del segmento O1 en el punto 2. La tangente "t" queda determinada por los puntos A y 2.

2. Trazar las tangentes a una circunferencia por un punto A exterior a ella (Fig. A.27).

Se determina el punto medio M del segmento OA y se trazan arcos de centro en M y radio MO. Los puntos de corte entre estos arcos y la circunferencia definen los puntos de tangencia T y T'. Las rectas determinadas por AT y AT' son las tangentes "t" y "t'".

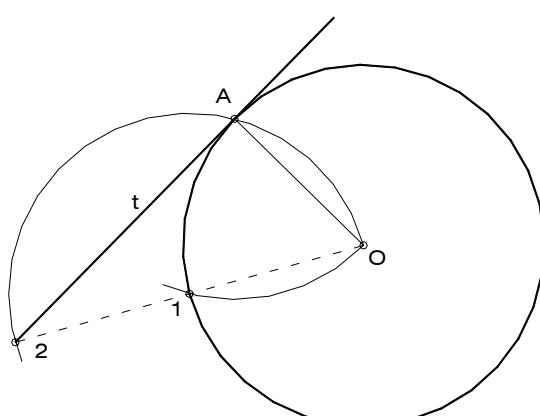


Fig. A.26

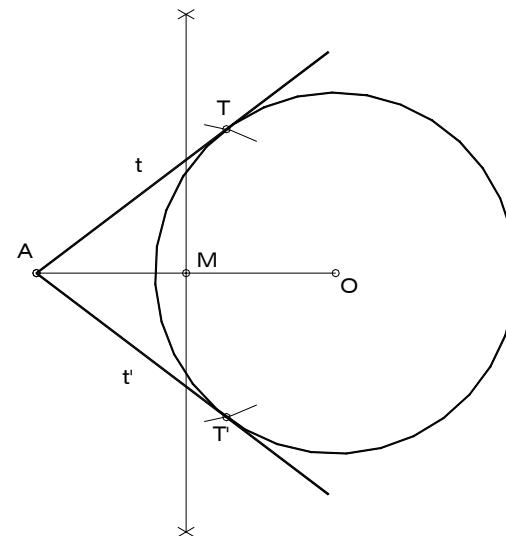


Fig. A.27

3. Construir una circunferencia que pasa por tres puntos A, B y C (no colineales) (Fig. A.28).

El centro de la circunferencia se encuentra en el punto de corte de las mediatrixes de los segmentos AB, BC y AC. El radio es la distancia entre O y cualquiera de los tres puntos dados.

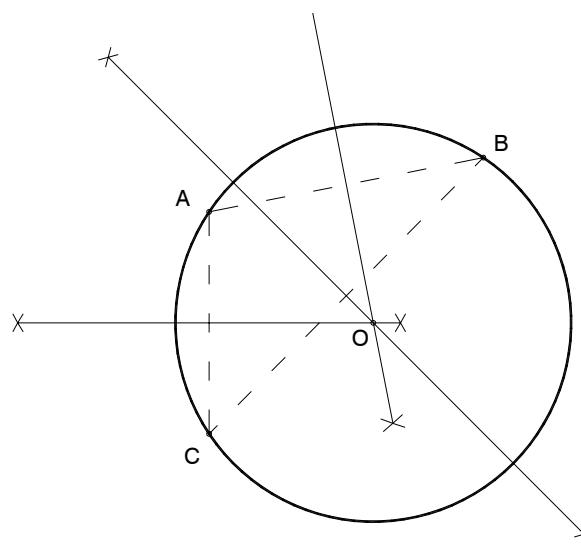


Fig. A.28

4. Construir una circunferencia que pasa por un punto A y es tangente a una recta "m" en el punto T (Fig. A.29).

En primer lugar se determina la mediatrix "r" del segmento AT. Luego, se traza por el punto T una recta "p" perpendicular a la recta tangente "m". El punto de corte entre "r" y "p" es el centro O de la circunferencia. El radio es la distancia OA u OT.

