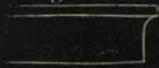
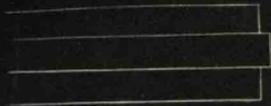


Fig. 29.



El *larmiea* es una moldura ancha y saliente ahuecada por abajo, y que se coloca en las cornisas para defender el edificio de las lluvias. (fig. 29).

Fig. 30



La *faja de la corona* es una moldura ancha y un poco saliente. (fig. 30).

6. Las principales molduras circulares son: *el cuarto-bocel*, *el junquillo*, *el toro*, *la gorguera*, *el cabeto*, *la escocia*, *el talon*, y *la gola*.



Fig. 31.

El *cuarto-bocel* es una moldura formada por un cuadrante de círculo y un filete. (fig. 31).

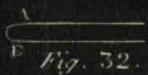
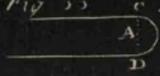


Fig. 32.

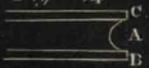
El *junquillo* es una moldura saliente semicircular, y muy estrecha. (fig. 32).

Fig. 33

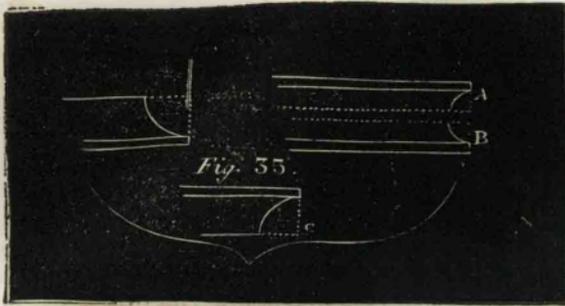


El *toro* es una moldura semicircular que ordinariamente se usa en las bases de las columnas. (fig. 33).

Fig. 34



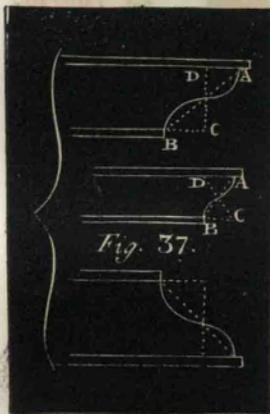
La *gorguera* es una moldura ahuecada semicircular. (fig. 34).



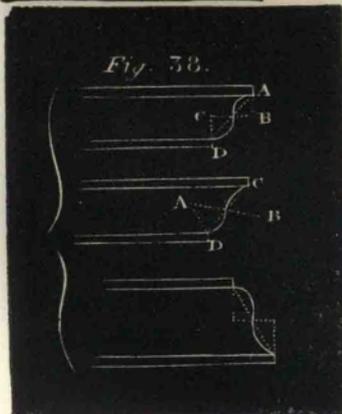
El *cabelo* es un cuarto-bocel ahuecado por debajo. (fig. 35).



La *escocia* es una moldura ahuecada compuesta de muchos cabelos, cuyos centros se toman arbitrariamente. (fig. 36).



El *talon* es una moldura compuesta de un cuarto-bocel y de un *cabelo*. (fig. 37).



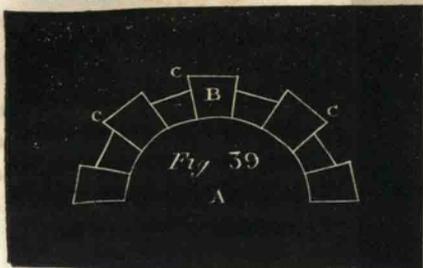
La *gola* es un *talon* vuelto al revés. (figura 38).

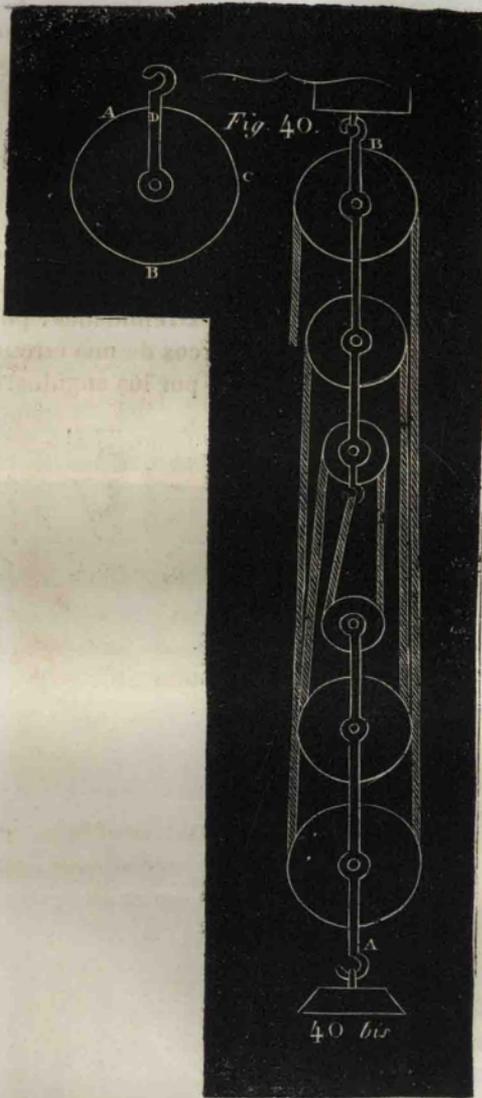
Todas estas molduras se combinan de diferentes maneras formando otras molduras compuestas.

7. En la mayor parte de estas figuras hay una vertical que divide simétricamente el dibujo. Para hacer correctamente estos dibujos, es preciso trazar desde luego este eje, y ajustar los contornos de los dos lados del eje, de modo que resulte en el dibujo una exacta simetría; podemos conseguir este objeto observando la regla siguiente:

Señalar sobre el dibujo que se quiere hacer el lugar que deben ocupar los límites de la parte superior y de la inferior, de la derecha y de la izquierda; marcar en seguida las líneas de las subdivisiones principales, y después las de menor importancia.

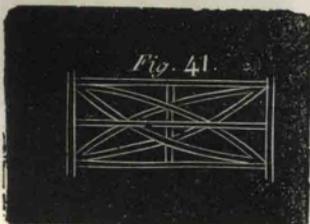
8. **Arco de ventana.** Esta figura se compone de nueve partes, que representan igual número de piedras de sillería; la del medio B se llama *clave*; las juntas se determinan por medio de radios tirados desde el centro A; y las extremidades, por las cuerdas de los arcos de una circunferencia que pasa por los ángulos. (figura 39).





**9. Poleas y aparejos.**  
La *polea* se representa por medio de un círculo, á cuyo centro esté adherida la chapa D, figurada por dos líneas rectas que terminan en dos arcos de radios diferentes. (fig. 40).

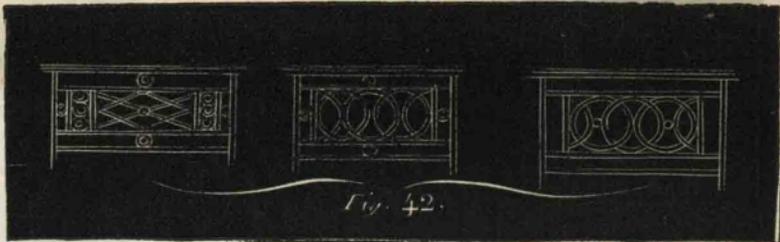
Llámase *aparejo* un conjunto de poleas colocadas sobre dos chapas diferentes: una de las poleas, A, es móvil, y la otra B, inánvil. (fig. 40 bis).



**10. Rejas.** Después de haber dibujado la guarnición, se describen arcos entrelazados, cuyos centros deben estar en la prolongación de los lados, tirando en seguida los traveseros del medio, como se manifiesta en la figura 41.

**11. Reja de balcon.** La anchura de las partes destinadas á recibir los arcos tangentes, deben ser un tercio de su altura; lo restante de la guarnicion se dividirá, segun el modelo, describiendo despues los arcos y tirando las rectas del interior, como se representa en la figura 42.

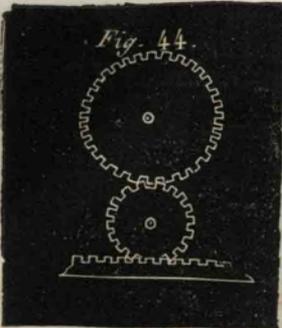
**Rejas de círculos tangentes.** Para dibujar la primera, entrarán desde luego las guarniciones, de modo que su longitud sea doble que su altura; en seguida se describirán los arcos y los círculos, cuyos centros se hallan todos en una recta horizontal, que divide los lados en dos partes iguales. (fig. 42).



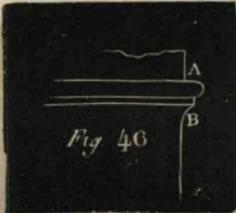
Para dibujar la segunda se trazarán unos círculos pequeños á distancias iguales, y otros mayores tangentes á los primeros, formando finalmente la guarnicion segun la magnitud de los círculos. (fig. 42).



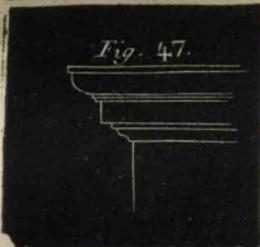
**12. Rueda hidráulica.** Se trazarán varios círculos concéntricos, como se nos manifiesta en la figura 43.



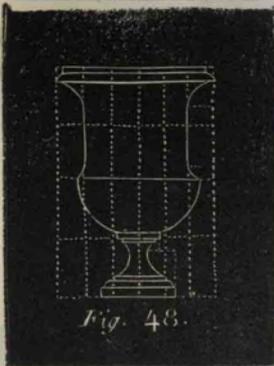
13. **Engranaje.** Se dividirán las ruedas en partes iguales, para que los dientes se correspondan y engarganten con facilidad. (fig. 44).



14. **Astrágalo.** Esta figura se compone de un junquillo v un filete. (fig. 46).



15. **Cornisa.** Se compone de un filete, un cuarto bocel, otros dos filetes, una faja, otro filete, y un talon, como aparece en la figura 47.



16. **Florero.** Esta figura se compone de rectas y de arcos de círculos. Los dorados del pie tienen su centro en la línea punteada. (figura 48.)



Fig. 49.

17. **Jarron.** Este vaso, formado de un óvalo prolongado, descansa sobre un pie; las asas están formadas por dos círculos concéntricos. (fig. 49).

Fig. 50.



**Mesa de jardín.** En esta figura, cuya tabla es comunmente de mármol, y la columna de piedra, la moldura es una escocia suave. (fig. 50).



Fig. 51.

**Jarro y aguamanil.** Es una semi-elipse que se une de extremo, á extremo sin garrotos, á dos cuartos de círculo; el pie del vaso, su ángulo y cuello son curvas llamadas de *capricho*, porque se trazan sin ley determinada. (fig. 51).



Fig. 52.

**Bol.** Véase esta figura (52) que consiste en un semicírculo adornado de filetes paralelos, montado sobre un pedestal muy bajo.

Fig. 53.



**Tonel.** Los fondos se representan por dos elipses, y los lados por arcos. (fig. 53).

Fig. 54.



**Sopera.** Una semi-elipse sobre un pedestal figura su capacidad, y la cubierta una curva de capricho; las asas se representan por dos círculos y dos líneas paralelas. (fig. 54),

Fig. 55.



**Jarron—fuente.** Una especie de columna corta sostiene una capacidad formada por una moldura; un globo esférico sostiene la cebolla que ha de verter el líquido. (fig. 55).



Fig. 56

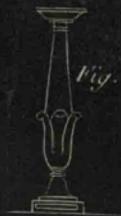
**Tetera.** La parte principal está formada por un círculo; el asa y el pico son curvas de capricho. (fig. 56).

Fig. 57.



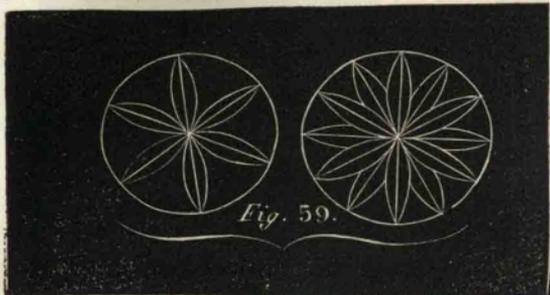
**Garrafa.** Se compone de dos partes de elipse; la inferior se pierde en la moldura que sirve de base, y la superior está en armonía con dos arcos. (fig. 57).

Fig. 58.

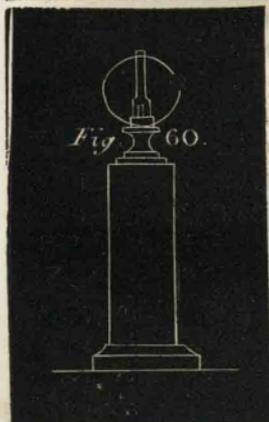


**Candelabro.** Esta figura se construye por medio de la vertical; un plinto, un filete y una escocia vuelta forman el pie; la terminacion del árbol se figura por una parte de elipse, (fig. 58).

**Rosetones.** Se forman estas figuras con un gran círculo, en el que se colocan diversos arcos; por ejemplo, de un punto cualquiera de la circunferencia, se traza con su radio un arco de círculo; se repite seis veces la misma construcción, tomando por centros los puntos de intersección, y se tienen seis partes iguales, que son las seis hojas del florón ó roseton. Para hacerle de doce, basta reproducir la operación precedente, tomando por centro el punto medio de los primeros arcos. (fig. 59).

