

V. Parnat

Bonet. Fa 162

R. 112.924

# CURSO DE DIBUJO INDUSTRIAL,

Ó LECCIONES DADAS EN LA ENSEÑANZA DE LA DELINEACION  
APLICADA Á LAS ARTES Y Á LAS MÁQUINAS EN EL CON-  
SERVATORIO DE ARTES DE MADRID.

POR DON ISAAC VILLANUEVA,  
PROFESOR DE DELINEACION, CONSERVADOR FACULTATIVO DE LAS MÁQUINAS Y  
MODELOS, Y ENCARGADO DE LA DIRECCION DE LOS TALLERES DE CONSTRUCCION  
EN DICHO ESTABLECIMIENTO; PROFESOR DE DIBUJO LINEAL EN EL INSTITUTO  
ESPAÑOL, ACADÉMICO DE HONOR Y MÉRITO DE LA LITERARIA Y CIENTÍFICA  
DE INSTRUCCION PRIMARIA ELEMENTAL Y SUPERIOR DE ESTA CORTE,  
É INDIVIDUO DE VARIAS CORPORACIONES CIENTÍFICAS, LITERARIAS  
Y ARTÍSTICAS.

*Para uso de las escuelas primarias, colegios, institutos y demás  
enseñanzas de la delineacion.*

## PARTE SEGUNDA.

*Contiene el método de las proyecciones, la perspectiva lineal  
aplicada á los muebles y al paisaje, y los órdenes  
de arquitectura en cuatro láminas.*



Madrid: 1842.

IMPRENTA DE D. JULIAN VIANA RAZOLA.

# CURSO

REPOSICION DE LA ENSEÑANZA DE LA DIBUJACION  
Y A LAS ARTES Y A LAS MAQUINAS EN EL COLE-  
GIO DE ARTES DE MADRID.

*Esta obra ha sido aprobada por la Excm. Direccion ge-  
neral de estudios para la enseñanza del Dibujo lineal.*

*Se vende á 10 rs. en Madrid en la librería de D. Julian  
Viana Razola, calle de la Cruz, y en la de Hurtado, calle de  
Carretas, donde se hallará tambien el Dibujo geométrico por  
el mismo autor.*

## PARTE SEGUNDA

Contiene el estudio de las propiedades de las líneas  
y de los ángulos y de los cuerpos.  
de geometría en cuatro tomos.



Impreso en la imprenta de D. Juan Plaza Huelga

---

---

NOCIONES  
DE GEOMETRÍA DESCRIPTIVA  
Y  
MÉTODO DE PROYECCIONES.

---

LÁMINA 1.<sup>a</sup>

---

HEMOS visto en la primera parte de esta obra como con solo el auxilio de la geometría elemental se han trazado varias figuras atendiendo solo á la extension lineal; pero para representar completamente un cuerpo es necesario considerar tambien su grueso, pues todos los objetos que cria la naturaleza, y que elabora la industria, tienen las tres dimensiones, á saber: *longitud ó largo*, *latitud ó ancho*, y *grueso ó profundidad*; y tambien se dice el alto ó altura cuando (por ejemplo) se considera un madero colocado verticalmente, en cuyo caso el largo ó alto del madero es lo mismo. La geometría descriptiva suministra los medios para describir los cuerpos con todas sus formas y dimensiones por el método de las proyecciones, pues el objeto general de estas es el de representar la figura de los cuerpos capaces de definiciones exactas sobre superficies dadas de forma y posicion. Las superficies sobre las cuales se proyecta son planas, y para determinar rigurosamente un cuerpo se refiere á dos planos perpendiculares entre sí, el uno *horizontal* y el otro *vertical*, que se unen ó encuentran en una recta llamada *línea de tierra*.

Para facilitar la ejecucion de las operaciones de las

proyecciones se supone que de todos los puntos de un cuerpo parten unas líneas rectas paralelas entre sí y perpendiculares á los planos de proyeccion; las cuales en su interseccion con estos determinan la figura de los cuerpos en su verdadera dimension, y es lo que se llama proyeccion (1). Asi pues las proyecciones del punto A (fig. 1) colocado en el espacio comprendido entre los dos planos LTOHNV, serán el punto  $a'$  pie ó interseccion de la perpendicular  $Aa'$  trazada desde el punto A al plano vertical LTNV, y  $a$  pie de la perpendicular  $Aa$  bajada desde el punto al plano horizontal LTOH;  $a'$  será la imagen ó proyeccion vertical del punto A, y  $a$  será la imagen ó proyeccion horizontal del mismo punto; la línea  $ab$  será la distancia á que está colocado este punto del plano vertical, y la línea  $a'b$  la distancia del plano horizontal, con lo qual quedará completamente determinada la posición del punto A relativa á los dos planos de proyeccion; pues si se hace abstraccion del punto original, y se consideran solo dadas las dos proyecciones  $aa'$ , y por estas se trazan dos perpendiculares indefinidas á los planos, la interseccion de estas será precisamente el punto A. Si imaginamos ahora que el plano vertical gira sobre la línea LT hasta colocarse en la posición  $V'$  prolongacion del plano horizontal, el punto  $a'$  describirá un arco de círculo y se colocará en  $a''$ , que será la proyeccion vertical del

---

(1) Seria muy conveniente que los discípulos tuviesen á la vista un modelito en relieve de esta figura 1.<sup>a</sup>, en la cual estuviese colocado el sólido entre los dos planos, y las líneas de proyeccion representadas por unos alambres ó sedas que partiesen de los puntos del sólido á los planos, como manifiesta la figura; y de este modo será mas fácil hacerles comprender las líneas y los cuerpos en el espacio, que al principio les ofrece bastante dificultad: por esta razon en la enseñanza del Conservatorio les presento este modelo y los demás sólidos que he hecho construir al intento en los talleres del establecimiento, así como los modelos de ensambladuras, molduras, engranajes y demás partes principales de las máquinas, que se describen en esta obra y que abraza la enseñanza.

punto A en la nueva posicion del plano; esto es, formando una sola superficie con el horizontal que es como se ejecutan los dibujos; pero téngase presente que esto solo se admite como medio de ejecucion; pues debe considerarse siempre levantado el plano vertical.

Para proyectar una línea recta basta tener las proyecciones de sus puntos extremos, y por estos trazar una recta que será la proyeccion pedida, como se ve bien por las líneas  $ab$  y  $a'b'$  (fig. 2) que son las proyecciones de la línea  $AB$ ; y para proyectar una curva es necesario además de sus puntos extremos determinar otros intermedios, y las perpendiculares trazadas por todos estos puntos á los planos determinan en su interseccion con estos las proyecciones de la curva dada, que si esta fuese una *curva plana*, es decir, que tenga solo la curvatura por un lado, y por el otro sea recta, una proyeccion será una línea recta, y la otra una curva; pero si fuese curva en dos sentidos, que es lo que se llama *curva de doble curvatura*, las dos proyecciones serán líneas curvas.

Para obtener las proyecciones de un cuerpo se necesita tener las proyecciones de los puntos mas principales de este, como se ve en la figura 3 que las líneas perpendiculares á los planos de proyeccion trazadas desde los puntos extremos del prisma determinan las proyecciones de este sólido, que está completamente representado por la figura  $a'b'cd$ , que es su proyeccion vertical exactamente igual á la cara anterior  $ABCD$ , y por consiguiente á la posterior, y por la figura  $abfe$  proyeccion horizontal igual á la cara superior  $ABEF$  y á su inferior.

Cuando una línea está colocada paralelamente á los dos planos sus proyecciones son tambien paralelas á dichos planos, como se ve (fig. 2), y por consiguiente á la línea de tierra  $LT$  que es comun á los dos planos.

Cuando una línea es perpendicular á un plano se proyecta sobre este en un solo punto, como en  $a$  (fig. 3), que es la proyeccion horizontal de la línea  $AC$  arista del sólido, y sobre el plano vertical, al cual esta misma arista es paralela, se proyecta en la línea  $a'c$  igual y paralela á dicha arista, ó bien en el punto  $a'$  que es la proyeccion

vertical de la línea AF colocada perpendicularmente á este plano, y por consiguiente su proyeccion horizontal será la línea *af* igual y paralela á AF.

Si una línea está colocada en el espacio de modo que, como AD, esté paralela á un plano é inclinada al otro, se proyectará sobre el plano al cual es paralela en toda su dimension, como en *a'd*, y sobre el plano al cual está inclinada aparecerá mas corta ó *escorzada*, como se dice en el dibujo; de modo que en su proyeccion horizontal se confunde con la línea *ab* proyeccion de la arista superior AB: así que para obtener su verdadera dimension se deberá tomar sobre *a'd*; pero si estuviese inclinada á los dos planos seria necesario hacerla girar hasta ponerla paralela al uno, como veremos mas adelante. En el estudio de las líneas en el espacio se consideran estas generalmente indefinidas, de lo cual resulta que parte de la proyeccion vertical de una línea se encuentra algunas veces en el plano horizontal y vice versa, y para saber á qué plano pertenece está convenido acentuar todas las letras que indican los puntos de las proyecciones verticales, como se ve en la fig. 1.<sup>a</sup>; pero en las aplicaciones que vamos á hacer de las proyecciones á objetos determinados se acentuarán indistintamente en los dos planos segun se vayan determinando los puntos, á fin de indicar mejor el órden sucesivo de las operaciones.

FIG. 4 al 11. *Proyecciones de un prisma en diferentes posiciones.*

Como en la práctica del dibujo se efectúan las proyecciones sobre un papel extendido formando una sola superficie, como hemos dicho ya, supondremos que el rectángulo *abcd* que contiene las figuras desde el 4 al 11 es el papel sobre el cual se ha de hacer el dibujo, que podrá ser de una dimension cualquiera, siendo mayor que el que está representado á fin de que se puedan ejecutar las figuras mas grandes, pues en los dibujos en grande escala se hace mejor el estudio, porque no se confunden tanto las líneas, y se evita que los discipulos copien las figuras

sin estudiarlas, como generalmente sucede si se les permite que las hagan del mismo tamaño que las de la lámina. Así pues teniendo el papel del tamaño conveniente, y para mayor comodidad asegurado sobre el tablero con cuatro obleas, ó encolado y estirado como se previene en la tercera parte de esta obra para los dibujos sombreados, se principiará por trazar con el lápiz la línea horizontal  $OH$ , y en sus extremos se levantarán dos perpendiculares (part. 1.<sup>a</sup> fig. 10), sobre estas se colocarán las distancias iguales  $ON$ ,  $HV$  y se trazará la cuarta línea  $NV$  que será paralela á  $OH$ , y se tendrá un rectángulo perfecto que formará el *cuadro* que ha de contener el dibujo: las líneas que forman este rectángulo deben estar trazadas á una distancia conveniente de los bordes del papel á fin de que puedan cortarse las orillas que se han pegado al tablero, y que quede una márgen limpia: hecho esto se trazará la línea de tierra  $LT$  que esté bien paralela á  $OH$  y á  $NV$ ; la distancia de esta línea respecto de las otras será segun la requiera el dibujo; en el caso presente será próximamente á la mitad de la altura del rectángulo, el cual quedará dividido en dos; la parte inferior  $LTOH$  será el plano horizontal, y la parte superior  $LTNV$  el plano vertical como dijimos en la figura anterior. En seguida se trazará el cuadrado  $ABEF$  (fig. 4) de un tamaño conveniente á fin de que quepan las demás figuras, y para trazarle con mayor facilidad se hará uso de la regla y la plantilla de escuadra, como se ha explicado (part. 1.<sup>a</sup> fig. 12), colocando el lado de la plantilla de modo que coincida con la línea de tierra  $LT$  para trazar el lado  $AB$  de modo que sea paralelo á dicha línea; por los puntos  $AB$  se trazarán los otros dos lados iguales y perpendiculares á  $AB$ , y finalmente se trazará el cuarto lado  $EF$  paralelo á  $AB$ , con lo cual quedará concluido el cuadrado que será la base del prisma y su proyeccion horizontal.

Para obtener la proyeccion vertical se trazarán las líneas *projectantes*  $EC$  y  $FD$  hasta encontrar la línea de tierra, y por los puntos de interseccion con esta,  $C$  y  $D$ , se trazarán dos verticales que serán perpendiculares á la

línea de tierra y paralelas al lado LN del rectángulo: fijando ahora la altura que se quiera dar al prisma, y trazando la horizontal A'B', se tendrá la proyección vertical de este sólido representado por el rectángulo A'B'CD como hemos dicho en la fig. 3, el cual está colocado en posición recta (pues no se inclina á ningun lado) y paralelamente al plano vertical.

FIG. 6 y 7. Para proyectar el mismo sólido de modo que no esté paralelo al plano vertical se trazará primero el cuadrado (fig. 6) de la misma dimension que (fig. 4), de modo que sus lados no esten paralelos á la línea de tierra, y por los vértices de los ángulos se trazarán verticales para obtener las aristas en la proyección vertical, y á la misma altura que en la anterior se trazará una horizontal y se tendrá la fig. 7, que será la proyección vertical del mismo sólido en diferente posición.

FIG. 8 y 9. Para proyectar el mismo sólido inclinado sobre el plano horizontal se tendrá presente que aunque este ha variado de posición no ha variado de forma ni dimension; así pues se empezará por trazar el rectángulo fig. 8 igual á fig. 5; para esto se trazará primero la línea CD que formará un ángulo cualquiera con la línea de tierra, pues la mayor ó menor abertura de este depende de la inclinacion que se quiera dar al sólido; por el punto C se trazará la línea CA perpendicular á CD, y tomando las dimensiones de la fig. 5 se concluirá el rectángulo (fig. 8) que será la proyección vertical de dicho sólido en posición inclinada.

Para obtener la proyección horizontal se observará que al inclinarse este sólido sobre el plano horizontal no han dejado las caras anterior y posterior de ser paralelas al plano vertical; así que con la dimension AE (fig. 4) y á la misma distancia de la línea de tierra se trazarán las dos paralelas EI y A'D' (fig. 9): bajando ahora unas líneas desde los puntos A y B (fig. 8) se tendrá el rectángulo A'B'EF que será la proyección horizontal de la base superior, en la cual la distancia desde A' á E aparece la misma que en la fig. 4, y desde A' hasta B' aparece mas corta por estar inclinada, como dijimos:

bajando ahora unas verticales por los puntos  $C D$  se tendrá del mismo modo el rectángulo  $C' D' G I$  que será la proyeccion de la base inferior.

FIG. 10 y 11. Si se quiere representar el mismo sólido en una posicion que esté inclinado á los dos planos de proyeccion, que es lo que se llama en el dibujo *en doble inclinacion*, supondremos, para hacer la cuestion mas fácil, que la inclinacion de este sólido sobre el plano horizontal es la misma que en las figuras anteriores, y no se hará mas que copiar exactamente la fig. 9, lo cual se conseguirá fácilmente trazando primero la línea  $E I$  (fig. 10) de modo que forme con la línea de tierra la inclinacion que quiera darse, y por el punto  $E$  se trazará la perpendicular  $E A$ , en seguida se tomarán las dimensiones de la fig. 9 y se trasladarán á esta, y se concluirá la fig. 10, proyeccion horizontal del sólido en doble inclinacion.

Para obtener la proyeccion vertical obsérvese que pues el sólido ha conservado la misma inclinacion sobre el plano horizontal un punto cualquiera, por ejemplo  $A$  (fig. 8), no ha hecho mas que moverse en un plano horizontal; por consecuencia en la nueva posicion del sólido debe encontrarse siempre en la línea  $A A'$  (fig. 8 y 11) que es la *traza* ó proyeccion vertical del plano horizontal en que se ha movido dicho punto; así que trazando unas horizontales por los puntos  $A$  y  $B$  (fig. 8) y subiendo unas perpendiculares á estas por los puntos  $A B E F$  (fig. 10), las intersecciones correspondientes de estas darán los puntos  $A' B' E' F'$  que unidos con cuatro rectas se tendrá un paralelógramo que será la proyeccion de la base superior, y haciendo lo mismo para la base inferior; y uniendo los ángulos correspondientes de las dos bases con las líneas  $A' C'$ ,  $B' D'$  &c. que serán las aristas, se tendrá la proyeccion vertical del prisma en doble inclinacion.

Trazadas ya de lápiz estas figuras se tendrá presente al pasarlas de tinta que las líneas  $E' G$  (fig. 7)  $E' G'$  (fig. 11), y otras varias que se encuentran en las figuras, trazadas con una serie de rayitas sin puntos intermedios, se llaman *líneas de indicacion*, porque sirven para indicar

las aristas que caen detrás y otras partes ocultas que aunque no se vean es preciso indicar para la representacion completa de los cuerpos, y se trazan de este modo para distinguirlas de las líneas efectivas que determinan las partes aparentes, y de las líneas de operacion, como por ejemplo EA (fig. 8 y 9), que tambien se llama de *proyeccion ó proyectante* porque en este caso sirve para encontrar la proyeccion del punto E, y se trazan estas con una serie de rayitas y un punto intermedio como hemos dicho en la *advertencia de la parte I*; y si hubiese mas líneas que distinguir pueden ponerse dos ó mas puntitos seguidos, ó bien puntos solos, pues esto es puramente convencional.

Obsérvese tambien que en los dibujos lineales se ha convenido indicar con unas líneas mas gruesas los contornos de las superficies terminadas en arista viva que pertenecen á la parte que está en sombra, como EFB (fig. 4) y DB' (fig. 5) &c. y no se ponen en las superficies redondas porque son contornos aparentes: por ejemplo, en la generatriz extrema de un cilindro como en la fig. 15, en la de un cono (fig. 29), en un círculo que represente una esfera (como fig. 31) no se deben poner. Esta convencion, además de embellecer el dibujo, ofrece la ventaja de hacer conocer fácilmente las partes que estan en relieve y las que estan en hueco, y los cuerpos formados por superficies planas ó curvas; pero como la colocacion de estas líneas, que llamaremos *de sombra*, pertenece al estudio de las sombras que se explican en la tercera parte, nos limitaremos por ahora á copiarlas exactamente, como se ven en el dibujo, hasta haber adquirido los conocimientos necesarios de las proyecciones, para poderlas determinar con exactitud.

Trazadas ya las líneas con tinta, como queda dicho, se pasará la goma elástica para borrar el lápiz y limpiar el dibujo; y se tendrá la representacion ó dibujo lineal del prisma de base cuadrangular en diferentes posiciones, cuyas operaciones conviene estudiarlas bien y no pasar á otras figuras sin haberlas comprendido, pues en ellas se explica el método de las proyecciones.

Las proyecciones que acabamos de ejecutar toman diferentes nombres segun la parte ó partes del objeto que representan. Se llama simplemente *proyeccion horizontal* ó *plano* á la representacion de un mueble, una máquina ó un edificio hecha sobre el plano horizontal de modo que exprese todas sus partes, suponiendo que está vista por encima; y se llama *corte* ó *seccion horizontal* cuando se supone cortada á cierta altura y separada la parte superior para poder ver el interior ó hueco y las partes cortadas ó macizos, y tambien se llama *planta*, particularmente en arquitectura, y puede ser baja, principal &c. segun á la altura que se suponga cortado el edificio.

A la proyeccion vertical se la llama tambien *alzado* ó *elevacion*, y toma el nombre de *corte* ó *seccion vertical* cuando se le supone cortado y separada la parte anterior, y se llama *perfil* cuando solo se manifiesta un cortado en un muro ó cornisa para ver su forma, espesor ó contornos. En general se llaman dibujos *geométricos*, á todas las proyecciones que quedan citadas.

Fig. 12 y 13. *Proyecciones de un prisma recto de base hexagonal.*

Este sólido se compone de seis caras rectangulares colocadas paralelamente á sí mismas, y la base superior é inferior son dos exágonos regulares. Como para obtener un polígono regular es necesario trazar primero un círculo y dividir su circunferencia en tantas partes como lados haya de tener el polígono, se trazará el círculo (fig. 12) y se dividirá en seis partes iguales, y uniendo cada dos con una recta se tendrá el polígono exagonal, que será la base y proyeccion horizontal del prisma. Trazando ahora unas verticales por los puntos ABCDEF del polígono, y trazando la horizontal GH, proyeccion vertical de la base inferior, y á la altura que se quiera la A'D', paralela á GH, y por consiguiente perpendiculares las dos á las aristas, se tendrá la proyeccion vertical ó elevacion del prisma (fig. 13), y las dos aristas E' y F' se indicarán como hemos dicho, porque estan

ócultas, y las  $C'$  y  $D'$  se trazarán mas gruesas por pertenecer á la parte que está en sombra, y lo mismo las  $DEF$  de la base.

Téngase presente tambien que aun cuando en un dibujo no esté trazada la línea de tierra, como sucede generalmente cuando este consta de muchas partes, no por eso se debe dejar de suponer que existe para las operaciones; así en el caso presente, por ejemplo, la línea  $GH$  sirve de línea de tierra.

Fig. 14 al 19. *Proyecciones de un cilindro en diferentes posiciones.*

Hemos dicho (part. 1.<sup>a</sup> fig. 41) que el cilindro es un sólido ó cuerpo redondo en un sentido, terminado por dos círculos. Este sólido se considerará en la geometría formado por el movimiento de una recta llamada *generatriz* que se mueve paralelamente á sí misma al derredor de un círculo que es su *directriz*, y su superficie se llama tambien *reglada*, porque como es curva solo en un sentido puede aplicarsele una regla en el otro.

Para trazarle se hará primero el círculo (fig. 14) que será la base y proyeccion horizontal, y por el centro se levantará una perpendicular á la línea de tierra y se tendrá el eje de simetría  $CC'$ ; por los puntos  $AB$  se trazarán dos tangentes paralelas al eje, y trazando la horizontal  $A'B'$  (fig. 15) se tendrá un rectángulo que será la proyeccion vertical del cilindro en posición recta: los lados horizontales de este rectángulo serán las proyecciones verticales de los círculos que sirven de bases al cilindro, y los lados verticales serán las generatrices extremas ó contornos aparentes, por lo cual no se pondrá línea de sombra en la generatriz extrema  $B'F$ .

Fig. 16 y 17. Para proyectar este cilindro en una posición inclinada sobre el plano horizontal y paralelo al vertical, como parece bastante evidente que á excepcion de la inclinacion la proyeccion de este sólido sobre el plano vertical es la misma, no se hará mas que copiar exactamente la fig. 15 en la fig. 16; trazando ahora el eje de

simetría  $A'F'$  (fig. 17) y las paralelas  $D'H$  y  $C'G'$  y bajando unas verticales de los puntos  $A$   $C$   $B$  (fig. 16) las respectivas intersecciones de estas líneas darán los puntos  $A'B'C'D'$ , que serán los ejes de una elipse, proyección horizontal de la base superior del cilindro; porque cuando un círculo se presenta inclinado, su proyección es una elipse, que teniendo ya sus ejes será fácil trazar por los medios indicados en la geometría (véase fig. 29 y 30, part. 1.<sup>a</sup>), y del mismo modo se tendrá la proyección de la base inferior, advirtiéndose que podrán aproximarse ó separarse mas ó menos las dos elipses, según la mayor ó menor inclinación ó altura que se dé al cilindro.