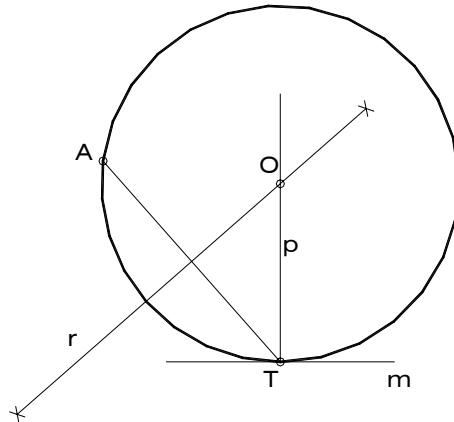


Fig. A.29

5. Construir una circunferencia que pasa por dos puntos A y B y es tangente a una recta "t" (Fig. A.30)

En primer lugar se construye cualquier circunferencia que pase por los puntos A y B, por ejemplo, aquella en la que AB es un diámetro. Seguidamente, se busca el punto de corte P entre la recta definida por AB y la recta tangente "t". La potencia de P con respecto a las dos circunferencias - la auxiliar y la pedida - es la misma, puesto que ambas pasan por A y B. De manera que se traza una tangente desde P a la circunferencia arbitraria, obteniéndose T'. Luego, la distancia PT' se consigna sobre la recta "t" a partir del punto P, lo cual da como resultado el punto de tangencia T entre la recta "t" y la circunferencia buscada. Existen dos soluciones para este punto.

Finalmente, se traza la mediatrix "m" de AB (también se puede dibujar la de AT o BT) y una recta "p" perpendicular a "t" por el punto T. El punto de corte entre "m" y "p" es el centro de la circunferencia, en tanto que el radio es igual a la longitud de OT, OA u OB.

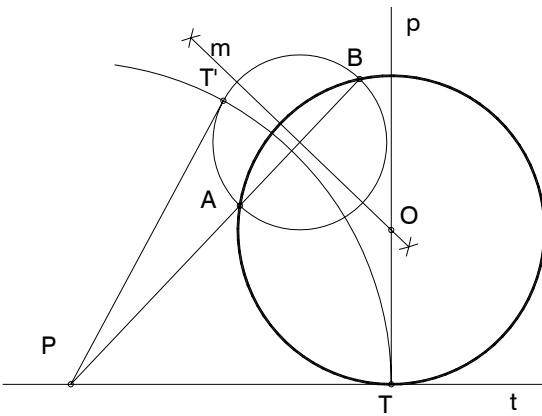


Fig. A.30

6. Construir una circunferencia tangente a una recta “t” en el punto T y tangente a otra recta “s” (Fig. A.31).

Se comienza determinando la bisectriz “b” del ángulo formado por las rectas “t” y “s” (hay dos soluciones). Luego, se traza por el punto T una recta “p”, perpendicular a “t”. El corte entre ambas rectas (“b” y “p”) es el centro de la circunferencia. El radio es igual a la longitud del segmento OT.

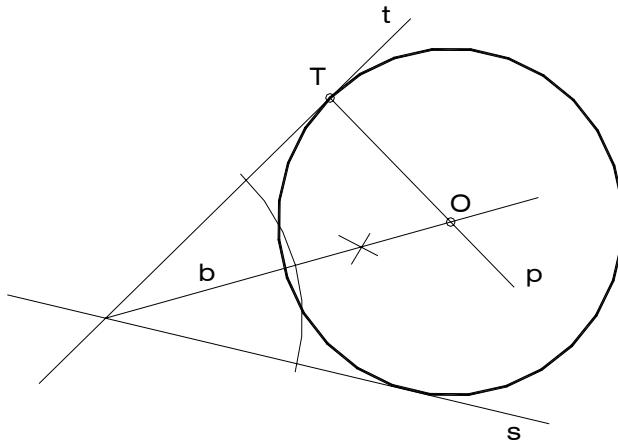


Fig. A.31

7. Construir una circunferencia que es tangente a las rectas “t” y “s” y pasa por un punto A (Fig. A.32)

En primer se determina la bisectriz “b” del ángulo formado entre las rectas “t” y “s” (existen dos soluciones) y se selecciona un punto T’ sobre cualquiera de las rectas tangentes (“t” en la figura). Luego, se traza por el punto T’ una perpendicular “m” a la tangente escogida. El corte entre “m” y “b” es el centro O’ de una circunferencia afín a la pedida. Seguidamente, se ubican los puntos A’ y A” en los que la recta definida por VA (V es el vértice del ángulo que forman las rectas “t” y “s”) corta a la circunferencia afín. Si se trazan por A rectas paralelas a los segmentos O’A’ y O’A” se obtienen, en los cortes con la bisectriz “b”, las dos posibles soluciones para el centro O de la circunferencia buscada.

Por último, se dibuja por O una perpendicular “p” a cualquiera de las dos tangentes, obteniéndose el punto de tangencia T. El radio de la circunferencia es igual a la longitud de los segmentos OT y OA.

