Mathesis **III 4**$_2$ (2009) 295 - 414.

El arquitecto práctico, civil, militar y agrimensor.
(Libro I, proposiciones I a XXXVI)

Antonio Plo y Camin

EL ARQUITECTO PRACTICO,

CIVIL, MILITAR, Y AGRIMENSOR,

DIVIDIDO EN TRES LIBROS.

El I. contiene la Delineacion, Transformacion, Medidas, particiones de Planos, y uso de la Pantómetra.

El II. la práctica de hacer, y medir todo genero de Bobedas, y Edificios de Arquitectura.

El III. el uso de la Planchera, y otros instrumentos simples, para medir por el ayre con facilidad, y exactitud, y nibelar regadìos para fertilizar los Campos.

COMPUESTO

POR DON ANTONIO PLO Y CAMIN,

Professor de estas Ciencias.

QUIEN LO DEDICA

AL M. IL.e SEÑOR

FR. DON ANTONIO MARIA

Bucareli, &c.

CON PRIVILEGIO.

EN MADRID: En la Imprenta de Pantaleon Aznar. Año de 1767.

AL M. IL.e SEÑOR
FREY DON ANTONIO
Maria Bucareli y Ursua, Henestrosa, Laso de la Vega, Villacis y Cordova, Cavallero Comendador de la Bobeda de Toro, en el Orden de San Juan, Mariscal de Campo de los Reales Exercitos, Capitan General de la Isla de Cuba, y Governador de la Ciudad de San Christoval de la Habana, &c.

M. IL.e SEÑOR.

TOdos los Escritores buscan hombres grandes, à cuyas som-

¶ 2 bras

bras se amparen sus producciones literarias, y aunque no logren por este respeto librarse del todo de la censura de los ignorantes, no obstante éstos se contienen por veneracion al escudo que autoriza su Obra; la mia solo sirve para mostrar con ella mi gratitud à tanto favor como he recibido de la persona de V.S. y para poder en algo dàr un público testimonio de mi respeto.

Corresponde mucho el argumento de esta Obra al alto empleo, que ha confiado S. M. à la persona de V.S. entregando á su vigilancia, y valor el gobierno de una Plaza, que es el antemural

ral de un nuevo mundo. Es esta Obra una instruccion para los Profesores de Arquitectura Civil, y Militar, con muchas, y nuevas observaciones en las prácticas mas esenciales de los Edificios, yá en su construccion, yà en sus medidas, asi accesibles, como inaccesibles, reformando muchas comunes prácticas, en que no dexan de cometerse tal vez bastantes errores, que se verán remediados por la doctrina de este libro.

A V.S. mas que à mi trabajo, se deberà la utilidad de esta Obra, que no viera la luz pública, si no saliera cubierta con el esclarecido blasòn de V. S. en quien se hace patente su debido elogio, con mas claras luces, que pudiera dibuxar mi pluma; pues quien considere el noble proceder, y prendas que adornan la persona de V.S. podrà justamente dudar, si es mayor el lustre que dá à las acciones de V.S. su noble sangre, y gloria de antepasados, ò el esplendor, que con las acciones de V.S. su noble casa se engrandece. Parece que dispuso la Providencia en la persona de V.S. un noble exemplar para el gobierno; la suavidad en el trato; la actividad en la accion, y la vigilancia para el acier-

to.

to. Dignese, pues, V.S. de recibir con su afabilidad innata este obsequio de mis pobres tarèas, para que con tal gracia me aliente á otros trabajos, que sirvan de utilidad à nuestra Nacion Española, y sean del agrado de V.S. cuya vida guarde nuestro Señor los muchos años, que deseo. Madrid, y Noviembre 20. de 1766.

M. IL.E S.R

B.L.P. de V.S. su mas reverente siervo

Antonio Plò y Camin.

¶4 EL

EL REY.

POR quanto Don Antonio Pló y Camin, vecino de Madrid, suplicó à mi Consejo le concediese Privilegio por diez años para que ninguna persona le pudiese imprimir un libro, que havia compuesto, intitulado: *El Arquitecto práctico, Civil, Militar, y Agrimensor*, por el trabajo que le havia costado; y visto por los del mi Consejo, se acordó expedir esta mi Cedula: Por la qual concedo Privilegio al expresado Don Antonio Pló y Camin, para que, sin incurrir en pena alguna, por tiempo de diez años pri-

me-

meros siguientes, que han de correr, y contarse desde el dia de la fecha de ella, pueda, ú la persona que su poder tuviere, y no otra alguna, imprimir, y vender el mencionado libro, intitulado: *El Arquitecto práctico, Civil, Militar, y Agrimensor*, con tal de que sea en papel fino, y buena estampa, viendose antes en mi Consejo, y estando rubricado, y firmado al fin de Don Ignacio Estevan de Igareda, mi Secretario de Camara mas antiguo, y de gobierno de èl: Y mando, que ninguna persona, sin licencia del expresado Don Antonio Pló y Camin, imprima, ni venda el ci-

citado libro, pena al que lo hiciere de perder todos, y qualesquier libros, moldes, y pertrechos que tuviere, y mas incurra en la de cinquenta mil maravedís para la mi Camara, de los quales sea la tercera parte para ella, otra para el Juez que lo sentenciare, y la otra para el Denunciador: Y cumplidos los dichos diez años, quiero, que ni el referido Don Antonio Pló, ni otra persona en su nombre, usen de esta mi Cedula, ni prosigan en la impresion del citado libro, sin tener para ello nueva licencia mia, so las penas en que incurren los Concejos, y personas que lo hacen sin tener-

la:

la : Y mando á los del mi Consejo, Presidentes, y Oydores de las mis Audiencias, y Chancillerìas, Alcaldes, Alguaciles de la mi Casa, Corte, y Chancillerìas, y à todos los Corregidores, è Intendente, Asistente, Gobernadores, Alcaldes Mayores, y Ordinarios, y qualesquier otros Jueces, Justicias, Ministros, y personas de todas las Ciudades, Villas, y Lugares de estos mis Reynos, y Señoríos; y à cada uno, y qualquier de ellos en su districo, y jurisdiccion vean, guarden, cumplan, y executen esta mi Cedula, y todo lo en ella contenido; y contra su tenor, y forma

no

no vayan, ni pasen, ni consientan ir, ni pasar en manera alguna, baxo la pena de otros cinquenta mil maravedìs para la mi Camara. Dada en Aranjuez à siete de Junio de mil setecientos sesenta y siete. = YO EL REY. = Por mandado del Rey nuestro Señor, D. Joseph Ignacio de Goyeneche.

IN-

INDICE
DE LOS LIBROS, Y CAPITULOS que contiene esta Obra.

LIBRO PRIMERO.

Cap.

LIBRO SEGUNDO.

Bo-

LIBRO TERCERO.

ERRA-

ERRATAS.

Paginas.	Lineas.	Dice.	Lease.
204	23	*VL.*	VB.
386	22	*NLMC.*	NLMQ.
395	23	*hasta*	Paralelas á HV hasta
404	19	*Q R.*	*q*R
439	27	*á la*	à las
452	5	*menores.*	mayores.

IN-

INTRODUCCION.

ES la Mathematica el tronco universal de todas las Ciencias: su raiz, y fundamento es la Geometria, que juntamente con la Arithmetica, dispone, pesa, mide, y arregla todas las cosas naturales.