Fig. 18 y 19. Para proyectar este sólido en doble inclinación se hará la fig. 18 igual á la 17, teniendo cuidado que la generatriz extrema  $DH$  no sea paralela á la línea de tierra, y examinando lo que se dijo en el prisma (fig. 10 y 11) se verá que las respectivas intersecciones de las líneas verticales trazadas por los puntos  $A$   $B$   $C$   $D$  (fig. 18) con las horizontales trazadas por los puntos  $A$   $C$   $B$  (fig. 16) darán los cuatro puntos  $A'B'C'D'$  (fig. 19), que serán los extremos de los ejes de la elipse, proyección vertical de la base superior; y haciendo lo mismo para la base inferior, y uniéndolas con las generatrices extremas  $A'E'$  y  $B'F'$ , se tendrá la proyección vertical del cilindro en doble inclinación; pero téngase presente que si en esta figura han podido considerarse como generatrices extremas las líneas  $A'E'$ ,  $B'F'$  porque se confunden con estas las verdaderas por la poca inclinación que se ha dado á la fig. 18, en el caso en que la inclinación sea mayor estas líneas estarán indudablemente mas próximas una de otra, y no presentarán el verdadero diámetro del cilindro; así que será necesario dividir el círculo (fig. 14) en un número de partes iguales, como se ve en la fig. 20, y trasladarlas sucesivamente en las demás figuras para obtener mayor número de puntos en las bases de la fig. 19, y con estos las verdaderas generatrices extremas.

Hemos visto que para representar el cilindro en doble inclinación se han hecho las mismas operaciones que

para el prisma, pues en este se han buscado las intersecciones respectivas de las líneas trazadas de los cuatro ángulos de las bases para obtener estas en las diferentes posiciones y las aristas, y lo mismo se hubiera hecho si el prisma fuese de mas ó menos caras, y en el cilindro se han trazado los dos diámetros de los círculos que sirven de bases para obtener estas en escorzo y las dos generatrices extremas y otras dos que se han indicado, comenzando en una y otra figura por proyectar el sólido en posición recta por ser la mas fácil para obtener la verdadera forma y magnitud, copiándole despues sobre el plano á que quedaba paralelo (fig. 8 y 16) con la inclinacion que habia de tener relativamente al otro plano, y este procedimiento deberá seguirse siempre que se quiera proyectar un objeto inclinado á los dos planos, que es la posición mas complicada que puede tener.

Fig. 20 al 23. *Intersecciones de cilindros.*

Como en las artes y en las máquinas se emplean un gran número de cilindros ya huecos, ya macizos combinados de diversos modos, es muy interesante examinar algunas de sus diferentes uniones.

El círculo  $ABf$  (fig. 20) es la proyección horizontal de la base del cilindro vertical  $A'B'CD$ , y el rectángulo  $EFGH$  la proyección horizontal del cilindro  $I'L'MN$  colocados paralelamente al plano vertical, cuyos ejes se cortan perpendicularmente entre sí. Para obtener las curvas de intersección de estos cilindros de diámetros desiguales se trasladará el plano de la base del cilindro menor, representada por la línea  $EG$  (fig. 20), á la posición paralela al plano horizontal; para esto se tomará por radio  $IG$ , y haciendo centro en la prolongación del eje se trazará el círculo  $IEMG$ ; dividase este en un número de partes iguales, como se ve en la figura, y por estos puntos de división se trazarán las líneas  $aa$  y  $cc$  que serán las trazas ó proyecciones horizontales de planos *secantes* ó secciones paralelas á los ejes que cortarán á los cilindros segun unas generatrices. Para obtener la proyección vertical de estas

secciones se trazará el círculo  $E'MG'I$  (fig. 21) que será la misma base trasladada al plano vertical, advirtiendo que en esta proyeccion las líneas se presentan de otro modo, por ejemplo, la línea  $EF$  (fig. 20) que en proyeccion horizontal es generatriz extrema, en la proyeccion vertical del mismo cilindro (fig. 21) se presenta en medio de este y se confunde con el eje de simetría  $E'F'$ , y la línea  $IL$ , eje de simetría, ha pasado á ser generatriz extrema en  $I'L'$ , y así sucesivamente: entendido esto, por los puntos de division del nuevo círculo se trazarán las horizontales  $a'a^2$  y  $b'b^2$  que serán las trazas verticales de las secciones, y subiendo ahora unas verticales por los puntos  $af$  las respectivas intersecciones de estas líneas darán los puntos  $b^2f'a^2$ , por los cuales pasará la curva.

Si se quieren proyectar estos cilindros de modo que el horizontal no sea paralelo al plano vertical para que no se confundan las curvas anterior y posterior, se trasladará la fig. 20 á la posicion (fig. 22) de modo que la generatriz extrema  $GH$  no sea paralela á la línea de tierra, y siguiendo las operaciones como se explicaron en la figura anterior, y como indican las letras, se tendrá la curva anterior  $b^2f'a^2$  (fig. 23) y la posterior  $d^2g'c^2$ , que está indicada porque cae detrás, é igualmente se tendrán las proyecciones de las bases del cilindro horizontal que por presentarse en este movimiento inclinadas al plano vertical se proyectan en elipses.

Por los procedimientos indicados se pueden encontrar las curvas de interseccion de dos cilindros, cualquiera que sea la diferencia de sus diámetros, y las aberturas del ángulo que formen los ejes, en cuyo estudio deberian detenerse los discipulos, particularmente los que se dedican á la arquitectura, y los carpinteros y albañiles, para que puedan comprender mejor el trazado, construccion y colocacion de las formas que sirven para la construccion de las bóvedas por aristas, que generalmente se emplean en los techos de las cuevas ó sótanos de las casas, en las alcantarillas y otros casos.

Fig. 24 y 25. Secciones del cilindro.

Hemos dicho (part. 1.<sup>a</sup> fig. 30) que si se da una seccion inclinada en un cilindro resulta una curva llamada *elipse*. Trazada la proyeccion horizontal y vertical del cilindro y la línea inclinada  $ab$ , esta línea será la traza ó proyeccion del plano secante que contendrá la elipse, y su proyeccion horizontal será igual al diámetro  $A'B'$  del círculo, y lo mismo sucederá cualquiera que sea la inclinacion que se dé á la seccion, pues por la misma razon que un círculo que está inclinado al plano de proyeccion se proyecta en este en una elipse, como hemos visto en las figuras anteriores, podrá estar una elipse colocada de tal modo respecto de su plano de proyeccion que se proyecte en un círculo como se ve (fig. 24), y pudiera colocarse tambien de modo que el eje mayor apareciese mas corto, como si por ejemplo se la hiciese girar sobre el punto  $b$  hasta tomar la posicion  $bd$ , en cuyo caso la proyeccion horizontal será  $d'B'$ , mas corta que el eje menor como se ha dicho. Para representar esta curva en su verdadera magnitud será necesario trasladarla á una posicion paralela al plano de proyeccion; para esto supondremos que la línea  $ab$  gira al derredor del punto  $b$  para levantarse y colocarse en posicion vertical, y haciendo centro en  $b$  y con  $ba$  por radio se describirá el arco de círculo  $aa'$ , y la línea  $ba'$  representará la traza de la seccion ó plano secante que contiene la elipse en la nueva posicion, y separándola paralelamente á sí misma, y haciéndola girar alrededor de su eje, tomará la posicion  $b'a^2$  paralelamente al plano vertical: para trazar la curva en esta posicion se dividirá el círculo (fig. 24) en un número cualquiera de partes iguales, y por los puntos de division  $gb$  se trazarán unas verticales que serán otras tantas generatrices, y por las intersecciones de estas con la línea  $ab$  y desde el punto  $b$  por centro se describirán unos arcos de círculo; por las intersecciones de estos con la línea  $ba'$  se trazarán unas horizontales, y tomando las distancias  $d'gf$  &c. y colocándolas sobre las

respectivas horizontales desde el eje  $a^2b'$  se tendrán los puntos  $g'c^2b'$  &c., por los cuales pasará la elipse.

### Desarrollo de superficies.

Hemos dicho que los sólidos ó cuerpos pueden ser macizos ó huecos; á un cilindro hueco se le llama generalmente en las artes *caño* ó *tubo*, y pueden ser de barro ó de cualquiera materia metálica, como por ejemplo una chapa de plomo, de hierro, hoja de lata &c., en cuyo caso se concibe bien que será *desarrollable*, es decir, que podrá extenderse su superficie de modo que forme un plano. Para esto supondremos abierto el tubo por una de sus generatrices, que podrá ser por AC (fig. 25); tómense las distancias entre dos puntos de division, por ejemplo de  $A'g$  (fig. 24), colóquese esta sobre la horizontal AA' (fig. 26) y á partir del punto A tantas veces como partes de division tiene el círculo por el orden que estan señaladas en este, y se tendrá la línea AA' igual á la circunferencia del círculo, base del cilindro, que es lo que se llama en geometría *rectificar la circunferencia del círculo*; pero téngase presente que para que esta rectificacion sea exacta es preciso dividir la circunferencia en partes tan pequeñas que la línea recta trazada entre dos puntos de division se confunda con la parte de curva.

Por todos los puntos de division de la línea AA' (fig. 26) se levantarán unas perpendiculares, y con la distancia AC, igual á la altura del cilindro, se trazará una paralela, y el rectángulo AA'CC' será igual á la superficie del cilindro desarrollado con todas sus generatrices.

Para obtener ahora el efecto de la sección en su desarrollo no habrá mas que tomar sobre la línea AB (fig. 25) las distancias de esta á los puntos por donde corta la línea  $ab$  las generatrices del cilindro y trasladarlas al desarrollo sobre las generatrices correspondientes; así pues tomando la distancia Aa y trasladándola á la fig. 26 sobre la generatriz por donde se ha abierto el cilindro desde A hasta  $a$  y de  $A'a'$  y la distancia Bb en  $Bb'$  y así sucesivamente y trazando una curva que pase por los puntos

$ac'b'c'd'$  se tendrá la curva que forma la sección desarrollada.

Para desarrollar el cilindro horizontal (fig. 21) y obtener el desarrollo de la curva de intersección se procederá del mismo modo que en la anterior. Se trazará la horizontal IA (fig. 27) igual á la circunferencia del círculo, base de este cilindro, se levantarán unas perpendiculares por todos los puntos de división, se tomarán las respectivas distancias desde la línea  $l'm$  (fig. 21) á la curva de intersección  $ia^2f'b^2$  y se trasladarán á la fig. 27 sobre las generatrices correspondientes, según se ve en la figura, y por los puntos  $iafbi'$  pasará la curva de la parte anterior, y como la posterior es igual á esta se trasladarán las mismas dimensiones y se tendrá también.

FIG. 28 y 29. Secciones y desarrollo del cono.

El cono es un cuerpo redondo en un sentido que se supone formado por el movimiento de una recta llamada *generatriz*, que se apoya constantemente en un punto que es el *vértice* ó *cúspide* del cono y sigue en su movimiento un círculo dado, que toma el nombre de *directriz*.

Para representar este sólido se trazará un círculo (fig. 28) haciendo centro en el punto V, que será la proyección horizontal de la base del cono; por los puntos AB se trazarán dos *tangentes* paralelas al eje  $VV'$  que determinarán la proyección vertical de la base en los puntos  $A'B'$ ; por estos y por el punto  $V'$  que determinará la altura del cono se trazarán las dos rectas  $V'A'$  y  $V'B'$  que serán las generatrices extremas del cono: dividiendo ahora el círculo en un número de partes iguales, y por los puntos de división 123 proyectados en la línea de tierra y por el vértice  $V'$  se trazarán unas líneas que serán otras tantas generatrices vistas en escorzo, que formarán el cono en proyección vertical.

En este sólido se consideran varias secciones, que en la geometría se conocen con el nombre de *secciones cónicas*: de las cuales resultan varias curvas que se distinguen con nombres particulares. Se concibe bien que si se

da una seccion horizontal paralela á la base resultará un círculo tanto menor, cuanto que la seccion se haya dado mas cerca de la cúspide y vice versa; si se da una seccion vertical de modo que pase por la cúspide y el centro de la base, dividirá el cono en dos partes iguales, y resultará un triángulo isósceles igual al de la fig. 29 proyeccion vertical del cono; si se da una seccion paralela al eje resulta una curva abierta por un lado, compuesta de un vértice y dos ramas, y se llama *hipérbola*: si se da una seccion paralela á una de las generatrices, la curva que resulta es parecida á la anterior, y se llama *parábola*, y finalmente si se da una seccion inclinada de modo que no sea paralela á ninguna de las anteriores resulta una elipse como en el cilindro, y la línea *ab* (fig. 29) es la traza ó proyeccion vertical de esta seccion (1).

Para desarrollar la superficie de este cuerpo se tomará el largo de una generatriz extrema, por ejemplo  $A'V'$  (fig. 29), y con esta dimension por radio se trazará el arco de círculo  $ABA'$  (fig. 30) y sobre esta se colocarán los puntos de division en que se ha dividido el círculo (fig. 28), y trazando por dichos puntos y el vértice  $V$  (fig. 30) unas líneas se tendrán todas las generatrices en el desarrollo del cono. Para obtener ahora el efecto de la seccion no habrá mas que tomar las distancias desde el vértice á los puntos por donde corta la seccion á las diferentes generatrices y trasladarlas al desarrollo; así pues se tomará la distancia  $V'a$  (fig. 29) y se trasladará á la generatriz correspondiente desde  $V$  hasta  $a$  y  $a'$  (fig. 30): tómese igualmente la distancia  $V'b$  y colóquese en la otra generatriz correspondiente desde  $V$  hasta  $b$  y así sucesivamente; pero téngase presente que como á excepcion de las dos generatrices extremas todas las demás de la fig. 29 se presentan en escorzo, para obtener su verdadera longitud

(1) Los que necesiten enterarse del trazado de estas curvas podrán procurarse el Tratado de dibujo geométrico aplicado á las artes, de que se hace mencion en la primera parte de esta obra, donde encontrarán tambien varios ejercicios de penetraciones y desarrollos.

será necesario hacer girar estos puntos sobre la generatriz extrema; esto es lo que se quiere indicar por las horizontales  $cc'dd'ee'$ ; así que para tomar la dimension  $V'd$  con toda exactitud se tomará desde  $V'$  hasta  $d'$ , pues de lo contrario seria mas corta por razon del escorzo; trasladados ya estos puntos á la fig. 30 se trazará la curva  $acba'$ , que será el efecto de la seccion. Si la figura 30 se recortase segun está trazada y se arrollase hasta unir la línea  $VA$  con  $V'A'$  se tendria la verdadera forma del cono igual á la de un embudo ó aceitera de hoja de lata (excepto el asa), de lo cual se concibe bien que un hojalatero tendrá que emplear este procedimiento sobre una hoja de lata para obtener el embudo, y el rectángulo (fig. 26) será la forma que tendrá un tubo de plomo, cobre ú hoja de lata antes de volverle y soldarle la union, que en geometría se llama generatriz, con sola la diferencia que no necesitan trazar las demás generatrices á no ser en el caso de tener que trazar las curvas de interseccion que ellos llaman *uniones ó soldaduras*, en cuyo caso se emplea el método explicado en las figuras 21 y 27, pues haciendo el trazado en un papel ó carton, y recortando este por las líneas, se coloca sobre la chapa y sirve de modelo ó plantilla para señalar muchas piezas; tal es el método empleado por los obreros en Inglaterra para hacer las cafeteras y otros objetos, cuyas soldaduras vemos estan hechas con tanta perfeccion, por cuya razon será conveniente ejercitar en estos trazados á los discipulos que se dediquen á hojalateros, caldereros, broncistas, plomeros y otros oficios semejantes, haciéndoles recortar los dibujos por los trazados obtenidos para que, arrollándolos, despues obtengan la forma del cuerpo que querian representar y sus intersecciones, con lo cual lo comprenderán mejor.

FIG. 31 al 33. *Desarrollo de la esfera.*

La esfera, que como queda dicho es un cuerpo redondo en todos sentidos, se hace generalmente al torno cuando debe estar perfectamente redonda; cuando no exigen

tanta precision y es voluminosa suelen hacerse de carton ó de tela, como por ejemplo los globos que sirven para el estudio de la geografia, en cuyo caso es necesario hacerlas de varios pedazos ó *cachas*, pues la superficie de la esfera no puede desarrollarse en una superficie toda unida como un tubo ú otros cuerpos.

Para trazar las cachas se describirán primero dos círculos (fig. 31 y 32) iguales al tamaño que deberá tener el globo, y se dividirá su circunferencia en un número de partes iguales, como se ve en las figuras; por los puntos de division *ABCDEF* &c. (fig. 31) se trazarán unos radios, y se tendrá la proyeccion horizontal de las cachas que forman el globo ó esfera; para obtener la proyeccion vertical se trazan horizontales por los puntos de division *abb* (fig. 32) y con un radio igual á la mitad de la línea *bf* se trazará el círculo 1, 2, 3, 4, (fig. 31) y sobre esta línea y la línea *bd* proyéctense estos puntos 1, 2, 3, por los cuales se trazarán las curvas *g1. B'1c* y *g3 D'3c* (fig. 32) y se tendrán las cachas en proyeccion vertical.

Para obtener el desarrollo se tomarán las partes *ABC* &c. en que se ha dividido el círculo, y se colocarán en la línea *AI* (fig. 33) que será igual á la rectificacion de la superficie de la esfera hecha por el círculo mayor ó *máximo* de la fig. 31, y con la misma distancia *AB* (fig. 31) determinense los puntos *bgbc* (fig. 33) y trácese unas paralelas á la línea *AI* y el rectángulo *gmcn* que contendrá toda la superficie de la esfera desarrollada: para trazar las curvas que forman las cachas trácese por la mitad de las distancias *AB, BC* &c. las líneas *rstu* y así sucesivamente, que servirán para obtener los extremos ó puntas de las cachas y de los ejes de simetría para poder determinar los puntos por donde pasa la curva, que se conseguirá fácilmente tomando la mitad de la distancia 1, 2, (fig. 31) y colocándola á cada lado de los ejes de simetría sobre las líneas *b* y *b* (fig. 33) en los puntos 5, 6, 7, 8, por los cuales pasará la curva.

Se concibe bien que si se recortase la fig. 32 segun indican las líneas efectivas, y se arrollase hasta reunir el

punto A con I y todos los extremos de las cachas correspondientes á cada lado, se tendria la esfera ó globo: así es como estan hechos unos globos que usan los niños para estudiar la geografia, los cuales llevan doblados, y cuando quieren hacer uso de ellos los arman tirando de unos cordoncitos que estan pegados á cada punta de las cachas y reunidos por una sortija.

FIG. 34 y 35. *Trazado de la hélice.*

Se llama *hélice* una curva trazada sobre la superficie de un cilindro recto por un punto que gira alrededor de este cilindro, y que se eleva al mismo tiempo de una cantidad dada.

Despues de esta definicion pasemos á determinar la proyeccion vertical de la hélice trazada por el punto A' (fig. 35) sobre el cilindro proyectado horizontalmente por el círculo ACE (fig. 34). Imagínese que el punto A', despues de haber hecho una revolucion entera, ha subido al punto I; divídase la distancia A'I, que se llama *paso de la hélice*, en un número de partes iguales, como *b c d e*: divídase tambien la circunferencia ABCDE en el mismo número de partes, y los puntos de division BCDE &c. serán las proyecciones horizontales de las diferentes posiciones del punto dado en su movimiento alrededor del cilindro; si por estos puntos se levantan unas perpendiculares, en su interseccion con las horizontales, se tendrán los puntos *b' c' d' e'*, que será la proyeccion vertical de la hélice, de la cual solo la mitad es aparente.

Como en las artes ocurre con frecuencia trazar la hélice, bien sea para la construccion de la espiral de Arquímedes, ó para trazar la rosca de un tornillo que se quiere hacer en un cilindro, he creido conveniente poner aquí un método muy sencillo, que consiste solo en desarrollar la superficie cilíndrica y trazar en ella la hélice. Para esto se tomará un papel ó cualquiera otra materia flexible igual á la superficie cilíndrica: sobre esta superficie, representada por el rectángulo LAOP (fig. 36), que es la del cilindro (fig. 35) en el cual se quiere trazar la

rosca, se trazarán unas paralelas IM á una distancia igual al paso de la rosca, y por los extremos opuestos de estas paralelas las transversales AM, IO, que será la hélice desarrollada. Se concibe bien que si se arrolla la circunferencia hasta unir el lado AL con OP, el extremo M de la primera transversal se unirá con I, y O con L, y de este modo formará una hélice continuada. Si ahora se elige esta hélice para la parte saliente de la rosca se trazará otra intermedia, que será la parte entrante, y aplicando dicha superficie sobre el cilindro quedará la rosca trazada con toda exactitud, como veremos mejor en la parte 5.<sup>a</sup> de esta obra, en donde se dará el trazado de los tornillos de rosca triangular y cuadrangular por ser estos unas de las partes mas principales que entran en la composicion de todas las máquinas.

FIG. 37 y 38. *Trazado de la superficie gaucha ó alabeada.*

Superficie *alabeada* es aquella que no tiene todos sus puntos en un mismo plano, y se distinguen en dos clases: se llama en los talleres simplemente *alabeada* á una superficie (por ejemplo) á una tabla cuando dos de sus ángulos opuestos levantan mas que los otros dos; y á la operacion de rebajar los dos ángulos opuestos que levantan mas hasta dejarlos iguales con los otros, de modo que formen todos cuatro una superficie igual y recta en todos sentidos, llaman *desalabea* la tabla. Á las superficies que además de ser alabeadas forman curvas como las escaleras llamadas de *caracol*, la superficie de la espiral ó rosca de Arquímedes que se emplea para sacar agua, y otras varias se llaman *superficies alabeadas helicoide*, ó simplemente *helicoides*, y á la operacion de labrar la cara inferior del peldaño de una escalera de caracol llaman *alabea* el peldaño.

Estas superficies se conocen en geometría con el nombre de *gauchas*; nosotros las llamaremos *alabeadas*, pues con este nombre las conocen en nuestros talleres y en la arquitectura (véase el Diccionario de Arquitectura por Bails).

De la que nos ocuparemos ahora es de la superficie

helicoide: esta superficie está engendrada por una recta que, apoyándose sobre una hélice, pasa constantemente por el eje de un cilindro, sobre el cual esta hélice está trazada; la línea que engendra esta superficie se llama *generatriz*, y puede formar con el eje del cilindro un ángulo cualquiera.

Para trazarlas se describirán primero las bases ACE y ace (fig. 37) de dos cilindros concéntricos, cuyo eje común es vertical; se trazará la proyeccion vertical A'C'E'A<sup>2</sup> de una hélice, cuyo paso es A'A<sup>2</sup>, situada sobre el cilindro exterior por el método indicado en las fig. 34 y 35: despues se pondrá de A' á 1 el grueso que se quiera darla, y por este punto se trazará otra hélice igual. Se determinará en seguida la proyeccion vertical a'b'c'd'e' de una hélice del mismo paso, pero trazada sobre el cilindro interior, y su igual a<sup>2</sup>b<sup>2</sup>c<sup>2</sup>d<sup>2</sup>e<sup>2</sup>. Las líneas AaBbCc &c. son las proyecciones horizontales de las diferentes posiciones de la recta generatriz que suponemos horizontal; estas rectas se proyectan verticalmente en A'a' en B'b' en C' &c.

Obsérvese que en la posición A'a' la generatriz se proyecta en su verdadera magnitud, y en la posición C en un solo punto, y que siguiendo las diferentes posiciones de esta generatriz se podrá aplicar una regla sobre la superficie, por lo cual se llama tambien *reglada*.

Se concibe bien que si en la superficie superior de este sólido se labrasen unos escalones se tendria una escalera circular de ojo hueco, como veremos en el tratado de carpintería, parte 4.<sup>a</sup> de esta obra.

