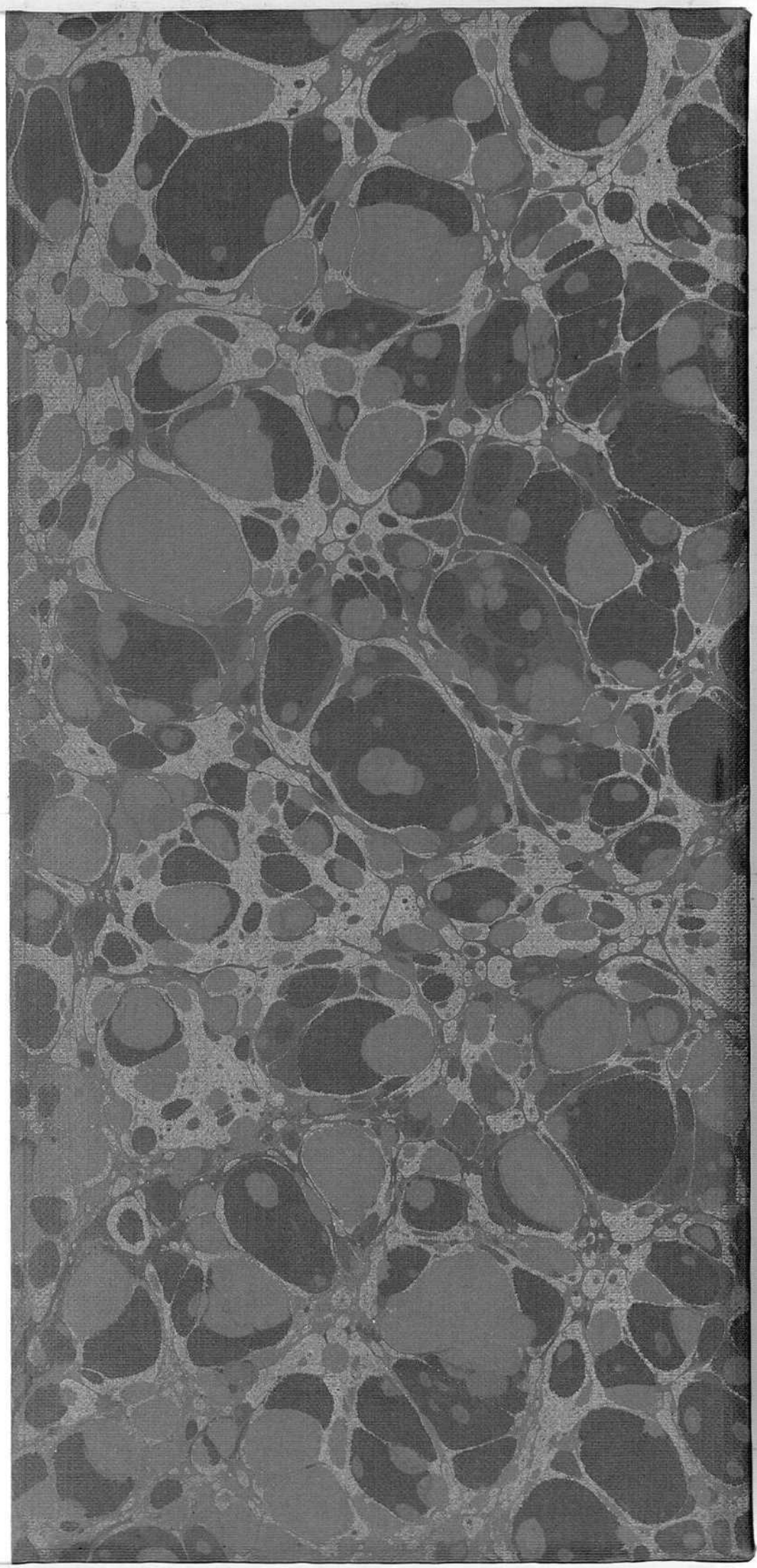
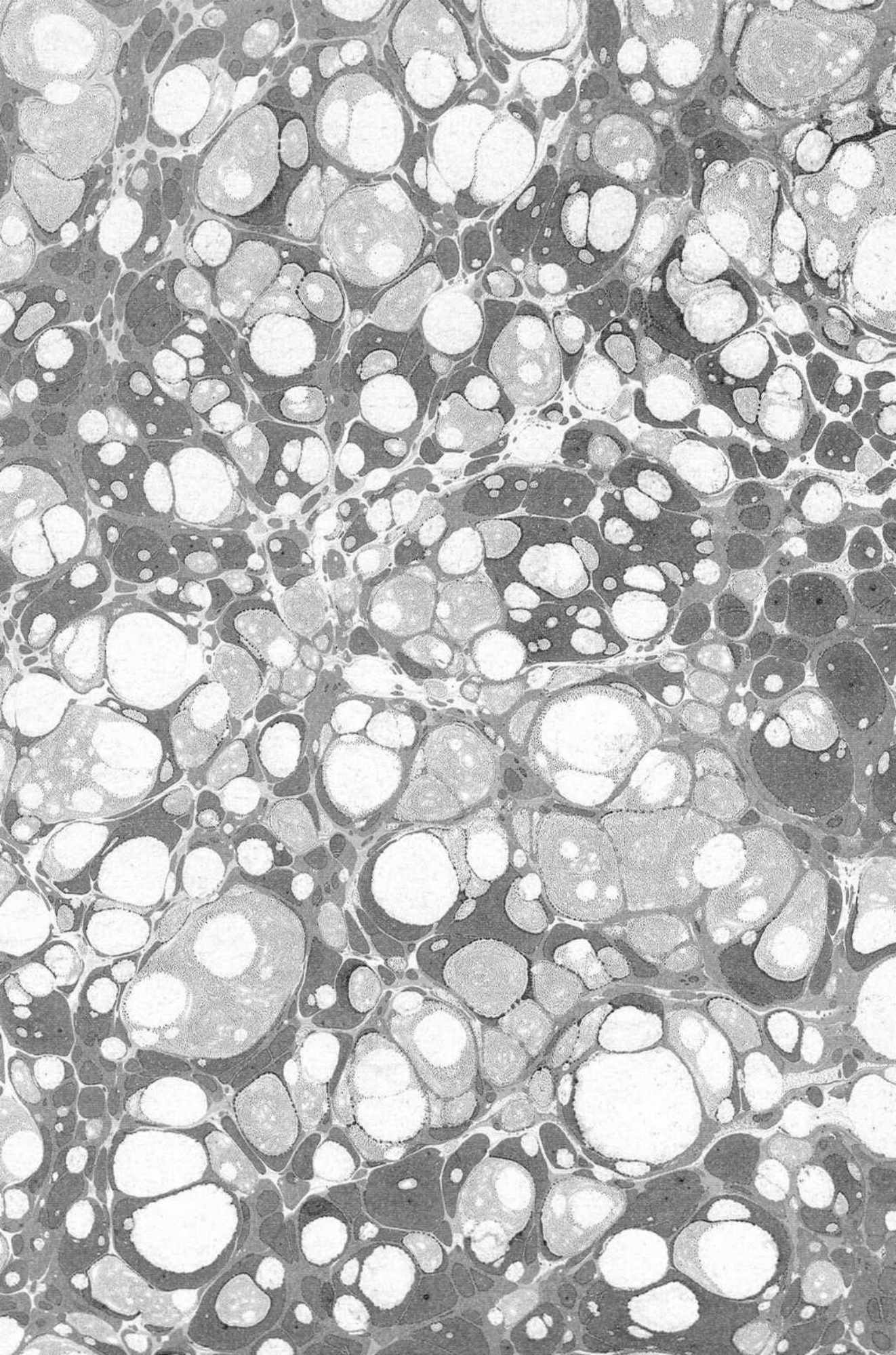
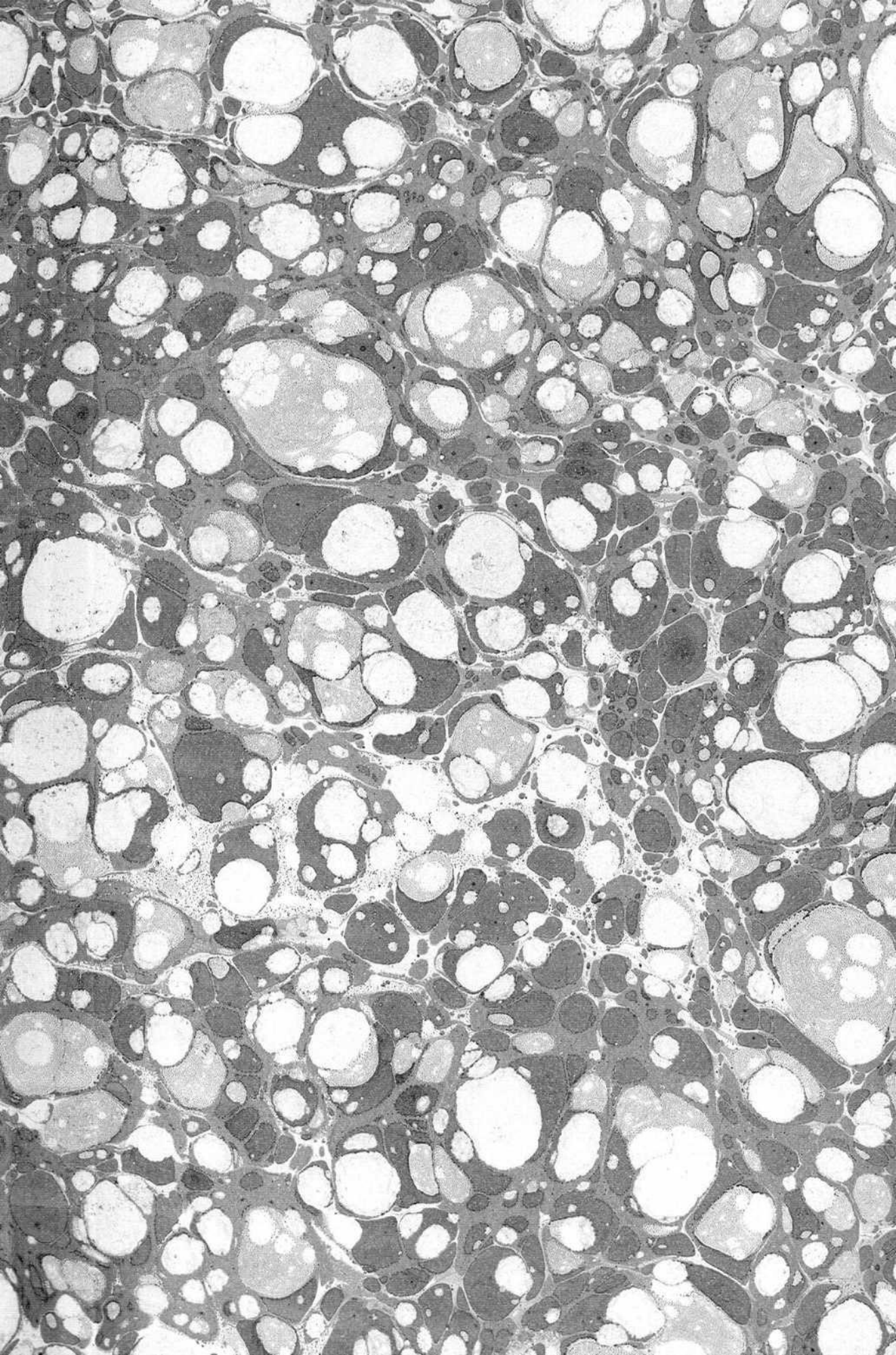






VARIA COMENSURACION

DE JUAN DE ARFE Y VILLAFAÑE,

NATURAL DE LEON,

Y ESCULTOR DE ORO Y PLATA.

NUEVA EDICION

CORREGIDA, AUMENTADA Y MEJORADA CON ESTAMPAS FINAS,

POR DON JOSEF ASSENSIO Y TORRES, Y COMPAÑÍA.

TOMO I.

Se divide en quatro libros: el primero trata del orígen de la Geometría, definiciones y operaciones con sus principales figuras: el segundo enseña las nociones de Astronomía necesarias para saber construir toda especie de reloxes de sol: el tercero incluye las reglas de los cinco órdenes de Arquitectura segun Arfe y segun Viñola; y el quarto determina las proporciones del cuerpo humano en sus diferentes partes, la osteologia, miologia ó musculacion, y el modo de manifestar las figuras en escorzo.

MADRID EN LA IMPRENTA REAL
AÑO 1806.

PRÓLOGO DEL EDITOR.

Las obras que, con el título de Varia comensuracion para la escultura y arquitectura, escribió Juan de Arfe y Villafañe han merecido en todo tiempo tanto aprecio, qual acreditan las numerosas ediciones que de ellas se han hecho, y que sin embargo no han impedido lleguen al presente á ser raros los exemplares. Esta consideracion, así como la de que por sola la circunstancia de ser el único autor español que ha escrito con mas acierto y utilidad sobre tanta variedad de materias, es digno de los mayores elogios, y de que se perpetúe su memoria, han sido las que han movido nuestro ánimo á emprender esta nueva edicion, rectificando algunas cosas, suprimiendo otras, que por el transcurso de los tiempos son ya en el presente de poca utilidad, y aumentando y mejorando las demas con las nuevas luces y adelantamientos con que en el dia estan enriquecidas y perfeccionadas las artes. En estas innovaciones no hemos procedido por una mera voluntariedad, pues ciertamente graduariamos de arrojo temerario el ir contra la autoridad que se merece un autor de tanta nota, y á quien se ha seguido en su doctrina por tanto tiempo, si no hubieramos consultado con sugetos inteligentes en las materias de que se trata, á fin de que nos comunicasen sus luces, y advirtiesen de las mejoras de que era susceptible esta obra: en efecto, conformándonos con el parecer de estos sugetos recomendables, y exâminando el tratado de Geometría del autor, le hemos hallado tan diminuto, que solo presta unas nociones limitadas y de tan corta extension, que no merece llamarse geometría, pues solo se reduce á enseñar el método de tirar varias líneas, dividir otras, y construir algunas figuras, sin tratar de las mas usuales,

ni de la medida de las superficies y solidez de los cuerpos, que son las operaciones mas principales á que se dirige la Geometría práctica, y que hemos procurado tratar de ellas en el primer libro con la extension oportuna, sin omitir la correspondiente á la transformacion de las figuras en otras de igual superficie, y division de todas ellas en las partes y desde los puntos que se quieran.

Por lo tocante al segundo, que trata de la Gnomónica ó modo de construir toda especie de reloxes de sol, nada hemos innovado, pues nos parece que en él se dice quanto puede necesitarse para el intento. El libro tercero se destina para hablar de la Arquitectura y de las medidas y proporciones de los cinco órdenes conocidos, é incluimos los de Viñola, por ser estos los que comunmente se siguen, no tan solo por su mejor proporcion, sino porque las medidas de sus todos y partes, ó miembros, estan señaladas por un método mucho mas sencillo y de fácil inteligencia y execucion, por el qual se evitan las operaciones engorrosas de divisiones y subdivisiones que prescribe Arfe en la construccion y traza de los suyos. En esto no pretendemos despojar á este ilustre profesor del mérito que le es debido, sino proporcionar á los de la arquitectura el beneficio de hallar en esta obra por el medio mas fácil las medidas y proporciones de los cinco órdenes, dexándolos en libertad de seguir las de Arfe en los casos que tengan por conveniente; pero en órden á las proporciones y demas perteneciente al cuerpo humano, de que tratamos en el libro quarto, las hemos variado algun tanto, por parecernos que en las que nos da Arfe no tienen el debido largo las piernas. Por esta razon damos de altura al cuerpo humano un tercio de rostro mas, ú ocho cabezas, y de ancho dos de extremo á extremo de los hombros, que es la proporcion que por lo comun dan en el dia á sus figuras los profesores de mas nota, así de la pintura como de la escultura, á quienes hemos seguido é imitado en esta parte, no queriendo conducirnos en ello de

un modo arbitrario. En lo respectivo á la osteologia ó esqueletos, y á la musculacion ó morcillos, de que se compone el cuerpo, hemos procedido con alguna individualidad, notándolos mas por menor, haciéndonos el cargo de que de este modo, al paso que este tratado enseña quanto necesitan los escultores y pintores, para quien es principalmente, puede ser útil á los profesores de cirugía. En el libro quinto hablamos de los animales quadrúpedos mas conocidos, y otros que no lo son, pero que por su rareza y particularidades merecen serlo, y expresamos sus dimensiones, coloridos, y algunos otros accidentes que los distinguen; lo qual hacemos en mas número y con mas precision que Juan de Arfe, arreglándonos á las noticias mas individuales y recientes que en el dia tenemos de ellos. El libro sexto le empleamos en la descripcion de las aves mas exquisitas y raras, dando igualmente las dimensiones de mayor número de ellas que el autor, notando sus coloridos y algunas de sus particularidades, cuya noticia puede conducir para dibuxarlas con mas propiedad y perfeccion, y contentar la curiosidad de los lectores. En el libro séptimo tratamos de las piezas que se hacen de plata y oro con destino al servicio de las Iglesias y Pontificales; pero al mismo tiempo que para su construccion no damos unos preceptos tan rigurosos como los de Arfe, declaramos lo suficiente para que los que se exercitan en el arte de la platería puedan observar el método y órden debido en la execucion de las obras de esta naturaleza, y les presentamos varios exemplares por el estilo que se practican en el dia para amenizarles la idea, que ellos pueden mejorar con su estudio y aplicacion acomodándose á las circunstancias. Protestamos con la ingenuidad de un corazon sincero que nuestro ánimo no es otro que el de hacer este corto obsequio á nuestros conciudadanos, y nos será de la mayor complacencia y satisfaccion que, al paso que en ello cumplimos con nuestro deber, surta los efectos que deseamos, sirviendo de estímulo para que otros amantes de las artes sa-

crifiquen sus trabajos en beneficio público, al mismo tiempo que sea fomento de la aplicacion de sus profesores.

Animados del mismo zelo ampliamos esta obra con un Apéndice ó libro octavo, en el que damos los preliminares ú elementos de la ciencia heráldica, ó del Blason, en los escudos de armas: en él se enseña la proporcion y construccion de estos; su division por quarteles &c., nombres, proporcion y significado de las diferentes figuras que en ellos se colocan; sus colores, y el modo de representar estos en el grabado por medio de la direccion de las líneas, con algunas advertencias, que sirviendo de regla á los artistas, especialmente á los grabadores y pintores, faciliten su inteligencia, y contenten la curiosidad de todos los lectores.

TRATADO DE GEOMETRÍA:

LIBRO PRIMERO

DE LA VARIA COMENSURACION

DE JUAN DE ARFE Y VILLAFAÑE.

NUEVA EDICION

CORREGIDA, AUMENTADA Y MEJORADA CON ESTAMPAS FINAS,

POR DON JOSEF ASSENSIO Y TORRES, Y COMPAÑÍA.

DEL ORÍGEN DE LA GEOMETRÍA

Y DEFINICION DE SUS PRINCIPALES FIGURAS.

La Geometría tuvo su orígen en Egipto, cuyos naturales se dice la inventáron para determinar los límites de las heredades que las inundaciones periódicas del rio Nilo borraba en sus tierras; este exercicio, cuyo objeto en aquel tiempo solo era medir la tierra y dar á cada uno lo que le pertenecia, fué llamado por los Griegos *Geometría* ó medida de la tierra; pero despues, dedicándose los Egipcios á investigar profundamente sus propiedades, la perfeccionáron con descubrimientos que la hacen sumamente útil á todas las Artes.

Su objeto principal es determinar el espacio que ocupan los cuerpos; pero como quiera que estos siempre tienen tres dimensiones, quales son longitud, latitud y profundidad, prescindimos ó nos desentendemos muchas veces de algunas de ellas, haciendo uso únicamente de aquella que necesitamos en las operaciones. Así es que quando queremos saber la altura de una torre, solo atendemos á su longitud, sin hacer cuenta de su latitud y profundidad ó volúmen, y quando nos importa averiguar el espacio comprehendido en largo y ancho por un palacio ó qualquiera otro cuerpo, nos valemos de la longitud y latitud, sin contar con la profundidad, que es la altura.

Por este motivo deberémos distinguir y considerar á la Geometría en tres especies de extension, como son extension en longitud, que se llama línea, extension en longitud y latitud, que se llama superficie, y extension en longitud, latitud y profundidad, que se llama sólido ó volúmen.

Procurarémos tratar separadamente de estas tres dimensiones, ciñéndonos á lo mas esencial y útil en la práctica de las Artes, omitiendo todo aquello que siendo únicamente preciso para la inteligencia de otros tratados, solo serviria en este para alargarle demasiado contra la brevedad que nos hemos propuesto, sin que por ello nos resultase mayor utilidad.

ESTAMPA PRIMERA.

Del punto.

El punto segun le considera la Geometría es lo que no consta de partes, es decir, de longitud, latitud ni profundidad; pero como en las operaciones á que aplicamos la Geometría no podemos hacer uso de cosas incorpóreas, qual es el punto geométrico, nos valemos del punto físico, que es el objeto mas pequeño que pueda notar nuestra vista, y

se traza con la punta de un lapiz ó un punzon, segun se demuestra en el punto A.

Los puntos admiten varias nominaciones, segun su situacion, porque se llama punto de seccion aquel en que se cortan dos ó mas líneas como BB, y puntos céntricos aquellos desde los quales se describe una circunferencia, elipse, óvalo, ó qualquiera otra figura que conste de partes circulares como C.

De las líneas.

Las líneas se refieren á la primera de las tres especies de extension, que como hemos dicho antes se consideran en la Geometría, y hemos llamado longitud; se distinguen en tres especies, quales son la línea recta, la línea curva y la línea mixta; la línea recta es aquella que tiene todos sus puntos en una misma direccion, ó el rastro que dexaria un punto moviéndose sin desviarse á un lado ni á otro: tal es la línea A.

La línea curva es aquella cuyos puntos no estan en una misma direccion, ó que es formada por un punto, que moviéndose hácia otro se aparta continuamente del camino recto, dexando impresa su huella así como la línea B.

Y se llama línea mixta á la que en parte es recta, y en parte es curva como la línea C.

Las líneas, segun su situacion, tienen diversos nombres, porque se llama línea perpendicular aquella como D, que cayendo ó levantándose sobre otra tiene todos sus puntos equidistantes de otros dos *a c*.

Se llama línea obliqüa la que como E está inclinada respecto de otra con que coincide, ó que no tiene todos sus puntos equidistantes de los otros dos *a c*.

Se llama línea á plomo la que va de arriba abaxo sin inclinarse á lado alguno, y que prolongada al infinito pasaria por el centro de la tierra como la línea F.

La línea horizontal ó á nivel se llama aquella que no inclinándose á lado alguno es paralela al horizonte como la línea G.

Línea diagonal es aquella que atraviesa una figura y remata en las partes opuestas y mas distantes como H.

Línea diametral ó diámetro la que pasando por el centro de una figura circular ó elíptica toca por ambos extremos en la circunferencia como la línea IMN.

Radio es la mitad de un diámetro como MO.

Líneas paralelas son aquellas que conservando entre sí una misma distancia, si se las prolongase al infinito, nunca se encontrarian como las líneas P.

Línea espiral ó de caracol es la que parte de un punto, y se separa de él conforme da vueltas al rededor como Q.

Línea circular es aquella que se describe con el compas, girando al rededor de un centro, y cuyos puntos todos estan igualmente distantes de este mismo centro como R.

Cuerda ó subtensa es una línea que une una parte de la circunferencia como S.

Arco es una porcion de la circunferencia como T.

Tangente es una línea perpendicular al radio de un círculo que toca á la circunferencia del mismo círculo en un solo punto como la figura VU.

Secante es la que atraviesa y corta una figura excediéndola por ambos extremos como la figura UX.

La helice es aquella que gira de arriba abaxo al rededor de un cuerpo igualmente grueso, como se demuestra en la figura YZ.

De los ángulos.

Llámase ángulo la abertura que forman dos líneas A*a* y A*b*, que se encuentran por su concurso al punto A llamado vértice del ángulo: se sigue de aquí que el ángulo será siempre uno mismo, aunque las líneas que le forman sean mas ó ménos largas, porque para mudar de abertura ó valor seria preciso que qualquiera de sus dos líneas ó lados se uniese ó apartase de la otra girando desde el punto A.

Así como hay tres especies de líneas, hay tambien tres especies de ángulos. Quando el ángulo es formado por líneas rectas como A se llama ángulo rectilíneo, quando por líneas curvas como B se le llama curvilíneo, y quando como C es compuesto por una línea recta y otra curva se le nombra mixtilíneo.

Los Geómetras se han convenido en dividir la circunferencia del círculo en 360 partes iguales, que llaman grados; los grados en 60 partes, que llaman minutos, y los minutos en otras 60 partes, que llaman segundos &c., segun las subdivisiones se vayan haciendo; por lo que, si suponemos muchos ángulos desiguales formados por radios de un círculo, es constante que cada uno cogerá mas ó ménos número de grados en la circunferencia, segun que su abertura sea mayor ó menor; de aquí es que se distinguen tambien los ángulos por el número de grados que comprehenden entre sus lados.

Llámase ángulo recto quando su abertura es de 90 grados, ó la quarta parte de la circunferencia como el ángulo D, y en este caso las dos líneas que le forman son perpendiculares entre sí.

Quando el número de grados que comprehende la abertura del ángulo excede de 90, entónces se le llama obtuso como el ángulo E.

Y quando la abertura del ángulo es menor de 90 grados se le llama agudo como el ángulo F.

De las superficies.

La superficie es una extension en longitud y latitud sin profundidad, ó el espacio comprehendido por todas partes entre varias líneas que forman una figura, y cuyas líneas se llaman contorno ó perimetro. Se puede considerar á la superficie como formada por la huella que dexaria una línea, que moviéndose paralela á sí misma anduviese desde los puntos CD á los puntos AB, en cuyo caso formaria la superficie ABCD.

Así como las líneas y ángulos, se dividen tambien en tres especies las superficies. La superficie plana, que es sumamente lisa y sin undulacion alguna como la de un espejo ABCD, la superficie convexâ como la exterior de una bola E, y la superficie cóncava como la interior de una cúpula ó media naranja F.

Segun la especie de líneas que forman el contorno de una superficie ó figura, admite varias denominaciones. Llámase figura rectilínea quando es compuesta por líneas rectas; quando por líneas curvas se llama curvilínea, y quando por líneas rectas y líneas curvas se la llama mixtilínea.

De los polígonos.

Los polígonos son figuras cuyo contorno consta de muchos lados.

Quando consta solo de tres, que es el menor número posible para formar una figura ó cerrar una superficie, se le llama triángulo, porque consta de tres ángulos como la figura A.

Quando consta de quatro líneas ó lados y quatro ángulos se la llama quadrilátero como la figura B.

Quando tiene cinco lados y cinco ángulos se la llama pentágono, tal es la figura C.

Quando tiene seis ángulos y seis lados exâgono como D.

Quando tiene siete eptágono como E.

Quando ocho octágono como F.

Quando tiene nueve eneágono como G.

Quando tiene diez decágono.

Quando tiene once undecágono.

Quando tiene doce dodecágono.

Y en general á las que pasan de doce lados se las llama polígonos de trece, catorce lados &c. segun su número.

Las figuras ó polígonos se diferencian en regulares é irregulares: son regulares quando tienen todos sus lados y ángulos iguales, y pueden estar inscriptas ó circunscriptas á la circunferencia de un círculo; y son irregulares quando todos sus ángulos y lados son desiguales.

De los triángulos.

En las figuras de tres lados, que hemos dicho antes se llaman triángulos, con referencia á sus tres ángulos se llama base aquel lado ó línea que ponemos horizontal, sea el que fuese; y se llama altura del triángulo á la línea perpendicular baxada desde el ángulo opuesto á la base, ó su prolongacion, si fuese necesaria.

Los triángulos se diferencian tambien con respecto á sus lados y ángulos, porque se llama

Triángulo equilátero aquel que tiene sus tres lados iguales como A.

Triángulo isosceles el que solo tiene dos lados iguales como B.

Triángulo escaleno aquel cuyos tres lados son desiguales como C.

Con referencia á sus ángulos se dividen en triángulo rectángulo, que lo es aquel que tiene un ángulo recto como D.

Triángulo obtusángulo el que tiene un ángulo obtuso como E.

Y triángulo acutángulo el que tiene sus tres ángulos agudos como F.

De los quadriláteros.

Seis son las especies que hay de quadriláteros.

El quadrado, que tiene sus quatro lados iguales y paralelos, y por consiguiente sus quatro ángulos rectos como A.

El paralelógramo, que es el que tiene los quatro ángulos rectos y sus lados opuestos iguales como B.

El rombo es aquel cuyos quatro lados y ángulos opuestos son iguales como C.

El romboyde es aquel cuyos lados opuestos son iguales y paralelos, y los ángulos opuestos iguales como D.

Trapecio es el que tiene dos lados iguales y los otros dos paralelos como E.

Trapezoide es el que tiene todos sus ángulos y lados desiguales como F.

De las figuras curvilíneas.

Las figuras curvilíneas son aquellas cuyo contorno es de líneas curvas tal como el círculo, cuyo plano es terminado por una línea curva, que se llama circunferencia, y la qual tiene todos sus puntos igualmente distantes de otro, que se llama centro del círculo como A.

Corona ó anulo se llama la superficie comprehendida entre las circunferencias de dos círculos desiguales y concéntricos como B.

La elipse es una figura, que se traza con varios centros, y que la dividen todos sus diámetros en dos partes iguales como C.

El óvalo es una figura que tambien se traza con varios centros; pero se diferencia de la elipse en que solo su diámetro mayor la divide en partes iguales como D.

ESTAMPA II.

De las figuras mixtilíneas.

Dexamos ya dicho que las figuras mixtilíneas son aquellas cuyo contorno consta de líneas rectas y de líneas curvas: de esta clase son:

El semicírculo, que se compone de un diámetro y de una semicircunferencia como A.

El sector de círculo, que es compuesto de dos radios y una parte de la circunferencia como BB.

El segmento, que es formado por una parte de la circunferencia y una cuerda ó subtensa como CC.

A todas estas figuras se las llama tambien figuras compuestas.

Llámanse figuras concéntricas aquellas que tienen un centro ó centros comunes como las figuras D.

Y son excéntricas quando tienen distintos centros como E.

De las figuras inscriptas y circunscriptas.

En la figura ABCD se manifiesta un triángulo inscripto en un círculo, y un quadrado circunscripto al mismo círculo; de que se infiere por regla general que toda figura cuyos ángulos toquen la circunferencia se llama inscripta, y toda figura cuyos lados toquen á la circunferencia se llama circunscripta.

De los cuerpos ó sólidos.

Los cuerpos ó sólidos son figuras que constan de las tres dimensiones, longitud, latitud y profundidad.

El sólido es engendrado por el movimiento de una superficie, así como esta lo es por el de una línea, y esta por el de un punto.

Si suponemos en la figura ABFED (*véase* PRISMAS, *lám.* 2) que el triángulo DEF se ha movido paralelamente desde los puntos DEF á los puntos ACB, habrá formado un sólido.

El cubo es un sólido cuyas tres dimensiones, longitud, latitud y profundidad son iguales, de que resulta que el cubo tiene quadradas todas sus superficies como A.

La esfera es un sólido terminado por una sola superficie, cuyos puntos todos estan á una igual distancia de otro colocado dentro del mismo sólido, y este punto se llama centro como B.

El cilindro es un sólido terminado por dos circunferencias iguales y paralelas, y por una superficie curva, que podemos considerar como formada por la revolucion de un paralelógramo ABCD al rededor de la línea AD, que junta los centros de las circunferencias, y se llama exe del cilindro.

El cilindro es recto quando la línea ó exe AD, que une los centros de las circunferencias de sus bases es perpendicular á las mismas bases, y vice versa, quando la misma línea no es perpendicular á las bases se le llama obliqüo.

El cono es un sólido, que teniendo por base un círculo remata por la parte opuesta en un solo punto llamado cúspide, tal es el sólido A.

Se le llama recto quando el exe ó línea tirada desde el cúspide al centro de la base es perpendicular á esta; y es obliqüo quando la misma línea no es perpendicular á la base como B.

Quando al cono le falta una parte, ó está cortado hácia el cúspide, se le llama cono truncado como C.

El prisma es un sólido terminado por dos superficies planas, iguales y paralelas, y en que las demas caras son paralelógramos.

Síguese de aquí que hay tantos prismas como polígonos, porque pueden las caras paralelas ser dos triángulos, dos quadrados, dos pentágonos &c. *Véase* PRISMAS.

Las dos caras paralelas se llaman bases del prisma, y se llama su altura á la línea perpendicular de un punto á otro correspondiente en las bases.

Quando las líneas como AD, CE y BF, que se llaman aristas, y en que concurren los paralelógramos, son perpendiculares á las bases, el prisma se llama recto, y quando estan inclinadas á las bases se le llama obliqüo.

Segun el número de lados que tienen las bases de los prismas se les distingue en prisma triangular quando la base es un triángulo.

Quadrangular quando la base es un quadrado, y así &c.

La pirámide es un sólido, cuya base es un polígono qualquiera, y las demas caras son triángulos que concurren por la parte opuesta á la base en un solo punto llamado cúspide. *Véase* PIRÁMIDES, *lám.* 2.

Quando la línea baxada desde el cúspide al centro de la base es perpendicular á esta, la pirámide se llama recta como A y B, y quando la perpendicular baxada en los mismos términos es obliqüa, la pirámide se llama obliqüa como C y D.

Así como los prismas, se diferencian tambien las pirámides por el número de lados que tienen sus bases.

Llámase pirámide triangular la que tiene por base un triángulo como A y C.

La que tiene por base un quadrado se llama quadrangular como B y D.

La que un pentágono pentagonal, y así las demas.

De la construccion de las figuras mas usuales de la Geometría.

Varios son los casos en que conviene saber construir muchas de las figuras de Geometría, y en que por carecer de estos conocimientos cometen algunos artistas y oficiales errores que imperfeccionan sus obras; por este motivo debieran todos los que se dedican á las artes y oficios procurar tener, sino un conocimiento profundo de la Geometría, al ménos de los elementos de ella que pueden contribuir á facilitarles sus operaciones por unos principios luminosos.

A este fin nos ha parecido oportuno alargarnos un poco mas en este tratado, porque los mas que hay, unos son muy extensos y otros muy sucintos, causa por la que muchos no procuran adquirirlos y estudiarlos; pues los primeros son mas propios para los que se dedican á las ciencias con que tienen relacion, y los segundos por lo regular carecen de lo que desean saber.

Las figuras geométricas se construyen algunas por varios medios, de los quales unos son mas sencillos ó ménos complicados que otros. Insertarémos aquí los que nos parecen mas fáciles y claros, para que cada uno elija el que se adapte mas á su genio.

ESTAMPA III.

Operaciones con las líneas rectas.

El trazar una línea recta se hace fácilmente quando es de corta longitud, aplicando el canto de una regla á los dos puntos AB (*fig. 1*), y haciendo correr á lo largo de ella una pluma ó lápiz; pero quando es de mucha longitud se traza con una cuerda, que se tiene mojada en qualquiera tinta, como por exemplo en una hecha con agua y almagre ó almazarron: la cuerda así preparada se fixa el un extremo en un punto C y el otro en el punto D; hecho lo qual y teniéndola bien tirante y sujeta en ambos lados, se la agarra y levanta lo bastante, para que soltándola se sacuda y dexe señalada la huella que se desea, y se demuestra en la *figura 2*.

De la definicion que dimos de la línea perpendicular se deduce por conseqüencia el método que se deberá seguir para tirar una línea perpendicular á otra.

Si la perpendicular se hubiese de levantar en el medio de una línea AB (*fig. 3*) desde sus extremos A y B, y con una misma abertura de compas se trazarán arcos *ab* que se corten, y desde sus puntos de seccion se tirará una línea recta, la qual será perpendicular á la AB, y la dividirá por el medio.

Igualmente si la perpendicular se hubiese de levantar desde un punto F qualquiera, que no sea el medio de una línea AB (*fig. 4*), se fixará la una pierna del compas en el punto dado, y con una misma abertura se señalarán por medio de arcos dos puntos *c* y *d*, y desde ellos como centros y con una misma abertura de compas, pero mayor que la primera, se trazarán arcos *e* que se corten, y tirando desde sus puntos de seccion al dado F, una línea, será perpendicular.

Si el punto desde el qual se quiere tirar una perpendicular fuese un punto E (*fig. 5*) fuera de una línea FG, se conseguirá si desde el dicho punto, con una abertura de compas mayor que su distancia á la dicha línea, se trazan arcos *hi*, porque si desde sus puntos de seccion como centros, y con una abertura misma de compas, se forman arcos *n* tirando una línea desde el punto en que se cortan estos arcos al dado E, será perpendicular á la línea FG.

Las líneas paralelas, que segun hemos dexado sentado, son aquellas que los puntos de la una estan igualmente distantes de los de la otra, se trazan fácilmente fixando la una pierna del compas en dos puntos RF (*fig. 6*) de una línea, y con una abertura de compas igual á la distancia que se quiere haya entre las paralelas, se trazarán arcos *m* y *n*, á los quales se aplicará la regla, y tirando la línea GH tangente á dichos arcos será paralela á la RF.

Quando hay que tirar muchas líneas paralelas entre sí á unas distancias qualesquiera las unas de las otras, es de mucha utilidad el instrumento llamado cartabon, que regularmente es un triángulo rectángulo isosceles hecho de tabla ú otra materia sólida, el qual se aplica á una regla, y corriendo por el canto de ella el cartabon se van trazando líneas, que son paralelas entre sí.

Supongamos que se nos ofrece tirar por los diferentes puntos N líneas rectas paralelas; colocarémos la regla y cartabon en la forma que demuestra la *figura 7;* esto es, que coincida el canto del cartabon con el primer punto de arriba, y se tirará por él una línea, y despues, teniendo la regla fixa y corriendo el cartabon por la regla desde A á B, se le fixará en el segundo punto tirando desde él otra línea, que será paralela á la anterior, y todas las demas que se tiren por el mismo método.

Sirve particularmente este instrumento para los casos en que son muchas y muy inmediatas las líneas paralelas que hay que tirar, porque siendo corta la distancia que tienen entre sí, se trazará con él á ojo sin desigualdad notable con respecto á las distancias de una á otra, y guardan el paralelismo.

La division de una línea recta en partes iguales, ó que tengan entre sí una razon qualquiera, es fácil, aunque molesto, habiéndolo de hacer con el compas; por lo que insertarémos aquí un método, por me-

dio del qual se conseguirá con mas brevedad y ménos cansancio.

Trazada la línea AB (*fig. 8*) que se quiera dividir, fórmese con otra indefinita AC un ángulo qualquiera, y con una abertura de compas arbitraria se señalarán en esta las partes que se quieran; y tirando por el primer punto C de la division una línea recta hasta el extremo de la línea AB, y por los demas puntos de division paralelas á la primera, interceptarán á dicha línea AB dividiéndola en partes iguales.

Si la division de la línea dada AB se hubiese de hacer en tres partes, que tengan entre sí la razon, por exemplo, de tres con cinco y con siete; con una abertura de compas arbitraria se señalarán en la AC quince partes, que es la suma de todas; y por los puntos tres, cinco y siete se tirarán paralelas, las quales dividirán la línea dada en la razon que se quiere.

Por una operacion análoga podremos buscar una línea que sea quarta proporcional á otras tres dadas, esto es, una línea que tenga con la tercera la razon que la segunda con la primera. Para ello fórmese un ángulo qualquiera con dos líneas indefinitas AD y AT (*fig. 9*), y suponiendo que las tres líneas dadas sean las *ab*, *ad* y *ac*, pónganse las dos primeras en un lado del ángulo, por exemplo, en AB y AD, y la tercera en el otro ángulo desde A hasta C: tírese la recta BC, y su paralela DF, que determinará la línea AT, quarta proporcional que se busca, y tendrá con AC la misma proporcion que AD con AB.

La propiedad que tiene el círculo de que siempre que se baxe una perpendicular desde la circunferencia á qualquier punto del diámetro es media proporcional entre las dos partes interceptadas en el mismo diámetro, nos suministra un medio fácil para hallar una media proporcional entre dos líneas dadas; esto es, una línea cuyo quadrado sea igual al producto de la longitud de la una línea por la longitud de la otra; porque suponiendo que las dos líneas dadas sean *ab* y *bc* (*fig. 10*), se las pondrá en una sola línea AC desde A hasta B y desde B hasta C: despues desde el medio de las dos líneas se trazará un semicírculo, y desde el punto B en que se juntan las dos líneas se levantará una perpendicular hasta la circunferencia, cuya línea será la media proporcional que se busca.

De los ángulos.

La formacion de un ángulo, en el supuesto que haya de ser de una abertura determinada, puede hacerse de dos modos, bien tomándole de otro como ABC (*fig. 11*), bien construyéndole por el número de grados que haya de tener su abertura. Para el primer caso tómese una parte qualquiera de uno de los lados del ángulo, por exemplo BC, que se colocará en *bc*, y desde el punto *b* como centro se hará el arco indefinito *ac*; despues abriendo el compas desde C á A se sentará en *c*,

y se hará un arco pequeño que corte á *ac* en *a*, desde cuyo punto de seccion se tirará una línea *ab*, que forma el ángulo á *bc* igual á ABC.

Para el segundo caso trácese una línea recta *bc* (*fig. 11*), y desde el extremo *b* como centro, y con una abertura de compas igual al radio de un semicírculo graduado, se construirá un arco indefinito *ac:* despues tómese con el compas en el mismo semicírculo el número de grados que haya de tener el ángulo, y se señalarán en el arco *ac*, y suponiendo que cojan en dicho arco desde *c* hasta *a*, se tirará la *ab*, que formará con la *bc* el ángulo que se quiere.

De los triángulos.

En la construccion de los triángulos pueden ocurrir dos casos, de los quales el primero es quando se ha de hacer un triángulo igual á otro; y el segundo quando se ha de hacer semejante. Para el primero bastará tomar en el triángulo dado ABC (*fig. 12*) un lado qualquiera: por exemplo, BC, que se pondrá en *bc*, desde cuyos puntos *b* y *c*, y con aberturas de compas iguales á BA y AC, se trazarán arcos *a* que se corten, desde cuyo punto de seccion se tirarán líneas *ab* y *ac*, y quedará formado el triángulo que se quiere.

En el segundo caso que el triángulo haya de ser semejante; esto es, que tenga respectivamente iguales los ángulos y proporcionales los lados á los del primero, y suponiendo se haya de hacer un triángulo ABC (*fig. 13*) semejante á otro A *bc*, se hará este con sus dos lados A*b* y A*c* indefinitos, y despues tirando la BC paralela á la base *bc*, se tendrá un triángulo ABC semejante al primero, y mayor ó menor segun por los puntos se tire la paralela.

Sabiéndose construir estas dos especies de triángulos no hay dificultad en construir los demas; por lo que omitirémos alargarnos en su explicacion á beneficio de la brevedad y para no ser molestos.

ESTAMPA IV.

De los paralelógramos.

Quando los paralelógramos han de ser de ángulos rectos como el quadrado, se trazan tirando una línea AB (*fig. 14*), que sea perpendicular á otra BC; y despues tirando por sus extremos paralelas á estas dos líneas, se tendrá el paralelógramo rectángulo ABCD.

Quando el paralelogramo haya de ser un rombo ABCD (*fig. 15*) se tirarán para su formacion dos líneas AC y BD, que cruzándose recíproca y perpendicularmente por el medio sean de las dimensiones que haya de tener el rombo, y tirando líneas AB, BC, CD y AD, que

junten los extremos de los dos anteriores, estará hecha la operacion.

Para construir el romboyde ABCD (*fig. 16*) bastará tirar dos líneas paralelas BA y CD, y despues otras dos BC y AD mas distantes entre sí que las primeras, y que siendo tambien paralelas formen ángulos agudos.

Los demas quadriláteros, así como los polígonos irregulares, se trazan por el método que dexamos sentado para los triángulos.

De los polígonos regulares.

Quando los polígonos que se han de construir son de corto número de lados, ó de un número par, se trazan con facilidad haciendo una circunferencia, y dividiéndola en tantas partes quantos son los lados que se quieren dar al polígono, por lo que no nos detendrémos en explicar su construccion, excepto la de los de un número grande ó impar de lados, para lo qual insertarémos un método que abrevia algo la operacion.

La propiedad que tiene el exágono (*fig. 17*) de tener iguales todos sus lados al radio AB de la circunferencia en que se inscribe, nos proporciona un medio fácil y exâcto para su formacion; pues hecha la circunferencia con su mismo radio, se la divide en seis partes iguales, que sirven para los lados del exágono.

Por este método será tambien mas breve la operacion de hacer un polígono de 12, 18, 24 lados &c., porque hecho lo que se ha dicho para el exágono, y subdivididas las primeras seis partes en otras dos, tres ó quatro, se tendrán terminados los lados del polígono de 12, 18 ó 24 lados, segun las subdivisiones se hubiesen hecho.

No sucede con igual facilidad quando es grande é impar el número de lados del polígono que se quiere trazar; porque la dificultad de dar en primera vez al compas una abertura, que desde luego divida la circunferencia en las partes que se quieren, empeña en el molesto trabajo de aumentar ó disminuir la abertura del compas, y repetir, cada vez que esto se hace, la operacion hasta hallar la que exâctamente divide la circunferencia: todas nuestras operaciones estan sujetas á errores que regularmente provienen de lo grosero é imperspicaz de nuestros sentidos, como tambien del uso de los instrumentos que es indispensable apliquemos en ellas; por lo que, quanto mas sencilla sea la operacion en que nos valgamos de ellos, tanto ménos expuesta será á errores. Esta es la causa por qué en todos los casos que nos ocurran deberémos preferir aquel método mas simple que, conduciendo al fin que nos hemos propuesto, exîja menor uso de los instrumentos.

Es constante que mucho mas difícil será graduar de una vez la abertura del compas para dividir en un cierto número de partes toda una circunferencia ABCD (*fig. 18*), que para dividir su quadran-

te AB en el mismo número de partes; por lo que, siempre que nos propongamos construir un polígono de un número impar, y grande de lados, nos bastará que en lugar de dividir toda la circunferencia, dividamos uno de sus quadrantes en el número de partes, quantos sean los lados que queremos dar al polígono, como por exemplo en 15; y hecho esto, y tomando con el compas la distancia comprehendida por quatro de estas partes, proceder á la division de toda la circunferencia, pues quedará exâctamente dividida segun se quiere.

Lo que queda explicado basta para construir qualquiera polígono regular rectilíneo que se ofrezca; por lo que pasarémos á hablar del círculo y demas figuras curvilíneas, que tienen relacion con él, por constar de partes circulares.

Construccion de las figuras curvilíneas.

El círculo es de tan sencilla construccion, que con solo sentar una pierna del compas en un punto, y girar con la otra al rededor, queda formada su circunferencia; no obstante, como no siempre el trazar un círculo se refiere á simplemente hacer su circunferencia, sino á inscribirle ó circunscribirle á algun polígono regular, dirémos por qué camino podrémos llegar á conseguirlo.

Siempre que se ofrezca inscribir ó circunscribir un círculo ó polígono regular qualquiera (*fig. 17*), se necesita determinar el punto céntrico del polígono, que lo ha de ser tambien de la circunferencia: para esto, si el polígono fuere de un número par de lados, se tirarán en él dos diagonales que desde sus ángulos opuestos se crucen, siempre que se pueda, en ángulos rectos; hecho lo qual, y sentando una pierna del compas en el punto en que se cruzan las diagonales, y abriéndole hasta que la otra pierna llegue á tocar el vértice de qualquiera de los ángulos, y girando al rededor, circunscribirá la circunferencia al polígono; pero quando aquella haya de ser inscripta á este se abrirá el compas hasta tocar el medio de los lados del polígono, y con el radio BF girando al rededor quedará inscripta á este.

Si el polígono en que se ha de inscribir ó circunscribir el círculo fuere de número impar de lados (*fig. 19*), en este caso, para buscar su centro, se tirarán las diagonales desde el medio de sus lados á los ángulos opuestos; pero siempre se procurará que se crucen lo mas perpendicularmente que se pueda para determinar con mas precision el centro, el que es tanto mas incierto quanto mas obliquamente se cortan las diagonales.

De lo que acabamos de practicar para hallar el centro de los polígonos regulares, se infiere un método por el qual podrémos hallar el de una circunferencia: consiste este en tirar en la circunferencia, cuyo cen-

tro se ignora (*fig.* 20), dos cuerdas qualesquiera AB y BC, las que se dividirán perpendicularmente por el medio con líneas indefinitas, que formando precisamente ángulo concurrirán á juntarse en un punto D, que será el centro que se busca.

Por el mismo medio se conseguirá hallar el centro de sola una porcion de circunferencia; porque tirando en ella dos cuerdas, y haciendo la operacion que queda dicha anteriormente, determinará el centro de ella.

La elipse, que impropia y comunmente se la llama óvalo, es, como dexamos dicho antes, una superficie ó figura terminada por una línea curva, y la qual todos sus diámetros la dividen en partes iguales: constrúyese con diferentes centros; cuya situacion es sumamente variable, así como lo son las figuras elípticas que se pueden construir, y al mismo tiempo son de mucho uso, y sumamente útiles en las artes.

Quando su construccion es arbitraria; esto es, que entre su diámetro mayor y menor haya una proporcion qualquiera, se trazan con varios métodos que, aunque todos forman la elipse, es con la variedad de mas ó ménos prolongada por su mayor diámetro, lo qual pende de que debiendo estar situados en este los centros de los arcos extremos, quanto mas inmediatos esten estos centros al punto en que se cortan los diámetros mayor y menor de la elipse, tanto mas se acercará esta á ser un círculo; por consiguiente, siempre que se quiera formar una elipse, se deberán situar los centros de los arcos extremos tan próxîmos á los del diámetro mayor, quanto mas prolongada se quiera.

Efectivamente se verá que sucede así por los exemplos que vamos á explicar.

Uno de los métodos que se pueden practicar para formar la elipse es construyendo dos círculos, de los quales la circunferencia del uno pase respectivamente por el centro de la del otro; hecho lo qual, los centros de los círculos, y los puntos en que se cortan las circunferencias, son los que deben servir para trazar la elipse, segun se ve en la *fig.* 21.

Con tres círculos que tengan sus centros en una misma línea recta, y se corten sus circunferencias pasando respectivamente por los centros de las otras, se construye tambien la elipse (*fig.* 22), para lo qual se tirarán en los dos círculos extremos diámetros indefinidos que pasen por los puntos en que se cortan las circunferencias; y desde los puntos A y B, en que se juntan los diámetros, se trazarán las curvas CD y EF, que rematan la elipse.

Sensiblemente se manifiesta en las dos figuras precedentes lo que hemos dicho antes; esto es, que tanto mas una elipse se acercará á ser un círculo, quanto mas inmediatos tenga los centros de sus arcos extremos al medio de su diámetro mayor en que le corta el menor; porque así como la de tres círculos es una quarta parte mayor á proporcion que la

formada con dos, así es tambien mas prolongada que esta por tener sus centros mas distantes del medio del diámetro.

Si en un círculo se inscribe un quadrado ABCD (*fig.* 23) prolongando indefinitamente sus lados, se puede tambien trazar la elipse, porque tomando una abertura qualquiera de compas, y sentando una de sus piernas en el punto B, se trazará con la otra la curva EG: sentando el compas con la misma abertura en el punto D se hará la curva FH; y últimamente desde los puntos A y C se trazarán las curvas GH y EF, que rematan la elipse.

Con dos puntos tomados arbitrariamente en una línea AD (*fig.* 24), se puede trazar tambien la elipse: supongamos que estos sean los puntos BC: desde ellos, como centros, se describirán las curvas *m* A *n* y *m* D *n* indefinitas, y sin cerrar el compas, desde los puntos A y D en que estas tocan el diámetro AD, tambien como centros, tracénse arcos *m* y *n* que corten los anteriores; despues con una abertura de compas igual á la distancia de los puntos *m* y *m* ó *n* y *n* en que se cortan los arcos, y sentando el compas sucesivamente en los puntos *m* y *n*, se harán arcos *u* y *t*, cuyos puntos de seccion servirán como centros para las curvas *mm* y *nn*, que concluyen la elipse.

Como muchas veces ocurre trazar una elipse con unas dimensiones determinadas; esto es, que su diámetro mayor guarde una cierta proporcion con el menor, enseñarémos dos métodos, con los quales se traza la figura elíptica con estas circunstancias.

Supongamos para el primer método que las líneas AB y CD (*fig.* 25) hayan de ser los diámetros mayor y menor de la elipse que se quiera construir. Desde el punto C, con un radio arbitrario se trazará el arco EF indefinito, sobre el qual se hará EG igual á CE. Dividiendo despues EG en quatro partes iguales, se llevará una de estas desde G á H, y se tirará la indefinita CHI: desde el punto A, con un radio qualquiera se describirá otro arco indefinito KM, sobre el qual se llevará el radio AM de M á N, y se tirará AN, cuya interseccion en O con CI, dará la línea AO, que se llevará de A á P, y de B á Q en el diámetro mayor: los puntos P y Q serán los centros de los arcos OR y ST, y los puntos VX sobre el diámetro menor prolongado, si fuese necesario, los de los arcos OS y RT: bien se dexa conocer que el punto X se debe situar igualmente distante de la comun interseccion de los diámetros que lo está el punto V.

ESTAMPA V.

Supongamos para el segundo método que sean dados para la figura elíptica los dos diámetros AB y CD (*fig.* 26).

Desde el punto C como centro, y con una abertura de compas igual á EB, se describirán arcos que corten el diámetro A B en los pun-

tos FG: despues se fixarán en estos dos puntos dos alfileres gordos ó clavos, segun las dimensiones de la elipse, y en ellos se atará un hilo ó cuerda por sus dos extremos, de tal suerte que despues de atada llegue con su medio al punto C, formando el triángulo CFG: en este punto C se habrá fixado un punzon ó lápiz; y moviendo este desde C hácia A y hácia B, segun se lo permita el hilo, trazará una curva que será una semielipse, y repitiendo la operacion al otro lado del diámetro, quedará concluida enteramente con las circunstancias que se desean.

Quando se haya de construir un óvalo perfecto, esto es, que tenga la figura de un huevo natural (*fig.* 27), se tirará una línea AB, que se dividirá en ocho partes, y por el punto F, entre las tres y cinco divisiones, se la cruzará perpendicularmente con la línea CD; despues desde el punto G, y con un radio igual á dos de las divisiones, se hará el arco HAI, y sin cerrar el compas desde el punto A como centro, se trazarán arcos H é I que corten el primero HAI. Hecho esto, y sentando el compas en F con un radio igual á tres partes de la division, se hará el semicírculo CBD: despues se sentará el compas sucesivamente en I y D, y con una abertura dupla de la perpendicular IJ baxada desde I, se trazarán arcos que se crucen en K, desde cuyo punto, como centro, se trazará la curva ID. Ultimamente, repitiendo la misma operacion sin cerrar el compas desde los puntos H y C, se harán arcos L, cuya interseccion comun servirá de centro para la curva HC, que concluye el óvalo.

Hemos dicho sobre el particular lo bastante para los casos mas comunes que suelen ocurrir; por lo que pasarémos á explicar en el párrafo siguiente quanto pertenece á la medida de las superficies planas, y algunas de las curvas, que siendo de naturaleza esférica no exîgen otros principios ó conocimientos que los que van aquí sentados.

DE LA MEDIDA DE LAS SUPERFICIES.

De la superficie plana.

Medir una superficie no es otra cosa que averiguar quantas veces una medida conocida, como una toesa, vara, pie &c. cabe en la longitud y latitud, ó en el largo y ancho de la misma superficie; en esta suposicion es claro que si sabemos que una superficie, terminada por quatro lados paralelos y rectangular, tiene un lado de cinco varas y otro de quatro, multiplicando unas por otras, las cinco por las quatro varas, nos resultará el producto veinte, que es el total de las varas quadradas que contiene la superficie.

A poco que se reflexîone y exâmine la *fig.* 28, se dexa percibir bien que si en el supuesto que hemos hecho el lado AB es de cinco varas y el lado AC de quatro, cabrán en ella veinte quadrados, los quales

cada uno tendrá una vara de largo y otra de ancho, y que lo mismo sucederá aunque sea otra qualquiera la medida con que se lá compare.

Sentado este principio, siempre que ocurriese medir la superficie de un paralelógramo qualquiera, deberémos medir el lado que tenga ó tomemos por base, y la altura desde esta al lado opuesto, y multiplicar las dos dimensiones, cuyo producto será la superficie del paralelógramo, aunque este sea un rombo ó romboyde, porque todos los paralelógramos de una misma base y altura tienen iguales superficies, segun lo manifestarémos en la *fig.* 29.

Si tenemos un paralelógramo rectángulo ABCD y tiramos la diagonal BD, es constante que le dividirá en dos partes iguales, y resultarán dos triángulos iguales ABD y BDC, porque todos los lados del uno lo serán respectivamente á los del otro, y sucederá indispensablemente lo mismo con los ángulos: se sigue de aquí que si desde el punto C tiramos una paralela á la diagonal BD hasta encontrar el lado AD prolongado, tendremos otro paralelógramo, que no siendo rectángulo tendrá la misma superficie que el primero. Para percibirlo con evidencia no se necesita mas que comparar el paralelógramo BCED con el paralelógramo ABCD. Hemos dexado suficientemente probado que en este los dos triángulos en que le divide la diagonal son iguales, y que tienen una misma superficie; luego tambien será igual á estos el triángulo CDE, porque lo son tambien respectivamente todos sus ángulos y lados; pues el lado DE es igual á los correspondientes de los otros BC y AD, y el lado DC igual al lado AB, y comun al triángulo BCD; y el lado CE igual al lado BD, comun de los otros dos triángulos, y por consiguiente los tres triángulos DCE, BCD y ABD serán iguales: luego lo son tambien los dos paralelógramos ABCD y BCED, que cada uno consta de dos triángulos iguales á los del otro.

De esta demostracion se infiere como legítima conseqüencia que si para medir la superficie de un paralelógramo qualquiera se debe multiplicar la base por su altura, para medir la de un triángulo qualquiera se debe multiplicar tambien su base por su altura, y del producto tomar la mitad; porque qualquier triángulo siempre es la mitad de un paralelógramo de su misma base y altura.

Se infiere tambien que todos los triángulos que tengan una misma base y altura son iguales, porque son mitades de paralelógramos iguales.

En esta inteligencia quando ocurra medir la superficie de un polígono regular qualquiera, se deberán tirar radios desde el centro del polígono á los ángulos que forman sus lados, con lo que resultarán tantos triángulos como sean los dichos lados; y midiendo la superficie de uno de los triángulos, se multiplicará por el número de los que tenga el polígono, cuyo producto será la superficie de este.

Supóngase para la mejor inteligencia un pentágono ABCDE (*fig.*

30), cuyos lados son de quatro varas, y la perpendicular FG baxada desde el centro á los lados, que es la altura de los triángulos, sea de dos varas; se multiplicarán las quatro varas del lado por las dos varas de altura del triángulo, y de su producto ocho se tomará la mitad, la que se multiplicará por cinco, que es el número de los triángulos, y nos resultará que la superficie del pentágono es veinte varas quadradas en los supuestos que dexamos hechos.

El círculo le podemos considerar como un polígono de una infinidad de lados, porque, segun hemos dicho antes, y se manifiesta en la *fig.* 31, quantos mas lados sean los de un polígono, mas se acerca á ser un círculo, y por consiguiente si concebimos que la circunferencia del círculo está dividida en un número infinito de lados, no hay duda que por su infinita pequeñez se confundirán con la misma circunferencia, y que se podrá tomar á esta sin error sensible por la suma de todos los lados. Por otra parte, si imaginamos que desde el centro se tiran radios á los ángulos que forman este número infinito de lados, no hay tampoco duda que resultarán infinitos triángulos, cuyas bases serán la misma circunferencia, y la altura de todos el radio del círculo; luego si se puede averiguar la longitud de la circunferencia de un círculo, y se multiplica esta por la mitad del radio, su producto será la suma de la superficie de todos los triángulos, y por consiguiente la del mismo círculo.

La circunferencia del círculo está con su diámetro en la razon de 7 á 22; es decir, que segun halló Arquimedes muchos siglos hace, un círculo cuyo diámetro sea de 7 pies, tiene 22 de circunferencia con cortísima diferencia; luego nos es fácil hallar la longitud de una circunferencia qualquiera, como tambien la superficie que encierra, porque suponiendo que se quiera averiguar la superficie de un círculo, cuyo diámetro es de 10 pies, harémos esta regla de tres ó de proporcion: si un círculo de 7 pies de diámetro tiene 22 de circunferencia, otro círculo de 10 pies de diámetro quánta circunferencia tendrá, y resultarán $31\frac{8}{7}$ pies por quarto término y longitud de la circunferencia propuesta. Para hallar la superficie del mismo círculo se multiplicará la longitud de la circunferencia por la mitad del radio, que en este caso son $31\frac{8}{7}$ por $2\frac{1}{2}$, cuyo producto $78\frac{5}{7}$ pies es la superficie del círculo de 10 pies de diámetro.

Si en un círculo se supiese la longitud de su circunferencia, y no la del diámetro, se puede hallar esta haciendo inversamente la proporcion anterior; esto es, si 22 pies de circunferencia provienen de 7 pies de diámetro, tantos pies de circunferencia ¿de qué diametro provendrán?

En general, siempre que se quiera saber la superficie de un círculo qualquiera, se calculará por la proporcion que queda expresada la longitud de su circunferencia; y hallada esta, se multiplicará por la

quarta parte del diámetro, ó lo que es lo mismo por la mitad del radio, cuyo producto será la superficie del mismo círculo.

Si se nos ofreciera saber la superficie que contiene una corona ó anulo ABCD (*fig.* 32) formado por dos círculos concéntricos, calcularíamos separadamente las circunferencias de los dos círculos, y averiguada la superficie de cada uno, se restaria la del menor de la del mayor, cuya resta seria la superficie del anulo.

La superficie de un sector de círculo ABCD (*fig.* 33) no tiene dificultad el hallarla, siempre que se sepa el número de grados que coge en la circunferencia y el radio de esta.

Hemos dexado sentado que por convencion de los Matemáticos está dividida la circunferencia del círculo en 360 partes ó grados, y estos en 60 partes &c.: luego la mitad de la circunferencia contendrá 180 grados, y segun sea la parte de ella contendrá proporcionalmente cierto número de grados; de que se sigue que si sabemos que un sector de círculo coge 30 grados en su circunferencia, hallarémos la longitud del arco del sector, calculando la de toda la circunferencia, y haciendo despues esta proporcion: si 360 grados me dan tanto de circunferencia, ¿30 grados quánto me darán? cuyo quarto término será la longitud del arco del sector, la qual se multiplicará por la mitad del radio, y su producto será la superficie que contiene el sector.

Propongámonos hallar la superficie de un sector de círculo ABCD (*fig.* 33), cuyo arco sea de 45 grados y su radio de 6 pies. Para esto calcularémos la longitud de la circunferencia de 12 pies de diámetro, que por el método que queda expresado se halla ser de $37\frac{5}{7}$ pies: despues harémos esta regla de proporcion; si 360 grados me dan $37\frac{5}{7}$ pies de circunferencia, ¿45 grados quántos me darán? cuyo quarto término $4\frac{5}{7}$ pies es la longitud del arco ABC del sector. Por último, multiplicarémos esta por la mitad del radio, que es 3 pies, y el producto $14\frac{5}{7}$ pies es la superficie del sector del círculo propuesto.

Con igual facilidad podemos saber la superficie del segmento ABCE, porque hallada la del sector, se calculará la superficie del triángulo isósceles ACD, y se restará de la del sector, cuya resta será la del segmento.

Por lo que dexamos dicho en órden á la medida de la circunferencia y superficie del círculo, no hay dificultad en hallar la longitud de la curva de una figura elíptica; y por consiguiente su superficie plana, porque se compone toda ella de partes circulares, y se pueden calcular estas separadamente.

Para todas las operaciones se necesitan ciertos datos, sin los quales es imposible desempeñarlas; así que para medir la longitud de una curva elíptica es preciso saber la de los diferentes radios con que está formada, y para hallar la superficie que encierra la misma curva, si está

hecha con tres centros, es necesario saber la longitud de su diámetro mayor.