Para ponderar la nobleza, y utilidades de la Mathematica, era preciso escribir un volumen separado; por lo que basta decir, que de sus Profesores ha havido Emperadores, Pontifices, y Santos; y generalmente deben ser Mathematicos todos los Sabios, y grandes Señores.

Para cultivo de la Juventud Noble, y Plebeya tienen establecidas todos, ó los mas Monarcas de Europa distintas Academias, las que son dirigidas por los Varones mas cientificos de sus Reynos, los que con methodo breve, facil, y gustoso desbastan, industrian, y habilitan á sus discipulos, hasta ponerlos en la carrera que desean.

Otros muchos hay, que desean saber, pero pocos los que se quieren aplicar; y de los que se aplicarian, faltan los mas, por hallarse en paises retirados de las Academias, como á mi me ha sucedido; lo que ahora me hace falta para ser un suficiente Mathematico. Disculpame el no serlo, y el prudente lector me disimulará quanto en esta Obra encontráre mal ordenado; (defecto de mi poco estudio, que solo ha sido la práctica de construír, y obrar por mi, y en concurso de otros, varios edificios de toda clase de Arquitectura) y segun mi limitado ingenio, he podido alcanzar las partes, que contiene este volumen, las quales todas son prácticas; pero las considero suficientes para desterrar algunos errores, que se cometen en toda suerte de medidas, como tambien para instruír á los principiantes, y á los que por seguir el trabajo corporal, mantenerse con él, hallarse lejos de las citadas Academias, y con pocos medios de alcanzar los libros que necesitan, les servirá éste para las principales operaciones, que se les puedan ofrecer.

Las

INTRODUCCION.

Las prácticas de que se trata en el discurso de esta Obra, son las mas precisas, que deben obrar los Agrimensores, y Arquitectos Civiles, y Militares. Los primeros hallarán quanto pueden desear, para obrar sus operaciones con acierto, facilitarán las construcciones de formar sus planos sobre el papel, por medio de la Geometría Práctica, y por el uso de la pantómetra, ó compás de proporcion, que es el tratado del Libro primero de esta Obra, con el que se hallará instruido un Profesor de Arquitectura Civil, y Militar, para obrar quantas medidas de lineas, y superficies se le encargaren: delineará, transformará, y dividirá, ò partirá todo genero de figuras planas, tanto regulares, como irregulares, de donde pasará à comprehender con facilidad el Libro segundo; con cuyas prácticas medirá los edificios de Arquitectura, tanto superficiales, como sólidos. Delineará, y obrará quantas colunas se le ofrecieren, á excepcion de sus basas, capiteles, y cornisamentos, que estos los dá á luz la Real Academia de San Fernando, con todo lo demás correspondiente à la Arquitectura Ornamentaria, y Tignaria, y con el tiempo, es regular, dará la Lapidaria, que es la obra mas deseada de todos los Profesores Arquitectos; pero aunque en esta Obra se carece de aquellas partes, no se carece de las medidas de ellas, dispuestas por los méthodos mas seguros, que se han podido descubrir, sin dependencia de la Trigonometria, y se prueban los errores, y perjuicios que se cometen en las medidas, como se verá en sus respectivos lugares. En quanto á trazar Bobedas de todo genero, cortar quantas cimbras se ofrecieren, y vencer todas las dificultades, que en esta clase pueden ocurrir, y obrar con acierto todas sus medidas, por dificiles que sean, creo no desagradará, ni aun á los mas inteligentes. Dáse fin al segundo Libro, demonstrando la delineacion, que debe hacerse para dár las estribaciones correspondientes á los arcos: materia, que los mas que tratan de ella lo hacen con mucha variedad.

Pasando al tercero, y ultimo Libro, se halla la práctica de medir por el ayre todas las distancias, profundidades, y alturas de quantos edificios, montañas, y valles se presentaren á la vista, sin necesitar de

Arith-

Arithmetica, ni de mas basa, que una sola, sea esta orizontal, ò vertical, pues de qualquiera de ellas se miden todas las sobredichas lineas, con solo el instrumento de la plancheta, sin que se cometan las equivocaciones, que padecen los mas que obran tales operaciones, de las que tengo muchas hechas, y vistas hacer; y por conocer lo mal fundado de ellas, he conseguido el medio de hacer las verdaderas medidas, con varias prácticas, que he hecho á costa de mi desvelo, trabajo, y especulaciones, de las que se seguirá (segun entiendo) mucha utilidad al Real servicio, y bien comun de todo el Público. Despues de las medidas de la plancheta, se ponen otras semejantes sin ella, por medio de mas simples instrumentos, como verá el curioso en su respectivo lugar; y se dá fin á la Obra con una ligera práctica de nivelár regadios, para cultivo de las tierras, &c.

Me ha movido á componer esta Obra el vér la poca inclinacion que tienen los inteligentes, que con mas fundamentos que los mios, tanto por su caracter, como por su estudio, podian dár á luz otras de mas consecuencia; por cuyo defecto me he alentatado á dár esta al Público, la que considero suficiente para los que solo se quieren contentar con la práctica, aunque en la realidad, sin ella de nada sirve la teorica, ni el mucho estudio. Yo quisiera poder instruir con mas perfeccion; pero no alcanzando mas mi insuficiencia, suplico á los lectores me disimulen, y perdonen mis muchos defectos.

DI-

DIVISION DE ESTA OBRA,

Y EXPLICACION

DE LAS CITAS.

TOda esta Obra se divide en tres Libros, en lugar de tratados: cada Libro, desde su principio al fin, en Proposiciones, separando sus materias con Capitulos, sin que estos interrumpan la seguida de las Proposiciones, desde el principio al fin de cada libro.

Las citas se expresan del modo siguiente. Qualquiera numero, que se halláre semejante á este (3), se ha de entender la Proposicion tres de aquel mismo Libro; y quando se halle esta cifra (4. L. 1.), significa la Proposicion quarta del Libro primero, ó del que el numero señaláre; y en las demás citas, para las demonstraciones, que en las Proposiciones omito, nombraré el Autor, y lugar donde se haya de probar. Las Proposiciones todas, ò las mas son problemas.

LI-

LIBRO PRIMERO.

DE LA PRACTICA *de Agrimensores.*

LA práctica, que contiene este Libro primero, es un principio para la que necesitan los Profesores de Arquitectura Civil, y Militar, á los que precisa comprehender esta, para entrar con facilidad en la de los libros siguientes; pero para los que solo desean ser Agrimensores, les basta con la de este; y creo no les dañará, si se aplican á mucha parte de los restantes, donde comprehenderán las medidas por el ayre, que se les pueden ofrecer en muchas ocasiones, por algunos embarazos que suele haver en los campos, y montes, yá sea por aguas, ò yá por espesuras de bosques; en cuyos lances se hacen las medidas

por

por el ayre, y con mas seguridad, que mecanicamente.

Para exercer estas facultades de medir, deben ser los operantes medianos Geometras, delineando en papel los planos, que huvieren de medir, ó huviesen yá medido, por cuyo medio se logra tener presentes las medidas en todo tiempo, y dár puntual razon de ellas á quien fuere necesario; y para los que no tuvieren práctica en el uso del compás, les servirá la instruccion de las Proposiciones del capitulo primero, no pasando á la segunda Proposicion sin tener bien entendida la primera, lo que se consigue con aplicacion, y cuidado, haciendo las mismas delineaciones de las figuras en un papel, obrando con cada una de ellas segun se vaya explicando en la Proposicion; y obrando asi, quedará señoreado qualquiera principiante, por rudo que sea, sin valerse de Maestro.