# PERSPECTIVA.

---

## LÁMINA 2.<sup>a</sup>

---

LA perspectiva es el arte de representar los objetos tal como se ofrecen á nuestra vista, y se divide en dos partes: la primera es la representacion con solo líneas, y se llama *perspectiva lineal*; y la segunda es la colocacion de las tintas ó colores, y se llama *perspectiva aérea*: un dibujo en perspectiva no puede servir para la construccion de un objeto, pues no presenta las dimensiones exactas como el geométrico por las alteraciones que sufre; pero en cambio se manifiesta mejor, y es mas inteligible, aun para las personas que no conocen el dibujo, pues puede verse por varios lados á la vez, sin necesidad de presentarles en diferentes proyecciones. Por esta razon es tambien muy útil á los artesanos, y particularmente á los que se ocupan de la confeccion de muebles, pues sirviendo estos de comodidad y de adorno en las habitaciones, deben reunir la utilidad y la elegancia: por esto el que desea un mueble suele pedir al artista un dibujo para ver antes si le agrada la forma que ha de tener, y para dar una idea mas clara de esta debe dibujarse en perspectiva.

Otra de las ventajas que ofrece el estudio de la perspectiva es que con la práctica de esta y del dibujo geométrico se adquiere facilidad para dibujar de *sentimiento*, facilidad que deben tener los maestros ó directores de los talleres para manifestar de pronto á un obrero la forma que deben dar á una pieza, ó una ensambladura que generalmente se representa en una posicion *movida*, que ni es en proyección geométrica ni perspectiva; pero que expresa bien la idea, como se verá en algunas de las ensambladuras descritas en la parte 4.<sup>a</sup>, lámina 1.<sup>a</sup> Con este objeto presento estas nociones de perspectiva, aplicadas particularmente á los muebles, pues aunque hay varios tratados

en que se exponen los principios fundamentales de la ciencia, están aplicados á la arquitectura y paisaje; y aun cuando las reglas en general sean las mismas, siempre ofrecen algunas dificultades al hacer las aplicaciones á casos particulares, por lo cual me limitaré á presentar algunos procedimientos gráficos para poner los muebles en perspectiva sin tratar de profundizar la ciencia, pues nos detendria demasiado.

En la lámina anterior hemos visto como por medio de las líneas paralelas, trazadas por los puntos extremos de un cuerpo á los planos de proyeccion, se determina la imágen de este en su verdadera dimension, y á esta representacion hemos llamado proyeccion ó dibujo geométrico. Si estas líneas, en vez de trazarlas paralelamente á sí mismas y perpendiculares á los planos de proyeccion, las dirigimos todas á un punto, y se interceptan con un plano, la interseccion de estas líneas con el plano darán tambien la imágen del objeto, como se ve bien en la fig. 1.<sup>a</sup>, por la cual será fácil concebir que si suponemos en O el ojo del espectador que mira al cubo ABCDEF y MNLT una superficie trasparente colocada verticalmente entre el objeto y el espectador, la interseccion de esta superficie con los rayos de luz enviados por los diferentes puntos del objeto al ojo determinarán otros tantos puntos que unidos por líneas darán la imágen *abcdef* del cubo, como se presenta á nuestra vista, que es lo que se llama *perspectiva*.

Así trácese la proyeccion horizontal de un cubo (fig. 2) y la línea LT proyeccion horizontal del plano interpuesto entre el cubo y el espectador que se supone colocado en O; trácese por este punto y los extremos del cubo unas líneas, y las intersecciones de estas con el plano darán los puntos *aebf* que se trasladarán á la línea LT (fig. 3), y por estos puntos se levantarán unas perpendiculares que serán las aristas del cubo: para obtener la altura se trazará la proyeccion vertical del mismo cubo (como se ve en la fig. 4) colocando la línea LM que representa el plano, y el punto O á la misma distancia del cubo que está en la fig. 2: hecho esto, trácese unas líneas desde los extremos del cubo al punto O, y los puntos de interseccion

*cgae* se trasladarán á la fig. 3 sobre las aristas correspondientes; y la altura *Lc* será *aC* y *bD*, la *La* será *aA* y *bB* y así sucesivamente, y se tendrá el cubo en perspectiva, como se dijo en la fig. 1.<sup>a</sup> y se manifiesta bien en la fig. 3. La distancia que hay entre la línea *CD* y la línea *LT* manifiesta la distancia que hay entre el cubo y el plano, y como este está colocado entre el objeto y el espectador, y las líneas se dirigen á un mismo punto, aparece el cubo mas pequeño, y á esta disminucion que sufren los objetos en perspectiva llaman *degradacion*, la cual hemos obtenido haciendo primero la degradacion de las proyecciones geométricas del cubo, que es uno de los varios métodos que se emplean.

Todos los objetos despiden rayos de luz mas ó menos intensos que vienen á parar á nuestra vista, por los cuales se nos hacen visibles, y se llaman *rayos visuales*; el conjunto de rayos visuales enviados por todos los puntos extremos de la extension que abraza nuestra vista de una sola mirada forman un cono, cuyo vértice *O* (fig. 1) está en la pupila y se llama *cono óptico ó visual*, el eje *OV* de este cono visual es perpendicular á la base y al plano ó cuadro perspectivo *MNLT*; es paralelo á la superficie de la tierra, y pasa por *V*, punto principal de la perspectiva que se llama *punto de vista*: las generatrices extremas de este cono forman un ángulo *OGH*, que se llama *ángulo óptico*, y la abertura de este ángulo depende de la distancia á que se miran los objetos; pero no debe ser mayor de  $90.^{\circ}$  ni menor de  $50.^{\circ}$ , pues en el mayor ángulo que se puede ver clara y distintamente uno ó muchos objetos es en el recto, y fuera de este ya no se ven bien, y siendo menor de  $50.^{\circ}$  aparecen muy confusos, como veremos.

**Fig. 5. Determinar el cono visual y la distancia á que deben verse los objetos.**

Trácese un círculo que será la base del cono óptico representado en la fig. 1.<sup>a</sup>, y por el centro *V* una horizontal; esta línea se llama *línea de horizonte* porque es el término

de nuestra vista, pasa por el punto principal ó de vista y por los puntos de distancia; inscribese en el círculo el cuadrado  $MNLT$ , que será el plano perspectivo en donde han de representarse los objetos, y la línea  $LT$ , base del cuadro, se llama *línea de tierra*, y debe ser paralela al horizonte: por los puntos  $L$  y  $T$  se trazarán dos líneas que se reunirán en el punto de vista  $V$ , y estas líneas se llaman las *degradantes*: por el punto de distancia  $D$ , tomado en la interseccion del círculo con la línea de horizonte, y el punto  $T$  se trazará una línea, y por el punto de interseccion de esta con la degradante  $LV$  se trazará la paralela  $ab$  á la línea de tierra, que será la *línea de fondo* de la superficie  $LTab$  que representa un cuadrado puesto en perspectiva, cuyos lados serian iguales á  $LT$ . Si se traza la línea  $GH$  igual al diámetro del círculo, y se toma la distancia  $VD$  y se coloca desde  $C$  á  $O$ , trazando el triángulo  $GOH$ , proyección horizontal del cono óptico, se verá que el ángulo  $O$  es recto ó de  $90.^{\circ}$ , por el cual hemos mirado la superficie puesta en perspectiva: si con la distancia  $GH$  trazamos el triángulo equilátero  $GHO'$  se tendrá un ángulo de  $60.^{\circ}$ , y tomando la distancia  $O'C$  y trasladándola á la línea de horizonte se tendrá otro punto de distancia en  $D'$ , por el cual se determinará la línea de fondo  $cd$  de la misma superficie que aparece mas pequeña ó *degradada* porque se mira á mayor distancia; pues es claro que quanto mas lejos miramos los objetos nos parecen mas pequeños, como vemos bien por las dos superficies que hemos obtenido, la una vista por el ángulo de  $90.^{\circ}$ , y la otra por el de  $60.^{\circ}$ ; la primera aparece con demasiado fondo, y la segunda se presenta ya mas degradada; sin embargo algunos toman el ángulo de  $50.^{\circ}$ , en cuyo caso hacen demasiado pequeños los objetos, pues presentan poco fondo y se confundirian los que estuviesen muy separados de la base del cuadro; así no debe usarse de este ángulo ni del de  $90.^{\circ}$  sino en un caso muy preciso; pero entre estos dos ángulos pueden tomarse otros por los cuales se presenten muy bien los objetos mas ó menos degradados, segun convenga.

Si se toma la distancia  $VL$  radio de la base del cono

óptico y se coloca vez y media á partir del punto V sobre la línea de horizonte, se tendrá el punto de distancia en D'': trazando por este punto y por T una diagonal dará la interseccion e, por la cual se trazará una horizontal y se tendrá una superficie mas degradada que la obtenida por el punto D: tomando la distancia VD'' y trasladándola de C á O'' se verá que es un ángulo de 67.<sup>o</sup>, por el cual empiezan ya á degradar conocidamente los objetos como hemos visto. Si con una dimension igual á dos radios se determina otro punto de distancia y se hace la misma operacion se tendrá otra superficie mucho mas degradada que la anterior por un ángulo de 55.<sup>o</sup>; por lo cual debe observarse por regla general que para no exponerse á que hagan mal efecto los objetos puestos en perspectiva no debe usarse de un ángulo mayor de 67.<sup>o</sup> ni menor de 55.<sup>o</sup>, y que puesto que estos puntos de distancia mas convenientes se han obtenido con la dimension VL podrán determinarse sin necesidad de trazar el ángulo óptico con solo tomar la distancia que haya desde el punto de vista al ángulo mas distante del cuadro, cualquiera que sea su forma y magnitud, y colocarla entre vez y media y dos veces segun convenga á partir del punto V.

Algunos determinan el punto de distancia con una dimension entre una vez y dos la mayor dimension del cuadro ó dibujo que se va á ejecutar, que es á la mayor y menor distancia á que debe suponerse colocado el espectador para poder ver bien un objeto sin necesidad de volver la cabeza á ningun lado; pero es preciso contar tambien con la altura á que se coloca el horizonte, porque á mayor altura puede separarse mas el punto de distancia ó vice versa; así que de la colocacion del punto de vista y del de distancia depende el bueno ó mal efecto de los objetos puestos en perspectiva.

FIG. 6. *Poner en perspectiva una superficie horizontal dividida en cuadrados.*

Trácese la línea LT que será la línea de tierra y base del cuadro, en sus extremos levántense dos perpendiculares

que serán las márgenes; y como la superficie que vamos á poner en perspectiva representa un pavimento de baldosas cuadradas que debe estar debajo del punto de vista, no se necesitará dar mas altura al cuadro que la necesaria para situar el punto de vista  $V$ ; para esto si examinamos la fig. 5 veremos que el triángulo isósceles  $VLT$  formado por las degradantes y la base del cuadro tiene de altura la mitad de la base, pues aunque esta proporcion no es siempre la misma, como se ve bien por el triángulo  $VL'T'$  que pertenece á otro cuadro de diferentes dimensiones, nos serviremos de ella para facilitar mas la operacion.

Así pues tomando la mitad de  $LT$  (fig. 6) y colocándola desde  $A$  hasta  $V$  se tendrá la altura, y trazando las degradantes  $VL$  y  $VT$  se tendrá el triángulo isósceles, y el punto de vista estará en el vértice  $V$ , por el cual se trazará la línea de horizonte paralela á la de tierra  $LT$ . Para determinar los puntos de distancia se tomará la dimension  $VL$  y se colocará á cada lado del punto  $V$  entre vez y media y dos veces según se ha dicho; aunque en el dibujo solo se ha colocado una vez por economizar el terreno y poder colocar el punto  $D$  dentro de la lámina, y tambien para hacer notar que como en esta figura se ven los cuadrados por el ángulo de  $90^\circ$ , el cuadrado  $C$  que está mas separado del eje  $VA$  aparece con demasiado fondo, por lo cual se colocarán los puntos de distancia  $D$  y  $D'$  convenientemente, y se trazarán las diagonales perspectivas  $DT$  y  $D'L$ , y por los puntos de interseccion con las degradantes se trazará la línea de fondo, y se tendrá la superficie perspectiva  $abLT$ .

Para determinar ahora los cuadraditos ó baldosas se dividirá la base del cuadro en tantas partes iguales como cuadrados haya de contener, y por los puntos de division  $1, A, 2,$  se dirigirán unas líneas al punto de vista y á los de distancia, y por las intersecciones de estas líneas, como por ejemplo por los puntos *o de*, se trazarán unas paralelas á  $LT$  y se tendrán los lados y diagonales de todos los cuadrados contenidos en la superficie; de los cuales la mitad estan colocados paralelamente á la línea de tierra,

y la otra mitad de ángulo, que deberán estudiarse separadamente para ejercitarse mas, pues solo se han colocado así para economizar una figura.

Si se quisiese llenar el espacio que queda entre las degradantes y las márgenes del cuadro, se observará que la línea de fondo  $ab$  está dividida en partes iguales por las líneas dirigidas al punto de vista y de distancia; así tomando cualquiera de estas distancias, por ejemplo  $nb$ , y colocándola cuantas veces quepa en la prolongacion de la línea del fondo, y trazando por estos puntos como  $mr$  y el punto de vista unas líneas, se tendrán todos los cuadrados necesarios para llenar el espacio, como se ve á la derecha; y si se quisiese llenar de cuadrados hasta el horizonte se trazará una línea por el punto  $a$  y el punto  $D'$ , y por las intersecciones de estas con las líneas dirigidas al punto de vista se trazarán otras paralelas á  $ab$  y se tendrá duplicado el fondo, y repitiendo la operacion se llegaria al horizonte.

Obsérvese tambien que las líneas dirigidas al punto de vista forman los dos lados de los cuadrados que estan colocados paralelamente á la base del cuadro, que en proyeccion geométrica serian perpendiculares, y que las dirigidas á los puntos de distancia forman las diagonales de estos, y lo contrario sucede en los que estan colocados de ángulo; así que para colocarlos de un modo ó de otro no hay mas que tomar para los lados las unas ó las otras líneas, y observar por regla general que todas las líneas que en proyeccion geométrica forman ángulos de  $45^\circ$  con la base del cuadro se dirigen á los puntos de distancia, y las que forman ángulos rectos se dirigen al punto de vista. Cuando los objetos estan colocados de modo que uno de sus lados ó caras sea paralela á la base del cuadro y sus lados perpendiculares como los cuadrados de la derecha, se dice que estan vistos *por el punto del medio*, y la cara que está paralela se dice que está *vista de frente*; cuando estan colocados como los de la izquierda de modo que sus lados formen ángulos de  $45^\circ$  se dice que estan vistos *por ángulo perfecto*, y cuando forman un ángulo mayor ó menor se dice que estan

*movidos ó fuera de ángulo*; lo mismo los que estan en la direccion del eje del cono que los que estan fuera de él, siempre que esten comprendidos dentro del cono óptico; por lo cual se pueden representar en un mismo cuadro varios objetos vistos de diferentes modos.

FIG. 7. *Poner un cuadrado en perspectiva visto fuera de ángulo, y determinar sus puntos accidentales.*

Trácese la línea de tierra *so* y la de horizonte, y sobre esta el punto de vista, y á cada lado los puntos de distancia *D* y *D'*: trácese el cuadrado geométrico *BCEF* de modo que sus lados formen un ángulo cualquiera con la línea de tierra, y que la parte que se quiera que se vea primero en el cuadro esté la mas próxima que es el punto *B*: trácese perpendiculares por todos los ángulos, y en las intersecciones de estas con la línea de tierra se hará centro, y con la distancia de estos puntos á los correspondientes de los ángulos del cuadrado, por ejemplo con la distancia *rC* por radio se describirá un arco de círculo, ó lo que es lo mismo esta distancia se colocará desde *r* hasta *c*, y por este punto *c* y el de distancia *D'* se trazará una línea que en su interseccion con la visual *Vr* dará el punto *C'*, que será la perspectiva de *C*; y haciendo lo mismo para todos los puntos, como se ve en la figura, se obtendrán estos, y uniéndolos por líneas se tendrá la perspectiva *BC'E'F'* de un cuadrado visto fuera de ángulo.

Si se hubiese de representar una superficie ó pavimento solado con cuadrados vistos fuera de ángulo, se concibe bien que teniendo que repetir para cada uno la operacion que acaba de hacerse seria muy molesto: por lo tanto es necesario emplear un procedimiento que sea mas general. Hemos visto en la figura 6 que las líneas que forman los lados paralelos de los cuadrados vistos de ángulo perfecto van á reunirse al horizonte en un mismo punto de distancia; luego en los vistos fuera de ángulo deben reunirse tambien sobre el horizonte en otro punto mas ó menos separado del de vista, que para distinguirle de los otros se llama *punto accidental*.

Para determinar los puntos accidentales es necesario trazar, la proyeccion horizontal del cono óptico, del plano ó cuadro perspectivo y del objeto; y seria conveniente que para mayor claridad se hiciese este estudio aparte, aunque por la brevedad está puesto en la misma figura; así pues tenemos ya la proyeccion del objeto BCEF y del cuadro, que es la línea  $so$ , se tomará la distancia VD, ó VD' que es á la que se supone ver el cuadrado, y se colocará desde B á O, y esta línea será la proyeccion horizontal del eje del cono óptico, cuyas generatrices omitirémos por no sernos necesarias y no hacer mas confusa la figura: por el punto O se trazará una paralela al lado BF del cuadrado que cortará á la línea  $so$  en  $o$ , por este punto se levantará una perpendicular al horizonte, ó bien se tomará la distancia Bo y se colocará desde V hasta A', y este punto será el accidental donde deben concurrir los dos lados BF y CE del cuadrado, y repitiendo la misma operacion para los otros lados se tendrá igualmente el otro punto accidental A: obtenidos estos y colocados sobre el horizonte se prolongarán los lados del cuadrado hasta encontrar la línea de tierra, y por el punto  $c'$ , interseccion de la prolongacion de EC, se dirige una línea al punto accidental A', y se tendrá el lado C'E', y dirigiendo otra desde el punto B se tendrá el otro lado paralelo BF', y del mismo modo se tendrán los otros dos, y se verá que el cuadrado obtenido por este procedimiento es igual al anterior: lo que prueba que el resultado es el mismo por uno y otro método, con sola la diferencia de abreviar la operacion por medio de los puntos accidentales en el caso de tener que representar muchos cuadrados; pues se concibe fácilmente que con solo determinar los puntos donde tocan los lados de los cuadrados en la línea de tierra, como por ejemplo B, ó de su prolongacion si estuviesen separados como  $c'd'$ , y dirigiendo líneas desde estos puntos á los accidentales se pueden determinar á la vez muchos cuadrados como en la figura anterior.

FIG. 8 y 9. Poner un círculo en perspectiva.

Si se circunscribe al círculo (fig. 8) un cuadrado, y se pone este en perspectiva como se ha explicado en la superficie *abLT* (fig. 5 y 6) se tendrán los puntos tangentes *A'B'C'E'*, y si se quieren mas puntos se trazarán las diagonales en el cuadrado (fig. 8) y por los puntos *abcd* donde cortan al círculo se trazarán unas líneas como se ve en la figura, y puestas en perspectiva darán los puntos *a'b'c'a'*, y se tendrán ocho puntos, por los cuales se trazará el círculo á pulso que aparece en una elipse.

El uso de los cuadrados para poner en perspectiva una figura irregular ofrece muchas ventajas; si por ejemplo se quisiese poner en perspectiva la vista de una marina, la direccion de un camino ó el curso de un río tortuoso ú otros objetos, no habria mas que inscribirlos en un cuadrado, y este dividirle en otros cuadraditos menores como si fuese una cuadrícula, y puestos en perspectiva se obtendrán todos los puntos correspondientes por donde tocan los diferentes contornos del objeto, como se ha visto en el círculo.

FIG. 10. Poner un cubo en perspectiva.

Si se pone una superficie en perspectiva dividida en cuadrados que estos se refieran á una medida dada, como una vara, un pié &c. y se quiere poner un objeto cualquiera, como por ejemplo un cubo, que se refiera tambien á una dimension determinada, y suponiendo que cada cuadradito represente un pié, y que el cubo tenga dos pies de alto y dos de ancho, se tomarán cuatro cuadrados, y por los puntos *BCET* se levantarán perpendiculares que serán las aristas verticales; se colocará la altura en la márgen del cuadro desde *T* hasta *F*, y por este punto se trazará una horizontal: por el punto *G* interseccion de esta con la perpendicular *B* y por el punto *F* se dirigirán dos visuales al punto *V*, que en las intersecciones

con las perpendiculares  $EC$  darán los puntos  $IH$ ; por los cuales se trazará una horizontal y se tendrá el cubo en perspectiva, del cual se ven tres caras.

Para colocar el mismo cubo mas adentro se ejecutarán las mismas operaciones que quedan explicadas, con la sola diferencia que para obtener la altura, despues de colocada ésta en la márgen del cuadro, como se ve en  $c$ , se levantará una perpendicular en el punto  $e$  interseccion de la degradante con la horizontal sobre que se eleva la cara anterior del cubo, y por el punto  $d$  se trazará otra horizontal que en su interseccion con las aristas dará los puntos  $gf$ , y se tendrá la altura y aparecerá el cubo mas pequeño por estar mas distante.

Estos cubos estan vistos los dos al punto del medio, con sola la diferencia de que en el menor no se ve ninguno de los costados porque está colocado en medio de la direccion del eje óptico, y en el mayor se ve además de la cara anterior un lado; así cuando se quiere representar un objeto de modo que se vea además del frente un costado, se colocará fuera del eje.

*Fig. 11 al 13. Poner un catre de hierro en perspectiva.*

Ya que conocemos los diferentes procedimientos que se emplean para poner los objetos en perspectiva, pasaremos á hacer las aplicaciones de estas reglas á la perspectiva de algunos muebles y otros objetos de artes; para lo cual se pondrán primero en proyeccion geométrica, á fin de ejercitarse bien en el método de las proyecciones y acostumbrarse insensiblemente á ejecutar las operaciones que llaman en los talleres plantear la obra, que no es otra cosa que trazar del tamaño de construccion las proyecciones geométricas que quedan explicadas en la lámina anterior, y obtenida ya la forma y dimensiones del objeto en real, será fácil obtener la perspectiva; para esto tendremos presente que como las escalas sirven para arreglar las partes de un dibujo, será preciso formar esta; para lo cual determinaremos antes la magnitud que ha de tener el dibujo, y las dimensiones que debería tener

el mueble que se quiere representar. Obsérvese tambien que la altura de la vista de un hombre puesto de pie es término medio cinco pies, y como la altura de las cabeceras de un catre no exceden de cuatro pies y medio, quedará este debajo del horizonte; así trácese la línea de tierra *LT* (fig. 13) y paralelamente la del horizonte, divídase la distancia entre estas dos líneas en cinco partes iguales, y cada una representará un pie, y fórmese con ellas la escala (fig. 11) como se ha explicado (véase figura 58 y 59, parte 1.<sup>a</sup>): obtenida ya la escala se trazará la proyeccion horizontal (fig. 12); para esto se determinará una dimension igual á siete pies y medio de la escala, que será el largo del catre, y se colocará sobre una horizontal desde *A* á *B*; y por estos puntos se levantarán dos perpendiculares, y con una dimension de cuatro pies (que es el ancho) se trazará la línea *CE*: el rectángulo *abce* (fig. 12) es el lecho del catre, y la distancia *Aa* &c. que es la salida de las volutas de las cabeceras, es próximamente de seis pulgadas; el grueso de los hierros y demás partes se comparará sobre la escala como está prevenido. Trazada ya la proyeccion geométrica, se trasladarán las dimensiones sobre la línea de tierra (fig. 13) desde *A* á *B*, en medio de estos puntos se levantará una perpendicular, y se tendrá el punto de vista *V*; por este y los puntos *A* y *B* trácese las degradantes, y con una dimension que no sea menor que *AB* determínese el punto de distancia *D*, pues el otro se ha suprimido porque no cabe en la figura; pero puede trazarse si se quiere, aunque en el caso presente no se necesita; tómese el ancho *AC* (fig. 12) y colóquese desde *A* á *C'* (fig. 13) y dirigiendo una línea al punto de distancia *D* en su interseccion con la degradante dará el punto *C*, por el cual se trazará una paralela á la línea de tierra, y se tendrá el rectángulo perspectivo *ABCE*. Colóquense las distancias *Aa* y *Bb*, y trazando por estos puntos dos visuales se tendrá el rectángulo *abce*, y por estos cuatro puntos se levantarán perpendiculares para obtener los cuatro hierros que forman los pies, cabeceras y volutas *f*. Para obtener las alturas se trazará la línea *A5* que será la escala de elevacion, y

por el punto  $d$  se trazará una horizontal, y por las intersecciones de esta con las perpendiculares  $ab$  se trazarán dos visuales y se tendrá el rectángulo  $a'b'c'e'$ , que será el lecho; y sobre el larguero anterior se determinarán las barretas que haya de llevar; para obtener la altura de las cabeceras se fijará esta en los puntos  $f$ , y se dirigirán unas visuales, y del mismo modo se obtendrán las tres varillas que tiene cada cabecera, y los adornos de estas y las volutas se dibujarán á pulso, y para indicar mejor los hierros se pasará un poco de tinta de china con el pincel por entre las paralelas que los forman, como se ve en el dibujo.