Propongámonos un exemplo que nos lo manifestará mejor, y sea una curva elíptica A*nn*D*mm* (*fig.* 24), de la qual se quiere saber su longitud, siendo dados el radio C*n* de 6 pies, el radio *tn* de 18, y el diámetro AD de 24; es constante que por la construccion que hemos enseñado de la curva elíptica el arco A*n* es de 60 grados, y lo mismo el arco *nn*; luego para hallar la curva *n*A*m*, que es igual á la *n*D*m*, buscarémos, por el método que hemos explicado antes para los sectores del círculo, la longitud del arco *n*A*m* de un sector de 120 grados en una circunferencia de 6 pies de radio, y hallada se multiplicará su duplo por la mitad del mismo radio, esto es, por 3 pies, y tendremos la superficie de los dos sectores *n*A*m*B y *n*D*m*C; fáltanos ahora saber la longitud de la curva *nn*, ó su igual *mm*, y valuar la superficie *n*B*mm*C*n*; para esto se buscará la longitud de los arcos iguales *nn* y *mm*, que juntos corresponden á un sector de 120 grados en una circunferencia de 18 pies de radio, por cuya mitad 9 pies se multiplicará, con lo que tendremos la superficie de los dos sectores *ntn* y *mum*; pero como estos dos sectores son mayores que la parte *n*B*mm*C*n*, la cantidad que componen los dos triángulos BC*t* y BC*u* es menester restarlos de los mismos sectores, lo qual es fácil, pues todos sus lados son conocidos; el lado *t*C de 12 pies igual al radio *tn* de 18 pies ménos el radio *n*C de 6 pies, y lo mismo el lado BC igual á 24 pies del diámetro ménos 12 pies de los dos radios CD y AB, con lo que no hay dificultad en calcular la superficie de estos dos triángulos, la qual hallada se restará de los sectores de que son parte, y resultará la superficie B*nn*C, y la superficie B*mm*C, que con la de los sectores *n*A*m*B y C*m*D*n* componen toda la de la figura elíptica A*nn*D*mm*.

En general, la longitud de la curva de una figura elíptica qualquiera es fácil hallarla por el método antecedente, aunque esté construida con mayor número de centros, siempre que se sepa el valor de los radios y los grados de sus respectivos arcos; pero no sucede así con su superficie, pues siempre que la figura elíptica esté hecha con mas de tres centros, son necesarios para hallarlos otros datos y cálculos muy prolixos, que exîgen conocimientos distintos de los que se dan en este tratado, y que hallará en otros mas extensos el que los necesite.

Basta lo que dexamos sentado para saber medir la superficie de qualquier polígono regular, por lo que dirémos ahora cómo se debe proceder para hallar la de qualquier figura plana irregular.

Para medir la superficie de un trapecio ABCD (*fig.* 34) se deberá sumar la longitud de los dos lados paralelos AB y DC, y multiplicar la mitad de esta suma por la altura de la perpendicular FG, baxada entre los dichos lados paralelos; se funda esto en que, si se tira la diago-

nal AC, nos resultan dos triángulos de una misma altura, de los quales uno tiene por medida la mitad del lado AB por la altura FG, y el otro la mitad del lado CD por la misma altura FG, cuyas multiplicaciones hechas separadamente, y sumados sus productos, componen la misma cantidad que la suma de las dos mitades de las bases de los triángulos, multiplicada por la altura comun de los dos.

Para hallar la superficie de un polígono irregular qualquiera, como por exemplo el que representa la *fig. 35*, se deberán tirar desde uno de sus ángulos líneas diagonales á todos los demas del polígono: hecho lo qual, se averiguará la de cada triángulo separadamente, y el total de la suma de sus productos es la superficie del polígono.

De la medida de la superficie en los sólidos, de los prismas y cilindros.

La superficie de los prismas siempre se compone de paralelógramos y triángulos, ó polígonos regulares, por cuyo motivo, sabiéndose medir ya, por lo que dexamos dicho, todas estas figuras, pudiéramos omitir el hablar acerca de la medida de la superficie de aquellos sólidos; sin embargo, como el fin que nos hemos propuesto en este tratado es el de hacerle acomodado á la inteligencia de todos, dirémos para mayor claridad que la superficie de qualquier prisma siempre es igual á la de sus dos bases, sumada con las de sus caras ó planos de que se componen; luego si un prisma es triangular, se buscará la medida de los dos triángulos de sus bases calculando el uno, y despues se medirá la de los tres paralelógramos de sus caras, y se sumará con la de los dos triángulos, cuyo resultado es la superficie de todo el prisma.

Bien se dexa conocer que estos métodos son generales para todos los prismas, sin mas diferencia que la de medir quadrados ó qualquiera polígonos que tengan por bases, quando los prismas son quadrangulares, pentagonales &c., pues siempre serán sus caras paralelógramos.

La superficie de un prisma qualquiera, recto ú obliqüo, no contando la de sus bases, es igual al producto de una de sus aristas AB (*fig. 36*) por la suma de las perpendiculares *a b c* tiradas de unas aristas á otras, porque las aristas son iguales, y bases de los paralelógramos, y las perpendiculares respectivas son sus alturas; de que se sigue que, quando el prisma es recto, su superficie es igual al producto del perímetro de su base por una de las aristas.

Propongámonos hallar la superficie de un prisma (*fig. 36*), cuyas bases son triángulos que tienen quatro pies de lado y tres de altura, y en que las aristas A B son de once pies: está reducido, si el prisma es recto, á multiplicar once pies por quatro, que son las dimensiones de los paralelógramos, y su producto quarenta y quatro multiplicarle por el número de estos que son tres, y sumar su resultado ciento treinta y dos con

doce pies de superficie, que contienen los dos triángulos de las bases, cuya suma es la superficie total del prisma; pero si este es obliqüo, es necesario, para hallar la superficie de los paralelógramos, multiplicar la perpendicular de una arista á otra por la longitud de la misma arista.

Como un cilindro no es otra cosa que un prisma, cuya base es un polígono de una infinidad de lados, se sigue que su superficie convexâ, quando es recto, es igual al producto de la circunferencia de su base por su altura; pero si es obliqüo (*fig. 37*), como en este caso su base no es circular sino elíptica, es necesario, para hallar su superficie, multiplicar el lado AB por la circunferencia, cuyo diámetro es *cd* perpendicular á los mismos lados.

De las pirámides.

Por lo que toca á las pirámides militan en ellas las mismas circunstancias que en los prismas, pues sus bases siempre son triángulos, quadrados ó polígonos, y sus caras triángulos, excepto quando las pirámides son truncadas, en cuyo caso sus caras son trapecios iguales si la seccion está hecha paralelamente á la base, y bastará medir uno de ellos, y tomarle tantas veces como son los trapecios; pero quando la seccion no es paralela á la base, las caras son quadriláteros desiguales, que es necesario medir separadamente, y sumar sus diferentes superficies con las de la base y seccion, que producirán la total superficie del prisma truncado.

Quando las pirámides son rectas, la perpendicular AB (*fig. 38*), baxada desde el vértice á la base de uno de los triángulos de sus caras, es la altura comun de todos los demas, y por consiguiente su superficie, no contando la de la base, será igual al producto del perímetro de la base por la mitad de la perpendicular; pero si es obliqüa, tendrá todos sus triángulos desiguales, y por consiguiente, para hallar la superficie de toda la pirámide, será necesario buscar separadamente la de cada triángulo.

El cono se le puede considerar como compuesto de una infinidad de triángulos, cuyos cúspides concurren en el punto A (*fig. 39*); y sus bases son la circunferencia BCDE, que se la imagina como un polígono regular de infinitos lados, de que se infiere que si el cono es recto, todos los triángulos son de una misma altura AB; luego para hallar la superficie del cono recto, no contando la de su base, se multiplicará la circunferencia de la base por la mitad del lado AB del cono.

Para hallar con exâctitud la superficie convexâ del cono obliqüo se requieren otros principios distintos de los aquí sentados; no obstante para algunos casos prácticos, que pueden ocurrir, insertarémos un método, con el qual se puede medir sin error substancial. Para esto se dividirá la circunferencia de la base en un número de arcos pequeños, que se

puedan tomar como líneas rectas por su corta diferencia, y hecho, se buscará la superficie de tantos triángulos como sean los arcos, y la suma de ellas será la superficie del cono obliqiio.

La superficie de un trozo de cono recto (*fig.* 40), cuyas bases son paralelas, tiene por medida el lado AB del mismo trozo por la suma de las circunferencias de las bases.

En efecto podemos concebir la superficie convexâ de un trozo de cono recto como compuesta de una infinidad de trapecios; y como estos, segun hemos manifestado antes, son iguales al producto de su altura por la suma de las mitades de sus lados paralelos, se sigue que, siendo todos de una misma altura, y sus lados paralelos, las circunferencias de las bases del trozo del cono, hallarémos su superficie multiplicando la mitad de la suma de dichas circunferencias por la longitud AB del trozo.

De la esfera.

Fáltanos ahora hablar de la superficie de la esfera, y como para hacer ver la razon en que se fundan los métodos que vamos á dar para hallar su superficie, era preciso hablar en un idioma extraño á la mayor parte de los lectores; esto es, haciendo ver su verdad con la precision y rigor de las matemáticas, que no todos han estudiado, nos contentarémos con decir que la superficie de la esfera es igual al producto de su circunferencia ABCD (*fig.* 41) por la longitud AC del diámetro; luego es tambien igual á la superficie convexâ de un cilindro EFGH, en el qual esté inscripta la esfera, porque la del cilindro es el producto de la circunferencia de su base por la altura E H, que son cabalmente la circunferencia de la esfera, y su diámetro AC igual á EH.

Si en la esfera y el cilindro circunscripto á ella se tiran rectas paralelas *adch*, cada rebanada *befg* de la esfera tiene igual superficie que la rebanada *adch* del cilindro; porque así como el diámetro *fg* de la rebanada esférica es menor que el diámetro *ch* de la rebanada cilíndrica, así es tambien igualmente mayor el arco *fb* que el lado *ca*, y por consiguiente la misma superficie produce la circunferencia, cuyo diámetro es *fg* por el arco *fb*, que la circunferencia cuyo diámetro es *ch* por la altura *ca*; luego se puede tomar la superficie convexâ de la rebanada cilíndrica *chda* por la de la rebanada esférica *bfge*; y como el diámetro *ch* de la rebanada cilíndrica es el mismo de la esfera, se sigue que la superficie convexâ de qualquiera rebanada esférica *bfeg* es igual al producto de la circunferencia de la esfera por la altura *ik* de la misma rebanada.

Del mismo modo la superficie convexâ de un segmento esférico *b* A *ei* es igual á la superficie E *ad* F del cilindro, lo que se convence del raciocinio que acabamos de hacer respecto de la rebanada *bfge*, y por consiguiente es igual al producto de la circunferencia de su misma esfera por la altura *i* A del segmento.

Como un sector esférico *b*L*e*A se compone del segmento *b*A*ei*, mas el cono *b*L*ei* es fácil de hallar su superficie calculando separadamente la de ambas porciones, y sumando el un producto con el otro.

La superficie convexâ de un sólido elíptico ó un elipsoide ABCD (*fig.* 42), así como la esfera es igual á la superficie convexâ de un cilindro EFGH, en el qual esté inscripto, ó lo que es lo mismo, hablando con mas generalidad, es igual al producto de uno de sus dos diámetros por la circunferencia trazada con el otro, esto es, al producto de su diámetro mayor AC, por la circunferencia trazada con su diámetro menor DB, ó inversamente, al producto de su diámetro menor por la circunferencia de su diámetro mayor.

ESTAMPA VI.

De los cuerpos ó sólidos regulares, y de la medida de su superficie.

Los cuerpos regulares son aquellos, cuyas caras son todas polígonos regulares é iguales, segun se representan en las *figuras* 43, 44, 45, 46 *y* 47 con el número de planos de que se compone su superficie.

Distínguense en número de cinco con los nombres de tetraedro, que es el formado con quatro triángulos equiláteros, como la *fig.* 43.

Octaedro, que es el que se compone con ocho triángulos equiláteros, como se representa en la *fig.* 44.

Icosaedro, que consta de veinte triángulos equiláteros, como se ve en la *fig.* 45.

Cubo ó exâedro, que es compuesto de seis quadrados, como la *fig.* 46.

Idodecaedro, que es el que se compone de doce pentágonos regulares, segun lo manifiesta la *fig.* 47.

No se puede formar ningun otro cuerpo regular mas que los cinco que quedan expresados, ni que sus ángulos sólidos resulten del concurso de otros ángulos planos, que de triángulo equilátero, quadrado ó pentágono regular.

La razon es tan obvia, que qualquiera podrá percibirla aun quando no se le manifieste con el rigor que exîgen las matemáticas.

Si se observan los ángulos sólidos de que constan los cuerpos regulares, no hay duda que manifiestan que los ángulos planos, de que son formados todos juntos, no pueden valer quatro ángulos rectos; porque si los valieran, no podrian formar ángulo sólido sino una superficie plana.

De aquí se sigue que solo se pueden formar ángulos sólidos con tres, quatro y cinco ángulos de triángulo equilátero, ó con tres ángulos de quadrado, que son rectos, ó con tres ángulos de pentágono regular; porque siendo el valor de un ángulo de triángulo equilátero 60 grados,

es claro que cinco de estos ángulos no llegan á valer toda la circunferencia, y por consiguiente pueden formar un ángulo sólido.

Por la misma razon no se puede formar un ángulo sólido, sino con tres ángulos de quadrado, porque siendo rectos, si se hubieran de formar con quatro, que es el valor de la circunferencia, resultaria una superficie plana.

Igualmente siendo el valor del ángulo de un pentágono regular el de 108 grados, es evidente que quatro de estos ángulos componen ó valen mas que la circunferencia, por lo que solo con tres puede formarse un ángulo sólido.

Lo que acabamos de manifestar es suficiente para percibir su verdad; pero sin embargo lo harémos ver aun con mas claridad en la *fig. 48.*

Supongamos un círculo ABCD dividido en seis partes iguales: es constante que cada uno de los seis ángulos tendrá por medida la sexta parte de la circunferencia, ó 60 grados; si suponiendo igualmente que el mismo círculo es de una materia flexîble como un papel ó un tafetan, queremos con él formar un ángulo sólido en su punto céntrico E, será necesario que plegando su circunferencia en la direccion de los radios, formemos una figura semejante á la que se ve en EFGH, por lo que es indispensable que se cierren los ángulos del círculo ABCD, y por consiguiente tanto como se cierren tendrán de ménos valor; luego solo puede formarse un ángulo sólido con ángulos planos, cuyo valor de todos juntos sea menor que el de la circunferencia.

Por lo que respecta á la superficie de los planos que rodean los cuerpos regulares, es fácil hallarla calculando la de cada triángulo, quadrado, ó pentágono, y multiplicándola por el número de las caras de que esté compuesto el sólido, como por exemplo en el tetraedro, que es compuesto con quatro triángulos equiláteros, se buscará la área ó superficie de uno de ellos, y se multiplicará por quatro, cuyo producto es la de todo el sólido.

En el cubo se calculará la superficie de uno de los seis quadrados de que se compone, y multiplicándola por seis, es la total superficie del cubo, y así de los demas.

DE LA SOLIDEZ DE LOS CUERPOS.

ESTAMPA VII.

De los prismas y cilindros.

La solidez de los cuerpos es el conjunto de materia de que estan formados, ó el volúmen que contiene por todas partes al rededor el contorno de los mismos cuerpos. Valuamos la cantidad de solidez de un cuerpo, comparándola con otro sólido que conocemos, como por

exemplo el paralelepípedo ó prisma quadrangular ABCDEF (*fig. 49*), contendrá el sólido G con que le comparamos mas ó ménos veces, segun sea la base DEFG y la altura AF: luego si suponemos que el sólido G es un cubo de un pie de largo por lado, y que este cabe en la base del prisma quatro veces, y en la altura ocho, no hay duda que contendrá ocho veces los quatro cubos que caben en la base, ó lo que es lo mismo, treinta y dos cubos; y como el cubo, en el supuesto que hemos hecho, tiene en cada una de sus tres dimensiones un pie, se deduce que el paralelepípedo tiene treinta y dos pies cúbicos de solidez: del mismo modo si en lugar de pies hubiéramos supuesto el cubo de una vara, una toesa &c. de lado, diríamos que el paralelepípedo era de treinta y dos varas, toesas &c. cúbicas, que es el uso comun de valuar la solidez de los cuerpos.

De lo que acabamos de explicar se infiere por regla general que para hallar la solidez de un prisma qualquiera se debe multiplicar el número de varas, pies &c. que tenga su base de superficie por las varas, pies &c. que tenga su altura, ó como se dice comunmente, se ha de multiplicar la superficie de su base por su altura.

Como un cilindro se puede considerar como un prisma de una infinidad de lados, se sigue que la solidez de un cilindro qualquiera, recto ú obliqüo, es igual al producto de la superficie de su base por la altura; pero es necesario advertir que en un cilindro obliqüo (*estampa 5, fig. 37*) se deberá tomar por base un círculo, cuyo diámetro sea la recta *cd* perpendicular á los lados del cilindro, y por la altura, uno de los mismos lados AB.

De las pirámides.

La solidez de una pirámide qualquiera es la tercera parte de la de un prisma de igual base y altura que ella.

No es necesario molestarse mucho para percibir esta verdad, pues con la simple inspeccion de la *fig. 50*, se convencerá qualquiera de un talento medianamente despejado.

Si suponemos un prisma triangular ABCDE, en el qual pasamos un plano que le corte desde el ángulo F á los ángulos E y C, es evidente que separará una pirámide triangular FEDC, cuya base y altura será la misma del prisma, y quedará otra pirámide quadrangular ABCEF, cuyo cúspide es el punto F.

Si esta pirámide quadrangular se la divide por el medio con un plano que pase por el cúspide F y la diagonal EB, resultarán dos pirámides triangulares iguales, porque lo son sus bases ABE y BCE, y tienen una altura comun en el punto F, que es el cúspide de las dos; pero la pirámide ABEF tiene una base ABF igual á la base EDC de la pirámide FEDC, que es de la misma altura; luego es igual con ella

como lo es á la pirámide BFEC; por consiguiente para hallar la solidez de una pirámide qualquiera se deberá multiplicar la superficie de su base por la tercera parte de su altura.

El cono no es otra cosa que una pirámide, cuya base es un polígono de una infinidad de lados; por consiguiente para valuar su solidez se deberá multiplicar la superficie del círculo de su base por la tercera parte de su altura.

Una vez que el cono es una pirámide, cuya base es un polígono de una infinidad de lados, y el cilindro es un prisma con una base de las mismas circunstancias, se deduce, que si el cono es recto tiene la tercera parte de solidez que un cilindro de su misma base y altura; pero si el cono es obliqüo es la tercera parte de un cilindro de su misma obliqüidad y altura, en el qual se haya calculado la solidez por el método que hemos dado para la *fig. 37*, por causa de no ser su base circular, sino elíptica.

Para hallar la solidez de un trozo de cono ó pirámide (*fig. 51*), siendo paralelas sus bases opuestas, es necesario buscar la altura del cono quitado; despues de lo qual es fácil hallar la solidez del cono entero, y por consiguiente la del trozo; y como si á una pirámide ó cono qualquiera se le corta paralelamente á la base, las partes interceptadas son proporcionales á las del todo de la pirámide ó cono, se podrá hallar la altura total del cono por medio de esta proporcion: AB ménos *ab*, es con AB como *ed* es con *e*C, cuyo quarto término es la altura de la pirámide quitada: hallada esta altura se calculará la solidez de toda la pirámide y la de la pirámide quitada, se restará esta de la total, y la resta será la del trozo.

De la esfera, sus sectores y segmentos.

Así como para medir la superficie del círculo se le considera como un polígono de una infinidad de lados que componen la circunferencia, así tambien se la considera á la esfera como el conjunto de una infinidad de pirámides, cuyas bases son la superficie de la misma esfera, y el centro de esta el cúspide de todas las pirámides; baxo este supuesto, la solidez de la esfera es igual al producto de su superficie por la tercera parte de su radio; y como la superficie de la esfera es igual á la convexâ del cilindro circunscripto, y esta es el producto de la circunferencia de su base por su altura, ó lo que es lo mismo, por $\frac{4}{2}$ radios de la esfera, se sigue que para hallar la solidez de esta bastará multiplicar su circunferencia por $\frac{4}{2}$ radios y por $\frac{1}{3}$ del mismo radio, que es lo mismo que multiplicarla por $\frac{2}{3}$; luego la solidez de la esfera es los $\frac{2}{3}$ del cilindro á ella circunscripto.

La solidez del sector esférico *b*A*e*L (*fig. 41*) es igual al producto

de la superficie de su base *bie*A por la tercera parte del radio LA, que en virtud de los métodos que quedan expuestos se hallará con facilidad.

Un segmento esférico *bie*A tiene por medida de su solidez la del sector *b*L*e*A, ménos la del cono *b*L*ei*, que conseqüente á lo que dexamos dicho es igualmente fácil de valuar.

La solidez de un elipsoide ABCD (*fig* 42), así como la esfera, es igual á los dos tercios del cilindro, en el qual está inscripto; y como la solidez del cilindro es el producto de la superficie de su base por la altura, y esta y el diámetro de la base son cabalmente los dos diámetros del elipsoide, se sigue que la solidez de este es igual al producto de la superficie de un círculo trazado con uno de sus diámetros por los dos tercios del otro.

Basta lo que dexamos sentado para las operaciones mas comunes y usuales en la práctica de la medida de las superficies, pues para lo demas que puede ocurrir hay otros tratados mas extensos, que registrará el que lo necesite y se halle impuesto en los principios que para ello corresponden.

De la transformacion de las figuras en otras de igual superficie.

Por convenir en muchas ocasiones transformar una figura plana en otra que siendo de igual superficie contenga ménos lados su perimetro, ó que conservando los mismos sean diferentes sus dimensiones, dirémos sobre este particular varios métodos, por los quales se podrá conseguir el intento con bastante facilidad.

Quando se ofreciese transformar un triángulo ABC isosceles ó equilátero (*fig.* 52) en otro que sea rectángulo y contenga la misma superficie, se tirará la AD que divida por el medio la base BC, y prolongando esta su mitad hasta E, y tirando la EA, se tendrá el triángulo ADE segun se pide, porque la línea AD es perpendicular y forma ángulo recto con BC, y como los dos triángulos ABC y ADE tienen bases y alturas iguales, son de una misma superficie.

Si á un triángulo equilátero ABC (*fig.* 53) se le quiere substituir con otro igual á él, é isosceles y octusángulo, se tirará la AD paralela á BC, y la DC paralela á AB, y tirando la BD, se tendrá el triángulo BCD como se quiere.

Es claro que si se quisiera que el triángulo BCD fuese obtusángulo y escaleno, se conseguiria tirando la línea CE, que no fuese paralela á su opuesta la línea AB.

Si en lugar de un triángulo dado ABC (*fig.* 54) se quisiere construir otro igual con él, y cuyos tres lados sean cada uno mayor que los respectivos del primero, se prolongará la mitad de la base BC por cada lado hasta los puntos ED, y tirando las perpendiculares EF y DG,

iguales á la mitad de la altura AH del triángulo ABC, y la paralela FG, se tendrá un paralelógramo EDFG duplo del mismo triángulo: tirando las rectas FH y GH, resultará un triángulo FGH, que es la mitad del paralelógramo, y por consiguiente igual en su superficie, y con todos los lados mayores que los del triángulo dado ABC.

Quando se necesite construir un triángulo de una altura determinada igual á otro dado ABC (*fig. 55*) puede ocurrir de dos maneras; una de las quales es si el vértice D del triángulo que se pide está en uno de los dos lados del triángulo ABC ó en su prolongacion A: y la otra quando no haya de estar ni en el lado ni en la prolongacion del triángulo dado. Para el primer caso, si el punto dado D está en el lado AB, se tirará la DC, y por el punto A la paralela AE hasta encontrar el lado BC prolongado, y tirando la DE se tendrá el triángulo DBE como se pide, por ser iguales tambien los dos triángulos ADC y DCE, que tienen comun la base DC y estan entre paralelas.

Si el punto dado D fuese en la prolongacion del lado AB del triángulo ABC (*fig. 56*), se tirará la DC, y por el vértice A la paralela AE, y despues la recta DE, con lo que resultará el triángulo DBE igual segun se pide al triángulo ABC.

Para el segundo caso, si el punto D está fuera, y no en la prolongacion del lado AC de un triángulo ABC (*fig. 57*), se tirará la AG indefinita y paralela á la base BC, se tirará la BD prolongada hasta encontrar la AG, y tirando la CG, se tendrá un triángulo BCG igual con el triángulo ABC, porque tienen una misma base y altura. Si se tira la recta DC y su paralela GH hasta encontrar la base BC prolongada, é igualmente se tira la recta DH, resultará un triángulo BDH igual con el BCG, y por consiguiente con el ABC, porque los dos triángulos DCG y CDH son iguales, pues tienen la base comun DC, y una misma altura entre paralelas; luego si al triángulo BCG se le quita el triángulo DCG, y se le substituye con su igual CDH, quedará el triángulo DHD de igual superficie que BCG, y por consiguiente que ABC.

Si el punto dado D estuviese dentro de un triángulo ABC (*fig. 58*), se tirará la indefinita AE paralela á la base BC y las rectas BE y EC, con lo que tendremos el triángulo BCE igual con el ABC, porque ambos tienen una misma base y altura; pero como el triángulo que se pide ha de tener la altura en el punto D, se tirará la DC y su paralela EF hasta encontrar la BC prolongada, y tirando la recta DF, formará el triángulo BDF como se pide igual á BCE, y tambien á ABC.

Para transformar un triángulo ABC (*fig. 59*) en otro de igual superficie, cuya altura fuese dada, y tambien el ángulo DCB, se tirará la indefinita CD, que forme con BC el ángulo que se pide: se colocará el punto D en la CD á la altura que ha de tener el triángulo, y tirando la AE paralela á la base BC y la recta BE, tendremos el trián-

gulo BCE igual con ABC, por tener ambos la base BC, y estar entre unas paralelas; por lo que tirando la BD y la paralela EF, y despues la recta DF, resultará un triángulo CDF igual con BCE, y con el propuesto ABC.

Se demuestra como en los exemplos anteriores, porque los triángulos BEF y DEF son iguales por tener la base comun y estar entre paralelas; luego qualquiera de ellos que se aumente al triángulo CEF le hará igual con ABC.

Si se quiere transformar un quadrilátero ABCD (*fig.* 60) en un triángulo de igual superficie, y cuyo vértice esté en un punto qualquiera E del lado AB, se tirarán las diagonales EC y ED, y sus respectivas paralelas BF y AG, hasta encontrar la base CD prolongada por ambos lados; y tirando las rectas EF y EG queda el quadrilátero transformado en un triángulo EFG de igual superficie, segun se pide.

Se percibe esta verdad á poco que se exâminen los triángulos que estan entre las paralelas DE y AG, y entre las paralelas BF y CE.

Si fuese un quadrado ó qualquier paralelógramo ABCD (*fig* 61) el que se quiere transformar en un triángulo de igual superficie, se tirará la diagonal BD y la CE igual á DC, con lo que tirando la BE, quedará hecho lo que se pide.

De las figuras anteriores se deduce un método fácil para construir un quadrado que tenga la mitad ó doble superficie que otro dado ABCD (*fig.* 62), porque si se tira la diagonal BD, y se hace la CE igual á CD, tirando la BE, resultará un triángulo BDE, que es igual al quadrado; si la BC se traspasa desde C hasta F, y se tiran las rectas DF y EF, tendremos un quadrado BDFE, que es duplo del triángulo BDE, y por consiguiente del quadrado ABCD.

Si por el contrario se ha de construir un quadrado que sea la mitad del quadrado propuesto ABCD, se tirará la diagonal AC y las rectas AG y DG, paralelas á BD y AC, que formarán el quadrado AHDG, que es la mitad de ABCD, como se percibe claramente en la figura.

Si fuese menester transformar un quadrilátero ABCD (*fig.* 63) en un triángulo, cuyo vértice esté en uno de los ángulos del quadrilátero, por exemplo en el ángulo A, se tirará la diagonal AC y la paralela BE, y tirando tambien la AE, formará el triángulo EAD igual al quadrilátero, porque el triángulo EAC es igual al triángulo CBA, que se le quita al quadrilátero.

ESTAMPA VIII.

Si se hubiera de hacer un triángulo igual á un quadrilátero ABCD (*fig.* 64), que tiene un ángulo entrante en B, se tirará la AC y su paralela BE, y tirando la AE se tendrá el triángulo AED igual al qua-

drilátero, por ser igual el triángulo que se le quita BCE, al triángulo ABE que se le pone.

Quando se quisiere transformar un polígono ABCDE (*fig. 65*) en un triángulo que le sea igual en superficie, se tirarán las diagonales AC y AD, y sus paralelas BF y EG, y tirando las rectas AF y AG, quedará formado el triángulo FAG igual al polígono ABCDE, como es fácil probar y lo demuestra la figura.

De los exemplos que dexamos declarados se deduce que toda figura rectilínea, por muchos lados que tenga su perimetro, se la puede reducir á un triángulo, porque se la puede ir transformando sucesivamente por medio de las operaciones que se han hecho en las anteriores hasta dexarla de solo tres lados.

De la division de las figuras planas.

Lo que vamos á decir en órden á la division de las figuras planas se funda en la igualdad de los triángulos, por lo que teniendo presente lo que sobre este particular queda explicado, no habrá dificultad en convencerse de la verdad de los resultados.

Quando ocurra dividir un triángulo qualquiera ABC (*fig. 66*) en un número de partes iguales que se quieran, por exemplo en quatro, bastará dividir su base BC en el mismo número de partes, y tirar desde el ángulo opuesto líneas á los puntos de division, con lo que resultarán otros tantos triángulos iguales, pues todos tienen bases y alturas iguales.

Si á un triángulo ABC (*fig. 67*) se le quisiere dividir en dos partes iguales desde un punto dado D dentro del mismo triángulo, se dividirá la base BC por el medio con una línea AE baxada desde el ángulo opuesto; se tirará la línea DE y su pararela AF, y despues se tirarán las líneas AD y DF, que dividen el triángulo en dos partes iguales.

Es fácil percibir esta verdad, porque los dos triángulos FAE y FDA son iguales, pues tienen una base AF comun, y una misma altura por estar comprehendidos entre paralelas; por consiguiente si se le añade á cada uno el triángulo ABF subsistirán iguales: luego el quadrilátero ABFD es igual con el triángulo ABE, que es mitad del triángulo ABC.

Para dividir un triángulo ABC (*fig. 68*) en dos partes iguales con una línea paralela á la base, se conseguirá dividiendo por el medio qualquiera de los lados AC ó AB, y buscando una línea media proporcional entre todo el lado dividido y su mitad, y suponiendo que el lado dividido sea AB, y que la media proporcional sea AD, se tirará la DE paralela á CB, que dividirá el triángulo ABC en dos partes iguales, porque el quadrado de una media proporcional es igual al producto de los términos extremos.

Ya hemos enseñado el método, por el qual se hallará una línea media proporcional entre otras dos dadas.

Si el triángulo se hubiera de dividir en tres partes iguales tambien con líneas paralelas á la base, estaba reducida la operacion á buscar una media proporcional entre uno de los lados y las dos terceras partes del mismo lado; porque señalada la media proporcional en el lado dividido, y tirando por su extremo una paralela á la base, resultará un triángulo, que será los dos tercios del que se quiere dividir en tres: despues dividiendo el nuevo triángulo en dos partes, practicando lo que en el exemplo anterior, quedará el triángulo primitivo dividido segun se quiere.

Siempre que se quiera dividir un triángulo ABC (*fig.* 69) en tres partes iguales desde un punto dado en uno de sus lados, como por exemplo desde el punto E, se dividirá en tres partes iguales el lado AB; se tirará la CE y sus paralelas DH y FG, y despues las rectas HE y GE, que dividirán el triángulo en la forma que se quiere.

Se manifiesta esta verdad, porque si se tiran las líneas CD y CF, tendremos el triángulo CDA, que es la tercera parte del triángulo ABC; luego si al triángulo CDA se le quita el triángulo CHD, y se le añade el triángulo HDE, que es su igual, porque los dos estan comprehendidos entre paralelas y tienen una base comun AD, quedará un triángulo HAE igual con el triángulo CDA; del mismo modo se verifica con la inspeccion de la figura respecto del triángulo GEB.

Si en un triángulo ABC (*fig.* 70), se pidiese un punto tal que si desde él se tiran líneas á los ángulos le dividan en tres partes iguales, se dividirá uno de sus lados en tres partes iguales; por una de dichas divisiones D, se tirará la paralela DE, la que se dividirá por el medio en F, cuyo punto será el que se busca; porque tirando las líneas FC, FA y FB, dividen el triángulo ACB en tres partes iguales.

Es evidente que el triángulo ABD es el tercio del triángulo ACB, é igual al triángulo AFB, pues tienen una base AB comun, y estan comprehendidos entre paralelas; luego este es tambien el tercio del triángulo ACB: por otra parte los triángulos ECF y CFD son iguales, porque son de una misma altura, y cada uno tiene por base la mitad de la línea DE, y los triángulos AEF y FDB son tambien iguales, porque tienen unas mismas bases, y estan comprehendidos entre paralelas; luego añadidos estos á cada uno de los otros con quien tienen la base comun, resultan dos triángulos CFB y CFA iguales, y por consiguiente cada uno es el tercio del triángulo dividido ACB.

Si en el lado BC (*fig.* 71) de un triángulo ACB, se pidiese un punto tal como D, desde el qual se pueda dividir en las partes iguales que se quieren, como por exemplo en cinco, se hará la BD igual á la quinta parte de BC: se tirará la AD, con lo que resultará el triángulo ABD, quinta parte del triángulo ABC, se dividirá el lado AC

en quatro partes iguales, á cuyas divisiones se tirarán desde el punto D líneas DE, DF y DG, que dividirán el triánglo ADC en otros quatro iguales entre sí, y tambien al triángulo ABD.

Para hallar un punto dentro de un triángulo ABC (*fig. 72*), desde el qual se le pueda dividir en un número de partes iguales, por exemplo en quatro, se tomará la quarta parte DB del lado CB, y la quarta parte BE del lado AB, por cuyos puntos D y E se tirarán líneas EF y DG paralelas á sus respectivos lados, y el punto H es el que se busca.

Se convence esta verdad; porque si se tiran las líneas AD y CE, cada uno de los triángulos ADB y CBE son la quarta parte del triángulo ACB; y como estos son iguales respectivamente á los triángulos AHB y CHB, se sigue que CHA es la mitad de ACB; por consiguiente tirando la HI al medio de AC, queda dividido el triángulo ACB en las partes que se piden.

Quando se quiera dividir un paralelógramo ABCD (*fig. 73*) en qualquiera número de partes iguales, por exemplo en seis, con líneas tiradas desde uno de sus ángulos B, se tirará la diagonal BD, y resultarán dos triángulos iguales: despues se dividirán los lados DC y AD cada uno en tres partes iguales, y tirando líneas desde los puntos de division al punto D, queda el paralelógramo dividido segun se quiere.

Quando ocurra dividir un paralelógramo ABCD (*fig. 74*) en tres partes iguales con líneas tiradas desde un punto E dado en uno de sus lados, se dividirá el lado DC en tres partes iguales, y se tirarán por los puntos de division FG las paralelas FH y GI, las que se dividirán por el medio en J y K, por cuyos puntos se tirarán desde el lado E las rectas EN y EM, que dividen el paralelógramo como se pide.

Los triángulos IMK y EGK son iguales, porque tienen iguales todos sus lados y ángulos respectivos; por consiguiente si al rectángulo IBCG, que es el tercio del paralelógramo total, se le quita el triángulo IMK, y se le substituye con su igual EGK, quedará la parte MBEC, que tambien será el tercio del paralelógramo; y como lo mismo se verifica respecto de la parte ANED por ser iguales los triángulos JFE y NHJ, tendrémos que el triángulo MNE es tambien el tercio del paralelógramo, y divide á este segun se pide.

Si se pide dividir un paralelógramo rectángulo ABCD (*fig. 75*) en qualquier número de partes iguales, por exemplo en siete, con tal que la una de ellas sea un rectángulo, se dividirá el lado DC en siete partes iguales, y por el punto de division E de una de ellas se tirará la paralela EF, despues se tirará la diagonal FD, y dividiendo la DE en tres partes iguales se trasladarán á la AF, y tirando por los puntos de division líneas á los ángulos opuestos, segun manifiesta la figura, queda dividido el paralelógramo en la forma pedida.

Quando se quiera dividir un trapecio ABCD (*fig. 76*) en dos par-

tes iguales con una línea tirada desde uno de sus ángulos C, se prolongarán indefinitamente los lados AD y DC: se tirará la diagonal AC, y por el punto B la paralela EF: divídase por el medio la DE con la recta CG, que divide el trapecio como se desea.

Los triángulos AEC y ABC son iguales por estar comprehendidos entre paralelas, y tener una misma base AC; luego si á cada uno se le añade el triángulo AGC, serán tambien iguales el triángulo GEC y el quadrilátero GABC: síguese de aquí que, así como GEC es igual á GDC, lo es tambien GABC, luego la línea GC divide en dos partes iguales el trapecio ABDC.

Para dividir un trapecio ABCD (*fig. 77*) en dos partes iguales desde el punto F dado en uno de sus lados DC, se tirará la diagonal AC y su paralela BE hasta encontrar el lado DC prolongado, y se tirará la recta AE, con lo que quedará un triángulo ADE igual al trapecio, por ser iguales los triángulos ABC y ACE: desde el punto F se tirará la FA, y por el punto G, medio de DE, se tirará la GH paralela á FA, y tirando la FH, divide el trapecio en dos partes iguales.

Porque, una vez que el triángulo ADG es la mitad del triángulo ADE, lo es tambien del quadrilátero ABCD; y como los dos triángulos AFG y AFH son iguales por tener una base AF comun, y estar comprehendidos entre paralelas, qualquiera de estos que se añada al triángulo ADF le hará la mitad del triángulo ADE, y por consiguiente del quadrilátero ABCD; luego es la mitad de este el quadrilátero ADFH.

Si se quiere dividir un trapecio ABCD (*fig. 78*) en qualquier número de partes iguales, está reducida la operacion á dividir sus dos lados paralelos en el número de partes que se quieran: por exemplo en tres, y tirar por ellos líneas FE y GH, que formarán tres trapecios iguales, por ser todos de iguales bases y alturas.

Si se pidiese dividir un trapecio ABCD (*fig. 79*) en dos partes iguales con una línea paralela á uno de los lados que no son paralelos, se dividirá en dos partes iguales el lado opuesto al que se supone que ha de ser paralela la línea de division, por exemplo á AD; se tirará por el punto de division, y paralelamente á DC, la FE, que se dividirá en dos partes iguales en G, y tirando por este punto la HI paralela á AD, quedará dividido en dos partes iguales el trapecio; porque si se prolonga AB hasta J, y por el punto E se tira la JK paralela á HI, resultarán dos triángulos iguales por serlo sus lados y ángulos; y si al paralelógramo HIJK, que es igual al paralelógramo ADHI, se le quita el triángulo BJE, y se le pone el KEC, quedará tambien mitad del trapecio ABCD; luego la HI divide á este como se pide.

Para dividir un quadrilátero ABCD (*fig. 80*) en dos partes iguales, se tirará la BE paralela á AD, cuyas dos líneas se dividirán por el me-

dio en F y G, se tirarán las rectas FG y GC, que dividen en dos partes iguales el quadrilátero, por ser iguales los dos trapecios ABFG y FGDE, y lo mismo los triángulos EGC y BGC; pero si se quisiese que la division sea por una línea recta, se tirará la FC y su paralela GH, y despues la FH, que divide tambien el quadrilátero en dos partes iguales, segun manifiesta la figura, por ser iguales los triángulos FGC y FCH, que tienen una base FC comun, y estan comprehendidos entre paralelas.

Quando se quiere dividir un quadrilátero ABCD (*fig. 81*) en dos partes iguales con una línea recta tirada desde uno de sus ángulos A, se tirará la diagonal BD, la que se dividirá por el medio en E, y se tirarán las AE y EC; despues se tirará la AC y su paralela EF, y tirando tambien la AF, divide el quadrilátero en la forma que se quiere, y es fácil percibir por ser iguales los triángulos EAF y EFC.

Si á un quadrilátero ABCD (*fig. 82*) se le quiere dividir en dos partes iguales con una línea tirada desde un punto E dado en uno de sus lados, se conseguirá tirando la diagonal BD y su paralela AF hasta encontrar el lado DC prolongado; tírese despues la FB, con lo que resultará un triángulo BCF igual al quadrilátero, por ser iguales los triángulos ABD y BDF; divídase el triángulo BCF con la recta BG baxada al medio de su base, y tirando la EG y su paralela BH, se tirará la EH que divide el quadrilátero segun se pide.

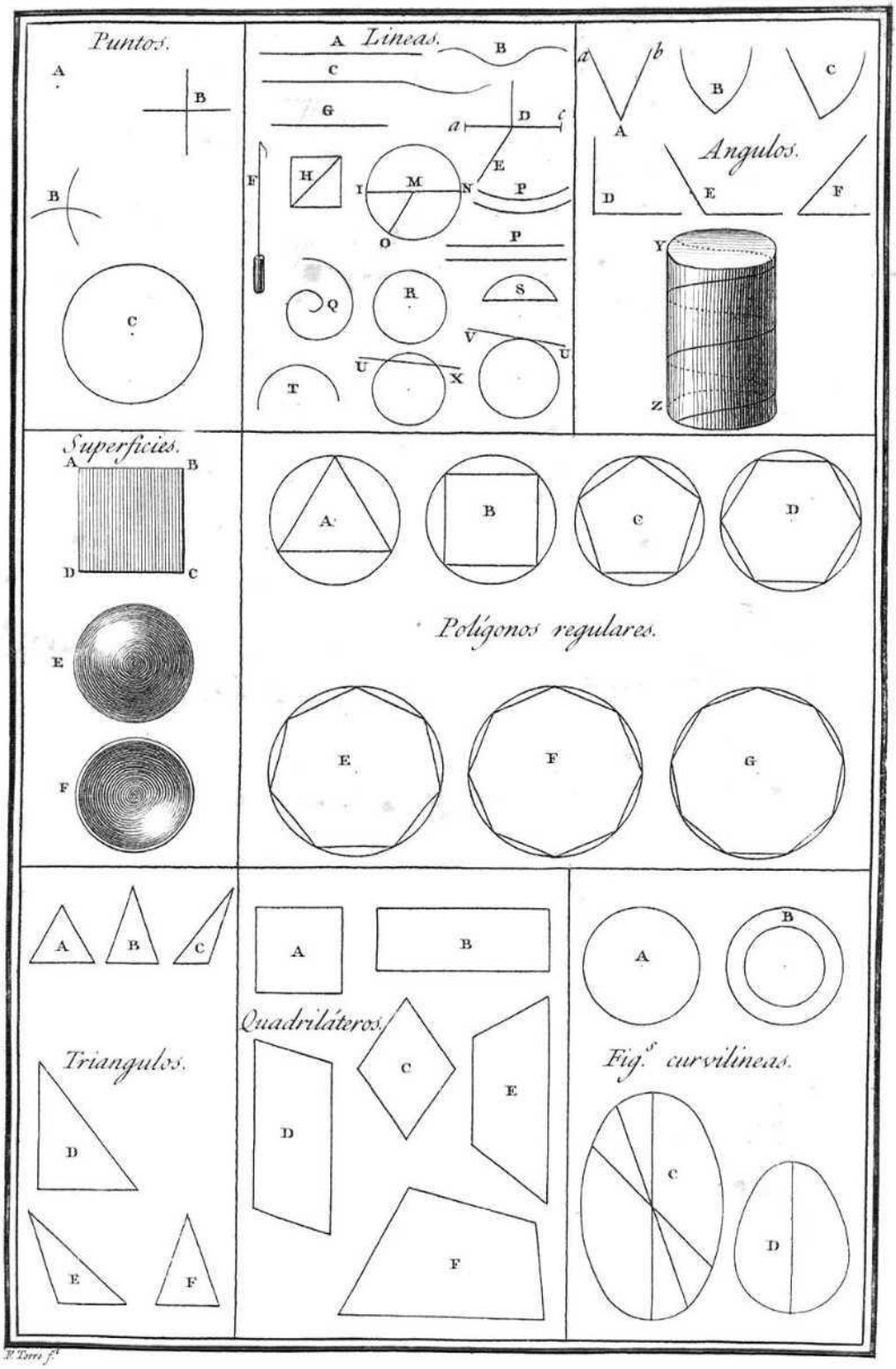
No es necesario raciocinar mucho para manifestar su verdad; porque si el triángulo BCG es la mitad del triángulo BCF, tambien lo es del quadrilátero; luego si al triángulo BCG se le quita el triángulo BGH, y se le substituye con su igual el triángulo BEH, tendrémos que el quadrilátero BCHE es mitad del quadrilátero ABCD dividido desde el punto E como se quiere.

Quando á un quadrilátero ABCD (*fig. 83*) se le quiera dividir en tres partes iguales con dos líneas tiradas desde dos puntos EF dados en uno de sus lados AB, se tirará la diagonal BD y su paralela CG hasta encontrar el lado AB prolongado: se tirará la recta DG, y resultará un triángulo ADG igual al quadrilátero, por ser iguales los triángulos BDG y BCD; se dividirá la base AG en tres partes iguales con las rectas DH y DI; se tirará la DE y su paralela HK, y despues la KE, que forma el quadrilátero AEKD igual al tercio de ABCD. Es clara esta verdad; porque siendo iguales los triángulos DKE y DHE, por tener una misma base DE, y estar comprehendidos entre paralelas, á qualquiera de los dos que se aumente el triángulo DAE, le hace igual al tercio del quadrilátero. Fáltanos ahora hacer la otra division desde el punto F: para conseguirlo, tírese la recta DF y su paralela IL, y despues la LF, que divide, como se pide, el quadrilátero, porque los dos triángulos DFI y DFL son iguales; y aumentando á cada uno el triángulo DFH queda igual al tercio

del quadrilátero. Luego si se le añade al triángulo DFL, resulta un quadrilátero DHFL, que es igual al quadrilátero EFLK, porque tienen comun el quadrilátero KLFH, y cada uno un triángulo KEH y DHK, que son iguales; luego son iguales los tres quadriláteros en que se ha dividido el quadrilátero ABCD.

Si se ofreciere dividir un polígono ABCDE (*fig. 84*) en tres partes iguales con líneas tiradas desde uno de sus ángulos B, se tirarán las diagonales BE y BD y sus respectivas paralelas AF y CG: tírense las rectas BF y BG que transforman el polígono en un triángulo BFG de igual superficie. Divídase la base de este triángulo en tres partes iguales con las rectas BH y BI, que dividen el polígono como se pide.

Está manifiesto en la figura que cada uno de los triángulos FBH, HBI y BGI es el tercio del triángulo BFG, y por conseqüencia del polígono. Ademas se convence que el quadrilátero ABHE y el triángulo BHF son iguales porque estan compuestos de dos triángulos iguales ABE y BEF, y tienen el triángulo comun BEH; luego qualquiera de los dos vale el tercio del polígono. El triángulo BIH, comun al triángulo BFG y al polígono, es tambien el tercio de este; luego lo es tambien el quadrilátero BCDI.


Puntos.
A
B
B
C
A Lineas.
B
C
G
a
D
c
E
F
H
I
M
N
P
O
P
Q
R
S
V
U
U
X
T
a
b
A
B
C
Angulos.
D
E
F
Y
Z
Superficies.
A
B
D
C
E
F
A
B
C
D
Polígonos regulares.
E
F
G
A
B
C
Triangulos.
D
E
F
A
B
Quadriláteros.
C
D
E
F
A
B
Fig.s curvilineas.
C
D

F. Torri f.t

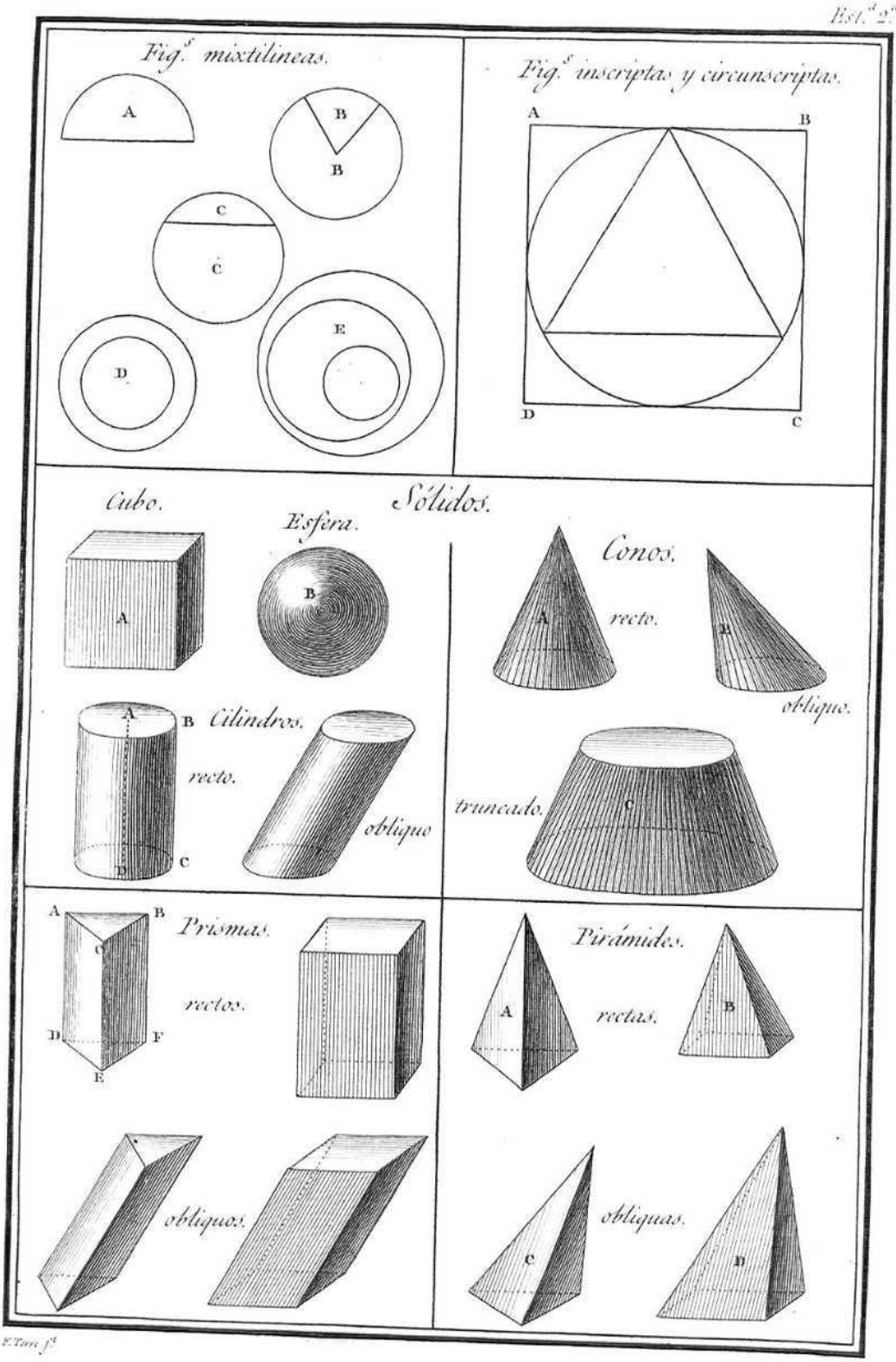


Fig.s mixtilineas.
A
B
B
C
C
D
E
Fig.s inscriptas y circunscriptas.
A
B
D
C
Sólidos.
Cubo.
A
Esfera.
B
Conos.
A
recto.
B
oblíquo.
Cilindros.
A
B
recto.
C
D
oblíquo
truncado.
C
A
B
C
D
F
E
Prismas.
rectos.
obliquos.
Pirámides.
A
rectas.
B
C
obliquas.
D

F. Tom f.t

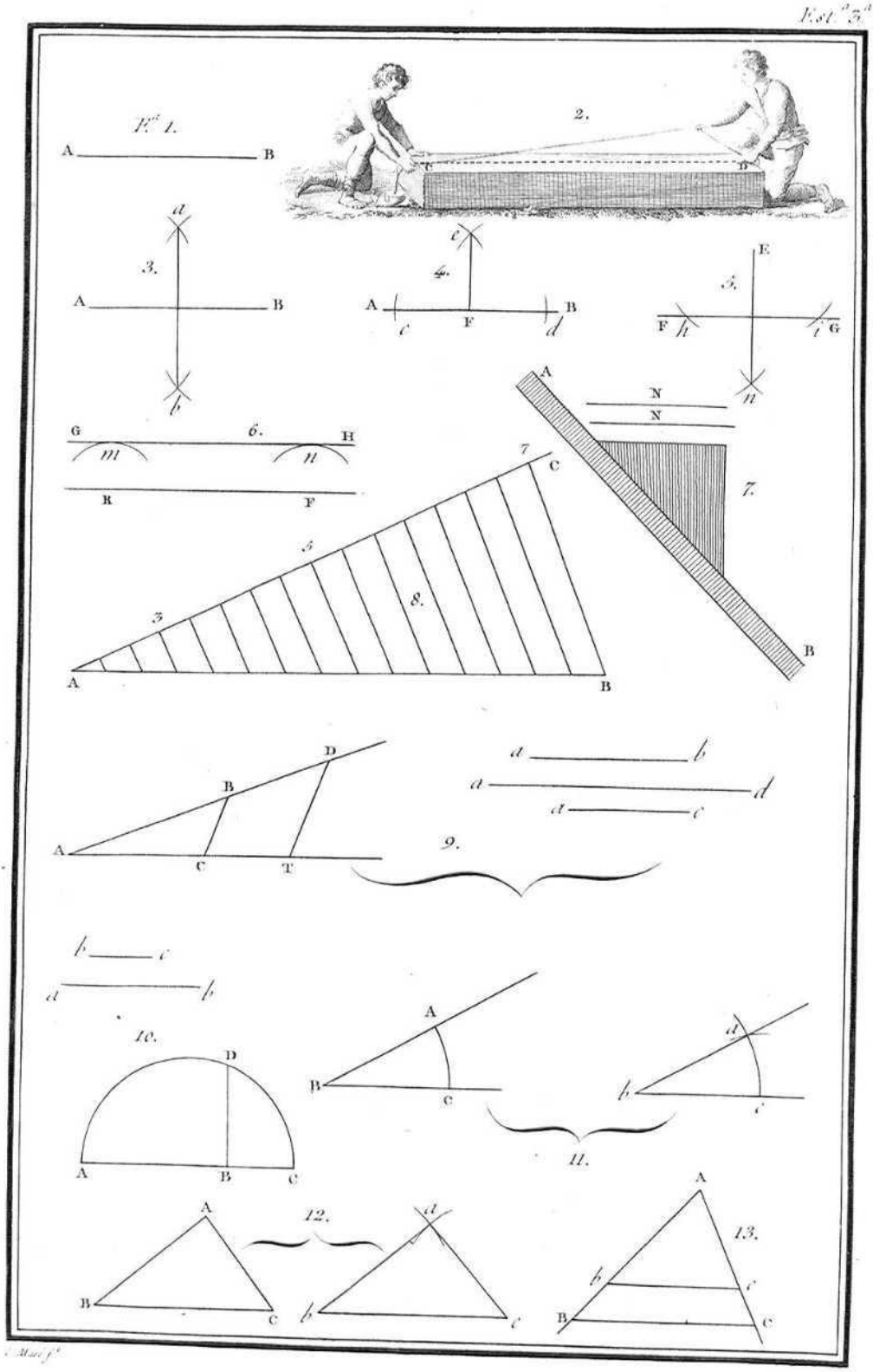
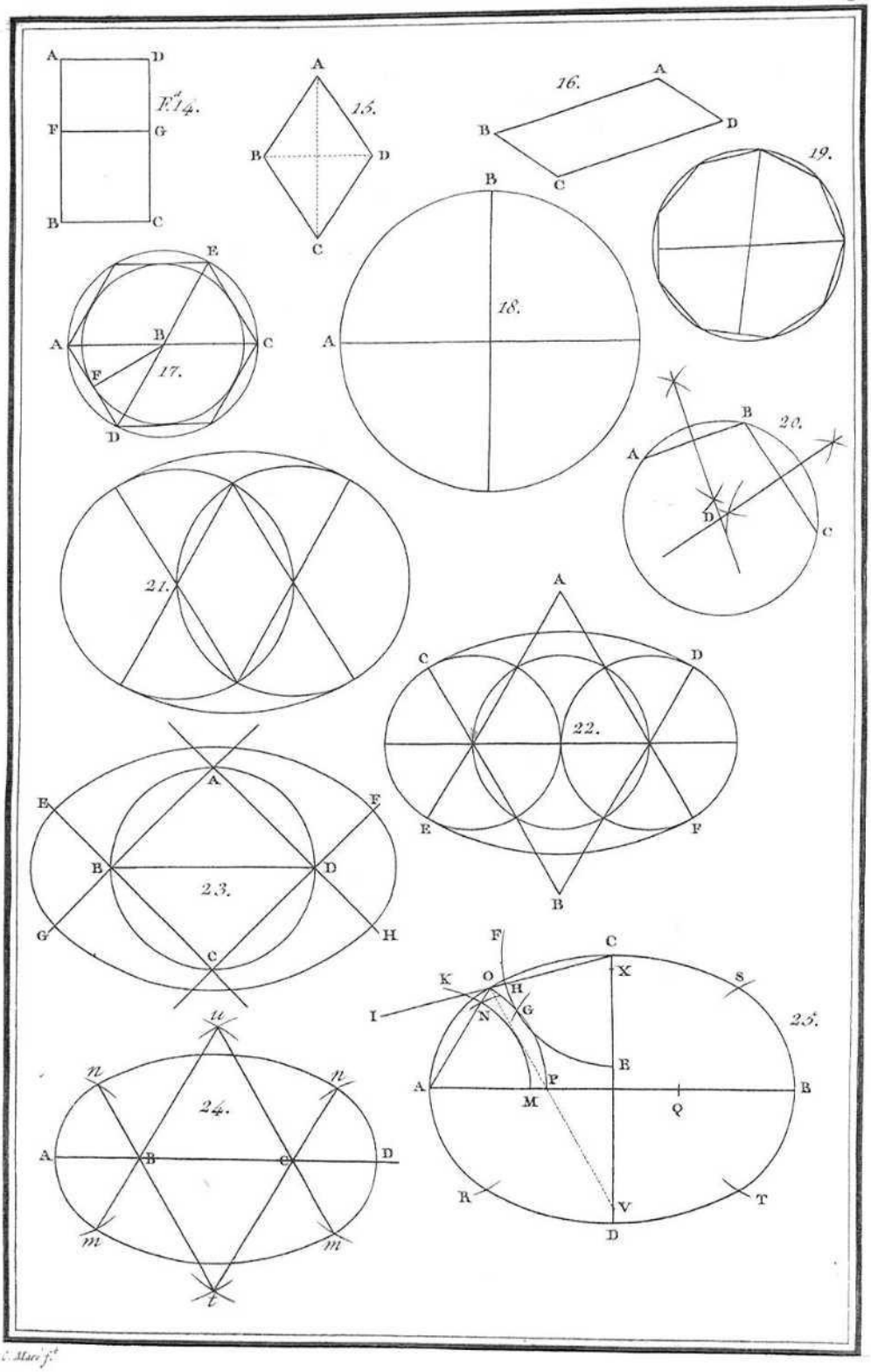
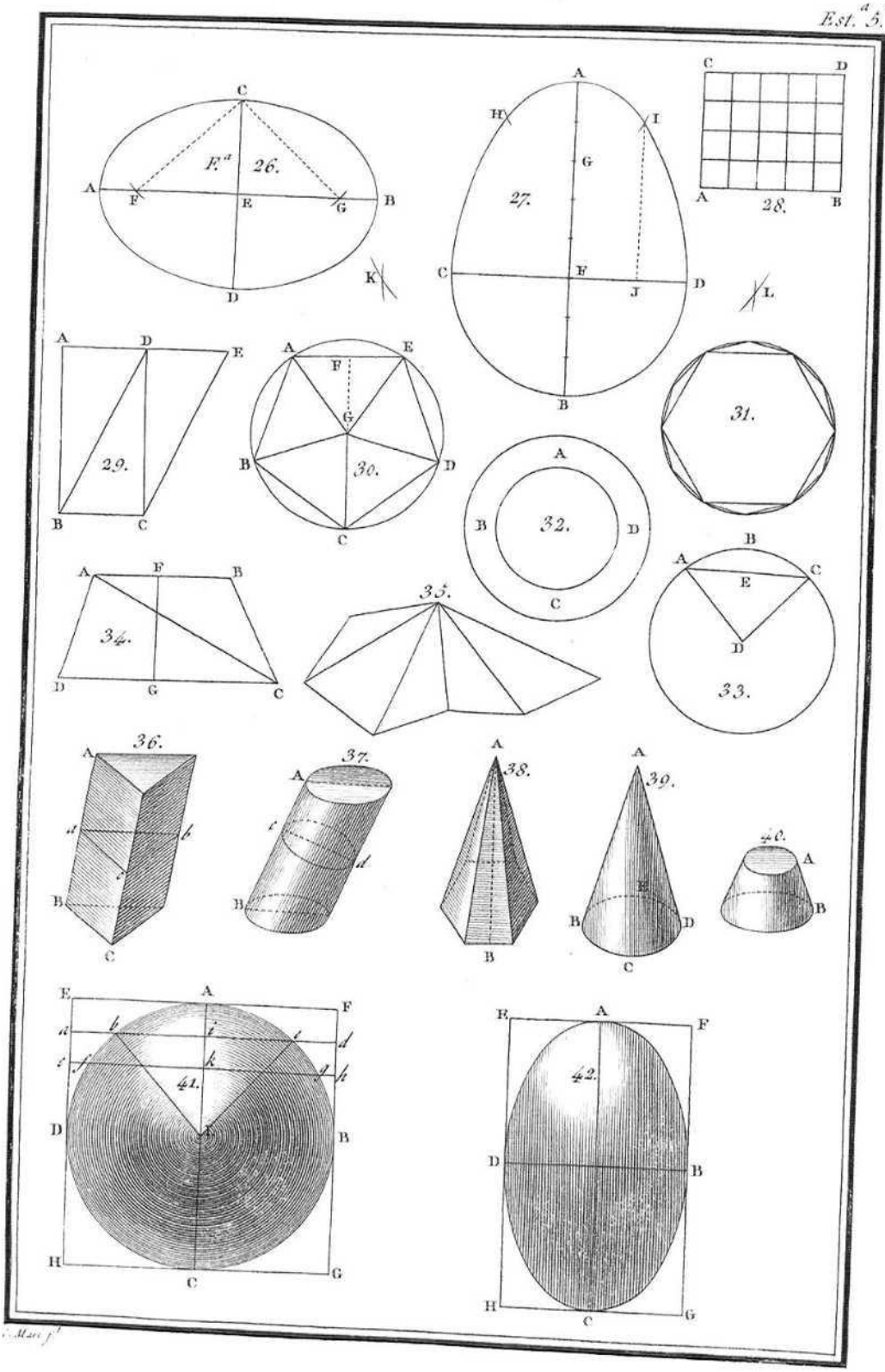


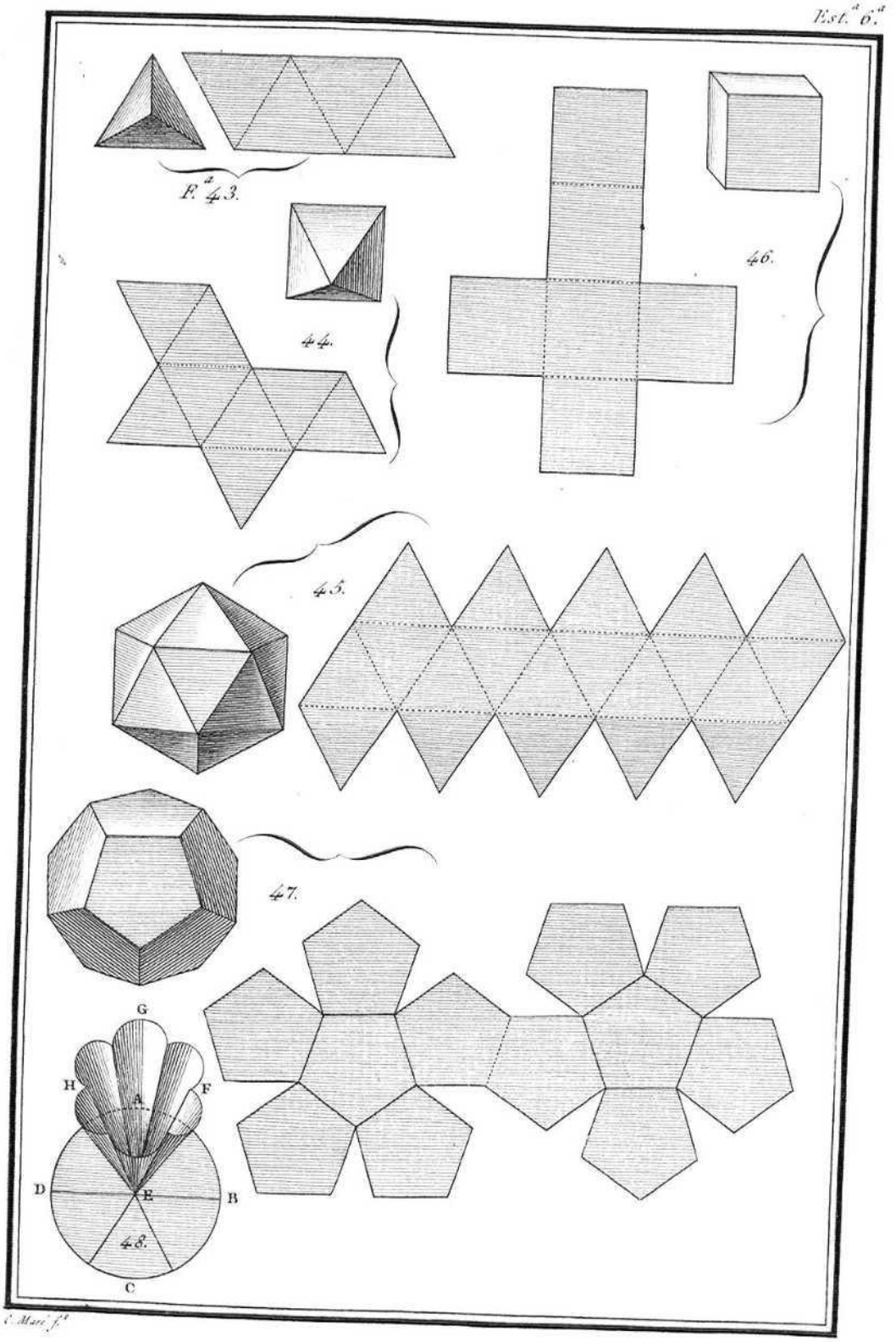
Fig.a 1.
A
B
2.
C
D
3.
a
b
4.
e
c
F
d
5.
E
h
i
G
n
6.
G
H
m
n
R
F
7.
A
N
N
B
8.
C
9.
D
T
10.
11.
12.
13.