CAPITULO I.

(*ESTAMPA I.*)

EN este primer capitulo se trata de la práctica correspondiente á lineas, angulos, y otros principios fundamentales, que haviendolos entendido el principiante, con poco trabajo, y en breve tiempo se habilitará para lo demás que contiene esta Obra.

PROPOSICION I.

Examinar si una regla es derecha, ó tuerta para tirar lineas rectas (Figur. 1.).

Para hacer en papel qualquiera delineacion exacta, no basta tener buenos compases, ni otros instrumentos, que se necesitan, si la regla con que se han de tirar las lineas rectas no está perfectamente derecha, la que se probará con la siguiente operacion. Haganse dos puntos muy sutiles, y sean el uno en A, y el otro en B, y, que diste uno de otro tanto como la regla fuere de larga. Ajustense los extremos de la re-

regla á los puntos A B: de modo, que asentada sobre C, se tire la linea A B: mudese la regla á la otra parte, asentandola en D por el mismo asiento que tuvo en C, y ajusten sus extremos en los mismos puntos de antes A B, y tirese otra vez la linea A B; y si esta pasáre por la que se tiró primero, sin conocerse mas que una sola linea, dirémos que la regla es buena; pero si en su medio tiene algun teso, ó vacío, por qualquiera de estos dos defectos formará una superficie, semejante à la que se demuestra en la figura; y estos defectos, ó qualesquiera otros, que puede tener una regla, los remediará qualquiera inteligente, sea Carpintero, Ensamblador, ò Evanista.

PROPOSICION II.

Tirar una linea recta por dos puntos, que estén cerca uno de otro, y alargarla lo que se quisiere sin error (Fig. 2.).

En muchas ocasiones sucede haver de alargar una linea corta á mayor longitud, ó distancia, ò que por dos puntos dados, poco distantes entre sí, se haya de ti-

tirar una recta muy larga; lo que está muy expuesto á error, y no lo havrá obrando en esta forma. Sean los puntos dados, ó linea, que se ha de alargar C D: tomese qualquiera abertura en el compás, que sea mas que la mitad de la linea C D, ò que sea igual á ella; y desde los puntos C D, como centros, describanse à una, y otra parte unos arcos, que se cruzan en los puntos E F. Desde estos puntos se harà otra vez la misma operacion con mayor abertura de compás, formando otros arcos, que se cruzarán en un punto, como G. Tirese la C G, y se havrà alargado la C D hasta G, cogiendo los tres puntos C D G.

Si esta linea se huviere de alargar mas, se harà otra vez desde los puntos C G la misma operacion, que de los C D.

PROPOSICION III.

Tirar una linea perpendicular á otra en diferentes casos (Fig. 3. 4. 5. y 6.).

Caso primero. Si el punto dado C (Figur. 3.) estuviere fuera de una linea dada, como en la A B, pongase el pie del com-

compàs en el punto dado C, extendiendo el otro pie, hasta que con un arco, que se forme desde el punto, como centro, corte la linea dada en qualesquiera dos puntos, como A B; y con la misma abertura, ò qualquiera otra mayor que la mitad de A B, haganse centros A B, y desde ellos se cortaràn unos arcos, que se cruzan en el punto D. Tirese la C D, y serà la perpendicular que se pide.

Caso 2. (Fig.4.) Quando el punto estuviere en V, y no se pudiere hacer la operacion à la otra parte de la linea dada P Q, tomese en el compás qualquiera abertura mayor que la mitad de P Q, y desde V cortense los puntos P Q, desde los quales con otra abertura mayor en el compás se haràn otros arcos mas altos, que se cruzan en O. Tirese la recta O, V, y serà perpendicular á P Q, juntandose con ella en angulos rectos en Z.

Esta misma operacion, y la antecedente se obran del mismo modo sobre qualquiera plano de pared, ò suelo, sirviendose de un hilo, ò cordel en lugar de compàs, en esta forma. Sea una linea P Q, (Fig.4.) y tenga por caso 20. pies, y se pide que se

le

se tire una perpendicular, que la divida en dos partes iguales. Esta operacion se puede hacer de dos modos.

1. En cada extremo de la propuesta linea P Q clavese un clavo: tómese un cordel, haciendose en uno de sus cabos un anillo: este se meterà en qualquiera clavo P; y señalando en el cordel un punto, como à distancia de 15. pies, que es mas que la mitad de P Q, tirese el cordel ácia O, y con el señal à los 15. pies, poniendo en él un otro clavo, ó lapiz, se señalarà con este un arco en V. Hagase lo mismo à la otra parte desde el clavo Q, formando otro arco, que corte al primero en el mismo punto V: hagase la misma operacion con mayor distancia en el cordel, desde los mismos puntos P Q, haciendo otros dos arcos, que se cruzan en O: tirese con qualquiera renglon, ò cordel la O V, y serà la perpendicular, que se pide, dividiendo la P Q en dos partes iguales en el punto Z.

Esta operacion serà mas segura, si en lugar de cordel se sirve de una regla, ò vara derecha, y larga, travesandole cerca de sus extremos un clavo en cada uno, para que

que el uno se pueda fijar en los centros P Q, y con el otro se describan los arcos O V.

2. Por este medio se harà la misma operacion con el cordel con mas brevedad. Tómese un cordel, ò hilo, que sea mas largo que la linea P Q: dividase este cordel en dos partes iguales (lo que se hace breve solo con doblarlo): en el punto de la division atese un cabo de otro cordel: atense los extremos, ò cabos à los clavos P Q; pero de modo, que queden las dos partes iguales, desde los clavos al señal de la division. Luego se tirarà del cabo atado al medio del cordel, y asentarà por caso en el punto V, donde se harà una señal sutil: hagase otra vez la misma operacion con otro cordel mas largo, tirado de los mismos clavos P Q; y haviendo obrado como antes, se hallarà el punto O. Tirese la O V, y serà la perpendicular que se desea, como lo ha sido antes.

Caso 3. (Fig. 5.) Si el punto dado fuere R, extremo de la linea propuesta, sobre el qual se ha de echar la perpendicular, abrase el compàs en una distancia arbitraria; y sentando un pie de èl sobre el extremo R, sien-

sientese el otro en qualquiera punto V; pero que cayga sobre la linea propuesta: hagase centro en V, y con la misma abertura del compàs se harà un arco sobre la linea propuesta, que la corta en el punto T. Tirese la T V, alargandola à discrecion por S. Cortese V S igual à T V; y tirando la recta S R, serà perpendicular à la propuesta T R, formando las dos el angulo recto en R. A este angulo llaman los Carpinteros escuadra en rincon.

Caso 4. (Fig. 6.) Quando el punto dado cayere fuera de la linea propuesta, como L, que cae fuera de H M, tirese de L una linea recta, que corte à la H M en qualquiera punto de ella, ò en su extremo H: Dividase H L en dos partes iguales en el punto C. Desde éste, como centro con la distancia C L, hagase à discrecion el arco L N; y porque este no corta la H M, alarguese esta hasta que corte al arco en algun punto N. Tirese la L N, y esta serà perpendicular à H M, aunque cayga fuera de ella.

Si por algun embarazo no se pudiera alargar hasta N la H M, se levantarà una perpendicular del extremo M, como se hizo de R en la Figura antecedente: y sacando del punto L una linea paralela à la perpendicular, que se huviere levantado del punto M, será la paralela L N, y queda hecha la misma operacion como antes.