FIG. 14 y 15. Poner un armario en perspectiva.

Trácese la línea de tierra  $LT$  (fig. 15) y paralela á esta la línea  $G7$  que determinará la altura que ha de tener el dibujo, y suponiendo que el armario fuese de siete pies de alto se dividirá su altura  $T7$  en siete partes iguales, con lo cual se formará la escala; aunque en la lámina sirve la misma que para la figura anterior: trácese la proyeccion horizontal (fig. 14), y suponiendo que el cuerpo del armario tenga cuatro pies de ancho y uno y medio de fondo, se tomarán estas dimensiones sobre la escala y se trazará el rectángulo  $abcd$ , y las líneas puntuadas que indican el vuelo ó salida de la cornisa, que es de cuatro pulgadas. Como el costado del armario es liso, á excepcion de la cornisa, se ha omitido la proyeccion vertical de este, pero deberá hacerse con el perfil  $N$  de la cornisa, cuyo trazado se verá en la fig. 55 parte 1.<sup>a</sup> Obtenidas ya las proyecciones geométricas se pasará á determinar la perspectiva; para esto se tendrá presente que hemos dicho que de la colocacion del punto de vista y del de distancia depende el buen efecto, como veremos ahora.

Estando ya convenido que la altura de la vista de un hombre sea á cinco pies sobre la línea de tierra, y como un mueble ocupa poca extension, y no hay necesidad de elevar demasiado el horizonte, podemos muy bien determinar este, sirviéndonos de la escala; así pues, si por el

número 5 se traza una paralela á la línea de tierra, se tendrá el horizonte á cinco pies de elevacion. Si se toma la distancia del horizonte á la línea de tierra, y se coloca á cada lado del eje para obtener las márgenes del cuadro como en la fig. 5, en la cual es un cuadrado perfecto, y siendo esta distancia en la fig. 15 de cinco pies, estaria el punto de vista en O, y teniendo cuatro de ancho el armario desde A' hasta C' que es la longitud AC (fig. 14) se concebirá fácilmente que no podemos colocar el punto de vista en O porque el costado del armario C'E haria demasiado violento; lo cual se remediará separando mas el punto de vista de la márgen del cuadro y colocándolo en V por ejemplo, que no es otra cosa que separar el armario del eje del cono visual hasta que haga buen efecto, en cuyo caso el cuadro perspectivo será un rectángulo, como se ve en L'T'M'N' (fig. 5).

Colocado ya convenientemente el punto de vista respecto de la posicion del mueble que se ha situado en A'C', se determinará el de distancia, para lo cual se tendrá tambien presente que se ha dicho que puede determinarse este con la mayor dimension del cuadro ú objeto colocada entre una vez y dos veces á partir del punto de vista: tomando una sola vez, que será A'7, se tendrá el punto de distancia en D, y fijando el fondo del armario desde C' á B' y trazando la línea B'D se tendrá el punto E, por el cual se trazará una paralela, y se terminará el rectángulo EFC'A' que manifiesta el fondo del armario en perspectiva: si se tomase dos veces la dimension A'7, para determinar el punto D mas separado se verá que la línea EF estará en E', y como el armario tiene en sí poco fondo apareceria el costado tan estrecho que no podria manifestar bien sus formas, por lo cual deberá elegirse entre estos dos uno que haga mejor efecto; así que, aun cuando se han dado algunas reglas para la mayor y menor longitud á que puede colocarse el punto de distancia, no pueden fijarse estas de un modo preciso para encontrar la que podrá convenir mejor en cada caso particular, pues esto depende del objeto que cada uno se proponga, fundado en el buen gusto que se adquiere con la práctica de las operaciones.

Determinado ya el fondo que deba tener, aunque en la figura está con la menor distancia por la poca extension de la lámina, se levantarán perpendiculares en los puntos  $A'C'$  que determinarán en los puntos  $\gamma$  y  $G$  el lado mayor del rectángulo superior ó techo del armario, y la perpendicular levantada por el punto  $E$  en su interseccion con la visual  $GV$  dará el punto  $H$ , y  $GH$  será el lado menor que se ve por el costado: para obtener el cuerpo del armario se tomará la dimension  $Bb$  (fig. 14) que es el vuelo de la cornisa, y se colocará en la fig. 15 desde  $A'$  á  $d$  y de  $C'$  á  $e$ ; por estos puntos se dirigirán dos líneas al punto  $V$ , y por  $C'$  una al punto  $D$ , y en la interseccion de esta con  $eV$  se tendrá el punto  $f$ , por el cual se trazará una paralela á la línea de tierra, que en su interseccion con  $dV$  dará el punto  $n$ , por este, por  $f$  y por  $a$  se levantarán perpendiculares, y se tendrá el cuerpo del armario.

Para obtener la altura de los pies, la basa, cornisa y barras de las puertas se determinarian estas sobre la margen del cuadro ó sobre una vertical, que llamaremos *escala de elevacion*; para lo cual nos podrá servir la línea  $A'\gamma$  sobre la cual se ven indicadas estas partes: por estos puntos y por  $V$  se trazarán unas visuales y por las intersecciones de estas con la línea  $nr$  darán los puntos correspondientes, por los cuales se trazarán las horizontales que las determinarán, como se ve en el dibujo: para obtener el medio ó junta de las puertas se tomará la mitad de la distancia  $A'C'$  que será  $m$ , y por este punto y el punto  $V$  se trazará una línea que en su interseccion con  $nf$  dará el punto  $s$ , por el cual se trazará una vertical, y lo mismo se hará para determinar los anchos de los largueros de las puertas; adviértase que el ángulo  $\gamma$  de la cornisa aparece con mas vuelo que el ángulo  $G$ , y debe ser así porque el primero se mira casi perpendicularmente á la diagonal, y el segundo en su misma direccion; en la práctica suelen hacerse algunas modificaciones, con lo cual hace mejor efecto, pero para esto se necesita muchos conocimientos en la perspectiva, y un gusto especial que se adquiere con el estudio.

## PERSPECTIVA.

LÁMINA 3.<sup>a</sup>

FIG. 16 y 17. Poner en perspectiva varios armarios.

**T**RÁCESE primero la proyeccion geométrica horizontal (fig. 16), para esto obsérvese que las tres fachadas que forman los armarios estan comprendidas en un rectángulo que tiene trece pies desde A hasta B, y diez desde C á A, que es el fondo, y la puerta colocada en este tiene tres pies de ancho; en la mitad de la derecha estan representados los armarios vistos por encima de las cornisas segun indican las líneas efectivas, y las de puntos indican el fondo del cuerpo del armario, en la de la izquierda se suponen cortados horizontalmente para poder ver bien el fondo, grueso del armazon del armario y puertecillas, cuyas partes estan indicadas por una serie de rayitas en diferentes inclinaciones á fin de distinguir mejor los largueillos de las puertecillas y de la armadura: la mayor salida ó vuelo del cuerpo inferior ó meseta es de dos pies, desde F á B, y la salida del superior con la cornisa desde *f* hasta *b* veinte pulgadas, y el fondo *gh* quince: las demás dimensiones podrán conocerse comparándolas con la escala, y así se podrán determinar todas con exactitud, pues aunque las dimensiones de los armarios no son siempre las mismas porque dependen del objeto á que se destinan, convendrá seguir las indicadas en el dibujo hasta saber poner estas partes en perspectiva. Trazada ya la proyeccion horizontal será fácil poner sobre esta la vertical, pues aunque se ha omitido en el dibujo, debe hacerse para ejercitarse bien en plantear la obra, y porque así se forma una idea mas exacta de lo que se va á hacer.

Obtenidas ya las dos proyecciones se trazará la línea de tierra (fig. 17), y á diez pies de esta la línea superior que determinará la altura de los armarios: determínese el horizonte, el punto de vista y el de distancia, colóquese la dimension  $AB$  sobre la línea de tierra y el fondo desde  $A$  hasta  $G$  para obtener el rectángulo  $ABCP$  en perspectiva; colóquense igualmente las salidas  $AE$  y  $BF$  del cuerpo inferior, y por el punto  $c$  interseccion de la visual  $EV$  con la diagonal  $GD$  trácese  $cd$ , y se tendrá el rectángulo  $EFCd$  que forma la salida del cuerpo inferior sobre el pavimento. Para obtenerla en su altura colóquese esta sobre la márgen del cuadro ó escala de elevacion, y por el punto  $p$  se trazará una horizontal, que en su interseccion con la vertical trazada en  $E$  dará el punto  $e$ , por este se trazará una visual y en su interseccion con la vertical trazada por  $c$  se tendrá  $c'$ ; por este punto se trazará una horizontal, y ejecutando lo mismo en el otro lado se tendrá la altura y salida de la meseta del cuerpo inferior. Para obtener el cuerpo superior se colocará la salida de este y de la cornisa en los puntos  $bf$ , por estos puntos se trazarán visuales, y las intersecciones de estas con la línea  $ED$  darán los puntos  $RS$ , la vertical trazada por el punto  $R$  determinará en  $R'$  la salida de la cornisa y la del cuerpo del armario la determinará la vertical trazada por el punto  $S$ ; por este mismo punto se trazará una horizontal que en su interseccion con la visual  $CA$  dará el punto  $O$ , por el cual se trazará una vertical y se tendrá la línea posterior  $Oo$  del fondo del armario, el ancho de la cornisa y miembros que la componen se obtendrá repitiendo lo que se hizo en la fig. 15.

Para obtener la separacion para el paso de la puerta y ancho de esta se colocarán las dimensiones á los lados del eje de simetría en los puntos  $IL$  y  $NM$ , y por estas se trazarán visuales que en las intersecciones con las líneas del fondo darán los puntos  $in$ , por los cuales se trazarán verticales; y para obtener la altura de la puerta se fijará esta en la escala de elevacion, y se trazará la visual  $7V$ , y en su interseccion con la vertical trazada en el punto  $C$  dará el punto  $H$ ; y por este se trazará una horizontal y se tendrá la altura. Para determinar las puertecillas si se toma

en la fig. 16 la distancia que hay desde la línea AB hasta los puntos  $rs$ , que es la mitad del ancho del armario, y se coloca respectivamente á partir de E y  $b$  (fig. 17), se tendrán los puntos  $rs$ , y trazando por estos y el punto D unas líneas, las intersecciones de estas con las visuales que determinan las salidas de los cuerpos de los armarios darán los puntos  $r's'$ , por los cuales se trazarán unas verticales que serán los medios de los armarios en perspectiva; y del mismo modo podrán obtenerse fácilmente los anchos de los larguerillos verticales que forman los bastidores, y los horizontales se obtendrán fijando los anchos en la márgen del cuadro como se ve en  $t$ , y dirigiendo visuales al punto V así como las tablas de las divisiones, según se ve en los armarios de la derecha.

Se concibe bien que á excepción del mostrador, que se ha omitido porque quitaría la vista de la parte inferior, tenemos la perspectiva de una tienda con su puerta en el fondo, y pudiera representar también un cuerpo de biblioteca. Este dibujo, ejecutado en mayor escala y limpio de las líneas de operación, pudiera trazarse un pavimento de baldosas colocadas de ángulo, y haría muy buen efecto.

FIG. 18. *Poner en perspectiva una bóveda en cruz.*

Como esta bóveda se compone de cuatro arcos iguales semicirculares, sostenidos por cuatro pilares también iguales, puede muy bien ponerse en perspectiva con solo determinar sobre la línea de tierra la dimensión AB, y el grueso AG y BH de los pilares, y dirigiendo líneas por estos puntos al de vista y de distancia se tendrá el plano ó planta perspectiva AB $\bar{E}$ F, y levantando unas perpendiculares por los ángulos de las plantas de los pilares se tendrá el alzado de estos.

Para trazar los arcos se tendrá presente que la altura de estos es generalmente doble de su anchura, aunque en esta figura se ha dado algo menos; así trácese la horizontal IL á la altura conveniente, y haciendo centro en C trácese el semicírculo NLI, y por los puntos LI diríjense unas visuales al punto V, y en las intersecciones de estas

con la arista de los pilares determinarán la altura de estos y los arranques de los arcos, cuyos centros se obtendrán trazando por dichos puntos de intersección unas horizontales como por  $L'I'$ , que en su intersección con el eje determinará el centro  $C'$  para trazar el semicírculo  $L'N'I'$  que fija el espesor  $NN'$  del primer arco, y del mismo modo se obtendrá el segundo.

Obsérvese por regla general que todos los arcos semicirculares que estén colocados de frente paralelamente al cuadro pueden trazarse á compás, pues aunque van disminuyendo según se alejan, se disminuyen proporcionalmente por todos lados y no varían de forma: lo mismo sucede con cualquiera otra curva colocada como queda dicho; pues á pesar de la mayor ó menor degradación según la distancia conservan proporcionalmente la misma curvatura; pero no sucede así con los arcos colocados de lado, pues como los planos ó superficies sobre que estos están trazados son perpendiculares al cuadro y se dirigen al punto de vista, se escorzan demasiado y sufren grande alteración en su forma, y lo mismo sucede con los que se dirigen á los puntos de distancia, como por ejemplo las aristas de las bóvedas en cruz que se ven en esta figura.

Para trazar estas curvas pueden emplearse varios procedimientos: el siguiente es el mas sencillo en el caso presente; trácese por el punto  $N$  una horizontal hasta encontrar la vertical  $AO$ , que es una arista del pilar y común intersección de la superficie anterior que está de frente y de la exterior del lado; por el punto  $O$  trácese una visual, por el punto  $a$  intersección de las dos diagonales, trácese una horizontal, y por  $a'$  intersección de  $aa'$  con la degradante  $AE$  se levantará una perpendicular que en su intersección con la visual  $OV$  determinará el punto  $n$  que es el correspondiente á  $N$ , y se tendrá la altura del semicírculo correspondiente á la superficie ó cara exterior, cuya proyección horizontal es  $AE$ : los dos puntos del arranque de este arco son  $li$ , y como tres puntos no serían suficientes para determinar bien esta curva que no es un semicírculo, será necesario determinar otros puntos; para esto tómese en el semicírculo  $LNI$  unos puntos, por

ejemplo RS, trasládense estos sobre la arista extrema en S', y por este punto trácese una visual; proyéctense los puntos de division sobre la línea de tierra, por ejemplo R en R', y por este punto trácese una visual que cortará á las diagonales en *b* y *c*; por estos puntos se trazarán unas horizontales que en sus intersecciones con la degradante darán los puntos *b'c'*, por los cuales se levantarán unas perpendiculares que en su interseccion con la visual S'V darán los puntos *rs* correspondientes á RS, y pasará la curva del arco exterior del lado por los puntos *lrnsi*, y si se quisiesen mas puntos podrán determinarse del mismo modo que *rs*. Se concibe bien que para obtener la curva interior del mismo arco no habrá mas que levantar por los puntos *def* unas perpendiculares, que en las intersecciones de estas con las horizontales trazadas por los puntos *rns* de la curva darán los correspondientes para trazar dicho arco, y empleando el mismo procedimiento se obtendrá el de la derecha, y los puntos para trazar las curvas de la cruz de la bóveda se obtendrán en las intersecciones de las mismas horizontales con las visuales RV, SV que serán los puntos *r'n's'* &c.

La figura que nos ha servido de estudio tiene el defecto de aparecer muy violenta por estar el punto de distancia muy cerca del de vista, pero ha sido preciso ponerlo así para que la distancia A y E sea mayor y no se confundan las líneas *b'a'c'* que determinan los puntos de la curva, pues de lo contrario no se comprenderia bien: en un dibujo mayor deberá colocarse mas distante el punto D, y así presentará menos fondo y no aparecerá tan forzada la perspectiva.

Si por el punto E se dirige una línea al punto D, y por su interseccion con la degradante BV se traza una horizontal, se tendrá el plano perspectivo de otra bóveda igual que podria trazarse por el mismo procedimiento, y continuando del mismo modo se conseguiria llegar al horizonte con una galería de arcos, y se veria que al fin de esta solo quedaria un pequeño hueco en el punto de vista: esto se concebirá fácilmente, pues si colocado en un extremo de una calle de árboles de mucha longitud se fija la vista en

el extremo opuesto, se verá que los árboles aparecen mas juntos y pequeños segun se van alejando y parecen juntarse al fin en el término de nuestra vista que es el punto V, y lo mismo sucede en un salon largo, pues parece que el techo baja á reunirse con el suelo, y las paredes de los lados parecen juntarse, de modo que si hubiese uno de extremada longitud solo se veria al fin una pequeña abertura.

FIG. 19. *Perspectiva aplicada al paisaje.*

En las figuras anteriores, en que se ha representado un objeto solo en cada cuadro, hemos colocado el horizonte á cinco pies; pero no es una precision el colocarle siempre á esta altura porque varia segun la posicion del espectador, pues si suponemos á este colocado en un plano horizontal en un punto elevado sobre él, y que este punto tuviese por ejemplo una altura igual á la del hombre, se concibe bien que la altura de la vista del espectador estaria á diez pies, en cuyo caso descubriria mayor extension que si estuviese sobre el mismo plano ó terreno y los objetos los veria mas separados, pues podria descubrir el espacio entre dos objetos colocados en la direccion de una misma visual que acaso no descubriria si estuviese el punto de vista mas bajo porque se confundiria con el objeto anterior; y si estuviese sentado descubriria mucho menos, y el punto de vista estaria á dos pies y medio, porque un hombre sentado en el suelo pierde la mitad de su altura.

Cuando se quieren poner muchos objetos en un mismo cuadro, como generalmente sucede en la representacion de un paisaje, se supone colocado el espectador sobre un punto elevado, y de este modo se tiene mayor terreno perspectivo, y pueden presentarse los objetos con mayor claridad. En la fig. 19 está colocado el horizonte á quince pies, en cuyo caso se supone colocado el espectador en un punto elevado de diez pies sobre el terreno.

Para poner en perspectiva el edificio colocado á la izquierda, cuya fachada principal se dirige al punto de vista, se trazará la visual AV, y suponiendo que tenga cuarenta pies de fachada, se tomará esta dimension en

la escala formada en la línea de tierra, cuya división es de cinco en cinco pies, y se trazará por el número 40 y el punto de distancia una línea y se tendrá el punto B: el vuelo de la cornisa se fijará desde A á E, y dirigiendo una visual se tendrá el punto F; por este y por E se levantarán dos perpendiculares que determinarán la salida superior de la cornisa en los puntos *ef*, intersecciones de la visual *eV*, y del mismo modo se obtendrá la salida del balcón en los puntos *a'b'*. Para determinar los huecos de las puertas y ventanas se fijarán las dimensiones sobre la línea de tierra, y por estos puntos y el de distancia se trazarán líneas que en las intersecciones respectivas con la línea de fachada darán los puntos para levantar las perpendiculares como se hizo en la figura 17 para determinar las puertecillas: y fijando en la margen del cuadro las diferentes alturas, y observando las reglas dadas anteriormente, se determinarán las demás partes del edificio. El arco que se presenta escorzado por estar en la fachada ó superficie, que se dirige al punto de vista, se determinará fácilmente trazando un arco con un radio igual á cinco pies, que es la mitad del ancho de la puerta, haciendo centro en C y á partir de *b* que es el punto de mayor altura: fórmese el cuadrado *Cbdg*, trácese una diagonal, y por el punto de intersección de esta con el arco trácese la horizontal *no*; y por *o* diríjase una visual al punto de vista que en la intersección con la diagonal *C'g'* dará el punto *n'*; por donde pasará la curva *d'n'b'* del arco escorzado, cuya operación no es otra cosa que el estudio hecho en las figs. 8 y 9 aplicado á un plano vertical. Por este procedimiento fácilmente pueden determinarse todos los arcos de una galería dirigida al punto de vista ó de distancia; pero en el caso de tener que determinar también las curvas de las bóvedas es preferible el que se ha empleado en la figura 18.

Para representar las figuras tendremos presente que la altura del horizonte puede servir en algunos casos para determinar la de varios objetos colocados en diferentes puntos. Así si en el punto G se quiere colocar una figura humana, como ésta se encuentra en el primer plano

ó término, no habrá perdido nada de su altura; por tanto con solo tomar cinco pies sobre la escala y colocarles á partir del punto G se tendrá  $r$ , que será la altura de la figura; pero si del punto G se levanta una perpendicular hasta encontrar el horizonte, y como la altura de este es quince pies, se divide esta en tres partes iguales, y tomando una de estas partes se tendrá tambien el punto  $r$ , y de este modo se podrán colocar cuantas figuras se quieran: por ejemplo para determinar la altura de una figura en el punto S, que como está mas retirada debe ser mas pequeña, no habrá mas que hacer que levantar la perpendicular hasta el horizonte y tomar la tercera parte; y si en el punto I se quiere poner una figura sentada se tomará la sexta parte de la distancia de I al horizonte, pues que un hombre sentado en el suelo pierde la mitad de su altura. El árbol L está tambien en el primer término, y el horizonte le divide en dos partes iguales; de lo cual resulta que tiene treinta pies de alto: si se quisiese colocar otro de la misma altura que estuviese mas distante, se colocará de modo que le divida tambien el horizonte en dos partes iguales, como se ve en el que está colocado junto á la casita, y puede observarse por regla general que quando se quieren colocar varios objetos iguales en distintos puntos no hay mas que ver la relacion de posición del primero respecto del horizonte, y colocar del mismo modo los demás; porque si la primera figura, por ejemplo, toca con la cabeza al horizonte, todas las demás deben tambien tocar, suponiendo que sean de la misma altura, y si fuese una un hombre y otra un muchacho se deducirá fácilmente la altura que le corresponde, como se ha hecho con el que está sentado en el punto I; del mismo modo se podrá deducir que la altura de la casita es de quince pies, pues que el caballete del tejado toca al horizonte y está colocado sobre el mismo terreno que se supone próximamente de nivel.

En el caso de que la altura de la figura ó cualquier otro objeto no pudiera colocarse un número de veces iguales en la altura del horizonte, de lo cual resultará una fraccion que seria molesto determinarla, puede emplearse otro

método que consiste solo en colocar la altura de la figura ó del objeto en la márgen del cuadro ó en cualquier otro punto sobre la base, como por ejemplo en G; por este punto, pie de la figura, y por  $r$  que determina la altura, se dirigen visuales, las cuales formarán una escala de degradacion; y si se quisiese colocar otra figura en S se trazará una paralela á la base del cuadro, y por el punto  $s$  se levantará una perpendicular que en su interseccion con la visual superior dará el punto  $s'$  que determinará la altura, la cual se trasladará á  $r'$  trazando una paralela: este procedimiento es mas general y el mismo que se empleó para encontrar la altura del edificio en el punto  $f$ .