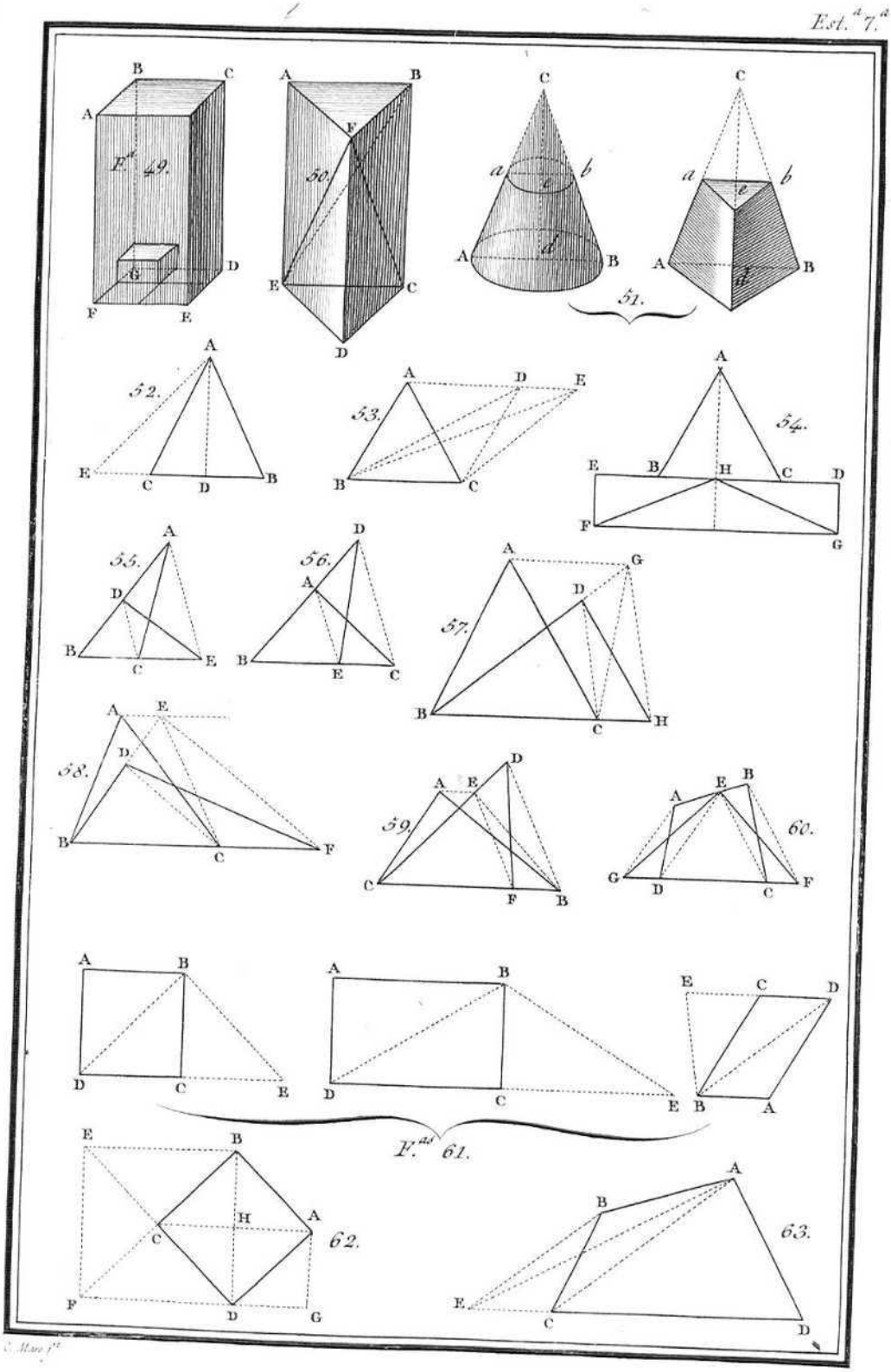
C. Marc f.t

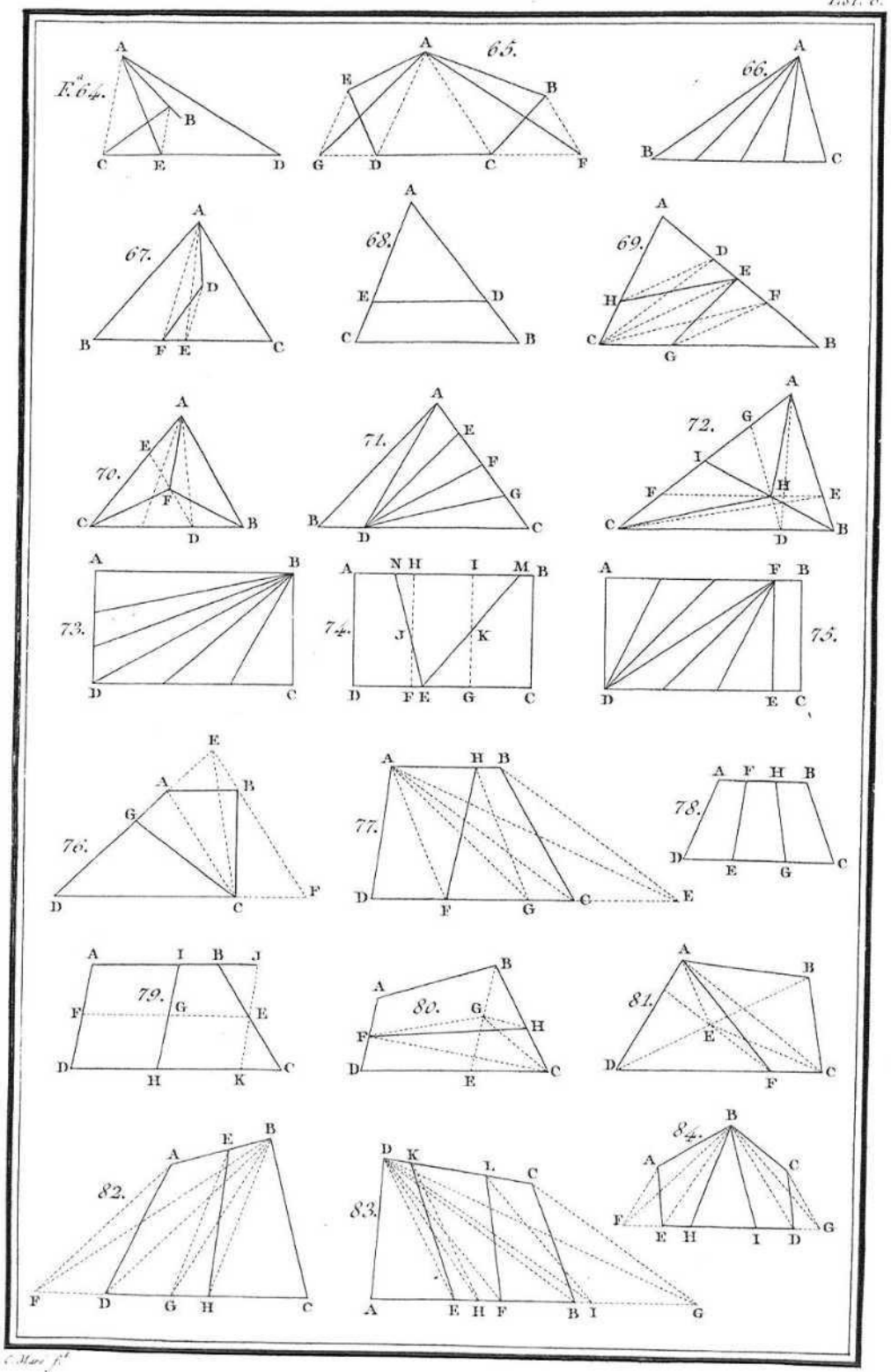


C. Mari p.t



C. Mare f.ª


F.ª 49.
50.
51.
52.
53.
54.
55.
56.
57.
58.
59.
60.
F.ª 61.
62.
63.



C. Mare f.

TRATADO DE GNOMÓNICA,

Ó ARTE

DE CONSTRUIR TODA ESPECIE DE RELOXES DE SOL.

LIBRO SEGUNDO

DE LA VARIA COMENSURACION

DE JUAN DE ARFE Y VILLAFAÑE.

NUEVA EDICION

CORREGIDA, AUMENTADA Y MEJORADA CON LÁMINAS FINAS,

POR. D. JOSEF ASSENSIO Y TORRES Y COMPAÑÍA.

EXPLICACION DE LOS NOMBRES

DE LOS PRINCIPALES CÍRCULOS DE LA ESFERA

PARA LA INTELIGENCIA DE ESTE TRATADO.

Para delinear los reloxes de sol, que suelen hacerse de oro y plata, y son los horizontales, cilindros y anulares, declararémos con la brevedad posible los nombres de los principales círculos de la esfera, para que sirviéndonos de preliminar, nos facilite la inteligencia de lo que tratemos mas adelante. Esfera es una revolucion de un medio círculo al rededor de su diámetro: fórmase prácticamente en un círculo, y la trazarémos obliqüa, segun que la tenemos en España, y la tienen en todas las provincias cuyo horizonte es obliqüo respecto del exe sobre que se considera moverse ó girar la tierra. En este círculo se da un diámetro AB, *estampa* 1, *figura* 1, el qual representa el horizonte, y de allí arriba es lo que vemos de cielo, y el otro semicírculo interior es lo que se nos esconde y oculta á nuestra vista, como lo observamos quando estando en un campo raso nos parece terminarse el cielo por toda la circunferencia que avistamos. Este mismo círculo se divide en quatro partes A B C D, y el punto C muestra el cenit, que es el que corresponde perpendicularmente sobre nuestra cabeza, y el punto D, su opuesto, es el nadir, que cae perpendicularmente baxo de nuestros pies. Del horizonte B al cenit C, que es una quarta parte del círculo, se cuentan noventa grados, y por consiguiente en todo el círculo trescientos y sesenta; y cada uno de estos grados se subdivide en sesenta minutos. El polo, ó la direccion que tiene el exe del mundo respecto de nuestro horizonte en Madrid, es el punto E, y está elevado sobre él quarenta y dos grados desde B á E. Este punto E es el que llamamos norte, desde el qual, tirando una línea que pase por el centro Z, señala en el lado opuesto el otro polo que llamamos sur, y es el punto F, y esta línea EF es el exe de la esfera ó del mundo: hecha esta línea se tira GH, que corta el exe por el medio en ángulos rectos, y representa el círculo equinocial sobre que camina el sol al principio de primavera y otoño, y tiene de altura sobre nuestro horizonte quarenta y ocho grados de A en G: tómanse despues con el compas desde el punto B veinte y tres grados y medio, y esta distancia se pone á un lado y otro de G en I y en K, y tambien á ambos lados de H en M y L. Dada una línea de I á M paralela á la equinocial, señala el trópico de cáncer, por cuyo círculo camina el sol á principio del estío, que es quando le tenemos mas inmediato y mas perpendicular sobre nuestro horizonte, y de que proviene la mayor duracion del dia en aquella estacion, por estar en su máxîma altura AI; y tirada la línea,

KL, representa el trópico de capricornio, por cuyo círculo gira el sol á principio del invierno, que es quando le tenemos mas distante, y el dia mas chico de todo el año. Despues se tira una línea de I á L, la qual se llama la eclíptica, y en ella desde I se toman seis grados á cada lado hasta N y O, y lo mismo desde L á P y Q; y tirando las paralelas NP y OQ, señalan el zodiaco, que es el sitio de los doce signos por donde pasa el sol, entrando cada mes en el suyo. Tómanse despues con el compas veinte y tres grados y medio, y se ponen desde el polo E á ambos lados hasta los puntos R y S, desde los quales se tira una línea RS, que representa el círculo ártico; y desde el polo F se hace lo mismo, y se traza la línea TV, que denota el círculo antártico; y hecho esto, se ha de entender que la circunferencia es uno de los círculos coluros que pasa por los trópicos de cáncer y de capricornio, y otro es el que representa la línea de los polos EF, que corta en ángulos rectos al otro GH, que es el de la equinocial, y pasa por los principios de áries. El círculo de cáncer IM dista de la equinocial veinte y tres grados y medio; y quando el sol anda en él, sale del horizonte por el punto X, y llega hasta I al medio dia, haciendo, como hemos dicho, el dia mayor del año por ir elevado setenta y un grados y medio sobre nuestro horizonte, y es en 22 de Junio. Por el círculo de capricornio, que llaman brumal, camina el sol saliendo del horizonte por el punto Y, y llega hasta K al medio dia, haciendo el dia menor del año, y es en 22 de Diciembre; y quando el sol camina por el círculo equinocial saliendo por Z, y llega á G al medio dia, es el dia tan largo como la noche; esto es en 21 de Marzo y en 23 de Setiembre. Los puntos S y T muestran los polos del zodiaco, lo qual basta para que en adelante se entienda lo que tratarémos.

El quadrante es el instrumento fundamental y universal sobre que estriba la construccion de todo género de reloxes de sol, tanto horizontales, como murales &c. Hácese en un quarto de círculo partido en noventa grados, dividiéndole primero en tres partes, cada una de estas tres en seis, y cada una de las diez y ocho que resultan, en cinco; y hecho esto, se señalan por los puntos de division los grados de uno en uno, y de cinco en cinco, como se ve en la *figura* 2. La línea AB representa el horizonte; la línea AC el círculo vertical, que señala el cenit; y la que va de A á O representa el perno de la equinocial y exe del mundo, que está elevado quarenta y dos grados sobre nuestro horizonte de Madrid, segun que dexamos dicho, y de otros lugares que dirémos en las tablas que ponemos adelante.

De los reloxes horizontales.

La construccion del relox horizontal es tan sabida de todos que po-

cos son los que la ignoran; pero por dar principio á los demas, para los quales es necesaria, y sirve como de basa y fundamento, la explicarémos lo primero. Para dar principio á la construccion del relox horizontal se pone en el quadrante ABC (*fig.* 2) el un pie del compas en A, y el otro se tiende por el horizonte AB lo que se quiere; y suponiendo que se tendió hasta E, esta distancia AE es semidiámetro del relox que se hiciere.

Desde este punto E se sube una línea EF, que forme ángulos rectos con AB, la qual se llama línea vertical, y la línea AE se dice línea horizontal. Despues desde el ángulo E se tira otra línea que cae en ángulos rectos entre F y A, determinando el punto K: esta se dice línea de la equinocial. Hecho esto en el quadrante, se empieza el relox sobre una línea perpendicular AB (*fig.* 3), que se llama meridional, la qual se cruza perpendicularmente con otra CD, que se dice de la contingencia. Luego se abre el compas en el quadrante de E á K, y esta abertura se sienta en la meridional de G á E, desde cuyo punto E se traza un círculo, que es el de la equinocial, el qual se divide en quatro partes, y la quarta FG se divide en seis partes iguales; y asentada la regla en el centro E se tiran líneas por los puntos de division, que todas paran en la línea CD. Despues se toma en el quadrante de la *figura* 2 la línea AE, y se pone en el relox desde G á H, y desde este punto se traza el círculo horizontal GKBI; y todas las líneas que se diéron desde el centro E hasta la línea de la contingencia CD, se vuelven de allí al centro H, trasladando en este círculo, al otro lado de G, las mismas líneas con las distancias respectivas de unas á otras, poniendo en los espacios de entre ellas las horas, segun que se muestran en la figura. El triángulo AEF que se hizo en el quadrante (*fig.* 2), es el nomon ó veleta, cuya sombra señala las horas en el relox, en el qual se asienta poniendo el ángulo A sobre H, y el ángulo E sobre G, y estando derechamente sentado en ángulos rectos sobre la superficie del relox.

Sabido hacer el relox en la forma que dexamos dicho, si se hubiere de asentar en alguna parte que haya de estar fixo, ha de ser el asiento á nivel, y se ha de buscar la línea meridiana, ó determinar el punto adonde está el sol al medio dia, de esta manera. Procúrese ante todas cosas que la parte donde se hubiere de asentar esté á nivel, como hemos dicho; y clávese en el medio un perno ó varilla igualmente delgada, que por todos lados esté en ángulos rectos con la superficie, comprobándolo con la esquadra, cuyo asiento será el punto A (*fig.* 4), y mírese donde llega la sombra de la varilla á una hora determinada, como, por exemplo, á las diez de la mañana, señalada por un buen relox de faltriquera ó de sol; y suponiendo que llegaba al punto B, se señalará este punto, y quitando la varilla se sentará un pie del compas en el punto A, y con el otro se trazará un círculo que pase por el punto B. Despues se volverá á

clavar en la forma dicha la varilla en el punto A, y se observará donde llega la sombra á otra hora igualmente distante de las doce ó medio dia, como lo está la hora de las diez que son las dos; y quitando la varilla, y señalado el punto, que se supone será C, se sentará el compas sucesivamente en B y C, y se trazarán dos arcos BD y CD, que se crucen en D, desde cuyo punto á A se tirará la línea AD, que será la verdadera que muestra el medio dia, en cuyo derecho se asienta la meridiana del relox, y se asienta el nomon para que apunte las horas.

Si se le hubiere de poner aguja, se ha de mirar quanto nordestea en el lugar donde se hubiere de hacer el relox. Nordestear se llama lo que se desvía de la línea meridiana hácia el norte; y conforme á los grados que nordesteare, se ha de hacer la señal de la aguja en la caxuela donde se pone, para que puesta en aquel derecho, esté el relox al medio dia, y señale el nomon las horas ciertas. Para todo esto se ha de hacer el quadrante ABC (*fig. 5*) dividido en noventa grados; y en la línea meridiana, que ha de ser un lado CA del quadrante, se pone la aguja sobre una puntilla muy sutil, y luego ella se desvía poco ó mucho hácia el norte; de manera que de lo dicho se infiere que si se pone la aguja en el punto A, y nordestea cinco grados, se ha de dar una línea hasta A, que pase adelante, y esta será oculta de puntos, y en ella se señalará la aguja, como hemos dicho.

De los reloxes cilindros.

Para formar los cilindros y ánulos es necesario poner primero las tablas de las diferentes alturas de polo de los pueblos mas notables de España, para que sirvan en el lugar que quisieren, pues toda ella, desde Gibraltar hasta Santillana, está en nueve grados de altura, porque Gibraltar está en treinta y siete grados, y Astúrias en quarenta y cinco. Estos grados, ya diximos en la figura de la esfera que cada uno tenia sesenta minutos, y así he dispuesto el poner en las tablas los minutos. Tambien he puesto los lugares en los grados en que estan en todo su paralelo, que es lo que tienen de altura de grado en grado, sin los minutos que tuviere; quiero decir, que si un lugar estuviere en treinta y ocho grados y treinta minutos de altura de polo, se tomará la tabla de treinta y nueve grados, porque medio grado mas ó ménos en los reloxes no causa sensible diferencia. Igualmente he puesto en las tablas, en las casillas de las horas, los grados y minutos, y he quitado de ellas los medios, tercios y quartos, porque eran de mucha confusion para los que no estaban muy versados en las matemáticas; ademas que los reloxes se trazan con mas puntualidad y seguridad por grados y minutos que no por tercios, medios y quartos; los quales equivalen, el tercio á veinte minutos; el medio á treinta; y el quarto á quince; cuyo modo de contar usáron los antiguos matemáticos, como Tolomeo y otros.

Empieza España por la parte de mediodia en el estrecho de Gibraltar, y tiene por la parte de oriente, hácia el mar Mediterráneo, el reyno de Granada, el de Murcia, el de Valencia y el de Cataluña, donde fenece en las faldas de los montes Pirineos por aquella parte; y á la parte de ocidente, hácia el mar Océano, tiene el reyno de Portugal y el de Galicia; por la parte de septentrion, hácia el mar de Aquitania, tiene el principado de Astúrias, el señorío de Vizcaya, el reyno de Navarra, y llega tambien á los Pirineos, que son los montes que la separan de Francia. Estas tablas muestran los grados en cada casa, y tambien las horas en todas las ocho que tienen, segun que en ellas se verá, y los meses de dos en dos, salvo Junio y Diciembre, que son los extremos ó épocas de la mayor ó menor altura del sol sobre el horizonte.

Esta primera tabla, que será de treinta y siete grados, comenzando á contar por el lado del poniente, toma desde Sanlúcar de Barrameda hasta Fuengirola; y tiene los lugares siguientes en la punta ó cabo de esta parte.

Algeciras.	Cádiz.	Marbella.	San Pedro.
Arcos.	Estepona.	Puerto de Santa María.	Sanlúcar.
Alcalá de los Gazules.	Fuengirola.		Tarifa.
	Gibraltar.	Puerto Real.	
Barbate.	Medinasidonia.	Ronda.	

Tabla primera para treinta y siete grados.

POLO	12.		11.	1.	10.	2.	9.	3.	8.	4.	7.	5.	6.	6.	5.	7.
37.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.
I	76.	30.	71	20.	62.	57.	49.	17.	37.	19.	25.	26.	13.	53.	2.	53.
M I	73.	12.	68.	43.	58.	58.	47.	33.	35.	38.	23.	41.	12.	0.		48.
A A	64.	30.	61.	9.	52.	55.	42.	20	30.	45.	18.	49.	6.	53.	acaba en 6 de Leo.	
M S	53.	0.	50.	29.	43.	46.	34.	23.	23.	32.	11.	56.	acaba en 1.º de Libra.			
F O	41.	30.	39.	29.	33.	54	26.	41.	15.	45.	4.	44.				
E N	32.	48	31.	5.	26.	11.	18.	48.	10.	0.	acaba en 24 de Escorpion.					
D	29.	30.	27.	52.	23.	13.	16.	8.	6.	39.						

Esta tabla segunda de treinta y ocho grados toma desde Sigres en Portugal, llega hasta Muxacra en el reyno de Granada, pasa por el Andalucía, y tiene estos lugares.

Ardales.	Cuba.	Muxacra.	Silbes.
Archidona.	Faro.	Málaga.	Sigres.
Antequera.	Huelva.	Moguer.	Teba.
Alhama.	Lebrija.	Niebla.	Tabila.
Almería.	Loxa.	Osuna.	Villalva.
Ayamonte.	Lagos.	Palos.	Xerez de la
Alpidun.	Mayrena.	Paymogo.	Frontera.
Carpa.	Marchena.	Sevilla.	Xátiva.
Castromarin.	Moron.	Salobreña.	Ximena.

Tabla segunda para treinta y ocho grados.

POLO 38.	12. G.	M.	11. G.	1. M.	10. G.	2. M.	9. G.	3. M.	8. G.	4. M.	7. G.	5. M.	6. G.	6. M.	5. G.	7. M.
I	75.	30.	70.	39.	60.	37.	49.	9.	37.	22.	25.	38.	14.	13.	3.	21.
M I	72.	12.	67.	58.	58.	33.	47.	21.	35.	37.	23.	50.	12.	16.	1.	3.
A A	63.	30.	60.	18.	52.	19.	41.	58.	30.	35.	18.	49.	7.	3.	acaba en 8 de Leo.	
M S	52.	0.	49.	34.	43.	2.	33.	54.	23.	12.	11.	46.	acaba en 1.º de Libra.			
F O	40.	30.	38.	33.	33.	6.	25.	3.	15.	16.	4.	25.				
E N	31.	48.	30.	7.	25.	20.	18.	5.	9.	3.	acaba en 22 de Escorpion.					
D	28.	30.	26.	54.	22.	21.	15.	24.	6.	39.						

Esta tercera tabla es para treinta y nueve grados, toma desde Setubal en Portugal, llega hasta Cartagena en el reyno de Murcia, pasa por el Andalucía y reyno de Granada, y tiene estos lugares.

Adamuz.	Cazalla.	Granada.	Menorca.
Aguilar.	Carmona.	Guadalcanal.	Montemayor.
Andújar.	Cabra.	Guadix.	Martos.
Alcalá la Real.	Cazorla.	Horatan.	Orihuela.
Alcaudete.	Carabaca.	Jaen.	Palma.
Belalcazar.	Cieza.	Lucena.	Priego.
Baeza.	Caperica.	Llerena.	Setubal.
Córdoba.	Ecija.	Lorca.	Baena.
Cartagena.	Fregenal.	Murcia.	Ubeda.
Zafra.	Fesira.	Mallorca.	Hinojosa.

Tabla tercera para treinta y nueve grados.

POLO	12.		11.	1.	10.	2.	9.	3.	8.	4.	7.	5.	6.	6.	6.	7.
39.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.
I	74.	30.	69.	57.	60.	15.	49.	1.	37.	24.	25.	49.	14.	32.	3.	49.
M I	71.	17.	67.	11.	38.	6.	47.	8.	35.	35.	23.	58.	12.	33.	1.	38.
A A	62.	30.	59.	26.	51.	43.	41.	36.	30.	25.	18.	49.	7.	12.	acaba en 10 de Leo.	
M S	51.	0.	48.	39.	42.	18.	33.	20.	22.	52.	11.	36.	acaba en 1.° de Libra.			
F O	39.	30.	37.	36.	37.	17.	24.	24	24.	48.	4.	6.				
E N	30.	48.	29.	9.	24.	29.	17.	12.	8.	28.	acaba en 20 de Escorpion.					
D	27.	30.	25.	57.	21.	29.	14.	39.	6.	6.						

Esta tabla quarta de quarenta grados de altura toma desde Ataguya en Portugal, pasa por Extremadura hasta el reyno de Murcia, llega hasta Alicante, y tiene estos lugares.

Aracena.	Alicante.	Albuten.	Ciudad Real.
Alburquerque.	Almansa.	Almendral.	Calatrava.
Almodobar.	Ataguya.	Badajoz.	Chinchilla.
Almagro.	Azuaga.	Belen.	Cintra.
Albaren.	Alhangüe.	Baños.	Cañaveral.
Calzada.	Formentera.	Montalegre.	Ronches.
Zafra.	Guadalupe.	Monforte.	Ribera.
Denia.	Gumera.	Montalban.	Santaren.
Deleytosa.	Galisteo.	Medellin.	Sigura.
El Viso.	Hornachos.	Montanches.	Truxillo.
Elche.	Lamego.	Puebla de Alcocer.	Vilches.
Elbes.	Lisboa.	Perera.	Velada.
Ebora.	Lémos.	Palabon.	Villajoyosa.
Feria.	Mérida.	Ruesta.	Xijona.

Tabla quarta para quarenta grados.

POLO	12.		11.	1.	10.	2.	9.	3.	8.	4.	7.	5.	6.	6.	5.	7.
40.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.
I	73.	30.	69.	12.	59.	51.	48.	51.	37.	25.	25.	59.	14.	51.	4.	10.
M I	70.	12.	66.	24.	37.	38.	46.	55.	35.	33.	24.	5.	12.	49.	2.	3.
A A	61.	30.	58.	34.	51.	6.	41.	13.	30.	14.	18.	49.	7.	22.	acaba en 12 de Leo.	
M S	50.	0.	47.	44.	41.	34.	32.	48.	22.	31.	11.	26.	acaba en 1.º de Libra.			
F O	38.	30.	36.	39.	31.	28.	23.	45.	14.	19.	3.	48.				
E N	29.	48.	28.	12.	23.	37.	16.	39.	7.	54.	acaba en 18 de Escorpion.					
D	26.	30.	24.	59.	20.	37.	13.	55.	5.	27.						

Esta quinta tabla de quarenta y un grados toma desde Buarcos en Portugal, pasa por el reyno de Toledo y el de Valencia, y llega hasta Cañete, tomando en este paralelo estos lugares.

Alcántara.	Cartizos.	Oropesa.	Talavera.
Almaraz.	Coraguada.	Plasencia.	Torrijos.
Alarcon.	Gandía.	Pesquera.	Torrezola.
Albufera.	Grao de Valencia.	Pederneida.	Torrejon de Velasco.
Coria.	Horcajada.	Puebla de Montalban.	Villa Real.
Cáceres.	Yaquesa.	Rifana.	Valencia del Cid.
Consuegra.	Losa.	San Martin de Valde Iglesias.	Yepes.
Cervera.	Malagon.	Segorbe.	Illescas.
Cañete.	Moya.	Toledo.	Ibiza.
China.	Monviedro.		
Coimbra.	Orgaz.		

Tabla quinta para quarenta y un grados.

POLO	12.		11.	1.	10.	2.	9.	3.	8.	4.	7.	5.	6.	6.	5.	7.
41.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.
I	72.	30.	68.	27.	59.	26.	48.	41.	37.	25.	26.	59.	15.	10.	4.	44.
M I	69.	12.	65.	36.	57.	8.	46.	40.	35.	30.	24.	12.	13.	6.	2.	29.
A A	60.	30.	57.	41.	50.	28.	40.	49.	30.	2.	18.	48.	7.	31.	acaba en 14 de Leo.	
M S	49.	0.	46.	47.	40.	49.	32.	15.	22.	10.	11.	16.	acaba en 1.° de Libra.			
F O	37.	30.	35.	42.	30.	39.	23.	5.	13.	50.	3.	29.				
E N	28.	48.	27.	14.	22.	46.	15.	55.	7.	20.	acaba en 16 de Escorpion.					
D	25.	30.	24.	1.	19.	45.	13.	10.	4.	51.						

Esta tabla sexta de quarenta y dos grados toma desde la ciudad de Oporto en Portugal, pasa por Castilla la vieja y por Cataluña hasta Tortosa, tiene estos lugares.

Alva de Tormes.	Béjar.	Galera.	Padilla.
Arévalo.	Ciudad Rodrigo.	Guimarens.	Salamanca.
Avila.	Cadañalso.	Huesca.	Segovia.
Alcalá de Henáres.	Cuenca de Huete.	Madrid,	Sepúlveda.
	Cifuentes.	Molina.	Torralba.
Alava.	Chillaron.	Montagudo.	Traigura.
Albarracin.	Empulla.	Mirabel.	Tortosa.
Alambra.	Tintaner.	Moncolibre.	Villacastin.
Alcanar.	Guadalaxara.	Porto.	Viseo.
Aveiro.	Ganaloyas.	Peñaranda.	Xeadalbatasin.

Tabla sexta para quarenta y dos grados.

POLO	12.		11.	1.	10.	2.	9.	3.	8.	4.	7.	5.	6.	6.	5.	7.
42.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.
I	71.	30.	67.	41.	58.	59.	48.	29.	37.	25.	26.	18.	15.	28.	5.	11.
M I	68.	12.	64.	47.	56.	37.	46.	25.	35.	27.	24.	19.	13.	22.	2.	5.
A A	59.	30.	56.	48.	49.	49.	40.	25.	29.	50.	18.	47.	7.	40.	acaba en 16 de Leo.	
M S	48.	0.	45.	52.	40.	4.	31.	42.	21.	49.	11.	5.	acaba en 1.º de Libra.			
F O	36.	30.	34.	45.	29.	49.	22.	26.	13.	20.	3.	9.				
E N	27.	48.	26.	14.	21.	52.	15.	10.	6.	44.	acaba en 14 de Escorpion.					
D	24.	30.	23.	3.	18.	52.	12.	5.	4.	14.						

Esta séptima tabla es para quarenta y tres grados, y toma su paralelo desde Redondela en Galicia, pasa por Castilla y Cataluña hasta Barcelona, y tiene estos lugares.

Aranda de Duero.	Zaragoza.	Medinaceli.	Redondela.
Avila fuente.	Calatayud.	Monserrate.	Sigüenza.
Almazan.	Daroca.	Moncada.	Toro.
Atienza.	Falcete.	Molgar.	Tarragona.
Alaejos.	Ariza.	Olmedo.	Tuy.
Berlanga.	Ontiveros.	Osma.	Valladolid.
Belpuche.	Amusco.	Orense.	Urueña.
Barcelona.	Lérida.	Peñafiel.	Villalpando.
Braganza.	Medina de Rioseco.	Pontevedra.	Viana.
Zamora.		Ricla.	Villa-Real.
Coca.	Medina del campo.	Rivadavia.	Islas de Bayona.

Tabla séptima para quarenta y tres grados.

POLO	12.		11.	1.	10.	2.	9.	3.	8.	4.	7.	5.	6.	6	5.	7.
43.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.
I	70.	30.	66.	54.	58.	31.	48.	16.	37.	24.	26.	27.	15.	47.	5.	39.
M I	67.	12.	63.	58.	56.	5.	46.	7.	35.	21.	24.	24.	13.	37.	3.	19.
A A	58.	30.	55.	55.	49.	10.	40.	0.	29.	37.	18.	48.	7.	49.	acaba en 18 de Leo.	
M S	47.	0.	44.	57.	39.	18.	31.	8.	21.	27.	10.	55.	acaba en 1.° de Libra.			
F O	35.	30.	33.	48.	29.	0.	21.	46.	12.	51.	2.	50.				
E N	26.	48.	25.	19.	21.	2.	14.	28.	6.	11.	acaba en 12 de Escorpion.					
D	23.	30.	22.	5.	18.	0.	11.	40.	3.	38.						

Esta octava tabla es para quarenta y quatro grados, toma desde Monguía en Galicia, pasa por el reyno de Leon y el de Aragon hasta Rosas, y tiene estos lugares.

Astorga.	Cacabelos.	Martos.	Soria.
Agreda.	Empurias.	Monzon.	Santiago.
Búrgos.	Frias.	Monguía.	Sarria.
Briviesca.	Fromesta.	Melide.	Sahagun.
Barbastro.	Girona.	Mayorga.	Tabara.
Benavente.	Leon.	Noya.	Villafranca.
Becerril.	Lara.	Náxera.	Valderas.
Carrion de los Condes.	Logroño.	Palencia.	Valduerma.
	Lerma.	Ponferrada.	
Covarrubias.	Lugo.	Puerto Marin.	Villamañan.
Calahorra.	Luna.	Padron.	
Cardona.	La Bañeza.	Saldaña.	Valencia de D. Juan.
Castroxeriz.	Miranda de Ebro.	Salas.	

Tabla para quarenta y quatro grados.

POLO	12.		11.	1.	10.	2.	9.	3.	8.	4.	7.	5.	6.	6.	5.	7.
44.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.
I	69.	30.	66.	5.	58.	2.	48.	2.	37.	22.	26.	36.	16.	5.	6.	6.
M I	66.	12.	63.	7.	55.	32.	45.	50.	35.	16.	24.	30.	13.	53.	3.	44.
A A	57.	30.	55.	1.	48.	30.	39.	34.	29.	24.	18.	43.	7.	58.	acaba en 20 de Leo.	
M S	46.	0.	44.	1.	38.	32.	30.	34.	21.	5.	10.	44.	acaba en 1.º de Libra.			
F O	34.	30.	32.	51.	28.	10.	21.	6.	12.	21.	2.	31.				
E N	25.	48.	24.	21.	20.	10.	13.	44.	5.	36.	acaba en 10 de Escorpion.					
D	22.	30.	21.	7.	17.	7.	10.	55.	3.	2.						

Esta novena y última tabla de quarenta y cinco grados toma desde la Coruña, pasa por las Astúrias, Vizcaya y reyno de Navarra hasta Perpiñan, y tiene estos lugares.

Artedo.
Aviles.
Alegría.
Anso.
Aisa.
Vivero.
Bermeo.
Bilbao.
Bayona.
Verdun.
Coruña, puerto.
Castropol.
Cangas de Tineo.
Castro.
Contrasta.
Corauz.
Colina.
Canfrune.
Candalup.
Colibre.
Durango.
Espinosa de los Monteros.
Espinal.
Elna.
Ferrol.
Fuenterrabía.
Gijon.
Guetaria.
Hecho.
Hato.
Jaca.
Luarca.
Laredo.
Liaño.
La Guardia.
Lequeitio.
Leucata.
Malpica.
Medina de Pomar.
Motrica.
Monreal.
Navia.
Narbona.
Oviedo.
Ondarroa.
Portugalete.
Pamplona.
Puente la Reyna.
Perpiñan.
Riva de Sella.
Ruesta.
Roncesvalles.
Rentería.
Rivadeo.
Santa Marta.
S. Vicente.
Santillana.
Santander.
Santa Justa.
Salvatierra.
Estella.
Segura.
S. Sebastian.
S. Juan del pie del Puerto.
Sigres.
Salsas.
S. Elino.
Tolosa.
Tafalla.
Trevas.
Villaviciosa.
Villar.
Victoria.
Valderroncal.
Valdanso.
Valdaisa.

Tabla nona de quarenta y cinco grados.

POLO 45.	12. G.	12. M.	11. G.	11. M.	10. G.	10. M.	9. G.	9. M.	8. G.	8. M.	7. G.	7. M.	6. G.	6. M.	5. G.	5. M.
I	68.	30.	65.	17.	57.	31.	47.	46.	37.	19.	26.	44.	16.	23.	6.	33.
M I	65.	12.	62.	16.	54.	58.	45.	31.	35.	10.	24.	35.	14.	8.	4.	9.
A A	56.	30.	54.	7.	47.	49.	39.	7.	29.	10.	18.	41.	8.	6.	acaba en 22 de Leo.	
M S	45.	0.	43.	5.	37.	46.	30.	0.	20.	42.	10.	33.	acaba en 1.º de Libra.			
F O	33.	30.	31.	54.	27.	20	20.	26.	11.	51.	2.	12.				
E N	24	48	23.	23.	19.	18.	13.	0.	5.	2.	acaba en 8 de Escorpion.					
D	21.	30.	20.	9.	16.	14.	10.	10.	2.	25.						

Para hacer los reloxes cilindros y anillos es necesario conocer los doce caractéres con que se representan los signos por donde pasa el sol caminando por el zodiaco, los quales se colocan muchas veces quando el tamaño del relox lo permite, y para que se conozcan, se ponen en la *figura* 6, colocando al lado en su derecho las primeras letras de los doce meses del año, en los quales entra el sol en el signo correspondiente en esta forma. En 22 de Diciembre entra en Capricornio, que es primero, y hace el dia menor de todo el año por estar lo mas distante de nosotros; en 20 de Enero en Aquario, en 19 de Febrero en Piscis, en 21 de Marzo en Aries, y en este empiezan los nombres de los signos, por ser primero de los setentrionales, y en él son los dias y las noches iguales: á 21 de Abril entra en Tauro, á 21 de Mayo en Géminis, á 22 de Junio en Cáncer, y hace el dia mayor de todo el año, por estar lo mas cerca de nosotros: á 23 de Junio entra en Leo, á 23 de Agosto en Virgo, á 23 de Setiembre en Libra, y aquí vuelven á igualar los dias con las noches: á 23 de Octubre entra en Escorpion, y á 22 de Noviembre en Sagitario, con que tiene dada toda su vuelta.

Para formar este relox se hace un quadrante ABC (*fig. 7*) partido en noventa grados, y se da una línea perpendicular desde A. Despues se toma en el quadrante la línea meridiana en setenta y un grados y treinta minutos, que es lo que sube el sol en el trópico de Cáncer. Esta línea se toma puesto el canto de la regla desde el centro C por los setenta y un grados y treinta minutos hasta encontrar la AD, en cuyo punto D será el justo largo de la sombra al medio dia en 22 de Junio; y el vuelo ó salida del nomon ó veleta que causa la sombra señalando la hora, ha de ser como uno de los lados del quadrante de A hasta C. Los setenta y un grados y treinta minutos se señalan en la línea AD, haciendo pasar líneas desde el centro C por todas las divisiones de los grados del quadrante hasta encontrar dicha línea AD, segun manifiesta la figura. Despues se tira otra línea EF, distante lo que se quiera de AD, y se cierran arriba y abaxo. La línea EA representa el horizonte, esto es, para tomar las horas, como se dirá adelante. Este instrumento se hace redondo ó cilíndrico en toda su altura, y su horizonte se divide en doce partes iguales para expresar los doce meses del año, y cada una de estas partes se divide en otras seis para señalar los dias del mes de cinco en cinco, porque en estos dias es quasi insensible la mudanza ó diferencia que el sol muestra en las sombras.

Como en la forma cilíndrica de la *figura 7* no pueden mostrarse proporcionalmente ni todas las divisiones de los meses ni dias, nos valdrémos por esto de tender la circunferencia G en largo, trazando en la *figura 8* y su parte alta AB, que representa el horizonte, las doce partes dichas de los doce meses, y en cada uno de estos espacios otros seis para los dias del mes, por ser lo mismo que si se hiciera en su forma redonda

ó cilíndrica, como coluna tan ancha de arriba como de abaxo, y en la parte inferior pondrémos las letras de los meses con los signos que les corresponden, advirtiendo que las dos letras primera y última sirven para una division ó mes solo, porque sus líneas son la union de la figura volviéndola en redondo. Los doce signos empiezan en Capricornio, que corresponde á Diciembre, y van procediendo hasta Sagitario, que pertenece á Noviembre, segun manifiesta la misma figura.

Para determinar y trazar las líneas de las horas en el cilindro es necesario tener presentes, y valerse de la *figura 7*, y la tabla de quarenta y dos grados de altura de polo, que es la de Madrid, y para esto se mira, en dicha tabla en la casilla ó division de las doce, quántos grados tiene Junio en la primera casa, y se halla que son setenta y un grados y treinta minutos, y tomándolos con el compas en la *figura 7* desde A hácia D, se trasladan á la *figura 9* de la *lámina 2*, construida con las mismas dimensiones que la *figura 8*, y se sientan en la línea de Junio desde el horizonte hasta H señalando este punto. Vuélvese luego á la tabla, y se mira los grados que tienen Mayo y Julio, que son sesenta y ocho y doce minutos, y tomándolos en la *figura 7* desde A hácia D se trasladan á la *figura 9* á las líneas de Mayo y Julio desde el horizonte hasta donde alcance el compas. Vuélvese otra vez á la tabla, y se mira los grados que tienen Abril y Agosto, que son cincuenta y nueve y treinta minutos, y estos se toman en la *figura 7*, y se trasladan á la *figura 9* á las líneas de Abril y Agosto desde el horizonte hasta donde en ellas alcance el compas; y de esta manera, señalando en las demas líneas de los otros meses las distancias que en la *figura 7* hubieren determinado los grados y minutos que para cada mes se hayan hallado en la tabla, se describirá la línea curva que se demuestra en esta *figura 9* con las letras KHI, que es la que señala la sombra causada por el sol en todos los meses del año á la hora de las doce.

Señalada esta curva, se procede para determinar la de las once y la una de esta manera: se buscará en la tabla quántos grados tiene Junio para las once y la una, que son sesenta y siete y quarenta y un minutos, los quales se tomarán con el compas en la *figura 7*, y se trasladarán á la *figura 9* en la línea de Junio desde el horizonte hasta la una y las once; despues se volverá á la tabla, y se mirará los grados que tienen Mayo y Julio en la misma hora ó casilla de las once y la una, que son sesenta y quatro y quarenta y siete minutos; y tomándolos en la *figura 7* desde A hácia D, se trasladarán á las líneas de Mayo y Julio desde el horizonte hasta donde alcance el compas en dichas líneas; y de esta manera, procediendo hasta Diciembre que tiene veinte y tres grados y tres minutos, y buscando las cantidades de estos, que la tabla señala para cada hora, y tomándolos en la *figura 7*, se trasladarán á la *figura 9*, colocándolos en las respectivas líneas de los meses, y quedarán trazadas las di-

ferentes curvas que manifiesta la misma *figura* para las horas del dia que en ellas estan notadas. Advirtiendo para esto que la línea de las siete de la mañana fenece en 14 de Escorpion, que será á 6 de Noviembre, los veinte y tres de la entrada del signo y los catorce del signo. La línea de las seis fenece en principio de Libra, á 23 de Setiembre, y la línea de las cinco fenece en 16 de Leo, que es á 8 de Agosto, y por esta cuenta se pone á la parte K, quitando con la pluma los ángulos que hacen las líneas de punto á punto, y así se hará con qualquiera de las tablas.

Este instrumento ó relox (*fig. 10*) se hace, segun hemos dicho anteriormente, cilíndrico, esto es, igual, tan ancho ó grueso por arriba como por abaxo, y se le adorna con su basa y remate. Este remate se le hace movible, que venga tan justo con el cañon que pueda moverse igualmente, dando vuelta por todos los meses sobre el horizonte, y en él ha de estar clavado el nomon ó veleta que causa la sombra, ó con un pasador, para traerle guardado quando no fuere menester.

Para mirar las horas, despues de hecho el instrumento, se saca la veleta fuera, y se pone por los dias de los meses en el dia que se quiere mirar; quiero decir, que si se quiere mirar la hora en 8 de Marzo, se ha de contar en el horizonte del cilindro, donde estan los dias partidos de cinco en cinco en el mismo mes, y pasado el espacio que hace los cinco primeros dias, se la colocará en el segundo espacio algo mas adelante del medio, que se entienda que es algo mas; y colgado de esta suerte de un cordon el instrumento, segun manifiesta la *figura 11*, como cayga la sombra á plomo, se mira en qué línea para, y por la línea donde parare, se va á las horas, y allí se ve qué hora es, bien que las medias y quartos se han de inferir al poco mas ó ménos, porque en instrumentos pequeños no se pueden mostrar con mas precision.

De los reloxes ánulos.

En los reloxes que llaman anulares por formarse en anillos, se hacen tambien las horas cilíndricas, y para ir sucesivamente las trazarémos en este relox por la tabla de quarenta y tres grados de altura de polo. Este relox se hace en una chapa (*fig. 12*) cuyos lados sean paralelos, formando ángulos rectos ABCD, y todo su largo se divide por el medio con la línea EF. Despues desde los puntos CD como centros, y con la abertura de compas CA ó DB, se trazan dos quadrantes de círculo, de los quales se dividen cada uno en tres partes, y por las divisiones 1, 3 y 2, 4, se tirarán líneas, y cada espacio de los tres en que se han dividido los quadrantes, se divide en otros tres que hacen en cada uno nueve, y son los noventa grados del quadrante partidos de diez en diez.

Hecho esto se abre el compas en la figura desde D hasta F, que

es el medio de la sortija, y en este largo se hace la tabla (*fig. 13*) de noventa grados partidos de diez en diez, despues de dos en dos por ser corta la distancia, y mirando en la tabla de quarenta y tres grados de altura de polo quantos tiene Junio en la casilla de las doce, que son setenta y treinta minutos, se tomarán estos con el compas en la *fig. 13* desde I hácia D, y se pondrán en la *fig. 12* á un lado y á otro de la línea EF, señalando los puntos GH, desde los quales se tirarán perpendiculares GI y HK, que representan el horizonte, y en ellas se señalarán los nueve puntos de los quadrantes que se pusiéron en el uno entre K 4, 3 B, y en el otro entre I 2, 1 A.

Despues de hecho esto en esta *fig. 12* se pasa á hacer la *fig. 14* baxo las mismas dimensiones, la qual se hace para evitar la confusion que resultaria de tirar en aquella las nuevas líneas que se han de tirar en esta; y se ha de advertir que en todas las alturas de polo se han de poner los horizontes por este órden. Tomando los grados de la mayor altura, que es en 22 de Junio, en la tabla de la *fig. 13*, y son setenta grados y treinta minutos, se ponen en esta *fig. 14* desde el medio á ambos lados, porque si la meridiana tiene setenta grados y treinta minutos, que es el complemento á los noventa grados de la *fig. 13*, todos los puntos y quartas del círculo no sirven mas que para quedar formados los horizontes en sus lugares, y divididas en ellos las doce casas de los signos. En el horizonte GI se ponen los seis meses de invierno y otoño desde Setiembre hasta Marzo, y en el horizonte HK se escriben los seis meses de verano y estío desde Marzo hasta Setiembre, y en estos mismos horizontes se apuntan los dias de cada mes de diez en diez, ó de seis en seis puntos en cada espacio de las paralelas, como se manifiesta en la figura.

Puesta la figura en la forma que dexamos dicho, para señalar las líneas horarias se va á la tabla de quarenta y tres grados de altura de polo, y se mira quantos grados tiene Junio en la casilla de las doce, que son setenta y treinta minutos, los quales se toman con el compas en la *fig. 13*, y se trasladan á la *fig. 14* desde H, y llegan hasta el medio justamente, cuyo punto se señala; y se va luego á la tabla á la casilla de las once en el mes de Junio, y se ve que tiene sesenta y seis grados y cincuenta y quatro minutos, los quales se toman con el compas en la *fig. 13*, y se trasladan á la *fig. 14*, poniéndolos desde H hasta donde alcanza el compas, y allí se señala otro punto; y así procediendo se determinan las demas horas hasta las cinco y las siete, que acaban en 18 de Leo, que será á 16 de Agosto. Despues de esto se va á la misma tabla de altura del polo y casilla de Marzo y Setiembre, y se miran los grados que tienen á la hora de las doce, que son quarenta y siete, y estos se toman con el compas en la *fig. 13*, y se trasladan á esta *fig. 14* desde K, y tambien desde I hasta donde alcance el compas; y así se

prosigue con las demas horas á un lado y á otro, señalando sus puntos hasta las seis, que acaba en 1º de Libra, que es á 23 de Setiembre á la K, y al otro lado acaba en cinco y siete á los doce de Escorpion, que será á 4 de Noviembre. Despues se va á la tabla misma de quarenta y tres grados de altura, y se miran los grados que tiene Diciembre á la hora de las doce, que son veinte y tres grados y treinta minutos, y estos tomados con el compas en la *fig. 13* se trasladan á esta *fig. 14* desde G hasta adelante adonde alcance el compas, y por este mismo método se determinarán los puntos de las demas horas; y dadas despues líneas de punto á punto, y escritas las horas se vuelve la chapa formando una sortija (*fig. 15*), dexando estas líneas á la parte de adentro. En los puntos PQ, que estan en la juntura de la chapa, se hace un agujero pequeño para poner un cordon; y en el horizonte GI, entre Setiembre y Octubre, se hace otro agujero, y entre Marzo y Abril otro, y por ellos entra el sol á señalar las horas.

Es necesario advertir que quando se miraren las horas en este relox, se ha de colocar de suerte que entre el sol por el agujero en el paralelo del mes en que se mirare, y al derecho del dia de los que estan señalados de diez en diez ó de seis en seis en los horizontes. Por esto se entiende, mirado con cuidado, cómo se han de hacer estos reloxes cilindros y anulares por las alturas que quisieren en toda España. Hay otras maneras de reloxes, de que tratan otros autores, pero no tratamos sino de solos los que se hacen de metal.

ADICION AL TRATADO DE LOS RELOXES DE SOL

POR D. PEDRO ENGUERA.

En lo que se dexa tratado anteriormente en órden al modo de formar los reloxes de sol horizontales, se dixo tambien que habia otros murales, de los quales nos ha parecido conveniente tratar aquí, para que el aficionado sepa en esta materia quanto le puede ocurrir para formar todo género de reloxes. Estos reloxes murales se llaman así, porque comunmente se hacen en los muros, tapias ó paredes de qualquiera fábrica ó edificio donde da el sol, y se llaman verticales, porque no estan sentados de plano en alguna superficie como los horizontales, sino vueltos de lado y como pegados en la pared.

De estos unos son verticales meridionales, y son los que estan en un muro que mira derechamente al mediodia, y otros son verticales declinantes, porque estan sentados en un muro que no mira al mediodia derechamente, sino que se inclina algo hácia levante ó poniente, y otros hay tambien verticales laterales, los quales son los que se construyen en una pared que mira derechamente á poniente ó á levante, por lo qual

se llaman en el un caso lateral oriental, y en el otro lateral ocidental. De todos estos tratarémos con la mayor claridad y brevedad que nos sea posible; pero antes nos ha parecido conveniente tratar del relox horizontal, enseñando otro modo mas fácil y mas seguro que el que pone el autor, y es del modo que sigue.

Relox horizontal.

Ante todas cosas trácese un quadrante ABC (*fig. 16*), el qual se dividirá en noventa grados de diez en diez, y luego divídanse estas nueve partes que resultan, cada una en otras diez, con lo que quedará exâctamente dividido el quadrante segun se necesita. Despues tírese la línea BD paralela á AC, y desde el centro A tírense radios, que pasen por los quince, por los treinta y por los quarenta y cinco grados, hasta encontrar la línea BD, en cuyos puntos se señalarán las horas como manifiesta la figura.

Hecho esto se pasará á delinear el relox de esta manera: tírese la recta CD (*fig. 17*), y perpendicularmente á esta tírese la línea CS, tómese despues el compas, y con una abertura igual á DB, esto es, con un radio igual al de la quarta del círculo en que estan medidos los grados en la *fig. 16*, trácese el quadrante CHD, con lo qual tendremos ya con la línea CS las doce del dia. Para formar ó apuntar las demas horas es necesario saber la altura de polo, ó lo que es lo mismo, la altura á que está el norte sobre el horizonte en el lugar en que nos hallamos, ó se construye el relox; y suponiendo ser en Madrid, cuya altura es quarenta grados y veinte y siete minutos, se tomarán estos en la quarta de círculo de la *fig. 16*, y se pondrán en la quarta de círculo CDH de la *fig. 17* desde H á M, y por este punto M se tirará la línea PN perpendicular á CD, la qual servirá para apuntar las horas señaladas en la *fig. 16*, que se ha de hacer de esta manera.

Desde el punto B se tomarán las distancias de las horas, y se pondrán en la línea PN de la *fig. 17*, esto es, poniendo la distancia de B á la línea de las siete, y la una desde P á X la distancia de B á la línea de las ocho, y las dos desde P á Z, y la distancia de B á la línea de las nueve, y las tres desde P á N, con lo que tendremos en X las siete, en Z las ocho y en N las nueve de la mañana. Despues, para señalar las diez y las once, se tirará desde el punto D, extremo del quadrante en la *fig. 17*, la perpendicular DR hasta encontrar la línea de las nueve, tirada desde el centro C por el punto N, y desde el punto de contacto R se tirará la línea RS perpendicular á CS, y en ella se pondrá la distancia de B á la línea de las siete, y la una en la *fig. 16* para las once, y la distancia de B á la línea de las ocho, y las dos para las diez desde S á T y desde S á B. Despues desde el centro C se tirarán líneas que pasen

por los puntos hallados para las horas hasta tocar en la extremidad del relox, sea quadrado, ochavado ó redondo, y en la dicha extremidad se pintarán las horas, y estará formado el relox con todas las horas de la mañana, y si se quisieren poner las cinco, no hay que hacer mas que alargar con el compas la quarta del círculo CHD, y poner en ella la distancia que hay desde el punto D á la línea de las siete, y tirar por allí una línea desde el centro C hasta el extremo del relox, como manifiesta la figura.

Para formar las horas de la tarde no hay mas que trazar otro medio relox como el que queda explicado, ó abierto el compas con la abertura CH, acabar desde el punto C el semicírculo y trasladar á él las mismas distancias de las horas, con lo que se verá que en la línea CD caen las seis de la tarde, en la CX las cinco, en la CZ las quatro, en la CN las tres, en la CB las dos, y en la CT la una, y si se continuase el semicírculo, como se hizo para las cinco de la mañana, será la línea de las siete de la tarde.

El nomon de este relox es el triángulo CLM, el qual se corta con la punta de un cortaplumas ó con unas tixeras por las líneas CM y LM, despues se dobla sobre la CL, y dexándole á plomo ó en ángulos rectos sobre la línea CS desde el centro C, señalará las horas y servirá para plantilla ó registro de fixar el nomon ó cortarle en plancha de hierro ó qualquier otro metal. Pero si en lugar del nomon se quisiere poner varilla, esta se debe colocar en ángulos rectos en el punto L; y aunque puede ser tan larga como se quisiere, lo mejor es que no sea mas que de L á M, guardando la proporcion del semicírculo segun su tamaño.

Este relox así trazado se sentará sobre la meridiana que se haya hallado por el método explicado en la *fig. 4*, de modo que la línea de las doce cayga sobre la meridiana, y las doce caygan á la parte del setentrion.

Relox vertical meridional.

El relox vertical meridional dexamos ya dicho que es el que se hace en una pared ó tapia que mire de fachada al mediodia, sin declinar ni inclinarse mas á un lado que á otro. Para hacer este relox se sigue la misma norma, y se tiran las propias líneas que en el horizontal antecedente, y solamente se diferencia en que se truecan las horas, y así se ve que como en el horizontal la línea X era la línea de las siete de la mañana, aquí la línea A, que es la misma (*fig. 18*), es la línea de las cinco de la tarde, y como allá la línea Z servia para las ocho de la mañana, acá la línea R sirve para las quatro de la tarde, y así de las demas líneas: solo la línea de las seis y la línea de las doce son las mismas en uno y otro relox. Diferénciase tambien en el nomon, porque como allá en el horizontal se tomáron en la quarta de círculo desde B hasta C

quarenta grados y veinte y siete minutos, que es la altura de polo de Madrid, acá se han de tomar quarenta y nueve grados y treinta y tres minutos, que es el complemento de la altura del polo, y estos se han de señalar en la quarta de círculo desde S hasta Y, y luego se tira una línea DT perpendicular á PX, y otra YL perpendicular á PH, con lo qual queda hecho el triángulo PLY, que es el nomon de este relox vertical, y cortándole como el otro por las líneas PY y LY, doblándole á plomo sobre PL señalará las horas, y puede servir de plantilla para cortarle de hierro para estos reloxes meridionales.

Este relox así trazado se sienta sobre la línea meridiana, la qual es una línea perpendicular que se forma en la pared ó muralla con un perpendículo, y se llama línea meridiana, porque en lo baxo de ella caen las doce y la sombra del nomon corre por ella directamente al mediodia.

Relox vertical declinante.

El relox vertical declinante, así como es el mas necesario de saberse, es el mas dificultoso de practicarse. Decimos que es el mas necesario de saberse, porque es el que mas de ordinario suele ocurrir, respecto de ser rarísimas las paredes ó tapias que se hallan mirando de fachada al mediodia, al setentrion, al oriente ó al ocidente; pues de ordinario todas las mas que miran al mediodia ó al setentrion declinan hácia el poniente ó hácia el levante, por lo qual siempre el relox ha de ser declinante. Decimos tambien que es el mas dificultoso por la multiplicidad de líneas que son menester para hacerle, y por lo enfadoso que es averiguar quantos grados declina la pared para que el relox salga puntual. Uno y otro esperamos tratarlo aquí, y explicarlo con tanta claridad, que ni el tomar la declinacion de la pared sea enfadoso, ni el trazar el relox difícil, sino que con pocas reglas qualquiera pueda con facilidad imponerse en su construccion.

Para tomar la declinacion de la pared de mediodia ó de setentrion, á poniente ó á levante, han trabajado mucho los autores; pero el modo mas fácil que yo he hallado y me ha enseñado la práctica es el siguiente.

Tírese en la pared ó muralla donde el relox se quiere hacer una línea recta como en la *fig. 19* AZ; tírese luego otra perpendicular á esta como MQ que la cruce en ángulos rectos en S; clávese despues un clavo en M, y átese á él un perpendículo que cayga perpendicularmente por SQ, y quando sean las doce del dia, que esto se puede saber por otro relox de sol ó de faldriquera que esté bien arreglado, cójase un semicírculo graduado, cuyo centro se ha de poner horizontalmente sobre la recta AZ en el punto S, que es donde cruza con la perpendicular MQ; y sacando el perpendículo de modo que cayga sobre el borde del semicírculo, váyase llevando hácia un lado ó hácia otro hasta que

la sombra del hilo cayga rectamente y haga sombra sobre la perpendicular MQ, que es la línea del mediodia; y si quando hace la sombra el perpendículo está en el punto X como en esta figura, es señal que la pared declina veinte y cinco grados á poniente, y con esta declinacion se ha de formar el relox; y si como el perpendículo está hácia la mano derecha estuviera hácia la izquierda, era señal de que declinaba la pared los mismos veinte y cinco grados de mediodia á levante. Este es el mejor, mas fácil y mas seguro modo de tomar la declinacion de las paredes: y solo se advierte que esta operacion se puede hacer en qualquiera tiempo del año, con tal que se haga siempre á las doce del dia, pues si se hace en otra hora no sirve.

Sabida y conocida ya la declinacion de la pared, pasarémos á dar reglas para trazar el relox declinante, el qual se forma de la manera siguiente: tiradas las líneas MQ, que se llama vertical y meridional, porque es la línea de las doce, y la línea AZ en ángulos rectos, que los forma en S, desde este punto, con un radio igual al del quadrante del relox horizontal de la *fig. 17*, ó mayor ó menor segun se quiera, se trazará un arco BC desde la línea vertical MQ hasta la línea horizontal AZ, el qual se dividirá en noventa grados de diez en diez, poniéndole si se quisiere en las divisiones sus números diez, veinte, treinta, quarenta &c. hasta noventa desde el mismo punto B hasta C, y desde B toma los grados de la declinacion de la pared, que suponiendo ser veinte y cinco, será desde B á X. Desde este punto X tira una línea recta hasta el punto S, que es donde se cruzan en ángulos rectos la vertical ó meridiana y la horizontal, y esta recta SX es la línea de las doce. A esta línea recta tírale una perpendicular por el punto X que la toque en ángulos rectos, y desde este punto, y con la abertura de compas SX, haz un semicírculo sobre la misma perpendicular. Este semicírculo ó su quadrante ponle en el relox horizontal de la *fig. 17*, y en él toma los espacios de entre las líneas horarias, y trasládalas á esta figura á un lado y á otro del punto S en el semicírculo 6 S 6 por el órden que estan en la dicha *fig. 17*, y se manifiesta en esta *19*, y despues poniendo la regla en el punto X, desde este punto y por los que señalan los espacios horarios, ve tirando líneas hasta que toquen en la horizontal AZ, y las que no pudieren tocar en esta línea es señal de que el relox no alcanza á señalar aquellas horas. Hecho esto, desde el punto X tira una perpendicular á Z, que será XP; toma con el compas esta distancia y pásala á la vertical MQ desde S á M, y desde este punto M, como centro, ve tirando líneas sobre la horizontal AZ, que pasando por los tocamientos ó puntos que en la dicha horizontal hiciéron los espacios horarios, tendrás formado el relox.