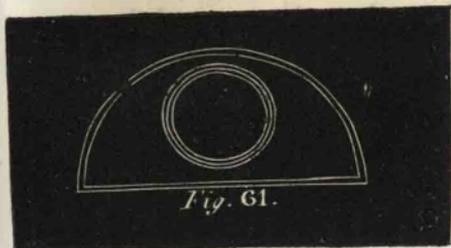


intersección, y se tienen seis partes iguales, que son las seis hojas del florón ó roseton. Para hacerle de doce, basta reproducir la operación precedente, tomando por centro el punto medio de los primeros arcos. (fig. 59).



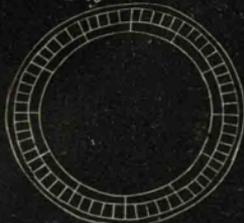
**Lámpara.** Esta figura está compuesta de un cilindro montado por un globo de cristal y tubo cilíndrico, que encierra la mecha y su llama; estas lámparas son muy usadas. (fig. 60)

**Ojo de buey.** A veces las puertas cocheras se construyen en arcada en cimbra entera, es decir, semicircular, y en ella se abre una ventana ó agujero redondo ú oval, llamado ojo de buey. Para trazarse, se levanta una vertical, cuyo medio es centro de arco de 90° y el círculo interior de estas ventanas es tangente á la cuerda. (figura 61).



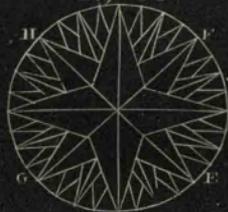
ventana ó agujero redondo ú oval, llamado ojo de buey. Para trazarse, se levanta una vertical, cuyo medio es centro de arco de 90° y el círculo interior de estas ventanas es tangente á la cuerda. (figura 61).

Fig. 62.



**Cuadrante de reloj.** Se describen cuatro circunferencias concéntricas; se divide el espacio comprendido entre las dos inferiores en doce partes para las doce horas; y el espacio de hora en dos para las medias; los minutos se marcan entre las dos medias. (fig. 62).

Fig. 63.



**Rosa náutica.** Los cuatro puntos principales designan los rumbos cardinales, *sud*, *orte*, *este*, y *oeste*; los cuatro colaterales, *sud-este*, *nord-este*, *sud-oeste* y *nord-oeste* son indicados por los puntos E, F, H, G, etc. Para construir la rosa náutica, es menester describir muchas circunferencias y trazar las líneas indicadas por los puntos de division (figura 63).

Fig. 64.



**Cruz de honor.** Describese un círculo, que se divide en diez arcos iguales; los puntos de la division terminan en pequeñas bolas, que figuran los rayos de la estrella: los diámetros correspondientes marcan la inclinacion de las ramas. Se trazan otros dos círculos concéntricos al primero, para recibir, el uno la leyenda, y el otro las ramas de laurel. (fig. 64).

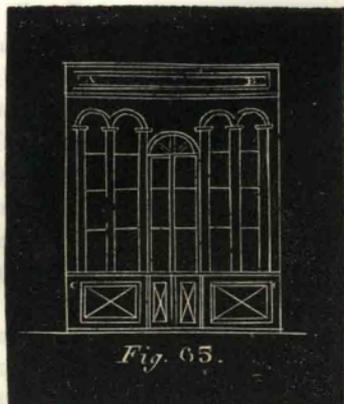


Fig. 65.

**Portada de tienda.** Los cruzados están compuestos de ocho cuadrados; los bastidores están separados por una columna medio-saliente, que sirve de apoyo á los arcos que forman la cimbra de los cuadrados superiores; el basamento G es de cuarterones tallados á punta de diamante, y el friso AB está destinado á recibir el rótulo (fig. 65).

## 2.<sup>a</sup> SECCION. = DEL DIBUJO LINEAL GRÁFICO.

### §. 1.<sup>o</sup> Del dibujo lineal gráfico en general.

1. Qué instrumentos son necesarios para el dibujo lineal gráfico?— 2. Descripción y usos de la regla y compás.— 3. Qué es tira-líneas? Sus usos.— 4. Cuáles son los elementos geométricos del dibujo lineal gráfico?

1. Los instrumentos necesarios para el dibujo lineal gráfico son: la *regla*, el *compas* con su *tiralíneas* y su *porta lapiz*, un *semicírculo* de talco, un *tiralíneas*, y una *escala de proporción*.

2. En las nociones de geometría hemos hecho la descripción de la regla y del compas, manifestando al propio tiempo el uso de estos instrumentos.

3. El *tiralíneas* se compone de dos lengüetas de acero muy delgadas y terminadas en puntas romas. Para hacer uso del *tiralíneas*, se llena de tinta el espacio comprendido entre las dos lengüetas, cuya operación se llama cargar el *tiralíneas*. Para esto se sumerge en la tinta, habiéndolas humedecido antes con la boca ó en agua, y teniendo cuidado de limpiar su exterior. Cargado el *tiralíneas*, se corre á lo largo de la regla; el vestigio de tinta que deje será una recta, cuyo grueso dependerá de la separación de las lengüetas. Para aproximarla, según queramos, tiene una de ellas un tornillo, por medio del cual se puede acercar á la segunda, según el grueso que á la línea se quiera dar.

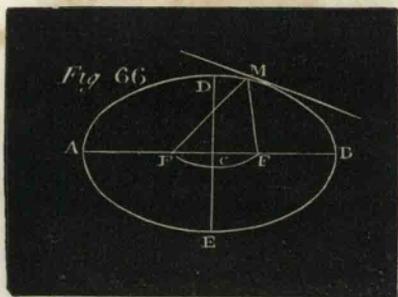
4. Los elementos geométricos del dibujo lineal gráfico comprenden todas las construcciones relativas á las líneas rectas, oblicuas, perpendiculares y paralelas; la formación de los ángulos, del círculo, de los polígonos, etc., construcciones que hemos indicado ya en la geometría.

§. 2.º *Del dibujo lineal gráfico, de las figuras curvilíneas y de las molduras.*

1. Cómo se dibuja gráficamente una elipse ordinaria? Qué debe hacerse cuando se nos da el eje menor solo?— 2. Cómo trazaremos una elipse de jardinero cuando se nos dan los dos ejes?— 3. Cómo dibujaremos el asa de cesta, conocidas la base y altura?— 4. Cómo se dibuja el óvalo?— 5. Dibujar la espiral.— 6. Trazar un cuarto bocel.— 7. Modo de trazar el junquillo.— 8. Cómo dibujaremos el toro?— 9. Dibujar la gorguera.— 10. Modo de dibujar el talon.

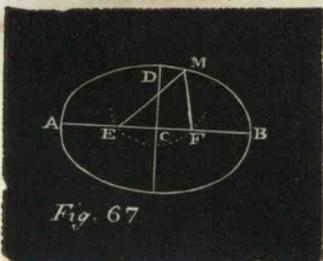
1. Para trazar una elipse ordinaria se tirará la recta AB de la longitud de la elipse que se quiere dibujar; se divide esta línea en tres partes iguales AK, KH, HB; sobre la parte HK se formarán los triángulos equiláteros HEK, HDK; finalmente, desde los puntos H y K, como centros, trazaremos los arcos LAC, IBG, hasta los lados prolongados de los triángulos, y desde los puntos E y D, y con un radio igual á EL se describen los arcos LG, CL. (fig. 21).

Podemos tambien construir la elipse del modo siguiente: tomando por centro la extremidad del eje menor, y por radio el semi-eje mayor AC, se traza FF' que cortará el eje mayor en F y F', puntos que se denominan *foros* de la elipse; despues, tomando un cordón, cuya longitud sea AB, se fijan sus dos extremos el uno en F y el otro en F'. Si por



medio de un punzón ponemos tirante el cordón, para que tome la figura de una línea poligonal F'MF, el punto M corresponderá á la elipse. (fig. 66). Si solamente se nos diese el eje menor, lo prolongaríamos una cuarta parte, con lo cual tendríamos el mayor, y operaríamos del modo que se acaba de indicar.

2. Para trazar una elipse de jardinero, conocidos los dos ejes AB, DG, se cruzan perpendicularmente y por su mitad: desde la extremidad



D del eje menor, y con una abertura de compas igual á la mitad AC del mayor, se describe el arco EF que corte al eje mayor en E y en F; tómate despues un hilo ó un cordón de igual longitud al eje mayor; y fijando sus extremos, el uno en E y el otro en F, se corre el punto por el pliegue M del cordón. (fig. 67).

3. Para construir el *asa de cesta* de base y altura conocidas, levantáremos sobre la mitad de la base,  $AB$ , la perpendicular  $DC$ , igual á la altura del asa; uniremos las extremidades de esta base al punto  $D$  de la perpendicular; desde el ángulo  $C$  se colocará en  $F$  la altura  $CD$ , y desde  $D$  se pondrá en  $O$  y en  $H$  la diferencia  $AF$  de los semi-ejes; levantando sobre el medio  $P$  é  $I$  de  $BO$  y  $AI$  las perpendiculares  $PE$ ,  $IE$ , que se encuentran en el punto  $E$  del eje  $CD$  prolongado, los puntos  $L$  y  $G$  serán los centros de los arcos  $BM$ ,  $AN$ , y el punto  $E$  el del arco  $MDN$ . De este modo tendrémos la figura que queremos construir. (fig. 22).

4. Si queremos trazar un *óvalo*, sobre la mitad de  $AB$  levantáremos la perpendicular  $CD$ ; desde  $C$  se colocará en  $D$  la longitud  $AC$ ; se tiran las rectas  $AB$ ,  $BD$  prolongadas mas allá del punto  $D$ ; desde el punto  $C$ , y con su radio igual á  $AC$ , se describirá la semicircunferencia  $AEB$ ; desde las extremidades  $A$  y  $B$  del eje menor se trazarán los arcos  $BG$ ,  $AF$ ; finalmente, desde la interseccion  $D$  se describe el arco  $FG$ , y tendrémos construido el óvalo. (fig. 23),

5. Para trazar la *espiral*, se tiran las cuatro líneas  $AB$ ,  $cd$ ,  $Ef$ ,  $gH$ , de modo que formen un cuadrado.  $A$  será el centro del primer arco  $cd$ ,  $G$ , del arco  $de$ ,  $E$  del  $ef$ , y  $C$  del arco  $fg$ , y si se da una segunda revolución,  $A$  será todavía el centro del arco  $gh$ , etc. (fig. 24).

6. Para construir un *cuarto bocel*, tomarémos la altura perpendicular  $AD$  de la salida de la moldura, y desde el punto  $A$  se trazará el arco  $CD$ . (fig. 31),

7. Para trazar el *junquillo*, describirémos una semicircunferencia, cuyo centro será el punto medio de la perpendicular  $AB$ , que representa el alto de la moldura. (fig. 32).

8. El *toro* se construye trazando una semicircunferencia, cuyo centro sea la mitad de la perpendicular  $CD$ , que manifiesta la altura del toro. (fig. 33).

9. Para trazar la *gorguera*, se describe una semicircunferencia que tenga por centro el punto medio de la perpendicular  $CB$ , y por radio la mitad  $CA$  de la altura de la gorguera. (fig. 34).

10. Para trazar el *talón*, se tira la línea  $AB$ ; despues dividiremos la salida de la moldura por medio de la perpendicular  $D$ , y prolongarémos la línea  $B$ ; el punto  $D$  será el centro del cuarto bocel, y el punto  $C$  el del cabeto que forma el talón. (fig. 37).

#### 4.<sup>a</sup> SECCIÓN. = APÉNDICE AL DIBUJO LINEAL.

##### 1.<sup>o</sup> *Del método general para dibujar las figuras.*

1. A qué puede reducirse toda figura, por complicada que sea?— 2. Es necesario ocuparse del conjunto antes de dibujar los detalles?— 3. Qué marcha debe seguirse para poner cada parte de un dibujo en su lugar, ó en otros términos, para trazar bien un conjunto?—4. Debe permitirse siempre al discípulo el uso de cuadrados, y por qué puede suplirlos?— 5. Cómo se reducen los dibujos á menores dimensiones?

1. Toda figura, por complicada que sea, puede reducirse á rectángulos ó á círculos. Es necesario, pues, que los alumnos ejecuten correctamente rectángulos de un lado horizontal y otro vertical; ejercitandoles seguidamente en dividir los lados en mitades, cuartos, etc. Lo mismo practicarán con los círculos.

2. Deben anticiparse los discípulos á ocuparse del conjunto con preferencia al dibujo de los detalles. El que traza los delineamientos aproximadamente para expresar en seguida todos los detalles que percibe en los contornos de su modelo, abraza á la vez un gran número de relaciones, que no pueden marcar. Además, la distancia entre dos trazos próximos que haya formado, le sirve de escala para apreciar la distancia á que debe sujetar el trazo siguiente; pequeños errores en cada evaluación; conducen de uno en otro á errores mayores por la acumulacion, y los contornos exteriores salen de tal modo deformes que es imposible reconocer el modelo en la copia.

Al contrario, si el conjunto se traza aproximadamente bien en la copia, los detalles vendrán á colocarse en ella con facilidad; los errores que se hayan podido cometer, serán mucho menos sensibles é influirán considerablemente menos en el aspecto general. Así es, que, si se ensayase hacer una rueda dentada, dibujando desde luego diente por diente, jamás se lograría el objeto, pero, si se comienza trazando el círculo de la rueda, y se divide en partes próximamente iguales, nada será mas fácil que hacer una figura de las dichas, bastante regular.