El horizonte se llama *visual* cuando está representado por la línea que separa el cielo del mar, como MV que es el horizonte natural; pero cuando la vista está terminada por montañas, árboles ó edificios, de modo que no se pueda ver el verdadero y se traza uno ficticio, se llama *horizonte racional* como VN; tambien se llama horizonte á la línea superior de las montañas que separa estas del cielo, pero en el dibujo se entiende siempre por horizonte una línea recta horizontal situada á la altura de la vista del espectador.

Con estos principios que llevamos expuestos tenemos suficientes para poder representar los muebles en perspectiva (que es lo que nos hemos propuesto) y determinar las partes mas principales que entran en la composicion de un paisaje: con cuyos conocimientos se podrán comprender mas fácilmente las obras especiales que tratan mas detenidamente esta materia, que no es posible presentar aquí con la extension necesaria, y que no podrian aplicarse bien sin haber estudiado antes los órdenes de arquitectura que se exponen en la siguiente lámina, aunque estos pueden delinearse antes ó despues de hacer el estudio de la perspectiva segun convenga mejor á la carrera á que se dedique el discípulo.

## ÓRDENES DE ARQUITECTURA.

### LÁMINA 4.<sup>a</sup>

SE llama *orden de arquitectura* al conjunto y disposición proporcionada de las diferentes partes que forman el ornato de los edificios. Un orden completo consta de tres partes ó miembros principales, que son: el *pedestal*, la *columna* y el *cornisamento*, y cada una de estas partes se compone de otras tres; las del pedestal son la *basa*, el *dado* y la *cornisa*; las de la columna son la *basa*, el *fuste* ó *caña* y el *capitel*; y las del cornisamento el *arquitrave*, el *friso* y la *cornisa* ó *corona*, cuyas partes es fácil conocer por los letreros que se ven en la lámina, en la cual solo están representados los cinco órdenes de la arquitectura greco-romana que comentó Vignola, por ser los que mas se usan, y se distinguen con los nombres de *toscano*, *dórico*, *jónico*, *corintio* y *compuesto*. El toscano y el compuesto los inventaron los romanos, y los otros tres los tomaron de los griegos; en todos estos órdenes la altura del pedestal es la tercera parte de la altura de la columna con basa y capitel, y la del cornisamento es la cuarta parte; así si se divide toda la altura en diez y nueve partes iguales, el pedestal tendrá cuatro, la columna doce, y el cornisamento tres; pero como por este medio solo se obtendrían las tres grandes masas ó miembros principales, es necesario formar una escala llamada de módulos, con la cual se obtienen todas las demás partes, como veremos.

#### *Trazado del pedestal toscano.*

Para poder comprender mejor los órdenes convendrá estudiar primero las tres partes principales trazando cada una separadamente en una dimension mayor que la lámina, á fin de poder representar bien todas las pequeñas

molduras que las componen; para esto se trazará una horizontal que servirá para sentar el pedestal, y en medio de esta se levantará una perpendicular  $AB$ , que servirá de eje de simetría. Hecho esto, obsérvese que el pedestal (inclusa su basa y cornisa) tiene de altura cuatro módulos y ocho partes, como se indican por los números é iniciales; la basa de la columna colocada sobre el pedestal tiene un módulo de altura, que en todo componen cinco módulos y ocho partes, y añadiendo á esto una porcion de la caña de la columna se tendrán seis módulos: así dividiendo en seis partes iguales la dimension  $AB$  que se quiera dar al dibujo, se tomará una de estas partes que será el *módulo*, el cual se dividirá en doce, que se llaman *partes de módulo*, con las cuales pueden determinarse con toda precision todos los miembros menores y molduras, dando á cada una las partes que indican los números colocados entre las paralelas, y para mayor facilidad deberán determinarse primero por grupos; así á la altura de cuatro módulos y ocho partes que es la del pedestal se trazará la horizontal  $CD$ , y sobre esta y á un módulo de distancia trácese otra paralela, y se tendrá la altura de la basa de la columna; despues se irán trazando otras paralelas á las distancias correspondientes segun indican los números: hecho esto se pasará á determinar los vuelos ó salidas que estan indicados por los números colocados al lado, cuyas dimensiones se tomarán desde el eje de simetría, para lo cual se determinará primero el ancho del dado ó neto del pedestal trazando dos verticales con una dimension de diez y seis partes y media á cada lado del eje; estas verticales determinan tambien la mayor salida de la basa de la columna, que en todos los órdenes es igual á la del neto del pedestal, y para poder trazar bien los perfiles ó contornos de las molduras convendrá tener presente las reglas dadas en la lámina 2.<sup>a</sup> parte 1.<sup>a</sup>, en la cual estan trazadas estas molduras en mayor dimension, pues como en esta son muy pequeñas no pueden estar con tanta perfeccion. Adviértase que aunque se dijo que para trazar una moldura se dividiera su ancho en cinco partes iguales, y que la una era para el

filete, se dijo tambien que esta proporcion no es siempre la misma, pues dependia de la combinacion de las molduras ó del sitio donde se colocasen, como se verá bien por el talon que sirve de cornisa al pedestal, que el filete tiene dos sextos, pues siempre que un filete corona á una ó mas molduras es mayor que cuando está colocado entre estas, y toma el nombre de *listel*; la parte P, que aparece una faja lisa, es un cuadrado que se llama *plinto*, sobre el cual asienta el toro T como se verá mejor en P' que es la proyeccion horizontal de la basa del pedestal (que deberá ponerse debajo); la altura de la basa en todos los órdenes es igual al semidiámetro inferior de la caña de la columna, el cual se toma por módulo y solo se divide en doce partes para el orden toscano y dórico, y para los demás se divide en diez y ocho como veremos.

#### CAPITEL Y CORNISAMENTO TOSCANO.

Este cornisamento tiene tres módulos y seis partes, y uno del capitel son cuatro y medio, con lo cual podrá determinarse la dimension que deba tener el dibujo y el módulo como se ha explicado, que convendrá sea de la misma magnitud que el que ha servido para trazar el pedestal, pues haciéndolo con el mismo módulo se ve mejor la relacion que tienen entre sí todas las partes de un mismo orden, aun cuando estas se estudien separadas. Trácese una vertical que será el eje de simetria y una horizontal á la parte superior, á partir de esta, y con una dimension de un módulo y cuatro partes trácese una paralela, y se tendrá el ancho de la cornisa: determínese tambien el ancho del friso, del arquitrave y capitel con las dimensiones generales que se indican por los números y las iniciales, y despues determínense las dimensiones particulares de cada moldura, por las cuales se trazarán paralelas; al tomar estas dimensiones sobre el módulo es preciso tener mucho cuidado en tomarlas con precision para que vengan bien en la medida general. Obtenidas ya todas las molduras se determinarán sus vuelos como

indican los números, fijando la mayor salida de la cornisa que es de veinte y siete partes y media á partir del eje de simetría, y á nueve partes y media de este trácese una paralela al eje, la cual determinará el macizo de la cornisa ó salida del friso E, del arquitrave F, del cuello G del capitel, y coincidirá exactamente con la parte superior H de la caña ó fuste de la columna: determinese igualmente el vuelo de las demás molduras y del capitel. Los nombres de estas partes son: *a* cuarto bocel; *b* junquillo; *c* filete; á estas dos molduras llaman tambien *bocelino*; *d* faja de la corona, que es el nombre que se da á los vuelos ó perfiles superiores; *e* filete; *f* talon; *g* listel del arquitrave, el cual se une á la faja F por una *media* caña ó caveto. La faja *b* y el listel *i* estan sobre un cuadrado que forma el *abaco* ó *cimacio* del capitel como se ve en *b'* que es su proyeccion horizontal, y las dos molduras *l*, que no son otra cosa que un bocelino, se llama tambien *astrágalo*.

Fig. 1. Trazado y proporciones de la columna.

El grueso de las columnas relativamente á su altura varía en cada orden.

La columna toscana tiene de alto siete veces su diámetro con basa y capitel, que son catorce módulos.

La dórica ocho diámetros ó diez y seis módulos.

La jónica nueve ó diez y ocho módulos.

La corintia y compuesta diez.

La columna en todos los órdenes es cilíndrica desde el filete *b* que llaman el *imoscapo* hasta la tercera parte de su altura *c*, desde donde comienza á disminuir formando una curva suave hasta el bocelino *d* que llaman tambien el *sumoscapo*. Para trazar esta curva se trazará primero el eje de simetría y se determinará la altura que deba tener la columna, y el diámetro inferior y superior segun indican los números en cada orden; á la tercera parte de su altura se trazará la horizontal *cb* y sobre esta un semicírculo, cuyo diámetro será igual al de la columna; por el punto *a*, que es el diámetro superior, trácese una paralela al

eje que encontrará al semicírculo en  $a'$ , divídase la porción de arco  $a'b$  en un número cualquiera de partes iguales, y por estos puntos de division trácense unas verticales, divídase también en el mismo número de partes la altura  $ba$  y trácense unas horizontales, y por los respectivos puntos de intersección  $1'2'3'$  pasará la curva.

### PÓRTICO TOSCANO.

Para poder determinar bien todas las partes de que consta un orden completo convendrá hacer el dibujo en una dimensión próximamente igual á cuatro veces el tamaño de la lámina, que es el que tiene un pliego de marca, y determinada que sea la dimensión del dibujo se dividirá esta en diez y nueve partes iguales; se tomarán cuatro para el pedestal, doce para la columna y tres para el cornisamento, y se tendrán las tres masas ó partes principales; para obtener las demás se tendrá presente que la columna de este orden tiene siete diámetros de altura con basa y capitel, y que el semidiámetro es el módulo que nos servirá para los detalles. También podrá hacerse sumando los módulos que tienen de altura las tres partes principales que todas componen veinte y dos módulos y dos partes, y contando con cuatro módulos mas que próximamente podrá ocupar la proyección horizontal ó planta de los pilares y pedestales, como se ve en el pórtico (fig. 2) representado en el neto del pedestal, se dividirá la magnitud del dibujo en veinte y seis partes, que serán módulos y se formará la escala: se trazará la línea de tierra  $LT$ , y en medio de esta se levantará una perpendicular que será el eje de simetría. Colóquese la altura del orden que es de veinte y dos módulos y dos partes á partir de la línea de tierra, trácense una horizontal y se tendrá la línea superior del cornisamento; trácense otras paralelas para determinar las demás partes principales: hecho esto trácense los ejes de las columnas á la distancia que se indica en la figura y que se encontrará en la tabla, y determinense el ancho de los pilares, el vuelo de la cornisa y demás en general para presentar

el todo del órden, como se ve en el dibujo, y de este modo se podrán determinar despues los miembros menores con mas facilidad.

Para determinar la planta téngase presente que pueden ponerse las columnas separadas del pilar ó muro, ó bien apegadas á este como en la figura, en cuyo caso deberá quitarse á las columnas la tercera parte de su diámetro, y no la mitad como generalmente se ve en los muebles, pues tornean una columna y la sierran á la mitad y esto es muy feo, pues si bien es económico, es contra todo principio; porque aparecen las columnas mezquinas y débiles. El ancho de los pilares en los pórticos con pedestal es de cuatro módulos, y sin pedestal tres; así que el ancho de las fajas de los arcos ó *archivoltas a* (fig. 3 y demás) es de un módulo en los pórticos con pedestal, y medio en los sin pedestal. La altura de los arcos en los dos casos es dos veces su ancho, y la curva es un semicírculo perfecto, cuyo centro está en la línea superior de la *imposta*: para el grueso de los pilares ó muros no se ha fijado dimension alguna, pues esta depende del todo del edificio.

El órden toscano, que se distingue de los demás por la sencillez en sus molduras y la robustez de sus columnas, fue inventado en la Toscana, provincia de Italia, de donde tomó el nombre; los pobladores de aquel país que habian venido de la Lidia estaban continuamente en guerra con los pueblos vecinos, por cuya razon se ocupaban mas de la seguridad en sus edificios que de su hermosura, de lo cual proviene la solidez de este órden, que es su carácter distintivo.

### ÓRDEN DÓRICO.

Este órden es el mas robusto de los tres griegos y de un carácter majestuoso: fue inventado por los doros en la Grecia, y es el mas antiguo de todos los órdenes; se distingue por los *triglifos A* que adornan el friso, estos figuran unas chapas de bronce que ponian para cubrir las cabezas de los maderos que descansaban sobre el arquitrave, en estas chapas hacian unas ranuras ó canales *a'* en chaflan,

debajo del listel del arquitrave se figuran unas gotas que indican el agua que escurre de las canales del triglifo, encima de estos se colocan los modillones B que sostienen la corona de la cornisa; estos y los triglifos deben colocarse de modo que coincidan con el medio de los ejes de las columnas y de los arcos, su ancho es de un módulo, y debe quedar entre dos triglifos un espacio cuadrado de un módulo y medio que se llama *metopa*; en las columnas se hacen veinte canales que se llaman *estrias* que terminan en arista viva.

Para trazar este orden se seguirá el método indicado en el anterior, y para trazar las aristas se trazará un semicírculo C que será la proyección horizontal de la caña de la columna, se dividirá este en diez partes iguales, como se ve en la figura, y con una de estas por radio se determinará en cada una el punto *c* que será el centro para determinar la curvatura de la estria que se verá mejor en C'.

El cuarto bocel O del capitel de este orden y del jónico y compuesto suele adornarse con unas frutas en forma de huevo colocadas en unos cascarones ó cazoletas separadas con flechas (véase lám. 2.<sup>a</sup>, parte 1.<sup>a</sup>): para determinar estos óvolos ó huevos se dividirá la proyección horizontal del cuarto bocel ú ovario (fig. 5) en tantas partes iguales como óvolos ha de contener, de modo que caiga cada uno á plomo de una estria: por los puntos de división se trazarán unos radios *fghi* &c., y estos serán los ejes de simetría de cada flecha, y en medio de estos se trazarán otros radios que serán los ejes de simetría de los óvolos como *no* &c.: para obtener la curvatura de estos se observará que como el cuarto bocel se presenta inclinado en las dos proyecciones, será preciso moverle de modo que se presente de frente; para esto por los dos extremos de la curva *ab* (fig. 4) se trazará una línea y perpendicularmente á esta las dos paralelas *ar* y *bs*: trácese paralelamente á *ab* y á cualquiera distancia de esta la línea *n'o'*, que será el eje de simetría en la nueva posición; trasládense las distancias *og*, *oi* y *nf*, *nb* á los puntos *g'i'*, *f'h'*, y se tendrán los ejes de las flechas: para dibujar estas, el óvalo y el cascaron, según se ve en la figura, en la cual está representado

de frente para trasladarlo á la fig. 5, que se hará fácilmente si se divide la curva *ab* en un número de partes iguales, y por los puntos de division *cde* se traza unas horizontales, y por estos mismos puntos unas paralelas á la línea *ar*, sobre las cuales se tomarán las distancias desde el eje *o'n'* á los diferentes puntos de las curvas del cascaron y demás, y se trasladarán á la fig. 5 sobre los círculos correspondientes *c'e'd'* para poder dibujar los óvalos en proyeccion horizontal, y trasladarlos despues á la vertical (fig. 4) segun se van presentando en escorzo, como se ve mejor por el eje *m't'u'*, pues segun se van separando del centro se presentan mas estrechos y escorzados (1).

Para representar un pórtico se seguirá el método aplicado en el órden toscano, y las dimensiones de estos se encontrarán en la tabla, así como las de los *intercolumnios*, que son los espacios que se dejan entre las columnas que no llevan arcos. Los pilares en los pórticos con pedestal tienen cinco módulos de ancho con el objeto de que venga bien la division de los triglifos y de las metopas.

### ÓRDEN JÓNICO.

Este órden tomó el nombre de Jonio, caudillo de una colonia ateniense que pasó al Asia, y le compuso y empleó en varios templos que edificó en Jonia. Es mas delicado y elegante que el dórico; su módulo se divide en diez y ocho partes. La cornisa es muy graciosa, tanto por sus perfiles quanto por los denticulos A que la adornan, los cuales dejan un espacio entre sí de dos partes, que es la mitad de su ancho, y deben colocarse de modo que caiga uno en medio del eje de la columna y de

(1) Como el pequeño tamaño de las figuras no permite indicar sino los puntos mas principales de esta operacion, convenirá que los profesores presentem á los discípulos un dibujo en mayor escala para facilitarles este estudio, que no deja de ofrecer alguna dificultad á los principiantes, y lo mismo deberá hacerse con los capiteles jónico, corintio y compuesto.

los arcos. El capítulo tiene dos volutas en forma de espiral que parten de un círculo, cuyo centro está en la intersección de la horizontal C trazada á doce partes debajo de la línea superior del cimacio y de la vertical B trazada á diez y ocho del eje, de modo que de centro á centro de los ojos de las volutas hay dos módulos. Para trazarlas se describirá primero un círculo con una parte por radio, que será el ojo, y en él se inscribirá un cuadrado, que le servirán de diagonales las líneas C y B, como se ve (fig. 6); los lados de este cuadrado se dividirán en dos partes iguales, y se colocarán los números 1, 2, 3, 4, que servirán para trazar la primera vuelta ó espira; para esto se hará centro en 1, y con la distancia 1 D (fig. 7) por radio se describirá el arco de círculo D 1', se mudará el centro al 2, y con 2 1' por radio se describirá 1' 2', y así sucesivamente se concluirá la primera vuelta ó espira que terminará en el núm. 4; como la voluta tiene tres espiras se dividirán las distancias desde 1 hasta c, desde 2 hasta c &c. en tres partes iguales, como se verá mejor en la fig. 6, y los números 5, 6, 7, 8, servirán de centros para la segunda espira que terminará en 8' (fig. 7), y los 10, 11 y 12 para la tercera que concluirá en 12', y se tendrá el contorno exterior de la voluta.

Para trazar el interior que forma el listel ó flete, que es el tercio de la faja de la voluta, y debe conservarsele esta proporción hasta llegar al ojo, se dividirán las distancias del 1 al 5, del 2 al 6 &c. (fig. 6) en cuatro partes iguales, y se tendrán los números 13, 14, 15, 16 y así sucesivamente, que servirán de centros para trazar el listel, y se tendrá concluida la voluta por un procedimiento inverso del que se indicó en la fig. 32 parte 1.<sup>a</sup>, pues allí empezaba la voluta á arrancar desde el centro, que es en donde aquí termina; porque en la arquitectura se consideran formadas las volutas por una chapa de plomo ú otra materia colocada sobre la cabeza de la columna, cuyas orillas se enrollan hácia adentro. La parte exterior de la voluta se adorna con hojas largas, como se ve en B', en el cuarto bocel se ponen óvolos, y en el bocelino se ponen perlas redondas interpoladas con otras largas, y estas deben

caer una debajo de cada óvulo, y las redondas en el espacio de la flecha; tambien se hace uso en este orden de un capitel llamado jónico moderno que tiene cuatro volutas colocadas á los ángulos como el compuesto, y de estas salen unos festones de flores que hacen muy buen efecto, como puede verse en el real palacio de Madrid: á la columna la hacen veinte y cuatro estrias, cuya curvatura es un semicírculo; estas estan separadas por una entrecalle ó listel, y lo mismo se observará en el corintio y compuesto, pues solo terminan en arista viva en el dórico.

La basa que está representada con el pedestal jónico se llama *ática*: es la mas graciosa de todas, y la que se emplea generalmente en este orden en lugar de la suya que es de mal gusto y muy recargada de molduras: tambien la emplean en el corintio y compuesto por mas sencilla; se compone de dos toros y una escocia *a* con dos filetes; en este orden y en los dos siguientes el filete *b* del imoscapo no está comprendido en el módulo de la basa, como se ve bien en el dibujo.

### ÓRDEN CORINTIO.

A este orden, cuyo carácter distintivo es la riqueza, se le engalana con varios adornos que se hacen en las molduras, como hojas de acanto, de agua, perlas, óvulos y otros follajes, que hemos visto en la lám. 2.<sup>a</sup>, parte 1.<sup>a</sup>: los modillones de la cornisa tambien estan adornados de una hoja de acanto que hace muy buen efecto; el capitel, mas alto que en los otros órdenes, es una porcion de cilindro, al cual llaman *vaso ó tambor*, adornado de hojas de acanto ó de olivo, y de en medio de estas salen unos vástagos arrollados en espiral que forman las volutas y caulículos. Vitrubio atribuye la invencion de este capitel á *Calímaco*, escultor en Corintio, de donde tomó el nombre.

Para trazar este capitel se trazarán dos líneas perpendiculares entre sí *4e* y *df*, y en su interseccion *C* se hará centro, y con un radio de dos módulos se describirán sobre estas líneas unas porciones de círculo que serán los extremos del cimacio, que tendrá de ancho cuatro

partes desde *a* hasta *b*, con la distancia *ed* por radio y desde estos puntos se trazarán dos arcos de círculos, y en su interseccion *c* se tendrá el centro para trazar la curva *bd* del cimacio y las demás que forman las molduras que le componen; para obtener las hojas se trazarán en la proyeccion horizontal dos círculos con la dimension que indiquen los números, y estos determinarán la salida de las hojas mayores y menores: divídanse estos círculos en diez y seis partes iguales, y por estos puntos se trazan unos radios que serán los ejes de simetría de las hojas, sobre los cuales se dibujará primero el nervio principal, y se contorneará para levantarlas despues á la proyeccion vertical como se ve en el dibujo. Para trazar las volutas obsérvese que como estas se presentan en la proyeccion vertical algo inclinadas por la curvatura del abaco, convendrá proyectarlas primero horizontalmente y elevarlas despues, y lo mismo se hará con los caulículos: en el abaco tiene un florón *A* que suele ser una hortensia ó margarita, esta ocupa además del abaco el labio del tambor (1). El pedestal de este órden, para ser la tercera parte de la columna, debe tener solo seis módulos y dos tercios; pero algunos le dan hasta siete módulos porque suponen que así hace mas esbelto.

### ÓRDEN COMPUESTO.

Este órden lo compusieron los romanos: es una mezcla del jónico y corintio, y sus proporciones generales son las mismas que en el corintio. El capitel no tiene caulículos, las volutas son mayores, y tiene el ovario y las perlas como el jónico; para trazarle se seguirá el mismo método que en el anterior.

(1) Este capitel se encontrará en mayor tamaño en la 2.<sup>a</sup> lámina de la 3.<sup>a</sup> parte, y se verán mejor todas las partes de que consta.

TABLA DE LAS MEDIDAS DE LOS INTERCOLUMNIOS  
Y DE LOS PÓRTICOS.