El nomon de este relox se forma tirando una línea desde M á P, y á esta se le saca una perpendicular desde P á H, que sea del mismo

largo que MS ó PX, y luego se tira una línea desde M hasta H, y queda formado el triángulo MPH, que cortándole por las líneas PH y HM, y doblándole á plomo y en ángulos rectos sobre PM, señalará las horas, y puede servir de plantilla para otros reloxes de la misma declinacion.

Hazte cargo, lector, de la explicacion referida, que aunque te parezca confusa, si tomas en la mano el compas y la regla, y tienes delante esta *figura 19*, la práctica te enseñará que es el modo mas fácil que se puede discurrir para hacer estos reloxes.

Si como la declinacion fué de mediodia á poniente hubiese sido de mediodia á levante, toda la operacion que en esta figura se ha hecho sobre la mano derecha se habia de hacer sobre la izquierda; y si la pared mirase al setentrion no hay mas que trazar el mismo relox y ponerle patas arriba: esto es, que la hora de las doce cayga arriba y la letra M cayga abaxo. En estas paredes setentrionales son poco usados los reloxes por no dar en ellas lo mas del año el sol; pero porque no le falte regla al aficionado, decimos que el relox vertical meridional, que sirve para una fachada meridional declinante, sirve vuelto patas arriba para una fachada setentrional declinante.

Relox lateral oriental.

Hemos dicho al principio de esta adicion que habia otros reloxes verticales laterales, en los quales declinaba tanto la pared del mediodia que miraba de fachada al oriente ó al ocidente. Pues si acaso se hallase alguna pared que mire derechamente al oriente, se trazará en ella el relox lateral oriental de este modo: tírese la línea horizontal AB (*fig.* 20), y desde el punto C descríbase el arco AD del complemento de la altura del polo, que en Madrid es quarenta y nueve grados y treinta y tres minutos, y habiéndose tirado la línea DE á discrecion, se cortará en ángulos rectos con la línea GF, que representa el exe del mundo, y en este relox sirve para las seis de la mañana, y tomando por estil ó varilla la línea GC, se describirá la quarta de círculo GCH, que se dividirá en seis partes iguales, y luego desde G, como centro, por los puntos de las divisiones se tirarán líneas ocultas hasta llegar á la línea CE, que es la línea de la contingencia. Despues en cada toque de estos se cortará la dicha línea CE con otras líneas paralelas á la línea GF, y estas serán las líneas horarias, como se manifiesta en la *figura*. El estil ó varilla de este relox es GH puesto en C á angulos rectos con la pared. A la parte de arriba se añaden las líneas para las cinco y para las quatro á igual distancia que de las seis á las siete y de las siete á las ocho.

Si se ofreciere hacer algun relox lateral ocidental en alguna pared que mire derechamente á poniente, se trazará del mismo modo que

el antecedente, con solo advertir que el arco AD, y todo lo demas que en el oriental se toma á mano izquierda puestos enfrente de la pared, en este ocidental se ha de tomar á mano derecha. Estos reloxes estan poco en uso, así como el setentrional; pero hemos dado sus reglas de construccion para que nada le falte al aficionado.

Regla muy curiosa para poner los signos en todos los reloxes de sol.

El poner los signos en los reloxes de sol, aunque no es cosa necesaria, es sumamente curiosa, pues con ella no solamente se sabe qué hora es, sino que tambien se ve en qué signo anda el sol todo el año, y es cosa que la han escrito pocos; y á lo menos en nuestra lengua castellana creo que soy yo el primero que la escribo, deseando que todos se aprovechen, y sepan quanto hay que saber en esta materia de reloxes.

Parecerále al lector cosa muy dificultosa y obscura la que emprendemos, pero con exercicio y práctica la hallará fácil y clara; y empezando por el relox horizontal, se ha de notar que antes de entrar en él se ha de formar un relox horizontal, como el que describe Arfe en la *figura 3*, y pongo yo en la *figura 21*, aunque con mas claridad, y se forma de este modo. Tírese la horizontal AB, y la vertical CD. Desde el punto B descríbase el semicírculo BEFG, y fórmese el ángulo FBC de quarenta grados y medio, que es la altura de polo de Madrid, con lo qual queda formado el ángulo FCB, que es el complemento de la misma altura de polo, y queda formado el nomon de este relox, que es el triángulo BFC semejante ó proporcional al nomon ó triángulo CLM que pusimos en nuestro relox horizontal, *figura 17*. Tírese despues desde F la línea FH perpendicular á CB, que es la equinocial, y por el punto H otra perpendicular á FB, que será HI, la qual es el nomon recto ó varilla de este relox y su sitio. Luego desde el punto F, con el radio CF, hágase la quarta de círculo FAK, y divídase en seis partes iguales, y desde el centro A á la vertical CD se tirarán líneas que pasen por dichas divisiones, desde cuyos tocamientos se las dirigirá al centro B, y donde corten la quarta del círculo FE serán las horas. Trasládense estas correspondientemente á la otra quarta FG, y quedarán marcadas todas, y finalizado el relox. Su colocacion es la misma que dexamos dicha en el otro relox horizontal, *figura 17*.

Trazado así este relox, para pasar á poner los signos, así en este como en otro qualquiera relox horizontal, se ha de tirar la línea perpendicular MR (*fig. 22*), y desde el punto M, con un radio á lo ménos igual á BD de la *figura 21*, se describirá el arco PQ, que tenga veinte y tres grados y medio á cada lado de la MR, que es la máxîma declinacion del sol, y por el extremo de estos arcos tirarémos las líneas PM y QM. Luego para hallar las declinaciones de los demas signos interme-

dios servirá la tabla de la declinacion del sol, que despues se pondrá, en la qual hallarémos once grados y treinta minutos para Tauro y Escorpion, y veinte grados y doce minutos para Géminis y Sagitario: tomando pues estos grados y minutos en el arco PQ á un lado y á otro de la equinocial MR, quedará hecha la figura, en la qual se pondrán los caractéres de los signos en sus debidos lugares, como ella misma lo manifiesta, copiándolos de la *figura* 6 de este tratado.

Esta figura así hecha es menester observarla con cuidado, porque nos ha de servir de dechado y prototipo para poner los signos en todo género de reloxes.

Estando así formada la figura antecedente, para poner las líneas de las sombras que hace el nomon en el relox, lo primero que se ha de hacer es irse al relox horizontal de la *figura 21*, y tomar con el compas la línea BH, y trasladarla en la *figura 22* desde M á N, formando ángulos rectos con MR, y despues se tomará la porcion FH, y se trasladará tambien desde M á O, y por este punto O se tirará la línea NO, de forma que este triángulo MNO es igual al triángulo del relox FHB; y la línea NO, alargada hasta la línea MQ, que es el trópico de Capricornio, es la línea de las doce. Despues desde N hasta T se tirará la NT paralela á MR, y dicha paralela será la línea de las seis. Ahora para las demas horas hemos de tomar con el compas en el relox horizontal de la *figura 21* lo que hay desde el centro B hasta los cortes ó toques de las líneas horarias en la equinocial FD, y trasladarémos estas distancias á la presente figura puesto el un pie del compas en el punto N, que representa el centro del relox, y el otro en donde alcanzare en la equinocial MR; y señalados puntos en ella, se pasarán por ellos líneas desde el punto N, cruzando todos los rayos del sol en el zodiaco, que es lo que representa esta *figura 22*, pues en ella tenemos todas las longitudes de las sombras que hará el estil ó varilla en el relox, entrando el sol en cada uno de los signos, los quales pondrémos en el relox horizontal de esta manera. Lo primero se delineará el relox con sus líneas horarias, como se ve en la *figura 17*, y mejor en la *figura 24* (*lámina 4*) que se trazará baxo las mismas reglas que aquella; y hecho esto, tomarás con el compas en la *figura 22* la distancia que hay desde el punto N hasta cada corte de los rayos del sol, que son las líneas que baxan desde el punto M hasta el arco PQ, y esta cantidad se irá trasladando al relox de la *figura 24* desde el centro hasta donde alcanzare la línea horaria; v. g. para las seis toma en la *figura 22* la distancia que hay desde N hasta el punto en que corta la MP la línea de las seis, que es en *a*, y ponla en la *figura 24* desde el centro del relox á una y otra parte sobre la línea de las seis, y luego pondrás el signo de Cáncer, como se ve en la *figura*. Hecho esto toma la distancia que hay desde N hasta el punto en que corta la línea MP á la línea de las siete y de las cinco, que es en *b*, y ponla desde el

centro del relox á una y otra parte sobre la línea de las siete y de las cinco, que llegará á *b* y *b*. Toma luego la distancia de N hasta donde corta la MP la línea de las ocho y de las quatro, que es en *c*, y ponla desde el centro del relox á una y otra parte sobre la línea de las ocho y de las quatro, que alcanzará hasta *c* y *c*, y ve prosiguiendo así la operacion hasta poner la distancia de la línea de las doce, que es desde N á *g* en la *figura* 22, y llegará en el relox desde el centro M hasta *g*. Despues por todos estos puntos que has señalado en las líneas horarias del relox (*fig.* 24) irás trazando de punto en punto la curva *a g a* hasta tocar en la extremidad del relox, procurando que no haga ángulo alguno, lo qual es una prueba de haberse pasado y señalado los puntos con precision y exâctitud, y quedará hecho el arco del trópico de Cáncer, como se ve en la *figura*. Lo propio se hará despues con las distancias que hay en la *figura* 22 desde N á los cortes de las líneas horarias en la línea MX, que es la del rayo del sol en los signos de Géminis y Leo, y trasladándolas al relox por el órden que lo hemos hecho para el arco del trópico de Cáncer, quedarán marcados todos los puntos por donde trazarémos el arco de Géminis y Leo, en el qual se colocan estos signos, como se ve en la misma *figura* 24. Por este mismo órden, y baxo las mismas reglas que omitimos expresar aquí para evitar repeticiones cansadas y molestas, formarás los demas arcos, y poniendo en ellos las figuras de sus respectivos signos, quedará concluida la operacion. Pero has de advertir que quando llegues á la línea de los signos de Piscis y Escorpion, no se toman distancias para las siete ni para las cinco, porque en esta línea no hay cortadura suya, como se ve en la *figura* 22, y así empezarás por la de las ocho y de las quatro, y en la línea de los signos siguientes empezarás por la distancia de nueve y tres, por quanto no hay cortaduras de las líneas horarias anteriores.

Resta solo advertir que en la *figura* 23 damos trazado un nomon proporcional al del relox horizontal (*fig.* 17) y tambien al de la *fig.* 21, en el qual delineamos la varilla ó nomon recto de qualquiera relox, sea horizontal ó vertical, porque el nomon recto del relox horizontal es la línea AB de la misma *figura* 24; y el sitio ó lugar donde se debe colocar en ángulos rectos es tomando la distancia que hay desde C á A; y poniendo el un pie del compas en el centro del relox, el otro pie del compas señalará donde se ha de poner. El nomon recto del relox vertical es la línea BD, y el sitio ó lugar donde se debe colocar es en la línea del estil, tomando la distancia MD desde el centro del relox abaxo. Esto supuesto, se ha de saber que en los reloxes con signos siempre se ha de poner varilla en ángulos rectos, y si se quiere poner triángulo en los horizontales ha de ser del tamaño de ABC, y en los verticales del de BMD; porque la punta del nomon, que es la que hace las sombras en los arcos de los signos, no puede ser mas larga que la varilla. Y todo esto se entien-

de guardando la proporcion del tamaño del relox; porque si la vasa del nomon del relox, ya sea horizontal ó ya vertical, tuviere dos varas de largo, la varilla ó nomon recto ha de tener una de alto, y si la basa tuviere una vara de largo, la varilla tendrá media de alto.

Explicado y entendido el modo de poner los signos en el relox horizontal, es muy fácil ponerlos en los demas reloxes; porque para ponerlos en el vertical meridional no hay mas que hacer otros dos prototipos como los de las *figuras* 21 y 22, con la diferencia de que, así como en la *fig.* 21 para hacer el semicírculo del relox horizontal se tomó por diámetro la línea BF, se ha de tomar la línea FC para hacer el semicírculo del relox vertical. Y así como en la *fig.* 22 se tomó la línea MN igual á BH para el horizontal, ahora para el vertical se ha de tomar igual á HC, y el nomon recto ó varilla es la línea BD de la *fig.* 23, como ya dexamos explicado, y los signos se han de trocar; de manera que en donde está Cáncer en el horizontal, ha de estar Capricornio en el vertical meridional; y en donde está Géminis y Leo han de estar Aquario y Sagitario &c. Lo demas de la operacion todo es como dexamos dicho en el horizontal.

Para poner los signos en el relox vertical declinante podia servir la misma pauta y regla que dexamos dada en el relox antecedente; pero conociendo que habrá pocos que acierten á hacerlo de esta manera, y deseando que todos entiendan lo que se va tratando, nos ha parecido conveniente explicarle mas por extenso, para lo qual delinearémos otro relox declinante de mediodia á levante, distinto del que pusimos en la *fig.* 19 declinante de mediodia á poniente, el qual se traza de esta manera. Tírese la perpendicular MQ (*fig.* 25), y luego sobre ella la horizontal AZ, que formen ángulos rectos en S, y desde este punto con la abertura de compas de la quarta de círculo *fig.* 16, ó de los otros reloxes, descríbase la quarta de círculo BC, y en ella tómese la declinacion de la pared desde B hasta X, que suponemos ser de veinte y cinco grados. Desde este punto X levántese la línea XP perpendicular á la línea AZ, y trasládese esta distancia XP desde S á M. Desde este punto M tírese la recta MR que pase por el punto P, la qual es la del estil: crúcese luego esta línea en ángulos rectos por el punto P con la línea DE, que es la equinocial. Póngase luego la distancia PX desde P hasta H, y tírese la línea MH, que es el exe del mundo. Desde esta línea tírese la perpendicular GP, y esta misma línea transfiérase á la línea del estil desde P hasta F, y desde este punto, como centro, descríbase un círculo á discrecion, y por el mismo centro F y el corte que hace la equinocial con la meridiana, que es en O, tírese el diámetro KO; divídase despues el círculo dicho en veinte y quatro partes iguales, y por estas divisiones desde el centro F se tirarán líneas ocultas hasta tocar en la equinocial DE. Luego por estos tocamientos, y desde el centro M, se tirarán las líneas hora-

rias, advirtiendo que la línea de las doce es la primera que se tiró perpendicular, y que como este relox, cuya pared declina de mediodia á levante, tiene las horas, estil y declinacion á mano izquierda, que es poniente, si declinara á poniente tuviera las horas y toda la operacion al contrario, como se ve en la *fig. 19*.

El nomon de este relox es el triángulo MPH igual al de la *fig. 19*; pero para poner en él los signos, ha de ser del tamaño del triángulo MLG, y lo mejor es poner en el punto L una varilla ó estil en ángulos rectos con la pared que tenga el largo de L á G y no mas.

Delineado así el relox, para poner en él los signos se hará lo primero la *fig. 26*, que es la de los rayos del sol en el zodiaco, segun que hicimos para el relox horizontal; y habiendo tirado la línea PQ perpendicular á PR y del tamaño de MG del relox declinante, se tomará luego la porcion MP de dicho relox, y se trasladará á la *fig. 26* desde Q hasta S, esto es, hasta donde llegare á alcanzar en el rayo del sol en la equinocial PR; de manera que el triángulo PQS es el mismo que MGP del dicho relox, y el punto P corresponde al punto G del relox, el punto Q á M, y el punto P á S del mismo relox.

Esto entendido, puesto el un pie del compas en el centro M del relox, con el otro se irán tomando las distancias de las líneas de las horas hasta los cortes de la equinocial DE, y se irán trasladando á la *fig. 26* desde Q, que representa el centro del relox hasta donde el otro pie del compas llegare á alcanzar en el rayo de la equinocial PR; y habiendo marcado en él todos los puntos que puedan llegar á alcanzarle desde el centro Q, se tirarán por ellos líneas que crucen los rayos del sol, y al extremo de ellas se señalará en cada una la hora que representa. Y se ha de notar que no vendrán á estar por órden las horas, antes bien estarán entreveradas ó mezcladas unas con otras, y algunas de la mañana entre las de la tarde, y al contrario, lo qual se ha de notar mucho, para que despues, al tomar las cantidades de las sombras, no se confundan tomando una por otra.

El estil ó varilla de este relox será la línea PT de la *fig. 26* perpendicular á QS, é igual á la GL del relox, la qual se ha de poner en ángulos rectos en la pared, distante del centro del relox lo mismo que QT ó MG. Dispuesta así esta figura del mismo modo que en el relox horizontal, se tomarán las distancias que hay desde Q hasta cada punto en que la línea horaria cruza ó corta el rayo ó línea de cada signo, y se irán trasladando estas distancias al relox desde el centro hasta donde el otro pie del compas alcanzare en la respectiva línea horaria, por lo qual tomamos las cantidades de las sombras, y así se proseguirán todas las horas y signos formando sus arcos, como se ve en la *fig. 25*.

Para poner los signos en los reloxes setentrionales declinantes se observa el mismo método, solo que se han de trocar los signos, de forma

que el trópico de Cáncer venga á estar mas cerca del centro del relox, que es como se pusiéron en el relox horizontal (*fig. 24*).

Réstanos ahora dar reglas para poner los signos en los reloxes laterales, que son el oriental y el ocidental, para lo qual se formará la *fig. 27* de los rayos del sol en el zodiaco, segun que queda dicho para el relox horizontal. Despues se va al relox lateral, al qual queremos poner los signos, y sea v. g. el de la *fig. 28*, que es oriental, y se toma el semidiámetro GC, el qual se traslada á la *fig. 27* desde A hasta donde llegare el otro pie del compas en el rayo ó línea de la equinocial AB, y allí se señala un punto por el qual se la corta en ángulos rectos con otra línea que cruce todos los rayos del sol. Esta línea determinará todos los signos, y en ellos las cantidades de sombra para las seis. Del mismo modo desde el centro G de la *fig. 28* se irán tomando todas las distancias que hay hasta cada corte de las líneas horarias en la equinocial CE, las quales se irán trasladando á la línea AB (*fig. 27*) desde el punto A hasta donde alcancen en dicha línea AB, y por estos puntos se tirarán líneas que la crucen en ángulos rectos por todos los rayos del sol.

Para señalar despues los signos en el relox, se tomará lo que hay desde la equinocial AB de la *fig. 27* hasta cada rayo, y se trasladará al relox en la *fig. 28* desde la equinocial CE hasta donde llegare en la línea horaria que la corresponde, v. g., para las diez y para las dos de Cáncer y Capricornio, se tomará la porcion CD de la *fig. 27*, y se trasladará al relox de la *fig. 28* desde H hasta I y K de la línea horaria de las diez.

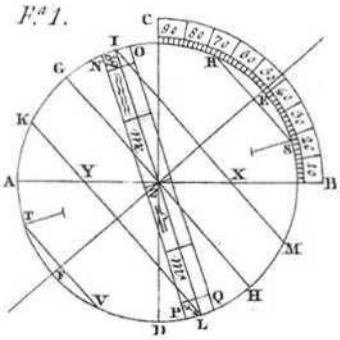
El estil ó varilla de este relox dexamos ya dicho, quando tratamos de él, que es la línea GC puesta en ángulos rectos con la pared en el punto C. Del mismo modo que se ha hecho aquí para poner los signos en el relox lateral oriental, se ha de hacer si se quisieren poner en el relox lateral ocidental. Esto nos ha parecido lo bastante para cumplir y satisfacer la curiosidad de los aficionados al arte de la Gnomónica.

TABLA

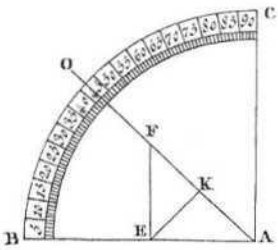
DE LA DECLINACION DEL SOL.

Signos.	♈	♎	♉	♏	♊	♐	Signos.
Grad.	Grados.	Minutos.	Grados.	Minutos.	Grados.	Minutos.	Grad.
0.	0	0.	11	30.	20	12.	30.
1.	0	24.	11	51.	20	25.	29.
2.	0	48.	12	12.	20	37.	28.
3.	1	12.	12	33.	20	49.	27.
4.	1	36.	12	55.	21	0.	26.
5.	2	0.	13	13.	21	11.	25.
6.	2	23.	13	33.	21	22.	24.
7.	2	47.	13	55.	21	32.	23.
8.	3	11.	14	19.	21	42.	22.
9.	3	35.	14	22.	21	51.	21.
10.	3	58.	14	51.	22	0.	20.
11.	4	28.	15	10.	22	9.	19.
12.	4	45.	15	28.	22	17.	18.
13.	5	[illegible]	15	[illegible]	22	25.	17.
14.	5	32.	16	5.	22	32.	16.
15.	5	35.	16	23.	22	39.	15.
16.	6	19.	16	40.	22	46.	14.
17.	6	42.	16	57.	22	52.	13.
18.	7	5.	17	14.	22	58.	12.
19.	7	28.	17	31.	23	3.	11.
20.	7	50.	17	47.	23	7.	10.
21.	8	13.	18	3.	23	12.	9.
22.	8	35.	18	19.	23	15.	8.
23.	8	58.	18	34.	23	19.	7.
24.	9	20.	18	49.	23	22.	6.
25.	9	42.	19	4.	23	24.	5.
26.	10	4.	19	18.	23	26.	4.
27.	10	26.	19	22.	23	28.	3.
28.	10	47.	19	46.	23	29.	2.
29.	11	9.	19	59.	23	30.	1.
30.	11	30.	20	12.	23	30.	0.
Sign.	♓	♍	♒	♌	♑	♋	Sign.

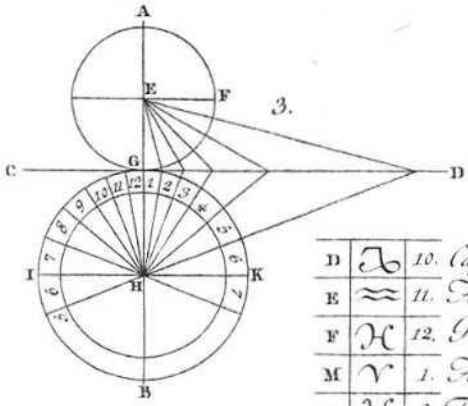
F.a 1.



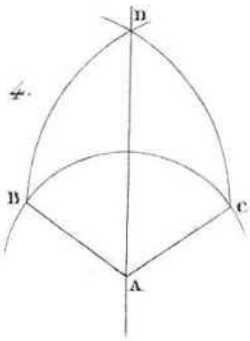
2.



3.



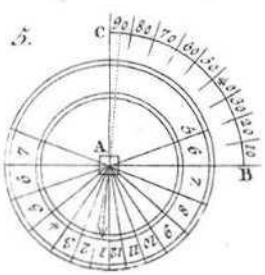
4.



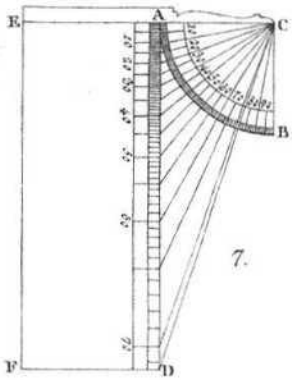
6.

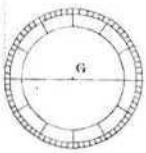
D	♑	10. Capricornio.
E	♒	11. Aquario.
F	♓	12. Piscis
M	♈	1. Ariès.
A	♉	2. Tauro.
M	♊	3. Geminis.
J	♋	4. Cancer.
J	♌	5. Leon.
A	♍	6. Virgo.
S	♎	7. Libra.
O	♏	8. Escorpion.
N	♐	9. Sagitario.

5.

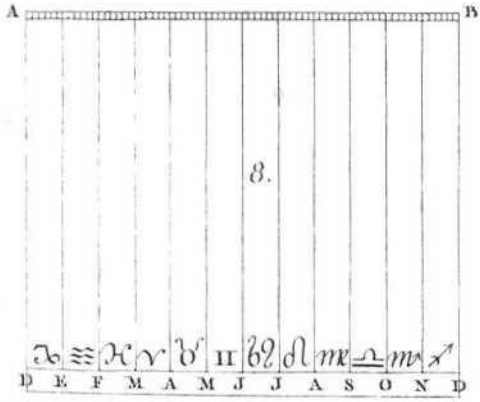


7.

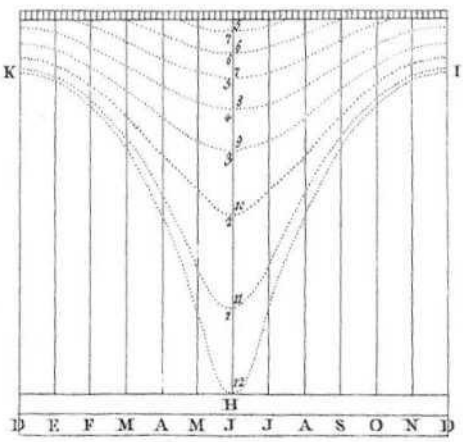




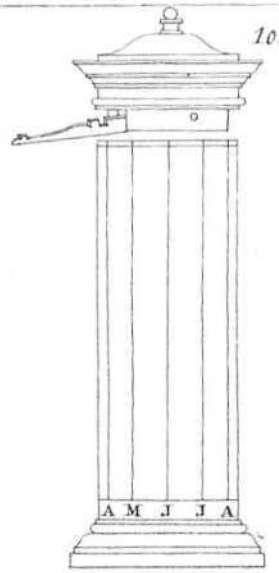
8.



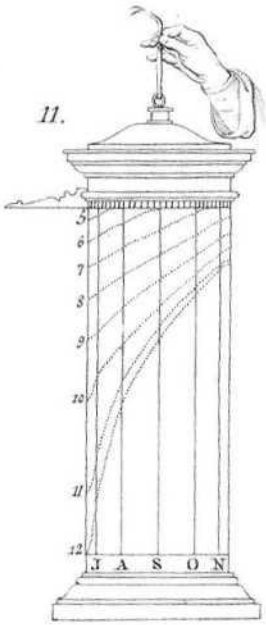
F.ª 9.

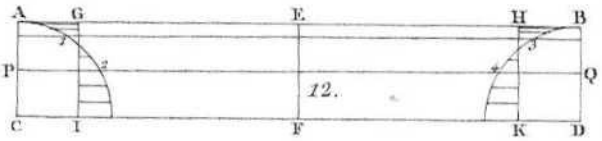


10.

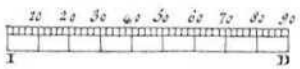


11.

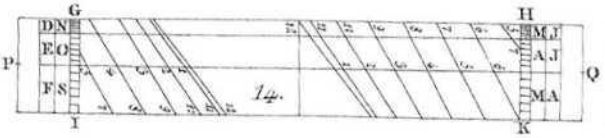




12.



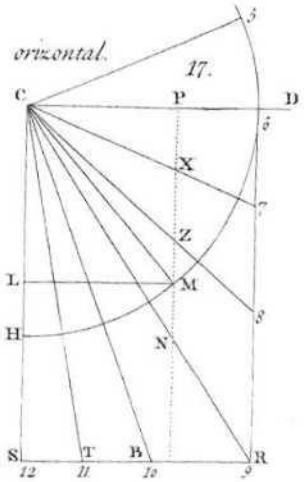
13.

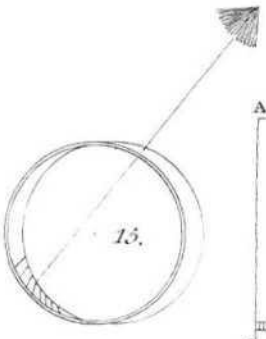


14.

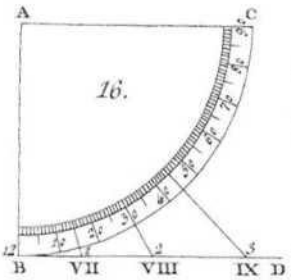
Relox orizontal.

17.



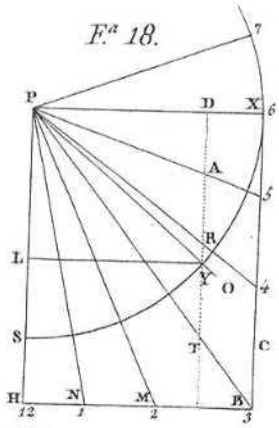


15.



16.

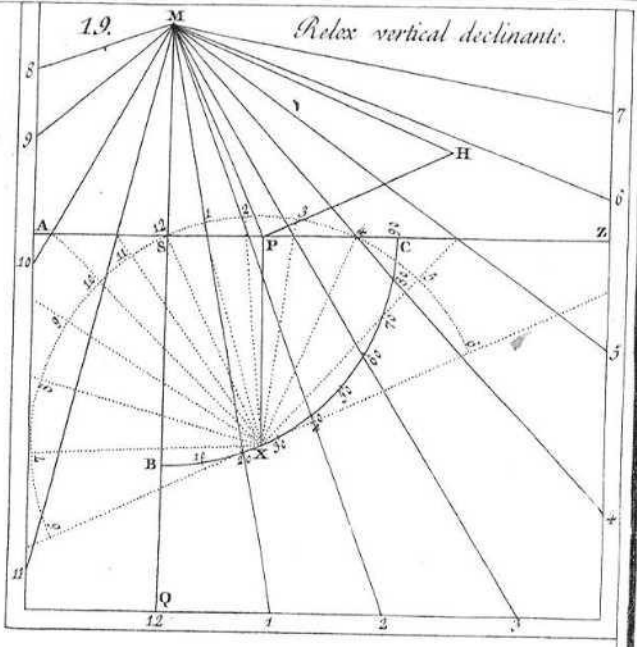
F.a 18.



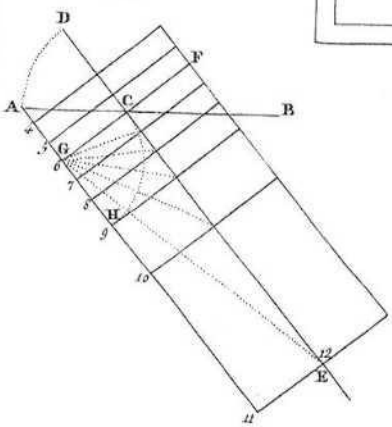
Relox vertical meridional.

19.

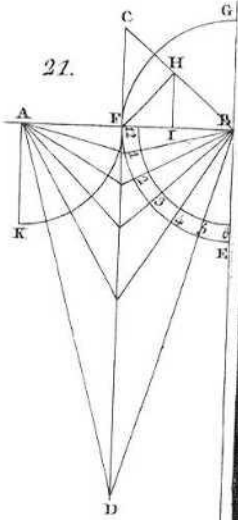
Relox vertical declinante.



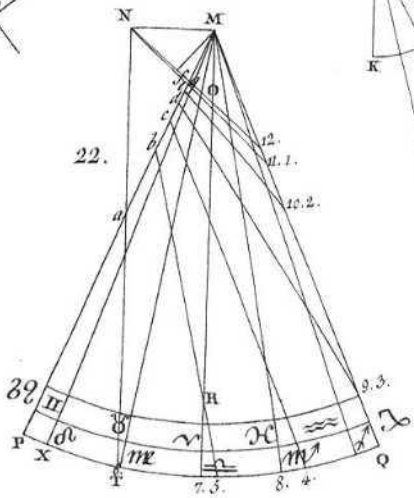
20.



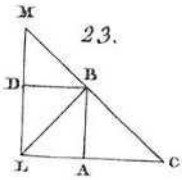
21.



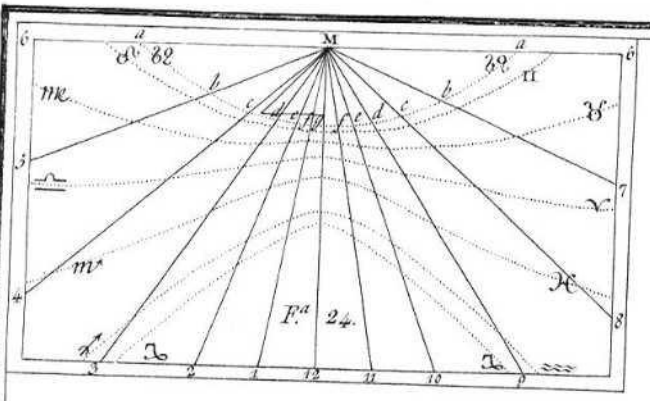
22.

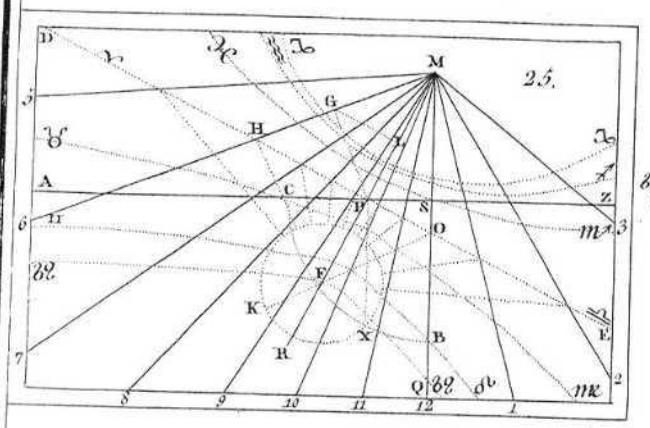


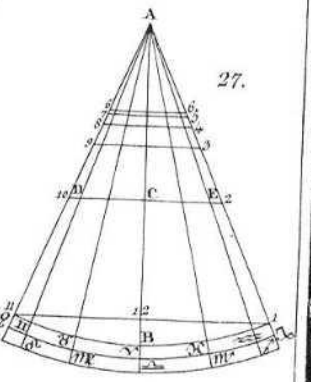
23.

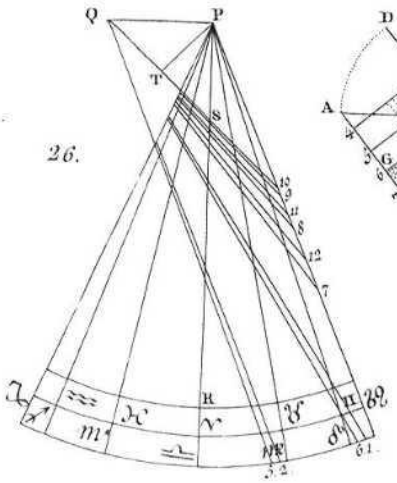


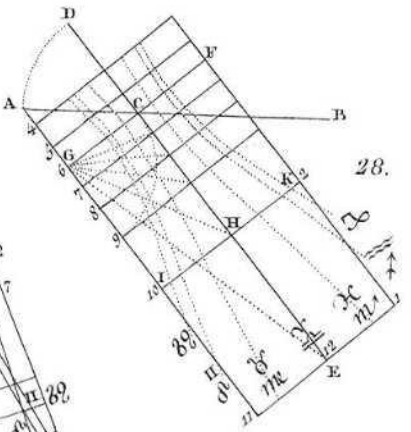
Ettore f.a


M
F.a 24.


M
25.


A
27.


Q
P
26.


D
A
B
28.

TRATADO DE ARQUITECTURA.

LIBRO TERCERO

DE LA VARIA COMENSURACION

DE JUAN DE ARFE Y VILLAFAÑE.

NUEVA EDICION

CORREGIDA, AUMENTADA Y MEJORADA CON LÁMINAS FINAS,

POR DON JOSEF ASSENSIO Y TORRES, Y COMPAÑÍA.

REGLAS Y PROPORCIONES

DE LOS CINCO ORDENES DE ARQUITECTURA,

SEGUN ARFE Y SEGUN VIÑOLA.

El noble arte de arquitectura debe su orígen, como todos los demas, á la necesidad. Luego que los hombres se reconociéron desnudos y expuestos á la inclemencia y rigor de las estaciones, tratáron de ponerse á cubierto de ellas, para lo qual se acogiéron á las grutas que les ofrecia naturalmente la tierra, y donde no, se las fabricáron; pero como estas, ademas del mucho trabajo que exîgian, si habian de ser de alguna capacidad, siempre eran incómodas, porque no en todas partes tenian disposicion de fabricarlas exêntas de humedad y otros defectos, pensáron en alojarse en cabañas construidas con perchas entrelazadas de ramas de árboles, sobre los quales colocáron horizontalmente maderos ó troncos de árboles mas delgados para formar los techos, y otros inclinados, que con sus vertientes á un lado y á otro facilitasen la caida y paso á las aguas llovedizas: estas cabañas, á mas de proporcionarles mayor ensanche que las grutas, eran tambien unos albergues mas decorosos á la especie del hombre, que por su racionalidad y semejanza á su Criador debe distinguirse como señor de todos los demas animales, con quienes estaba confundido en la naturaleza de su morada.

Llegando despues los hombres á multiplicarse y formar familias mas numerosas, les fué preciso edificar ya otras habitaciones, que siendo de mas solidez que las cabañas, tuviesen al mismo tiempo un ámbito, compartimiento y disposicion correspondiente á los usos de la sociedad, para cuya fábrica tomáron idea de las mismas cabañas; las perchas ó troncos gruesos de árboles sobre que las fundaban, les sugiriéron las colunas; los maderos atravesados y enlazados con los troncos, y sobre que cargaban los otros mas delgados que componian el techo, el arquitrabe; las cabezas de los maderos del techo, el friso con los triglifos; y los otros maderos sentados sobre estos, y sobre que estribaban los inclinados del cubierto para la vertiente de las aguas, les proporcionó inventar la cornisa. Este es el orígen de los cinco órdenes que conocemos en la arquitectura en sus principios informes; pero que despues los hombres, á medida que se fué cultivando su entendimiento, le aplicáron en perfeccionarlos hasta ponerlos en el estado que hoy los vemos. Ultimamente los mismos hombres, á proporcion que se fuéron apartando con el transcurso de los tiempos de aquella cándida sencillez en que fuéron criados, se fuéron llenando de orgullo, vanidad y soberbia, con cuyos vicios los unos pretendian el abatimiento y predominio sobre sus se-

mejantes, y los otros se viéron en la dura necesidad de precaverse contra la esclavitud: para esto los soberbios ideáron y construyéron aquellos magníficos edificios, que con la profusion de sus adornos y riqueza de los materiales eran pábulo de su vanidad, y se llevaban la atencion de los que los admiraban; y los abatidos y humildes fabricáron las fortalezas para que les sirviesen de asilo contra los poderosos y demas sus enemigos: de aquí tuviéron principio las tres clases de arquitectura, que distinguimos en civil, militar é hidráulica: la civil tiene por objeto, como se deduce de lo que dexamos dicho, la construccion de los templos, palacios y demas edificios públicos y de morada: la militar, los castillos y demas fortalezas que sirven de antemural á nuestra defensa contra los insultos de nuestros enemigos; y la hidráulica, la fundacion de toda especie de edificios en los terrenos ocupados por las aguas, y cuya solidez y forma de su colocacion sea capaz de contener y contrarestar su empuje. La civil se distingue tambien en antigua y moderna, ó gótica: llámase antigua la que inventáron y usáron los Griegos, y á su imitacion los Romanos; y moderna ó gótica la que introduxéron con su irrupcion en los paises meridionales los Godos originarios del norte. La arquitectura antigua es la mas hermosa por la belleza, simetría y riqueza de los adornos, por el buen gusto de sus perfiles, y por su estilo grandioso y de suntuosidad, tanto en el todo como en las partes. Los Romanos la recibiéron de los Griegos, como queda dicho, é imprimiéron en ella su carácter, por lo qual es llamada tambien griega ó romana. Despues, con la decadencia y destruccion del imperio de los Romanos, poco á poco las provincias ó paises de su dominacion fuéron ocupadas por diferentes naciones bárbaras, principalmente por los Godos, los quales no solamente ocasionáron el olvido de la arquitectura antigua, sino que introduxéron en ellas sus costumbres, su modo y gusto en la fábrica de los edificios que llamamos góticos, ó arquitectura gótica. De esta especie son muchos que subsisten despues de varios siglos en España, como son en especial los templos, catedrales de Toledo, Leon, Sevilla, Córdoba, Cuenca, Avila, Búrgos y otras muchas; pero se aparta tanto de las proporciones de la arquitectura antigua, que no tiene afinidad ni relacion alguna con ellas: carece de correccion en sus perfiles, y de buen gusto en sus adornos caprichosos y extravagantes; pero tiene mucha solidez, como lo acredita la experiencia, y su aspecto es maravilloso por el artificio de su execucion, intrepidez y ligereza.

En la profesion de la arquitectura antigua ha habido muchos hombres eminentes, que nos han dexado en las obras que executáron otros tantos monumentos que han perpetuado su memoria, y con sus preceptos y reglas creado otros artistas que los imitáron, evitando con sus obras maestras la extincion absoluta del gusto antiguo; tales fuéron entre los Griegos, segun refieren Vitruvio y Plinio, Pithio, padre de Apeles, que

edificó el templo de Minerva en Priene; Andrónico la torre octógona de mármol en Atenas; Tesifonte el templo de Diana en Efeso, y otros muchos. Despues el mismo Vitruvio entre los Romanos y otros sus coetáneos enriqueciéron el arte con aquellos soberbios edificios que aun nos restan en Roma y otras muchas partes, y que manifestando lo sublime de sus ingenios no respiran mas que nobleza y magnificencia, siendo al mismo tiempo la admiracion de los que los miran.

Como por la irrupcion de los bárbaros en todos los paises cultos derramáron en ellos la ignorancia en tales términos que quasi se perdió la memoria de las artes, fué necesario posteriormente que la naturaleza produxese de intento unos hombres extraordinarios, que dedicándose al estudio y observacion de las antigüedades, abriesen camino para la restauracion de la hermosa arquitectura antigua, transmitiéndonos exemplos de ella que imitar, y dexándonos recogidas y determinadas las proporciones que los antiguos habian dado á los diferentes miembros de los cinco órdenes de arquitectura que conocemos. Estos hombres singulares fuéron Paladio, Zcamozzi, Serlio, Viñola y otros; pero especialmente Viñola nos dexó sus reglas de los cinco órdenes de arquitectura con unas proporciones tan bellas, y determinadas todas las medidas, aun de los menores miembros, con tanta claridad, que son las que mas comunmente se emplean en las construcciones del dia, sin que por esto pretendamos dar por sentada la absoluta exclusion de las demas, pues hay casos en que algunos profesores hallarán por mas conveniente á sus fines el uso de unas proporciones ú otras. Por esta consideracion no hemos querido omitir las que nos comenta Juan de Arfe en esta obra; pero con la mira de hacerla de mayor conveniencia y utilidad inxerimos las reglas de Viñola para que los profesores hagan de ella el uso que tengan por mas acertado.

REGLAS DE LAS ÓRDENES DE ARQUITECTURA

SEGUN JUAN DE ARFE.

DE LA ÓRDEN TOSCANA, *lámina I.*

El principio y fundamento de la Arquitectura es sitio, cimiento y fábrica; y porque de todas estas cosas es la fábrica la de que hemos tratado, dexarémos las demas, pues Vitruvio las trata expresamente. Esta fábrica consiste en proporcion y simetría: la proporcion es la correspondencia general en toda pieza ó edificio de unas partes con otras; y la simetría es medida y comparticion de las partes y molduras que la hermosean.

Las especies de esta fábrica son planta y montea; planta es la área de todo el edificio, cuya demostracion se hace con el compas y regla, dando á cada parte su término conveniente, y montea es la elevacion

de toda la obra despues de fabricada de qualquiera materia. Y porque la proporcion es la principal del propósito que seguimos, así será la primera en todas las órdenes de adelante, empezando por el cuerpo de la coluna toscana, que es la ménos usada en edificios delicados en labor; porque como los Toscanos, que fuéron sus inventores, no tuviesen miramiento á la hermosura de su habitacion, sino á la fortaleza y seguridad de ella para defensa contra sus enemigos, no procuráron mirar el parecer sino el provecho.

El cuerpo ó caña de esta coluna, y de todas las demas, contiene quatro nombres, que son cinta, caña baxa, caña alta y bocelino: cinta es el quadro que tiene en la parte de abaxo F: caña baxa es el grueso que tiene en el cimiento D: caña alta es el grueso de la parte de arriba C, y bocelino es la moldura que cubre la juntura del capitel que la tiene en la parte alta A.

Todas las colunas redondas se retraen por la parte alta, á causa de mayor fortaleza y mejor figura; y esta coluna toscana se retrae ó disminuye su grueso una octava parte de cada lado, que es en todo una quarta parte, y tiene de alto seis partes de su grueso. Para formar este retraimento se divide el cuerpo de la coluna desde A hasta F en tres partes iguales, y el tercio de abaxo desde F se queda á plomo ó de un mismo grueso, y los dos tercios restantes se dividen en quantas partes se quieran. Aquí los dividimos en quatro con sus números 1, 2, 3, 4, y sobre el tercio primero se da un semicírculo, y del ancho de la caña alta se dan dos líneas perpendiculares, que caen sobre el semicírculo, y la parte que queda de allí á E se parte tambien en las mismas partes en que se hayan dividido los dos tercios superiores de la coluna; y supuesto que aquí lo hemos hecho en quatro, se dividirá esta parte del semicírculo en quatro partes en ambos lados, y se tiran de punto á punto unas líneas rectas que toquen ambos lados del semicírculo, señaladas con las mismas cifras una, dos, tres, quatro, y dando despues de la línea quarta de la caña de la coluna una línea á plomo, que cayga en ángulos rectos sobre la recta del semicírculo, en la que tiene el mismo punto quarto, haciendo el ángulo G, otra de la línea tercera, que hace el ángulo H, otra de la línea segunda, que hace el ángulo I, y otra de la línea primera, que hace el ángulo J, y así del otro lado dexarán estos ángulos señalados los puntos de la línea curva, que hace la figura de la coluna, la qual se da llevando una línea de E á G, y otra de G á H, otra de H á I, y otra de I á A, que aunque son líneas rectas, muestran una cierta curva, en la qual con la pluma se quitan los ángulos que va haciendo; y quantas mas partes se hicieren los dos tercios altos de la coluna, saldrá mas recta la diminucion, y este mismo método se sigue en las demas colunas que dirémos adelante.

Para hacer la cinta de abaxo se parte el diámetro de la caña baxa en veinte y quatro partes, y una de estas es el alto de la cinta, y otro tanto tiene de salida; y desde el cuerpo de la coluna hasta el cabo de la cinta se da una quarta parte del círculo, haciendo una línea curva, que llaman nacela, que es del mismo alto de la cinta. El bocelino se hace partiendo el diámetro de la caña alta en doce partes, y una de estas se da al bocelino y collarino, que es la cinta que le recibe; el qual alto dividido en tres partes, se dan las dos al bocelino y la una al collarino.

Contiene esta órden toscana en todo su alto nueve partes y media; las dos para el alto del pedestal, las seis para el alto de la coluna, y la una y media para el arquitrabe, friso y cornisa.

Las dos partes del pedestal se hacen seis, y de ellas se da una al zócalo baxo K, otra al alto L, y las quatro al neto del pedestal M, y lo mismo de ancho, y la salida del zocalo el quarto de su alto. De las seis partes del alto de la coluna se toma una para el grueso de la caña baxa, media para el alto de la basa, y esta media parte dividida en cinco se dan las tres al plinto N, cuya salida es á plomo del neto del pedestal, y las dos se dan al bocel O. La cinta F sale de la caña de la coluna en la manera que diximos. Otra media parte se toma para el capitel desde el bocelino arriba, y esto hecho tres partes, es la una para el friso del capitel P, y la otra parte, hecha tres, se dan las dos al bocel Q, y la una al quadrado de abaxo, la otra parte se da al abaco R, y su salida al peso de la caña baxa de la coluna.

Las dos partes y media que se diéron al arquitrabe, friso y cornisa se hacen tres, y de ellas se da la una al arquitrabe S, y esto hecho seis partes, se da la una á la cinta alta, y lo restante á todo el arquitrabe; otra parte se da al friso T, y esta partida en cinco, se da una al talon de encima y las demas al friso, y la otra parte se da á la cornisa V partida en tres; de las quales las dos son para la corona, y la una para el bocel que tiene encima, el qual dividido en tres partes, se dan dos al bocel, y una al quadro que tiene debaxo, y la salida de la corona ha de ser tanta como todo el alto de la cornisa, la qual tiene por la parte de abaxo, llamada paflon, tres cavaduras á la larga. En esta obra toscana no se hacen molduras, aunque Viñola las hizo, por ser la órden que comunmente se pone á raiz del suelo; y por ser obra gruesa vamos por ella de paso, y tambien porque Vitruvio trata poco de ella. Esta órden se parte por seis, y así son seis partes las del pedestal, seis las de la coluna, y seis las del arquitrabe, friso y cornisa.

DE LA ORDEN DÓRICA, *lámina* 2.

La órden dórica fué inventada por los Doros, cuya gente tomó el

nombre de Doro, hijo de Hellenis y Opticos, Ninfa, el qual fué Rey de Acaya y Peloponeso; y como en la ciudad de Argos hiciese edificar un templo dedicado á la Diosa Juno, y en él los arquitectos de su tiempo hiciesen esta manera de obra, la llamáron dórica. El fundamento de ella y de las demas es el pedestal, coluna, arquitrabe, friso y cornisa: el pedestal sirve para suplemento quando quieren levantar la coluna en las ocasiones que se ofrecen: la coluna para sostener el edificio, y el arquitrabe, friso y cornisa sirven de cerrar y rematar la órden. La proporcion de esta órden contiene en todo su alto, despues de elegido á voluntad, doce partes iguales, las tres para el alto del pedestal, las siete para el alto de la coluna, y las dos para el alto del arquitrabe, friso y cornisa. Las tres partes que se diéron al pedestal se dividen en siete, y de ellas se da una á la moldura de arriba, otra á la de abaxo, y al vuelo de ellas la mitad de su alto en cada una. De las cinco restantes se toman tres y media, y se dan al ancho del neto del pedestal, y de esta manera queda de proporcion diagonal poco mas. De las siete partes que se diéron al alto de la coluna, la una es su diámetro ó grueso por la caña baxa, y media de estas partes se toma para el alto de la basa A. Esta basa no se halla ninguna que los Doros la hubiesen dado; pero la pusiéron la basa de las colunas áticas, que ponian los de Atenas en las colunas quadradas, cuyo vuelo tiene por diámetro todo el neto del pedestal: otra media parte se toma para el alto del capitel B, de modo que en las siete partes del alto de la coluna se incluyen la basa y el capitel; la coluna se retrae por la parte alta ó juntura del capitel una sexta parte, porque dividido el diámetro de la caña baxa en seis partes iguales, se dan las cinco de ellas á la caña alta; las dos partes que se diéron al alto del arquitrabe, friso y cornisa se dividen en siete, las dos se dan al alto del arquitrabe C, las tres al alto del friso D, y las otras dos se dan al alto de la cornisa E. Este alto de la cornisa se divide en tres partes, y al vuelo ó salida de ella se da un tercio mas de lo que contiene en su alto: de suerte que tiene de vuelo quatro partes, y de alto tres, y es de notar que toda esta órden dórica va dividida por siete, porque con siete divisiones se forma el pedestal, con siete la coluna, y con siete el arquitrabe, friso y cornisa.

Los ornatos de esta órden son en el friso, triglifos y unas metopas, que son á imitacion de los platos antiguos, ó en su lugar unas flores grandes, cabezas de animales, ú otras cosas alusivas al destino del edificio donde se emplea esta órden. Los triglifos se ordenan de modo, que cayendo uno sobre cada coluna, dexen un espacio quadrado entre sí todos los demas; el capitel lleva unos gallones en el bocel y rosas en el friso de él, y en los ángulos que quedan en el abaco lleva otras flores todas de hojas impares. Las canales ó estrias baten en esquina una

con otra; la basa es, como hemos dicho, la ática, y es la que mas se ha usado, y mas conocida vulgarmente que las otras: el pedestal se enriquece de figuras ó trofeos y despojos de guerra, y todo se hace por la simetría que diremos.

La simetría del pedestal es de esta manera: que el alto de la moldura baxa se divide en quatro partes, de las quales dos se dan al alto del primer quadrado ó zocalo señalado F, y otro tanto se le da de vuelo; una parte se da al bocel sobre el zócalo señalado G, y la otra parte se divide en tres; de ellas se dan dos al bocelete H, y la una al quadrado ó cinta del pedestal: la moldura alta se divide su alto en otras quatro partes, una para el quadrado alto I, y dos de vuelo, dos para el talon J, y la otra parte dividida en tres se dan dos de ellas al bocel, y una al quadrado de debaxo: el relieve de esta moldura es la mitad del quadrado.

El alto de la basa de la coluna se hace tres partes, de ellas se da la una al plinto K, y lo que resta se hace quatro partes, y se da la una al bocel mas alto señalado L; las tres restantes se hacen dos, y se da la una al bocel mas baxo señalado M, y la otra se da á la media caña señalada N. Esta se hace siete partes, y se da la una al listel ó quadrado de arriba, y otra al de abaxo. El vuelo del plinto ha de ser con el diámetro baxo de la coluna en proporcion sesquiáltera, que es quatro partes el diámetro de la coluna, y seis el del plinto.

El alto del capitel se divide en tres partes, y de ellas se da una al abaco O con su cimacio P: esta parte se divide en tres, y de ellas se da una al cimacio, la qual, dividida en otras tres, se da la una al quadrado y las dos al talon. Este abaco es quadrado, aunque la coluna sea redonda, y el plinto de la basa lo mismo. La otra parte del alto del capitel se da al medio bocel señalado Q, y se hace tambien tres partes, las dos para el medio bocel, y la una para los tres quadrillos ó anillos que tiene debaxo, los que son todos de un grueso; la otra parte restante se da al friso del capitel señalado R, dando de salida ó vuelo á cada miembro de estos quanto tuvieren de alto unos sobre otros. Los gallones del medio bocel han de ser en todos veinte, y partido cada uno en cinco partes se dan las tres al gallon, y una á cada lado, que hace una cinta que le guarnece todo, segun se manifiesta en el mismo bocel.

Las estrias de esta coluna tienen de hondo una quarta parte de círculo, y baten unas con otras, segun se ha dicho, sin ninguna division; son en número de veinte, y su hondo se hace en un quadrado que tenga por lado el mismo ancho de la estria, y dadas en él sus diagonales señalan con su encuentro el centro de la vuelta de la estria, como se muestra en *r*.

En la cornisa, el alto del arquitrabe se divide en siete partes, y la una se da á la tenia señalada S, y de las seis restantes se da una y un

quarto á las seis gotas con la cinta de encima de ellas, que penden debaxo de la tenia, y este alto de las gotas y cintas se divide en quatro partes, de ellas las tres son para las gotas, y la una para la cinta. La salida de este arquitrabe es al peso y nivel de la coluna por la juntura del capitel, y la de la tenia la mitad de su alto.

El alto del friso se divide en nueve partes, y la una se da al capitel de los triglifos T, y de salida la mitad de su alto. Los triglifos V tiene cada uno de ancho seis partes de las nueve del alto del friso, y estas partidas en doce, se dexa una en cada lado para la quiebra ó chaflan de los dos ángulos del triglifo, y de las diez restantes se dan las seis á los planos y quatro á los canales; de modo que planos y canales son todos de un ancho, y el alto de las canales, contando desde la tenia hasta el capitel de los triglifos, tiene siete partes de las nueve del friso, y cada canal llega su hondo hasta el plano del friso, y el triglifo tiene de relieve una parte de las doce de su ancho. La cinta de las gotas del arquitrabe toma todo el ancho de triglifo que tiene encima, y las seis gotas se parten por abaxo en las mismas doce partes del triglifo, y se forman de suerte que parezcan colgar cada una de los ángulos que el triglifo hace con las canales y planos. Entre un triglifo y otro queda un espacio quadrado X, en el qual se ponen adornos alusivos al destino del edificio.

Los triglifos, segun hemos dicho, se reparten en el largo de un friso, poniendo uno sobre cada coluna; y entre una coluna y otra se reparten los demas, dexando entre uno y otro un quadrado.

El alto de la cornisa se divide en dos partes, y la una se da á la corona Y con los dos cimacios; este alto hecho cinco partes se da la una al cimacio de sobre los triglifos, las tres á la corona, y la otra al cimacio de sobre ella. Los dos cimacios se dividen cada uno en tres partes, la una se da á la cinta y las dos al talon. La salida de esta corona es al doble de su alto, en cuya cavadura se esculpen varias cosas, aunque pocas veces. La otra parte se da á la gola señalada Z, cuyo alto hecho ocho partes se da la una al quadrado de encima.

DE LA ORDEN JÓNICA, *lámina 3.*

Los Jónios diéron principio y nombre á la órden jónica, los quales tuviéron orígen de Jónno, hijo de Juto y Creusa, el qual tuvo el imperio de Asia, y edificó las ciudades de Efeso, Milesia, Priene, Colofonia, y otras muchas. Empezó á usarse esta órden en un templo que mandó levantar en Efeso á Diana, el qual fundó Tesifonte, arquitecto famoso; y duró la fábrica de él, segun Plinio, doscientos y veinte años, y fué el mas celebrado que hiciéron los Asiaticos.

La imágen de Diana que se puso dentro la hizo Mentor, escultor excelente, de una cepa de parra, por ser materia de mayor eternidad

que todas las corruptibles, y así duró hasta ser quemado por Erostrato, el qual lo hizo porque quedase fama de él.

La proporcion de esta órden jónica contiene en todo su alto trece partes, las tres para el alto del pedestal, las ocho para el alto de la coluna, y las dos para el arquitrabe, friso y cornisa. Las tres partes que se diéron al pedestal se dividen en ocho, de ellas se da la una á la moldura de arriba, otra á la de abaxo, y lo mismo de salida ó vuelo en cada una. Las seis restantes se toman de ellas quatro, y se dan al ancho del pedestal, con lo que queda el neto de este de proporcion sexquiáltera. De las ocho partes que se diéron al alto de la coluna, una es su diámetro por la caña baxa, media se toma para el alto de la basa, y el vuelo de ella es á plomo con el neto del pedestal, un tercio de una parte de estas se da al alto del capitel; de modo que las ocho partes de su alto se cuentan con basa y capitel, por cuya juntura se retrae la coluna una sexta parte de su diámetro inferior como la dórica. Las dos partes que se diéron al alto del arquitrabe, friso y cornisa se dividen en ocho, las dos se dan al alto del arquitrabe, dos y media al alto del friso, y tres y media para el alto de la cornisa, en cuyo vuelo se añade media parte mas; de manera que la cornisa tiene de alto tres partes y media, y de vuelo quatro. Con este modo de partir queda esta órden jónica dividida por ochos, porque ocho son las partes del pedestal, ocho las de la coluna, y ocho las del arquitrabe, friso y cornisa.

Los ornatos de esta órden son en la cornisa unos dentellones, y en el friso follage ó grotesco, y la coluna es estriada toda; pero para mayor riqueza se la reviste el tercio inferior al modo del friso, haciendo sobre él un cimacio pequeño, como el bocelino de junto al capitel, y en el pedestal se ponen adornos de la misma naturaleza, que no sean de mucho relieve, ó bien se ponen figuras en sus planos; y en los techos ó paflones se hacen sus compartimientos de molduras, y en las junturas sus flores, y á las claves sus filateras que correspondan unas cosas con otras: quiero decir, que si el revestido del tercio de la coluna llevare figuras, animales ú otras cosas, que lo mismo han de ser las partes de que se compusiere el ornato del friso, guardando tal concierto en todo, que no haya confusion ni desigualdad en los campos de ello, porque la mayor perfeccion de las monteas es la correspondencia de las partes de que se compone y adorna.

La simetría del pedestal es de esta manera: el alto de la moldura baxa se divide en quatro partes, y de ellas se dan las dos al alto del zócalo A, una al alto de la gola B, la qual se divide en quatro partes, y de ellas se dan las tres á la gola, y la otra á la cinta ó filete que tiene debaxo: la otra parte se divide en tres, y de estas se dan dos al bocel C, y la otra al filete de encima. La moldura alta se divide en otras qua-

tro partes, la una para el talon D, que se divide en tres partes, las dos para el talon, y la una para el filete de encima: la otra parte segunda es para el quadrado ó corona E; y las dos partes restantes se hacen seis, de las quales quatro son para la gola F, una para el filete de encima, y otra para el de abaxo, y todos los miembros de esta moldura tienen tanto de salida como de alto, salvo la gola, que tiene doble de salida que de alto: la salida de la corona E ha de ser tanta sobre el filete de encima de la gola, como es el alto del filete mismo. La moldura que ciñe los lados del neto del pedestal tiene de ancho una octava parte del de este, y esta hecha dos partes, es la una para la faxa de afuera G, y la otra dividida en quatro, se dan las tres al talon H, y una al filete de adentro.

El alto de la basa de la coluna (*lám. 4, fig. 1*) se divide en tres partes, y la una se da al plinto I, las dos partes restantes se hacen tres, y una se da al bocel mas alto señalado J, y las dos se hacen seis; de las quales se dan las dos á la escocia K, y esta dividida en tres partes, la una y media es para la escocia, la una para el filete de encima de ella, y la media para el filete de abaxo. De las quatro partes restantes se dan dos á las dos armilas L, y las otras dos á la segunda escocia M; esto dividido en tres partes como en la escocia K, se dan la una y media á la escocia, la una al filete de abaxo, y la media al de arriba. El vuelo del plinto ha de ser con el diámetro de la caña baxa de la coluna en proporcion sesquiáltera; esto es, que dividido el mismo diámetro de la coluna en ocho partes se den doce de ellas al plinto, aunque Vitruvio y Serlio no le dan mas de once.

El alto del capitel, que hemos dicho ser una tercia del diámetro ó grueso de la caña baxa de la coluna, se divide en trece partes, de estas se da la una al alto del cimacio del abaco N, la qual dividida en tres, las dos son para el talon y la una para el filete: de las doce restantes se dan dos al abaco O, quatro á la corteza P, las quales divididas en cinco, se dan quatro al cuerpo de la corteza, y una á la cinta ó filete que la guarnece en toda la vuelta; otras quatro partes de las trece se dan al alto del bocel Q donde estan los óvalos, cuyo alto dividido en quatro partes, se dan dos de ellas al ancho del óvalo, y otras dos á cada lado de él para la cinta que le guarnece, y la otra cavadura que hay entre ella y el óvalo, y entre una y otra cinta de los óvalos, se hace en ella una punta á manera de saeta tan ancha como una parte de estas. Las dos partes restantes de las trece en que se dividió el alto del capitel se dan al contero R; y divididas estas dos partes en quatro, se dan dos de ellas al contero, media al filete de arriba, y una y media al filete de abaxo: las cuentas alternan en dos chicas y una grande, y el largo de cada cuenta de las mayores se hace tomando el medio del óvalo y el de la punta que está entre uno y otro, y este espacio hecho cinco

partes, se dan las tres á la cuenta mayor, y una á cada una de los menores.

El ancho del abaco de este capitel ha de ser tanto como el diámetro de la coluna por la caña baxa, y este ancho, dividido en diez y ocho partes, se añade media de ellas al ancho del abaco por ambos lados para el vuelo de su cimacio, y tomando una parte hácia adentro se baxa desde aquel punto una línea á plomo, que se llama cateta, la qual ha de baxar hasta ser tan larga como la mitad del diámetro por la caña baxa de la coluna: esta línea se divide en ocho partes desde la union del abaco con la corteza para abaxo, y sobre la quinta division se hace el ojo, que contiene los centros de la vuelta de la corteza, que se llama voluta, quedando así quatro partes de las ocho sobre el ojo de esta y tres debaxo, y el ojo á nivel con el contero del capitel. La salida de la vuelta de la corteza ó voluta es la misma que la del plinto de la basa: la del contero con sus filetes y el bocel de los óvalos es igual al alto de cada uno de estos miembros, de suerte que cada uno ha de tener de salida sobre el otro tanto como es su alto: mas adelante diremos cómo se determinan en el ojo de la voluta los diferentes centros, desde los quales se trazan con el compas las curvas de su vuelta.

Las estrias de esta coluna son veinte y quatro, y hecha cada una cinco partes, se dan las quatro al hueco de la estria, y la una al plano que hay entre una y otra: el hondo de cada estria es un semicírculo en tal manera cavado, que moviendo en él una esquadra, toque en el ángulo y lados de ella en toda la cavadura.