3. Para colocar cada parte de un dibujo en su lugar propio, ó en otros términos, para trazar bien un conjunto, basta saber dibujar circunferencias y rectángulos.

Se dividen en mitades, cuartos, etc., según la extension, las dos líneas verticales opuestas que forman el cuadro del modelo; por los puntos de division del mismo rango se tiran líneas horizontales, que forman bandas; se practica otro tanto en las dos bandas superior é inferior del cuadro, y se tira una serie de verticales equidistantes; en fin, se hace absolutamente lo mismo en la hoja que debe recibir el dibujo. De este mo-

do el modelo y la hoja quedan descompuestos en rectángulos iguales. Se marcan en seguida sobre esta hoja, en cada rectángulo los puntos que en él ocupen el mismo lugar que los que se han distinguido, mas notables en el modelo, y se ejecuta en seguida el conjunto del dibujo.

4. Cuando el discípulo ha adquirido por este procedimiento un hábito suficiente de trazar los rasgos principales, se le acostumbra poco á poco á pasar sin cuadrados, despues á hacerlos mas extensos, luego haciéndole sustituir líneas ideales á las matemáticas de la cuadrícula. No deberá trazar estas rectas sino sobre el papel; de ningun modo en el modelo, donde se contentará con imaginarlas. Podrá servirse de un doble decímetro ó de su porta lápiz; sosteniéndole vertical ú horizontalmente delante del ojo, se servirá como de un nivel ó de un hilo á plomo, que le permitirá distinguir en el modelo los puntos principales de sus direcciones, evaluar las distancias de los puntos próximos, y colocarlos en los cuadrados de su papel.

Mas adelante el discípulo ya no trazará cuadrados, ni aun en la copia. Á falta de rasgos reguladores, podrá colocar todos los puntos principales del conjunto, unirlos por trazos, indicar por la figura circular las curvaturas de los contornos, descender á los detalles, completar, en fin, su dibujo.

Este método puede aplicarse al dibujo de la *naturaleza*.

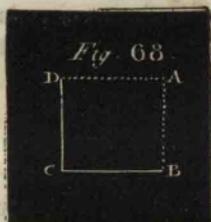
Para reducir los dibujos á menores dimensiones, se hace primeramente en el papel un cuadro semejante al del modelo; se dividen los dos rectángulos por un número igual de horizontales equidistantes, y se hace lo mismo con las verticales; estas líneas dividirán las dos superficies en otros tantos rectángulos geoméricamente semejantes de dos partes; los rectángulos hechos en el modelo serán iguales entre sí; lo serán tambien en la copia; pero los primeros no lo serán respecto á los segundos. El resto de la operacion no consiste en otra cosa que en trasportar cada punto notable del modelo que le conviene á la copia, es decir, al rectángulo del mismo rango, y en un punto de este rectángulo, colocado como está el del orijinal.

Los ejercicios versarán despues sobre reducciones sin el socorro de la cuadrícula en el modelo, y luego sin servirse de ningun rectángulo.

Si la copia debiese ser mayor que el modelo, se seguiría la misma marcha, pero en sentido opuesto.

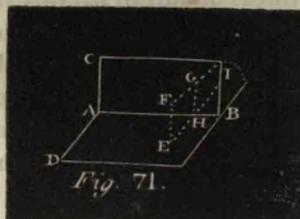
## §. 2. De las proyecciones.

1. Qué se llama proyeccion, y cuál es su utilidad?— 2. Cuántas proyecciones se distinguen?— 3. Qué es la proyeccion de una recta sobre un plano?— 4.Cuál es la longitud de toda recta en el espacio?— 5. Cómo se proyectan las figuras sobre un plano paralelo al de la superficie?— 6. Cuáles son las proyecciones de dos rectas paralelas ó perpendiculares en el espacio?— 7. Cómo se obtiene la proyeccion de un círculo situado en el espacio?— 8. Cómo deben representarse las partes de un edificio, y cómo se llama este dibujo?— 9. Qué se hace para acabar de determinar las partes notables del edificio, y cómo se llama este dibujo?— 10. Cómo se proyecta un prisma, un cilindro, etc.— 11. Cómo se disponen los planos en la práctica de una manera que se preste á las construcciones, y qué resulta de aqui?— 12. Cuántas proyecciones se necesitan para tener idea exacta de un objeto?— 13. Cómo se puede conocer por medio de sus proyecciones, las dimensiones de una recta, de un círculo, de una elipse y de un óvalo? Aplicaciones.— 14. Dibujo de un tejado comun y otro de Mansard.— 15. Un rayo de Júpiter.— 16. Una cómoda.— 17. Una cama de barco.— 18. Un escritorio.— 19. Una silla.— 20. Una prensa.— 21. Una bomba aspirante.— 22. Utiles de hortelano.— 23. Un gato y un tornillo de cerrajero.



1. Se llama *proyeccion* de un punto sobre una línea ó sobre un plano el pie de la perpendicular bajada desde este punto sobre la línea ó sobre el plano.

Asi en la figura 68, B es la proyeccion de A sobre BG, y D es su proyeccion sobre GD. Respecto á los planos DAB, GAB (fig. 71), que se suponen perpendiculares entre si, E es la proyeccion del punto F, supuesto en el espacio sobre el plano DAB, y G su proyeccion sobre el plano GAB.



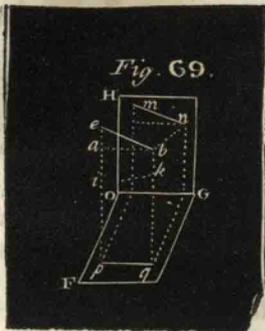
Es indispensable estudiar la teoría de las proyecciones. En efecto, un dibujo, por fiel que sea, puede muy bien dar una idea de la forma exterior de los cuerpos y de sus situaciones mútuas; pero no podria servir de guia seguro al operario que quisiese deducir la figura y las dimensiones de las piezas de que se compone; porque alguna de estas piezas no está vista bajo su verdadera forma, y por que la disminucion de la perspectiva altera el tamaño y la situacion relativa. Esto, que no puede obtenerse en un dibujo ordinario, se halla fácilmente por las proyecciones.

2. Hay dos especies de proyecciones: la *horizontal* y la *vertical*. Se llama horizontal la que está sobre la línea ó el plano horizontal; y vertical la que está sobre la línea ó plano vertical.

3. La proyeccion de una recta sobre un plano es otra recta, de

longitud y direccion diferentes, que determinan las proyecciones de sus dos extremidades ó de dos de cualesquiera de sus puntos.

En efecto, imaginemos dos planos, el uno horizontal FG, el otro vertical GH, y una línea recta  $b, c$ , situada en el espacio. (fig. 69).



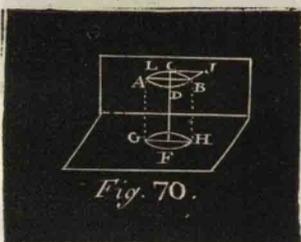
Si de todos sus puntos se tiran perpendiculares al plano FG, para tener las proyecciones de los puntos de la recta, los pies de estas líneas marcarán sobre este plano la línea recta  $p q$ , que será la proyeccion horizontal de  $b c$ . De la misma manera las perpendiculares tiradas sobre el plano vertical GH darán la proyeccion vertical  $m n$ .

4. La longitud de toda recta en el espacio es el lado mas grande de un triángulo rectángulo, cuyos dos lados del ángulo recto sean, el uno la proyeccion horizontal recta; el otro, la diferencia del nivel de los dos términos de su proyeccion vertical. (fig. 69).

5. Si las figuras son paralelas al plano sobre que se las proyecta, las proyecciones son iguales y semejantes; pero, si el plano de proyeccion no es paralelo al de la superficie, la igualdad ya no existe. Un círculo, por ejemplo, se proyecta segun una elipse; esta, segun otra elipse.

6. Dos rectas paralelas en el espacio tienen sus proyecciones paralelas; pero las proyecciones de dos perpendiculares no son perpendiculares entre sí.

7. Para obtener la proyeccion de un círculo situado en el espacio, es necesario, si el círculo es paralelo á uno de los planos, proyectar sobre este plano su diámetro AB (fig. 70), sobre el cual se describe una circunferencia EGFH, que es la proyeccion del círculo dado; sobre el otro plano será una recta IJ, igual al diámetro del círculo; pero, si es oblicuo con relacion á los planos, se proyectan dos diámetros AB, GD, cruzados perpendicularmente, y sus proyecciones EF, GH son los ejes de la elipse que tiene la proyeccion sobre el plano horizontal; del mismo modo se opera relativamente al plano vertical.



Asi es como se proyectan elipses, círculos, ect.

8. Para representar las partes de un edificio, se imagina un plano horizontal, sobre el cual se traza un dibujo semejante al que determinan los pies de las perpendiculares que se tirarian á este plano de las di-

ferentes partes del edificio. Este dibujo se llama *plano geométrico*.

9. Para acabar de determinar las partes notables del edificio, se concibe otro plano perpendicular al primero, sobre el cual se traza un dibujo semejante al que determinarían los pies de las perpendiculares que se tirasen á este plano de las partes notables del edificio. Este plano, da la altura de los objetos sobre el plano geométrico.

La figura que resulta se llama *elevacion*, si no hace ver mas que las partes exteriores; *perfil*, si el objeto se vé lateralmente y segun una dimension estrecha; en fin, *corte*, si demuestra el interior de un cuerpo, de un edificio, de una máquina.

10. Todo prisma, ó todo cilindro, elevado perpendicularmente á un plano, se proyecta en él segun su base, asi como todas las figuras trazadas, segun su superficie.

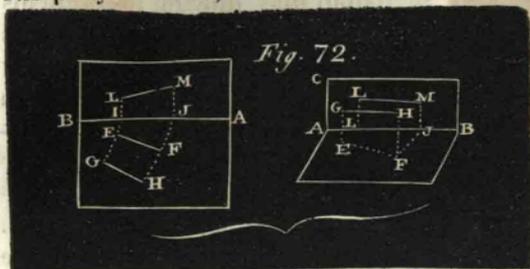
Un plano es proyectado sobre la horizontal, segun una recta, asi como todo lo que se ha trazado sobre este plano; una vigueta vertical lo es segun el rectángulo de su base, etc.

11. En la práctica, para disponer los planos de una manera que se presten á las construcciones, se imagina que el plano vertical ABG (figura 71) ha jirado al rededor de la interseccion AB, que hace con el plano horizontal, hasta el que se encuentra en la prolongacion de este. En esta rotacion, toda linea, GH, perpendicular á la interseccion AB, describe un plano que le es perpendicular, y por consiguiente, esta linea GH se halla en la misma direccion que la linea EH que la corresponde en el plano horizontal.

Resulta de aqui que las dos proyecciones E y F de un mismo punto F, se hallan sobre una misma línea, EI, perpendicular á la interseccion de dos planos.

12. Para formarse una idea justa de un objeto, es necesario conocer á lo menos dos proyecciones diferentes de este objeto. La proyeccion vertical determina la longitud del objeto, lo que no hace la proyeccion horizontal; de suerte que por medio de estas dos proyecciones se podria ejecutar el objeto dibujado.

13. Para determinar la longitud de una recta por el conocimiento de sus proyecciones, se tiran á las extremidades de la proyeccion horizontal

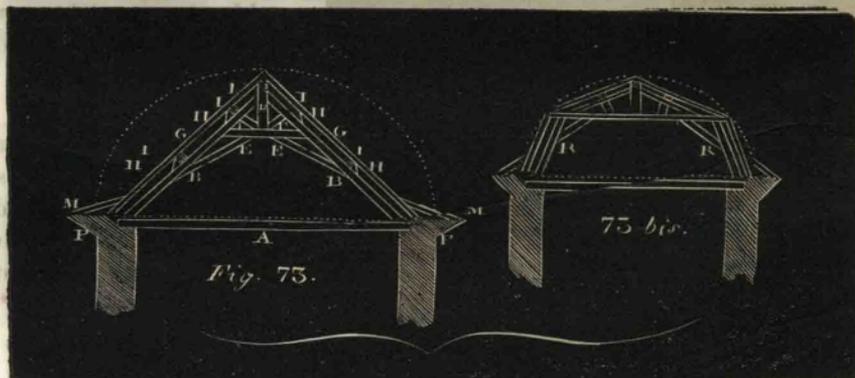


EF (fig. 72), las perpendiculares EG, FH, iguales á LL, JM, y se tira la recta GH, que da la longitud pedida; porque, si se imagina que EFGH, LMGH son planos elevados perpendicularmente, el primero sobre la proyeccion horizontal EF, y el segundo sobre la proyeccion vertical LM, su interseccion comun ha de ser precisamente la recta buscada.

Se determinan las dimensiones de un círculo, operando sobre las proyecciones de su diámetro, como acabamos de hacerlo sobre las de la recta; las de una elipse y de un óvalo, operando de la misma manera sobre la longitud de los ejes.

14. **Tejado.** El tiranté ó solera A debe apoyarse sobre el muro P en los dos tercios de su espesor; la circunferencia que termina la altura puede tener el largo del edificio por diámetro. La pieza B se denomina *par*; G tirante falso; D punzon; E jabaleon; F cadena; G cabrial; I viga; H puente; L caballete; M plataforma; y P es el muro. (figura 73).