	TOSCANO.	DÓRICO.	JÓNICO.	CORINTIO Y COMP. 10
Intercolumnios de eje á eje. . . . .	$6\frac{2}{3}$ mód.s	$7\frac{1}{2}$ mód.s	$6\frac{1}{2}$ mód.s	$6\frac{2}{3}$ mód.s
SIN PEDESTAL.				
Pórticos de eje á eje. . . . .	$9\frac{1}{2}$ mód.s	10 mód.s	$11\frac{1}{2}$ mód	12 mód.s
Distancia de la imposta al arquitrave. . . . .	$4\frac{1}{2}$ mód.s	$5\frac{1}{2}$ mód.s	$5\frac{1}{2}$ mód.s	$6\frac{1}{2}$ mód.s
Vano de los arcos. . . . .	$6\frac{1}{2}$ por 13	7 por 14	$8\frac{1}{2}$ por 17	9 por 18
CON PEDESTAL.				
Pórticos de eje á eje. . . . .	$12\frac{3}{4}$ mód.	15 mód.s	15 mód.s	16 mód.s
Distancia de la imposta al arquitrave. . . . .	$5\frac{1}{2}$ mód.s	$6\frac{1}{2}$ mód.s	$7\frac{1}{2}$ mód.s	8 mód.s
Vano de los arcos. . . . .	$8\frac{3}{4}$ por $17\frac{1}{2}$	10 por 20	11 por 22	12 por 25

*El arco corintio y compuesto con pedestal tienen de alto algo mas que el doble de su ancho porque de este modo hace mas esbelto, y tambien porque suelen dar mas altura al pedestal que el tercio de la columna.*

*Aplicacion de los órdenes de arquitectura para decorar los muebles.*

Los órdenes de arquitectura que llevamos descriptos son sin duda alguna el mas bello adorno para los muebles y edificios; pero no siempre pueden emplearse completos porque si se quisiese decorar un armario (por ejemplo) como este es un mueble para colocar objetos dentro, y lo que se desea es la mayor capacidad posible en la menor extension, es claro que solo el cornisamento haria perder una gran parte de la altura, pues aunque pudiera ponerse un cajon, como hacen algunos, es de muy mal uso porque está muy alto, y porque además ó se cortan todas las molduras con

la delantera de éste, dejando en las juntas de los lados unas aberturas muy desagradables á la vista, ó para evitar este defecto dejan el cierre del cajon en los ángulos ó ingleses de las molduras, que tambien es muy perjudicial porque padecen mucho estas y se saltan fácilmente; por lo tanto, para evitar estos inconvenientes, convendrá tomar del cornisamento solamente la parte superior, que se llama la cornisa, y suprimir el friso y arquitrave.

La cornisa mas á propósito para el efecto es la jónica, porque además de perfilar muy bien es muy bella, y cuando no conviniese que fuese tan rica en molduras puede ponerse la toscana: estas dos cornisas tienen la ventaja de coronar muy bien un mueble porque tienen poco vuelo, pues este es próximamente igual á su altura. Esta clase de cornisas no se deben emplear con columnas ni pilastras porque hace muy mal efecto cuando carga inmediatamente la moldura inferior de una cornisa sobre el ábaco del capitel; en este caso se suprime el cimacio ó moldura superior del arquitrave y se une este á la moldura inferior de la cornisa y se tendrá una *cornisa arquitravada*, que es el nombre que se da á los cornisamentos cuando se les suprime el friso y se une el arquitrave á la cornisa, y en general se llaman *mutiladas* siempre que no sea un cornisamento completo.

Las columnas en un armario y otros muebles presentan el inconveniente de aumentar demasiado la salida sin ofrecer mas fondo útil, y esta es la razon que han tenido para poner medias columnas, que es contra toda regla como ya se ha dicho; por tanto no deben ponerse columnas ni pilastras en esta clase de muebles no llevando un cuerpo inferior resaltado que sirviendo de basamento al cuerpo superior del armario sirva tambien para asentar las columnas, pues estas no deben llegar al suelo, ni mucho menos ponerlas sobre pedestales aislados; tal es la regla que se debe observar en la estantería de una tienda, de una biblioteca &c.

Para determinar el ancho de estas cornisas se dividirá la altura del armario ó de la pared, si se corriese en una sala, en veinte partes iguales, y se tomará una para la

cornisa si fuese sencilla; pero si fuese arquitravada se dará lo menos una quinzava parte en el caso que sea sola, porque si se pone con columnas convendrá arreglarse á las proporciones del orden á que pertenezca.

Los huecos de las puertas y ventanas, y las delanteras de las tiendas, se guarnecen con unas fajas combinadas con varias molduras que llaman *jambas*, que no es otra cosa que la archivolta de un orden puesto en línea recta, el ancho de estas jambas debe ser la sexta parte del hueco que guarnece, y su grueso ó salida un sexto de su ancho.

Siempre que se quiera hacer uso de algun miembro de los órdenes de arquitectura para adornar un mueble ú otro objeto es preciso tener presente que no se deben prodigar mucho las molduras de modo que formen masas ridículas y pesadas á la vista; se deben usar con mucha circunspeccion para no recargar los muebles demasiado. Es necesario colocar las molduras en pequeños grupos de modo que la vista pueda distinguir las fácilmente, teniendo cuidado de combinar las mas pequeñas con las mas voluminosas, y las partes rectas y filetes á fin de que resalten unas de otras, observando siempre las leyes de sencillez y variedad; reglas sobre que se funda el arte de decorar los muebles y monumentos, pero desgraciadamente se observa todo lo contrario en los principiantes que solo han aprendido el dibujo de los órdenes, pues creyendo que donde no hay un orden completo no hay arquitectura, los quieren poner en todas sus obras, y cometen mil absurdos.

#### *Origen de los diferentes géneros de arquitectura.*

Se llama *arquitectura* en general al arte de construir los edificios, y segun la clase y objeto de estos se divide en varias especies, que se designan con los nombres siguientes: *arquitectura civil, militar y naval*; y cuando las construcciones se hacen en el agua, como puentes, canales, puertos &c., se llama *arquitectura hidráulica*.

La arquitectura civil tiene por objeto la construcción de los edificios públicos y particulares, como son las iglesias, los teatros, los palacios, las casas particulares y otros

mónumentos, y los que dirigen estas obras se llaman *arquitectos civiles*, y hacen sus estudios en la Academia llamada de nobles artes; y á los que además de construir estos edificios se dedican tambien á la construcción de puentes, canales y otras obras hidráulicas se llaman *ingenieros civiles*, y hacen sus estudios en la Escuela especial de caminos, canales y puertos.

La arquitectura militar tiene por objeto la construcción de las obras que sirven para la fortificación de las plazas, como castillos, murallas &c., y á los que se dedican á estas se les distingue con el nombre de *ingenieros militares*; y por arquitectura naval se entiende la construcción de navíos y demás embarcaciones.

Hay tambien otra clase de ingenieros llamados de minas, cuyo objeto es la dirección de los trabajos necesarios para la extracción de los minerales: estos necesitan conocer la construcción y levantamiento de planos como los demás ingenieros y arquitectos, por cuya razón principian unos y otros sus estudios por las matemáticas y la delineación como base fundamental.

El origen de la arquitectura ó arte de construcción se confunde con el del hombre, pues despues de atender este á su alimento como primera necesidad, trataria de proporcionarse un abrigo para libertarse de la intemperie de las estaciones y defenderse de los animales feroces, sirviéndose para esto de los huecos de los árboles y de las cavidades de las peñas, ó bien formando cabañas con los arbustos ó ramas que pudiese arrancar con sus manos, pues careceria de otros útiles, las cuales acabaria de cerrar con tierra, paja, y las piedras pequeñas que la naturaleza le ofreciese, como vemos todavía en las chozas de nuestros pastores: mas adelante, y segun se fueron aumentando las familias, se vieron precisados á procurarse habitaciones mas cómodas para vivir separados; así es que el genio de la arquitectura se ha ido desplegando segun las necesidades, y en proporción que el hombre ha ido entrando en la civilización. Los hijos construian sus habitaciones cerca de las de sus padres, é igualmente los parientes, y este fue el principio de los lugares, ciudades y demás grandes

poblaciones: con el tiempo se fueron aumentando demasiado las familias, y se vieron precisados á dispersarse para encontrar nuevas tierras que cultivar, y de este modo se fue poblando todo el mundo.

Repartidos los hombres en familias por las diferentes partes del globo, y á largas distancias unas de otras, variarían bien pronto en costumbres, para lo cual influiría mucho el clima y los alimentos, y por consiguiente en el modo y forma de construir sus habitaciones, acomodándolas á sus necesidades, á los recursos que les ofreciese el terreno, y á sus leyes y religion, lo cual dió lugar á diferentes géneros de arquitectura, que tomó el nombre de las naciones que los inventaron.

Fácil es concebir que en España sucedería en el primer tiempo lo mismo que en las demás naciones: los primeros moradores habitaron en chozas ó cabañas mas ó menos cómodas que sucesivamente irían mejorando; entre las diversas naciones que vinieron á establecerse en España, los primeros que construyeron algun edificio notable, segun cuentan los historiadores, fueron los fenicios, estos construyeron un templo que dedicaron á Hércules y otro á Diana: despues los cartagineses construyeron en varias ciudades palacios y fortalezas y un magnífico templo en Cádiz que dedicaron tambien á Hércules por el que habian destruido á los fenicios en Medina-Sidonia: mas adelante los romanos conquistaron á España y construyeron muchos y grandiosos edificios con solidez y buenas reglas que habian aprendido de los griegos, por lo cual se llama á este género de arquitectura greco-romana, cuyo adorno principal consistia en las esbeltas columnas que sostienen el bellissimo cornisamento y sus arcos semicirculares, como se ve en la lámina 4.<sup>a</sup>, cuyo buen gusto y reglas tomaron los españoles, que bien pronto se igualaron á los romanos en el arte de construir. Entre unos y otros construyeron en aquella época, que fue de mas de doscientos años, muchos y suntuosos edificios, como lo prueban bien algunos que aun se conservan en buen estado, y las muchas ruinas y vestigios que se encuentran por toda España, como puede verse en la obra titulada

*Sumario de las antigüedades romanas de España por D. Juan Agustín Cean Bermúdez*, obra muy interesante, y que hace mucho honor á su autor.

La venida de los vándalos y de otros bárbaros que inundaron la España á principio del siglo V no solo paralizó los progresos de la arquitectura greco-romana, sino que destruyeron casi todas las obras; y aunque los godos, que arrojaron á estas naciones, construyeron algunos edificios, fue con los fragmentos de los romanos que colocaban sobre paredes de tierra toscamente construidas, pues ocupados continuamente en la guerra desconocian la arquitectura, y en los edificios que construyeron empleaban por lo general arcos rebajados de formas muy variadas; así que este género es muy diferente del que por equivocacion se le da el nombre de arquitectura gótica como veremos.

Los árabes, que vinieron á España en 713, arruinaron la mayor parte de los edificios que habian construido los godos en las continuas guerras que tuvieron con estos, y particularmente los templos como enemigos que eran de la religion cristiana; pero apoderados al fin de la mayor parte de la nacion se dedicaron á construir toda clase de edificios, y como muy instruidos en las matemáticas y demás ciencias formaron un nuevo género de arquitectura, que, aunque en nada se parecía á la greco-romana, no carecia de solidez, buen gusto é inteligencia: los arcos principales eran en forma de herradura ó media luna como símbolo de este planeta á quien ellos tenian mucha devocion; tambien hacian uso de los arcos puntiagudos que habian tomado de los egipcios, los cuales arrancaban de unas columnas largas y delgadas con cortos capiteles muy adornados de follajes que servian de imposta á los arcos; no usaban pedestales, y los cornisamentos no eran por lo general muy anchos; el friso era espacioso y se unia con una media caña ó escocia á la cornisa ó corona que constaba de pocas molduras: en los frisos, que llamaban almózarabes ó ajaracas, ponian muchos y graciosos adornos de grecas, cintas, letras y flores, moldados en yeso ó estuco y concluidos á hierro: no usaban en sus adornos ninguna figura humana ni de

animales porque les estaba prohibido por su religion. Los salones eran altos y cuadrados generalmente, tenian pocas ventanas y colocadas á mucha altura, sin duda para que no pudiesen asomarse sus mujeres por la costumbre que tenian de no dejarlas ver: en medio de cada ventana ponian una columnita, y dos ó mas á los lados para sostener unos pequeños arcos puntiagudos muy adornados, y en los espacios que quedaban entre estos y el arco principal que forma el hueco de la ventana ó ajimez hacian muchos y muy vistosos calados.

Los techos de los salones eran de maderas odoríferas, como el cedro y otras; formaban un artesonado con primorosos adornos, cuyos fondos ó centros pintaban de oro y azul oriental tan permanente que aun se conserva este color en muy buen estado como se ve en algunos edificios: las puertas tenian á la parte superior la misma forma que el hueco ó arco, y estaban primorosamente ensambladas; tenian muchos adornos de poco relieve en los tableros ó entrepaños, y por lo general un pequeño postigo en cada hoja; usaban mucho de los azulejos en forma de triángulos de color azul oriental, con los cuales formaban zócalos muy vistosos en la parte baja de las paredes, y fajas y otros adornos en los suelos, cuyo uso es muy frecuente aun en el reino de Valencia.

Muchos fueron los edificios que construyeron los árabes durante su larga dominacion, de los cuales fueron arruinados algunos en las continuadas guerras que los hicieron los cristianos hasta que los arrojaron de España: en donde se conservan mas edificios árabes es en Granada; *la Alhambra* que se concluyó en 1346, el Generalife y otros monumentos y casas particulares marcan bien este género de arquitectura, que en nada se parece á los demás. El Alcázar de Segovia pertenece tambien á esta arquitectura, y otros edificios de esta ciudad, en los cuales se encuentran muchas preciosidades artísticas del gusto árabe que D. José María Abrial, profesor de perspectiva, bien conocido por sus obras, ha estudiado detenidamente y dibujado con mucha precision, recopilando además todas las noticias que ha podido adquirir relativas á su historia y

construccion que se hallaban diseminadas en los diferentes archivos tanto del Gobierno como de los conventos y particulares; estos importantes trabajos que he tenido el gusto de ver seria de gran utilidad que se publicasen; pero el excesivo coste del litografiado de las láminas hace que sea una empresa demasiado difícil para un particular, por lo cual, á pesar de los buenos deseos de su comentador, carecerán por ahora los artistas de tan preciosos documentos. De los arquitectos árabes aprendieron los mozárabes, que eran los cristianos sometidos á los moros; pero como tenían diferente religion variaron los adornos, introduciendo en ella la figura humana y de animales, y como este género de dibujo estaba abandonado eran las figuras imperfectas y de mal gusto, colocaban unas vigas en los frisos de las cornisas debajo del arranque de los arcos de los techos que atravesaban los edificios y se componian de varias piezas muy bien ensambladas que formaban cuadrados, rombos y otras figuras geométricas, cuya costumbre duró muchos años como puede verse aun por un libro que existe en la biblioteca nacional de Madrid con el título de *Compendio del arte de carpinteria*, publicado en Sevilla en el año de 1632 por Diego Lopez de Arenas, en el cual da reglas y medidas para trazar los techos y alfardas y algunos dibujos, aunque muy confusos por el mal grabado; y aun en Valencia de D. Juan, inmediato á Leon, he visto en 1840 parte del techo de una iglesia de esta construccion, y se encuentran otras varias en aquellas inmediaciones. En Segovia el techo de la iglesia del convento de las monjas de S. Antonio el Real es la mitad de este género, y la otra mitad mas moderna; y en Sevilla y Toledo son muy comunes estos techos: quitaron tambien los arcos de herradura y los que usaban eran puntiagudos que arrancaban de unos grupos de columnas muy delgadas arrimadas á la pared ó pilar, y de este modo variaron el carácter de la arquitectura árabe y degeneró en otra que duró mas de tres siglos, á la cual dieron varios nombres. Por otra parte los asturianos, leoneses y castellanos, que ocupados continuamente en hacer la guerra á los moros habian progresado muy

poco en este arte, seguian sus costumbres, y los pocos edificios que construyeron eran oscuros y grosos con mezcla del romano y godo; pero libres ya de sus enemigos, construyeron otros con mas inteligencia y gusto, aunque de arquitectura fuerte y sencilla, y la llamaron gótico-moderna para distinguirla de la otra anterior, la cual continuó hasta el siglo X. Los que mas contribuyeron á variar completamente el carácter de la arquitectura fueron los cruzados que volvieron de la Tierra Santa; estos introdujeron la forma de cruz que se advierte en las plantas de las iglesias, y el uso de las máquinas y otros aparatos de guerra en los adornos: adornaban los machones ó pilares principales con columnillas muy delgadas, imitando los vástagos de las palmas de Palestina, que subian unidos hasta el arranque de las bóvedas, por las cuales se extendian simétricamente para reunirse en el centro en un florón ó remate calado con vistosos adornos: por los muchos calados y adornos que usaban, imitando los penachos y crestas de las aves, llamaron tambien á este género *obra de crestería, y gótico-germánica* porque estaba muy en uso en aquel tiempo en la Germania. A este género de arquitectura pertenece la catedral de Leon que se principió en 1199, segun dice la España sagrada, la de Búrgos en 1221, la de Toledo en 1226, la de Sevilla en 1405, y otras que pudieran citarse, cuyos adornos de filigrana y vidrieras de labor con diferentes colores manifiestan el gusto y delicadeza de aquella época. La grande elevacion de las bóvedas que hacen tan majestuosos estos templos, la ligereza y atrevimiento con que estan contruidos, y la solidez tan demostrada por el tiempo que ha trascurrido desde su construccion hasta el dia en que admiramos aun estos edificios prueban bien que los arquitectos gótico-germánicos no desconocian el arte de construir, si bien en sus adornos se entregaban á la variedad y al capricho.

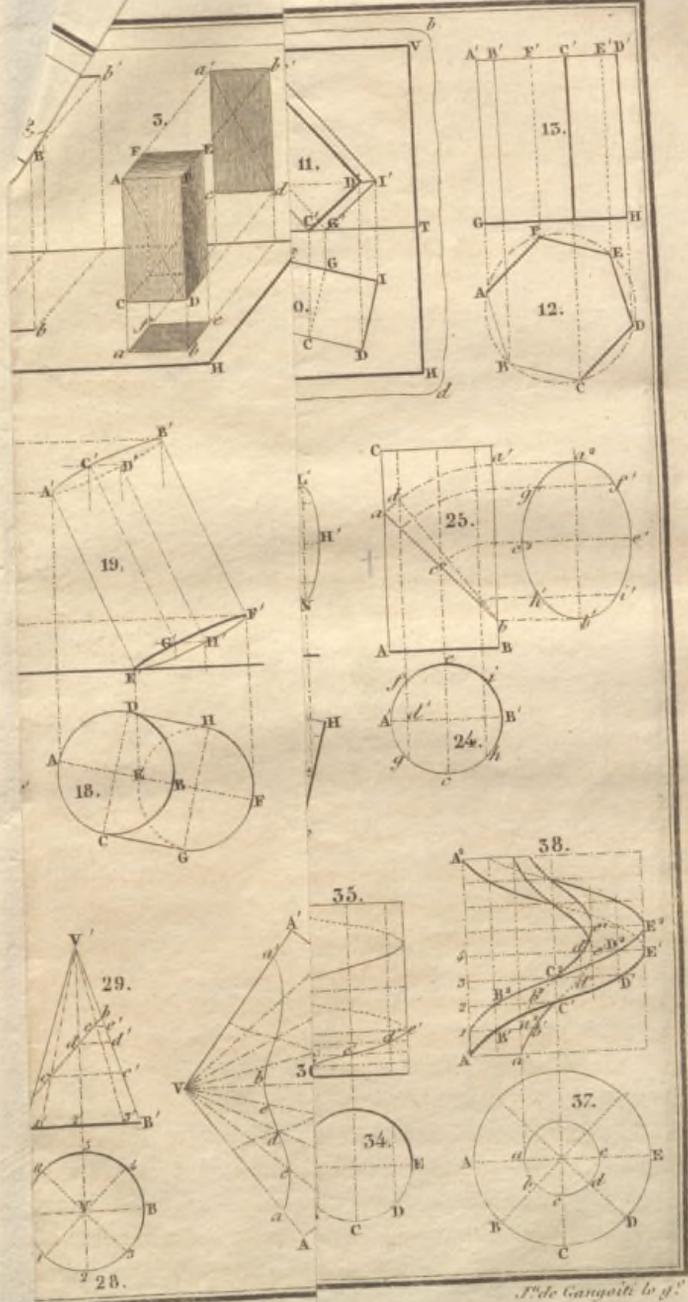
Estuvo en uso la arquitectura gótico-germánica hasta que en 1504 construyó Enrique Egas el colegio mayor de Sta. Cruz de Valladolid y el hospital de expósitos de Toledo, en cuyos edificios se advierte una mezcla de gótico

y greco-romano. Con este motivo volvió á ponerse en uso la arquitectura greco-romana, á lo cual contribuyó mucho un libro titulado *Medidas del romano* que compuso D. Diego de Sagredo, y se imprimió en Toledo el año 1526, del cual existe aun un ejemplar en la biblioteca nacional, en cuyas láminas se ven los órdenes greco-romanos descritos con poco gusto y malas proporciones, con pedestales muy bajos y adornos ridículos, los cuales adoptaron los plateros para las custodias y demás ornamentos sagrados, por lo cual la llamaron *arquitectura plateresca*: el primer platero que la usó fue Antonio Arfe en la custodia que hizo para Santiago, en la de Medina, en la de Rioseco y en las andas para la custodia de Leon que habia hecho su padre Enrique al gusto gótico, así como la de Toledo y otras varias. Juan de Arfe y Villafañe, arquitecto y escultor en oro y plata, que aventajó mucho á su padre y á su abuelo Enrique y Antonio Arfe, mejoró mucho este género de arquitectura, como puede verse en su libro de la *Varia comensuracion*, que se publicó por primera vez en Sevilla en 1585, el cual ha sido reimpreso en Madrid en 1806, de que ya hablé en la 1.<sup>a</sup> parte de esta obra al tratar del dibujo de la figura, y por las muchas obras de plata y oro que construyó, como las custodias de la catedral de Ávila, las de Osma, Valladolid y Sevilla, que él mismo describió en su libro. Entre los primeros arquitectos que la adoptaron en sus obras de cantería fue Pedro Machuca en el palacio que de orden de Carlos V se empezó á construir en la *Alhambra* de Granada en 1527, en que puede decirse comenzó la época de la restauracion de la arquitectura greco-romana, la cual no llegó á su pureza hasta el 1563 en que Juan Bautista de Toledo trazó el suntuoso monasterio de san Lorenzo del Escorial, que concluyó su discípulo Juan de Herrera con grande aumento y mejoras; y el rey Felipe II dio una orden para que no se construyese ningun edificio público en España sin que Herrera aprobase los planos, por cuyo medio se logró volviere al grado de perfeccion que tenia en tiempo de los romanos, y continuó hasta mediados del siglo XVII en que comenzó á decaer por la extravagancia de los arquitectos que, queriendo