La práctica de tirar lineas paralelas se expresa en las Proposiciones de las Figuras 10. 11. y 12.

PROPOSICION IV.

THEOREMA.

Si el angulo opuesto à el mayor lado de un triangulo fuere recto, las lineas de los dos lados menores serán perpendiculares una à otra (Fig. 7.).

Sobre este noble Theorema se funda la mayor parte de todas las Mathematicas (como puede vèr el curioso por la Prop. 47. del Libr. 1. de Euclides): por èl se probarà, si una linea es, ó no perpendicular à otra; y porque esto consiste en que en el punto donde se juntan las dos lineas, formen angulo, ò angulos rectos, serà bueno queden difinidos los tres especies

cies de angulos rectilineos, que son los que se forman de lineas rectas. Para que los principiantes tengan conocimiento de ellos, todos los Mathematicos dividen el circulo en 360. partes iguales, à las que dàn el nombre de grados, y cada grado le dividen en 60. minutos: cada minuto en 60. segundos, y cada segundo en 60. terceros, procediendo asi infinitamente; y esta division se hace en la circunferencia del circulo, tirando de cada grado una linea recta à su centro; pero regularmente se valen de la mitad del circulo, que es el semicirculo de la Fig.22. dividiendole en 180. grados, como parece en la Figura, y de 10. à 10. de ellos sacan una linea recta al centro M, valiendose de este instrumento para muchas operaciones, que con èl se haràn adelante; y ahora solo nos servirèmos de èl para la definicion de los angulos rectilineos, dexando los curvilineos, y mixtilineos para otro lugar.

Siendo, pues, la medida de todos los angulos los grados que coge un arco, que se describe del mismo angulo, como centro, hasta tocar las lineas que lo forman, lo tenemos todo bien patente en la Figura 22. que se explica en esta forma:

La linea H M 180, es diametro del semicirculo H 90, 180, formado del centro M con la mitad de su diametro, ò distancia M H. La linea 90 M divide en dos partes iguales à la circunferencia en el punto 90; y al diametro en el punto M, centro del semicirculo: luego aqui se prueba, que con las dos lineas se han formado dos angulos rectos, el uno es H M 90, y el otro es 180 M 90, y la linea 90 M es perpendicular à la H M. Sabido, pues, que qualquiera angulo recto es la quarta parte de un circulo, ò mitad de un semicirculo, el angulo agudo serà el que coja menos de la quarta parte, que son los 90 grados; y qualquiera linea que salga del centro M, hasta la circunferencia en el numero que cortare, señalarà los grados, que vale aquel angulo: de modo, que no llegando à 90. serà agudo: si corta justamente los 90. serà recto; y si corta mas de los 90. serà obtuso; y para nombrar qualquiera angulo se ponen tres cifras, y la que se halla en medio es la que està en el angulo, como por exemplo: el angulo HM 50. se forma acuto en M, y vale 50 grados (Fig. 22.)

El angulo H M 90, ò el 90. M 180. son rectos en M, y qualquiera de ellos vale 90. grados. El angulo H M 130 es obtuso en M, porque pasa de 90. grados; y este vale 130. grados, y por este orden se pueden hacer infinitos angulos, y saber los grados, que cada uno vale; pero no puede haver angulo, que llegue à 180. grados; porque este es el valor del semicirculo (linea recta de su diametro).

Para probar si un angulo es recto, ò si dos lineas rectas son perpendiculares una à otra, sean en la (Fig. 7.) Y F, la una recta, y Y P la otra, tomese en el compàs qualquiera abertura proporcionada; y desde el punto Y con la tal abertura, cortense tres partes iguales en qualquiera de las dos lineas, y sea en la Y F. Tomense quatro de las mismas partes en la otra linea de Y à P. Si tirada la recta F P, tuviera esta cinco de aquellas partes, el angulo Y será recto, y las dos lineas seràn perpendiculares una à otra. Si la linea F P no llegáre à cinco partes justas, el angulo Y será agudo; y si tuviere mas de las cinco partes, será obtuso: de que se infiere, que con tres reglas, ò varas derechas, que la una tenga tres pies de largo, ò tres partes iguales: otra, que tenga quatro; y la otra cinco: si estas se tienden en qualquiera plano, y se ajustan los extremos de las unas à los de las otras, se formarà con ellas un angulo recto, ò escuadra, que podrà servir para la practica de algunas operaciones en el campo; y à no haver reglas, se harà lo mismo con un hilo, ò cuerda, clavando tres clavos, uno en cada señal de las divisiones de tres, quatro, y cinco partes iguales, que se huvieren hecho en la cuerda despues de haver unido los cabos de ella.

Por esta misma regla se prueba, que el quadrado, que se hiciere sobre la linea opuesta al angulo recto de qualquiera triangulo rectangulo, serà igual en superficie, ò area à los dos quadrados, que se hicieren sobre los otros dos; esto es, que si el primero tuvo 100. varas de superficie, los otros dos juntos tendràn otras 100. varas. Todo lo contenido en esta Proposicion es conveniente lo tenga bien entendido el principiante, para practicar muchas operaciones, que se le ofreceràn despues; por cuya causa he sido bastante largo en esta explicacion.

PRO-

PROPOSICION V.

Hacer un angulo igual à otro angulo dado (Fig. 8.).

Sea dado el angulo S A O: se pide que se haga otro igual á èl.

OPERACION.

Tómese en el compàs qualquiera abertura, como no sea mayor que la linea mas corta de las que forman el angulo. Sea la distancia A S: hagase con ella desde A el arco SO; y sin variar la abertura del compàs, sientese el un pie de él en qualquiera punto M, y con el otro pie hagase el arco V C, cortandolo igual à O S; y tirando las rectas MV, MC, serà el angulo M igual al angulo A.

Si se pidiere tambien, que el angulo A se dividiese en dos partes iguales, no hay mas que hacer, que tomar en el compàs qualquiera abertura, y desde los puntos O S, como centros, hacer mas adelante de ellos unos arcos, como los que se hicieron en G (Fig. 2.) desde los puntos E F; y del punto en que estos se crucen se tirarà una recta al punto A, y quedarà hecha la operacion que se pide.

PROPOSICION VI.

Hallar el centro de donde se describió qualquiera arco (Fig.9.).

Sea una porcion de circunferencia el arco D X Z. Tómese en el compàs qualquiera abertura; y sentando un pie de él en qualquiera punto D de la circunferencia del arco, describanse à una, y otra parte otros arcos en R, y B. Hagase la misma operacion desde otro qualquiera punto X, cortando con otros arcos los que se formaron desde D, y serán los puntos R B. Tirese por ellos la oculta B R, larga á discrecion. Elijanse à la otra parte del arco, que se le busca el centro, otros nuevos puntos, sean X, y Z. Desde estos, como centros, con la misma abertura del compàs, ò qualquiera otra, haganse otros arcos, que se cortaràn en los puntos EV. Tirese por estos la oculta VE, y cortará à la antecedente BR en el punto P, y este es el cen-

centro de donde se describiò arco el DXZ.

Por esta misma operacion se cogen con una circunferencia tres puntos dados en qualquiera plano (como no estèn todos en linea recta), haciendo desde ellos las mismas operaciones, que se han hecho para hallar el centro P del arco D X Z; porque si estos puntos fueran los dados, el arco D X Z, descrito del centro hallado P, pasaria por ellos; y si esta operacion se hiciere en algun plano, en el campo, ò en alguna pared, se obrará con una cuerda en lugar de compàs.