14. **Tejado.** El tiranté ó solera A debe apoyarse sobre el muro P en los dos tercios de su espesor; la circunferencia que termina la altura puede tener el largo del edificio por diámetro. La pieza B se denomina *par*; G tirante falso; D punzon; E jabaleon; F cadena; G cabrial; I viga; H puente; L caballete; M plataforma; y P es el muro. (figura 73).



**Tejado de Mansard.**—(fig. 73 bis). Las partes que componen este tejado, tienen los mismos nombres que las del precedente; añadiendo la pierna de fuerza R.



Estas dos especies de tejados no se hallan mas que en los edificios antiguos, porque en el dia se hacen de construccion menos pesada y costosa. La figura 74 representa la forma que se les da en la actualidad.



**Rayo de Júpiter.**— (fig 73).

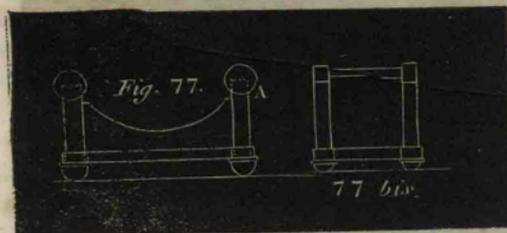
Los carpinteros llaman asi el corte que les sirve para reunir sólidamente dos extremos de maderaje para no hacer mas que uno solo, cuando no tienen madera de bastante largo para hacer el mueble de una sola pieza.



**16. Cómoda.** Este mueble, cuya elevacion se ve en la figura 76, se construye por medio de horizontales y verticales. La figura 76 bis,

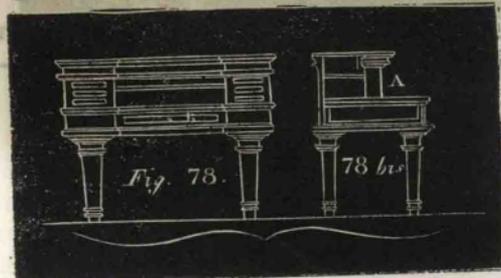


representa el corte de lado é indica la profundidad del mueble; las paralelas sombreadas dan los cortes de los cajones.



**17. Camas de barco.**

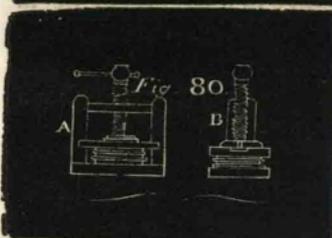
La figura 77 representa su largo; las extremidades A de los rodillos se ven de frente; la figura 77 bis, indica el largo del mueble.



**18. Escritorio.** La figura 78 representa un escritorio; y la parte B un cajon; la figura 78 bis, representa su proyeccion visto de lado; A es el vuelo que hace de mesa.



19. **Sillas.** La figura 79 da las diferentes proyecciones de una silla: A es la vista de perfil; B es el respaldo; C la silla en vuelo, y D los traveseros.



20. **Prensa.**— (figura 80). A representa la altura y el largo de la prensa vista de frente, y B su grueso visto de lado.

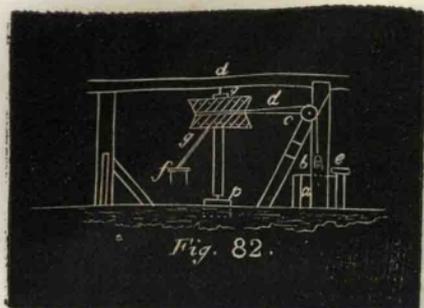


21. **Bomba aspirante.** La figura 81 es el corte de una bomba aspirante; *ab* es el nivel del agua en el reservatorio ó cubeta del tubo de aspiracion *cd*, y que cierra en su parte superior la válvula *d*. El pistón *f*, provisto al rededor de un cuero, cierra herméticamente el cuerpo de bomba *kl*; este pistón está unido sólidamente á un estribo de hierro *g*, que saca é introduce necesariamente la vara *g'*. Una válvula *h* abre y cierra uno despues de otro un canal *f* que abre el pistón en su longitud; cuando se levanta el pistón, la aspiracion hace el vacío en el interior y fuerza al agua á subir en virtud de la presión del aire exterior sobre

la agua *ab* del reservatorio, porque la válvula *d* se abre y la *h* queda cerrada; cuando vuelve á descender el pistón es al contrario *h* la que se eleva para dejar pasar el aire ó el agua encima del pistón, mientras que la otra válvula *d* queda cerrada bajo la presión.

El pedestal, . . . . . en cornisa. . . . . neto.  
 la columna. . . . . en base. . . . . fuste. . . . .  
 el entablamiento. . en arquitectura. . . . . friso. . . . . y cornisa.

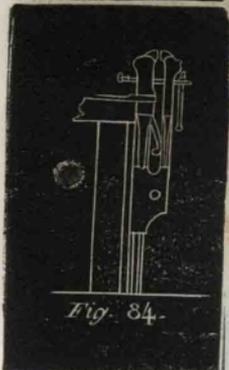
4. En todos los órdenes el entablamiento tiene por altura la cuarta parte de la columna; y el pedestal, la tercera.



22. **Útiles de los labradores.** La figura 82 representa la elevacion de la máquina de los horrelanos para sacar agua del pozo *a*, por medio de un balde *b*, y verterla en una pila *e*, por donde marcha adonde conviene dirijirla. La cuerda *dc*, pasada por la polea *c*, saca el balde y se enrolla sobre un tambor haciendo jirar el árbol vertical *pd* que se pone en movimiento por medio de un manubrio. Y un caballo sujeto á *af*, ya un hombre, obrando sobre la extremidad de la bara *fg*, da vueltas al rededor del árbol *pd*. La cuerda, enrollándose en el tambor, hace subir uno de los baldes mientras descende el otro, y es necesario voltear el árbol en sentido contrario para hacer subir á su vez el que se ha llenado, y bajar el primero que está vacío.



23. **Gato.** Máquina destinada á levantar pesos. (fig. 83).



24. **Torno de cerrajero.** Como demuestra la figura 84.

### §. 3. De la arquitectura.

1. Qué es la arquitectura?— 2. Cuántos órdenes hay de arquitectura?— 3. Cuántas partes principales se distinguen en los cinco órdenes?— 4. Cómo se distinguen los cinco órdenes?— 5. Qué relaciones se establecen entre los tres principales órdenes de arquitectura?— 6. Qué proporciones guardan las columnas?— 7. A qué se llama módulo y cómo se divide el módulo?— 8. Cuál es la altura total de cada uno de los cinco órdenes? Cuál es la distancia de las columnas ó el intercolumnio en cada orden?— 9. Qué son pilastras?— 10. Cuál es la forma de la columna, y cómo se traza su disminución?— 11. Qué es una voluta? Cómo se traza la voluta jónica?— 12. Qué es un frontis y cuáles son sus proporciones?— 13. Qué se llama imposta, archivolta y artesonado?— 14. Qué ha de hacerse para dibujar un orden de una altura dada?

1. La *arquitectura* es el arte de construir ó edificar.

2. Hay cinco órdenes de arquitectura: el *toscano*, el *dórico*, el *jónico*, el *corintio* y el *compuesto*.

3. Se distinguen tres partes principales en cada orden: la *columna*, el *entablamento* ó *cornisamento* y el *pedestal* que la sostiene.

Estas tres partes no se hallan siempre en la ejecución de cada uno de los órdenes, porque la atribución del nombre de un orden á un edificio no depende siempre de las columnas, sino también de las proporciones observadas en el conjunto de sus partes: á veces tampoco hay columnas, y el pedestal está con frecuencia reemplazado por un plinto.

Cuando el pedestal circuye á todo el edificio se llama *estylobato* ó *basamento*; cuando el entablamento no es de friso, la cornisa descansa inmediatamente en la *arquitectura*, y se llama entonces *arquitecturado*.

4. Se distingue el *toscano* por la simplicidad de sus partes, que no admiten adorno alguno; el *dórico*, por los tríglifos y las metopas del friso; el *jónico*, por las volutas de su chapitel; el *corintio*, por la doble fila de hojas de acanto y las ocho volutas de su chapitel; en fin, el *compuesto*, por el chapitel corintio unido á las volutas del jónico.

Además de estos caracteres, los diversos órdenes se distinguen también por las proporciones respectivas de sus partes:

5. El pedestal, la columna y el entablamento se divide cada uno en tres partes.

El pedestal. . . . . en *cornisa*. . . . . *neto*. . . . . y *base*;  
la columna. . . . . en *base*. . . . . *fuste*. . . . . y *chapitel*;  
el entablamento. . en *arquitectura*. . . *friso*. . . . . y *cornisa*.

4. En todos los órdenes el entablamento tiene por altura la cuarta parte de la columna, y el pedestal, la tercera.

6. El grosor de la columna es proporcionado á su órden, á su altura y á la elevacion total del edificio.

La columna toscana tiene por altura,comprendiendo la base y el chapitel, siete veces su diámetro; la dórica, ocho veces; la jónica, nueve veces; la corintia y la compuesta, diez veces.

7. Se llama *módulo* el radio de la columna ó la mitad de su grosor, que, una vez determinado, da la altura del piso, de la cornisa, del fuste, etc.

El módulo está dividido en 12 longitudes iguales ó minutos en el órden toscano y el dórico, y en 18 en los otros tres.

8. Véase la tabla de la altura total y del *intercolumnio* ó intervalo de las columnas en cada órden:

	ALTURA TOTAL.	SIN PEDESTAL.	INTERCOLUMNIO.
O. toscano módulos.	22 $\frac{1}{3}$ . . . . .	17 $\frac{1}{3}$ . . . . .	4 $\frac{1}{2}$ . . . . .
O. dórico— — — —	23 $\frac{1}{8}$ . . . . .	20 . . . . .	5 $\frac{1}{2}$ . . . . .
O. jónico.— — — —	28 $\frac{1}{2}$ . . . . .	22 $\frac{1}{3}$ . . . . .	4 $\frac{1}{3}$ . . . . .
O. corintio.— — — —	31 $\frac{2}{3}$ . . . . .	25 . . . . .	4 $\frac{2}{3}$ . . . . .
O. compuesto.— — —	31 $\frac{2}{3}$ . . . . .	25 . . . . .	4 $\frac{2}{3}$ . . . . .

9. Las *pilastras* son columnas cuadradas (paralelepípedos) que rara vez se aíslan; se las embute en la pared dejando saliente como un tercio ó un cuarto de módulo. Por lo demas, sus adornos, como chapiteles, base, y todas las proporciones en fin, se arreglan segun los preceptos del órden á que pertenecen.

10. La columna es ordinariamente cilíndrica hasta el medio de su altura, desde cuyo punto va disminuyendo; de manera que el diámetro de su parte superior es un sexto menor que el de su parte inferior. Ciertos arquitectos la hacen disminuir abajo.

En todos los órdenes el entablamento tiene por altura la cuarta parte de la columna, y el pedestal, la tercera.

El entablamento . . . en arquitectura . . . fuste . . . y chapitel . . . y base . . . . .

la columna . . . en base . . . . . fuste . . . . . y chapitel . . . . .

El pedestal . . . en cornisa . . . . . fuste . . . . . y base . . . . .

Además de estos caracteres, los diversos órdenes se distinguen también por las proporciones respectivas de sus partes:

5. El pedestal, la columna y el entablamento se dividen cada uno en tres partes.

Veamos la manera de trazar la dimension de la columna.

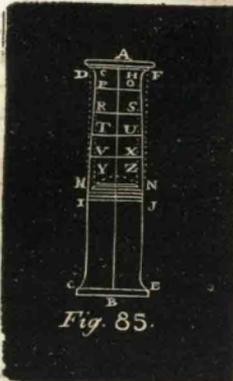


Fig. 85.

Despues de haber tirado el eje A B (fig. 85) de la columna, trazando las paralelas CD, EF, y llevando de D á G y de F á H la disminucion dicha, se tira el diámetro IJ, en su tercio; se describe sobre este diámetro la semicircunferencia IMNJ: se tiran en seguida GM, paralela á CD hasta encontrar la semicircunferencia; se divide el arco IM en seis partes iguales, y por estos puntos se tiran paralelas al diámetro IJ: MN será siempre igual á GH. Se ejecutarán las otras paralelas por órden hasta las dimensiones de la columna PO, RS etc., y sus extremidades serán los puntos por donde deberian pasar las curvas que denotan la disminucion de la columna.

Si la disminucion debiese comenzar en la parte inferior de la columna, se haría en CE lo que se ha dicho en IJ.

11. La *voluta* es un adorno del chapitel en forma espiral.

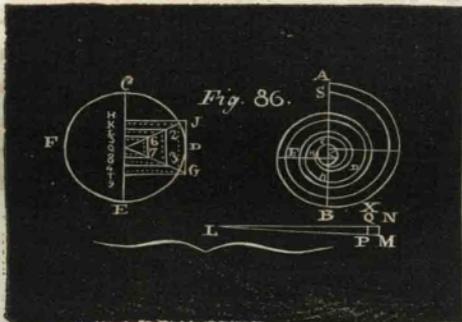


Fig. 86.