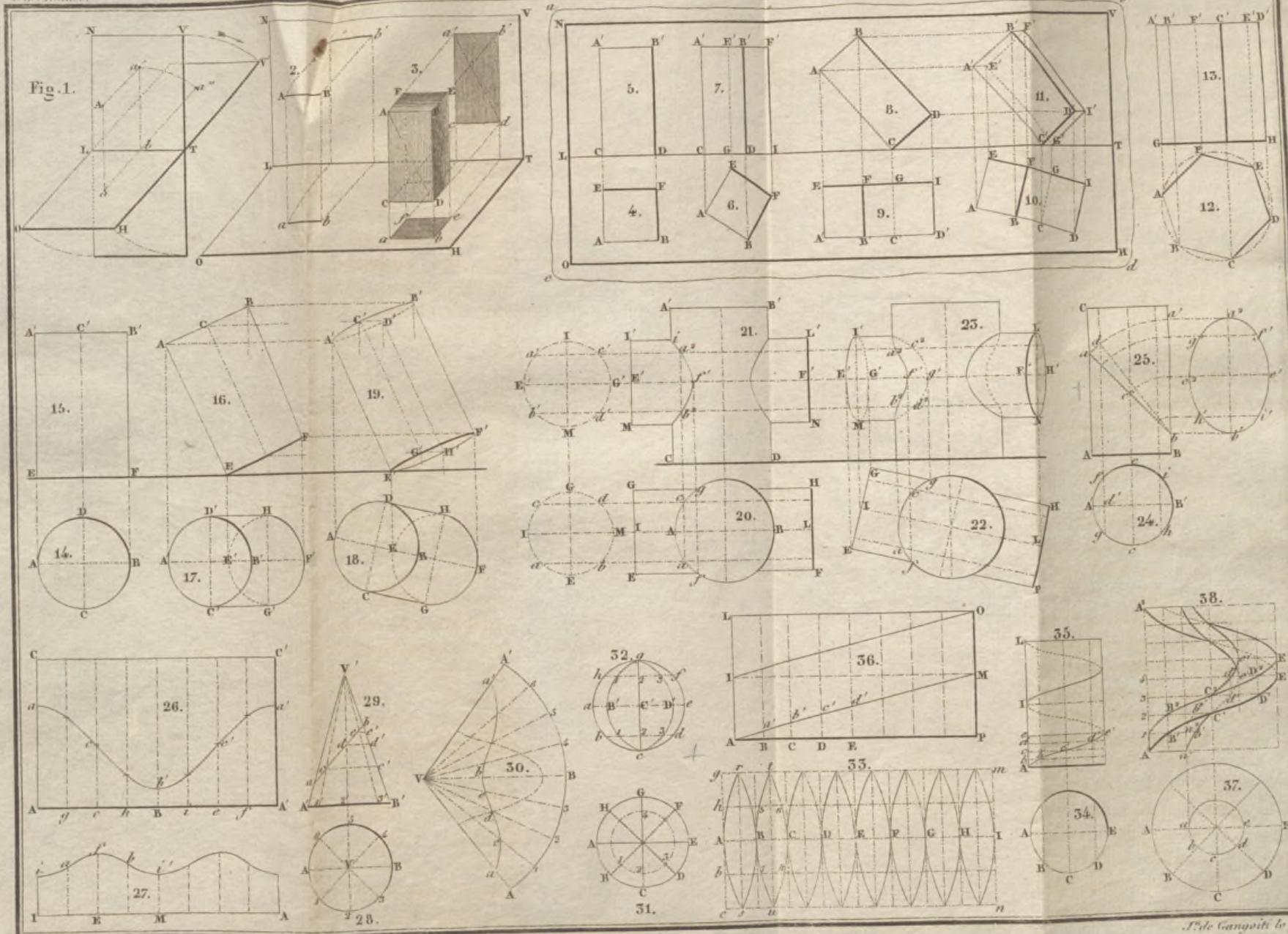
engalanarla con medallones, repisas y ridículos follajes, la quitaron otra vez las bellas formas y proporciones que habia vuelto á adquirir en tiempo de Toledo y Herrera, y llegó á tal grado su deformidad como puede verse por la detestable fachada del cuartel de Guardias de Corps de esta corte, la del Hospicio, Sto. Tomas con la escalera principal del convento y patio, la de S. Cayetano y otras varias de aquel tiempo que pertenecen á la arquitectura churrigueresca, llamada así porque la introdujo del extranjero un arquitecto nombrado José Churriguera, que construyó varias obras y trazó muchos retablos, de los cuales por fortuna se han quemado algunos en la época actual: este murió en 1725 y dejó dos hijos, que continuaron la obra de Sto. Tomas y la propagacion de la extravagante doctrina de su padre, la que continuó hasta que en el reinado de Felipe V, habiendo concebido este señor la idea de edificar un suntuoso palacio, mandó hacer los planos á D. Felipe Juvara, que era considerado en aquel tiempo por el mas célebre arquitecto de Europa, y por muerte de este continuó D. Juan Bautista Sachetti dirigiendo la ejecucion del modelo que existe hoy en el museo topográfico, el cual no se siguió, y se encargó al mismo Sachetti el proyecto del actual palacio, en cuyos trabajos se ocuparon varios profesores, entre los cuales se distinguió D. Ventura Rodriguez, que asistió á colocar la primera piedra de dicha obra que se empezó en 1737. En este tiempo y por mandado de Felipe V se formó en Madrid una junta que estableció la escuela pública de arquitectura como preparatoria de la real Academia de nobles artes que el mismo mandó formar, y que su hijo Fernando VI estableció con el título de S. Fernando, y con el tiempo se fueron estableciendo otras en las principales capitales de provincia, como la de la purísima Concepcion en Valladolid, y otras varias. Como fueron muchos los profesores que trabajaron en la obra del real palacio, y muchos tambien los discípulos que concurrieron á la Academia, bien pronto comenzó á renacer el buen gusto, y cuando mas progresó la arquitectura fue en el reinado de Carlos III, como lo acreditan bien las muchas

obras que hizo construir, en las cuales se lee su auguste nombre. Este dió una real órden para que no se construyese ninguna obra pública sin que la Academia aprobase los planos, con lo cual se acabó de desterrar el mal gusto; tambien pensionó algunos de los jóvenes que mas sobresalian por sus progresos en el estudio de las bellas artes para que fuesen á perfeccionarse á Italia. Su hijo Carlos IV, deseando imitar á su padre, hizo construir varias obras que confió al célebre arquitecto D. Juan de Villanueva, que por sus muchos conocimientos mereció el aprecio de los reyes Carlos III y Carlos IV, y de quien el señor Cean Bermudez dice en su interesante obra: "*Muy pocos arquitectos españoles, así antiguos como modernos, se igualaron á D. Juan de Villanueva en genio artístico, inteligencia en su arte, y en el delicado gusto en el ornamento:*" lo cual prueban bien sus muchas obras, y entre ellas la que le immortaliza es la del museo de pinturas situado en el paseo del Prado de Madrid, que inventó, trazó, y principió su construccion de órden de Carlos III en 1785, y continuó de órden de Carlos IV: estuvo pensionado en Roma siete años para perfeccionarse en las bellas artes, fue nombrado director general de la Academia y arquitecto mayor de Madrid, le confirieron los honores de comisario ordenador, y despues intendente de provincia. Nació en Madrid de familia artística, su padre, llamado tambien D. Juan, fue un célebre escultor, el cual trabajó mucho para que se estableciese la Academia, y fue de los primeros directores de los estudios que puso la junta preparatoria y despues de la Academia, á los cuales hizo asistir á sus dos hijos; D. Diego, que era el mayor, trabajó en la obra del real palacio de Madrid con el destino de delineador bajo la direccion de Sachetti, fue nombrado director de arquitectura en la real Academia en 1756, y de perspectiva en 1772; y D. Juan, que fue el menor, y de quien se ha hablado primero, hizo sus estudios bajo la direccion de su padre y hermano, á quienes aventajó muchísimo, murió en Madrid en 1811 á los setenta y un años de edad; y puede decirse que desde ese tiempo, si no ha decaido la arquitectura, tampoco ha progresado, no por

falta de buenos arquitectos, sino porque con las continuas disensiones políticas no se han construido edificios notables, en los cuales hayan podido desplegar sus conocimientos, pues ha estado limitada la construcción á casas particulares edificadas por especulación, en las cuales ha tenido poco lugar el ornato; pero desgraciadamente se va introduciendo un nuevo género de arquitectura en los adornos interiores de las habitaciones, en las tiendas y fachadas de estas, y aun en los muebles, á la cual llaman gótica ó de la edad media, y que no es otra cosa que una mezcla ridícula hecha por quien no conoce ningun género de arquitectura; en algunos, no obstante, se encuentra buen gusto y corrección en los adornos, merced á que han sido ejecutados por algunos de los buenos tallistas que aun tenemos, pero hay otras que deberían quemarse; y en donde se advierten mas extravagancias es en los muebles, pues queriendo adornarlos sin conocer el dibujo, meten la gubia en la madera y hacen unos surcos, á los cuales llaman adornos; por lo tanto encargo mucho á los artesanos que para no caer en semejantes defectos estudien bien el adorno y las reglas de los cinco órdenes de arquitectura, seguros que con estos elementos, aun cuando quieran separarse de ellas, no irán tan desacertados en sus obras, ni carecerán del buen gusto y sencillez, que es lo que mas agrada. Con este objeto he presentado estas nociones de arquitectura, pues aunque nada ofrezca de nuevo por hallarse tratadas con mas extensión en otras obras, no estan al alcance de todos, ya por necesitarse mayores conocimientos para poderlas comprender, ó ya por su excesivo precio; por lo cual he creído hacer un servicio á las artes poniendo estos conocimientos al alcance de los artesanos, á fin de que adquieran inteligencia y buen gusto.

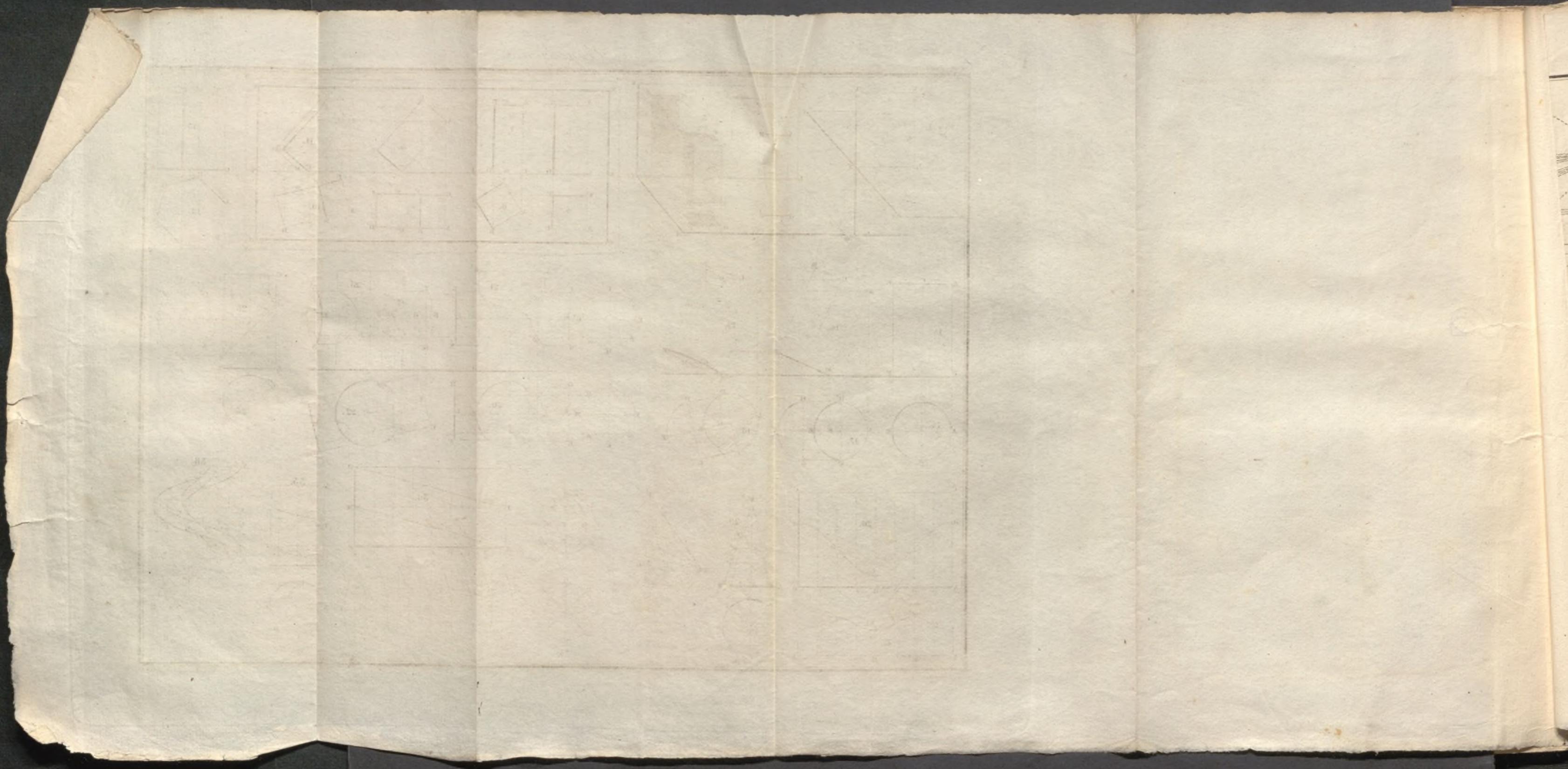


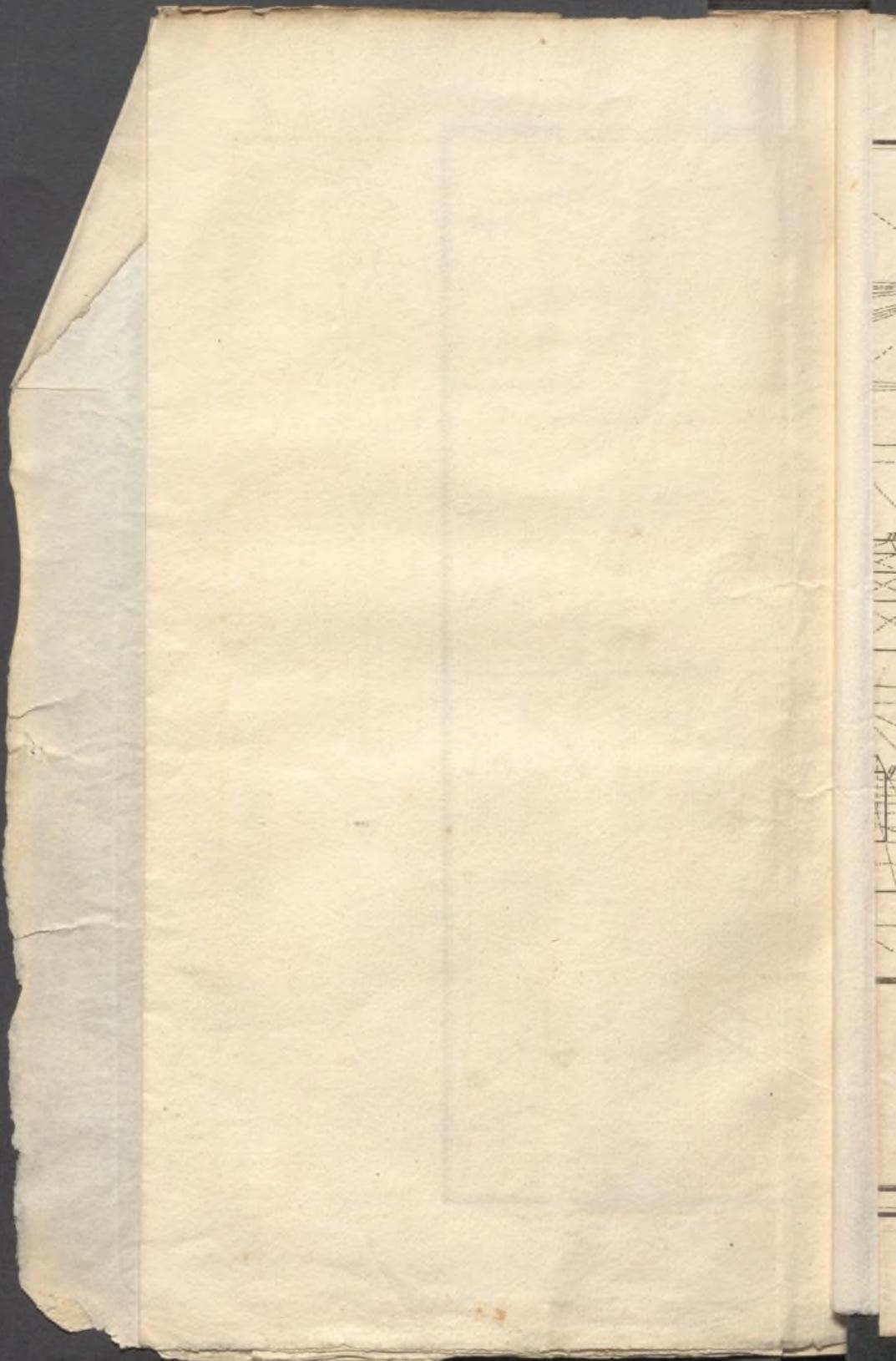
Dib. Indust.

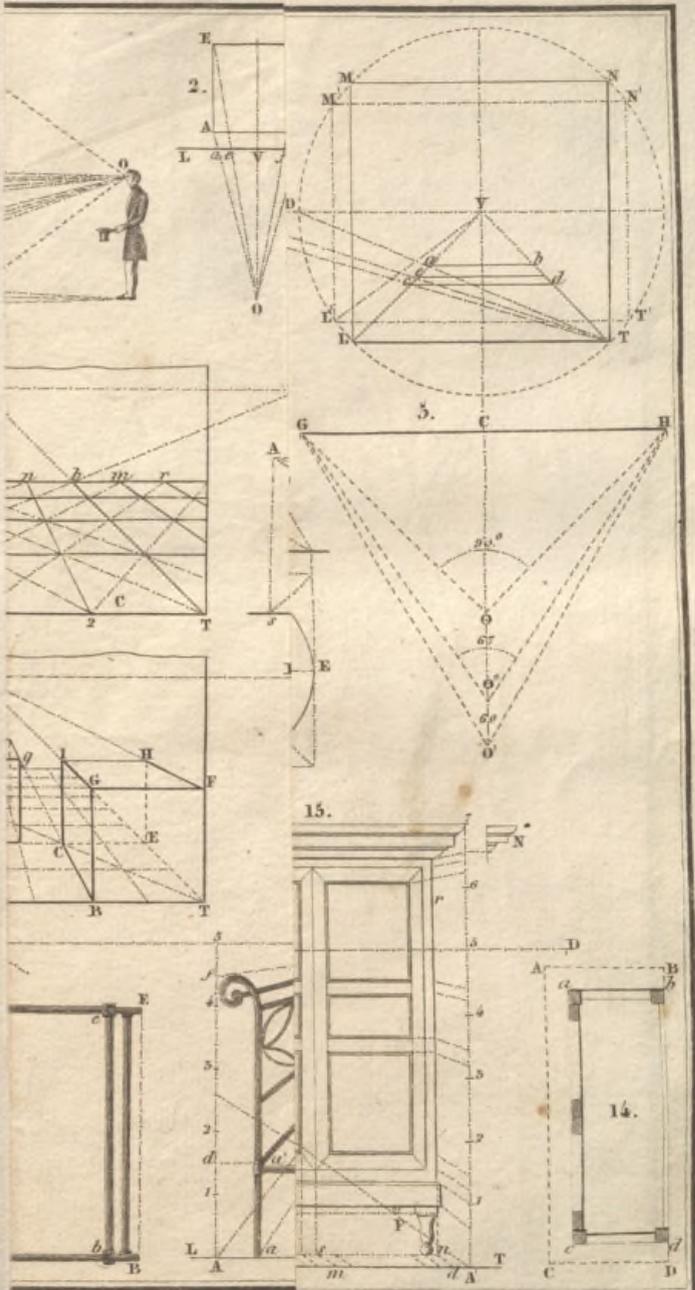


J. Villanueva.

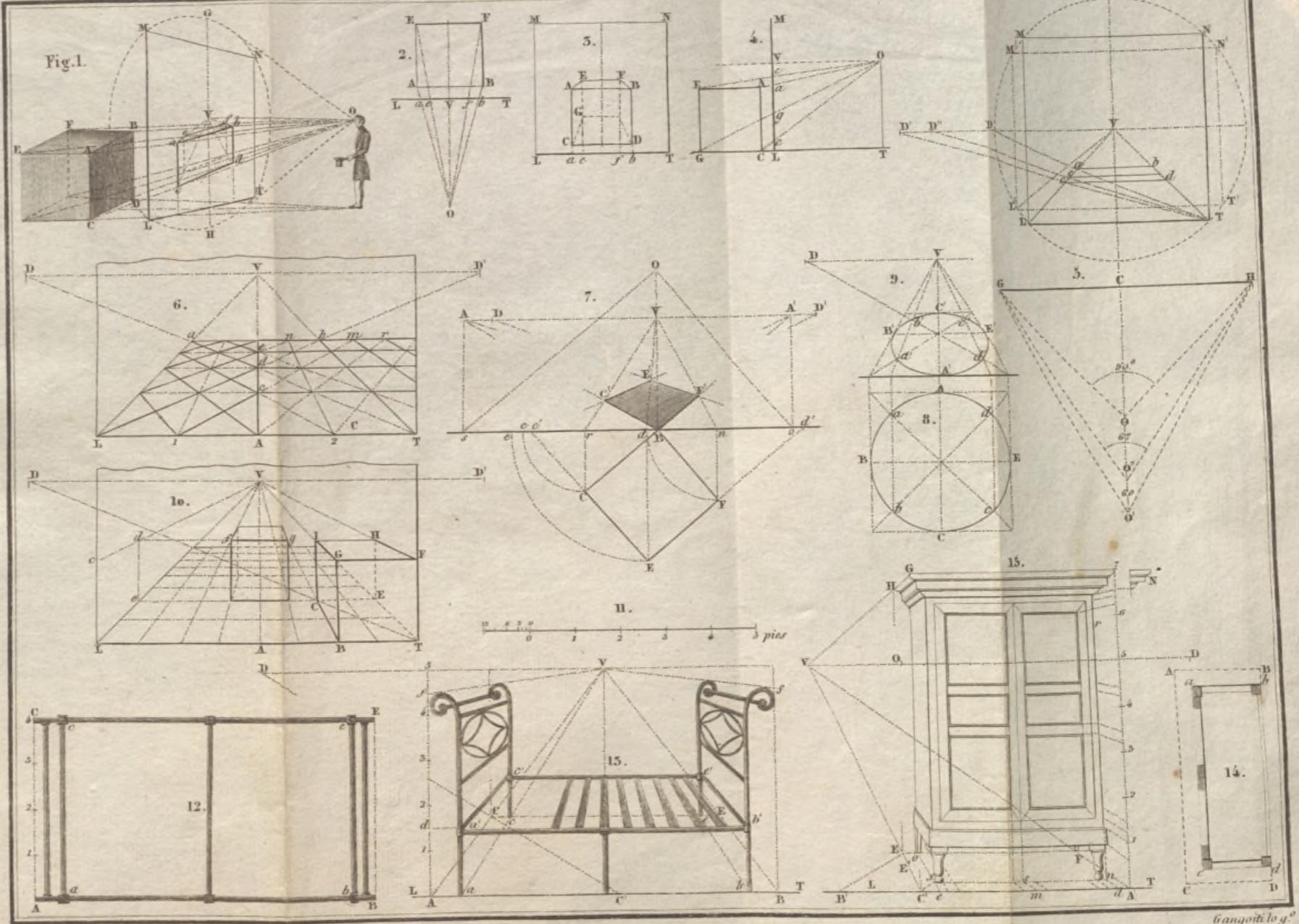
J. de Ganiguiti del g.