Tambien se obrarán las mismas operaciones para coger con un circulo los tres angulos de qualquiera triangulo; y siendo los tres angulos lo mismo que los tres puntos dados, queda yá explicado arriba; pero hay que reparar, que esta operacion, à mas del juego que tiene à varios usos, sirve para conocer de què especie es qualquiera triangulo; y aunque no hemos llegado à la fabrica de triangulos, no serà perjudicial al principiante quedar enterado de estas advertencias. Sea el triangulo, que se quiere saber de què especie es, D X Z (Fig. 9.), que se halla formado de lineas

de

de puntos; y porque cae su centro P, para coger los tres angulos con la circunferencia, fuera del triangulo, se ha de advertir, que el tal *triangulo* es obtusangulo, o ambligonio. Si el centro P huviere caìdo en la linea D Z, ò qualquiera de las otras dos D X, ò X Z, seria triangulo rectangulo, ú ortogonio. Si el centro P huviere caido, ò cayere dentro del triangulo, en este caso sería acutangulo, ú oxigonio: estos nombres toman por razon de sus angulos; porque el obtusangulo tiene un angulo obtuso, opuesto à su mayor lado; el rectangulo lo tiene recto; y el acutangulo lo tiene acuto: aunque todos los tres angulos de esté son acutos, unos mas, y otros menos.

Los triangulos, por razon de sus lados, se nombran de otro modo, que son equilatero, isosceles, y escaleno. Equilatero es el que tiene sus tres lados, y angulos iguales: isosceles, es el que tiene dos lados iguales, y uno desigual, y los dos angulos, que se forman con este lado, son iguales; pero cada uno de ellos es mayor que el otro, quando las dos lineas son mayores que la desigual; pero quando las dos iguales son menores, el angulo, que de ellas se forma,

es

es mayor que qualquiera de los otros dos angulos iguales.

Triangulo escaleno, es el que se forma de tres lineas, y tres angulos, unas, y otros todas desiguales. Con esto quedan difinidos los triangulos rectilineos.

PROPOSICION VII.

Varios modos de tirar lineas paralelas (Fig. 10. 11. y 12.).

Modo primero. Si sobre la recta A B (Fig. 10.) se pidiere, que se tire otra linea paralela à ella, tan distante como la longitud, ò largura de la linea M, tómese ésta en el compás; y haciendo centro en qualquiera punto A de la dada A B, hagase un arco C, y con la misma abertura del compás elijase otro punto en la linea AB. Sea el punto B: hagase desde B el arco D, y tirese la linea tangente C D, que será paralela à la A B. Linea paralela es qualquiera, que dista de otra igualmente, tanto por sus extremos, como por su medio; y por mucho que estas se alargaren por ambos extremos, jamás se vendrán à juntar

tar las dos en un punto. Linea tangente se llama qualquiera recta, que se tira por la circunferencia de un arco, sin cortarlo; y al punto donde se toca el arco con la recta se nombra punto del contacto: tales son los puntos C D.

Modo 2. Si sobre una recta dada D E (Fig. 11.) se diere algun punto P, del qual se pide, que se saque una linea paralela á la D E, tirese del punto P qualquiera recta, que corte un punto V, formando qualquiera angulo DVP; y haciendo desde V los arcos DPEQ (5) iguales, se tirarà la recta por los puntos P Q, y esta es la paralela que se pide con D E.

Modo 3. Si fuere una linea dada O L (Fig. 12.) à la que se huviere de tirar otra linea paralela de un punto dado B, se podrà hacer sin variar la primera abertura, que se tomáre en un compàs. Abrase, pues, éste algo mas que el intervàlo, que huvieren de distar una linea de otra, como por exemplo del punto dado B á qualquiera otro punto O: de la dada O L tirese la B O, alargandola á discrecion ácia A: cortese O A igual à B O, que es la misma abertura del compás; y sentando un pie de èl

en

en el punto A, vease dónde alcanza el otro en la O L, que será el punto L: desde éste, como centro, sin que se haya movido la abertura del compàs, hagase el arco C; y tirando por los puntos A L la recta A L C, cortarà al arco C en el punto C: por éste, y el dado B, tirese la recta B C, y serà la paralela que se pide.

Si estas lineas se huvieren de tirar en algun suelo, ò pared, se obraràn con cuerdas, ò varas en lugar de compàs.

Otros modos hay de tirar lineas paralelas, y perpendiculares; pero con las que llevo expresadas tiene bastante qualquiera Professor para su práctica.

PROPOSICION VIII.

Hallar el punto donde se juntaràn dos lineas, que no son paralelas (Figur. 13.).

Sucede muchas veces, quando se levanta un plano sobre algun terreno, ó quando en papel se forma un angulo muy agudo, que no se puede hallar el punto fijo donde se juntan, à causa de caminar las dos lineas juntas por algun trecho; y para ha-

hallar este punto se obrarà como se sigue.

Sean las dos lineas VO, NH: por los extremos de las dos tirese la N V, y à qualquiera distancia de NV tirese una paralela à N V, como H O De los puntos O V saquense otras dos lineas à discrecion: de modo, que formando qualquiera angulo, como en V, y en O, sean V P O Q paralelas, ò equidistantes entre sì. Tómese en el compàs la distancia N V, y señalense con ella las partes iguales, que se quisiere en la V P, como por caso se han señalado tres partes de V à P iguales à N V. Tómese ahora la distancia H O, y se pasaràn otras tres partes iguales à ella, desde O hasta Q. Tirese la oculta P Q, y esta continuada cortarà el punto S, haviendo alargado antes qualquiera de las lineas dadas V O, ò N H; y qualquiera linea, que se tirase por los puntos de las divisiones de V P à sus correspondientes en O Q, alargandolas àcia S, todas concurriràn al mismo punto S.

Esta prà̃ctica tiene mucho uso en la delineacion de los planos, la que debe tener el principiante muy bien estudiada, para el acierto de sus operaciones.

CA-

CAPITULO II.

EN este capitulo segundo se comprehende la division de las lineas, para formar las escalas Geometricas, que son las medidas de superficies, y sólidos, à las que los Franceses llaman comunmente pitipie: aplicanse tambien à otros varios usos, como se verà adelante.

PROPOSICION IX.

Dividir una linea en qualesquiera partes iguales. (Fig. 14.)

Pidese, que la linea A B se divida en tres partes y media iguales.

OPERACION.

Del extremo de ella A tirese una recta A C, que forme qualquiera angulo C A B: abrase el compàs en qualquiera distancia, como A F, y con esta se cortaràn tres partes iguales, comenzando del extremo A, señalando en la AC los puntos FGS. Tómese en el compàs la mitad de una de ellas,

ellas, (3) y pasese de S à C. Del punto C, que es donde finalizan las tres partes y media iguales, tirese al extremo B de la linea dada la oculta CB, y se halla formado el triangulo ABC. De los puntos señalados en la AC, saquense las lineas SH, GE, FD, (7) paralelas à CB, y con los puntos, que estas corran en la AB, queda ésta dividida en las tres partes iguales, y media mas. Si en lugar de media se pidiere un tercio, quarto, &c. se dividiria una de las tres partes en otras tres, quatro, ò el quebrado necesario, obrando con qualquiera de las tres partes AF lo mismo que se ha hecho para la division de la AC, y poniendo la parte de S à C.