Sea AB la altura de la voluta jónica (fig. 86): se la divide en 16 partes iguales ó minutos; de la 9.<sup>a</sup> division O y un radio igual á un minuto, se describe el ojo CDEF de la voluta; se construye sobre la recta 9 H, compuesta de la mitad de los radios OC, OE el cuadrado HJG 9; se forman ángulos J y G en el centro O, con las

rectas JO, GO; se divide el lado H 9 en 6 partes iguales; se construye su cuadrado sobre 1, 4 y sobre 5, 8; los ángulos HJG 9 serán los centros de la 1.<sup>a</sup> vuelta, que comienza en A; los ángulos 1, 2, 3, 4, los de la segunda y 5, 6, 7, 8 los de la 3.<sup>a</sup>, que debe terminar en C.

Para determinar los centros de la 2.<sup>a</sup> revolucion, se tira una recta MC=AH; se lleva el largo del listel de M á P ó se eleva la perpendicular PQ; se junta el punto N al punto L; se lleva PQ al eje de la voluta de O á K y T; se divide TK en seis partes iguales; se renueva la operacion hecha en H 9 y los ángulos de los 3 cuadrados puntuados son los centros de la segunda revolucion de la voluta, que se describe en el mismo órden que la 1.<sup>a</sup> á partir de la segunda division S.

- 12, El *frontis* es un adorno de arquitectura ordinariamente triangular (fig. 87). El espacio B comprendido entre las cornisas que le forman, se llama *timpano*: es susceptible de recibir esculturas, objetos alegóricos, etc., hasta cierta extension.



La altura de los frontis varía: los pequeños tienen por altura la mitad de la base; pero esta altura disminuye a medida que la base es mayor; algunas veces, en este último caso, la altura no es mas que un quinto de la base.

13. Se llama *imposta* la parte de un pie recto sobre el cual comienza un arco.

Las *archivoltas* son bandas largas y arqueadas, salientes sobre el nudo de una pared.

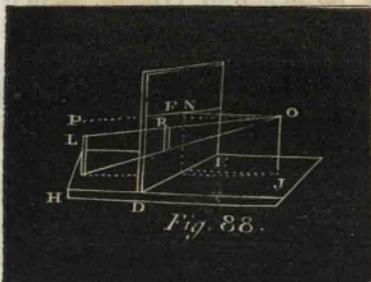
Los *artesonados* son diversas esculturas, que sirven para adornar la plataforma de los entablamentos y de las cornisas.

14. Para dibujar un órden en una altura dada, se divide esta altura en 19 partes iguales; se dan 4 al pedestal, 12 á la columna y 3 al entablamento. La altura de la columna se fija de esta manera: si se trata del órden toscano, se la divide en 7 partes iguales, si del dórico, en 8; si del jónico, en 9; si del corintio ó compuesto, en 10. Cada una de estas partes será el diámetro inferior de la columna del órden que se quiera construir; el módulo de la escala sobre la cual se han de determinar las otras partes del órden, debe ser igual á la mitad del diámetro.

### §. 4. De la Perspectiva.

1. Qué es la perspectiva?— 2. Cuál es el fundamento de toda la perspectiva, y qué resulta de él?— 3. Qué se llama cuadro, plano geométrico, línea de tierra, línea de horizonte, punto de vista y punto de distancia?— 4. Qué se llama punto de huida y dónde se halla?— 5. Cuál es la perspectiva de una línea recta, de líneas paralelas entre sí, y de una vertical?— 6. Cómo se halla la perspectiva de un punto y de una recta situadas sobre el horizonte?— 7. Cómo se pone en perspectiva un polígono sobre el plano geométrico? De un cuadrado situado sobre el horizonte paralelamente á la línea de tierra de un empedrado en baldosas cuadradas. — 8. Cómo se determina la perspectiva de un círculo trazado sobre el horizonte?— 9. Cómo se halla la perspectiva de un punto situado en el espacio?— 10. Qué se hace cuando el objeto en perspectiva está dibujado?— 11. Cuál es el límite de aproximación de los objetos que han sido dibujados? Aplicaciones.— 12. Dibujar la perspectiva de un dibujo.— 13. De una cómoda. 14. De una silla.— 15. De un vaso.— 16. De una serie de piezas de carpintería á escuadra.— 17. De una serie de arcos vistos diagonalmente.

1. La *perspectiva* es el arte de representar los objetos tales como los vemos, por el solo conocimiento de sus posiciones relativas y de sus dimensiones geométricas.



2. Véase el fundamento de toda la perspectiva. Imagínese que un cristal D N E (fig. 88.) interpuesto entre los objetos y el ojo del dibujante. De este ojo parten los rayos visuales que siguen los contornos del objeto, y va cada uno á encontrar el cristal en un punto, donde dejan una impresion. Es claro que si se da á la imágen determinada por este contorno colores semejantes á los del objeto, este aparecerá en el cristal cuando se quite: esta semejanza es lo que se llama perspectiva.

Resulta de aqui que todo objeto paralelo al cristal no cambia, ni de forma, ni de direccion en la imágen que en él determinan los rayos visuales; pero que esta imágen disminuye de tamaño á medida que el objeto se aleja del espectador.



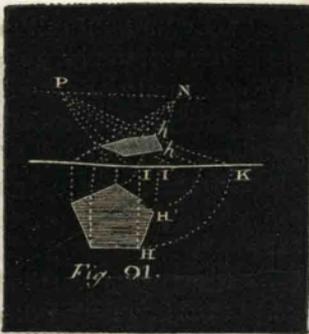


Fig. 91.

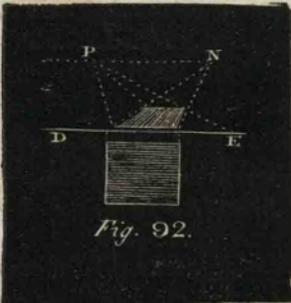


Fig. 92.

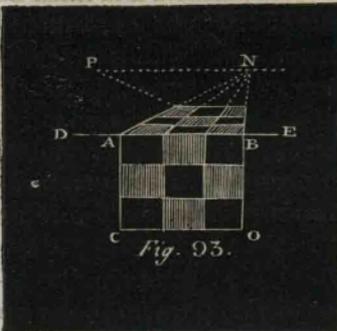


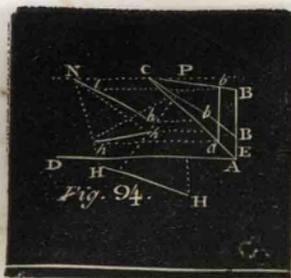
Fig. 93.

7. 1.º Para poner en perspectiva un polígono dado sobre el plano geométrico, se buscan las perspectivas de todas las extremidades superiores (fig. 91.)

2.º Si se trata de un cuadrado situado sobre el horizonte paralelamente á la línea de tierra (fig. 92) se ve que las perspectivas de los lados paralelos de la línea de tierra, son tambien paralelas á esta línea; pero que los lados perpendiculares tienden al punto N.

3.º Si se trata de un piso embaldosado de losas cuadradas (fig. 93) se llevan, á partir de A en D E, las longitudes sucesivas iguales al lado del cuadrado de las baldosas, y por estos puntos de division, se tiran líneas al punto de vista N; despues desde B se dirige una línea B P al punto de distancia opuesto P; la cual cortará á las primeras en los puntos, por los cuales se tirarán paralelas á la línea de tierra D E, y los cuadrados así formados serán la perspectiva pedida.

8. Para hallar la perspectiva de un círculo colocado sobre el horizonte, se divide la circunferencia en un número cualquiera de partes iguales, por ejemplo en 6; se busca la perspectiva de cada uno de los puntos de division que determina el paso de la curva y se obtiene una elipse, perspectiva del círculo.



9. Para hallar la perspectiva de un punto situado en el espacio (fig. 94) se busca desde luego la proyección horizontal  $H$  de este punto, de donde se tira la perspectiva  $h$ ; la de una vertical indefinida levantada en  $H$  es también una vertical  $hl$ . Ya no falta más que determinar el punto  $l$  en donde debe limitarse la vertical, y este punto será la perspectiva pedida.

Para conseguirlo, se tira aparte una vertical  $AB$ , de la misma altura que la correspondiente al punto  $H$ , y de las dos extremidades  $A B$ , se tiran rectas  $AC$ ,  $BC$  á un punto arbitrario  $C$  de la línea de horizonte; con lo cual se forma un triángulo  $ABC$ . Tirando la línea  $ha$  horizontalmente se tiene un punto  $a$  de sección con  $AC$ ; la vertical  $ab$  será la altura buscada; así será menester tomar  $hl = ab$  y  $l$  será la perspectiva del punto del espacio;  $hl$  será la de la vertical levantada en  $H$ : esta vertical es el eje de una columna, de un árbol, la arista de encuentro de los dos muros etc.: hecho esto se obtendrá así la perspectiva.

Si se tiene una serie de objetos de iguales alturas á iguales distancias del cuadro, sus proyecciones estarán sobre una recta paralela á la línea de tierra  $DE$ ; se tendrán fácilmente las perspectivas de las bases, y la altura  $ab$  será la misma: estas perspectivas serán también equidistantes, si los objetos están igualmente separados; en el caso contrario, se repite en cada uno de ellos la construcción precedente. Esto se aplica á las series de columnas, calles de árboles y soportales.

Por medio de este método es fácil hallar la perspectiva de una pirámide, de una línea oblicua en el espacio, de un prisma recto, de un cubo, un cono, un cilindro, etc.

10. Cuando el objeto en perspectiva está dibujado, se borran las líneas de construcción, y las proyecciones horizontales para no dejar en el papel sino la perspectiva obtenida en la montea ó planta.

11. No se ven distintamente de un golpe sino los objetos comprendidos en la abertura de un ángulo de  $60.^{\circ}$  ó á lo más de  $90.^{\circ}$ : esta primera condición determina un límite de aproximación de los objetos que se quieren dibujar. Por otra parte, si estamos muy alejados de los detalles, no se les puede apreciar; lo cual da otro límite en sentido contrario, según la multitud y delicadeza de estos detalles.

12. **Perspectiva de una mesa.**—(fig. 95). El punto de vista está en O, un poco elevado, pues que mira la parte superior de la mesa; el punto de distancia está en P, á una distancia del punto O igual á la del ojo respecto á la mesa y en la misma direccion horizontal.

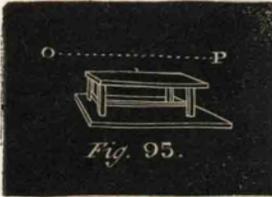


Fig. 95.

13. **De una cómoda.** (fig. 96).

El punto de vista O está en una posición contraria á la del dibujo precedente, como igualmente el punto de distancia P; lo cual hace ver el objeto en un sentido diferente. El ojo del observador está en una posición horizontal con relación á O, y á una distancia OP.

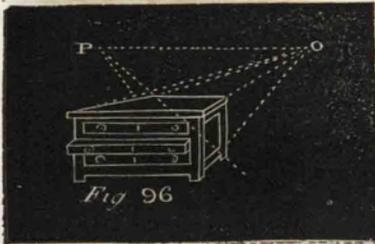


Fig. 96

14. **De una silla.** (fig. 97). Los puntos de vista y huida están en la parte donde las paralelas horizontales ABCDEF etc., van á encontrarse por la convergencia; estas líneas se suponen perpendiculares á la línea de tierra de la mesa que recibe la perspectiva.

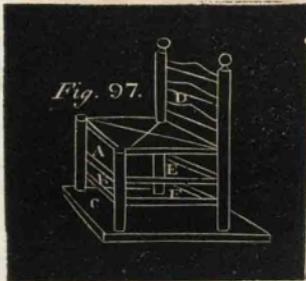


Fig. 97.

15. **De un vaso.**—(fig. 98). Este vaso se supone de una grande dimension, pues que el punto de vista, colocado en frente del medio de la altura, permite percibir la parte superior del pie y la inferior de la moldura superior.



Fig. 98.

16. La figura 99 es la perspectiva de una serie de piezas de armaduras puestas á escuadra colocadas las unas hácia abajo, las otras horizontalmente, formando hileras sucesivas. La mayor parte de los talleres de manufacturas, de los almacenes, etc., están contruidos de esta manera.



Fig. 99.

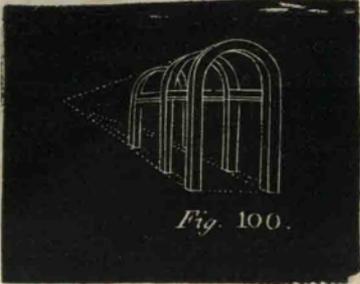


Fig. 100.

La figura 100 es la perspectiva de una serie de arcadas vistas lateralmente.

---

---

— 287 —

## CAPITULO III.

---

# APLICACIONES USUALES DE LA GEOMETRIA.

## PRIMERA PARTE.

# AGRIMENSURA.

## PRIMERA SECCION.

### TEORIA DE LA AGRIMENSURA PROPIAMENTE DICHA.

#### §. 1.º *De la agrimensura en general.*

1. Qué es agrimensura?— 2. De dónde proviene la palabra agrimensura, y cuando se usa de la palabra cubicacion?— 3.Cuál es el orijen presunto de la agrimensura?— 4. En cuántas partes se divide la agrimensura?— 5. En qué consiste la teoría de la agrimensura?