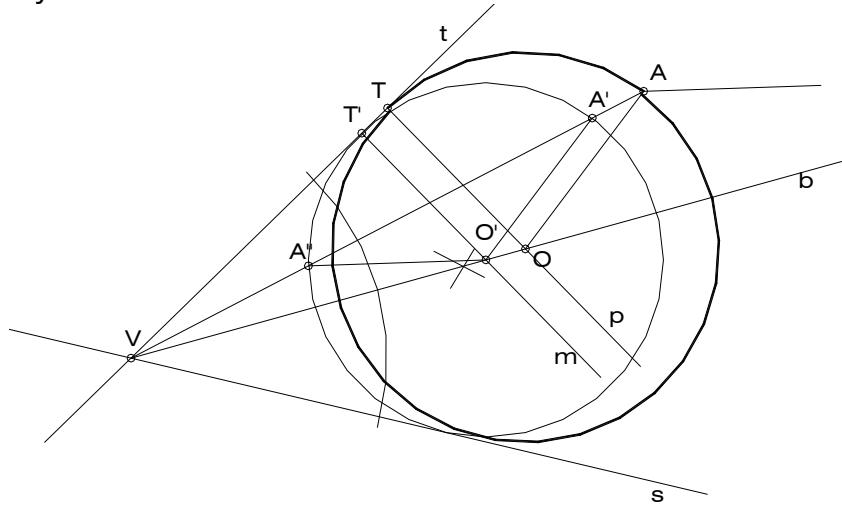


Fig. A.32

8. Construir una circunferencia tangente a las rectas "t" y "s" conocido se radio (Fig. A.33)

Se comienza determinando la bisectriz "b" del ángulo formado entre las rectas "t" y "s" (existen dos soluciones) T' sobre cualquiera de las rectas tangentes ("t" en la figura). Luego, se traza por el punto T' una perpendicular "m" a la tangente escogida. El corte entre "m" y "b" es el centro O' de una circunferencia auxiliar. Sobre "m" y a partir de O', se consigna la longitud del radio, obteniéndose el punto 1. Seguidamente se traza por 1 una recta paralela a "t" la cual corta a la recta "b" en el punto 2. Luego, la distancia V2 (V es el vértice del ángulo que forman las rectas "t" y "s") se copia sobre la bisectriz "b" desde O', dando lugar al centro O de la circunferencia buscada.

Finalmente, se traza por O una perpendicular "p" a cualquiera de las dos tangentes, obteniéndose el punto de tangencia T. El radio de la circunferencia es igual a la longitud del segmento OT.

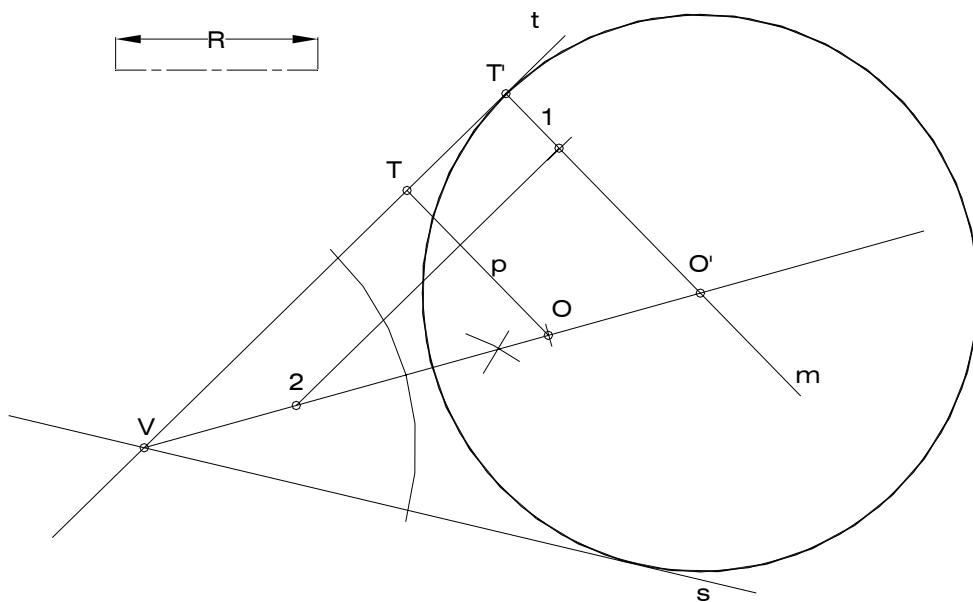


Fig. A.33