Si para obrar con mas seguridad se quiere tirar del extremo B la linea BD, hagase el angulo ABD igual al angulo BAC (5), y la BD serà paralela à la CA: pasense las partes, que se hallaren en la CA de B à D, tomando en el compàs la distancia CS, y poniendo la de B à H, y la distancia de S à G se pasarà de H à E, y de E à D; y tirando las ocultas FD, GE, SH, con estas tres lineas queda la AB dividida en las tres partes y media iguales, que se pidieron.

Pa-

Para la demonstracion de estas operaciones se ha de probar, que las partes que dividen la AB, son proporcionales á las que se han cortado en la linea AC, lo que se consigue por la 2. Proposicion del 6. libro de Euclides.

PROPOSICION X.

Dadas muchas lineas, aunque sean todas desiguales, dividirlas en un numero de partes iguales, cada una en sus correspondientes con una operacion (Figur. 15).

Pidese, que las dos rectas C, y D se dividan en tres partes iguales cada una.

OPERACION.

Tirese aparte la recta AN à discrecion, y con qualquiera abertura de compàs cortense en ella las tres partes, como señalan los numeros 1, 2, 3; y haciendo centro en el punto 3, con la misma abertura del compás, hagase el arco 2, SN; y haciendo centro en el extremo A con la distancia A 3 hagase el arco 3 S, que corta al arco antecedente en el punto S. Tirese la recta AS larga á discrecion, y se ha formado un angulo PAN; con el qual se dividiràn en tres partes iguales quantas lineas se quisieren, como se sigue. Tómese en el compàs la linea C; y haciendo centro en el angulo A, hagase el arco PN, y su cuerda, ò subsrensa serà una de las tres partes de la linea C. (cuerda, ò substensa es la linea recta, que se tira del punto donde mueve un arco, al otro punto donde finaliza.)

Para saber qual es la tercera parte de la recta D, tómese lo largo de ella en el compàs, y hagase desde A (como antes) el arco V 2, y la cuerda de este serà la tercera parte de dicha linea D.

Si huviere muchas mas lineas, se harà la misma operacion con cada una de ellas, hallando la tercera parte en la cuerda del arco, que con toda su longitud se describiere en el angulo PAN.

Si como se ha hecho esta division en tres partes iguales, se huviere de hacer en quatro, se haria el semicirculo de el punto quatro, como se ha hecho aqui del tres; y si fuere de cinco, en el cinco, y asi en las demàs partes.

Es-

Estas operaciones hacen el mismo efecto, que las lineas de las partes iguales en la pantómetra, ò compàs de proporcion: su demonstracion es la misma, que la de la Proposicion pasada.

PROPOSICION XI.

Dividir una recta en las mismas partes semejantes, que estuviere dividida otra, mayor, ò menor (Fig. 16.).

Aunque esta Proposicion se puede colegir bastantemente de la práctica de la Figur. 14. (9) la pongo separada para mejor inteligencia del principiante, por algunas excelencias que tiene. Pidese, pues, que la recta PQ se divida en las partes desiguales, correspondientes à las que tiene la TL en los puntos OV.

OPERACION.

Tómese la PQ en el compás, y juntese un extremo suyo en T, y vaya el otro à E, formando qualquiera angulo ETL. Tirese la LE, y se ha formado el triangulo ETL: de los puntos O, y V, tirense à la TE las rectas OC, VS, paralelas à LE, y en los puntos CS queda hecha la division de PQ, trasladada à TE en las mismas partes iguales, ò desiguales, que estuviere dividida la TL. La demonstracion de esta práctica es la misma que las de las dos Proposiciones antecedentes.

Este problema debe tenerlo presente todo Arquitecto, para la division de muchos repartimientos, y en especial para delinear qualquiera de las cinco ordenes de Arquitectura sobre una altura dada, o todas cinco bajo dos paralelas, lo que se practicarà del modo siguiente. Se pide que sobre una altura, que sea tanto, como la linea TE (que se imagina levantada à plomo sobre un plano vertical) se delinee una de las cinco ordenes con pedestal; y porque segun Bignola, se dà al pedestal el tercio de la altura de la coluna, incluso en esta su basa, y capitel, y al cornisamento, que carga sobre ella, se le dà la quarta parte de dicha coluna; lo que se consigue dividiendola en 12 partes iguales, y debajo de ella se ponen quatro partes, que es el tercio para el pedestal, y encima 3, que es el quarto para el cornisamento, y todas juntas hacen 19 partes iguales; se dividen con brevedad con esta Operacion. Sea el punto

T

T donde ha de cargar el pedestal. Tirese la TL larga à discrecion ; de modo, que saliendo del extremo T, forme en èl qualquiera angulo ETL ; y porque la division de la altura ha de ser en 19 partes, tómese en el compàs una abertura proporcionada, para que todas se puedan señalar en la TL (sin que se gaste toda su largura con las 19 partes) : ponganse 4 de ellas de T á O, 12 de O á V, y 3 de V à L (sin hacer caso de lo que sobráre en la linea TL): tirese la LE, formando el triangulo ETL. Luego de los puntos O, V, saquense las lineas OC, VS, que cortan à TE en los puntos CS, y se ha dividido la TE en las partes que se desea : TC 4 partes, tercio de 12, que tiene CS, y SE 3 partes : quarto de C S : con que yà tenemos repartida la altura del orden, que se quisiere delinear : TC altura del pedestal, CS altura de la caña de la coluna, S E altura del cornisamento.

El pedestal se divide en otras tres partes, para su basa, cimasa, y neto, que se queda entre las dos. La coluna se divide en basa, caña, y capitel : el cornisamento se divide en alquitrabe, friso, y cornisa.

Todos estos miembros se dividiràn por el mismo método, que la division que acabamos de hacer; pero es necesario para el buen arreglo de todos los miembros de qualquiera orden, tener entendido à Bignola, ò tener presente alguno de sus libros quando se estè delineando, por ser la doctrina de este Autor la mas bien recibida de todos los Profesores de Arquitectura Ornamentaria.

Si todos los cinco ordenes se huvieren de delinear entre dos paralelas, se tirarà una linea perpendicular á ellas en qualquiera de sus extremos: de modo, que ésta toque en las dos, y en ella se haràn las divisiones como en la TE; y tirando otras cinco paralelas à la perpendicular en los parages que fuere necesario para colocar cada orden, se cortaràn todas cinco lineas en los puntos necesarios para sus pedestales, colunas, y cornisamentos, sacando de los puntos CS unas perpendiculares à TE, ò paralelas á las dadas en los extremos TE, que corten à las cinco verticales, las que serviràn de exes, ó cateros, cada una para su orden. Los pedestales, colunas, y cornisas, en todos los cinco ordenes deben guar-

guardar una misma proporcion en altura, aunque no la guardan en gruesos, ni miembros menudos.

Me ha parecido conveniente explicar aqui esta práctica, por no haverla visto en Autor ninguno, y haver observado en muchos Delineantes, que para delinear las cinco ordenes de Arquitectura, bajo dos paralelas propuestas, se ha gastado mucho tiempo en ajustar las 19 partes de su altura, por andar tentandola con varias aberturas de compàs; y con la operacion expresada se ajustan con sola una abertura de èl, sin tener que hacer otra ninguna operacion; y quedando prevenido el Arquitecto de los Autores, que necesita tener presentes para delinear los cinco ordenes, concluyo la Proposicion.