1. La *agrimensura* es el arte de medir y determinar la extension superficial de un terreno.

Comprende ademas la reparticion de las heredades entre los propietarios, la deslindacion de los campos, la preparacion de las labores, reparticion de plantacion, etc.

2. La palabra *agrimensura* viene de *agri* (campo) *mensura* (medicion) palabras de orijen latino.

La de *cubicacion* tiene su orijen en la unidad de medida que generalmente se toma, y es el pie cúbico.

3. Desde el momento en que las sociedades se formaron, los pueblos han debido recurrir á la agricultura: de aqui la necesidad de fijar y reconocer los lindes de los campos.

«Los Egipcios, dice Rollin, para conocer sus tierras cubiertas todos los años por las inundaciones del Nilo, tuvieron precision de acudir á la *agrimensura*, que bien pronto les ha enseñado la geometría y el levantamiento de planos.» Tal es el orígen presunto de la agrimensura.

4. La agrimensura se divide en tres partes : 1.<sup>a</sup> la *agrimensura propiamente dicha* ; 2.<sup>a</sup> el *levantamiento de planos*, ó el arte de representar en pequeño sobre papel, la forma y los accidentes de un terreno, conservando las proporciones del conjunto y sus detalles; 3.<sup>a</sup> la *aguada de los planos*, ó el arte de distinguir sobre un plano las diferentes especies de tierras ó cultivos, por tintas convencionales, con cuyo medio se reconoce al momento lo que es viñedo, bosque, prado, pantano, etc.

5. La teoría de la agrimensura consiste en dividir el terreno, sea en *triángulos ordinarios*, sea en *triángulos rectángulos*, y en *trapecios rectangulares*, sea en fin, en *triángulos rectángulos* y en *rectángulos*. Los dos últimos medios son los mas simples y fáciles de practicar.

## §. 2. Instrumentos de la agrimensura.

1. A que se reducen las operaciones prácticas de la agrimensura sobre el terreno y como se ejecutan estas operaciones?—2. Cuáles son los instrumentos necesarios para medir?—3. Qué son jalones?—4. Qué es la escuadra del agrimensor y el palo de esta escuadra?—5. Cómo se verifica la escuadra del agrimensor?—6. Qué es la cadena del agrimensor y como se verifica?—7. Qué son las hileras?

1. Las operaciones prácticas de la agrimensura sobre el terreno pueden reducirse á dos cosas muy simples; 1.<sup>o</sup> medir y trazar líneas rectas; 2.<sup>o</sup> levantar perpendiculares para subdividir el terreno en triángulos, trapecios ó rectángulos.

Estas operaciones se ejecutan con el auxilio de algunos instrumentos poco complicados.

2. Los instrumentos necesarios al agrimensor son: los *jalones* y la *escuadra* para trazar las líneas rectas y las perpendiculares; 2.<sup>o</sup> la *cadena* y diez piquetes para medir las distancias y las líneas.

Comprimos además la repartición de las heredades entre los propietarios, la determinación de los campos, la preparación de las labores, repartición de plantación, etc.

5. La palabra agrimensura viene de *agros* (campo) *mensura* (medición) palabras de origen latino.

La *agrimensura* tiene su origen en la unidad de medida que antiguamente se usaba, y es el pie cápitico.

Desde el momento en que las sociedades se formaron, los pueblos han debido recurrir á la agricultura: de aquí la necesidad de fijar y conocer los límites de los campos.



Fig. 1.

3. Los piquetes son estaquillas de madera de cuatro á cinco pies, con una tablita en el extremo superior pintada de blanco: la otra extremidad A (fig. 1) terminada en punta, debe exceder de la tablita como una pulgada para facilitar la alineacion.

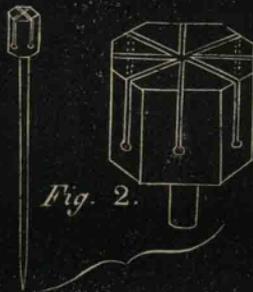


Fig. 2.

4. La escuadra de agrimensor (figura 2) se llama generalmente *octágono*, por estar formada de un prisma recto de cobre hueco, de 8 caras iguales de cerca de 5 á 6 centímetros de ancho con doble altura. Un tubo está clavado en su base para recibir la redondeada punta de un baston que debe ajustar bien, y cuyo extremo inferior acaba en punta de hierro, para que la caña pueda fijarse verticalmente en el suelo (fig. 2).

En la parte superior del instrumento hay hendiduras verticales que se llaman *pinulas*. Aplicando el ojo por una de estas hendiduras se ven distintamente por la opuesta los objetos situados del otro lado; para lo cual hay una pequeña abertura practicada á lo largo de la hendidura. Cada uno de los lados está provisto de una *pinula* semejante, de manera que estando estas hendiduras abiertas dos á dos en ángulos rectos, es evidente que el instrumento determina las cuatro direcciones perpendiculares.

El palo de la escuadra está dividido en su parte superior en decímetros, centímetros y milímetros. En él se coloca ordinariamente una plomada para determinar su posicion vertical.

5. Para comprobar la escuadra se elije un terreno bien horizontal en donde se fija. Se clavan á una gran distancia piquetes en las cuatro direcciones perpendiculares dadas por las cuatro caras opuestas del octágono. En seguida se hace jirar la escuadra sobre su eje, sin cambiarla de lugar ni trastornar la verticalidad, y si se corresponden los piquetes por las *pinulas* correlativas de las otras caras, es prueba de la perfeccion de la escuadra.



Fig. 3

6. La cadena de agrimensor, usada por los franceses, es la cadena métrica: tiene 10 metros y 1 decámetro de longitud. Está formada (fig. 3) de 50 anillos ó eslabones de alambre grueso *ab*, *bc* etc. de 2 decímetros de largo y unidos entre sí. Cada serie de 5 eslabones, 1, 2, 3, 4, 5 etc. está marcada con un anillo de cobre é indica los metros. El 5.º metro, que es la mitad de la cadena, se distingue por una señal arbitraria. Cada punta de la cadena termina en una empuñadura de hierro sujeta al eslabon contiguo.



7. Los fijos no son mas que piquetes de alambre de hierro, de cerca de medio metro, terminados en punta por uno de sus extremos y en forma de anillo por el otro (fig. 4.).

Es muy cómodo el número de 10 fijos porque sirve para advertir el agrimensor que ha medido una extension 10 veces mayor que su cadena, es decir, 100 metros (sobre 307 pies y 10 pulgadas.)

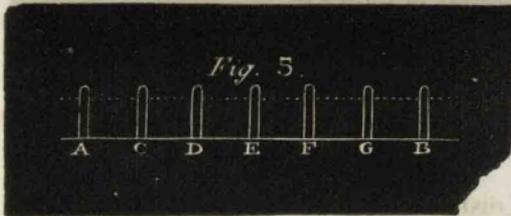
§. 3. *Uso de los instrumentos de agrimensura.*

1. Para qué sirven los piquetes? — 2. Cómo se traza en el terreno una línea y que guía se toma para la alineación?—3. Cómo se comprueba la verticalidad de los piquetes?—4. Cómo se traza una línea cuando una extremidad no se percibe desde la otra? —5. Cómo se mide una distancia marcada ya con los jalones? á que se reduce esta operacion?— 6.Cuál es el uso de la escuadra?— 7. Cómo se baja y levanta con la escuadra una perpendicular á una línea?

1. Los piquetes sirven para tirar una recta sobre el terreno.

Sirven tambien para marcar los ángulos y las irregularidades del terreno en que se debe operar.

2. Dáenos á trazar una línea que se estiende desde A á B (fi-

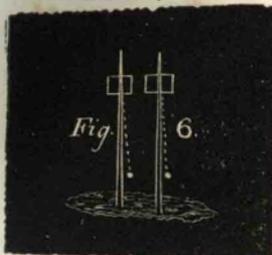


gura 5). Si la distancia es corta, basta plantar dos piquetes, uno en el punto A y otro en el B; pero, si esta distancia es considerable, es menester entre estos fijar otros piquetes C, D, E, F, G. Para

colocar estos piquetes en la direccion AB, se coloca uno á tres ó cuatro pasos del piquete A; se tira una visual, de suerte que esté cubra al piquete B, y en seguida se colocan los otros intermediarios guardando siémpre la línea recta. Si la operacion está bien hecha, todos los piquetes, cualquiera que sea su número, deben confundirse cuando se mira por una de sus extremidades.

Esta operacion se llama *alinear*, ó *enfilar*.

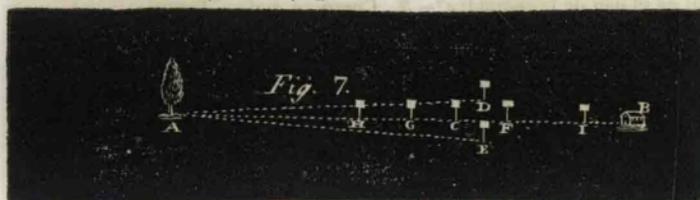
3. Es importante que los piquetes estén colocados verticalmente.



Para asegurarse de su verticalidad, se emplea en tanto que se va adquiriendo el hábito, una plomada que se suspende de la extremidad superior del piquete. Conforme el hilo coincida ó no con el piquete (fig. 6), así este estará bien ó mal colocado.

4. Con frecuencia se encuentra en la dirección de la línea que se quiere trazar, un obstáculo ó un montecillo que impide ver un extremo de la línea desde el otro. En este caso se debe colocar sobre el montecillo mismo ú sobre un punto cualquiera de la línea, desde donde se dividen al través de las pínulas las dos extremidades.

Sea C este punto (fig. 7). Se coloca la escuadra en un punto D



que se supone estar en la alineación, se dirige una de las pínulas hacia A y se mira

por la pínula opuesta para percibir el punto B.

Si B no enfila con D y A, se coloca la escuadra en otro punto E, y se repite la misma operación hasta tanto que por medio de algunos tanteos se encuentra el punto C. Obtenido este punto, se clava en él un piquete; se enfila con el punto F, y luego es muy fácil fijar los piquetes G, H, I, etc.

5. La manera de medir una distancia señalada ya con jalones, se reduce á tres cosas: 1.º á tener estendida por igual la cadena; 2.º á tenerla en nivel; 3.º á caminar en línea recta.

1.º El agrimensor toma una de las empuñaduras de la cadena y la coloca en el punto A (fig. 7); el *ayudante* ó *porta-cadena* toma en la mano izquierda 10 fijos y en la derecha la empuñadura de la cadena. El agrimensor ajusta la cadena al punto de partida, apoyándola según los casos, en el palo de la escuadra, en un piquete ó en una de sus rodillas. El ayudante va andando hasta que encuentra resistencia y cuando la cadena está suficientemente tendida, clava un fijo lo mas verticalmente posible y continúa su camino sin volver la cabeza. Llega el agrimensor al fijo que ha dejado su ayudante, le sujeta verticalmente para descansar en él su empuñadura y la saca para continuar su camino. El *porta-cadena* fija sucesivamente el 3.º 4.º 5.º fijo, hasta que estén los 10, los

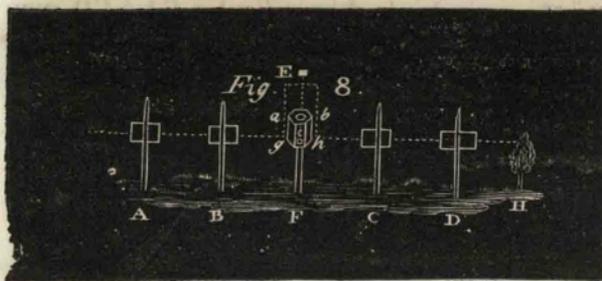
cuales han ido pasando por manos del agrimensor, quien los devuelve luego á su ayudante, y escribe en su libro un *tiro*, es decir, una distancia de 100 metros.

2.º Cuando se mide un terreno inclinado, el ayudante debe levantar la mano en que tiene la cadena, al nivel del extremo opuesto y dejar caer verticalmente de esta misma mano un *fijo* para clavarlo en el lugar en que caiga. Si, por el contrario, el terreno viene cuesta arriba, el agrimensor es quien debe levantar la mano.

3.º Cuando la línea está trazada por los jalones, basta para seguirla, marchar por la alineacion, teniendo cuidado de pasar á algunos decímetros de los piquetes, para no tropezarles con la cadena. Pero cuando la línea no está marcada; el porta-cadena debe suponer en esta línea un punto lejano en la parte posterior que le sirva de direccion; sin lo cual el agrimensor, que le sigue y puede juzgar si su ayudante sigue ó no la línea, se veria obligado á llamarle á la derecha ó á la izquierda, en lo cual se perderia mucho tiempo.

6. La escuadra sirve principalmente para bajar ó levantar perpendiculares sobre una línea.

1.º Sea la línea trazada ABCD (fig. 8) y el punto E fuera de la línea,



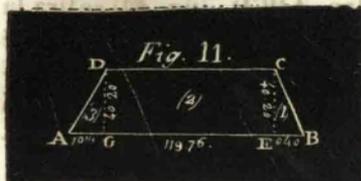
desde donde se ha de bajar la perpendicular; coloco la escuadra en el punto en que supongo que debe caer la línea, ajusto las pínulas *a* y *b* de modo que mirando por la abertura *a*, perciba CDH en la

misma direccion, y mirando por la hendidura *b*, vea A y B confundirse en la línea visual. Esta operacion se llama poner *la escuadra en línea*. Supongámosla en *g*. Observo por la abertura *c* si enfila con el piquete clavado en E; si todavía estoy distante, como lo muestra la figura, pongo la escuadra en *h*, donde bien pronto reconozco que he avanzado demasiado; entonces la fijo en F, donde me quedo, y la perpendicular buscada es EF.