La vuelta de la corteza ó voluta del capitel jónico (*fig.* 2) se hace de esta manera. Determinado el largo de la línea cateta, que es la perpendicular baxada desde la parte inferior del abaco en la forma que dexamos dicho, se la divide en ocho partes iguales, y sobre la quinta parte se forma un círculo, que es el ojo de la voluta: este círculo se le divide por el centro con una línea que forme ángulos rectos con la cateta, y en él se inscribe un quadrado, cuyos ángulos estan en las dos líneas cruzadas; y los lados de este quadrado partidos por mitad hacen los quatro centros ABCD con que se hace la primera vuelta. De estos puntos se pasan dos líneas en ángulos rectos hasta los opuestos, y cada una dividida en seis partes se pone en cada punto su letra por su órden, que serán EFGH, y en los mas adentro IKLM. Despues se fixa una pierna del compas en el punto A, y con la abertura A 1 se hace la curva hasta O; despues se fixa el compas en B, y con la abertura BO se traza la curva O 9, desde el centro C se hace la curva 9 N, desde el punto D la curva N 3, con que se concluye una vuelta. Para continuar lo demas se sienta un pie del compas en el centro E, que está debaxo del centro A, y desde él se traza la curva 3 P; fíxase despues el compas en el centro F, y desde él se hace la curva PQ, desde el centro G la curva QR,

desde el centro H la curva RS, desde el centro I la curva ST, desde el centro K la curva TV, desde el punto L la curva VX, y desde el punto M la curva X 5 con que se concluye la vuelta entera de la voluta.

Para hacer la cinta de esta vuelta se divide todo el alto 1, 3 en quatro partes iguales, y la una es para el ancho de la cinta. Hecha esta division, se hace entre los centros con que se formó la primera vuelta, entre uno y otro, quatro partes, y la quarta parte mas vecina á cada centro será el de la vuelta de la cinta, guiándola como la primera, poniendo el un pie del compas una quarta parte mas abaxo de cada centro de la manera que se muestra en la figura. Esta cinta la hacen otros dándola de ancho una quinta parte del de la voluta.

El alto del arquitrabe (*lám. 3*) se hace siete partes, la una se da al cimacio N, y está dividida en tres: son las dos para el talon, y la una para el filete de encima: las seis partes restantes se hacen doce, y las cinco se dan al alto de la primera cinta O, que está debaxo del cimacio, quatro al alto de la segunda cinta P, y tres al alto de la tercera Q, que carga sobre la coluna, y esta tercera cinta ha de salir á plomo con el diámetro superior de la coluna por la juntura del capitel. La cinta P tiene de salida media parte de las doce en que se dividió el alto de las tres cintas del arquitrabe, y la cinta O una. El cimacio de este arquitrabe ha de tener su vuelo ó salida lo mismo que la caña baxa de la coluna.

El alto del friso R suele hacerse embutido una sexta parte de círculo.

El alto de la cornisa se divide en ocho partes, la una para el cimacio S que recibe los dentellones, cuyo alto hecho tres partes se dan las dos al talon, y la una al filete de encima. De las siete partes se dan las dos á los dentellones T, y este alto dividido en quatro partes, se dan las tres á los dentellones, y la una al cimacio de sobre ellos, el qual dividido en tres partes, se dan dos al talon, y una al filete de encima. Otras dos partes se dan al alto de la corona V, estas partidas en tres, se da la una al cimacio de ella, y este partido en otras tres, dos son para el talon, y una para el filete de encima. Las otras tres se dan al alto de la gola X, y estas divididas en ocho, se dan las siete á la gola, y la una al filete de encima. El vuelo de esta cornisa es de esta manera: el cimacio sobre el friso, tanto de vuelo como de alto; los dentellones, tanto de vuelo como de alto, contando desde el vuelo del cimacio de sobre el friso, y el cimacio de ellos tanto de vuelo como de alto, contando desde el vuelo de los dentellones. La corona ha de tener tanto vuelo como el alto de la gola con su quadro; y la cavadura que se le hace por debaxo en el paflon ha de ser tan honda como el alto del cimacio de los dentellones. La gola ha de tener tanto vuelo como es su alto contando desde el cimacio de la corona, que tiene tambien tanto de vuelo como de alto.

DE LA ÓRDEN CORINTIA, *lám. 5.*

La órden corintia fué ordenada por Hermógenes, y Calimaco natural de Corinto, que fué inventor del capitel, tomando esta invencion de un cestillo cubierto que vió sobre la sepultura de una doncella, el qual aconteció ponerse sobre una raiz, de donde procediéron hojas y pimpollos, que creciendo guarneciéron todo el cestillo en redondo, segun muy particularmente cuenta Vitruvio. Este Calimaco fué entre los Atenienses llamado Catatecnos, que significa maestro soberano en el arte, y principalmente entre los otros maestros; y por ser natural de Corinto, ó haber hallado esta invencion en esta ciudad, tomó este nombre toda la órden.

La proporcion de esta órden corintia contiene en todo su alto catorce partes, las tres para el alto del pedestal, las nueve para el alto de la coluna, y las dos para el alto del arquitrabe, friso y cornisa.

Las tres partes que se diéron al alto del pedestal se dividen en nueve, de ellas se da una á la moldura de arriba, otra á la de abaxo, y las siete restantes se dividen en cinco, y de ellas se dan tres al ancho del pedestal, y queda su neto de proporcion superbi partiens tercias.

De las nueve partes que se diéron al alto de la coluna se toma media para el alto de la basa, y el vuelo de ella es á plomo con el neto del pedestal. El capitel tiene de alto una parte de las nueve; de manera que las nueve partes del alto de la coluna se cuentan con basa y capitel. El grueso de la coluna tiene por diámetro sobre la basa una parte de las nueve de su alto, y por la juntura del capitel una sexta parte menos.

Las dos partes que se diéron al alto del arquitrabe, friso y cornisa se dividen en nueve, de las quales dos se dan al alto del arquitrabe, tres al alto del friso, y quatro al de la cornisa, á cuyo vuelo se da otro tanto y una parte mas; de manera que tiene de alto quatro partes, y de vuelo cinco, y de este modo se divide esta órden corintia por nueves, porque son nueve las partes del pedestal, nueve las de la coluna, y nueve las del arquitrabe, friso y cornisa.

Los ornatos de esta órden corintia son estos: en el friso se hacen follages y grotesco, y en la cornisa dentellones y óvalos, y á veces unos canes que salen debaxo de la corona. La coluna es estriada, los dos tercios altos con estrías hondas, y el tercio de abaxo embutidas con bastoncillos; pero para mayor riqueza y gala se divide todo su alto en tres partes, y hechos en ellas sus cimacios del grandor del bocelino, el tercio de en medio se estría con canales obliqüas, y los otros dos tercios se revisten de grotesco y follage al modo del friso, cuyo adorno es el que llaman corintio, por ser sus naturales de los primeros inventores de él,

segun hemos dicho, y con él se adornan las demas órdenes. El pedestal lleva en sus llanos figuras ó grotescos correspondientes á lo demas. En este adorno de colunas se pueden emplear muchos modos, porque se pueden revestir todas de pimpollos, de hojas y racimos de parra, de hojas y flores de jazmines y de yedra, que se ciña por toda la caña de la coluna, como se ve al natural en muchos jardines. Tambien se las puede guarnecer el tercio de en medio, y los otros dos estriarlos con estrías obliqüas ó perpendiculares, en lo qual puede ordenar el juicioso artífice lo que mas convenga, y guarde correspondencia.

La simetría del pedestal es de esta manera: el alto de la moldura baxa se divide en cinco partes, de ellas se dan las dos al alto del zócalo A, y la una al alto del bocel B que está encima; otra al alto de la gola C de sobre el bocel, la qual dividida en quatro partes se da la una al quadro ó listel, y las tres á la gola; y últimamente la parte restante de las cinco se da al alto del bocel D, el qual dividido en tres partes, serán las dos para el bocel, y la una para el quadro que tiene encima.

La moldura alta se divide en otras cinco partes, la una para el talon alto E, el qual dividido en tres partes, serán las dos para el talon, y la una para el quadro alto. La otra parte de las cinco se da á la corona F, y otra al bocel G, el qual dividido en quatro partes, se dan las dos al bocel y una á cada quadro. Otra parte se da al friso H, y la otra restante al bocel I, el qual dividido en tres, se dan las dos al bocel y la una al quadro.

La moldura que ciñe el pedestal tiene de ancho una novena parte del ancho del neto del pedestal, y dividido en dos se da la una al quadro B, y la otra hecha quatro partes, se dan las dos al talon I, y una á cada quadro del talon.

El alto de la basa de esta coluna (*lám. 7, fig. 1*) se divide en quatro partes, la una se da al plinto F, las tres restantes se hacen cinco, y la una se da al bocel alto A, y las quatro que quedan se hacen tres, de las quales se da la una al bocel baxo E, y las dos se dividen en doce, dando las dos de en medio á las dos armilas C, y las cinco partes que quedan entre cada bocel y las armilas se dividen en diez, y de las diez de arriba se dan las dos al quadro que está debaxo del bocel alto, y las siete á la nacela B. Las otras diez son, la una para el quadro que está debaxo de las armilas, siete y media para el trochilo D, y una y media para el quadro sobre el bocel mayor. El vuelo del plinto se hace en la coluna en proporcion superbi partiens quintas, que es cinco partes el diámetro de la coluna, y siete el del plinto.

El alto del capitel se divide en siete partes, la una se da al abaco H, y partido su alto en tres partes, se dan las dos al abaco, y la una al cimacio K, que dividido tambien en tres partes se dan las dos al medio bocel, y la una al quadro. El vuelo de este abaco es tanto como el plin-

to de la basa. La cinta L es tan alta como la mitad del abaco sin el cimacio, y el vuelo tanto como el de la coluna por la caña baxa. El grueso de este capitel sobre el bocelino es el mismo de la coluna por la caña alta. Todo el alto de este capitel, desde el abaco al bocelino, se hace tres partes, la una para las ocho hojas primeras, la otra para las ocho segundas, y la otra para los ocho pimpollos, de que nacen ocho caracoles, y vienen los quatro mayores á los ángulos del abaco, y los menores á los medios del abaco, y sobre ellos se ponen quatro flores tan grandes cada una como el alto del abaco con el cimacio.

Para cortar este abaco se da un círculo, cuyo diámetro sea el de la caña baxa de la coluna, y en él se circunscribe un quadro, y por los ángulos del quadrado se pasa otro círculo tan ancho como el plinto de la basa, sobre este círculo se hace otro quadro, sobre cuyos lados se hace un triángulo equilátero, segun manifiesta la figura. La distancia de entre los dos círculos, el inscripto y el circunscripto, se divide en quatro partes, y dexando una, se pone el pie del compas en P, y abierto el otro hasta las tres partes, se da desde N hasta O una línea curva que llegue á los dos lados del triángulo, y hecho esto en todos quatro lados, quedará formado el cimacio del abaco. El vuelo de la flor tiene las tres partes que restan de las quatro á la Q.

Las estrías son veinte y quatro de la misma manera que en la coluna jónica, salvo que siempre se hacen en el tercio de abaxo embutidas con bastoncillos, y en la jónica se hacen todas hondas.

El alto del arquitrabe (*lám. 5*) se hace ocho partes, la una se da al cimacio, cuyo alto dividido en tres partes, se da la una al quadro, y las dos al talon. Las siete restantes se hacen catorce, y las cinco se dan al alto de la primera cinta, que está debaxo del cimacio, y una al quadro que está debaxo de esta cinta. Quatro partes se dan al alto de la segunda cinta, y media parte al quadro que tiene debaxo. Estos quadros que tienen las cintas pueden ser boceles en figura grande: últimamente las tres partes y media restantes se dan al alto de la tercera cinta que carga sobre el capitel de la coluna. Los vuelos son como en la órden jónica.

El alto de la cornisa se divide en nueve partes, una para el cimacio de sobre el friso, el qual se hace tres partes, y la una se da al quadro que recibe los dentellones, y las dos al talon. Dos partes de las nueve se dan al alto de los dentellones, y estos se forman como diximos en la órden jónica. Otras dos partes se dan al bocel que está sobre el cimacio de los dentellones, las quales divididas en tres se dan la una á este mismo cimacio, y las dos al bocel.

Los óvalos con que se adorna este bocel se hacen baxo las mismas proporciones que hemos dicho para los del capitel jónico. Si en esta cornisa se echaren canes, no ha de llevar óvalos, porque los canes ocupan el mismo lugar de ellos, y el ancho de los canes ha de ser tanto como el

alto de la corona con su cimacio. Otras dos partes de las nueve se dan al alto de la corona, la qual dividida en tres partes, se dan las dos á la corona, la una al cimacio que tiene encima partido como los demas; y las otras dos se dan al alto de la gola, el qual dividido en ocho partes, se dan las siete á la gola, la una al quadro de encima. Los vuelos son como en la órden jónica.

DE LA ÓRDEN COMPUESTA, *lám. 6.*

La órden compuesta fué inventada por los latinos, cuya gente tomó nombre de Latino, Rey de Laureano, los quales no pudiendo igualar con ninguna invencion á la de los Doros, Jonios y Corintios, mezcláron las dos órdenes jónica y corintia, y de ellas hiciéron una composicion que despues los pueblos de Italia usáron con diversas maneras de basas, capiteles y cornisas, por lo que se llamó itálica, y es lo que el vulgo llama órden compuesta.

La proporcion de esta órden compuesta contiene en todo su alto diez y seis partes, las tres y media para el alto del pedestal, las diez para el de la coluna, y las dos y media para el del arquitrabe, friso y cornisa. Las tres partes y media que se diéron al alto del pedestal se dividen en diez, y se da una á cada moldura, y de las ocho restantes se dan quatro al ancho del pedestal y vuelo de la basa de la coluna, y queda el neto del pedestal de proporcion doble.

De las diez partes que se diéron al alto de la coluna, se toma la media para la basa, y una para el capitel. El grueso de la coluna sobre la basa tiene una parte de las diez de su alto, y por la juntura del capitel la sexta parte menos, y no se retrae sino de medio arriba.

Las dos partes y media que se diéron al alto del arquitrabe, friso y cornisa se dividen en diez, las tres se dan al alto del arquitrabe, quatro al del friso y modillones, y tres al de la cornisa, á cuyo vuelo se da tanto como el alto del friso y cornisa, porque las quatro tiene de salida el modillon, y las tres la cornisa desde el modillon á fuera; y así se divide esta órden compuesta por dieces, porque son diez partes las del pedestal, diez las de la coluna, y diez las del arquitrabe, friso y cornisa.

Esta órden compuesta es la que se ponia sobre las demas órdenes en las monteas, y como viniese tan alta, que por poco que fuese el vuelo del arquitrabe cubria la obra del friso, se ordenáron los modillones y rosas de sus medios, y las colunas guarnecidas por la parte alta, porque no mostrasen flaqueza.

La simetría del pedestal es esta: la moldura baxa se divide en cinco partes, de ellas se dan las dos al alto del zócalo A, y una al alto del bocel B, que dividida en tres, se dan las dos al bocel y una al quadro de abaxo: otra parte se da á la escocia C, la que dividida en quatro partes,

se dan las dos á la escocia, una al quadro que tiene debaxo y otra al de encima: la otra parte restante se da al bocel D, la qual hecha tres partes, se dan las dos al bocel y una al quadro de encima: el vuelo del zócalo es doble de su alto.

La moldura alta se divide en otras cinco partes, la una para el talon I, la qual partida en tres, se da la una al quadro alto y las dos al talon: otra se da á la corona H, y otra al bocel G que tiene debaxo, bien que tanto los miembros de la moldura alta como los de la baxa suelen variarse, guardando la proporcion del todo, y al gusto del artista inteligente. Otra parte se da al friso F y otra al bocel E, el qual partido en tres partes, se dan las dos al bocel y la una al quadro de abaxo. El vuelo de todo es el mismo que el del zócalo de la moldura baxa.

A este pedestal, si es quadrado, se le hace la moldura que ciñe sus lados de la décima parte de su ancho, y si es redondo, como suele hacerse quando lo es el plinto de la coluna, no se le hace esta moldura sino el cañon llano, y á la corona de la moldura alta suele dársela el vuelo salido hácia afuera, y no á plomo, bien que esta práctica no está muy recibida por no haberse visto ningun exemplo en los edificios antiguos.

El alto de la basa de esta coluna (*lám. 7, fig. 2*) se divide en tres partes, de ellas se da la una al plinto A, y las dos restantes se hacen seis, y la una se da al bocel menor B, y las dos al bocel mayor C. Las tres restantes se da una á la nacela D, que dividida en quatro partes, son las tres para la nacela, y la una para el quadro alto. La parte de enmedio se divide en quatro, y de ellas se dan dos á la armila E, y las otras dos una á cada quadro. La otra parte se da á la nacela inferior F, que partida tambien en quatro partes, las tres son para la nacela, y la una para el quadro que tiene debaxo. El vuelo del plinto es con el de la coluna en proporcion superbi partiens quintas como la corintia.

El alto del capitel se divide en siete partes, y la una se da al abaco G, el qual partido su alto en tres partes, se dan las dos al abaco, y la una al cimacio, que dividido tambien en tres partes, se dan las dos al bocel y la una al quadro. El vuelo de este abaco es el mismo que el del plinto de la basa. La otra parte se da al alto del bocel H, y partido en tres partes se dan las dos al bocel, y la una al bocelino que tiene debaxo, que dividido en tres partes, son las dos para el bocelino y la una para el quadro: el vuelo del bocel es tanto como su alto.

El grueso del capitel sobre el bocelino de la coluna es el mismo de la coluna por aquella parte: de todo lo que resta del capitel, que son dos partes y media, se da la una al alto de las ocho primeras hojas, y sobre estas otra al alto de las ocho segundas, y la media al cerco de los ocho pimpollos que salen de ellas, y lo mismo baxan las cortezas ó roleos I, que salen de entre el bocel y el abaco, dexando para la flor de entre uno y otro la quarta parte de todo el ancho de la caña alta de la coluna,

y estos roleos baxan esta media parte, y entran á hacer su vuelta una quarta parte adentro de la dicha caña alta, y hacen el fin de su vuelta al peso y nivel del quadro que está debaxo del bocel: estos roleos se guarnecen de hojas, y las estrías de esta coluna son como las de la corintia. Lo demas del capitel se construye como en el corintio, segun se manifiesta en la figura.

El alto del arquitrabe (*lám. 6*) se hace seis partes, la una se da al cimacio, cuyo alto partido en tres, se dan las dos al talon y la una al quadro de encima; otras dos partes se dan al alto de la primera cinta; otras dos al alto de la segunda, el qual dividido en seis, se dan las quatro y media á la cinta, la una al junquillo de encima, y la media al quadro que está debaxo. La otra parte restante de las seis se da á la faxa ó cinta última. El vuelo del cimacio es igual á su alto. La primera cinta la mitad del cimacio, la segunda un quarto, y la última al peso de la coluna por la juntura del capitel.

El alto del friso se divide en ocho partes, la una se da al alto del cimacio de los modillones: este dividido en tres partes, se dan las dos al talon, y la una al quadro de encima. Las siete restantes son el alto del friso y modillones, y el ancho del modillon cinco partes de las siete de su alto, y de salida tiene cada modillon por el cimacio tanto como el alto del friso. Despues de puesto cada modillon sobre su coluna se reparten los demas, que vengan á tener entre sí tanto ancho como el alto del friso sin el cimacio poco mas ó menos, y en este espacio se ponen flores redondas de hojas impares, ú otros adornos que guarden correspondencia y propiedad.

La cornisa se divide en dos partes, la una para el cimacio alto, y hecho quatro partes, las tres son para el talon, y la una para el quadro alto. La otra es para la corona, y dividida en tres, se dan las dos á la corona, y una al junquillo que está encima, el qual hecho quatro partes, dos son para el junquillo y una para cada quadro. A esta corona se la da la salida hácia fuera, y no á plomo, bien que esto es voluntario. La salida de esta corona es tanta como su alto desde el modillon, y otros no la dan tanta salida, antes bien la dexan sin mas cavadura que la salida del modillon.

DE LA COLUNA ÁTICA Y FRONTISPICIOS, *lám. 7.*

Por ser los Atenienses los que primero hiciéron colunas quadradas en sus edificios, se llamáron generalmente colunas áticas á las quadradas, aunque sigan en lo demas de su composicion qualquiera de las otras órdenes: su particular servicio es para arrimarlas á los edificios detras de las redondas, porque como no son retraidas por arriba, sino que todo su ángulo es perpendicular, carga mejor qualquiera arco sobre ellas, que sobre

las redondas, y así por lo regular se las pone el capitel dórico como á la coluna dórica le pusiéron su basa; esto es, yendo sola, pues quando se acompañan con alguna órden siguen la misma que las redondas, así en las basas como en los capitales, y se llaman trasdoses.

Quando se quiere estriar una coluna quadrada (*fig. 3*) se parte cada uno de sus lados en ocho partes, y la una se da á cada lado de los ángulos. Las seis se parten en veinte y tres, y de ellas se dan tres á cada estría, y la una á cada quadro de los que las dividen, haciendo primero las dos canales de los lados, de manera que en el medio queda un quadro, y son las estrías seis en cada lado de la coluna, que hacen veinte y quatro en todos quatro lados. Quando el edificio es corintio y labrado, se ciñe cada lado de la coluna con un cimacio que tenga de grueso la sexta parte de su frente, y esto hecho dos partes, se da la una al quadro que hace la esquina, la otra á la gola ó talon que cae hácia dentro, y en el medio se esculpen de media talla trofeos de guerra ó pimpollos fingidos, que van naciendo unos de otros.

Lo restante del pedestal, basa y capitel, y lo demas que viene encima, ha de ser la simetría y forma de ello la misma de la órden con que se pusiere la coluna: quiero decir, que si pusieren colunas quadradas en un edificio jónico, todas las molduras de basa y capitel sean como las de la órden jónica, y si se pusieren en edificio corintio, han de seguir la órden corintia, y de esta manera sirve en todas las ordenes.

El remate de las órdenes dichas en las monteas fronteras se hace con un frontispicio, el qual se hace de quatro maneras, unos de medio círculo, otros de medio quadrado, y otros á quarta de círculo de alto, y son uno agudo y otro escarzano en la forma que se ve en la *fig. 4*, los quales se forman sobre una línea tan larga como la cornisa sobre que se pusiere, que aquí es AB, la que partida por medio en E se da de allí un semicírculo hácia abaxo, y desde E se da una línea á plomo que cae sobre C, y puesto un pie del compas en este punto C, se abre el otro hasta A, y se da vuelta con él hasta B, haciendo en medio el plinto D, y esta vuelta forma el frontispicio escarzano, y tambien se hace el ángulo agudo de él dentro de ella, como se muestra en la misma figura, pues la parte circular AD es la escarzana, y la parte recta BD es la aguda. Estos los parten algunos, y los llaman frontispicios rompidos; pero no trata ningun autor que los antiguos los hayan usado.

Quando se pone frontispicio no se hace en la cornisa la gola para que se descubra la obra que se pone en el tímpano, que es el espacio plano F que hay entre la cornisa y el frontispicio; pero en el mismo frontispicio se forma la cornisa con los miembros del mismo grandor, y se pone encima la gola, haciendo vuelo afuera en ambos lados; y los remates se hacen de manera que tengan de ancho dos terceras partes del de la coluna por la juntura del capitel, y su alto una tercia par-

te, que es la mitad de su ancho; esto es, en los pedestales, porque sobre ellos se ponen despues los remates en diversas formas, colocando ya candeleros ó vasos antiguos, ó ya figuras, en lo qual cada uno usa su parecer; pero se ha de mirar que no sea mas largo el remate que el quinto ó quarto de su coluna, porque seria demasiado.

REGLAS DE LOS ÓRDENES DE ARQUITECTURA

SEGUN VIÑOLA.

Se llama órden de Arquitectura una disposicion proporcionada de los tres miembros principales que le componen, los quales son el pedestal, la coluna y el cornisamento; cada uno de estos tres miembros se subdivide en otros tres: los del pedestal son el dado, la cornisa y la basa: los de la coluna son el fuste, la basa y el capitel; y los del cornisamento son el arquitrabe, el friso y la cornisa: ya dexamos dicho de donde los hombres tomáron idea para la invencion de estos órdenes.

Los mas usados, y que realmente son la base de la Arquitectura, son cinco, el toscano, el dórico, el jónico, el corintio y el compuesto; de estos el primero y el último son invencion de los Romanos, y los otros tres de los Griegos, por lo que se llaman griegos ó romanos segun sus inventores.

Aunque Viñola nos da las medidas de los resaltos ó vuelos de todos los miembros de los órdenes, señalando en cantidades numéricas aquella en que se exceden unos sobre otros. Nosotros nos hemos conformado con la práctica de otros Profesores, expresando las mismas medidas tomadas desde el exe de la coluna, por parecernos ser método mas sencillo y fácil de retener en la memoria.

Del módulo.

Para construir los órdenes se usa de una medida de tamaño arbitrario, que llamamos módulo, el qual es constantemente el semidiámetro inferior de la coluna; pero se distinguen dos especies de módulos, uno que se divide en doce partes iguales para los órdenes toscano y dórico, y el otro que se divide en diez y ocho para los órdenes jónico, corintio y compuesto.

De los cinco órdenes en general.

Dexamos dicho que un órden se compone de tres partes, y que estas son la coluna, el cornisamento y el pedestal. Las dimensiones de estas partes son relativas á las de la coluna, y como esta en cada órden, á ex-

cepcion del corintio y el compuesto, tiene diferente proporcion su grueso con su alto, de esta circunstancia, y de la mas ó ménos riqueza de los adornos y molduras, proviene la diferencia de unos órdenes á otros; pero en todos ellos, segun Viñola, el pedestal y cornisamento guardan la misma proporcion con el alto de su coluna, pues el pedestal siempre es el tercio, y el cornisamento el quarto del mismo alto de la coluna.

Proporcion de las colunas, de sus basas y de sus capiteles.

La coluna toscana tiene de alto siete veces su diámetro inferior.

La dórica ocho veces este mismo diámetro.

La jónica nueve.

La corintia y la compuesta diez, cuyas colunas en todos los órdenes son cilíndricas en el primer tercio de su alto, y de allí arriba disminuyen quasi un sexto de su diámetro inferior.

El alto de las basas de las colunas en todos los órdenes siempre es igual al semidiámetro inferior de la coluna, y lo mismo el de los capiteles de los órdenes toscano y dórico: pero en el jónico es igual á los dos tercios del mismo semidiámetro, no contando las volutas, y el corintio y el compuesto tienen de alto un diámetro y un sexto, tomando siempre este diámetro sobre el imoscapo, que es aquel filete sobre que carga el fuste de la coluna, y el qual es parte de la basa en los órdenes toscano y dórico, y del fuste en los otros tres.

ÓRDEN TOSCANO, *estampa I.*

El órden toscano es el mas sencillo entre los cinco de que tratamos; debe su orígen á unos pueblos de la Lidia, que pobláron aquella parte de Italia que hoy se llama Toscana, de donde se deriva su nombre.

Toda la altura de este órden es de veinte y dos módulos y dos partes. La coluna tiene siete diámetros ó catorce módulos de alto; el cornisamento tres módulos y seis partes ó el quarto del alto de la coluna, y el pedestal quatro módulos y ocho partes ó el tercio.

Nota.

Con el objeto de economizar láminas y hacer este tratado mas cómodo y equitativo, hemos puesto en esta lámina en la figura A un estado que manifiesta con la suficiente claridad las medidas de los intercolunios y de los pórticos de todos los órdenes, tanto con pedestal como sin él, y asimismo van delineadas en las láminas respectivas á cada órden las impostas y faxas de los arcos para los mismos pórticos, y las medidas de sus vuelos son tomadas en el supuesto de estar al lado

de su coluna, cuyo semidiámetro inferior va comprehendido en ellas.

ÓRDEN DÓRICO, *estampa 2.*

Este es uno de los tres órdenes griegos. Doro, Rey de Acaya, mandó erigir en Argos un templo, que dedicó á Juno, y de su nombre se llamó dórico.

Todo el alto de este órden es de veinte y cinco módulos y quatro partes, en esta forma: los diez y seis para la coluna, los quatro para el cornisamento, y los cinco y quatro partes restantes para el pedestal, en lo que se ve que el uno es el quarto y el otro el tercio del alto de la coluna.

Este órden se diferencia del toscano no solo en sus distintas proporciones, sino tambien en tener mas riqueza en sus molduras y adornos: la coluna tiene veinte estrías que le son particulares en que se tocan una á otra en arista viva, y las quales se hacen de dos modos, segun demuestra la estampa en las figuras AB, el uno es con un semicírculo en las mas profundas, y el otro con un triángulo equilátero en las que no lo son tanto. Las mas profundas es práctica cavarlas en las colunas que estan dentro de un edificio, y las ménos profundas en las que estan fuera, porque estas últimas forman una arista ménos viva, y por consiguiente ménos expuesta á romperse.

La cornisa está adornada con dentellones *c*, y el friso con los triglifos *d*, que tienen un módulo de ancho, los quales se colocan en medio de la coluna, alternando con unos espacios quadrados *e*, llamados metopas, en los que se ponen adornos alusivos al destino del edificio. Estos triglifos se reparten en los pórticos é intercolunios, de modo que no solo haya uno sobre el medio de cada coluna, sino que tambien cayga otro en el medio del intercolunio ó pórtico.

ÓRDEN JÓNICO, *estampa 3.*

Jonio, caudillo de una colonia Ateniense que se envió al Asia, dió su nombre á la provincia que conquistó llamándose despues Jonia; mandó erigir en Efeso, una de las grandes ciudades de esta provincia, tres templos de un nuevo órden, y diferente del dórico, uno dedicó á Diana, otro á Apolo y otro á Baco, y este órden se llamó jónico, y guarda el medio entre los órdenes sólidos y los delicados: su carácter es elegante. Toda la altura de este órden es de veinte y ocho módulos y medio: diez y ocho de estos módulos, ó lo que es lo mismo nueve diámetros de la coluna se dan al alto de esta, quatro y medio al cornisamento, y seis al pedestal. El capitel de la coluna jónica está enriquecido con volutas, y el cornisamento con dentellones y otros adornos. El módulo de este

órden ó su semidiámetro inferior se divide en diez y ocho partes, las quales son proporcionadas á la delicadeza de las molduras.

La coluna tiene veinte y quatro estrías, las quales estan separadas unas de otras por entre calles ó listelos, en lo qual se diferencian de las del órden dórico, que se tocan en arista viva, y solo son en número de veinte. Las del órden jónico se hacen dividiendo la circunferencia de la coluna en veinte y quatro partes; y despues subdividiendo cada una de estas en cinco, se da la una al listelo, y las otras quatro al cavado de la estría, que es un semicírculo; pero así en este órden como en todos los demas se han de colocar las estrías de modo que haya una en el medio de cada frente de la coluna.

MODO DE CONSTRUIR LA VOLUTA DEL CAPITEL JÓNICO, *estamp. 4, fig. 2.*

Hemos dicho anteriormente que el capitel de la coluna jónica está adornado con volutas: para trazar la curva espiral, que forma su contorno, se procederá de esta manera: lo primero se baxará desde la parte extrema é inferior del abaco una línea perpendicular, cuyo largo sea de diez y seis partes de módulo: estas se harán ocho, y sobre la quinta contada hácia abaxo se hace un círculo que es el ojo de la voluta: este círculo se dividirá en la forma que emplea anteriormente Juan de Arfe, y se demuestra en la lámina, con lo que quedarán concluidas tanto la curva exterior como la interior del listelo de la voluta.

La *fig. A*, *lámina 3*, es el perfil y planta del capitel jónico por el costado, para que se vea la disposicion de la voluta por este lado, y en él van notadas sus medidas.

La *fig. B* es la basa de la coluna hecha en escala ó módulo mayor para poder notar con claridad la numeracion de sus medidas, por no permitirlo la pequeñez de la que lleva la coluna.

ÓRDEN CORINTIO, *estampa 5.*

Toda la altura de este órden es treinta y dos módulos ó diez y seis diámetros de la coluna: los veinte son para el alto de esta, los cinco para el cornisamento, y los siete para el pedestal; pues aunque Viñola sienta, hablando de las proporciones generales de los órdenes, que en todos ellos el cornisamento tiene de alto el quarto, y el pedestal el tercio de la coluna, y en este supuesto el corintio deberia tener seis módulos y doce partes; sin embargo le da siete módulos para que, siendo su altura dupla de su ancho, haga mas esbelto, y sea mas conveniente á la delicadeza del órden.

El orígen ó invencion del capitel corintio le atribuye Vitruvio al escultor Calimaco, y dice fué de esta manera.

Habiendo muerto una doncella de Corinto, su ama puso sobre su sepulcro un canastillo con algunos enredillos y dixes que amaba la difunta: su aya tuvo el cuidado de cubrir el canastillo con una losa para preservar de la intemperie lo que contenia: casualmente habia debaxo una planta de acanto: á la primavera siguiente creciéron las hojas, lo rodeáron, y se fuéron levantando, encorvándose con cierta gracia hasta debaxo de la losa que lo cubria. Esta disposicion casual, que vió Calimaco, le sugirió la idea del capitel corintio, y lo adornó de este modo.

Para construir este capitel tenemos por mas expedito el método siguiente. Trácese el quadrado *abcd* (*fig. A*) de quatro módulos de diagonal; en los extremos de las diagonales dibúxese la planta de los ángulos del abaco, como lo indican las medidas: sobre cada lado del quadrado, considerándole como base, trácese un triángulo equilátero: desde el cúspide *e*, como centro, trácense las curvas *ab*, *bc*, *cd* &c., y se tendrá la planta del abaco.

Para trazar las hojas se divide la circunferencia del círculo superior de la coluna en diez y seis partes, y el medio de las hojas se coloca en los radios que se tiran desde el centro por los diez y seis puntos de division señalados en el círculo del tambor. Lo demas es fácil de construir por lo que manifiestan así esta figura como la del capitel visto por el ángulo, y que está debaxo con todas sus medidas correspondientes.

Las estrías de la coluna de este órden, como tambien las del compuesto, son en el mismo número, y se construyen del mismo modo que en la del órden jónico.

La *fig. B* es la basa de la coluna hecha como en el órden jónico con escala ó módulo mayor para poder notar sus medidas.

ÓRDEN COMPUESTO, *estampa 6.*

Este órden guarda las mismas proporciones generales que el corintio, pues la diferencia consiste solo en los miembros y molduras ó partes, como puede verse por las láminas. Los Romanos que se hiciéron tan célebres por sus armas, quisiéron tambien distinguirse de las demas naciones por sus edificios; para esto inventáron el órden compuesto, que tambien se llama órden italiano: Scamozzi le llama romano, y este es su verdadero nombre.

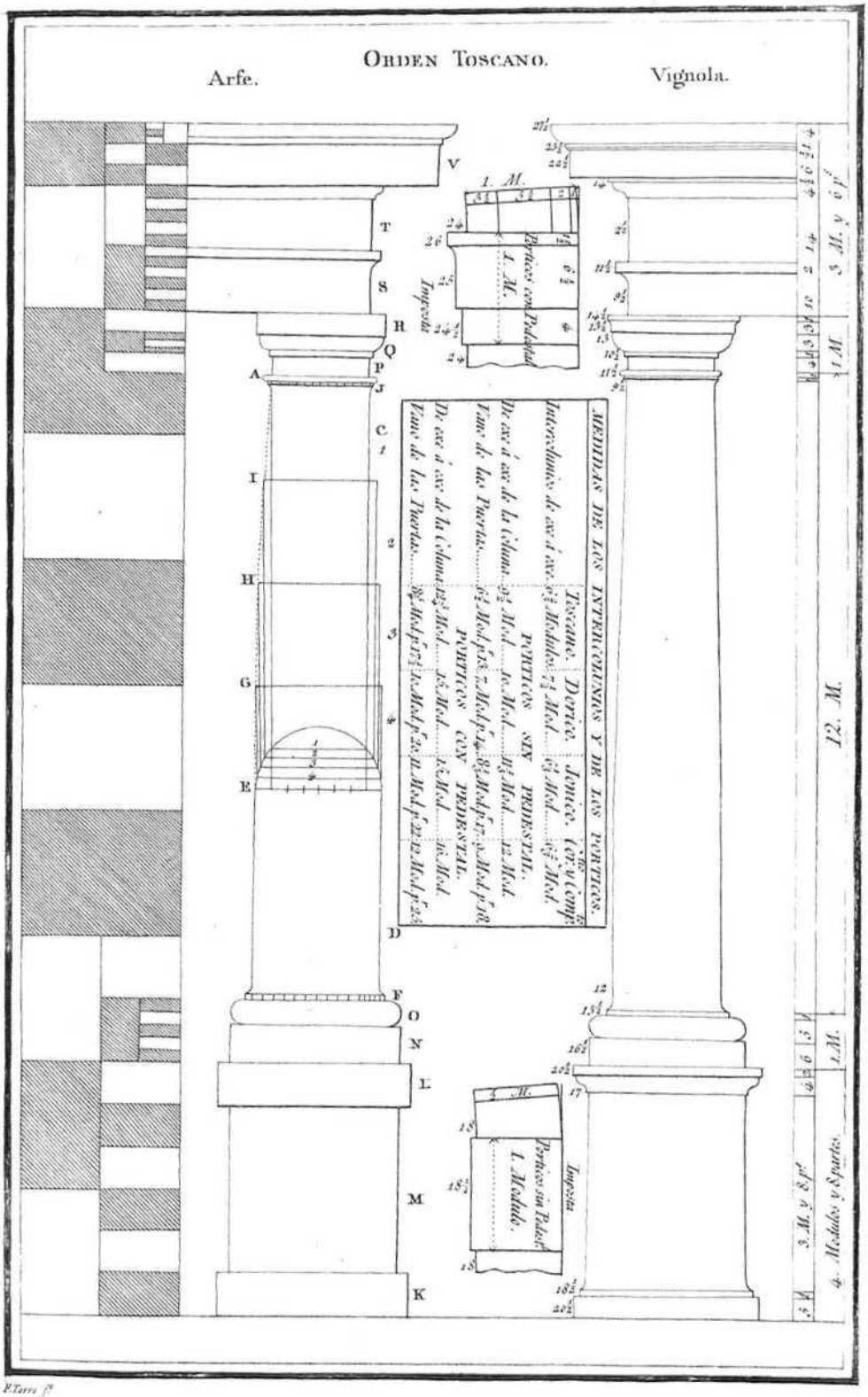
El pedestal, capitel y cornisamento compuestos tienen las mismas proporciones, y se construyen del mismo modo que los del órden corintio.

Ya se ve por las medidas particulares de cada órden lo que disminuye su respectiva coluna por la parte de arriba: esta diminucion se hace segun se demuestra en la *est. 1*, y se explica poco mas adelante en los órdenes de Juan de Arfe.

La *fig. A* es el perfil y planta del capitel visto por el ángulo, y la *fig. B* es la basa que se considera como propia de la coluna de este órden, la qual por tener muchas molduras ha precisado á hacerla en escala mayor, para expresar sus medidas, y en su lugar se ha puesto á la coluna la basa ática, que por no tener tantos miembros permite, aunque pequeña, la colocacion de los números que expresan sus vuelos y anchos.

Orden Toscano.

Arfe. Vignola.

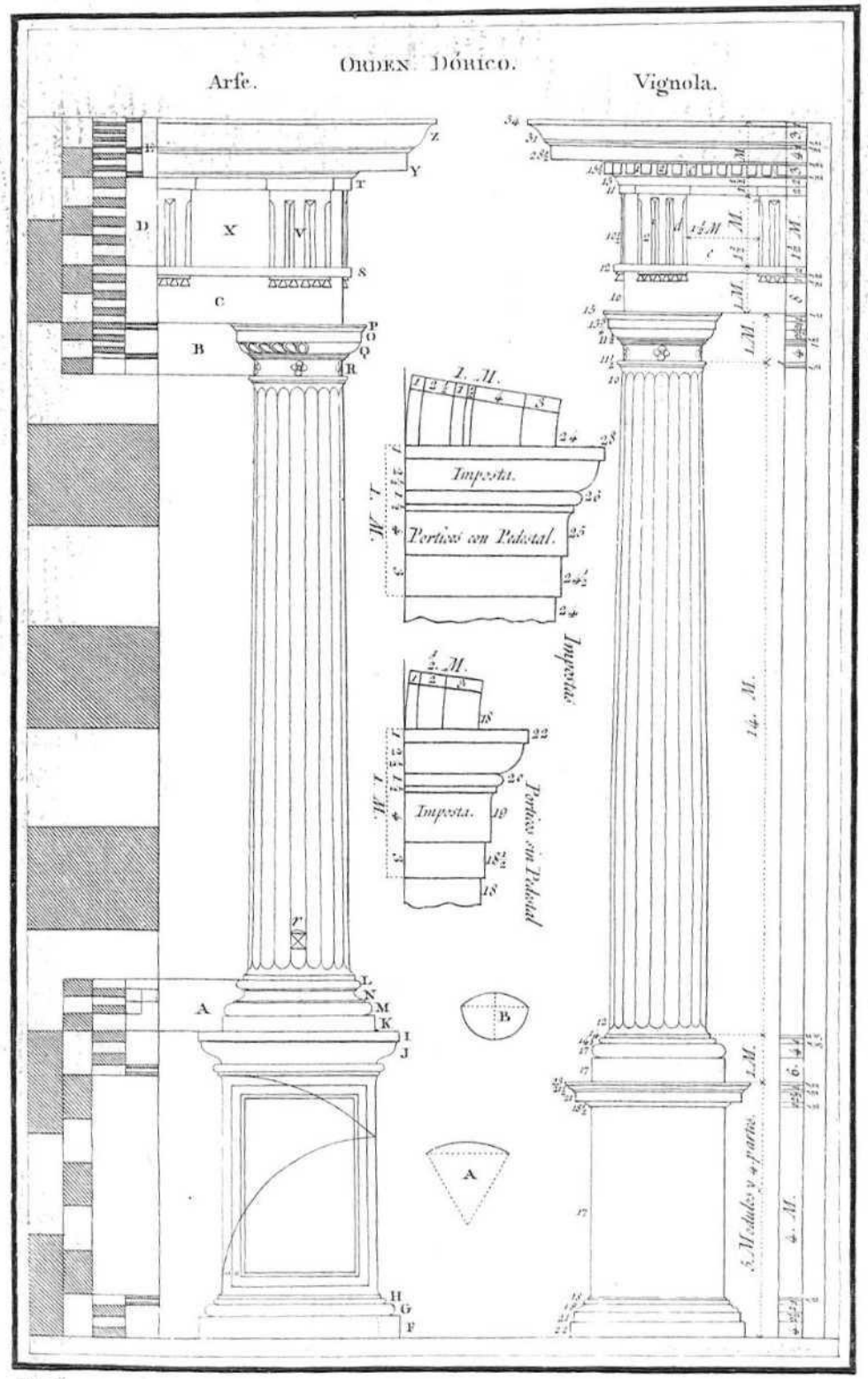


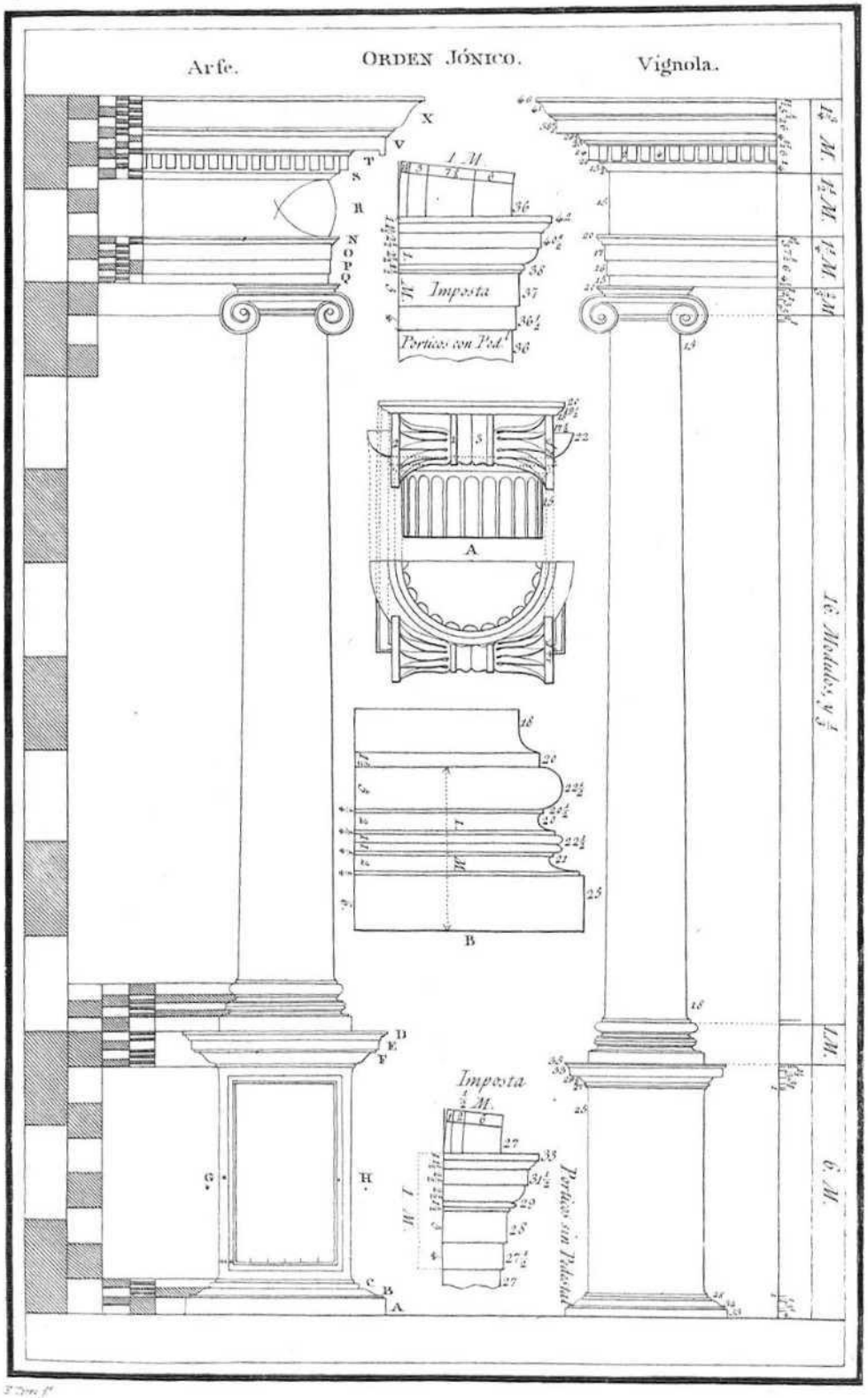
F. Tarro ft.

Orden Dórico.

Arfe.

Vignola.




Arfe.
ORDEN JÓNICO.
Vignola.
Imposta
Portico con Ped.l
A
B
Imposta
Portico sin Pedest.l
16 Modulos, y 1/2
1 M.
6 M.

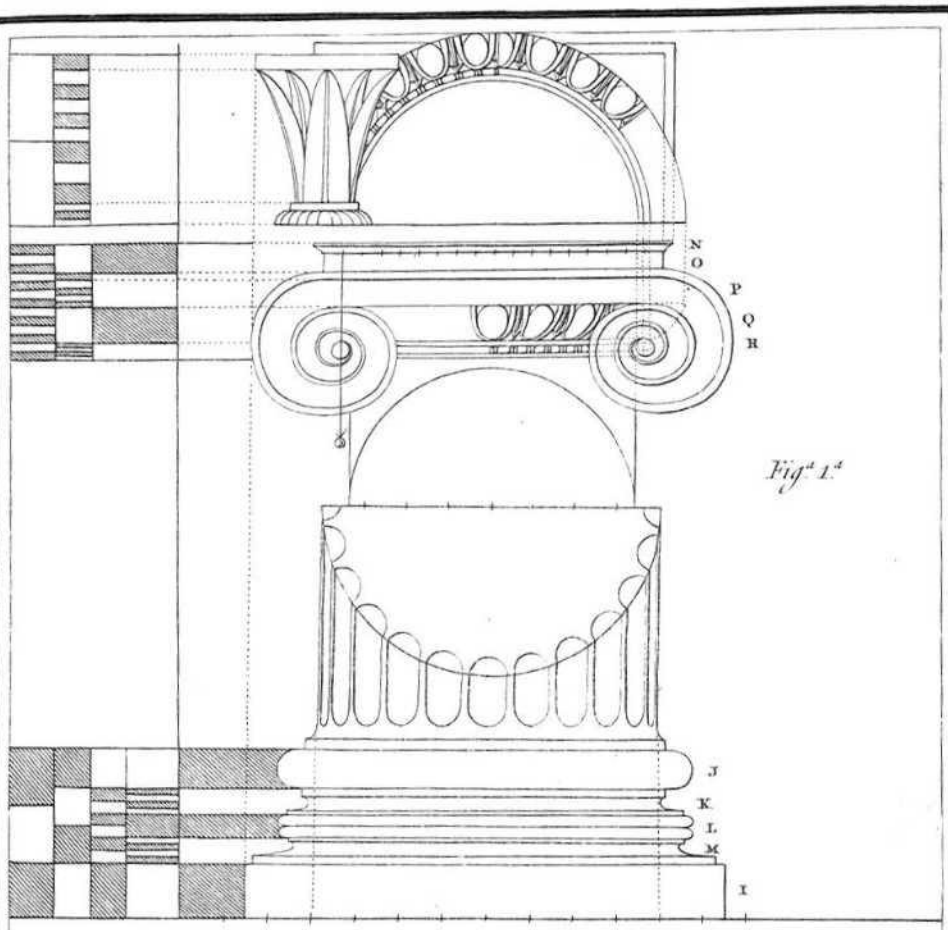


Fig.a 1.a

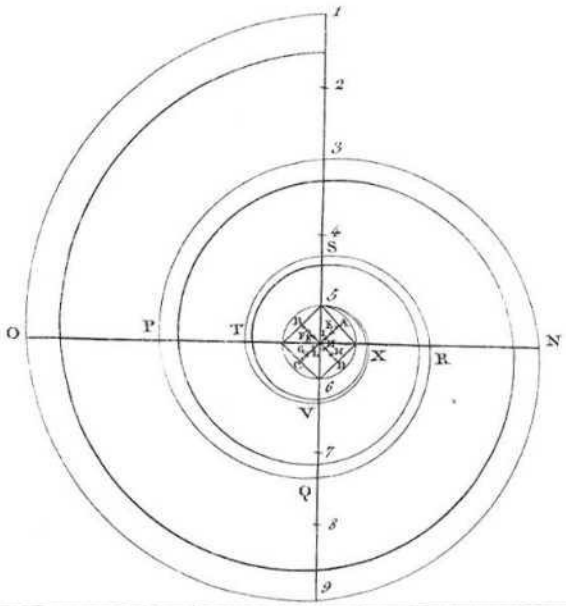
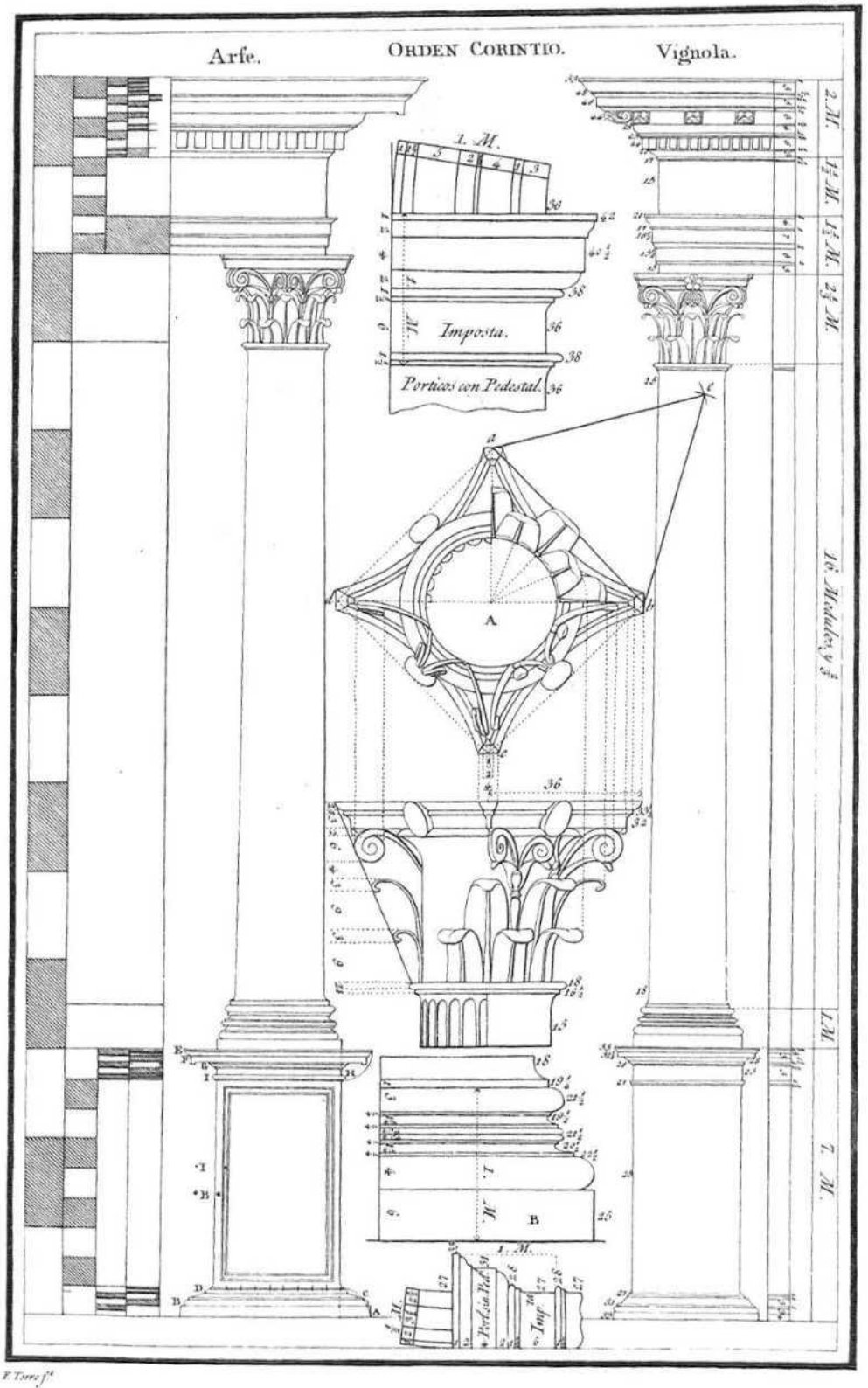
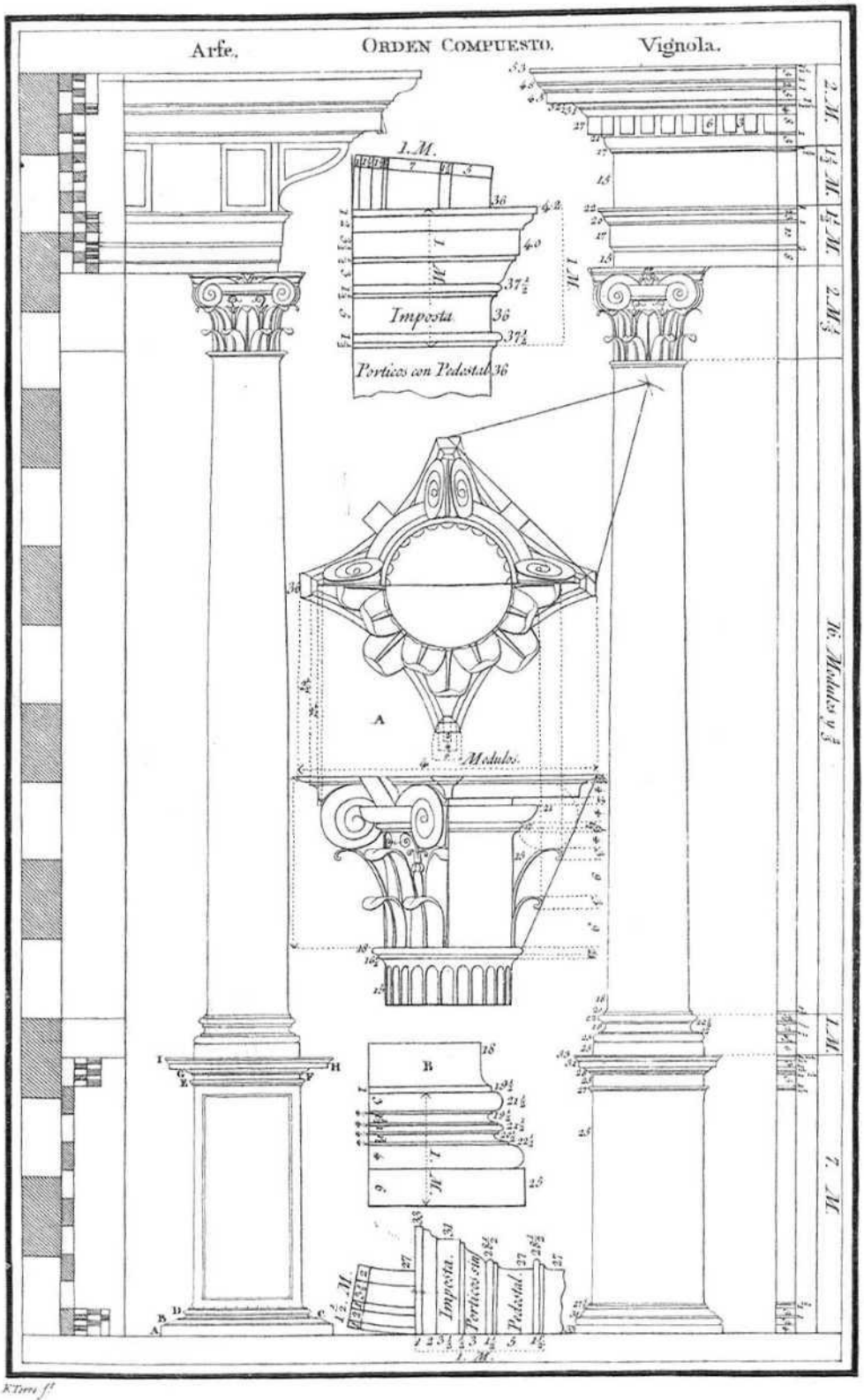


Fig.a 2.a

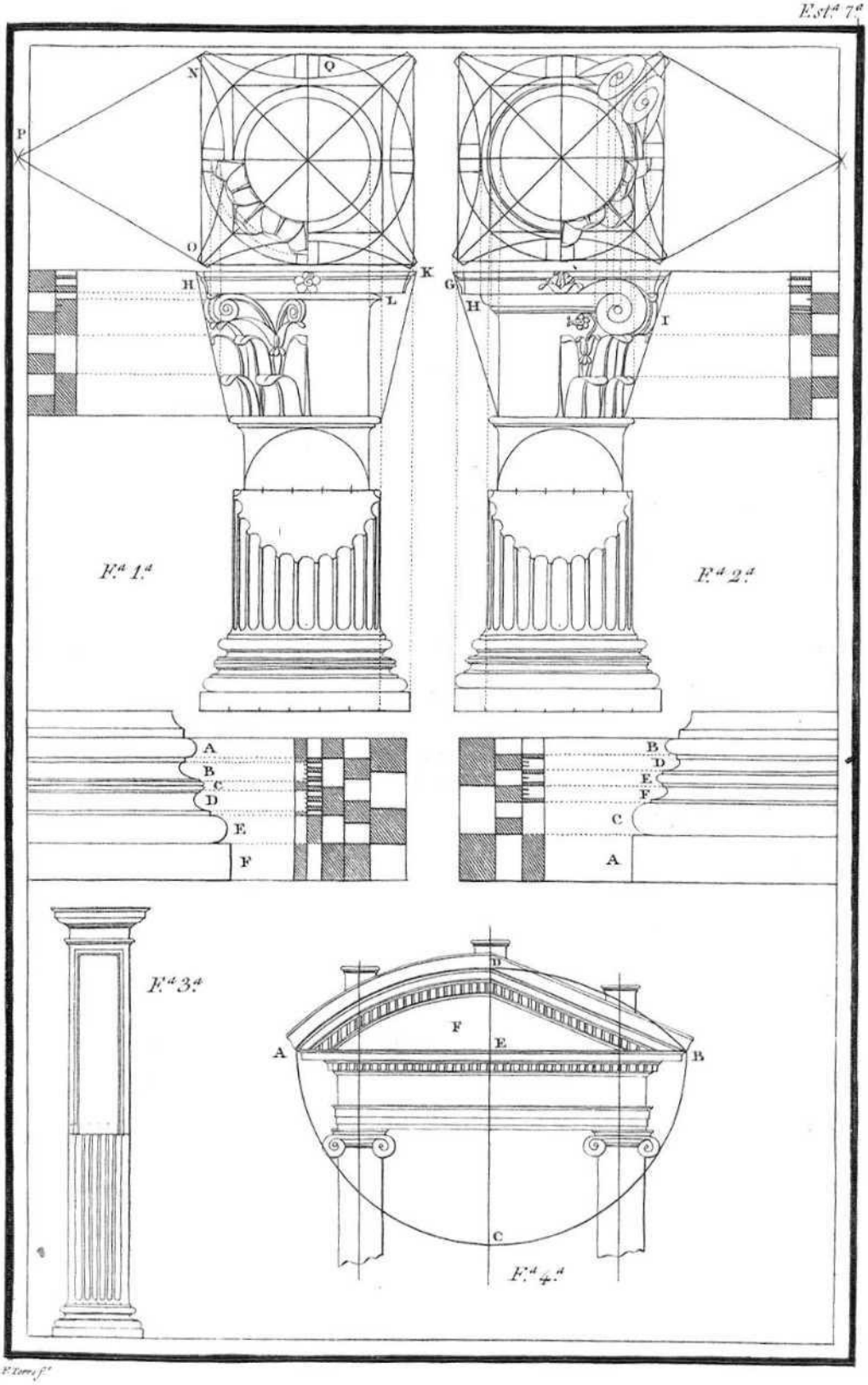
F. Torre f.t


Arfe.
ORDEN CORINTIO.
Vignola.
1. M.
Imposta.
Porticos con Pedestal.
A
B
2. M.
1½ M.
1½ M.
2½ M.
16 Modulos
1. M.
1. M.
Perfil. Ped.
Imp.

F. Torre f.a


Arfe.
ORDEN COMPUESTO.
Vignola.
1.M.
Imposta
Porticos con Pedestal
Modulos.
A
B
Imposta.
Porticos sin
Pedestal.
2.M.
1½.M.
1¼.M.
2.M.½
16. Modulos y ½
1.M.
7.M.

K Torri f.t



F. Zucchi f.t

TRATADO DE MEDIDAS

DEL CUERPO HUMANO;

SU OSTEOLOGÍA, MIOLOGIA, Y MODO DE REPRESENTAR LAS FIGURAS EN ESCORZO.

LIBRO QUARTO

DE LA VARIA COMENSURACION

DE JUAN DE ARFE Y VILLAFAÑE.

NUEVA EDICION

CORREGIDA, AUMENTADA Y MEJORADA CON ESTAMPAS FINAS,

POR. D. JOSEF ASSENSIO Y TORRES, Y COMPAÑÍA.

INTRODUCCION.