PROPOSICION XII.

Dividir qualquiera linea dada en partes iguales, y progresion Arithmetica (Figur. 17).

Progresion Arithmetica es, quando los numeros se ván excediendo en una cantidad igual, como 1. 2. 3. 4. &c. ò

2. 4. 6. 8. &c. Progresion Geometrica es, quando los numeros se vàn aumentando en doblada cantidad, como 2. 4. 8. 16. &c. Y para dividir qualquiera linea en progresion Arithmetica no es otra cosa, que señalarla en tales partes, que quando se necesite tomar en un compàs algun numero de ellas, se halle éste separado de las otras, lo que se consigue con la delineacion siguiente.

OPERACION.

En el paralelogramo NH, CP, se pide que se divida la linea VC. Tirese por uno de sus extremos C la recta CN perpendicular á VC, y con qualquiera abertura de compàs señalense en ella nueve partes iguales, como señalan los numeros (Figur. 17.), las que finalizan en el punto N: tirese la VN, y se ha formado un triangulo NVC: tirense por los puntos, que señalan los numeros en la linea CN, lineas paralelas á la VC, hasta que toquen en la NV, y queda hecha la division que se pide: de modo, que si se ofrece tomar en el compàs 5 partes de las 9, que tiene VC, VC, se buscarà el numero 5; y puesto un pie de èl en el punto 5, se abrirá el otro por aquella linea, hasta el punto, que corta en la NV, y se tendràn en el compás 5 partes de las 9 iguales, que tendrà la VC; y asi se obrará con los demàs numeros de la NV.

Si fuere necesario tomar en el compás cinco partes y media de las dichas, dividase la distancia de 5 à 6 por medio en dos partes iguales; y tirando del punto de esta division una paralela à la VC, la distancia que tuviere esta ultima linea, que se tiráre, serà 5 partes y media de las 9, que tiene VC; y si como son 5 y media, huvieren de ser 5 y un tercio, quarto, ò quinto, &c. se dividiria la distancia de 5 à 6, ò qualquiera de entre otros dos numeros en 3, 4, ò 5 partes, y por la correspondiente à la parte de la parte que se pidiere quebrada se tiraria la paralela con V C, y aquella seria la que se busca.

Si como la VC se ha dividido en su perpendicular CN en 9 partes iguales, se pidiere en 18, ò en otro numero mayor, ò menor, se haria en la NC el numero de las partes que se pidieren; y obrando como se se ha hecho, se lograrìa el mismo efecto.

Semejante à la misma division se hace de otro modo para dividir los miembros de los cinco ordenes de Arquitectura; y porque à qualquiera de ellas se le dà en su planta à la coluna sobre su basa dos módulos, que es el diametro de ella, se divide este diametro en dos partes iguales, y cada una de las dos es un módulo; y si este hũviere de servir para qualquiera de los dos primeros ordenes, que son Toscano, y Dorico, se divide en 12 partes iguales: pero si fuere para el orden Jonico, Corintio, ò Compuesto, que son los tres restantes, se hace la division del módulo en 18 partes iguales.

Sea, pues, la mitad del diametro de una coluna la linea HN (Fig. 17.), que se ha de dividir en 18 partes iguales.

OPERACION.

De los extremos NH tirense las rectas NC, HP, largas à discrecion; pero paralelas una à otra (7): tómese qualquiera abertura de compàs; y comenzando por la una del extremo N, se señalaràn hasta C 9 partes iguales: hagase lo mismo de

H

H à P, como señalan los numeros en la Figura, y por los puntos 9 tirese la CP paralela à NH: dividase CP por medio en V, y tirese la VN; y tirando de los puntos que señalan los numeros en la NC lineas rectas à los correspondientes en la HP, queda hecha la operacion que se pide, cuyas partes necesarias se tomaràn de la Figura; como si fuere necesario tomar 15 partes de las 18, que tiene NH, busquese el numero 15, y la distancia, que hay de este à la obliqua NV, son las 15, que se toman; y las tres que faltan hasta 18, se notan con el numero 3 en la NC, que es la distancia desde el 3 hasta la NV. Si se huvieren de tomar algunas partes, y quebrado de otra, se obrarà como queda dicho arriba.

PROPOSICION XIII.

Dividir qualquiera linea, por corta que sea, en partes centesimas, ò milesimas (Fig. 18.).

Para quando se levantan planos sobre el terreno es preciso que la escala, ò pitipie sea de partes muy menudas, por ser ne-

necesario tener que medir en el papel algunas lineas, de una, ó mas leguas de largo; para cuyas operaciones es preciso que se entienda la práctica de la division siguiente.

Pidese, que la linea AB (Fig. 18.) se divida en trescientas partes iguales (estas pueden ser pies, varas, ò toesas, que cada toesa es dos varas, y cada vara tres pies).

OPERACION.

Dividase la AB en tres partes iguales en los puntos EH; tirense à discrecion por estos puntos, y los extremos AB las lineas AC, EF, H 200 BD, perpendiculares à la propuesta AB; y por las dos lineas de los extremos AC, BD con qualquiera pequeña abertura de compás, señalense 10 partes iguales, por las que se tiraràn las 10 lineas paralelas à la AB, como se demuestra en la figura, y señalan los numeros en la linea AC. Dividanse las porciones AE, CF (que son iguales, y tercio del paralelogramo ABCD) en otras 10 partes iguales; y por los puntos de la una division à los de la otra opuesta, tirense lineas transversales, como parece en la

Fi-

Figura, y se havrà dividido el tercio de la AB, que es AE en 100 partes iguales, que se cuentan desde A, en esta forma. El numero 1 es una parte de las 300. El 2 es dos partes; y asi los demàs numeros hasta C, que son allì 10 partes, desde el numero 9 hasta el punto C; y desde este punto hasta F son 100 partes: con que toda la CD tiene las 300 partes iguales à las que se piden en AB, como todo se demuestra en la Figura con los numeros correspondientes à las partes, que en ellos señalan; y para usar de este pitipie en las medidas de los planos en papel, ò delineacion de ellos, se obrarà en la forma siguiente.

Para tomar en el compàs 8 partes, busquese en la AC el numero 8; y sentando un pie del compàs en el punto 8, estiendase el otro pie hasta la transversal A 10, y esta abertura serà ocho partes de las 300, que se dividieron en AB.

Si fuere necesario tomar 73 partes, cuentense siete partes en la AE, que son las decenas que hay desde A hasta S; y porque las 7 partes de las 10, que hay de A à E, son cada una 10 partes de las 300 de AB, y que de A à S hay 70 de ellas, y se han

han de tomar 73, busquese en el lado AC el numero 3; cuya linea, que de este sale, y se junta con la que sale de S en O, tómese en el compàs O 3, y seràn las 73 partes que se piden; y si fuere necesario tomar en el compás 227 partes de la escala, ò pitipie, se obrarà de este modo. La linea AB, ò CD tiene 300 partes; y porque solo se necesitan tomar de ella 227, se restaràn de las 300 las 227, y quedaràn 73. Estas 73 se quitaràn de la linea AB, contando en la AE 70 partes, que son de A à S en la AB; y porque en las paralelas à esta, segun vàn bajando, se vàn hallando las partes, que se necesitan, de modo, que en el triangulo A 10 C, la parte que señala el numero 1 en su misma linea serà en el triangulo opuesto VEF 9 partes, que es el cumplimiento hasta 10, y donde hay 3, serà à la otra parte 7, y asi en las demàs partes de AC; y porque se han de quitar 73 partes, y tenemos 70 de A à S, busquese el numero 3 en AC, y vease donde se junta la linea que de èl sale, con la que baja de S, que serà en O: tómese la distancia OZ, y èsta serà las 227 partes que se piden. La razon de esto es, porque la li-

linea que vá de Z al numero 3, corta desde Z hasta el encuentro de EF 200 partes; y desde este encuentro hasta el de la VF hay 7 partes, y de VF hasta O hay 20 partes, que juntas las tres partidas, son las 227, que se buscan; y por la misma orden se pueden tomar quantas se quisieren.