2.º Nada mas fácil que levantar desde el punto F una perpendicular FE sobre el terreno. Se pone el instrumento en este punto, se enfilan y clavan los jalones marcando la línea FE mirando por la pínula *c*.



Sea  $AB=22,35^e$ . y  $BC=44,70^e$ . se tendrá en *superficie*  $ABCD=22,35^e \times 44,70^e = 999,045^e$ . ó  $1000^e$ .; y como  $576^e$ . valen 1 fanega, la superficie del rectángulo será por consiguiente, de 1,736 fanegas castellanas.



Supongamos que se haya de medir un terreno de la forma del trapecio ABCD. (fig. 11).

La superficie de un trapecio se mide multiplicando por la altura la semi-suma de sus lados paralelos.

Se toma el lado mayor  $AB$  por base de la operación, se bajan á esta base desde los puntos  $D$  y  $C$ , las dos perpendiculares  $DG$ ,  $CE$  y el trapecio se encuentra así reducido á un rectángulo y dos triángulos.

Tratase ahora, pues, de medir los lados paralelos  $AB$ ,  $CD$  y la altura  $CE=DE$ .

1.º Sea  $CE=40,20^e$ . y  $EB=11,40^e$ .; se tendrá la  

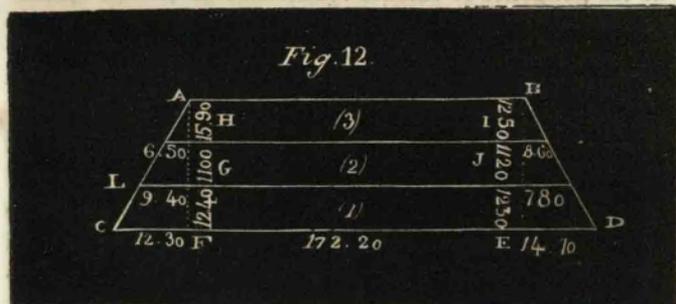
$$\text{superficie BCE} = \frac{40,20^e \times 11,40^e}{2} = 229,140^e$$

2.º Sea  $GE=119,76^e$ .; se tendrá en *superficie*  
 $GECE = 119,76^e \times 40,20^e = 4824,352^e$

3.º Sea  $AG=119^e$ .; se tendrá en *superficie*  

$$AGD = \frac{40,20^e \times 119^e}{2} = 201,000^e$$

Luego la *superficie*  $ABCD$  iguala el total de estas tres sumas ó  $5244,492^e$ . es decir, 9 596 fanegas castellanas aproximadamente.



4. Si varios trapecios contiguos están separados por líneas cuyo paralelismo parece muy probable (fig. 12) se les puede medir por una sola operación.

Se toma  $CD$  por base, y se bajan de los puntos  $A$ ,  $B$  las perpendiculares  $AF$ ,  $BE$ , las que cortarán los cuadriláteros en  $H$ , en  $G$ , en  $I$  y en  $J$ , habiéndose formado trapecios en las extremidades inferiores de los trapecios, y triángulos en las superiores del trapecio. La longitud  $FE$ .

servirá para los tres rectángulos intermediarios. Se calcularán todas estas figuras, de la manera que acabamos de decir (nos. 1, 2, 3,) y se obtendrá la superficie total de los trapecios contiguos.

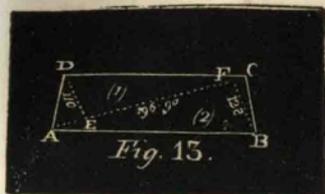


Fig. 13.

5. Si el terreno tiene la forma de un cuadrilátero irregular, ABCD, (fig. 13) se tira la diagonal AC que se marca con piquetes y se mide; luego se levanta en E una perpendicular que pase por D; se busca también con la escuadra el punto F de la perpendicular que pasa por B; y se miden estas dos perpendiculares.

El cuadrilátero se encuentra así reducido á dos triángulos, cuya valuación superficial es fácil, pues puede hacerse por medio de una sola operación multiplicando por la base AC la semisuma de las dos alturas DE, BF.

Sea  $DE = 110^{\circ}$ ;  $BF = 123^{\circ}$ . y la base  $AC = 296,90^{\circ}$ . se tendrá en superficie ABCD =  $\frac{110^{\circ} + 123^{\circ}}{2} \times 296,90^{\circ} = 117,50^{\circ} \times 296,90^{\circ} = 34885,75^{\circ}$   
ó 62,36 fanegas castellanas.

### §. 2. Medición de los polígonos de mas de cuatro lados.

1. Cuál debe ser el cuidado de lagrimensor en la medición de los polígonos de mas de 4 lados?—2. Cómo se mide un terreno de forma de un polígono irregular de un número cualquiera de lados?—3. Cómo se mide un polígono cerrado por un lado por una línea curva?—4. Cómo se mide un polígono en dos de cuyos lados son líneas curvas?—5. Cómo se mide un terreno de forma sinuosa continua?

1. La superficie de los polígonos se calcula reduciéndolos, como casi todas las superficies agrarias á triángulos, rectángulos ó trapecios. El cuidado del agrimensor debe ser, simplificar en cuanto le sea posible las operaciones, como asimismo tomar por base la recta mayor que se pueda tirar en el polígono y que por esta razón se llama *directiva*.

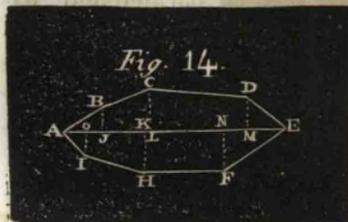


Fig. 14.

2. Désenos para medir el polígono irregular A B C D E F H I (fig. 14.)

Se fijan piquetes en todos los vértices de los ángulos A, B, C, D, E, F, H, I; se tira la directiva AE; se levantan sobre esta diagonal perpendiculares que pasan por los vértices de los ángulos B, C, D, F, H, I; y se forman por este medio cuatro triángulos ABJ, DEM, ENF, IOA, y cuatro trapecios BCKJ, CDMK, FN LH, HLOI cuya superficie debe valuarse por medio de los datos siguientes.

*Perpendiculares encima de la directiva.*

B J = 43,75°.; CK = 34,25°.; D M = 47,15°.

*Perpendiculares por bajo de la directiva.*

O I = 46,35°.; L H = 33,05°.; N F = 31,45°.

*Directiva superior.*

A J = 48,20°.; J K = 33,65°.; K M = 98,33°.; M E = 46,95°.

*Directiva inferior.*

A O = 2470°.; O L = 82,05°.; L N = 70,85°.; N E = 68,75°.

Luego, si para cada triángulo es necesario multiplicar la base por la semialtura, y para cada trapecio la semi-suma de las dos bases paralelas por la altura; se puede, pues, en lugar de tomar la mitad de cada producto, sumar todos los productos y tomar la mitad de esta suma.

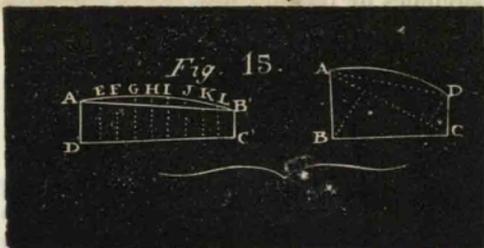
Triángulo	ABJ = 48, 20 °. × 43, 75°.	=	2204,73 °.
trapecio	BCKJ = (43, 75 °. + 34, 25°.)	56,63 °.	= 5721,65 »
trapecio	CDMK = (34, 25 °. + 47, 15°.)	98,85 °.	= 10091,52 »
triángulo	DEM = 46, 95 °. × 47, 15°.	=	2213,8925»
triángulo	ENF = 68, 75 °. × 31, 45°.	=	3537,1875»
trapecio	FNLH = (31, 45 °. + 33, 05°.)	70,55 °.	= 7343,525 »
trapecio	HLOI = (33, 05 °. + 46, 35°.)	82,05 °.	= 8319,87 »
triángulo	IOA = 46, 35 °. × 24, 70°.	=	4144,845 »

-----  
 Total . 40779,2400°.  
 Mitad. 20389,62 »

La superficie total del polígono es pues de 20389,62°c. ó 33,39 fanegas castellanas.

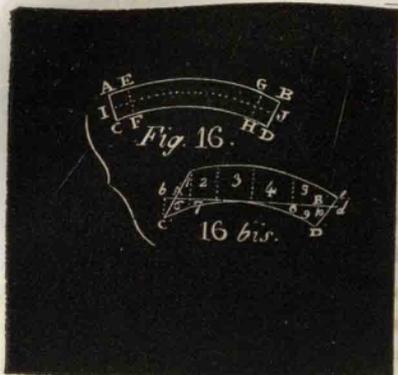
3. Un terreno poligonal puede presentar líneas curvas. Pero una curva debe considerarse como un conjunto indefinido de líneas rectas; luego cuantas mas perpendiculares se bajen sobre la directiva, tanto mas se aproximará el resultado á la verdad. Asi la figura 15 se descompondria en 9 trapecios, cuyos lados AE, EF, FG, etc. pudieran ser considerados sin error sensible como otras tantas líneas rectas.

Si el terreno es muy extenso, para evitar la multiplicidad de subdivi-



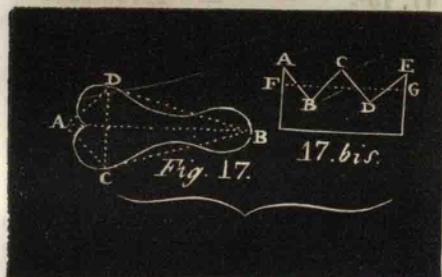
siones, se tira con piquetes una línea recta de un punto de la curva á otro, y se forma por este medio un cuadrilátero rectilíneo A' B' C' D' (fig. 15) el cual se calcula segun las reglas dadas, y una figura curva que se valua segun el procedimiento precedente.

4. Cuando un polígono tiene dos líneas curvas opuestas AB, CD, (figura 16) que siguen casi una misma dirección, se obtiene su superficie multiplicando la longitud del medio por la semi-suma de las longitudes EF, GH, tomadas en las extremidades.



La longitud del medio IJ compensa lo que la línea CD tiene de menos y lo que la línea AB tiene de mas; de suerte que la figura queda reducida á un trapezio cuyas líneas EF, GH son los lados paralelos, y la línea IJ la altura.

Si el terreno tiene mucha extension (figura 16 bis) se tira la base b A' B' D', se bajan en seguida perpendiculares para obtener trapezios y triángulos, y se obtendrá su superficie, si despues de haber calculado cada figura, se excluyen los triángulos A'b C' y B'de.



3. Para medir un terreno de forma sinuosa continua (fig. 17) se puede calcular su superficie por la trasformacion de esta figura en un polígono de una extension semejante. Es menester plantar piquetes en los puntos A,B,C,D, y trazar el polígono, tratando de regularizar los límites del terreno y compensar las porciones que

deben sustraerse por las que se añadan : operacion fácil, y que, con algun hábito, se puede ejecutar á simple vista. No obstante, para no cometer errores, será conveniente medir separadamente las porciones de terreno que se añadan y las que se sustraigan.

Tendria que operarse de la misma manera si se hubiesen de convertir en regulares y rectos los límites angulares A, B, C, D, E de un campo (figura 17 bis) Despues de medidas las porciones de terreno que deben añadirse ó quitarse, se traza la línea de separacion F. G.

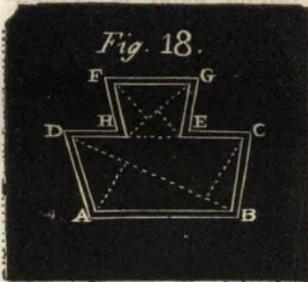
§. 3.º De algunas dificultades que suelen encontrarse en la práctica.

1. Cómo se mide un cercado y que debe hacerse respecto á él?—2. Cómo se mide la distancia de dos puntos cuando solo uno es accesible?—3. Cómo se mide la distancia de dos puntos inaccesibles?—4. Qué regla práctica debe seguirse para medir un terreno triangular en que un obstáculo cualquiera impide tirar la perpendicular?—5. Cómo se miden las praderas y los caminos?—6. Qué regla debe observarse en la medición de los terrenos inaccesibles?

1. La medición de los cercados ofrece dos dificultades: efectivamente en ellos no se puede trazar con facilidad la directiva, ni es fácil ejecutarla en el terreno inmediato.

En cuanto á la directiva, debe ser tirada por dos personas, de las cuales una busca por medio de la escuadra un punto de la línea correspondiente á cada uno de los puntos extremos desde el cual tira una visual, mientras que la otra la señala con uno ó muchos piquetes.

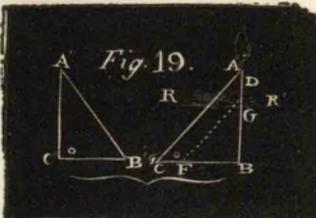
Para evitar la entrada en otra propiedad, se miden los cuadriláteros por la diagonal.



Supongamos que se nos dá á medir el terreno ABCDEFGHD (fig. 18.)