Entre todas las artes que el hombre ha cultivado y cultiva, empleando su talento en el conocimiento de los principios que constituyen su perfeccion, sin duda alguna merece la primacía la pintura, y como su parienta mas cercana la escultura. Dirígese el objeto de estas nobles artes á imitar en la sabia naturaleza la representacion de la mas sublime de todas las creaciones, qual es la del cuerpo humano ó del hombre. En todas sus obras manifiesta el Supremo Hacedor lo maravilloso é infinito de su poder y sabiduría; ¿pero en qual de ellas se puede decir con mas verdad, que parece echó el resto su omnipotencia, sino en la de este velo que cubre y sirve de depósito á nuestra nobilísima alma hecha á su imágen y semejanza? ¡Qué artificio! ¡qué correspondencia de todas sus partes con el todo! ¡y qué estructura la de todas estas partes tan acordadas para el fin de su destino! Ciertamente que si paramos nuestra consideracion observando estas maravillas, nuestras potencias y sentidos quedan embargados, sin otra accion que admirarlas, confesando la pobreza de nuestro entendimiento para llegar á conocer lo mucho que se nos esconde en tan prodigiosa obra. Así como en la estructura y composicion del hombre puso la naturaleza mas cuidado, y mostró mayor artificio que en las demas de sus obras, así tambien el hombre mismo debe fixar en ella su atencion con principalidad para conocer la correspondencia y proporcion de unas partes con otras, é imitar su armoniosa simetría en el uso de las artes, de que es la raiz y tronco primitivo. Sin este estudio no es posible que un pintor, un escultor, ni otro que profese alguna de las demas artes sus relativas, haga progresos en ella; ¿pues cómo podrá darse ni conciliar á un tiempo el fabricar ú ordenar un todo, ignorando el órden y proporcion debido entre las partes? Este órden y proporcion, segun dicen Vitruvio y Plinio, fué primero exâminado y medido por los Griegos, que fuéron los mas curiosos en la formacion de sus estatuas, y entre ellos sobresalió Miron, natural de Eleutere, el qual, aunque no muy curioso en la formacion de los miembros humanos, fué famoso en la simetría y comparticion de ellos, segun se vió en las estatuas que hizo, y fuéron la de Apolo en Efeso, la de Minerva en Delfos, el Hércules, una Vaca, un Perro, y otras piezas que exîstian en el templo de Pompeyo, y fuéron celebradas con versos por los poetas de su tiempo. A este excelente escultor igualó Policleto en la belleza de sus proporciones; pero le excedió en saber formar mejor las partes que se descubren en la exterioridad ó superficie.

Fidias siguió tambien por el mismo camino, señalándose entre los excelentes escultores de su tiempo: hizo la estatua de Palas, que se colo-

có en la Roca de Atenas, y uno de los Caballos que en Monte-Caballo de Roma ha sido la admiracion de los inteligentes. Despues Lisipo por el primor y excelencia de su arte le fué á él solo concedido esculpir la estatua de Alexandro Magno; y Praxîteles hizo el otro Caballo para acompañar al de Fidias. Otros escultores y pintores contemporáneos del gran Apeles siguiéron en las figuras una proporcion que llamáron quíntupla, la qual es la que tiene el dos con el diez, tomando por raiz el rostro, y dando al ancho del cuerpo dos rostros, y al alto diez: los cinco destináron al cuerpo y cabeza desde los cabellos ó pelo de la frente hasta las ingles ó nacimiento de las piernas, y los otros cinco á estas desde su nacimiento hasta las plantas de los pies, y con respecto á esta hiciéron la reparticion de las demas partes por tercios y sextos, segun se dirá adelante.

Estas medidas y proporciones fuéron alteradas despues de largos tiempos con otras que escribiéron Pomponio Gaurico y Alberto Durero, los quales, por el crédito y autoridad que tenian entre los de su arte, hiciéron variar á muchos, hasta que en Italia floreciéron el Polayolo, Bachô, Brandinel, Rafael de Urbino, Andrea Banteña, Donatelo, Michâel Angelo y otros escultores y pintores famosos, que volviéron á resucitar la simetría y proporcion que los antiguos habian usado, y que por la variedad de opiniones y pareceres se habian como olvidado, y las diéron nuevo realce y aprobacion con insignes obras de sus manos, de que Roma y otras partes de Italia estan adornadas.

Alonso Berruguete, natural de Paredes de Nava, lugar cercano á Valladolid, estando en Roma inquirió con mucho cuidado la proporcion y composicion de los miembros humanos, y fué de los primeros que en España la enseñáron, sin embargo de que á los principios hubo contrarias opiniones, aprobando unos la proporcion de Pomponio Gaurico, que era la de nueve rostros para el alto de todo el cuerpo; otros la de un Maestre Felipe de Borgoña, que la daba un tercio mas, y otros la de Durero; pero al fin venció Berruguete, mostrándolo en muchas obras raras que hizo en estos Reynos, como fuéron el retablo del templo de San Benito el Real de Valladolid y el de la Mejorada, y el medio coro de sillas y el trascoro de la catedral de Toledo, en las quales ostentó su arte con maravilloso efecto; y su industria y habilidad le fuéron de tanto valimiento, que compró el lugar de la Ventosa, y otras muchas rentas con que dexó fundado el mayorazgo que aun hoy subsiste. A este Berruguete sucedió Gaspar Becerra, natural de Baeza en Andalucía, el qual traxo de Italia, é introduxo entre los artífices de España, otra nueva forma para las figuras, dándolas mas carnes que á las de Berruguete, é hizo el retablo de la catedral de Astorga y el de las Descalzas de Madrid, que muestran muy bien su raro ingenio: la temprana muerte de este hombre singular fué causa de no señalarse mas;

pero así él como Berruguete se adquiriéron la gloria de desterrar con sus nuevas luces la barbaridad que en España habia, y abriéron puerta á otros hábiles ingenios que despues los han sucedido.

En efecto, despues de Berruguete y Becerra han florecido en España insignes escultores y pintores, que dexáron á la posteridad tantos monumentos ó exemplos para la imitacion como obras hiciéron; pero algunos de ellos se apartáron algun tanto de la proporcion que usáron aquellos profesores y ha seguido Juan de Arfe en esta obra, dando un tercio de rostro mas á la altura total del cuerpo humano, por haber observado ser poca la que aquellos dan á las piernas desde la planta del pie hasta la rodilla, lo qual se nota muy bien con la simple inspeccion de la figura entera que nos pone por exemplo.

Como en esta parte todo profesor debe seguir las reglas y el camino que le enseña la naturaleza sin limitarse ó ceñirse con rigor á los preceptos de otro, mayormente quando en ellos advierte algun defecto que puede enmendar, nos ha parecido mas conforme al natural adoptar las medidas que los modernos dan á sus figuras del cuerpo humano, dándole de total altura diez rostros y dos tercios de otro, ó lo que es lo mismo, ocho cabezas de altura en lugar de diez rostros y un tercio que prescribe Juan de Arfe; pero al mismo tiempo que seguimos y damos por mas acertado este nuestro parecer, confesamos que nuestro ánimo no es defraudar el mérito de aquellos que en lo demas han sido nuestros maestros, sino antes bien por el contrario dexamos á los profesores en la posesion de la plena libertad que se tienen de seguir la doctrina que notaren mas bien fundada y arreglada á principios naturales.

PROPORCIONES DEL CUERPO HUMANO Y PARTE ANATÓMICA,

REFERENTE Á LAS ARTES DE LA PINTURA Y ESCULTURA.

MEDIDA DE LA CABEZA Y PESCUEZO, *estampa 1.*

De los quatro miembros ó partes principales de que se compone el hombre, el mas excelente es la cabeza, porque esta es el principio y orígen del sentido y del movimiento voluntario, y por tanto su organizacion y compostura es admirable. De ella proceden como de raiz las partes de la proporcion con que se forma el cuerpo y los nervios con que se mueve, y así empezarémos por ella como parte predilecta.

Fig. 1. Para dibuxar un rostro frontero, esto es, que no mire á ningun lado, se da una línea á plomo, y en ella se toma el largo que ha de tener, que es arbitrario, y de él se hace un quadrado ABCD. Este quadrado se divide en tres partes, que llamarémos tercios de rostro, y el primero de arriba se da á la frente desde el nacimiento del pe-

lo hasta el principio de la nariz, el segundo para la nariz, y el tercero para la boca y barba. Este tercio de la nariz á la barba se divide en tres partes, la una se da al labio de arriba, otra al labio de abaxo y la otra á la barba; y todo el largo ó rasgado de la boca ha de ser un tercio del rostro, que es el largo de la nariz. Todo el rostro viene á ser tan largo como ancho, contando desde la punta del pelo hasta el extremo de la barba, y la superficie de la cabeza sube un tercio mas; de manera que toda ella es de proporcion sesquiáltera, ó en la proporcion de 3 con 4. El ancho del rostro tiene los dos tercios, uno á cada lado desde la nariz hasta las sienes, y el otro tercio ó su mitad, que es un sexto, tambien á cada lado desde la sien hasta la oreja. Desde la oreja á la hoya de la garganta es todo el pescuezo, el qual tiene de largo un rostro hasta esta hoya, y dos tercios de rostro hasta la línea superior de los hombros. Estos dos tercios, el primero se esconde con la barba, y el segundo hace el alto desde la parte superior de los hombros hasta la barba: el ancho del cuello es tambien dos tercios, y otros dos hay á cada lado desde él hasta el extremo ó mayor salida de los hombros.

Fig. 2. Por la parte de atras ó de la corona tiene tambien la cabeza un rostro de alto; solo difiere de la primera figura en que el primer tercio de la nariz á la barba se esconde con el pescuezo, pues llega el casco á nivel ó derecho de la raiz y orejas; pero este tercio de abaxo, que pierde á la vista por este lado, le gana por la parte de arriba hasta la parte superior del casco. Dase el nombre de casco á toda la parte que cubren los cabellos, y al medio de los dos tercios mas altos está la coronilla: el pescuezo tiene por este lado dos tercios de largo desde las orejas hasta los hombros, y otros dos de ancho.

Fig. 3. Quando se forma el rostro de lado se hace tambien sobre un quadrado, cuyos lados tengan un rostro y un tercio de largo para lo que sube la superficie del casco, de modo que todo el quadrado quedará partido por cada lado en quatro partes, las tres para el rostro y una para el casco; los tercios que el rostro tiene de ancho se hacen sextos; el uno tiene de salida la nariz, y al otro llega la frente, boca y barba. Desde la frente hasta la sien hay un tercio, en cuyo derecho entra el hondo de la barba hasta la nuez de la garganta. Desde la sien hasta la oreja hay un tercio, la oreja tiene de ancho un sexto, y de alto un tercio, que es el mismo de la nariz, cuya cantidad se entiende en lo que se continúa con el casco, que el vuelo puede ser mas un quarto de tercio, ó lo que es lo mismo, un dozavo de rostro. Desde la oreja al colodrillo hay un tercio; y hasta el nacimiento del pescuezo se retrae el colodrillo un sexto en el mismo derecho de la nariz.

Fig. 4. El largo del rostro desde la punta del pelo ó cabello hasta el sobrecejo es un sexto, otro hasta el ojo, otro tiene de alto este, y en su derecho está el oido, otro tercio hay hasta la punta de la nariz;

desde esta hasta la boca hay un tercio de tercio ó un noveno de rostro, y desde la boca á la barba dos tercios de tercio ó dos novenos. El pescuezo ya se ha dicho que es redondo, y que por todas partes muestra dos tercios de rostro en ancho, y otros dos en alto desde las orejas hasta la línea superior de los hombros, quedando este último tercio desde los hombros hasta la barba.

DE LA MEDIDA DEL CUERPO, *estampa 2.*

El cuerpo del hombre, por lo que mira á nuestro intento, se cuenta desde la línea superior de los hombros hasta el nacimiento de las piernas, ó lo que llamamos horcajadura. El es la oficina donde la naturaleza fixó los instrumentos de los espíritus que constituyen el principio de la vida y hacen la sangre que la sustenta: su largo es quatro rostros, y su ancho dos desde un costado á otro, partido de este modo. Por lo respectivo al largo, desde la línea de los hombros hasta la hoya de la garganta, ó lo que se llama clavícula, señalada con A, un tercio; desde esta hasta lo baxo de los pechos, señalado con B, dos tercios y un sexto; y desde estos hasta el extremo de la espinilla del pecho, que en la Cirugía se llama esternon, señalado con C, un sexto; desde esta espinilla hasta las íngles hay dos rostros y un tercio; y desde estas á lo que llamamos horcajadura, que corresponde con la parte ó línea inferior de las nalgas, un tercio; cuyas partes todas suman los quatro rostros que tiene de largo el cuerpo. Las partes de la generacion tienen un tercio y un sexto contado desde las íngles para abaxo.

El ancho del cuerpo que, como se ha dicho, es dos rostros de costado á costado, tiene un tercio mas de cada lado hasta la mayor salida de los hombros, y por la parte de la cintura tiene un rostro y dos tercios: los vultos ó músculos que hacen el estómago tiene cada uno de ancho en la parte superior un tercio, y en la inferior un tercio y un sexto: los de la barriga en lo superior un tercio y un sexto, y en lo inferior un tercio. Por lo que respecta al largo ó alto de estos músculos, los del estómago tienen un rostro, los superiores de la barriga un tercio, y los inferiores lo que resta desde aquellos á las partes de la generacion. El ancho de los músculos de las caderas, señalados con D, es de un tercio y un sexto, y su alto dos tercios. El ancho de las costillas por la parte superior é inferior es el espacio que resulta entre los músculos del estómago y la línea exterior del cuerpo. El ombligo debe colocarse debaxo y en el medio de los dos primeros músculos de la barriga.

MEDIDAS DEL CUERPO POR LA ESPALDA, *estampa 3.*

El cuerpo por detras tiene de largo desde la línea superior de los

hombros hasta la inferior de las nalgas quatro rostros en esta forma: las paletas tienen de largo un rostro y un tercio; desde estas hasta la cintura un rostro; desde la cintura hasta el nacimiento de las nalgas dos tercios; y las nalgas comprehenden un rostro. Por lo correspondiente al ancho del cuerpo, el de una paleta ó espaldilla á otra es dos tercios, y en este ancho estan los músculos del espinazo y espaldillas; desde estos músculos al nacimiento de los hombros hay un tercio, y cada hombro tiene de ancho dos tercios: de suerte que el ancho total del cuerpo de un extremo á otro de los hombros es dos rostros y dos tercios.

MEDIDAS DEL CUERPO POR EL COSTADO, *estampa 4.*

El cuerpo por la parte del lado ó costado tiene en lo mas ancho un rostro y dos tercios, y por la cintura un rostro y un tercio: las costillas desde las paletas á la espinilla, señalada con A, cogen un rostro en ancho, y lo mismo por la parte baxa. El músculo de la cadera tiene de ancho dos tercios por la parte de arriba, y un quarto de tercio mas por la de abaxo, y de alto tiene por su mayor longitud dos tercios y un tercio de tercio. La nalga tiene de ancho dos tercios, y el uno y un sexto restante corresponde al muslo desde la parte señalada B en que está situada la cabeza de su hueso.

MEDIDAS DE LOS BRAZOS Y MANOS, *estampa 5.*

Los brazos y manos son tan necesarios para el servicio del hombre, que sin ellos no puede atender con la defensa á su guarda y conservacion, ni executar las cosas fabricadas en la imaginacion, pues como dice el Filósofo, son instrumento de los instrumentos. El brazo (*figuras 1 y 2*) le contarémos desde el sobaco A hasta el extremo del dedo de en medio, y en todo este largo tiene quatro rostros, y el hombro sube dos tercios mas. De estos rostros se da uno y un tercio desde el sobaco al codo B, un rostro y dos tercios desde el codo á la mano, y la mano tiene un rostro de largo. El ancho del brazo es dos tercios partidos, como se dirá adelante. El ancho del brazo tiene por entre el codo y el sobaco un tercio y un sexto mirado de frente, y por la tabla del brazo dos tercios, y uno por la muñeca. Por lo que toca á la mano se hace todo su largo nueve partes, de ellas se dan las cinco á la palma, quatro de largo al dedo del medio por la parte de la palma, y el dedo index ó agneal tiene de largo tres partes y un quarto de una de ellas. El largo del dedo del corazon, que llaman anular, tiene tres partes y media, el dedo meñique ó auricular tiene dos partes y media, y lo mismo el dedo pulgar en los dos artejos altos, pues desde aquí á la muñeca tiene el pulgar tres partes y media por la parte de la palma. Por la

de afuera (*fig.* 2) parecen los dedos mas largos una parte estando juntos, porque hacen la mano por allí dos partes iguales, una en la palma y otra en el dedo de en medio. El ancho de la mano tiene dos tercios desde el nacimiento del dedo meñique hasta el del segundo artejo del pulgar, y este ancho se divide en seis partes, de ellas se dexan para el grueso y desvío del pulgar una y media, y á la parte del dedo meñique se dexa media al grueso de la palma, las quatro restantes tienen los quatro dedos de ancho, partiendo cada parte en ocho, y de estas se toman las siete para el grueso de los dedos, y al pulgar se le dan de grueso todas ocho.

El brazo visto por el lado (*figuras 3 y 4*) tiene de ancho entre el hombro y el codo dos tercios por causa del morcillo ó músculo grueso, que llaman molledo del brazo, el qual tiene un sexto de rostro mas por el lado que por la frente. Por la tabla del brazo tiene un tercio y tres quartos de otro, y la mano tiene un sexto de rostro mirada por el lado. A los artejos de los dedos se les da su largo por el mismo órden, dando en el dedo de en medio, al primero que nace de la palma, parte y media de las nueve que contamos en todo el largo de la mano; al segundo una y un quarto, y al último una sola; la uña tiene media parte de estas de largo, de modo que llega á la mitad del artejo. De esta suerte van gobernándose los demas por las cabezas de los dedos, los quales se van haciendo por el concierto que dexamos dicho para el de en medio. El primer artejo del pulgar tiene parte y media de largo, y el segundo una y un quarto: el brazo es quasi redondo, y no hace por ninguna parte retraimiento que no se supla por la opuesta, porque todos los morcillos de que se compone van por tal órden, que si por un parage muestran algun vacío, por el otro opuesto hay un lleno igual; de suerte que por ningun lado se angostan á la par, como lo manifiestan las figuras, pues á la entrada que hace en el punto A la suple la salida del codo, y mas abaxo se retrae en el punto B y se rehinche á la parte contraria, yendo por este medio serpeando, lo qual es un punto que se ha de tener presente y guardar mucho en la escultura y pintura.

MEDIDAS DE LAS PIERNAS Y PIES POR DELANTE Y POR DETRAS, *estampa 6.*

Las piernas y pies son los miembros que sustentan el cuerpo y que le mueven donde quiere. La pierna la contarémos desde lo que llaman horcajadura, que corresponde á lo inferior de las nalgas, hasta la planta del pie, cuyo largo contiene cinco rostros; pero para mostrar el encaxe del muslo ha sido necesario formarla con toda la nalga que sube un rostro mas, y en su medio está la cabeza del hueso del muslo señalada con A, *fig.* 1.

De estos cinco rostros que tiene de largo la pierna se dan los dos

desde la horcajadura hasta la parte superior de la choquezuela de la rodilla, y los tres desde esta á la planta. La choquezuela de la rodilla, señalada con B, tiene de largo un sexto, y el pie tiene de alto medio rostro hasta el punto señalado con D; de modo que todo el largo de la espinilla desde la parte inferior de la choquezuela de la rodilla, señalada B, hasta lo superior del pie, señalado D, son dos rostros y un tercio. Toda la pierna por detras (*fig.* 2) tiene el mismo largo que por delante, pues como se ve en la estampa, empieza desde la nalga, y desde allí hasta el principio de la rodilla, donde llaman corva señalado C, hay dos rostros; desde la corva hasta el fin de la pantorrilla quatro tercios, y un quarto de tercio por la parte de atras, y por la de adelante solo tiene quatro tercios. De la pantorrilla á la garganta del pie por la parte de atras hay un rostro y tres quartos de tercio hasta el tobillo exterior, que baxa un quarto de tercio mas que el tobillo interior.

El ancho de las piernas por su nacimiento es un rostro, por la rodilla dos tercios, por la pantorrilla dos tercios y un sexto, por encima de los tobillos un tercio, por los tobillos y los dedos de los pies tiene de ancho un tercio y un sexto, por el talon tiene tres quartos de tercio. En estas figuras se ve, como en las de los brazos, el serpeado que forman las entradas y salidas de los morcillos, en lo que se muestra al medio del muslo, en la rodilla, en la pantorrilla y en los tobillos.

MEDIDAS DE LAS PIERNAS POR LOS LADOS, *estampa 7.*

Toda la pierna es quasi redonda segun los anchos de cada parte, y los largos son todos unos, excepto por encima de los tobillos, que por el lado tiene medio rostro de ancho y por la frente tiene, como dexamos dicho, un tercio. Desde el tobillo de afuera hasta la planta hay tres quartos de tercio de alto. El pie tiene de largo un rostro y un tercio, el rostro para la planta, y el tercio para el pulgar ó gordo; los demas dedos se retraen atras por órden, de tal suerte que la cabeza del dedo meñique venga al peso y derecho del nacimiento del dedo gordo. Los gruesos de los dedos del pie son estos: el pulgar tiene un sexto, el segundo un tercio de tercio, el tercero un quarto de tercio; el quarto un quinto de tercio, y el quinto un sexto de tercio: con lo que se concluyen todas las medidas de las partes del cuerpo.

DE LA MEDIDA GENERAL DE TODO EL CUERPO, *estampas 8 y 9.*

El principio de la Escultura y Pintura, segun dexamos tratado, es la proporcion del cuerpo del hombre, para lo qual nos sirve de comparacion y medida, como parte mas principal, el rostro. Toda la altura del cuerpo desde las plantas de los pies hasta lo superior de la ca-

beza es diez rostros y dos terceras partes de otro, y de ancho dos; ó lo que es lo mismo, ocho tamaños de su cabeza de alto, y uno y medio de ancho de costado á costado, pues por la mayor salida de los hombros tiene de ancho dos cabezas, ó dos rostros y dos tercios. Por cabeza se entiende todo el alto desde la punta de la barba hasta lo superior del casco. Los brazos tienen de largo desde el sobaco hasta el extremo del dedo de en medio tres cabezas, de suerte que puestos en cruz hay de largo de dedo á dedo de cada mano tanto como tiene de alto toda la figura, pues desde el medio de los pechos al dedo de en medio de la mano hay la misma distancia que de lo alto de la cabeza hasta encima de las partes de la generacion, que es el medio de su altura. El ombligo A es el centro, desde el qual trazando una circunferencia que pase por las plantas de los pies, tocará por los extremos de los dedos de en medio de las manos, teniendo los brazos extendidos, y queda la figura dentro: por la misma razon, circunscribiendo un quadrado á la figura, tocará esta con los pies y extremos de las manos á los lados del quadrado, participando de ambas perfecciones.

Toda figura que no plantare en línea perpendicular no podrá sustentarse sino por breve espacio, por lo qual se debe siempre fundar de tal manera, que de la hoya de la garganta cayga una línea á plomo, en cuyo derecho esté el pie sobre que la tal figura se plantare, porque el otro pie, que se queda como colgado, solo sirve de hacer estribo al plantado, y cargando el cuerpo sobre la pierna plantada, el hombro y brazo de su lado queda siempre mas alto en qualquier accion, y el contrario mas baxo; y si la pierna va adelante, el brazo de su derecho queda siempre atras, y por el contrario, que es el movimiento que los Filosofos llaman á diámetro, y el en que se mueven todas las criaturas que andan con pies.

MEDIDA Y PROPORCIONES DE LA MUGER, *estampas 10 y 11.*

El alto del cuerpo de la muger es el mismo que el del hombre, excepto que todas sus partes y músculos son mas suaves y disimulados; por tanto sus carnes han de ir con mas ternura como regalándose por todos los miembros sin mostrar hueso por ninguna parte, las ancas ó nalgas y la barriga han de ser mas anchas y carnosas que en el hombre; los muslos gruesos y que vayan adelgazándose hasta la rodilla, y las piernas lo mismo hasta hacer el pie pequeño, cuyos dedos y forma ha de ser carnosa. Del mismo modo los brazos han de ser gruesos en la parte del hombro, y han de ir adelgazándose hasta la muñeca, y las manos han de ser carnosas de modo que por ninguna parte se descubra hueso.

Para hacer rostros de mugeres se ha de guardar la misma medida que enseñamos atras para el del hombre, haciendo la frente descubierta y lisa, y los ojos algo desviados, de modo que haya entre uno y otro un sexto hasta los lagrimales. Estos ojos han de ser grandes, y no muy abiertos; las cejas no muy anchas; la nariz no muy delgada ni aguda á la punta, pero tampoco ha de ser roma; la boca no ha de hacer apretada sino juntos los labios, pero sin fuerza; los carrillos han de hacer redondos sin que se muestre hueso en ellos; el rostro algo mas largo que ancho, y los pechos se han de colocar de modo que quede entre uno y otro un espacio.

MEDIDAS Y PROPORCIONES DE LOS NIÑOS, Ó DEL CUERPO DEL HOMBRE EN LA INFANCIA, *estampas 10 y 11.*

Ya que en las figuras pasadas se ha tratado de la medida y proporcion del cuerpo del hombre en la edad perfecta, razon será que hablemos de la proporcion que tiene en la infancia quando los miembros tiernos se disponen á moverse, que es en la edad de tres años, en la qual estan los miembros del cuerpo del niño en su medio crecimiento. Al cuerpo del niño en la edad que hemos dicho le diéron tambien los antiguos proporcion quíntupla como al del hombre adulto ó en edad perfecta, porque le diéron en todo su alto cinco partes de su grueso; la una en la cabeza, las dos en el cuerpo y las otras dos en las piernas, y alargando el brazo hasta el derecho de la horcajadura. Cada parte de las cinco del alto se divide en tres tercios; de ellos se da el uno á la superficie del casco desde el postrer cabello de la frente hasta la cima; otro se da á la frente desde el cabello hasta las cejas, y el otro se reparte de esta manera: al largo de la nariz se da un sexto ó medio tercio y del otro sexto restante hecho tres partes se dan las dos á la boca, una á cada labio, y la otra parte se da á la barba: el ancho del rostro es dos tercios, y la garganta tiene de ancho un tercio y de alto otro. Este tercio de alto de la garganta es la mitad desde la barba hasta la oreja, y la otra mitad desde la barba á la hoya de la garganta, de modo que en el perfil no se ve garganta entre la cabeza y el hombro. Desde la barba hasta los pechos hay dos tercios, y desde allí al nacimiento de las piernas hay un rostro y un tercio. Los brazos tienen de largo desde el sobaco hasta el dedo de en medio una parte y dos tercios, en esta forma: el largo de la mano tiene un tercio, del qual es la mitad la palma y la otra mitad los dedos; de la muñeca hasta el codo hay dos tercios, y otros dos desde el codo al sobaco. Los muslos tienen de largo hasta la rodilla una parte de las cinco, y de ancho un tercio y un sexto cada uno; las piernas desde la rodilla hasta la garganta del pie tienen dos tercios y un sexto de largo, y de ancho por la pan-

torrilla un tercio y un quarto de tercio, y por la garganta del pie un tercio de ancho. El pie tiene de alto un sexto y de largo dos tercios.

La carne de estos niños es rolliza y tierna, y no muestra morcillo alguno, sino unas arrugas hondas, y por lo alto muy carnosas: de estas arrugas está una en cada muslo al primer tercio debaxo de las nalguillas, otra está hácia la corva, otra á la pantorrilla y otra á la garganta del pie. A la parte de los codos y rodillas hacen unos ojuelos que apénas y con gran trabajo dexan percibir los huesos de aquellas partes. El pescuezo es de solas dos arrugas, una que va por junto las orejas, y otra un quarto de tercio mas abaxo. Estos miembros son todos redondos, y fáciles de mover, lo qual se muestra en el natural que es la propia demostracion, y esto basta en quanto á la proporcion y composicion del hombre en sus dos estados de niño y adulto.

De los huesos de que se compone el cuerpo humano.

Despues de sabida la proporcion y medidas de todas las partes del cuerpo del hombre, que arriba hemos enseñado, conviene pasemos á declarar el fundamento del mismo cuerpo, para que se sepan los encaxes y sitios de todos los huesos de que se compone, sirviéndole de armadura, porque no entendiéndose esta parte, que en la cirugía se llama osteologia, se cometerán muchos errores. Para evitar estos conviene advertir en primer lugar, que los huesos son parte dura, y que no se tuercen ni mueven sino por sus goznes y encaxes; y en segundo, que donde hay mas huesos hay mas diferencia de movimientos, y así un movimiento es el del hombro, otro el del codo, otro el de la mano, otro el del muslo, otro el de la pierna, y otro el del pie; y el cuerpo y cabeza los hacen diversos por ser compuestos de mayor número de huesos, y ser por consiguiente mas la causa de sus movimientos, segun se verá adelante en las figuras que manifestamos, que serán las mismas que las pasadas.

Para la demostracion de esta parte hemos gastado mucho tiempo, y puesto toda diligencia haciendo anatomía de muchos cuerpos, aprovechándonos de tener los huesos siempre delante, dibuxando su verdadera figura, que mostramos en cada uno por quatro lados, con los gruesos y largos debidos y correspondientes á las figuras anteriores á que respectivamente pertenecen, omitiendo gran parte de huesecillos, comisuras y ternillas que no hacen al propósito en esta obra. Por lo tocante á los huesos, la misma composicion es en las mugeres que en los hombres, sin añadir ni quitar alguno.

HUESOS DE LA CABEZA Y PESCUEZO, *estampa 12.*

Toda la cabeza y pescuezo se compone de los huesos que se mostrarán en las quatro figuras siguientes.

Cabeza llamarémos aquella parte que hay desde la boca hasta todo el casco que contiene veinte partes, sin embargo de que todo es un pedazo. Para que se pueda ver con distincion el sitio ó lugar de todos los huesos, va la cabeza dibuxada por quatro lados, y cada hueso notado con su letra; y como algunos de ellos son visibles por distintos lados á un tiempo, estan señalados en todas las figuras con unas mismas letras, por cuyo medio se ve con claridad la posicion de cada hueso, segun por el lado se le mira. Asimismo, aunque el fin primario de esta obra en la demostracion de los huesos del esqueleto es dar á conocer su tamaño y colocacion, y de lo que provienen los bultos que se notan en la carne de que estan vestidos en el cuerpo humano, por ser esencialísimo para tallarle y dibuxarle con naturalidad, y siendo indiferente para los escultores y pintores el conocerlos baxo un nombre ú otro, nos ha parecido conducente, para hacer este tratado útil y extensivo á los profesores de cirugía, adoptar la nomenclatura de esta facultad, dando á cada hueso el nombre por el qual en ella es conocido, y por esta misma razon se expresan con mas individualidad varios huesos y partes que para el uso de aquellas artes no son necesarios.

Los huesos de que se compone la cabeza, pescuezo y parte superior del cuerpo, con los nombres baxo los quales son conocidos en la cirugía, son los siguientes.

a. El hueso coronal.
b. El hueso parietal.
c. El hueso temporal con su apofise mastoidea.
d. El hueso occipital.
e. Los huesos quadrados de la nariz.
f. El pómulo y puente zigomático.
g. La mandíbula superior.
h. La mandíbula inferior.
i. El exe.
j. k. Las vertebras del cuello ó cervicales.
l. Primera vertebra dorsal.
m. La clavícula.
n. El esternon.
o. La primera costilla verdadera.
p. El omoplato ó escápula.
q. El humero.

En el pómulo y puente zigomático señalado *f.*, que tambien llaman huesos yugales, estan los encaxes y vasos de los ojos, y el lugar de las mexillas, y van á juntarse con el oido: en él está tambien el agujero de las narices, de donde nacen cinco ternillas de que se componen, y debaxo está la quixada ó mandíbula inferior, que forma la barba con la mayor parte de los carrillos, y es hueso apartado, que se encaxa y liga con

unas cabezuelas que tiene á los cabos. La letra *n.* muestra la parte superior de la espina del pecho, llamada en la cirugía el hueso esternon, en el qual prenden las clavículas *m.* que forman la hoya de la garganta, y las puntas de los hombros con la salida que hacen por aquella parte las espaldillas *p.*, ó los omoplatos. Por la parte del colodrilo *d.* se muestra la mayor parte del casco, que es la caxa de los sesos que cubren los cabellos, y en lo mas baxo estan unas asperezas de que nace el segundo morcillo que mueve la cabeza. Vense en estas figuras los siete huesos sobre que se compone el pescuezo desde *i.* hasta *k.*, que tiene cada uno una salida hácia atras hendida como media aspa, excepto el primero sobre que se menea la cabeza, que no tiene salida como los otros: en el hondon de la cabeza hay muchos agujeros, salidas y tolondrones, los quales no se muestran aquí por no ser esenciales ó necesarios, y por no multiplicar figuras: tiene dos salidas ó prominencias grandes en la parte *f.*, que, como hemos dicho, llaman huesos yugales, que cada uno pasa de su lado por sobre las sienes, y al fin de ellos está el agujero del oido, de donde nace la ternilla de que se forma la oreja, y junto á él encaxa la mandíbula ó quixada inferior con las cabezuelas que hemos dicho tienen. En medio del hondon, ó por baxo del hueso occipital *d.*, donde se une con los huesos del pescuezo, tiene la cabeza un gran agujero, y por él sale un tuétano ó medula de los sesos, que ensarta todos los huesos del espinazo. La figura de la cabeza mirada por lo alto es ovada, mas ancha por detras que por delante.

HUESOS DE QUE SE COMPONE EL ESQUELETO DEL CUERPO VISTO POR LA FRENTE, *estampa 13.*

a. Ultima vertebra cervical.
b. Primera vertebra dorsal.
c. Ultima vertebra dorsal.
d. e. Las cinco vertebras humares.
f. El hueso sacro.
g. La clavícula.
h. El esternon.
i. j. Las siete costillas verdaderas.
k. l. Las cinco costillas falsas.
m. El omoplato ú escápula.
n. La articulacion del humero.
o. El humero.
p. El hueso ilion.
q. El hueso isquion.
r. El hueso púbis.
s. El fémur.
t. La articulacion del fémur.

Todos estos son los huesos de que se compone el cuerpo, entre los quales se muestra notablemente en el pecho el esternon, por otros llamado escudo del corazon. Este hueso que en la figura hemos señalado *h*, empieza desde la hoya de la garganta, y remata en la boca del estómago: tiene en la parte de arriba dos senos donde se prenden los huesos *g.* de la clavícula, y de allí abaxo tiene en cada lado siete ojuelos donde encaxan las siete costillas verdaderas.

Todas las costillas de un cuerpo son veinte y quatro, doce en un lado y doce en otro, y todas ellas nacen de los doce huesos ó vertebras del espinazo, comprehendidas desde la *b*. hasta la *c*. Préndense las catorce con el hueso esternon, las siete en un lado y las otras siete en otro, que son las que llaman costillas verdaderas, las otras diez restantes, llamadas costillas falsas, se van pegando unas con otras con unas ternillas que tienen á los extremos ó puntas, y suben hácia arriba: estas diez costillas estan tambien cinco á cada lado, y todas ellas hacen una caxa ovada, segun manifiesta la figura. Los huesos *p*. *q*. *r*. forman las ancas, y sustentan las tripas: estos huesos son grandes, y los llaman por la parte *p*. ancas, por la parte *q*. de la articulacion del fémur, quadril; y por la parte *r*., en que se juntan por delante encima del miembro viril, son llamados hueso del pelo.

HUESOS DE QUE SE COMPONE EL ESQUELETO DEL CUERPO VISTO POR LAS ESPALDAS, *estampa 14*.

a. Atlas ó primera vertebra.
b. El exe ó segunda vertebra.
a. *c*. Las siete vertebras cervicales.
d. Primera vertebra dorsal.
e. Ultima vertebra dorsal.
d. *e*. Las doce vertebras dorsales.
f. Las cinco vertebras lumbares.
g. El hueso sacro.
h. El hueso cóxîs y la clavícula.
j. El omoplato ú escápula.
k. El apofisis espinoso del omoplato.
l. El humero.
m. La cabeza del humero.
n. El hueso ilion.
o. El hueso isquion.
p. El hueso púbis.
q. El fémur.
r. La cabeza del fémur.
s. *t*. Las cinco costillas falsas.
u. *v*. Las siete costillas verdaderas.

En este esqueleto por las espaldas se muestran los omoplatos *j*. enteros, llamados tambien paletas, y cada uno forma una especie de triángulo de ángulos y lados desiguales; estan situados entre la primera y quinta costilla, y cada uno tiene una gran salida que le atraviesa desde el lado de hácia el espinazo hasta el cuello que forma en la parte donde encaxa la cabeza del humero *m*. que forma el hombro, metiéndose en el seno liso que tiene el omoplato en aquella parte. Esta salida señalada *k*., y distinguida aquí con el nombre de apofisis espinoso del omoplato, la llaman tambien espina, y va subiendo hácia arriba, y al cabo hace una cabeza ancha, que se prende con la clavícula de su lado, y juntas la cabeza de la espina y la clavícula hacen la punta del hombro.

Todo el espinazo desde la cabeza hasta el hueso sacro se compone de veinte y quatro huesos ó vertebras de muy extraña hechura y gran ar-

tificio; por la parte de adentro son redondos y macizos, y esto es lo que llaman cuerpo del nudo: cada uno tiene á la parte de atras un agujero por donde pasa la medula ó tuétano que sale de los sesos, y los ensarta á todos. Estan pegados unos con otros, como los caños en un aqüeducto, con unas ternillas para que no se lastimen al moverse, y ademas tiene cada uno siete salidas, dos altas, dos baxas, dos á los lados y una atras; y por ser estas salidas á modo de espinas, fué llamado el todo espinazo.

De estos veinte y quatro huesos tiene los siete el pescuezo desde *a.* hasta *c.*, y desde allí empiezan los doce de las espaldas, que acaban en *f.* Estos son en parte diferentes por ser las salidas de atras triangulares y pendientes; y cada uno tiene en ámbos lados un hoyuelo en que se inxieren las costillas. Desde la *e.* hasta la *f.*, que como hemos dicho, son las cinco vertebras lumbares, se forman los lomos, y estos huesos son mayores y ménos agujereados: sobre ellos se mueve el cuerpo hácia adelante y hácia atras, y tambien hácia los lados, y se juntan con el hueso sacro en *f.*

El hueso sacro *g.*, por ser el mayor del espinazo, le llaman tambien hueso grande, y es su sitio entre las ancas, ó hueso ilion *n.*, lomos y rabadilla, ó hueso coxîs. Su figura es al modo de un escudete antiguo, y es liso á la parte de adentro, y tiene á cada lado cinco agujeros; pero por la parte de atras tiene tantas salidas y asperezas, que su vista es cosa extraña: este se junta con las ancas tan reciamente por medio de una tela que los ciñe, que jamas se desgobiernan por aquellas junturas. Al fin de este hueso, por la parte de abaxo, está la rabadilla ó hueso coxîs, y se compone de quatro huesos que fenecen en una puntilla como pico de papagayo torcida hácia dentro. Lo demas se muestra patente en las figuras.

HUESOS DE QUE SE COMPONE EL ESQUELETO DEL CUERPO VISTO POR EL LADO, *estampa 15.*

a. b. Las vertebras.
c. La clavícula.
d. La última vertebra verdadera.
e. f. Las cinco costillas falsas.
g. El esternon.
h. El omoplato.
i. El apofisis espinoso del omoplato.
j. La articulacion del humero.
k. El humero.
l. El hueso ilion.
m. El hueso púbis.
n. El hueso isquion.
o. El hueso coxîs.
p. La articulacion del fémur.
q. El fémur.

En todos estos huesos no hay alguno que no se muestre en las dos figuras antecedentes, ya por delante, ya por detras, y solo los expresa-

mos en esta para que se conozca mejor su estructura y colocacion; pues sus destinos quedan tambien explicados

ESQUELETOS DE LOS BRAZOS Y MANOS, *estampa 16.*

En las quatro figuras de esta lámina se demuestran por quatro lados diferentes todos los huesos de que se componen los brazos y manos, y son los siguientes.

a. El húmero.
b. El cúbito.
c. El radio.
d. El pisiforme ú orbicular.
e. El hueso grande.
k. El hueso semilunar.
l. El escafoides ó navicular.
m. El unciforme.
n. El trapezoide.
o. El cunciforme.
p. El trapecio.

El hueso *d.* hasta el *p.* inclusives son los que componen el carpo.

q. Los huesos del metacarpo.
r. La primera falange de los dedos de la mano.
s. La segunda falange.
t. Las quatro últimas articulaciones de los dedos.
1. El dedo pólex ó pulgar.
2. El índex.
3. El dedo medio.
4. El anular.
5. El meñique.

El hueso *a.*, que como hemos dicho, se llama el húmero, es liso y largo, aunque desigual, y por la parte alta tiene una cabeza grande que parece dividirse en dos, porque la mitad es lisa, y se junta con el seno de la paleta ú omoplato, y la otra mitad es áspera y desigual: en estas asperezas se inxieren las ligaduras que le unen con la paleta. Por la parte de abaxo, donde se junta con los huesos cúbito y radio, tiene tambien otra cabeza ancha, y en ella un seno y dos tolondrones á manera de polea, y en ella se forma el codo. La mano, ó lo que se llama carpo, se prende á los dos huesos ó canillas *b. c.* con otros ocho huesos que forman lo que llamamos muñeca, y á estos se juntan los demas de la palma y dedos, segun que con bastante claridad y distincion se ven en las figuras.

ESQUELETOS DE LAS PIERNAS Y PIES VISTOS POR QUATRO LADOS, *estampas 17 y 18.*

El primer hueso de los que componen la pierna es el llamado fémur, señalado *a.* Es tambien el mayor y mas regular de todo el cuerpo, y coge todo lo que llamanos muslo. En su parte superior tiene una cabeza semi-esférica y lisa, señalada *b.*, que llaman cabeza del fémur, con la qual se encaxa y liga con la cadera ó anca. Los demas huesos son los siguientes.

c. La rótula ó choquezuela.
d. El tibia.

e. El peroneo.
f. El tarso.
g. Los cinco huesos del metatarso.
h. El calcáneo.
i. Las falanges de los dedos.
j. El gran cuneiforme.

Toda la pierna se compone de quatro huesos hasta el pie, no contando el del anca, y son el del muslo, el de la rodilla, y los dos que forman la canilla de la pierna; y el pie es compuesto de veinte y seis huesos. El apuntado con *f.* forma el tobillo, el señalado con *h.* es lo que llamamos talon ó zancajo: todos los demas, cuyos nombres quedan sentados, se manifiestan claramente en las figuras. La *estampa 18* muestra los mismos esqueletos de las piernas vistos por ámbos lados, y todos los huesos estan notados con las mismas letras que en la antecedente.

De los músculos principales del cuerpo humano, y sitio que en él ocupa cada uno.

Despues que para la demostracion de los huesos nos hemos valido de las figuras precedentes, explicándolos por los medios mas sencillos y claros que nos ha sido posible, nos resta ahora, y nos parece puesto en razon demostrar todos los músculos que exteriormente se manifiestan en el cuerpo, y de los quales provienen los bultos ó desigualdades que se notan en la piel de que está cubierto; pero segun que dexamos dicho en otra parte, hablando de los huesos, explicarémos y notarémos con alguna mas individualidad el por menor de estos músculos; porque, aunque no es necesario para el propósito principal de esta obra, relativamente á la escultura y pintura, llevamos el objeto de hacerla útil igualmente á los profesores de otras artes ó facultades, especialmente de la cirugía; pues no siendo así nos basta con expresar aquellos mas notables ó de mayor bulto, que contribuyen con particularidad á dar la forma exterior del cuerpo humano, distinguiéndolos toscamente, pero en el verdadero sitio ó lugar que á cada uno corresponde.

DE LOS MUSCULOS DE LA CABEZA Y PESCUEZO.

CABEZA VISTA DE FRENTE, *estampa 22, fig. 1.*

Por esta parte tiene la cabeza los músculos siguientes.

1. El músculo frontal, el qual arruga la piel de la frente, y ayuda á levantar las cejas.
2. Calota aponebrótica.
3. Músculo temporal, cuya accion es levantar ó tirar hácia arriba la mandíbula inferior.
4. El orbicular de los párpados ó músculo superciliar, que hace ar-

rugar la piel entre las cejas ó el entrecejo.

5. El músculo constrictor de la nariz.
6. El elevador comun de las alas de la nariz y del labio superior.
7. El pequeño cigomático, y elevador del ángulo de la boca.
8. El orbicular de los labios.
9. El bucinator ó trompetero.
10. El gran cigomático.
11. El elevador, propio del labio superior.
12. El depresor de los labios.
13. El músculo piramidal de la barba y el transverso.
14. El mastoideo.
15. El esterno-hyodes.
16. El coraco-hyodes.
17. El trapecio.
18. Las clavículas.

MUSCULOS DE LA CABEZA POR DETRAS, *fig.* 2.

1. Calota aponebrótica.
2. Músculo temporal.
3. Músculo occipital.
4. El cugullar ó trapecio.
5. El gran transversal del cuello.

MUSCULOS DE LA CABEZA POR EL LADO, *figuras 3 y 4.*

1. El músculo frontal.
2. El temporal.
3. El orbicular de los párpados.
4. El occipital.
5. El músculo constrictor de la nariz.
6. El elevador comun de las alas de la nariz y del labio superior.
7. El elevador propio del labio superior.
8. El pequeño cigomático, y elevador del ángulo de la boca.
9. El gran cigomático.
10. El buccinator.
11. El maseter.
12. El gran transversal del cuello.
13. El trapecio.
14. El supraespinoso ó sobreespinado.
15. El deltoides.
16. Las clavículas.

MUSCULOS DEL CUERPO, VISTOS POR LA FRENTE, POR LA ESPALDA Y POR EL LADO, *estampas 20, 21 y 22.*

1. Las clavículas, que afirman el brazo y la espalda.
2. El esternon, en que se unen las costillas.

3. La cabeza del hueso humero, donde se ata el bíceps.
4. El pectoral, que lleva el brazo hácia adelante.
5. El cartilago xifoydes en la parte exterior del esternon.
6. El grande serrato..... } Traen el omoplato ó escápula há-
7. El pequeño serrato ó pectoral. } cia adelante.
8. El obliqüo externo. } Hacen volver obliqüamente el pecho sobre
9. El obliqüo interno. } los huesos íleos ó de las caderas.
10. El músculo recto, cuya accion es doblar el cuerpo hácia adelante.
11. La línea alba, que sirve de atadura á los músculos del vientre inferior.
12. El trapecio, que sirve para tirar la cabeza y escápulas hácia atras.
13. El sobre espinoso, que pasando por debaxo del trapecio llama el brazo hácia arriba.
14. El baxo espinoso, que llama el brazo hácia atras.
15. El depresor propio del brazo, al qual dirige hácia abaxo.
16. Parte del romboydeo, que tira el omoplato hácia atras.
17. El gran dorsal, que baxa el hueso del brazo, y llama á este hácia atras.
18. El sacro lumbar, que está debaxo de la membrana del gran dorsal.
19. El espinoso ó quadrado de los lomos, que está debaxo de la misma membrana: estos dos músculos dirigen su accion á enderezar el espinazo.
20. El membranoso ó fascialata, que mueve el muslo hácia afuera.
21. El pequeño glúteo. } Estos dos músculos extienden el muslo.
22. El gran glúteo..... }
23. El tríceps, el qual aproxîma los muslos.

MUSCULOS DE LOS BRAZOS.

EL BRAZO POR DELANTE, *estampa 23, figuras 1 y 2.*

1. El músculo deltoides, cuya accion es levantar el brazo.
2. El bíceps braquial... } Estos dos músculos sirven para doblar el an-
3. El braquial interno. } tebrazo.
4. El grande extensor del antebrazo.
5. El redondo pronator, que sirve para volver el antebrazo hácia adentro.
6. El largo supurator, que vuelve el antebrazo hácia afuera.
7. El largo palmar... }
8. El cubital interno. } Cuyos tres músculos doblan la muñeca.
9. El radial interno.. }

10. El largo flexôr del pulgar.
11. El corto palmar.

EL BRAZO POR DETRAS, *figuras 3 y 4.*

1. El deltoides.
2. El músculo externo de la articulacion del codo.
3. El largo extensor de la misma articulacion.
4. El corto extensor de dicha articulacion: estos tres últimos músculos unidos se llaman el tríceps braquial, y sirven para extender el antebrazo.
5. El largo radial externo.
6. El corto radial externo.
7. El músculo interno del codo, llamado anconeo.
8. El músculo externo del codo.
9. El extensor comun de los dedos.
10. El corto extensor del pulgar.
11. El ligamento anterior del brazo, por baxo del qual pasa la aponebrosis.
12. El largo extensor del pulgar.
13. El extensor propio del índex.

MÚSCULOS DE LAS PIERNAS POR DELANTE Y POR DETRAS, *est. 24 y 25.*

1. El glúteo mayor.
2. El glúteo menor. } Sirven para extender el muslo.
3. El gran trocanter, en que se insertan y atan los músculos del muslo.
4. El vasto externo.
5. El vasto interno. } Sirven para extender la pierna.
6. El gracil ó recto interno, cuya accion es doblar la pierna.
7. El sartorio, el qual sirve para montar una pierna sobre la otra.
8. El recto ó gracil anterior, el qual extiende la pierna.
9. La rótula ó choquezuela, que afirma la rodilla.
10. El grande extensor de los dedos, que sirve para extender y abrir los dedos.
11. El tibial anterior, que levanta la punta del pie.
12. El gemelo interno.
13. El gemelo externo. } Estos tres músculos extienden el pie.
14. El solar.....
15. El tendon de Aquiles, que extiende tambien el pie.
16. El flexôr de los dedos, que sirve para doblarlos.
17. El maleolo ó tobillo externo. } Estos afirman el tibia y el peroneo sobre el calcáneo.
18. El maleolo ó tobillo interno.

19. El bíceps de la pierna, que sirve para doblarla.
20. El seminervioso.....} Los quales doblan tambien la pierna.
21. El semimembranoso.}
22. El fascialata, cuyo uso nadie le ignora.

Todos estos músculos, cuyos nombres quirúrgicos dexamos sentados y anotados en sus respectivas figuras y lugares, sirven para los fines que quedan igualmente explicados, y ademas llenan los vacíos y cavidades que dexan los huesos del esqueleto, formando aquellos altos ó desigualdades que constituyen la exterioridad natural de la figura humana: estas desigualdades, bultos ó relieves son las que deben observar y copiar en sus obras los profesores de la escultura y pintura si desean imitar en ellas á la naturaleza, cuya sabiduría y prodigalidad nos manifiesta en la grande economía con que ha procedido en todas estas partes, disponiéndolas y ordenándolas de un modo tan conforme y preciso para sus operaciones; al mismo tiempo que nos pone á la vista unas maravillas cuya consideracion es capaz de confundir nuestro limitado saber, y elevar nuestro entendimiento al conocimiento de Dios, primera causa de todo.

DE LOS ESCORZOS.

Escorzo se llama el relieve que se muestra por arte perspectiva en las cosas dibuxadas, segun se oponen á la vista, ó mas bien es la mutacion que padecen los objetos en el ojo del observador en todas aquellas partes que no estan perfectamente fronteras, y cuya demostracion la harémos por una regla infalible y precisa que escribió mas largamente *Alberto Durero*, de nacion Aleman, excelente pintor, y muy exercitado en las matemáticas, en su quarto libro de simetría y recta forma del cuerpo humano.

Hablando pues de este asunto se puede escorzar una figura, ó parte de ella que se quisiere, retratando del natural, la qual se hace con mas facilidad: este natural se entiende por figuras de todo bulto, redondas, hechas de cera ú otra materia, que hechas en la proporcion del natural sirven, en defecto de este, de modelo y exemplar, segun que lo usan ventajosamente muchos pintores y escultores, guardando estas reglas y teórica para mas seguridad. Aunque á los plateros y otros artífices les ocurre pocas veces esta necesidad, sin embargo bueno será que entiendan esta teoría para valerse de ella en las historias de medio relieve que se hacen en muchas piezas, porque no puede darse buen movimiento á las figuras que no se escorzaren algunos de sus miembros. A este fin, y para que nos sirva de principio, enseñarémos los largos y gruesos de todo el cuerpo, los quales sabidos, se entenderá lo demas.

MEDIDAS GENERALES DEL CUERPO HUMANO CON RESPECTO Á FORMAR FIGURAS GRANDES, *estampa 26.*

Para hacer los escorzos que nos hemos propuesto, y las figuras grandes en que la vista no alcanza á percibir sus partes, es necesario tener una regla tan larga como se quiera la figura; esta se ha de dividir en ocho partes, y cada parte en quatro, de modo que todo el largo tenga treinta y dos partes iguales. De estas partes se da primero todo el largo á cada miembro, y despues el ancho, de este modo: el largo de la cabeza ha de tener quatro partes, el pescuezo una parte, y el cuerpo desde los hombros hasta las íngles once, cuya suma son diez y seis partes, mitad del alto de la figura. El largo del muslo desde las íngles hasta la choquezuela de la rodilla es siete partes, desde esta á los tobillos ocho, que con una que se da al pie componen diez y seis partes, y son la otra mitad de la altura de la figura. El brazo desde el sobaco á la mano tiene de largo nueve partes, la mano tres, y desde el sobaco hasta encima del hombro dos. En el ancho tiene la cabeza tres partes por delante, y lo mismo por detras, y por el lado tiene quatro. El cuello tiene dos partes, el cuerpo por la parte de los hombros tiene ocho partes, y por el lado cinco: por la parte del sobaco tiene seis partes por la frente, y cinco por el lado: por la cintura tiene cinco partes frontero, y quatro por el lado: por las ancas tiene seis de frente, y cinco de lado. El muslo en el nacimiento tiene tres partes por la frente, y otras tres por el lado: por la rodilla tiene dos de frente, y dos de lado: por la pantorrilla tiene dos partes y media por la frente, y lo mismo por el lado. Por el tobillo una por el frente, y una y media por el lado: el pie por el talon tiene una parte, y quatro por el lado, que es todo el largo del pie: cuyas partes medidas en el movimiento y aptitud que la figura tuviere, se corta de quadrado á la superficie llana por todos los tamaños dichos y mostrados en las figuras, y despues se forman las partes redondas, dando su término á cada una segun se manifiesta en las figuras anteriores. El brazo tiene de ancho por el molledo parte y media por el frente, y dos por el lado: por la tabla tiene dos partes de frente, y una y media por el lado: por la muñeca tiene una parte por la frente, y tres quartos de una de estas partes por el lado: la mano tiene dos partes por la frente, y media por el lado. Todos los anchos del cuello F, de los hombros AB, de los sobacos C, de la cintura D, y de los muslos E, con las demas partes, se mostrarán en los cortes del cuerpo apuntadas con estas mismas letras y cifras, para que se entiendan estos gruesos todos como cosa importante para la escultura.

CÓMO SE DEBEN HACER LOS CORTES DE LAS DIFERENTES PARTES DEL CUERPO, PARA MOSTRAR SU REDONDO Ó GRUESO POR TODOS LADOS, *estampa 27.*

Para mostrar la figura que tiene la cabeza, así por la parte del casco como por la de la barba, se hace una cabeza de lado (*figura 1*), y puesta entre dos paralelas se continúan adelante, y entre ellas se dibuxa otra cabeza por la cara (*figura 2*), y otra cabeza por el colodrillo (*figura 3*). Del ancho de la cabeza frontera se baxan dos líneas perpendiculares desde las orejas, y de ellas se hace un poco mas abaxo un quadrado (*figura 4*) con su diagonal: al ancho de este quadrado se dan otras dos líneas paralelas, y de la cabeza de lado baxan tambien á plomo otras dos líneas por las narices y colodrillo hasta que con el encuentro de las paralelas baxas hacen un quadrángulo (*figura 5*) un tercio mas largo que alto, y en él se baxan líneas á plomo, una desde la frente y barba, otra del ojo, otra de la oreja, y otras del pescuezo y colodrillo. De la cabeza frontera se hace la misma operacion, baxando líneas tambien á plomo hasta la diagonal, y desde esta se llevan horizontal y paralelamente hasta el quadrángulo, en el qual, el encuentro de estas líneas con las baxadas de la cabeza de lado, determinan donde se deben dibuxar todas las partes del rostro para formar la cabeza escorzada, y vista por la parte de abaxo ó del cuello, segun se representa en la *figura 4*. Es fácil percibir en esta demostracion que quantas mas líneas se baxan de las diferentes partes de las cabezas, con tanta mas precision se determinan las mismas partes escorzadas en la *figura 4*, en la que se cuidará de anteponer las partes primeras, como es la quixada y barba, á los carrillos, y los carrillos á las cejas.

Por ser la parte del casco la opuesta en la *figura 6*, y ser esta parte mayor que las demas de la cabeza, encubre todas las otras, salvo el pico de la nariz y vuelo de las orejas; en lo demas, el contorno muestra el mismo talle que en la *figura 4* de la cabeza por la parte opuesta.

La *figura 7* muestra el cuerpo por la parte de encima de los hombros, los quales son en los puntos AB, y en la F se muestra el grueso del pescuezo. Todo lo demas es el redondo que hace por el pecho, que es la parte baxa en la figura, y la parte alta es el redondo que hacen las espaldas.

La *figura 8* muestra el redondo ó contorno del cuerpo por el sobaco, que es por la línea de adentro donde está la C, y el contorno de arriba es el mismo que en la *figura 7*.

La *figura 9* muestra el grueso por la barriga, por las ancas y por las nalgas por la línea ó contorno de arriba; y en la de adentro, donde

está el punto D, muestra el grueso y contorno que tiene el cuerpo por la cintura encima de las ancas.

La *figura 10* muestra el mismo grueso ó contorno exterior por la parte de arriba que en la *figura 9*, y los contornos interiores señalados con E, y el número 11, son el grueso de los muslos.

Las *figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6* y *7* de la *estampa 28* muestran los gruesos de las demas partes del cuerpo, como son la *1* el de la muñeca; la *2* el del brazo por la tabla; la *3* el del molledo del brazo; la *4* el de la planta del pie; la *5* el de la pierna por los tobillos; la *6* el de la pantorrilla, y la *7* el de la rodilla; todas las quales partes, bien entendidas, se podrá con ellas hacer la demostracion de los escorzos, como se dirá adelante.

DE LOS ESCORZOS DE LA CABEZA, *estampa 28, figura 8.*

Quando se quisiere trazar un rostro terciado, que ni sea frontero ni de lado, y mostrar de él solo la parte que la vista pueda determinar mirado de un punto, se ha de hacer de esta suerte: hágase en un quadrángulo una cabeza en la forma que se hizo en la *figura 4* de la *estampa 27*, y esta se pondrá obliqüamente con un ángulo opuesto hácia nuestra vista, poco ó mucho segun se quiera, y de los ángulos extremos se subirán dos líneas á plomo, entre las quales se tirarán mas arriba otras dos líneas horizontales y paralelas entre sí que contengan todo el alto de la cabeza, y este alto se dividirá en quatro partes. Despues, desde todas las diferentes partes ó puntos principales de la cabeza en el quadrángulo, se subirán líneas á plomo hasta encontrar las horizontales tiradas arriba, que con su concurso determinan en los términos debidos los vuelos de la nariz, barba, mexillas y oreja. El mismo corte que hiciere la frente y mexilla por el lado de afuera, ha de mostrar por el lado de adentro entre la oreja y el ojo, por cuya parte en este exemplo es frontero el rostro.

De allí á la oreja se va escondiendo, segun manifiestan las líneas subidas de la figura de abaxo. En todas las cosas que se muestran antepuestas y escorzadas se les da mas relieve con las luces y sombras, guardando en ellas sus quadros y viages segun la parte que se sombrea con los trazos limpios.

Figura 9.

Quando se quisiere dibuxar un rostro de frente, y mirando hácia arriba, segun que aparecerá á la vista siendo de bulto, y teniendo por horizonte el medio de su alto, se ha de tomar el rostro del lado metido en su quadrado, y ponerle sobre una línea recta, de modo que esté tan levantado hácia arriba como se quisiere que lo esté el rostro frontero. Despues se dará por arriba otra línea paralela con la de aba-

xo, y entre ellas á la parte delantera del rostro, se dan dos líneas á plomo en el ancho que el rostro ha de tener, segun el tamaño del que se puso de lado: hecho esto se dan desde la nariz, frente, sobrecejo, boca y barba unas paralelas del rostro de lado al frontero, y por ellas se van formando las partes del rostro, en los altos que determinan las paralelas, y del mismo modo se procederá para situar los ojos, orejas y colodrillo, segun que con todas las demas partes se muestran en sus sitios correspondientes en la figura, anteponiendo la barba á la boca, esta á la nariz, y la nariz á la frente; observando siempre no excederse en los anchos de aquellos que corresponden y quedan determinados en las medidas ó proporcion del rostro, pues estos anchos no se disminuyen ni aumentan en este escorzo, y sí solo los altos ó largos.

Estampa 29, figura 1.

Para trazar un rostro que mirando hácia abaxo esté tambien inclinado á un lado, es necesario, como en los exemplos anteriores, delinear el rostro de lado entre dos líneas de su largo y ancho, perpendiculares entre sí, de las quales la del largo tenga la obliqüidad ó inclinacion que se quiera dar al rostro hácia abaxo: despues desde el ángulo de arriba se tirará una línea horizontal, y desde ella un poco mas adelante se trazarán otras dos líneas perpendiculares entre sí, la una del largo y la otra del ancho del rostro, y la del largo se hará con la obliqüidad ó inclinacion que se quiera dar de lado al rostro, lo qual es arbitrario é independiente de la que se le dé de hácia abaxo; quiero decir, que dándole la misma inclinacion al rostro hácia abaxo en el perfil, se le puede dar mas ó ménos al rostro frontero hácia el lado, y vice versa. Hecho todo esto se tira en el rostro frontero una línea en el medio de su ancho, que sea paralela con la de su largo, y desde el perfil se tiran horizontales hasta esta línea, las quales en los puntos de tocamiento señalan todos los largos de las partes del rostro escorzadas, y en la forma que las nota la vista estando el rostro inclinado hácia abaxo y á un lado; pero se tendrá presente que desde los puntos en que las horizontales, que van del perfil, encuentran la línea del rostro frontero, se han de tirar líneas paralelas á las del ancho, las quales son las que determinan los lugares en que se han de situar los ojos, las narices, la boca &c.

Figura 2.

Si este rostro se quisiere mostrar frontero, y mirando hácia abaxo, se procederá de la misma manera; porque así como para mirar hácia arriba, en el exemplo anterior, se puso el ángulo que está debaxo del colodrillo sobre la línea plana, así en este caso para mirar hácia abaxo se

ha de poner el ángulo que está debaxo de la barba sobre la línea tan obliqüamente como se quisiere; y dada por el ángulo alto la otra línea paralela con la de abaxo, y entre ellas las demas horizontales hasta encontrar las paralelas baxadas de lo alto del rostro frontero, señalan con su concurso todos los sitios de las partes del rostro, como son la frente, los ojos, la nariz, la barba, y demas, hasta quedar enteramente trazado en la forma que demuestra la figura; teniendo cuidado con los anchos de todas estas partes, los quales no escorzan ni se disminuyen nada, sino solamente los largos ó altos, que son los inclinados abaxo.

Figura 3.

Quando á este rostro se le quisiere mostrar mirando alto y caido á un lado para algun movimiento triste, ó algun otro afecto, se hace primero, puesto de lado, que mire tan alto como se quisiere. Un poco mas adelante se forma un ángulo recto con dos líneas, que la una hace el largo del rostro y la otra el ancho. Este ancho sabido, segun el tamaño del rostro de lado, se da en el medio de la línea del ancho una línea paralela con la del largo, y en ellas se toman con las horizontales tiradas desde el rostro de lado, los términos de la nariz, boca y barba, y las demas partes del rostro. Desde los puntos en que estas horizontales concurren con la línea del medio del rostro, se dan otras líneas paralelas con la del ancho del mismo rostro, que muestran los sitios de los ojos, orejas y quixada, segun se ve en la figura.

De los escorzos de los brazos.

ESCORZO DESDE EL CODO AL HOMBRO, *estampa 30.*

Si se hubieren de hacer brazos (*figuras 1 y 2*) que muestren escorzo desde el codo al hombro, se le hace primero frontero, de suerte que el hombro y molledo se oponga mas entero, y entran los trazos de los mas delanteros en las otras partes que quedan mas atras; y mostrado por el codo, lo que se opone mas á la vista es el codo, y por esta causa se muestra mas entero.

ESCORZO DEL CODO Á LA MANO.

Quando el brazo (*figuras 3 y 4*) escorza del codo á la mano, si se mirare frontero, se ha de mostrar mas de la mano, y esta cubrirá mas de las partes que alcanzare, ó á que se anteponga, y por la parte del codo este está mas expuesto á la vista, por lo qual se ve mas de él, y de la mano por el contrario se ve ménos.

DE LOS ESCORZOS DE LAS PIERNAS, *estampa 31.*

Escorzo en los muslos.

Quando una pierna (*figura 1*) muestra escorzo en el muslo en una figura sentada, ó que haga otro efecto, se hace por el mismo órden, ó siguiendo el mismo método que en los brazos, para lo qual se dibuxa primero de lado, y llevadas las paralelas de todas las partes un poco mas adelante, se forman con ellas estas mismas partes en la pierna escorzada y frontera; y como la rodilla es la que se antepone al muslo, por esto se pone delante, y con los trazos de la pierna que entran en el muslo: lo demas se percibe con la simple inspeccion de la figura.