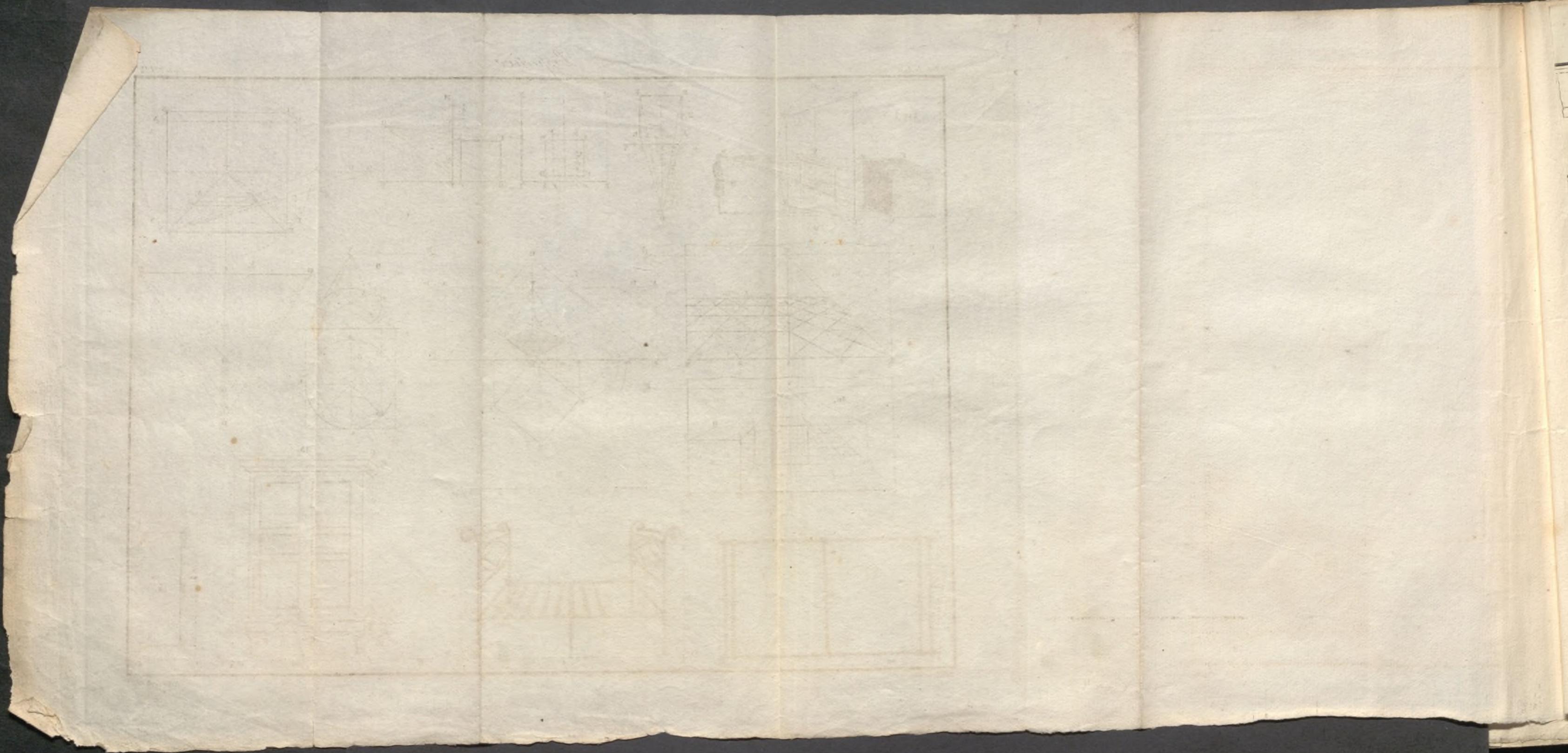


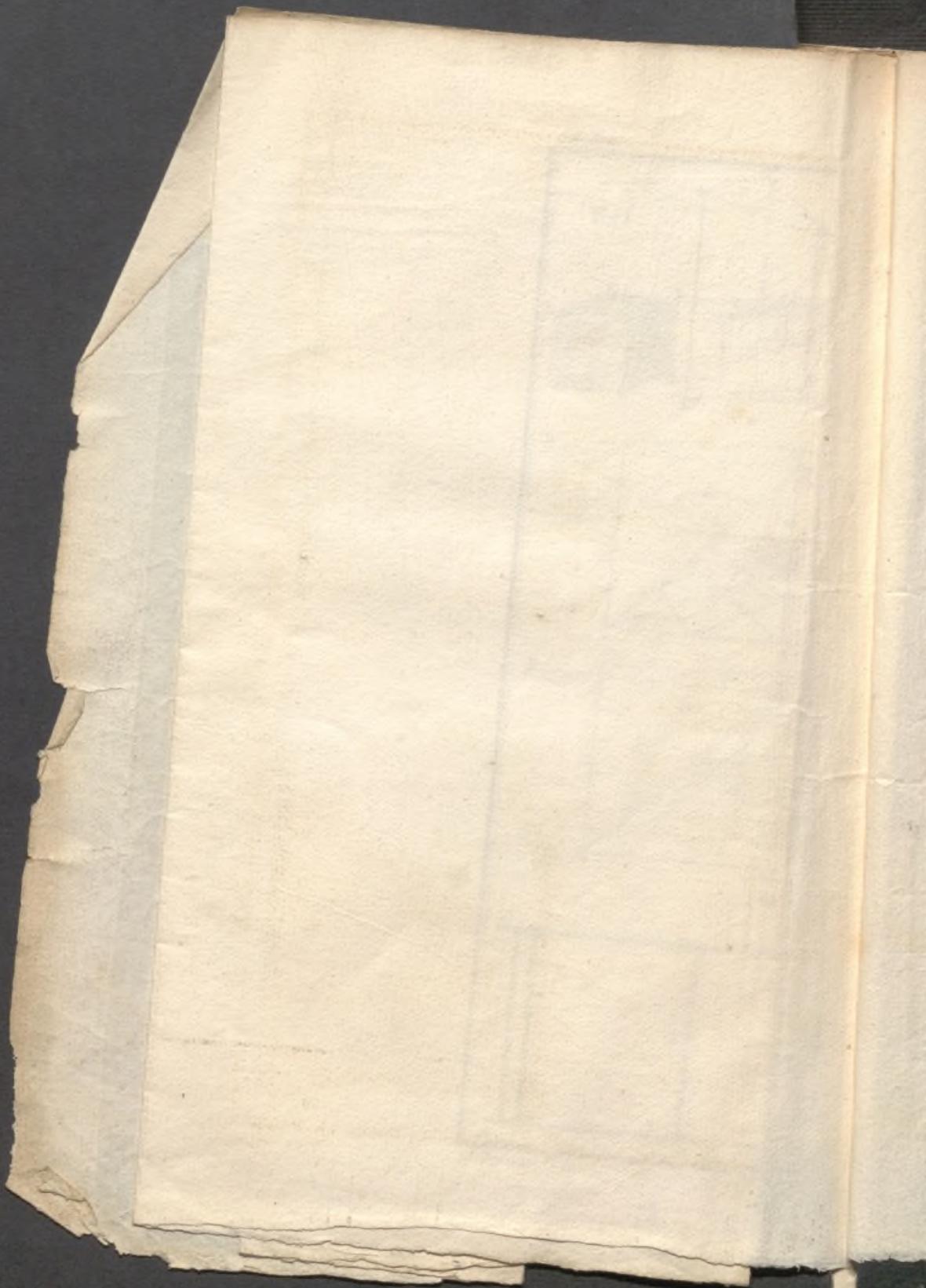
Dib. Inuest

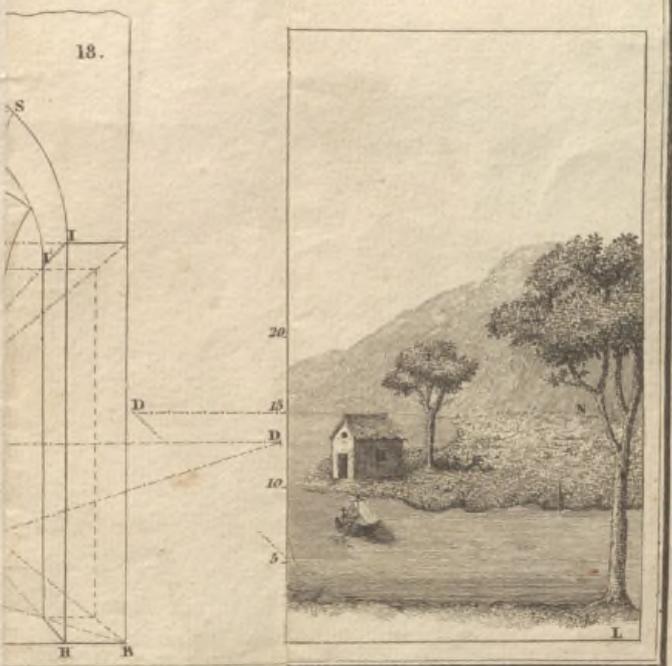
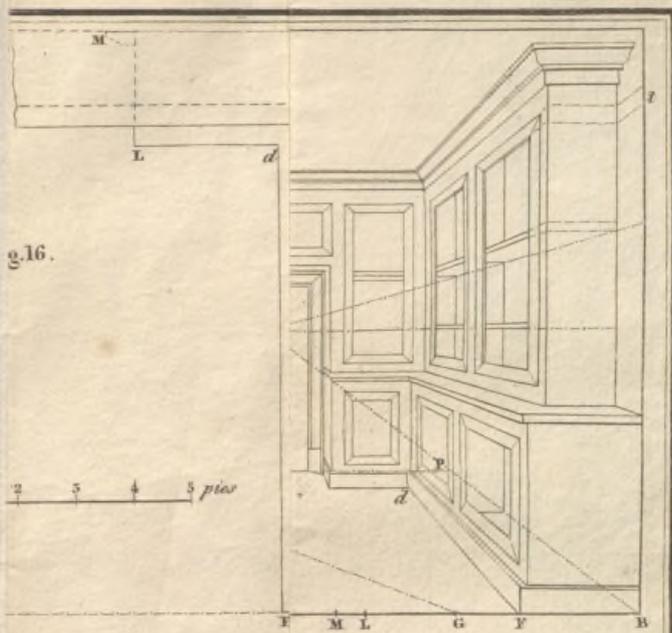


J. Villanueva

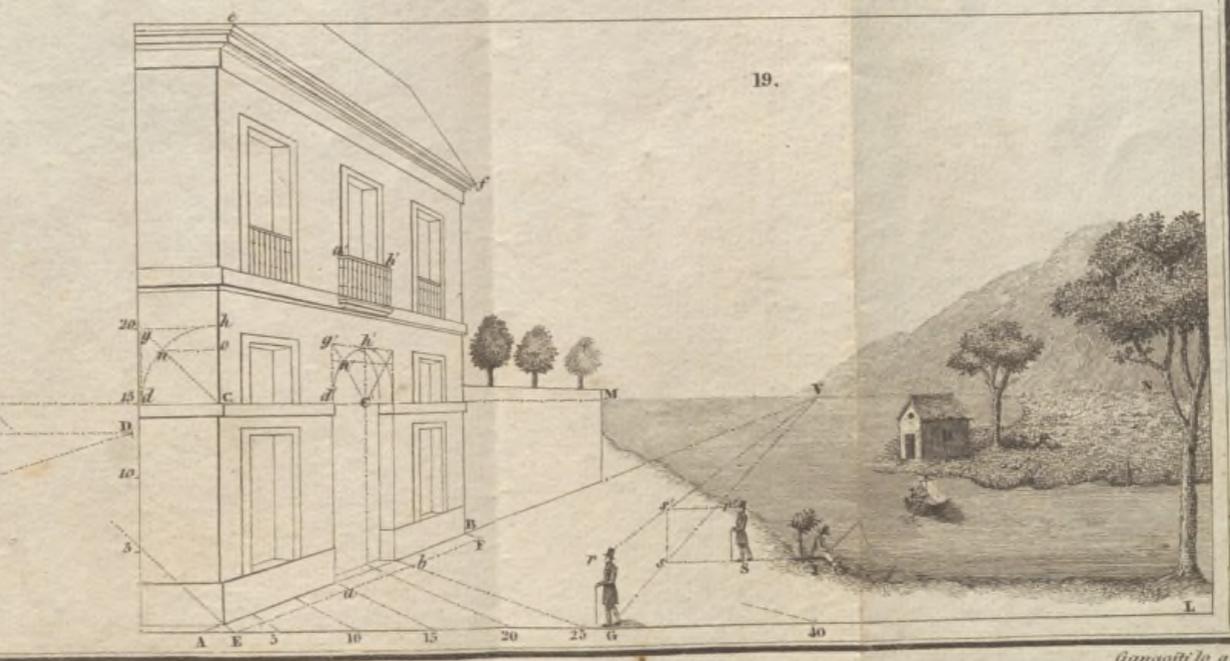
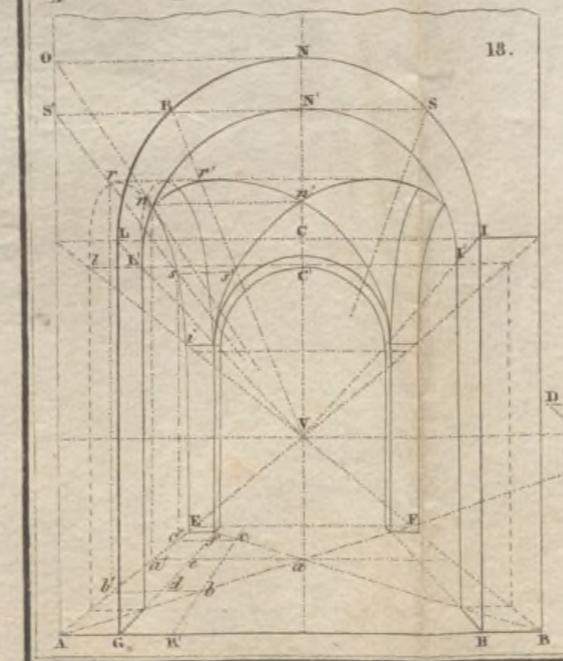
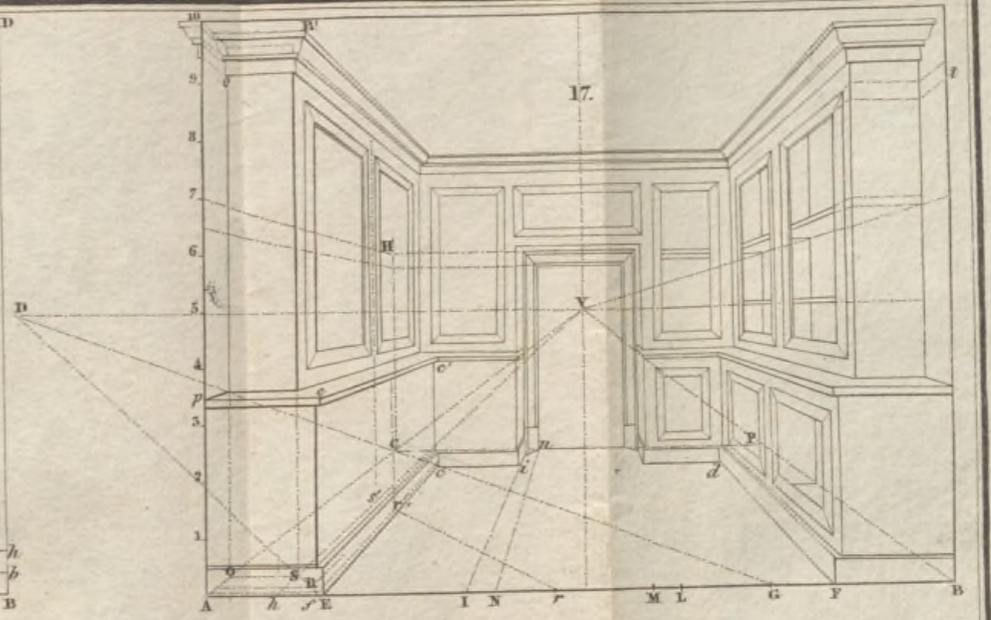
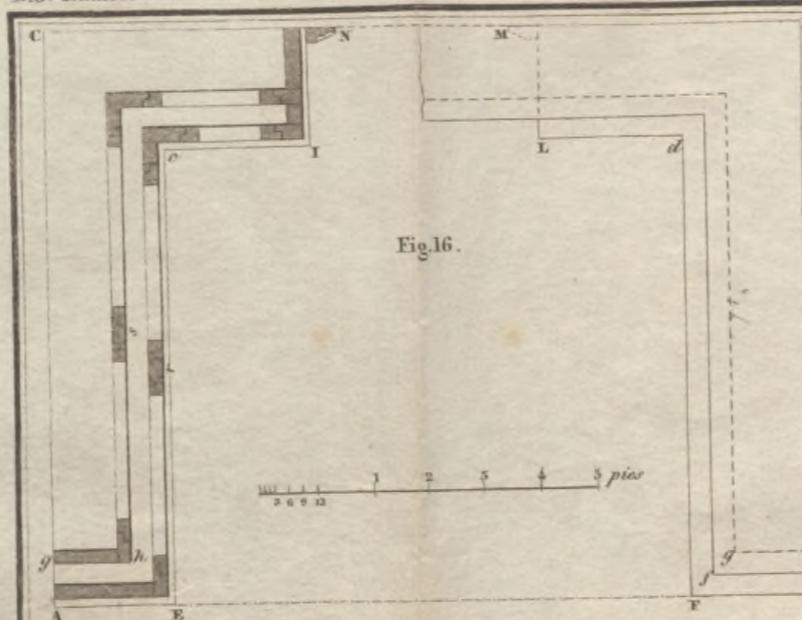
Sanjoiti lo 9<sup>o</sup>







Dib. Indust.



L. Villanueva.

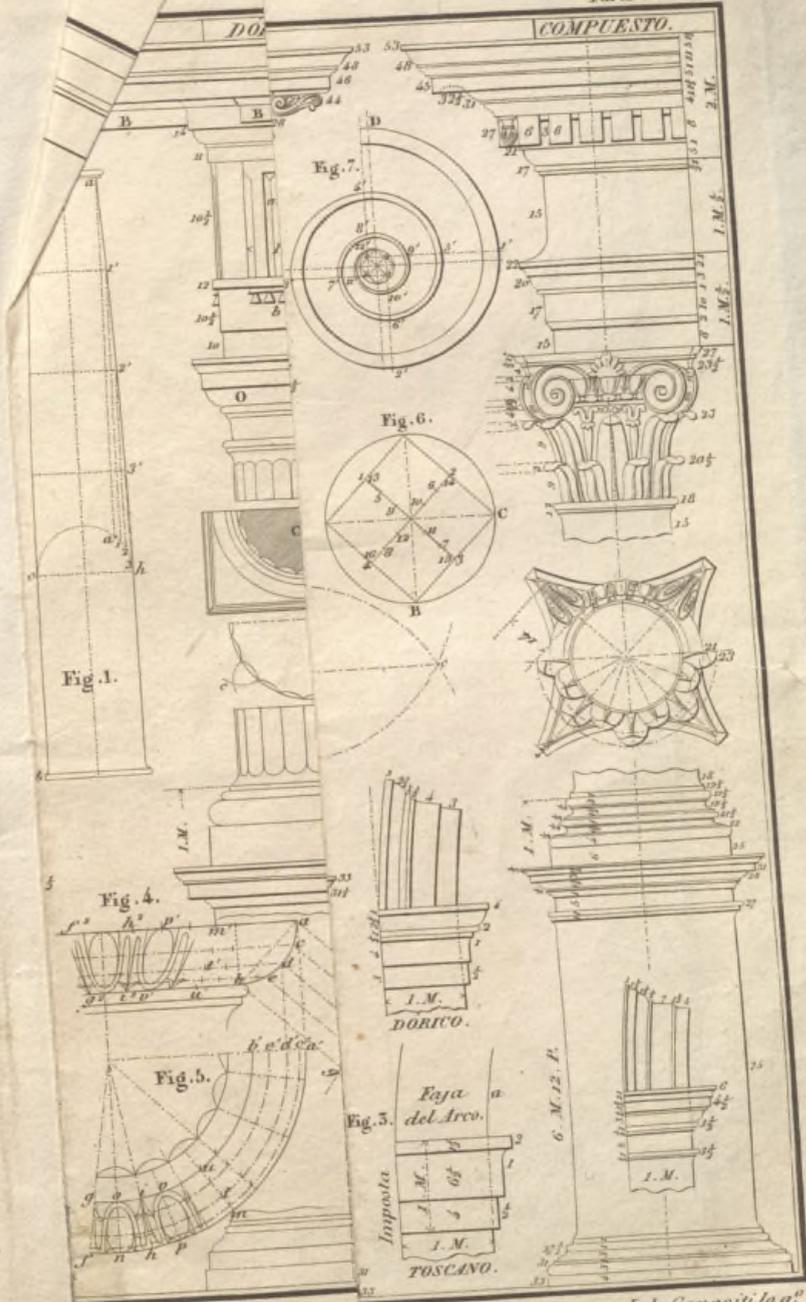
Gangotti lo 9º



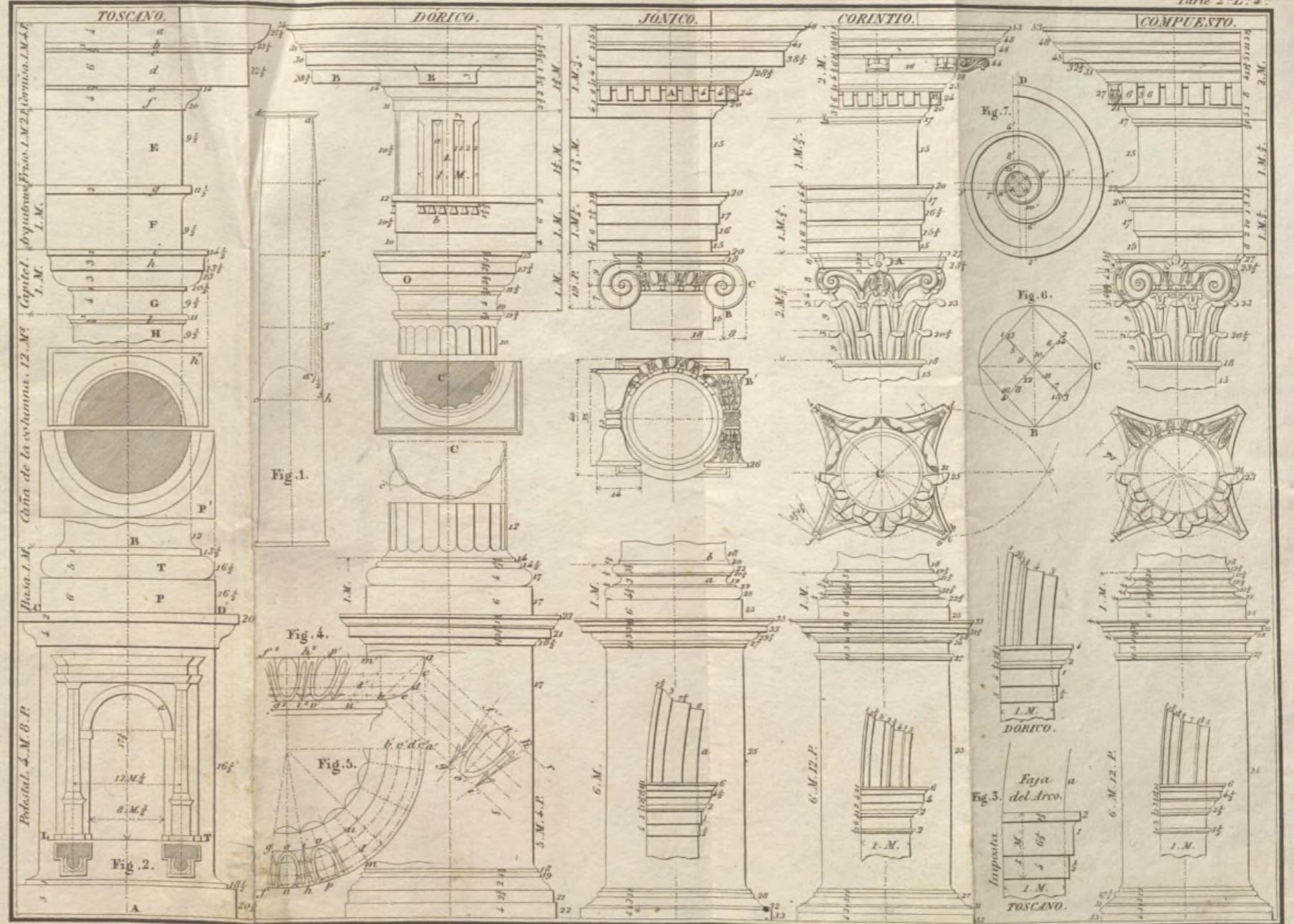
1780/3  
126 + 2/3

178d-3

$$1000 - 1000 + \frac{1}{2}$$



Dib. Indust.



J. Villanueva.

J. de Gangoiti lo g.º