Se divide este terreno en dos cuadrilateros ABCD, HEGF; pero, si se adoptase AB por base á fin de bajar á ella las perpendiculares desde los puntos C y D, sería necesario salir hácia A y hácia B. Es preciso, pues, en cada cuadrilátero formar por medio de las diagonales BD y HG dos triángulos que se calculan segun el método ordinario.

Si el muro de cerca no es medianero ó divisorio es necesario comprenderlo todo en la superficie; si lo es, se toma la mitad de su espesor.



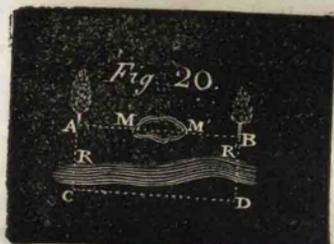
2. Dásenos á medir la distancia de dos puntos B, A (fig. 19) de los cuales solo uno es accesible á causa del rio RR'. Es menester, además de la escuadra de medición, tener una escuadra de dibujar cuya base y altura sean de igual dimensión.

Se coloca la escuadra de agrimensor en el punto B, se tira una recta desde B á A, después otra línea recta desde B á C, perpendicular á la línea AB, y se señala con jalones bastante próximos. Entonces se anda hácia atrás á lo largo de BC con la escuadra de dibujar en las manos colocada horizontalmente á la altura del ojo, y la base B' C' vuelta al lado opuesto del rio. Se mira por el ángulo C de esta escuadra has-

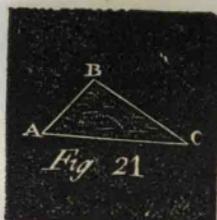
la que se perciben á la vez los puntos A, B en la direccion de las líneas CA, CB; en fin se planta un piquete en el punto C, y se mide la línea CB cuya longitud es igual á la de la línea AB.

Para medir el ancho DG del rio se emplea el mismo medio. Pero si el punto F, por ejemplo, fuese el punto de estacion, es decir, el punto desde donde el ojo aplicado á la escuadra de dibujar pudiese descubrir á la vez los puntos D y B, sería necesario descontar la longitud BG de la línea BD y la diferencia GD daría lo ancho del rio.

3. Sea para medir la distancia de los dos puntos A, B, (fig. 20) inaccesibles ó por el pantano MM' ó por el rio RR' que separa al agrimensor de la línea AB.



Se tira con la escuadra la línea recta CD; desde los puntos C y D se levantan dos perpendiculares, la una hácia A, la otra hácia B, y se mide la línea CD. Su longitud será precisamente igual á la distancia del punto A al punto B. Sea para medir el terreno triangular ABC (fig. 21)



en donde cualquier obstáculo impide bajar la perpendicular.

- 1.º Se suman las longitudes de los 3 lados; 2.º se toma la mitad; 3.º se extraen sucesivamente de esta semi-suma las longitudes de los 3 lados; 4.º se multiplican entre sí las 3 restas; 5.º se multiplica el producto por la semi-suma de los tres lados; y 6.º se extrae la raíz cuadrada del resultado.

Sea  $AB=23,15^{\circ}$ ;  $AC=43,35^{\circ}$ ; y  $BC=38,64^{\circ}$ .

He aquí el detalle de la operacion :

$$1.º \quad 23,15^{\circ} + 43,35^{\circ} + 38,64^{\circ} = 107,14^{\circ}$$

$$107,14^{\circ}$$

$$2.º \quad \frac{107,14^{\circ}}{2} = 53,57^{\circ}$$

$$3.º \quad 30,42^{\circ}; -8,22^{\circ}; -14,93^{\circ}$$

$$4.º \quad 30,42^{\circ} \times 8,22^{\circ} \times 14,93^{\circ} = 3733,282332^{\circ}$$

$$5.º \quad 3733,282332^{\circ} \times 53,57^{\circ} = 199991,93452524^{\circ}$$

$$6.º \quad \text{La raíz cuadrada de } 199991,93452524^{\circ} = 447,2043^{\circ}$$

La superficie del triángulo es pues de  $447,2043^{\circ}$ .

3. **Praderas.** La medicion de las praderas no tiene otra dificultad que la de estar comunmente limitadas por un rio que serpentea, ó por sotos ó por zanjas.

Si la pradera está limitada por curvas, se sigue lo dicho ya anteriormente

Si está limitada por sotos ó zanjas se practica lo dicho respecto á los cercados.

Si está atravesado por un rio ó riachuelo que no se pueda vadear, se descompone el terreno en dos porciones que se miden separadamente.

**Caminos.** En muchos parajes, cuando un camino atraviesa una pieza de tierra, hace parte de ella y debe ser comprendido en su medición. En otros países los caminos pertenecen al dominio público.

4.º Cuando se quiere medir la superficie de un terreno en donde no se puede penetrar, tal como un bosque, pantano, etc., es necesario comprenderla y limitarla en una figura geométrica cuya superficie se pueda hallar fácilmente, como un cuadrado, un rectángulo ó un cuadrilátero irregular. Se sustraen de la superficie total de esta figura las partes del terreno que se han añadido, y el residuo expresa la superficie que se busca.

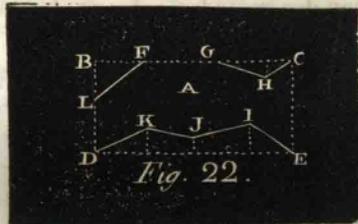


Fig. 22.

Supongamos que tenemos que medir un bosque ó un pantano A (fig. 22).

Se colocan piquetes en el vértice de cada uno de los ángulos del bosque ó pantano en F, G, H, C, E, I, J, K, D, L.; se tiran las dos rectas BC, DE y las dos perpendiculares DB, CE; y se tiene de esta manera un rectángulo que circuye perfectamente el bosque ó pantano A. Se mide la base y la altura de este cuadrilátero para obtener su superficie; se miden en seguida todos los triángulos y los trapecios que están fuera de los límites del bosque ó pantano; se calcula la superficie de cada uno en particular y se suman, restando del valor total del rectángulo el de las figuras *excedentes*; la diferencia ó resta expresará la superficie del bosque ó pantano A.

## TERCERA SECCION.

### PRACTICA DE LA MEDICION DE UN SUELO INCLINADO.

#### §. 1.º De los diferentes métodos de medicion empleados para un plano inclinado.

1. Cuántos métodos se emplean para medir un suelo inclinado?—2. En qué consiste el método de desarrollo?—3.Cuál es el valor de un plano horizontal con relacion á un plano inclinado, y cómo se llama la superficie horizontal?—4. Cómo se llama la superficie inclinada?—Porqué no se emplea en la medicion?—5.Cuál es el método de cultelacion, y de donde viene esta palabra?—6.Cuáles son los conocimientos necesarios para practicar la cultelacion?

1. Para medir el suelo inclinado se emplean dos métodos, el *método de desarrollo* y el *método de cultelacion*.

2. El método de desarrollo consiste en medir la superficie, tal como se presenta, sin atender á su inclinacion. Se siguen en este caso las reglas ordinarias, y si el terreno es inaccesible, se emplean líneas auxiliares por su perímetro. Debe solamente notarse que, para marcar con piquetes una directiva, es necesario, si está inclinada, multiplicar los piquetes en razon de su pendiente, pues sin esta precaucion podria suceder que á pocos pasos de descenso se perdiese de vista el piquete.

3. Un plano horizontal da una superficie menor que un plano inclinado. La superficie horizontal se llama *base productiva*.

4. La superficie inclinada se llama *base de desarrollo*; pero como se ha reconocido por esperiencia que los planos inclinados no conservan la humedad, que las lluvias los deterioran, y que su cultivo es penoso, se ha convenido en no medir mas que la base productiva.

5. Se llama *método de cultelacion* el procedimiento por el cual se refiere un terreno inclinado á su base productiva.

Este método se llama así, porque consiste en reducir á porciones horizontales la pendiente del terreno inclinado.

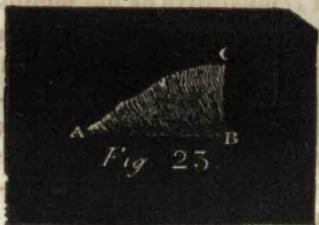
6. Para practicar la cultelacion es necesario conocer la *nivelacion*.

§. 2. De la nivelacion.

4. Qué es nivelar ó hacer una nivelacion? Qué es línea de nivel? Qué es a diferencia de nivel?—2. Cómo se llama la línea inclinada que parte de la vertical á unirse con la horizontal?—3. Cuántas líneas hay que considerar cuando se nivela un terreno inclinado?—4. En qué casos se emplea la nivelacion?—5. Qué instrumentos se usan para nivelar dos puntos bastante próximos? Qué es el nivel de aire? Qué es el nivel de plomada ó de albañil?—6. Cómo se halla con el nivel de albañil la diferencia de altura entre dos puntos bastante próximos?—7. Cómo se hace si no puede obtenerse el nivel con una sola operacion?—8. Qué nivel se emplea para nivelar dos puntos muy distantes? Describir el nivel de agua. Qué es una escala? Qué es un indice?—9. Cómo se halla con el nivel la diferencia de altura entre dos puntos muy distantes?—10. Qué son estaciones?—Qué son puntos de señal?

1. *Nivelar ó hacer una nivelacion* es determinar la altura comparativa de muchos puntos de un terreno.

Se llama *línea de nivel* la horizontal sobre que se encuentran dos puntos. La *diferencia de nivel* es la diferencia que hay entre la altura del uno y la del otro.



2. Se llama *talud* la línea inclinada CA (figura 23) que parte de la vertical BC para unirse á la horizontal AB. Cuando los taludes tocan al suelo natural toman tambien el nombre de ramplas.

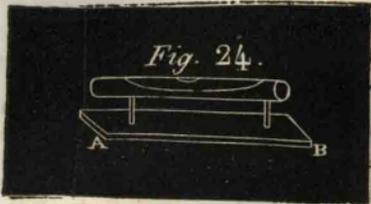
3. Cuando se nivela un terreno inclinado, hay que considerar tres líneas: 1.º la *horizontal*, que fija el nivel; 2.º la *vertical*, que indica la altura buscada entre dos puntos; 3.º el *talud*.

Estas tres líneas tomadas colectivamente, determinan sobre el terreno un sólido, cuyo *corte ó perfil* se presenta bajo la forma de un triángulo que tiene por base la 1.ª, por altura la 2.ª, y por hipotenusa la 3.ª

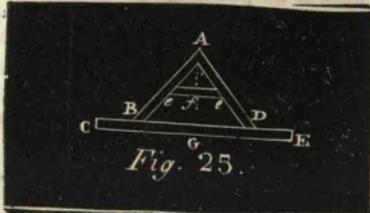
4. La nivelacion se emplea en tres casos: 1.º en la construcción de caminos, en la conducción y dirección de agua, en el desagüe de pantanos; 2.º en la suputación cúbica de los trabajos de terraplen; 3.º en el método de cultelacion.

5. Para nivelar dos puntos próximos nos servimos de dos especies de nivel; el *nivel de aire* y el *nivel de plomada* ó de *albañil*.

El nivel de aire es muy sensible. Está formado de un tubo de cristal colocado sobre un plano AB (fig. 24) que le permite adaptarse sobre una regla. Cuando la burbuja de aire que se halla en el líquido del tubo, se detiene en medio de dos puntos marcados, es una prueba de que están á nivel.



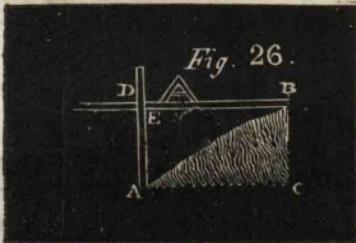
Se suple este nivel por el de albañil.



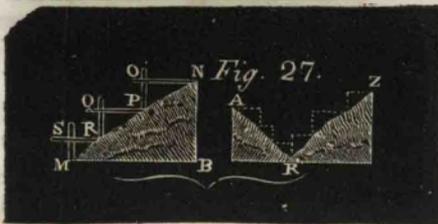
Este nivel se compone de dos regletas iguales AB, AD (fig. 25) unidas en A por una muesca, en c y en e por una traviesa. En el medio de la traviesa hay una raya f por donde debe pasar la plomada cuando el nivel esté exacto.

Con este nivel se hace uso de dos reglas de longitud de 2 ó 4 metros, de 1 ó 2 toesas. Estas reglas deben estar divididas en pies, pulgadas, etc. cuando se mide por toesas, en decímetros y centímetros cuando se mide por metros.

6. Para hallar con el nivel de albañil la altura comparativa de dos puntos



próximos A B (fig. 26) el agrimensor coloca horizontalmente la regla DB; mientras que su ayudante va á colocar en A la vertical AD. Hecho esto, se pone el nivel sobre la regla DB, que se baja ó levanta sucesivamente hasta que el nivel esté exacto; la medida hallada EA es la altura buscada.



7. Si la nivelacion no puede ejecutarse de una vez (fig. 27) se mide primero OP, luego QR, despues SM, se suman las tres mediciones obtenidas; y la suma de estas tres verticales es igual á la línea NB como la suma de las tres horizontales SR,

QP, ON es igual á la base MB.

Si se quiere obtener la diferencia de nivel entre dos puntos A, Z y un tercero R (fig. 27) se suman las extensiones verticales que se hallan descendiendo de A á R, y las que se hallan subiendo de R á Z; se resta en seguida la suma menor de la mayor y el residuo es la diferencia buscada.