En la *figura 2* se manifiesta el mismo escorzo de la pierna por la parte de atras, por eso se manifiesta la corva en lugar de la rodilla: su inteligencia en la operacion es bastante clara sin necesidad de mas explicacion.

ESCORZO DE LA RODILLA AL PIE, *estampa 32, Figura 1.*

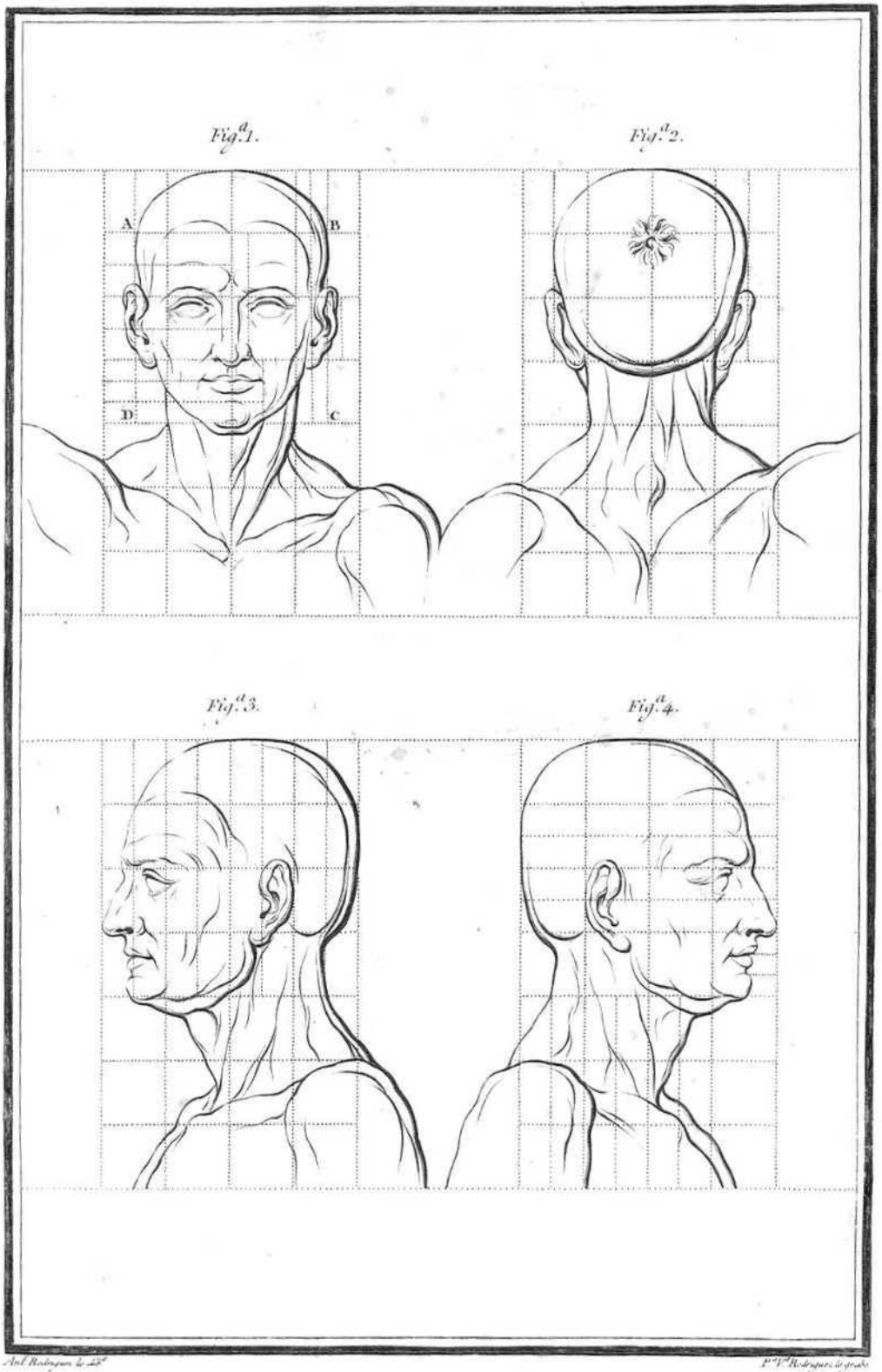
Si en lugar de escorzar una pierna por el muslo fuese por la parte baxa desde la rodilla hasta el pie, se procederá con el mismo método que en las anteriores; esto es, trazando la pierna de lado en la accion que se quisiere, y tirando despues de todos sus puntos principales líneas horizontales, que determinarán todos los altos de las partes correspondientes; y como en el supuesto de este exemplo la parte escorzada está detras, por eso el muslo se manifiesta frontero, é impide la vista de parte de la pierna.

Figura 2.

Del mismo modo si el escorzo de una pierna, por la parte de abaxo desde la rodilla, se hubiese de manifestar por detras de la pierna; esto es, visto por la parte escorzada; como esta se antepone al muslo, muestra la planta del pie frontera, é impide se vea parte del muslo por detras, que tambien está frontero.

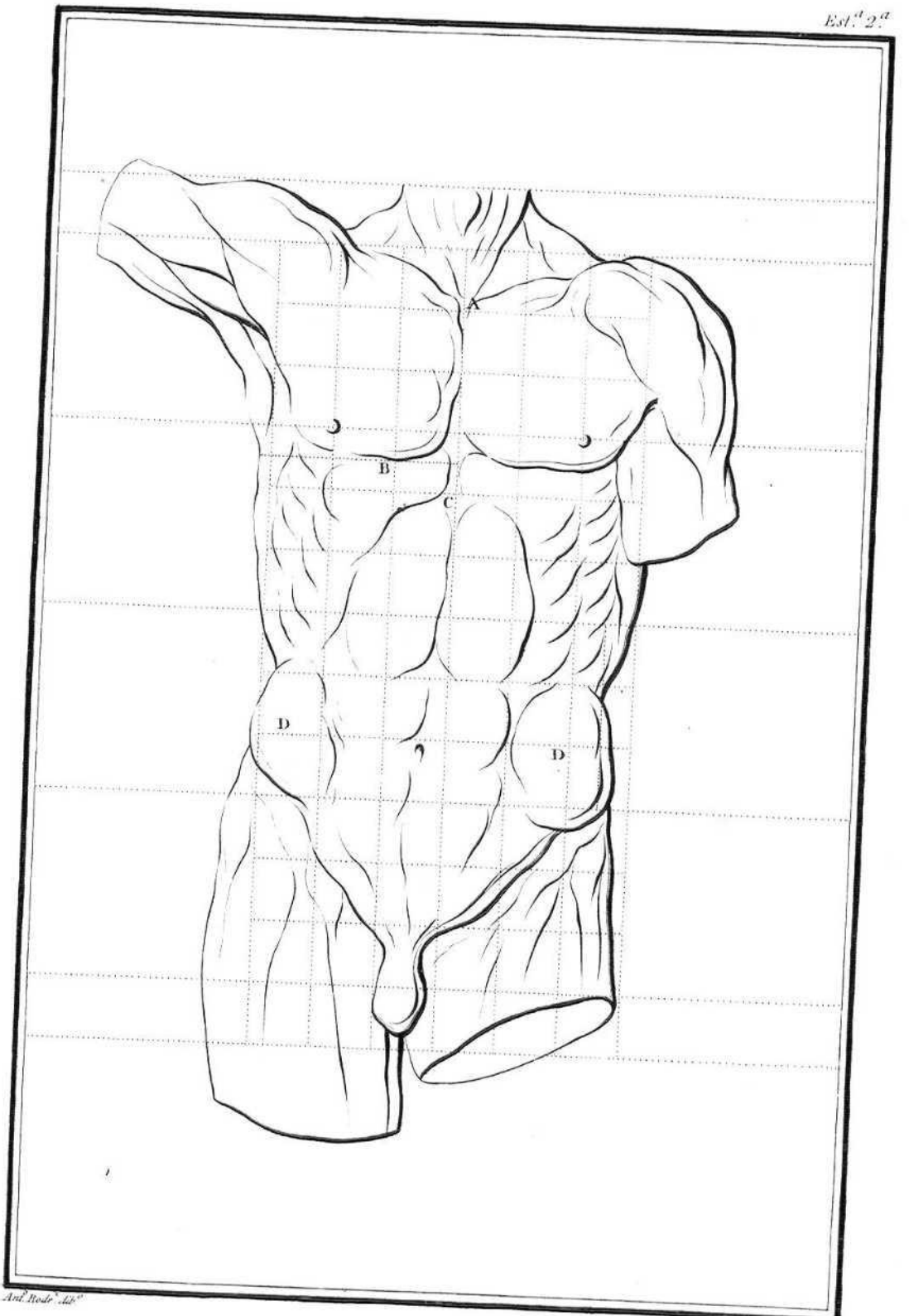
Para dibuxar, así estos escorzos como otros qualesquiera, no basta dibuxar primero los objetos de lado y geométricamente, como hemos hecho en los exemplos anteriores de brazos y piernas, pues estos solo suministran los altos de las partes escorzadas y no escorzadas, sino que es necesario para los anchos de estas mismas partes tomarlos de una figura dispuesta como en la *estampa 12*, ó por los gruesos de los diferentes cortes del cuerpo y piernas, que estan en las *estampas 13 y 14*, para darlos á las partes que se presentan fronteras.

Es indispensable, para exercer la escultura y pintura debidamente, saber todas las cosas que quedan demostradas; porque faltando alguna siempre será pedante en aquella parte que faltare, y con solo lo dicho basta para abrir camino, y dar luces para otras muchas cosas que se ofrecen á cada paso en estas artes; sin embargo, diriamos mucho mas si no fuera que para ello es preciso escribir y gastar mucho tiempo, que reservamos para tratar de otras cosas igualmente útiles que necesarias.



Ant. Rodriguez le dix.

F.co V.e Rodriguez le grav.

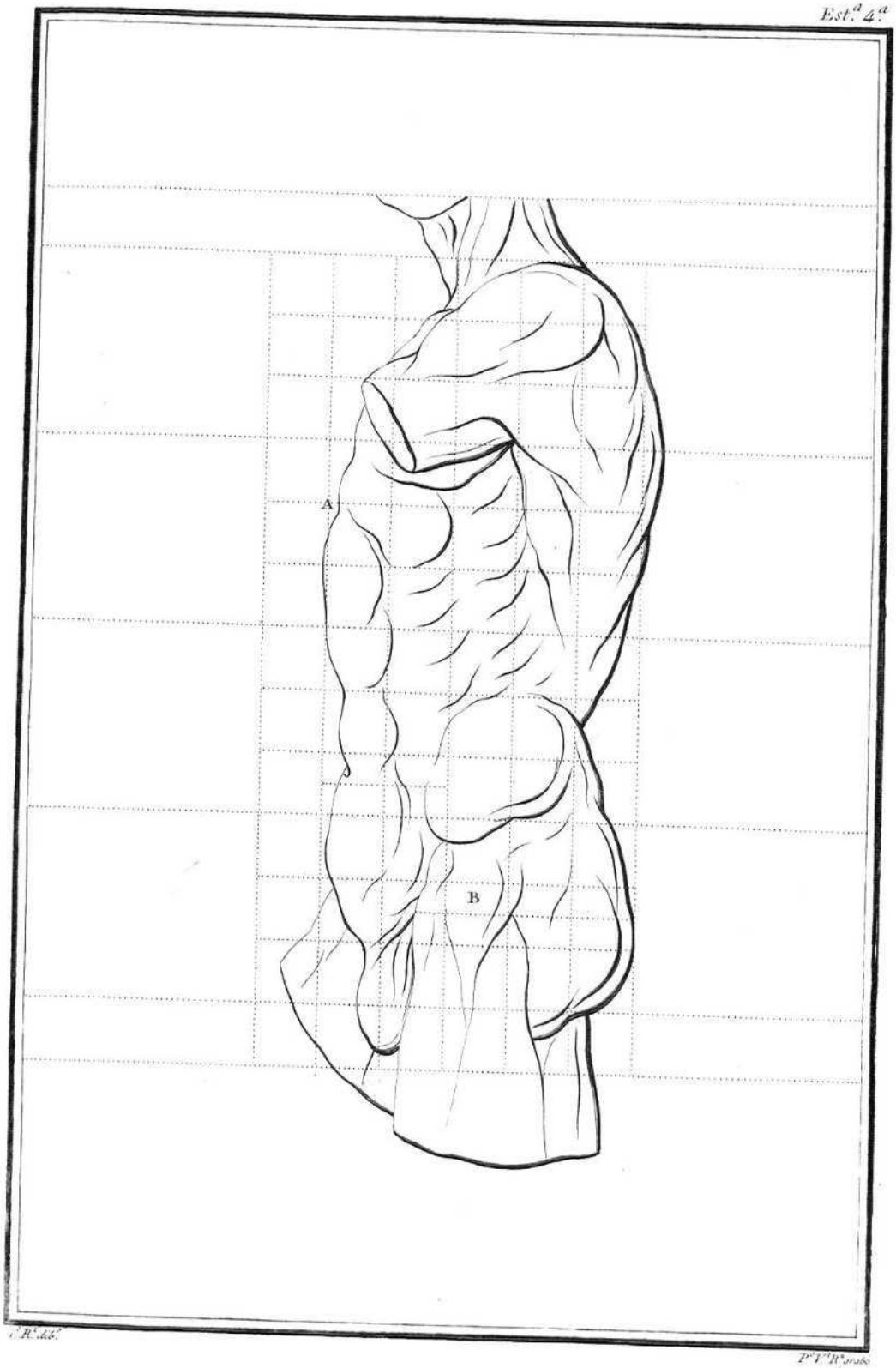


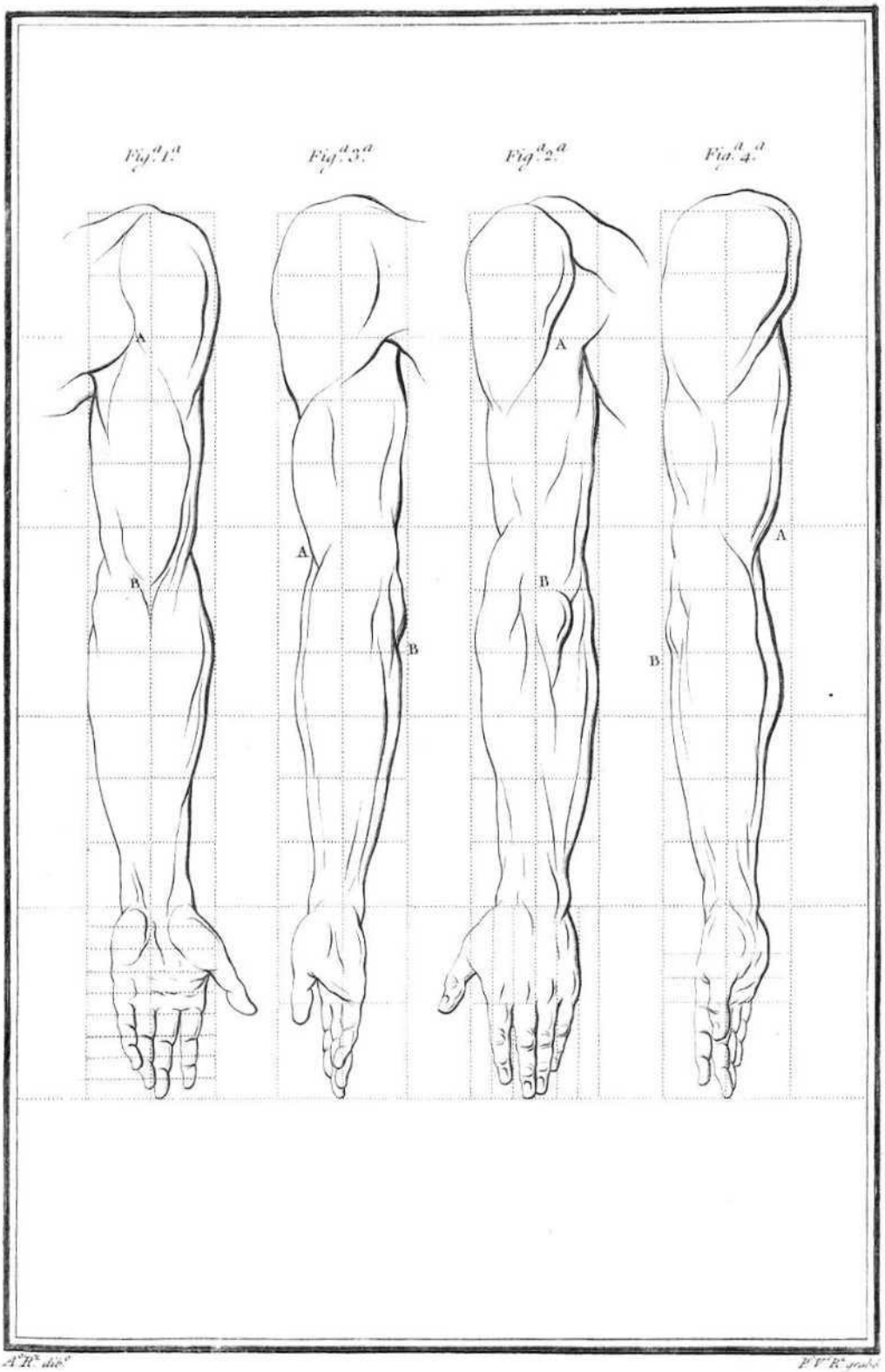
Ant. Rodr. del.o

P. V. Rodr. sc.

A.º R.º del.º

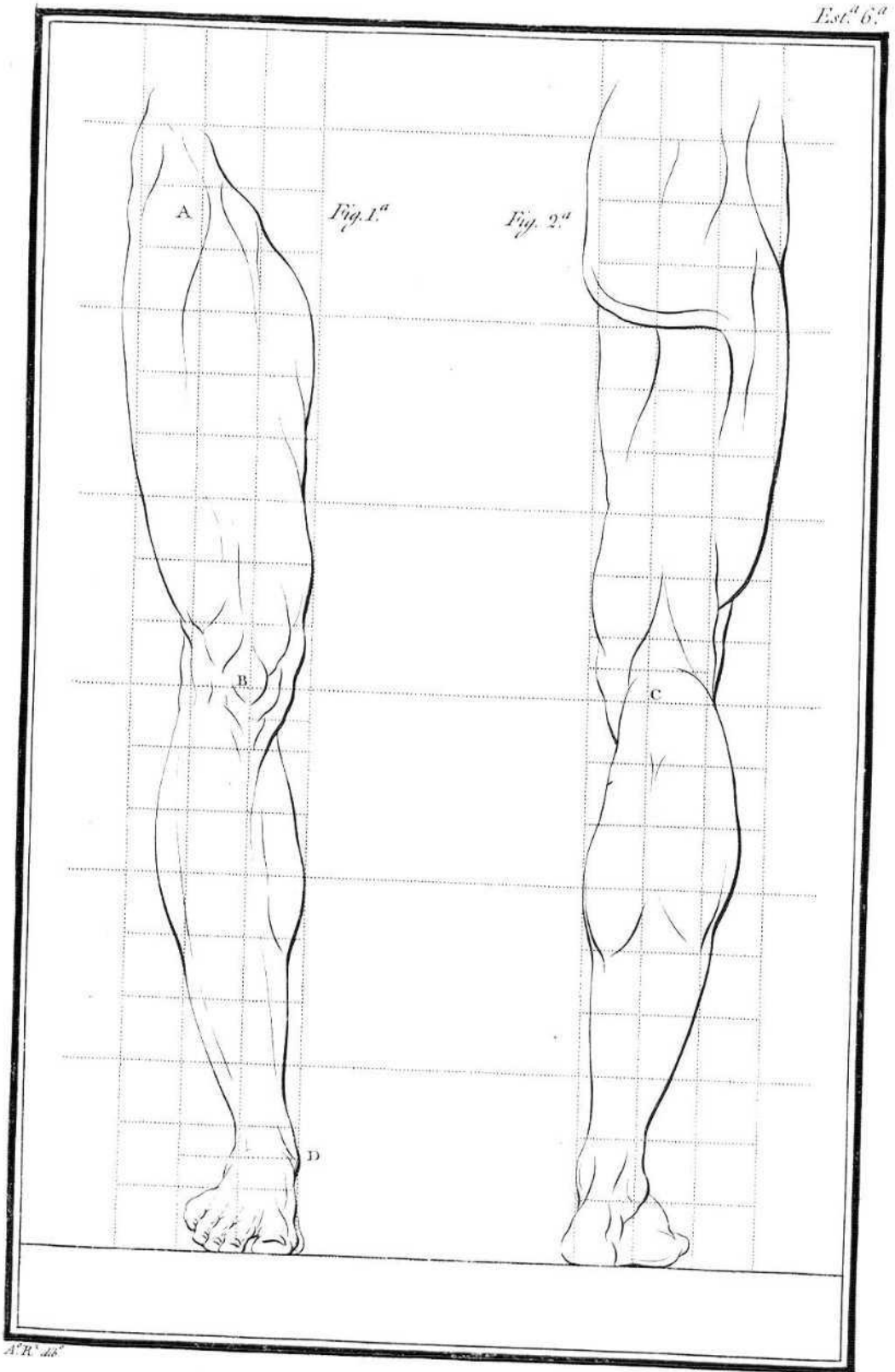
P.º V.º R.º gr.º


A
B



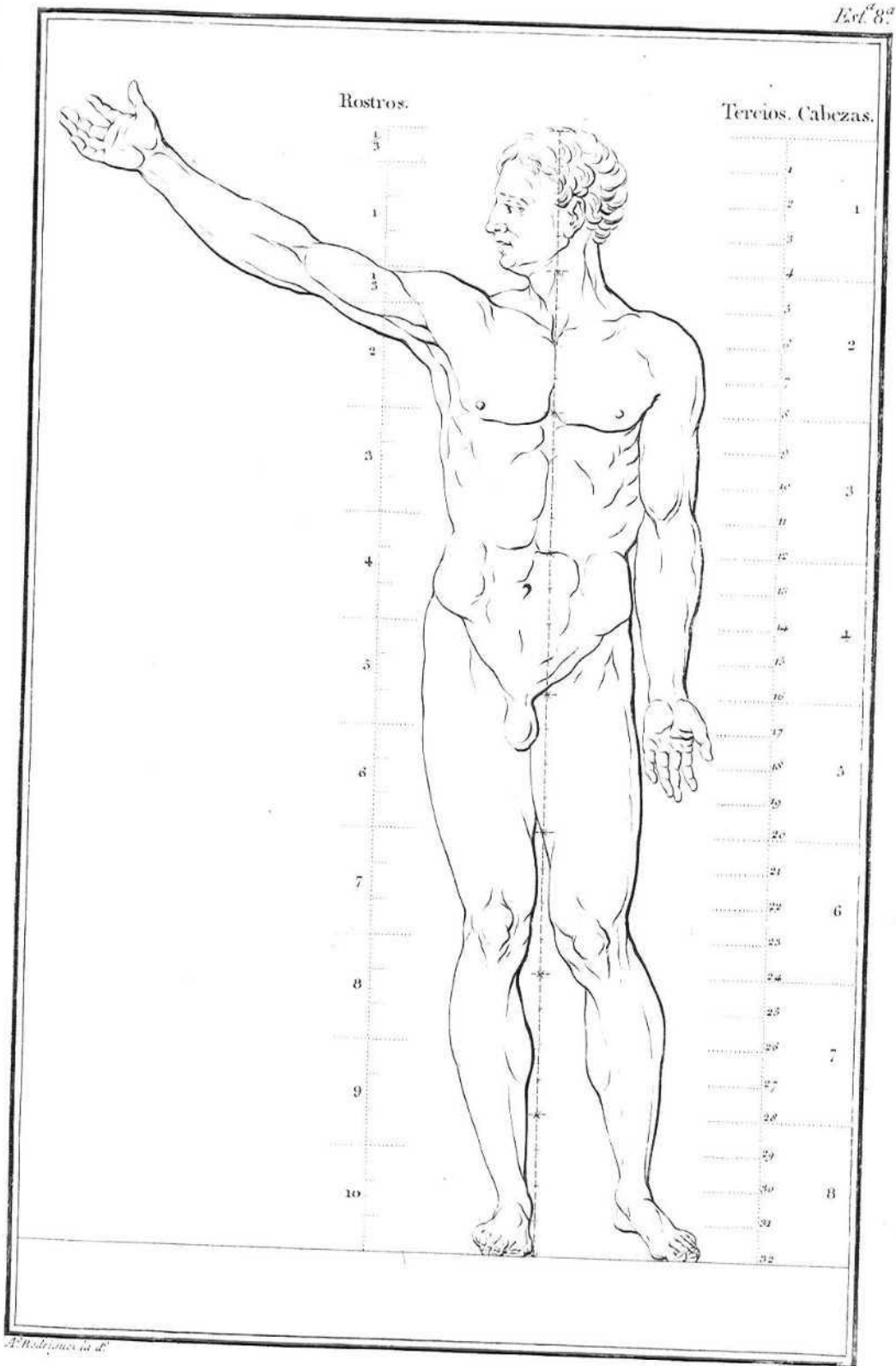
A.a R.a dis.o

P. V.a R.a grab.i



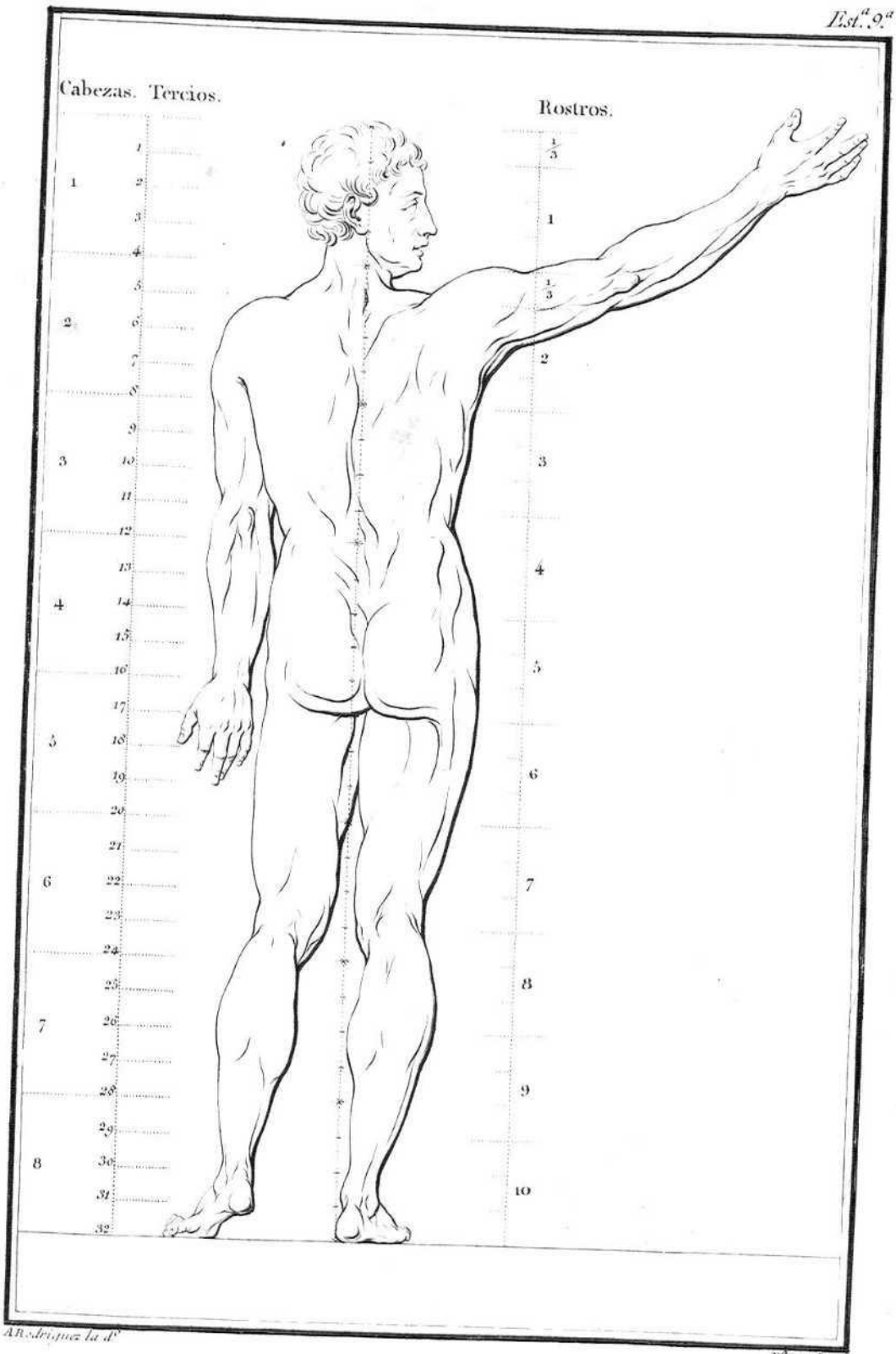
A.ª R.ª del.ª

P.ª V.ª B.ª grab.



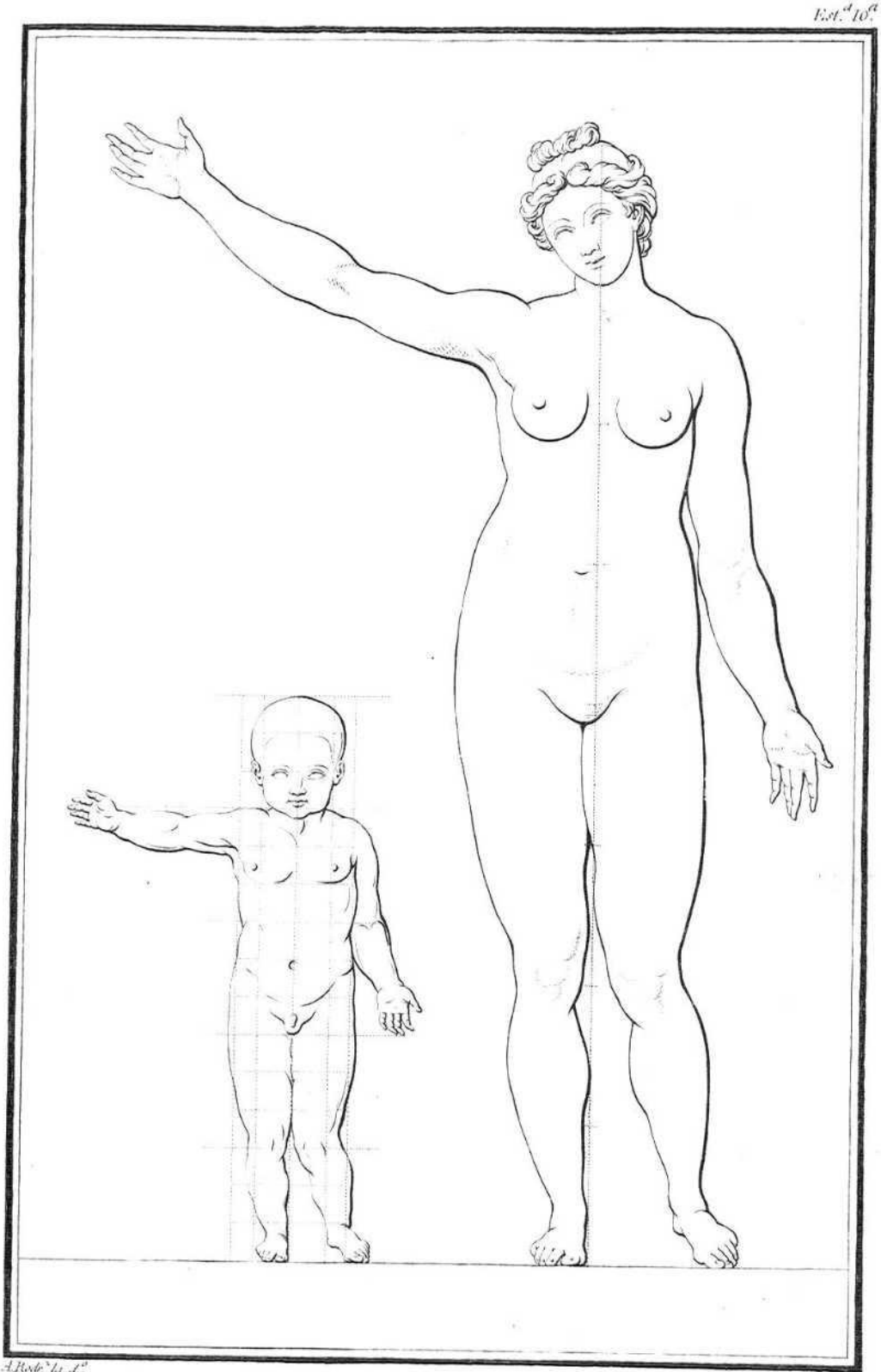
A.º Rodriguez la d.º

P.º V.º R.º d.º Lu.º



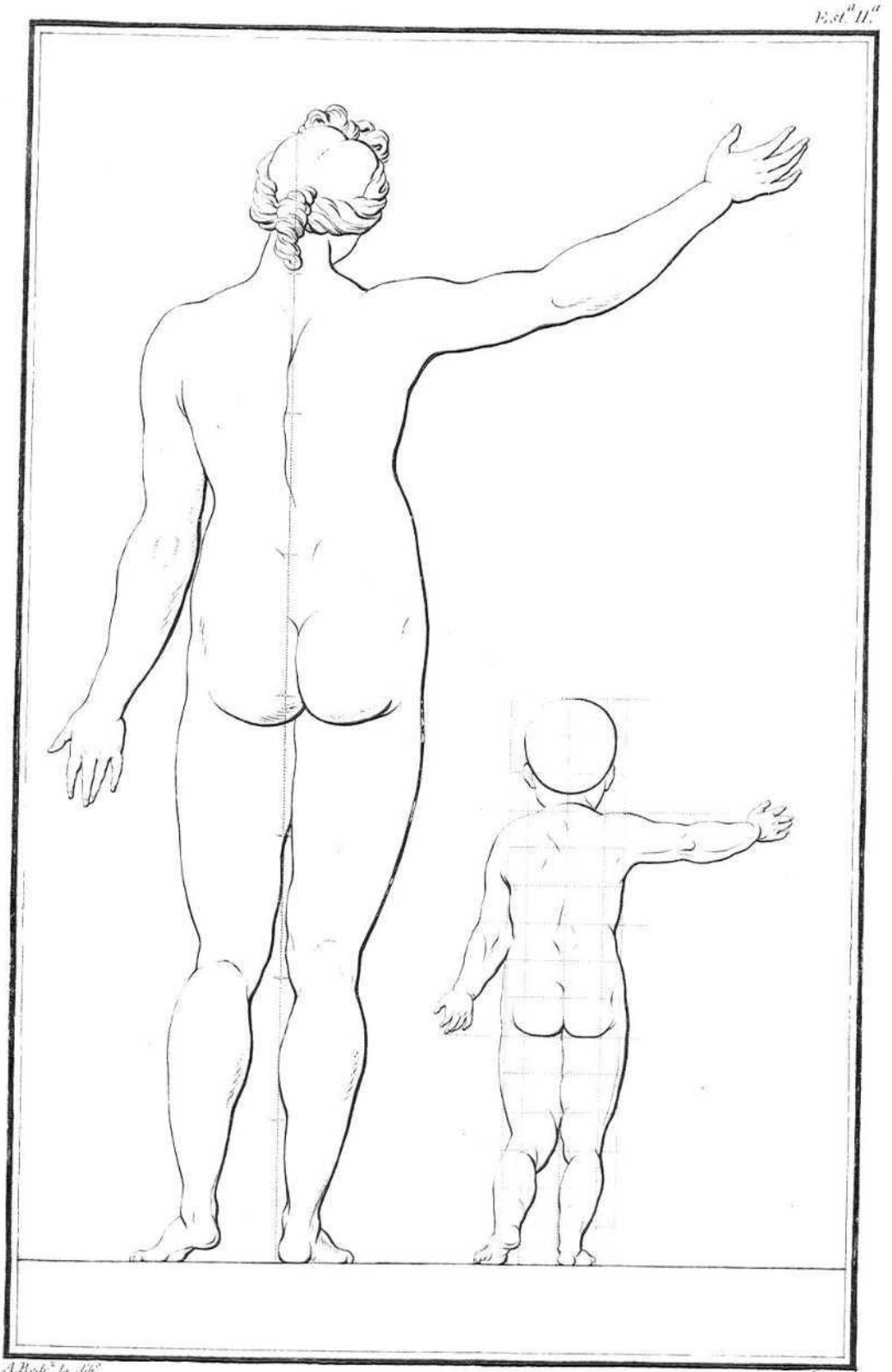
A R. Arriquez la d.ª

P.º Rodr.º la gr.



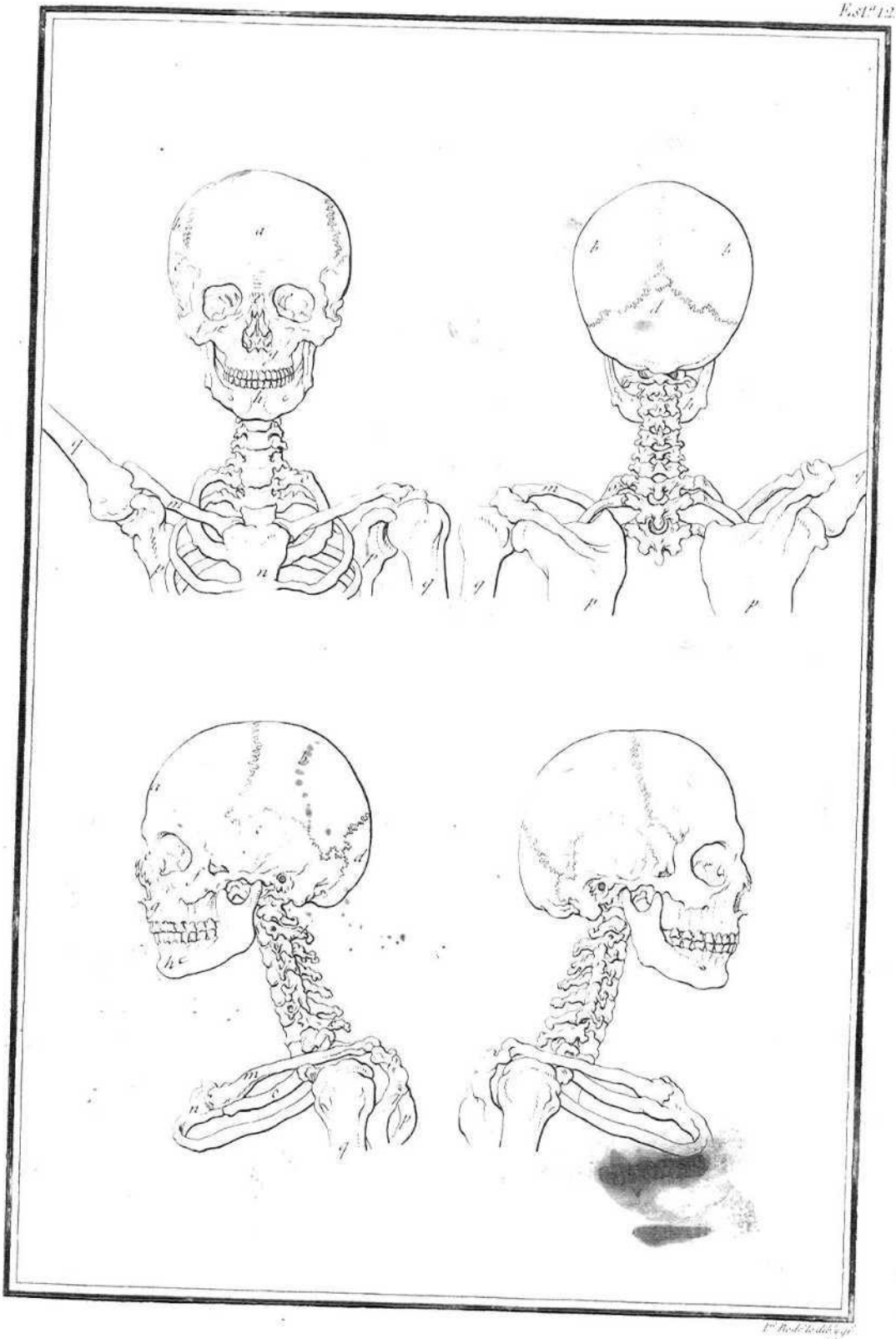
A. Rosto.r la d.o

P. Rosto.r la gr.

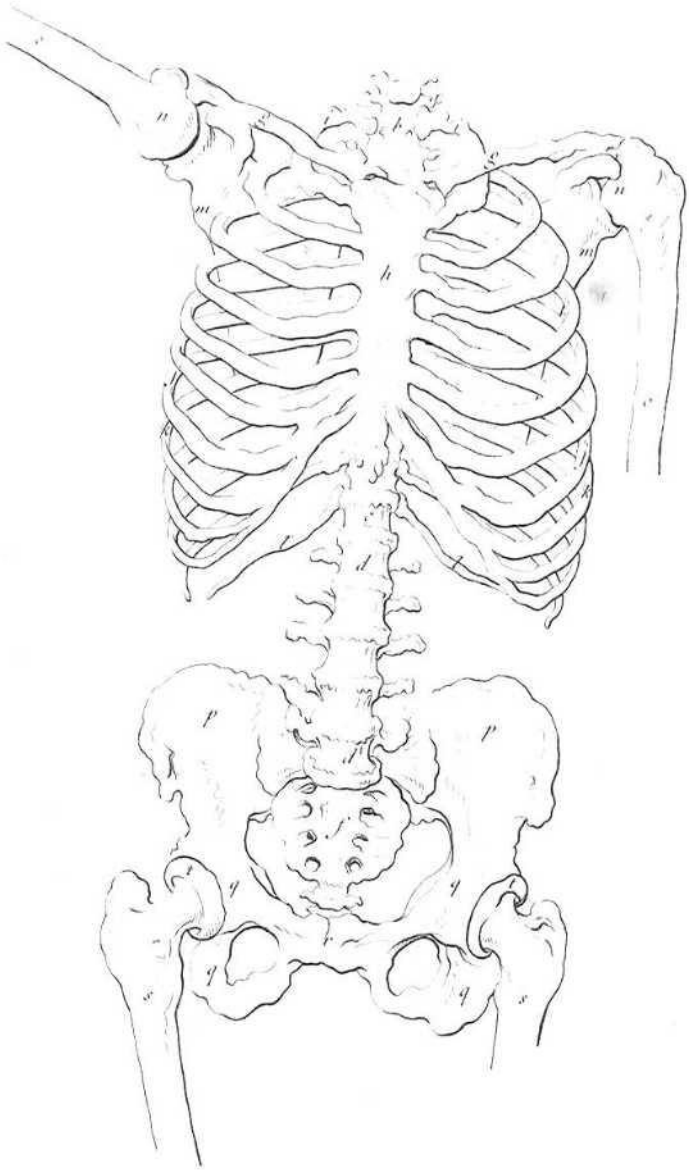


A. Rosti.e la dis.e

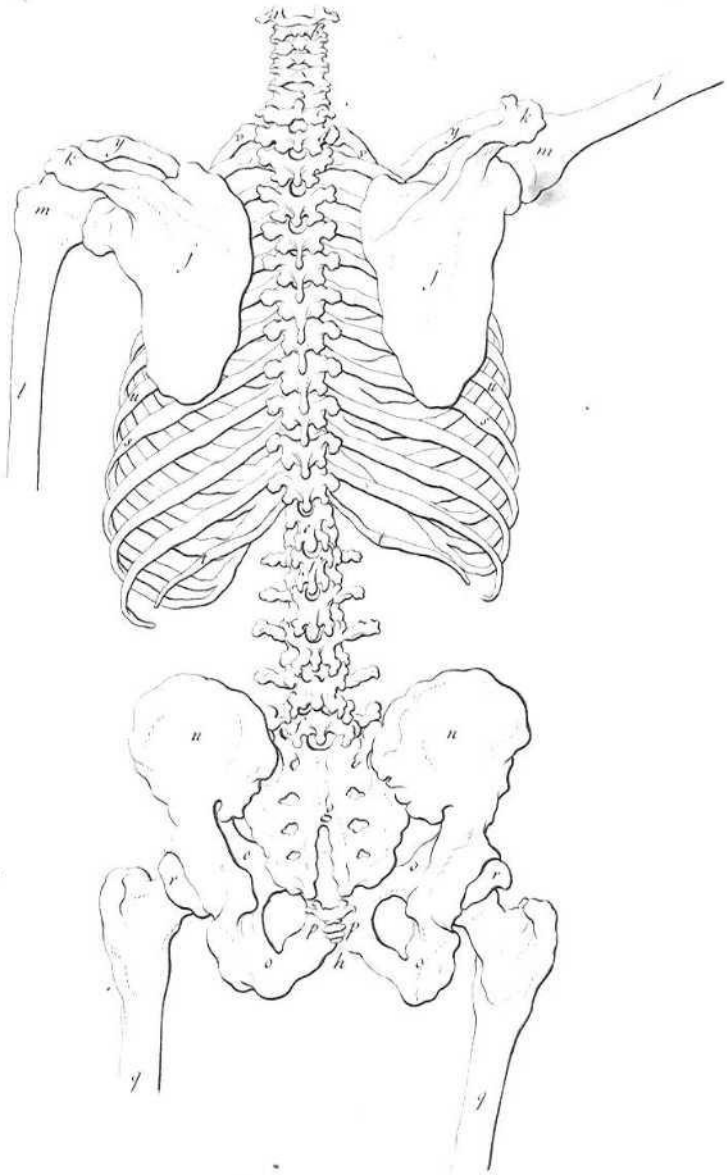
P. Rosti.e la gr.e



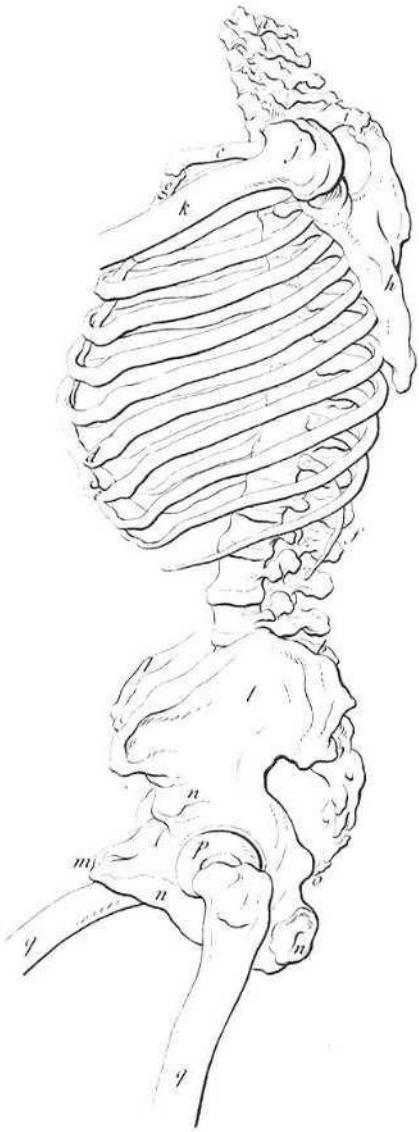
Fr. Rodi Sculp.



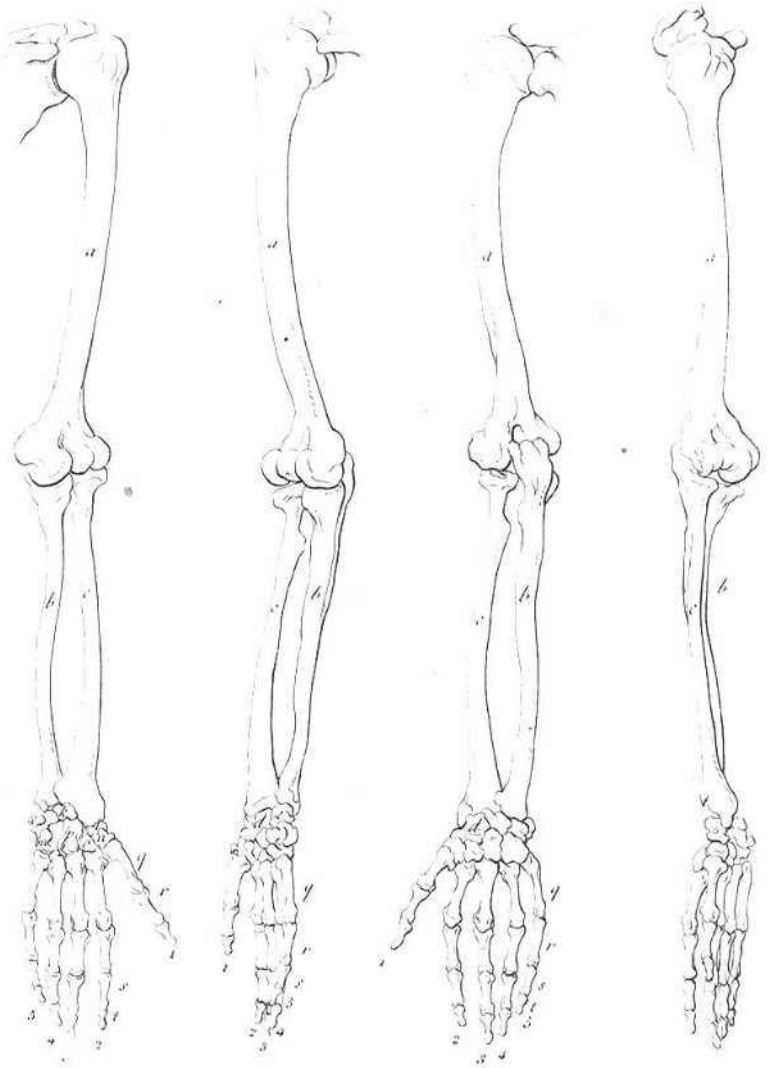
Wm V. Roe del. & delin. y. sculp.



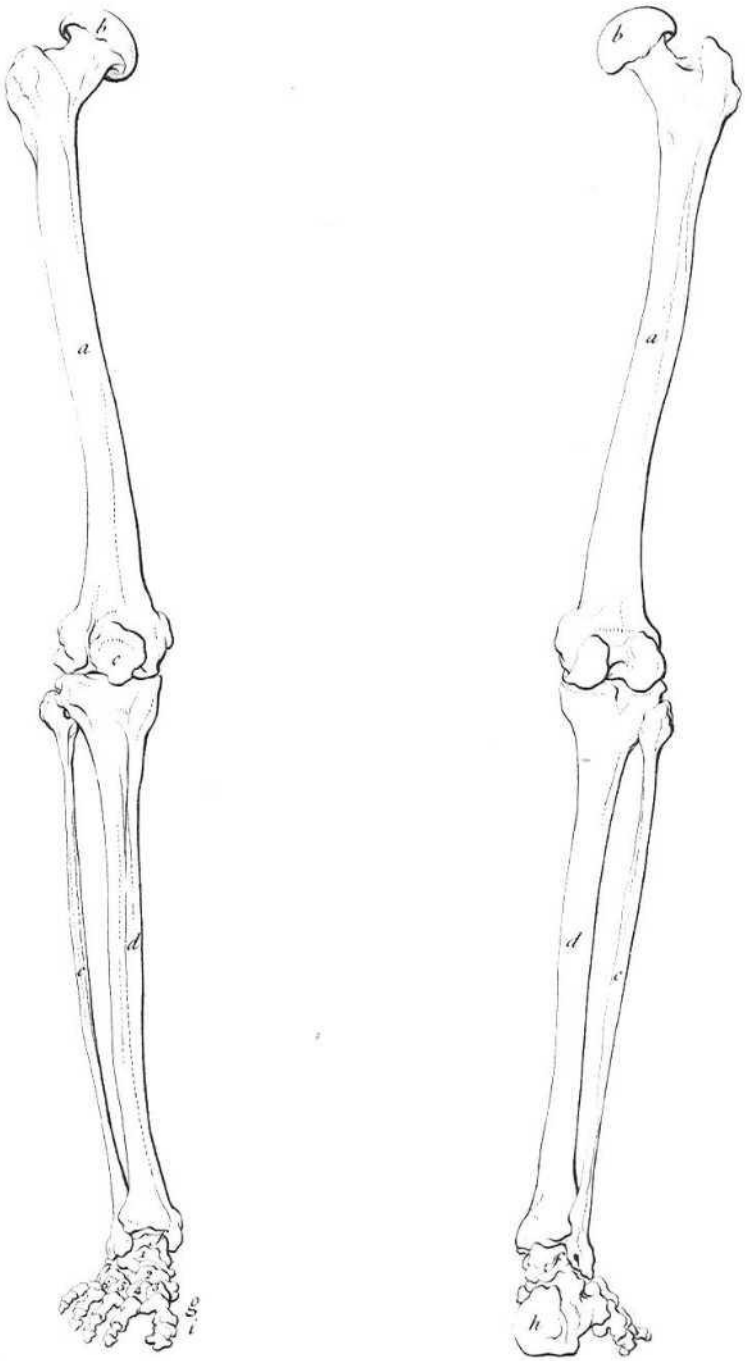
P.V. Moale lo del.e e inc.t



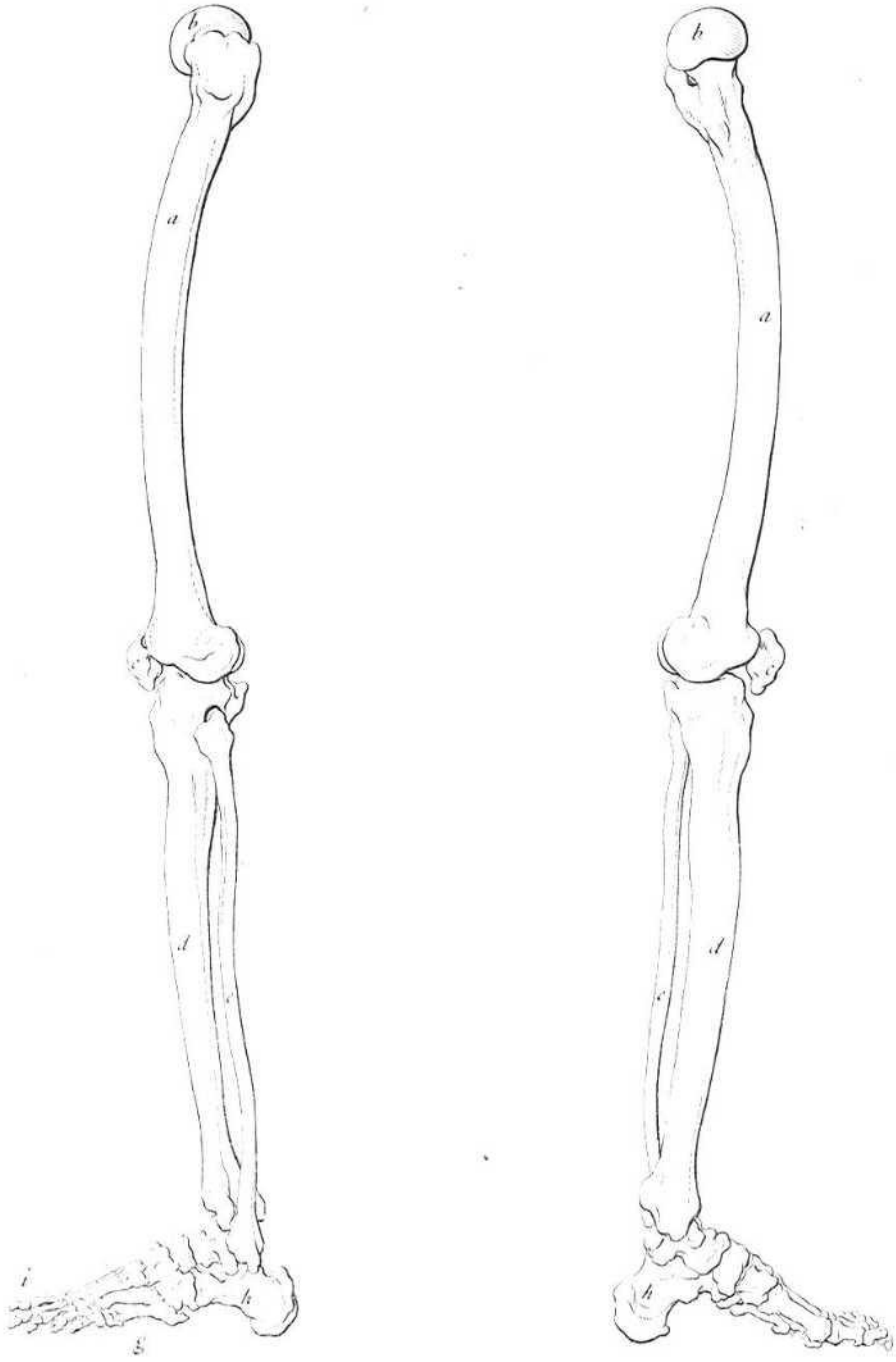
P.º Rodr.º lo dib.º y gr.º



P. Bode le del. et sc.



P. Rado lo del. y sc.



P.o Rode.o lo dis.b y gr.o

Fig.a 1.a

Fig.a 2.a

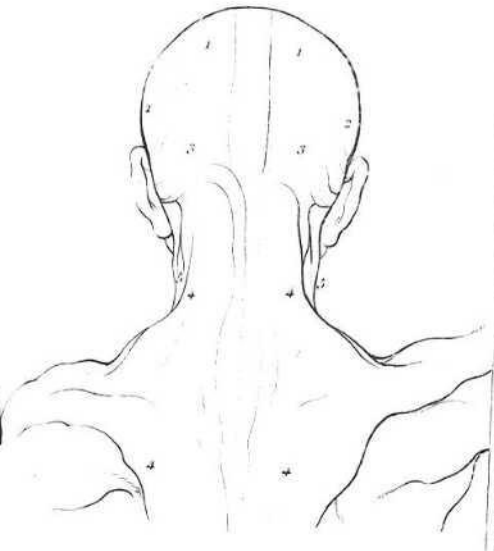


Fig.a 3.a

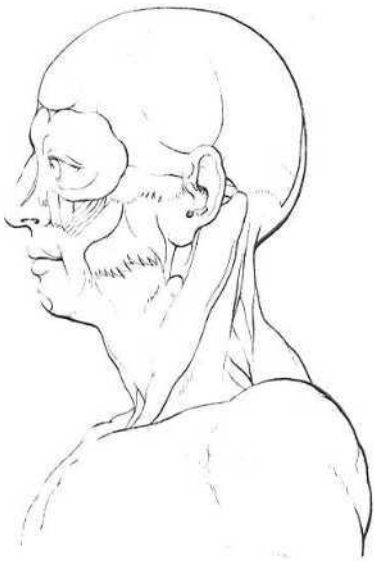
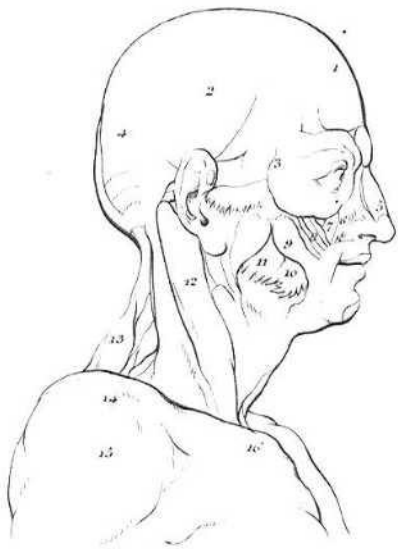
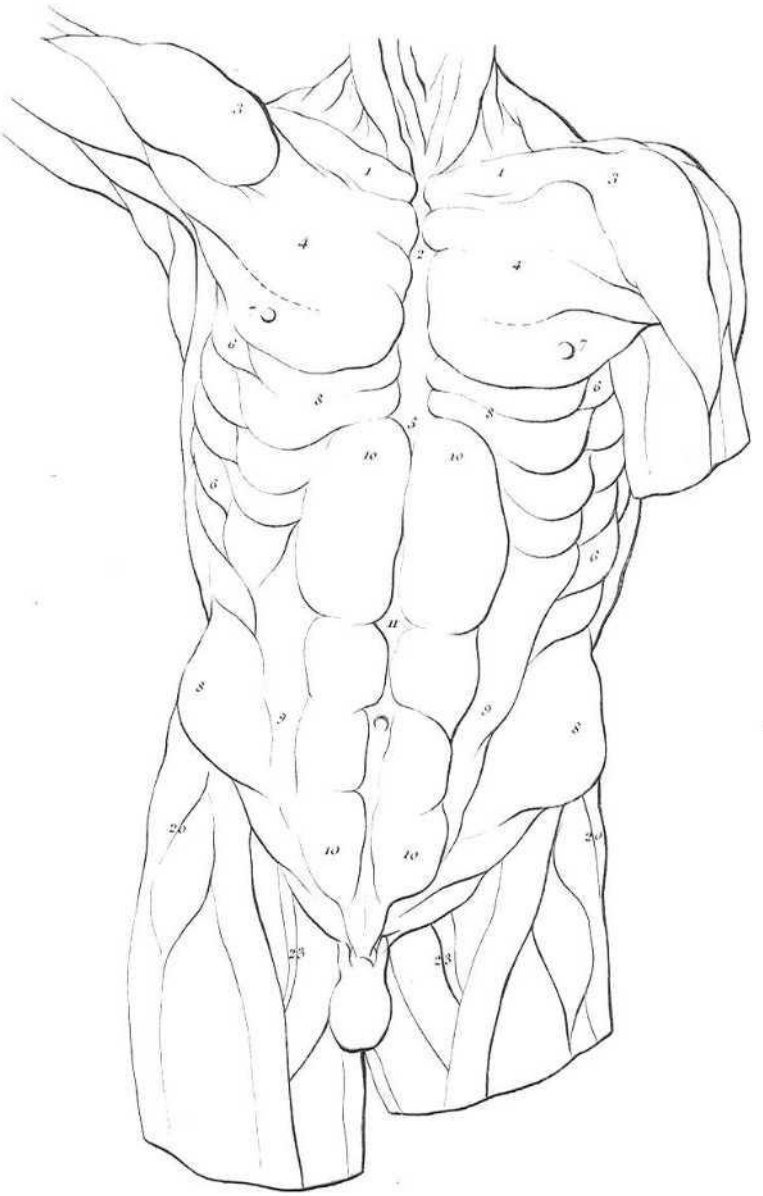


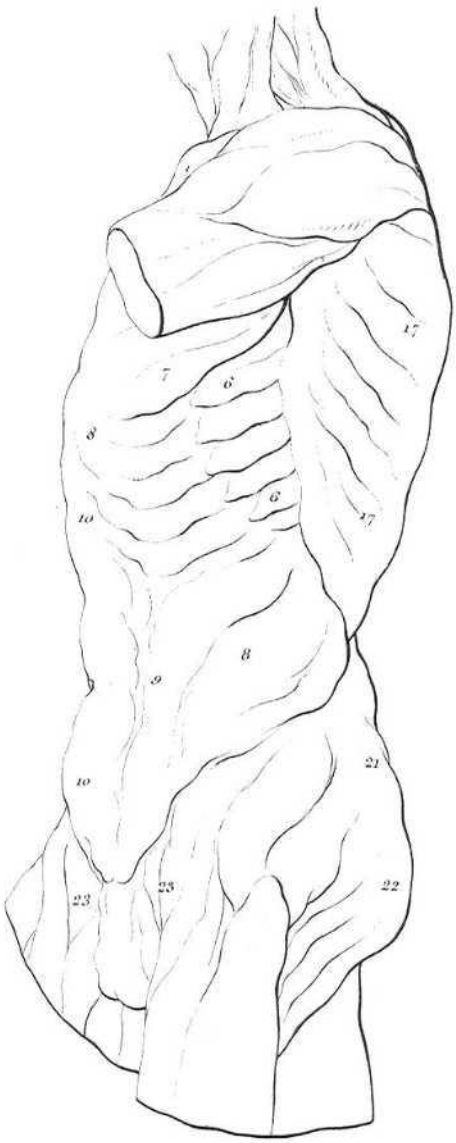
Fig.a 4.a



E.F.B.s & Ad.f Eng.t


3
1
1
3
4
2
4
5
6
7
8
8
6
5
10
10
6
6
11
8
9
9
8
26
10
10
26
23
23

P. F. W. lith. del. y sc.



PUBL. DEL. 1.

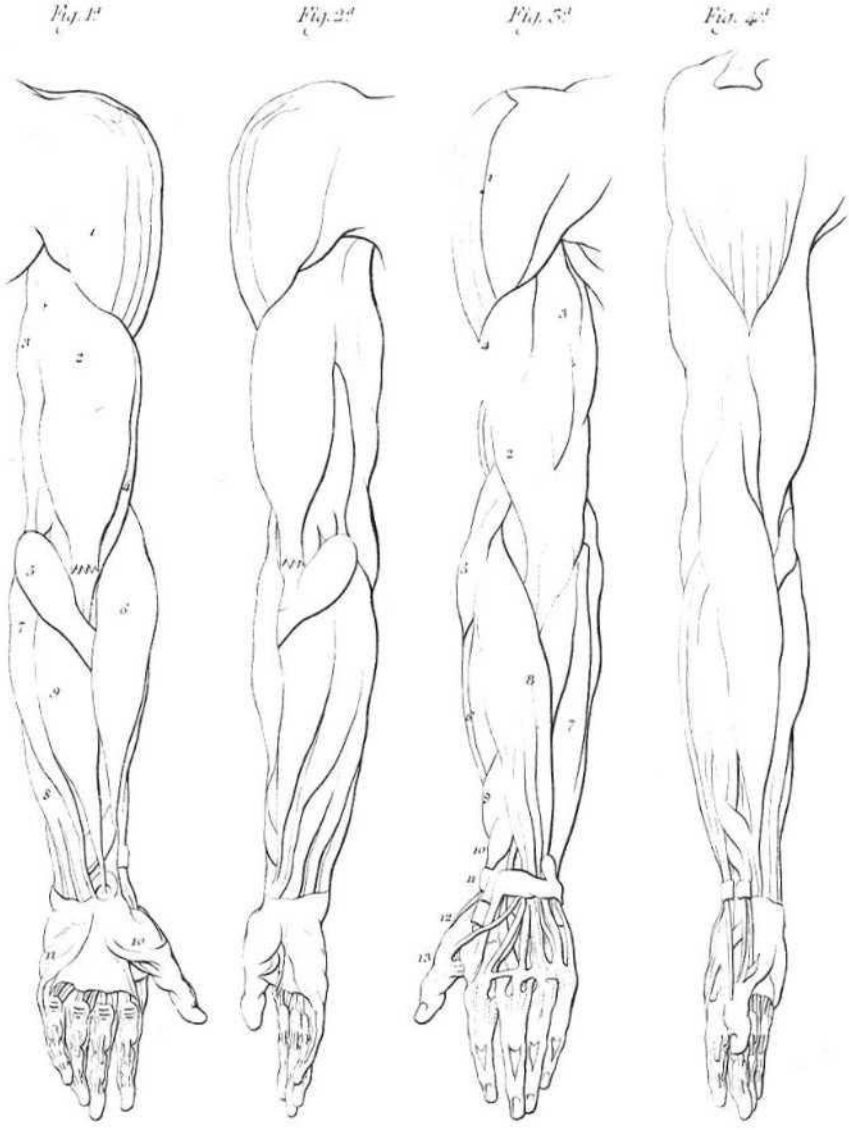
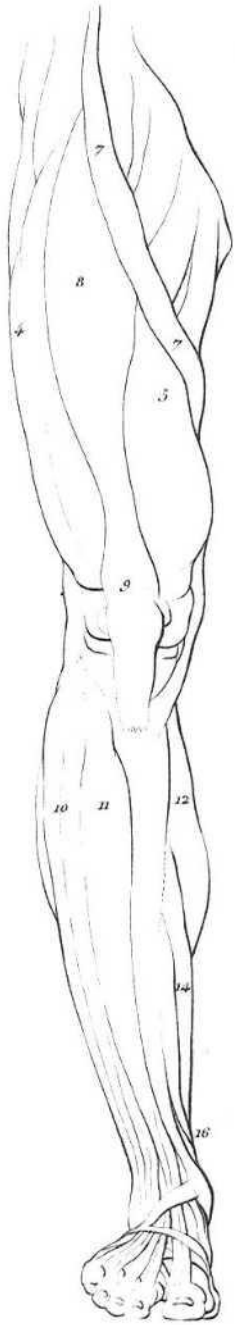
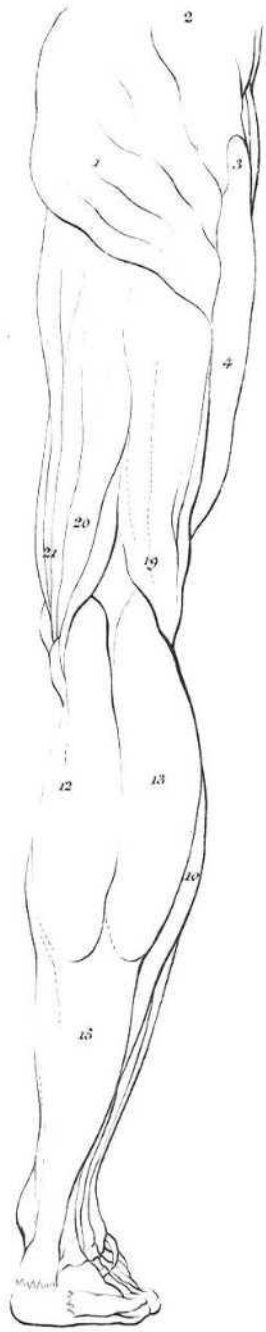
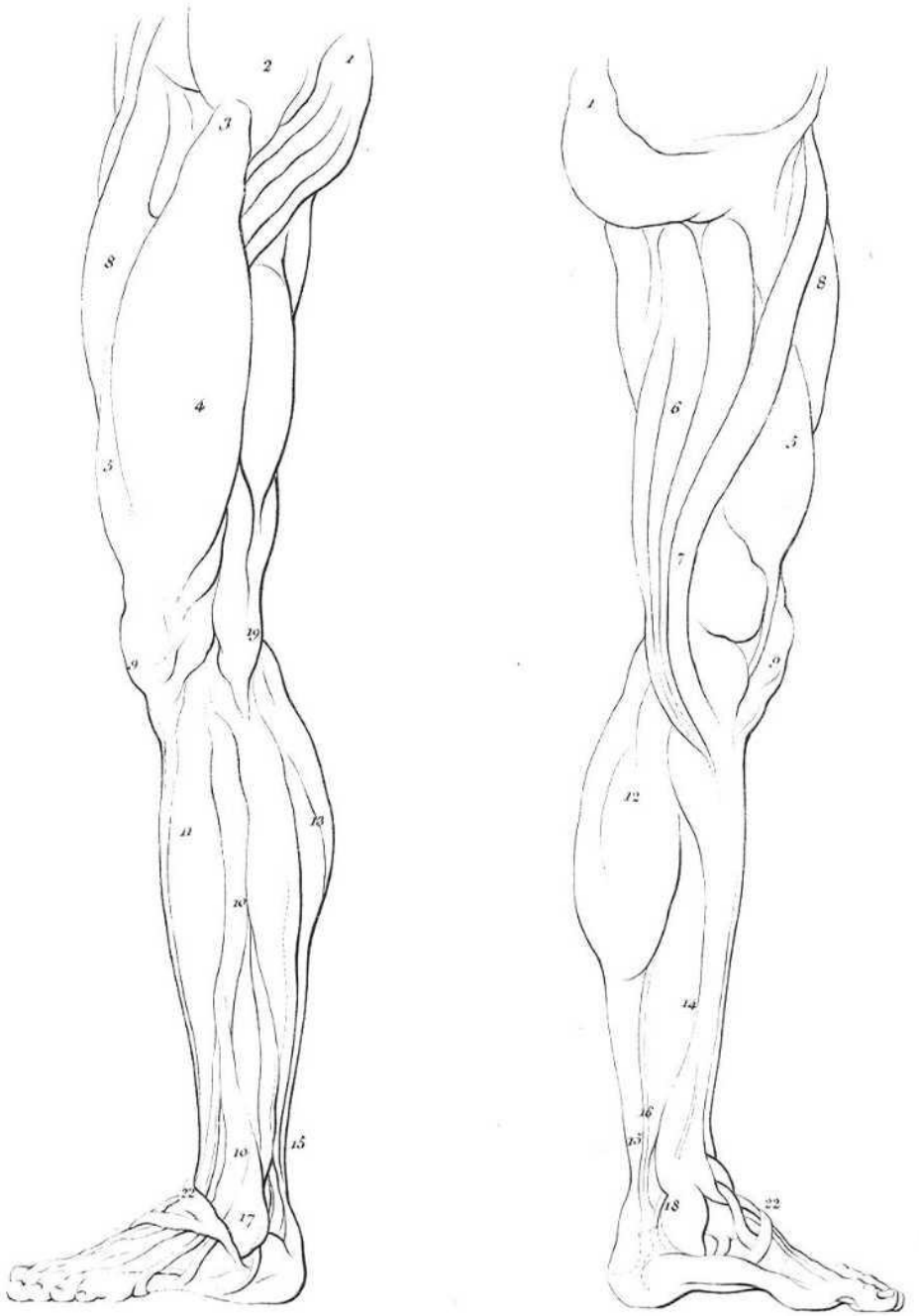


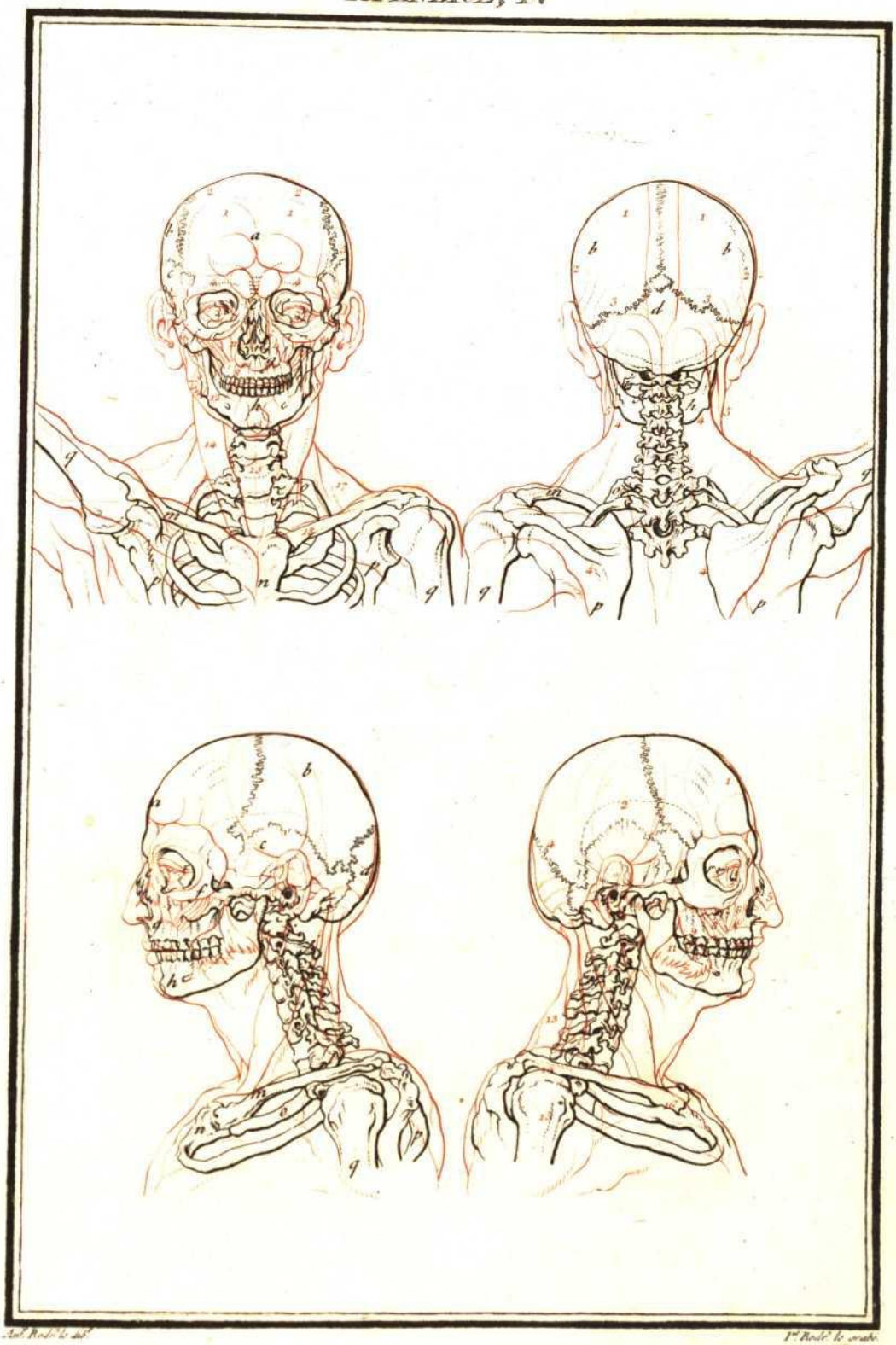
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.





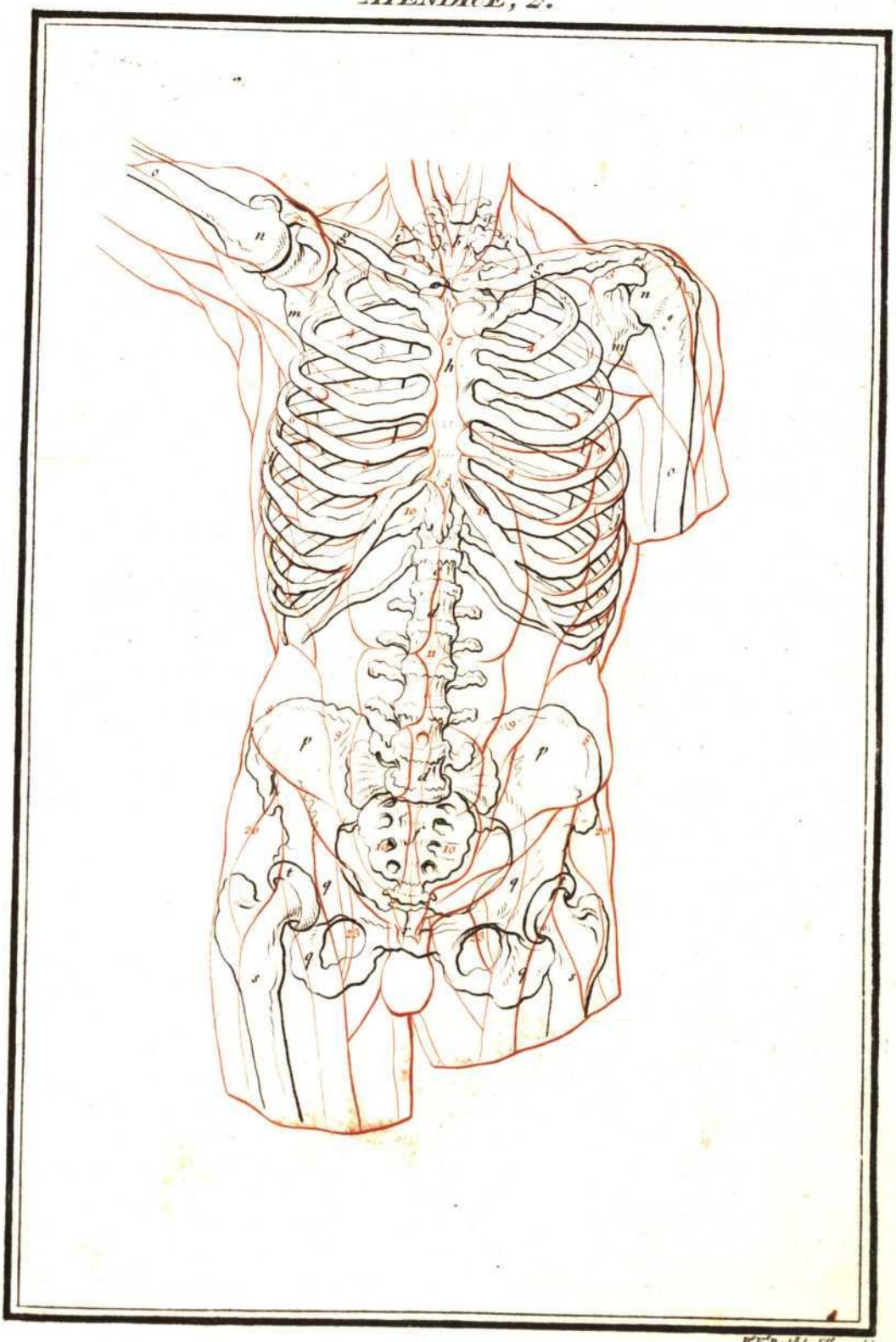
P.T.R.L. del. et sc.


2
1
3
8
4
5
19
9
11
13
10
10
15
22
17
1
8
6
5
7
9
12
14
16
15
18
22

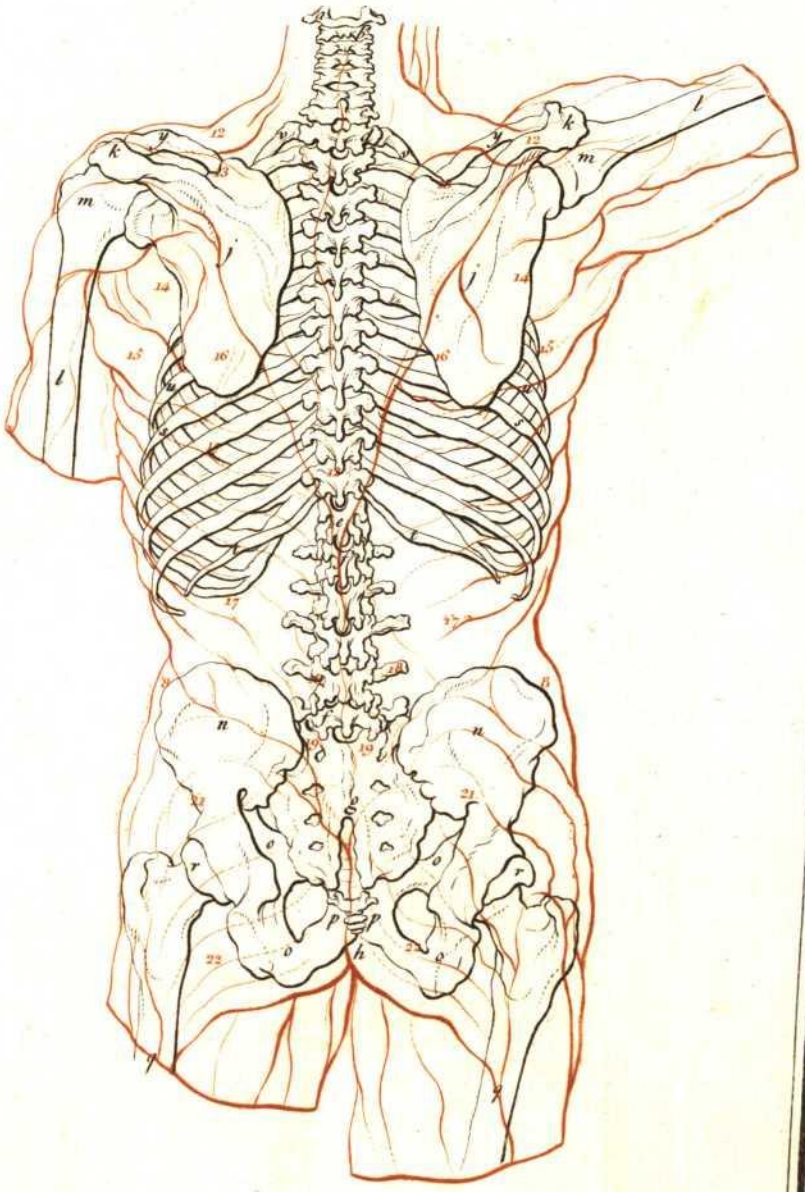


Ant. Rodi delt.

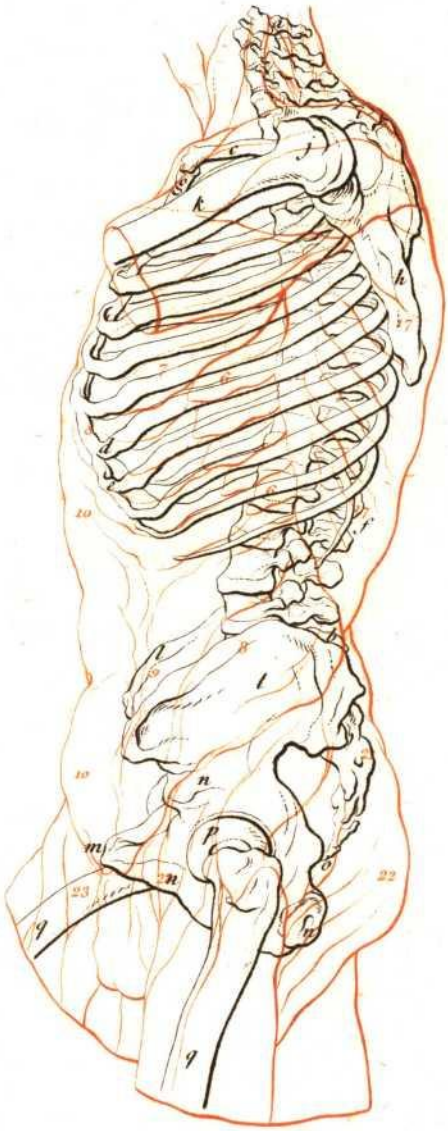
Ant. Rodi lo. incis.



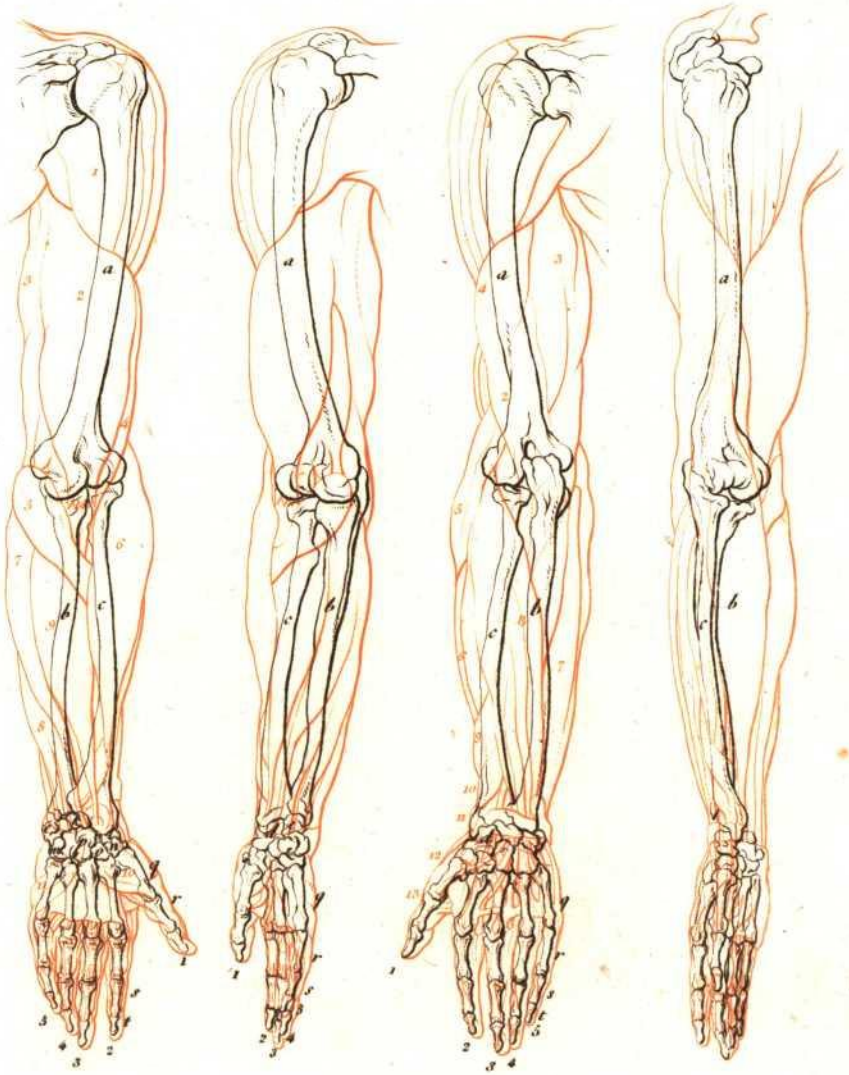
F.V. Rodel lo dib.y grabó.



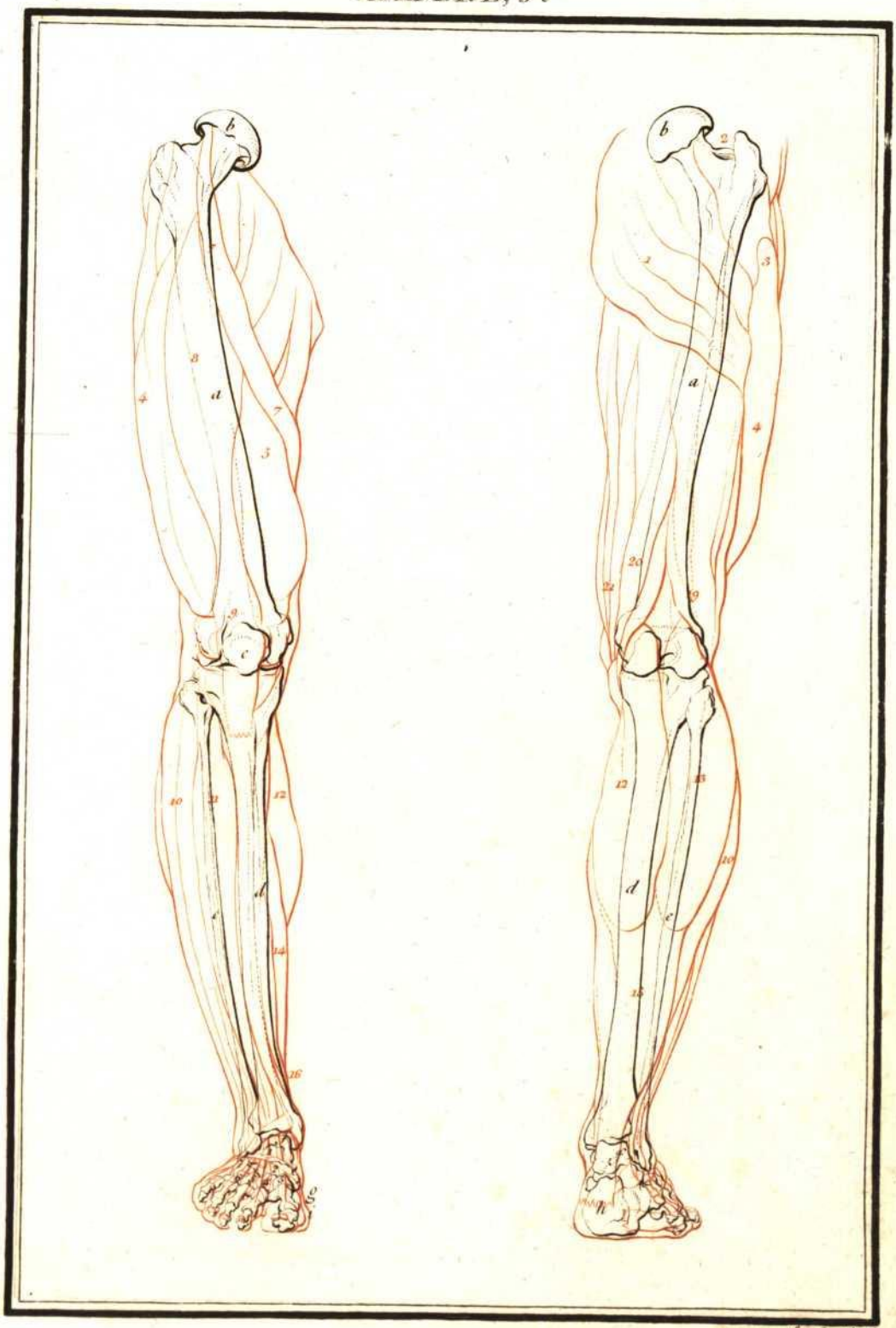
P.V. Rodr.z lo dib.y gr.v



P.d Rodr.z le dib.y gr.l

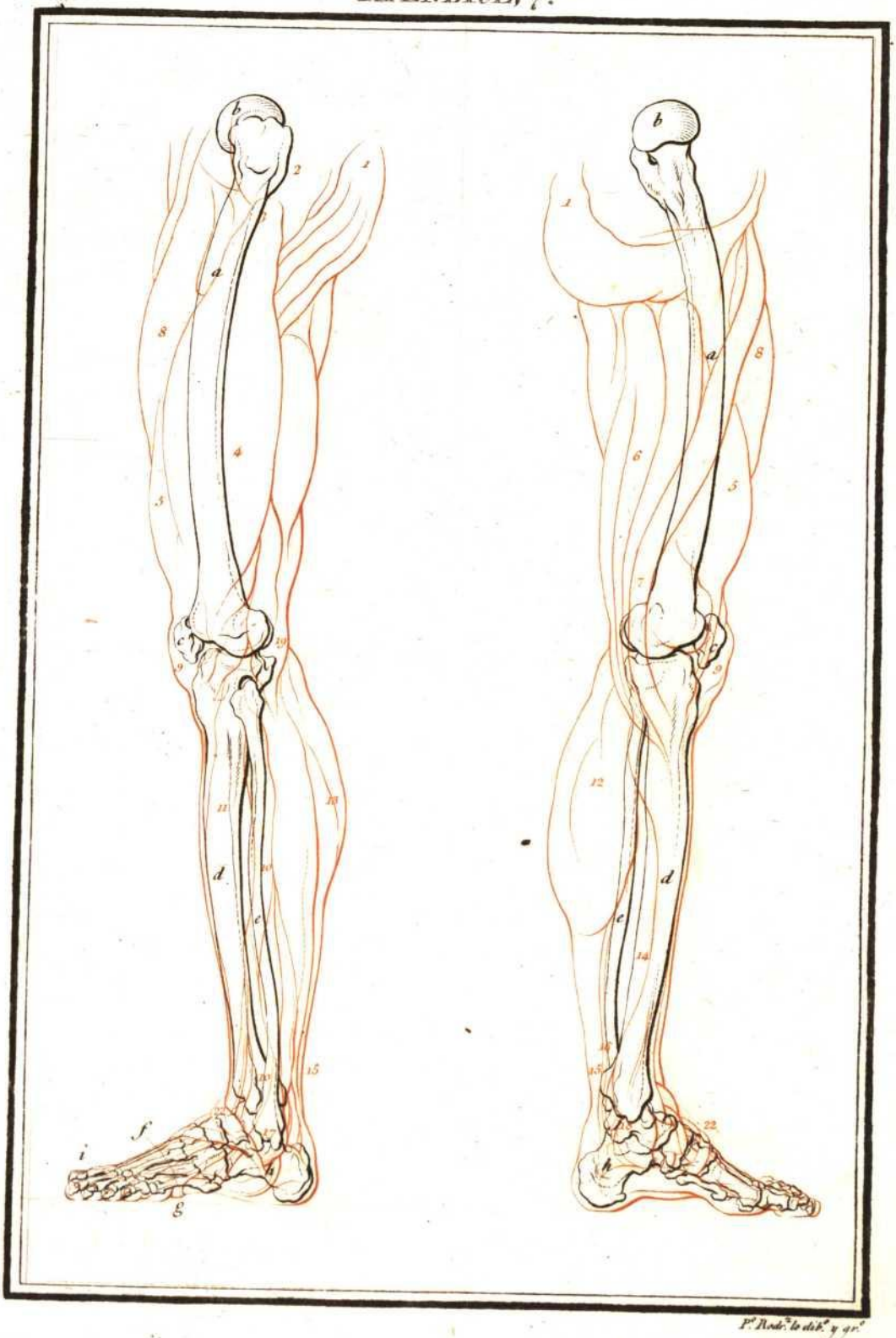


P. Rodi le dess. y gr.

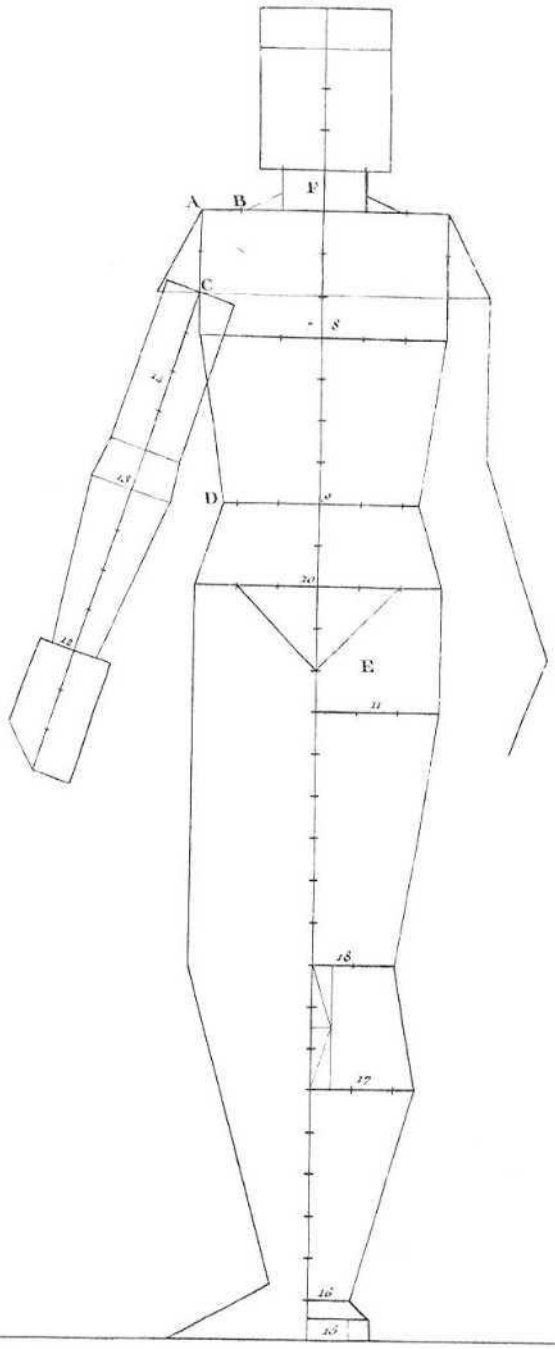


P.ª Rodríguez de Guzmán y ajo.

APENDICE, 7.A

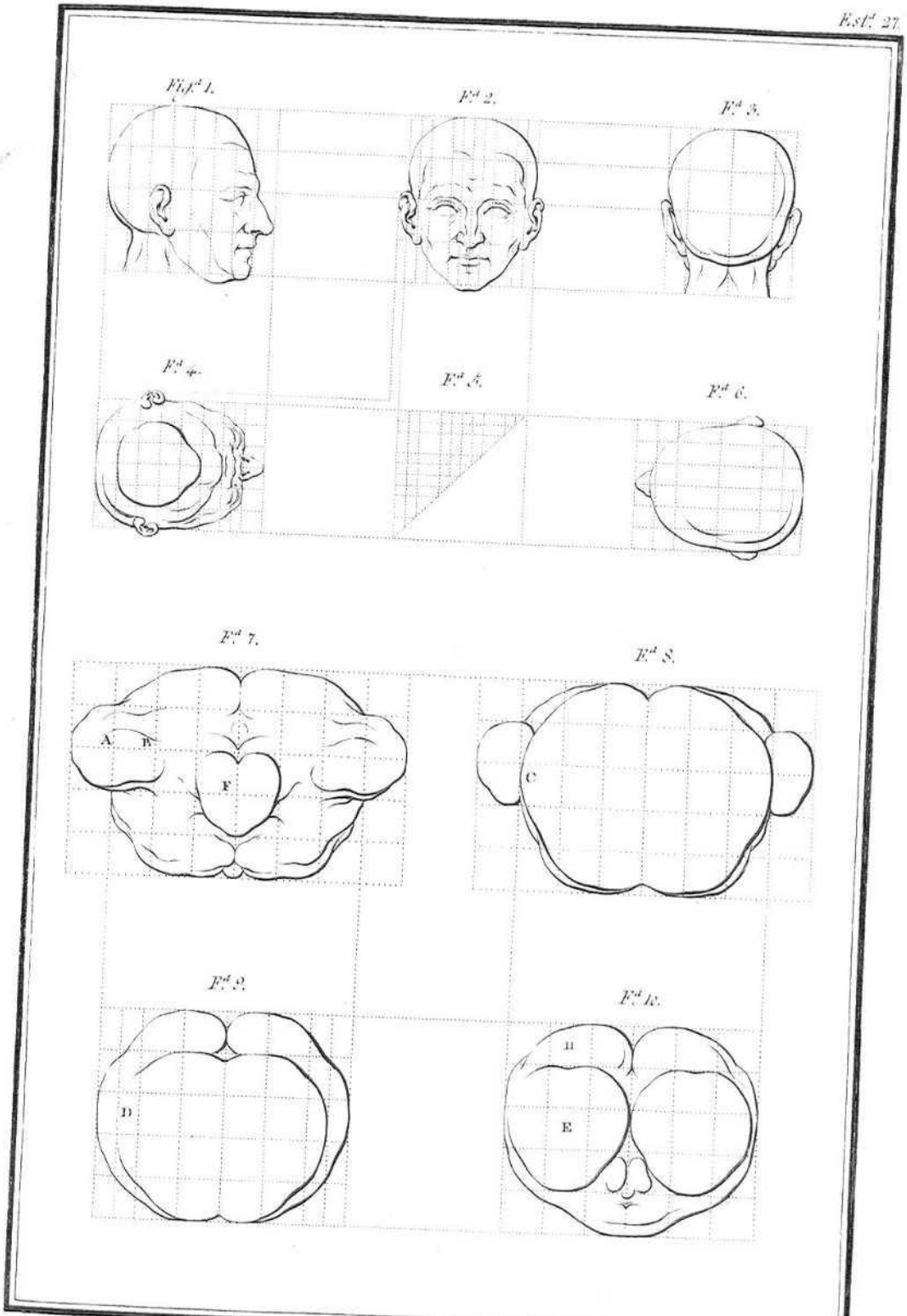


P.l Rodr.z la dib.o y gr.o



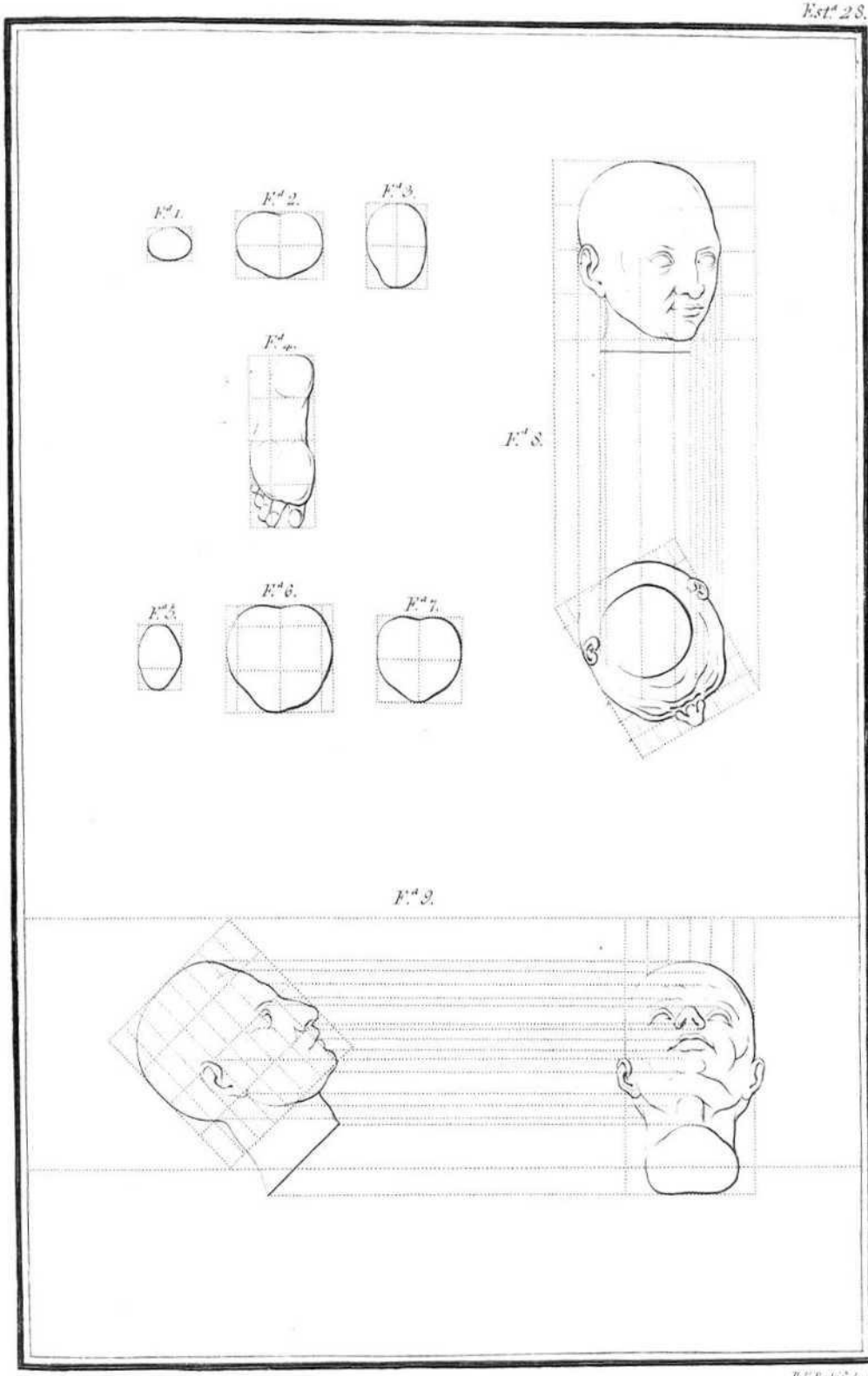
A. Rode lo dis.

P. Rode lo gr.



A. Rodrig.z del.

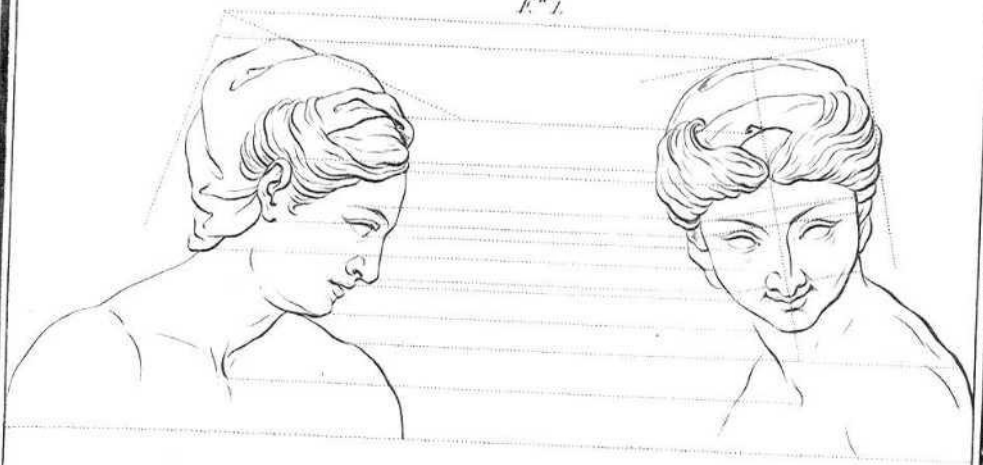
P. V. Rodrig.z le g.



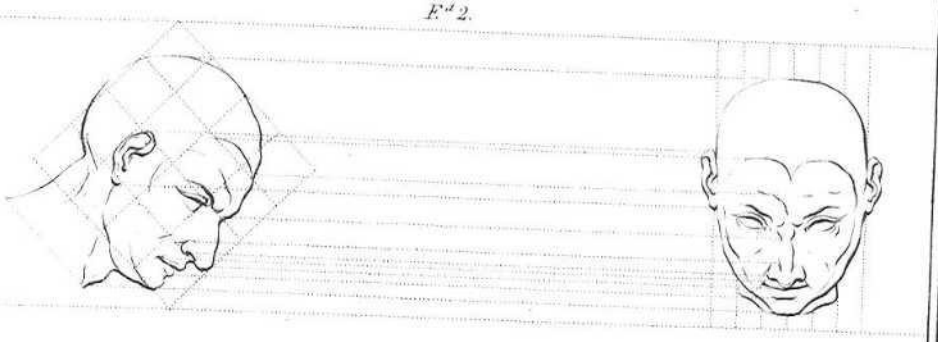
A. Riccio del. & dis.

B. V. Rodolfi sc. e c.

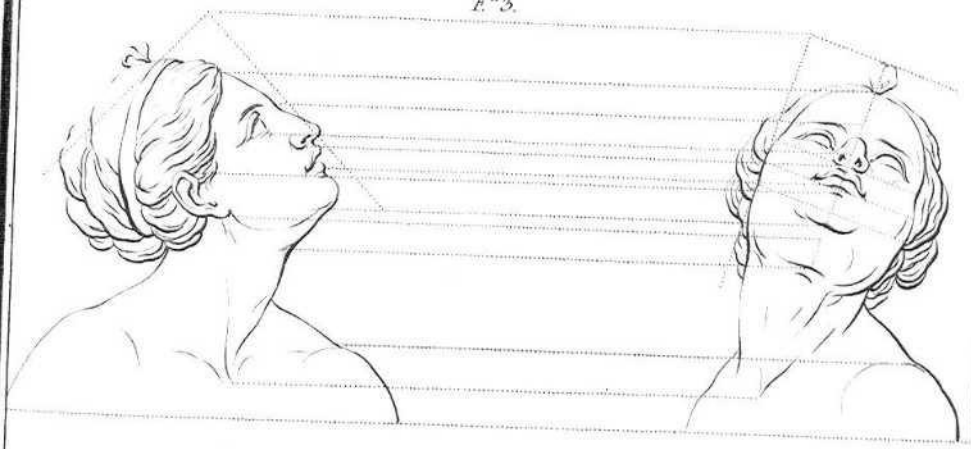
F.a 1.

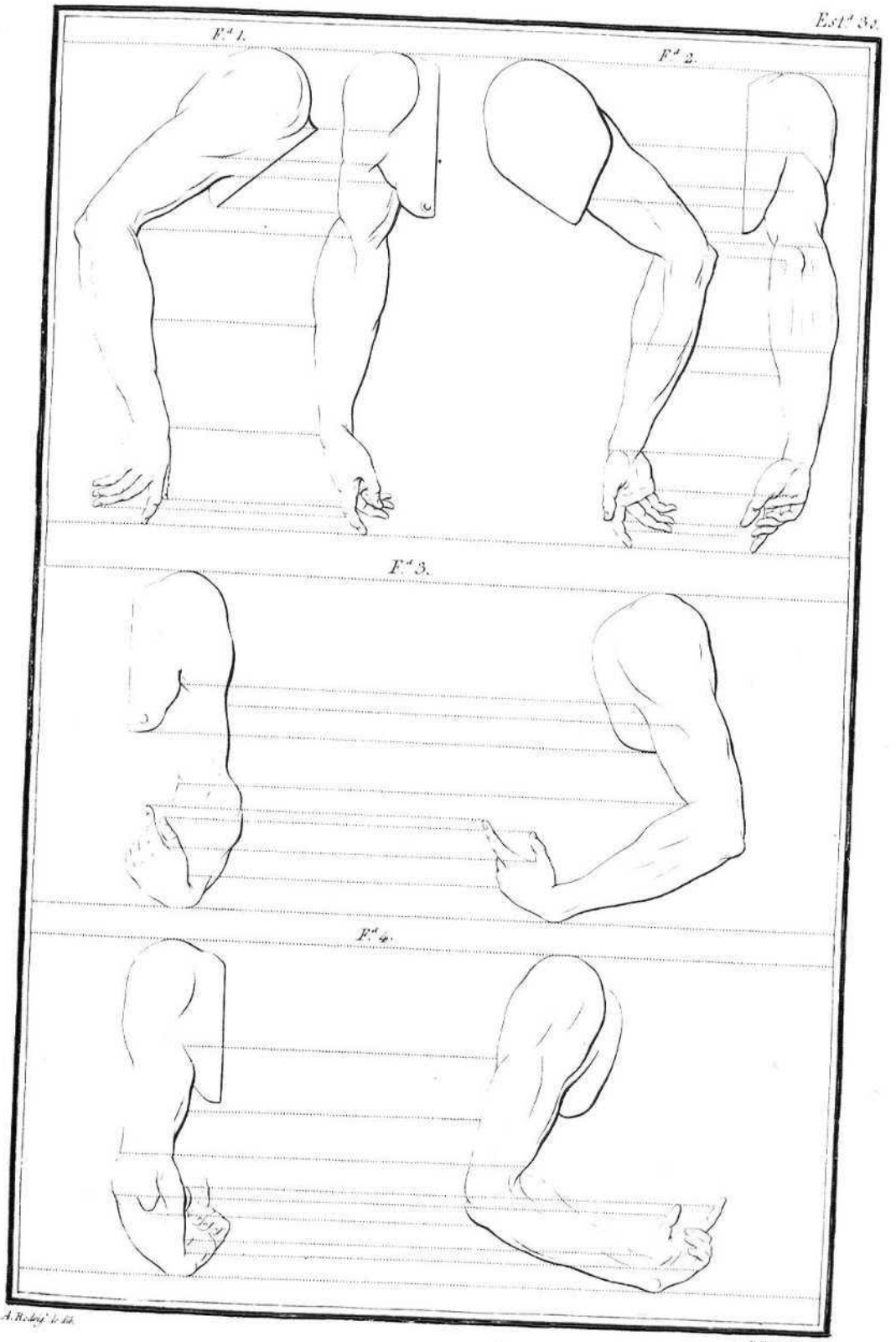


F.a 2.



F.a 3.

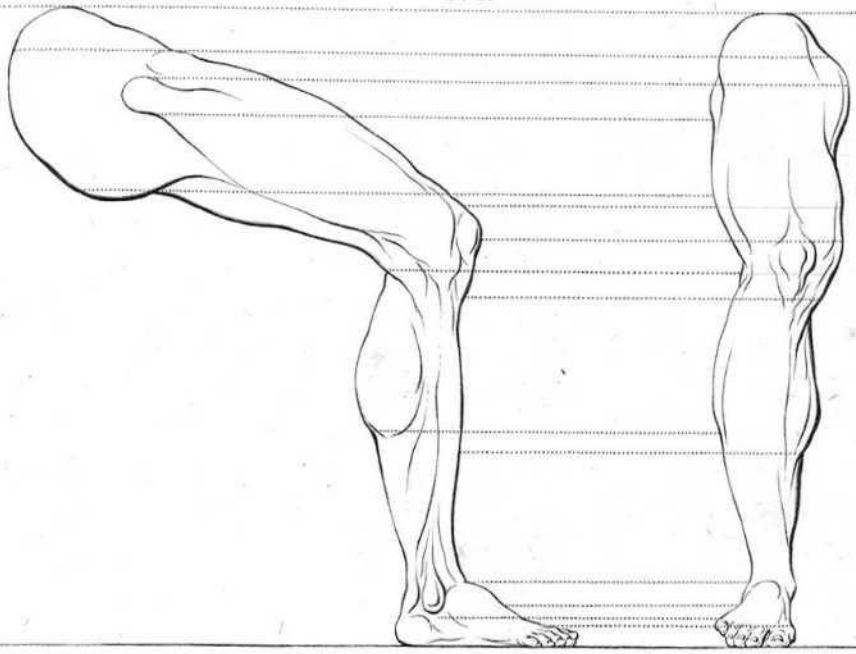




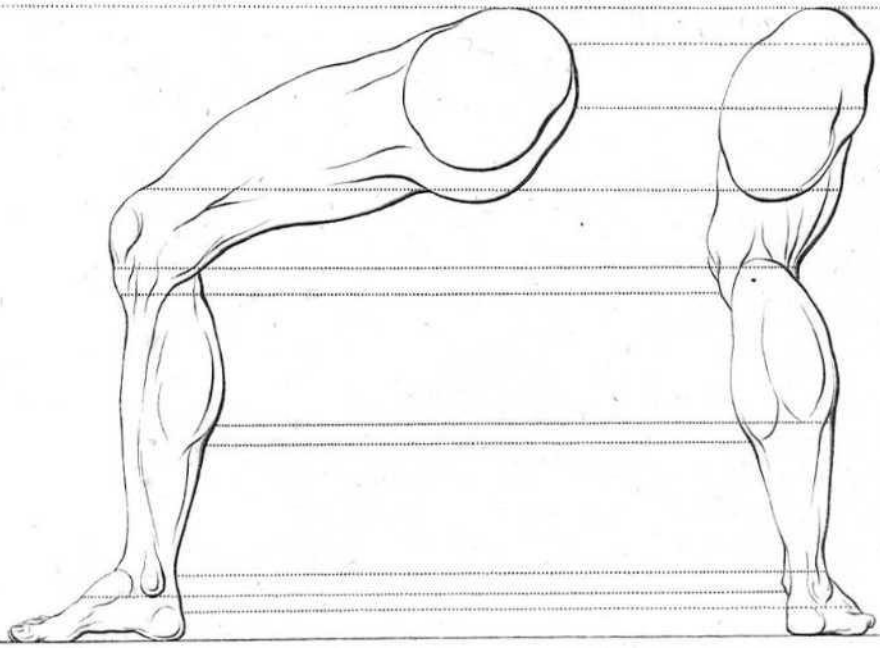
A. Riding.ᵉ lith.

P. V. Rad.ᵈᵒ lith.

F.ª 1.



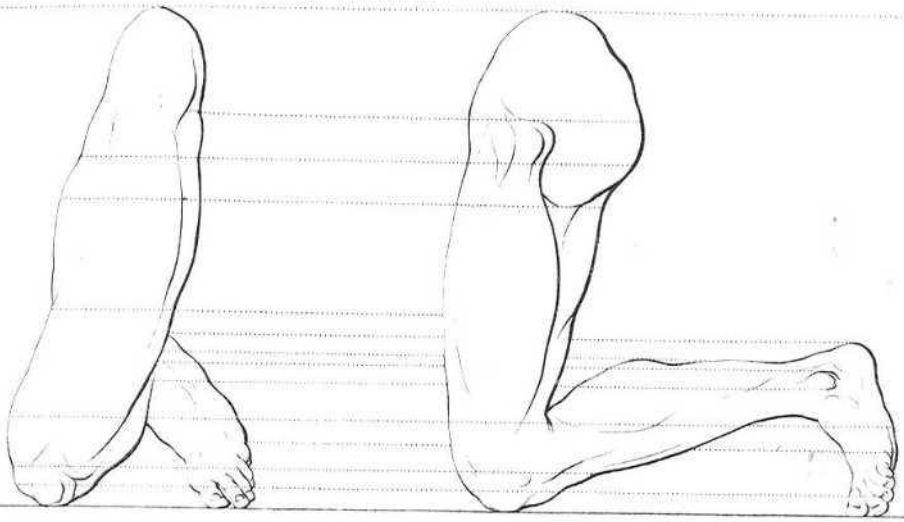
F.ª 2.



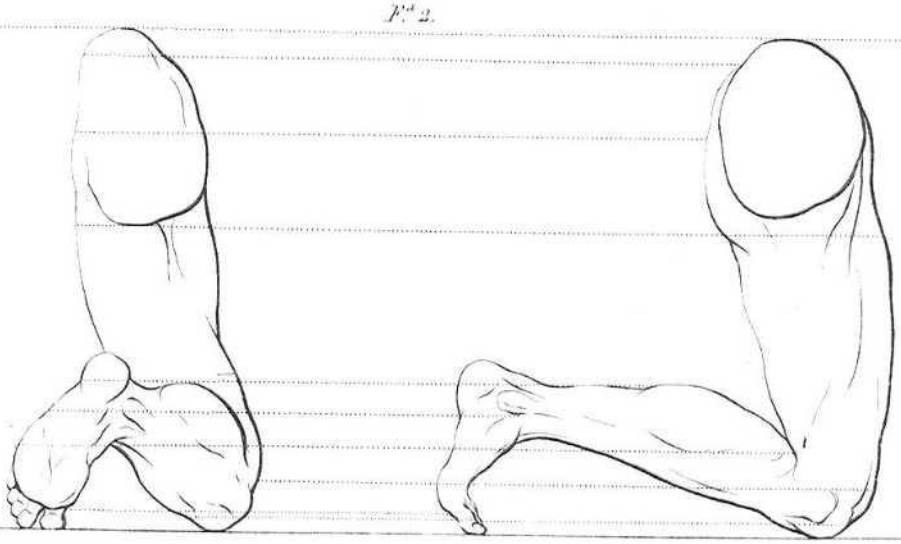
A. Rodrig.º le dib.

P.V. Rodrig.º le g.º

F.ª 1.

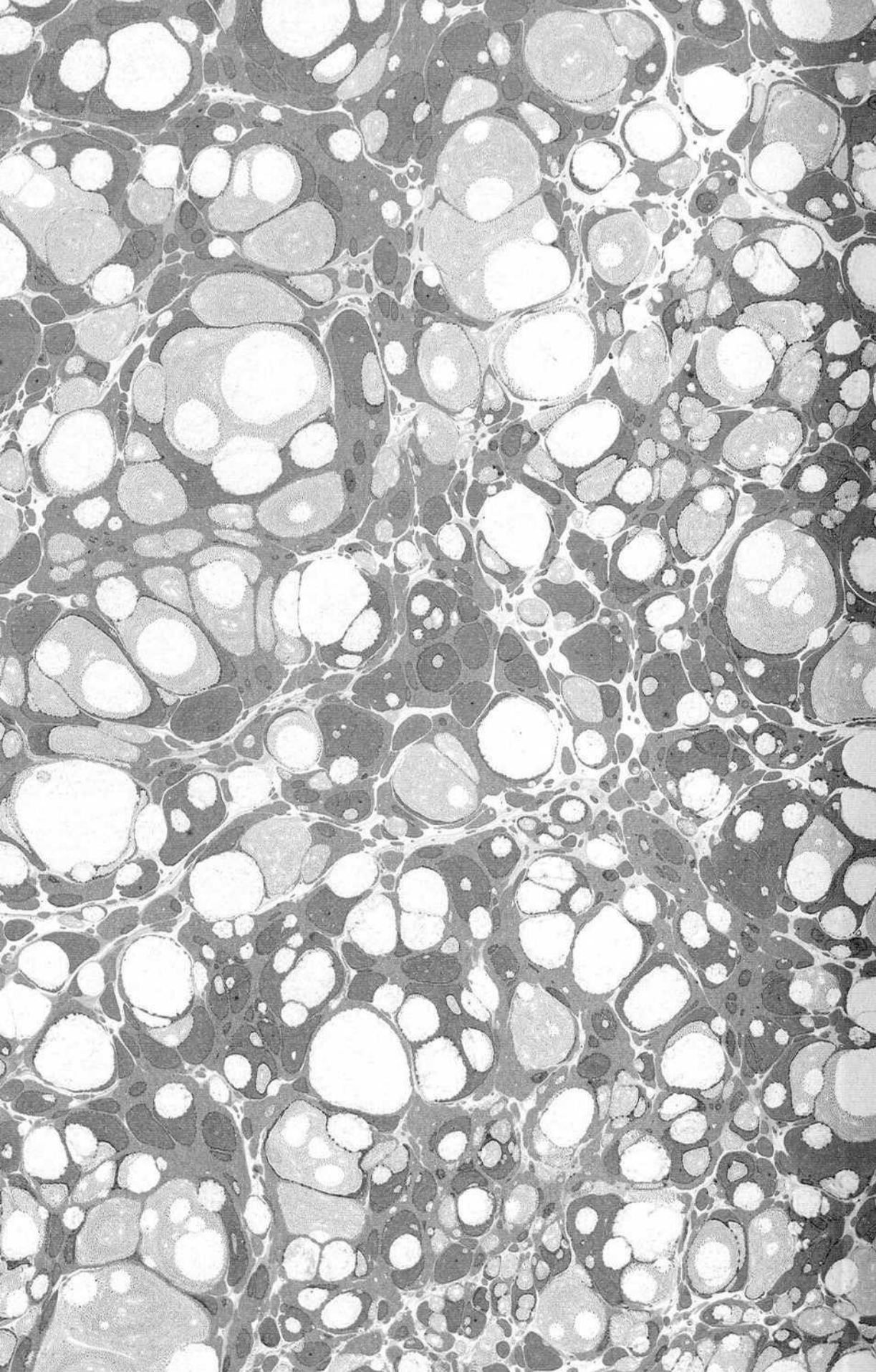


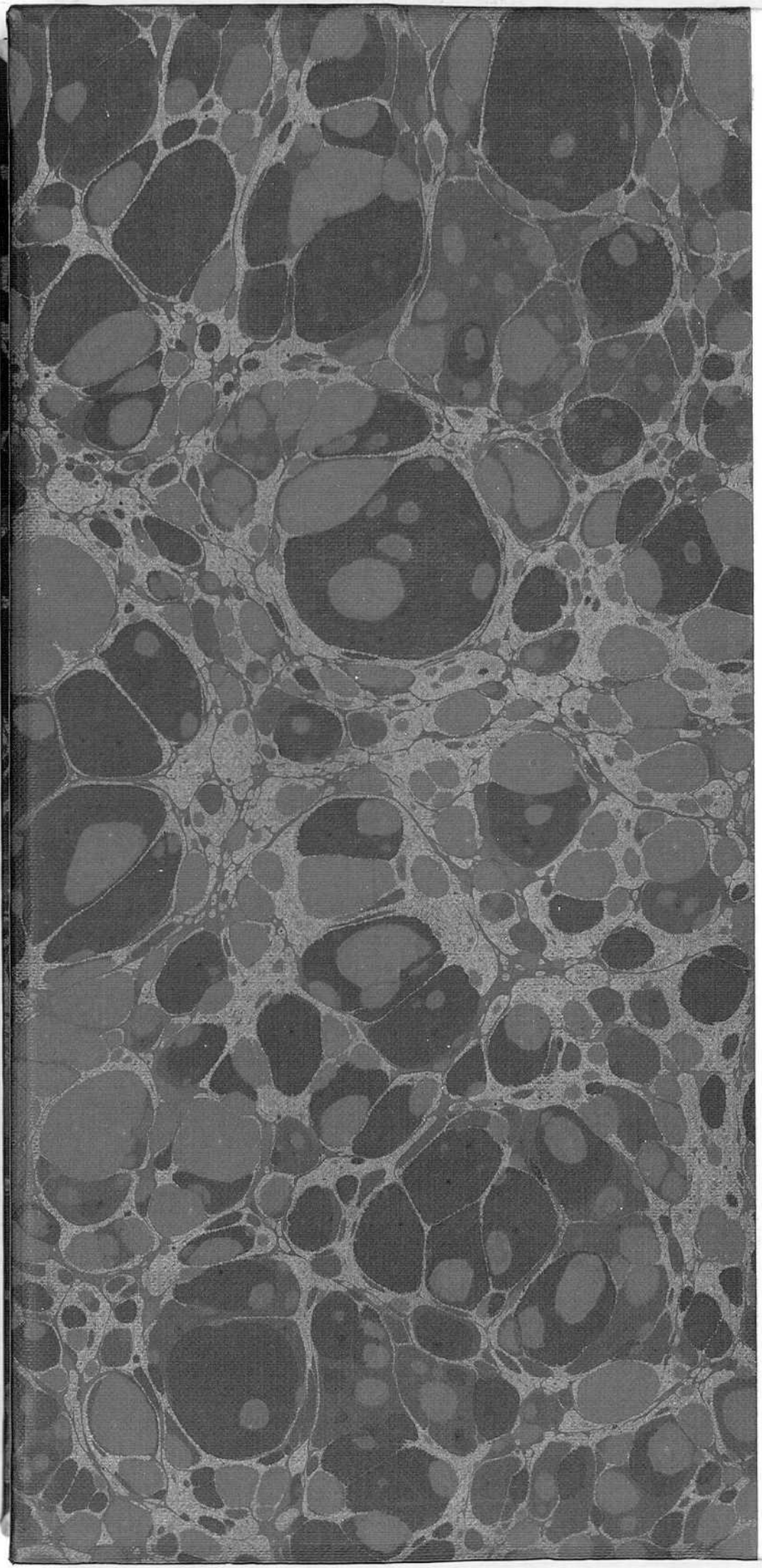
F.ª 2.



A. B. delin.t L. del.t

B. F. B. delin.t del.t





JUAN
DE ARFE
Y
VILLAFAÑE

TOMO I