Si fuere necesario tomar en las lineas algunas distancias de miles de partes, es facil su inteligencia, pues con tomar en el compàs 100, ò 200 de la escala, se irán señalando en cada linea los millares de partes, que se quisieren; porque cada 10 distancias, como CF son mil, y 5, como FD, tambien son mil, poniendolas seguidamente en linea recta.

PROPOSICION XIV.

Dadas dos lineas rectas, hallar una media proporcional geometrica entre ellas (Fig. 19.).

La media proporcional Arithmetica entre dos lineas propuestas, es lo mismo que las progresiones de numeros, que se han tratado en la Proposicion (12); y para hallar una media proporcional Arithmemetrica entre dos lineas dadas, no es otra cosa, que partir la suma de las dos juntas en dos partes iguales; como si fueren dadas dos lineas, que una tuviese 3 pies, y la otra 7 juntas las dos en una recta, tendria 10 pies: partida en 2 partes iguales, tendria 5 cada una; y qualquiera de las dos partes será media proporcional entre 3, y 7. Pero una media proporcional Geometrica, es muy distinto, como se entenderà por esta práctica.

Pidese, que entre las dos lineas A y B (Fig. 19.) se halle una media proporcional entre ellas.

OPERACION.

Ponganse las dos en una recta, y sea la A de C à V, y la B de V á S: hagase sobre toda la CS el semicirculo CLS; y del punto V, donde se han juntado las dos lineas dadas, levantese la perpendicular VL, que cortarà la circunferencia en el punto L, y esta linea VL es la media proporcional, que se pide entre las A y B.

Por esta misma regla se saca la raiz quadrada de qualquiera numero, quando no se le puede hallar por via de Arithmetitica, lo que se logra por via de linea en la forma siguiente.

Pidese la raiz quadrada de 27; y porque este numero no la tiene perfecta, ni por Arithmetica se le puede hallar numero, que multiplicado por sì, monte 27, se hallarà una linea, que si sobre ella se hace un quadrado perfecto, tendrá la superficie, ò area contenida dentro de èl, la cantidad de 27. pies, ò varas, ò la medida que fuere; para lo qual se han de buscar dos numeros, que multiplicado uno por otro, hagan 27: y porque para esto no se hallan otros, que el 9, y el 3, ò el mismo 27, y el 1, nos servirèmos de qualesquiera dos de ellos, y sean los primeros. Tirese, pues, una linea recta à discreccion, y sea CVS: tómese en el compàs qualquiera abertura, y señalense de C à V 9 partes iguales, y de V à S 3, que son los numeros, que multiplicados uno por otro, hacen 27. Sobre la CVS hagase el semicirculo CLS; y del punto V, donde se juntan las dos lineas de 9, y 3, partes iguales, levantese la perpendicular VL, que corta la circunferencia en el punto L. Digo, que la linea LV es la raiz quadrada de 27, que es lo que se pide;

y si sobre ella se hace un quadrado, que sean sus quatro angulos rectos, y sus quatro lados iguales à la VL, tendrà de area 27 partes iguales. Si como nos hemos servido de los numeros 9, y 3, que multiplicados uno por otro, montan 27, nos huvieremos valido del 27, y el 1, que multiplicados, como los otros, hacen 27, tambien saldria la misma linea LV; porque el semicirculo se haria sobre una linea de 28 partes de las 12, que tiene CVS, y la perpendicular se sacaria del punto que se juntaren las 27 con la 1; y aunque el semicirculo fuera mucho mayor que el de la Figura, la linea de èl seria siempre igual à la LV. Con lo explicado aqui basta para entender, que de qualquiera numero se puede sacar raiz quadrada, lo que se puede probar con qualquiera numero, que la tenga justa, como son el 9, y el 16, que eligiendo el 16, se hallan tres numeros, que le multipliquen, que son dos quatros, 8, y 2, el mismo 16, y el 1. Hagase la misma operacion con qualesquiera dos de ellos, y se verà, que por qualquiera parte tiene la media proporcional 4, que es raiz de 16. La razon de todo esto consta de la Propoposicion 47. del lib. 1. de Euclides.

PROPOSICION XV.

A dos rectas dadas, hallar la tercera proporcional (Fig. 20.).

Aunque la Figura 20 se ha delineado para la siguiente Proposicion, nos servirèmos para la presente por escusar figuras.

Pidese, que à las rectas LO, LM se les busque la tercera proporcional.

OPERACION.

Juntense las dos, de modo, que con el extremo de cada una formen qualquiera angulo L: tirese la MO: alarguese LO hasta R: de modo, que OR sea igual à la segunda LM: tirese la RS paralela á OM, y cortará à la LM, continuada en S. Digo, que la MS es la tercera que se busca; y que la proporcion que hay de LO á LM, es como la de LM à MS. (Consta de la Prop. 2. del 6. de Euclides.)

Si como esta linea se ha hallado en continua proporcion de mayor longitud, se huviere de hallar de diminucion, se tomaria la LM por primera, y la LO por segunda; y juntando LO en M, hasta donde alcanzáre ácia S, la que se bajáre de aquel punto paralela à MO, cortaria la OR menor que LO; y la proporcion que guarda LM con LO, guardaria LO con la cortada en OR.

PROPOSICION XVI.

A tres rectas dadas, hallar la quarta proporcional (Fig. 10).

Pidese, que à las tres rectas dadas C, B, A se les busque una quarta proporcional.

OPERACION.

Tómese la primera, que es la menor C, y pongase de L á O: juntese la segunda B de O á R, que las dos juntas forman la recta LOR: tómese la mayor A, y pongase de L á M, y tirese la OM: saquese del extremo R la recta RS paralela à OM, y cortarà à la LM, alargada en S; y la MS es la quarta proporcional, que se busca. Si como ésta se ha bus-

buscado en proporcion mayor, que la mayor linea de las tres dadas, se buscáre en menor, que la menor de ellas, se obrarà como se previene en la Propos. pasada.

PROPOSICION XVII.

A dos rectas dadas, hallar dos medias proporcionales (Fig. 21.).

Este es el noble problema para aumentar, ò disminuir los sólidos, o cuerpos cubos; y aunque célebres Autores han inventado varios modos de resolverle, se tiene por uno de los mejores el presente, cuyo inventor, segun Moya, fue Nicolàs Tartaglia; y segun otras opiniones de varios Autores, fue Philon. Sea quien fuere, se debe estimar la invencion de tan preciso problema; pues aunque éste, y todos los demàs carecen del rigor Geometrico, es de los mejores para la práctica.

Sean las dos lineas dadas VN de 8 pies, y NM de un pie, à las que se les buscan otras dos medias proporcionales à ellas.

OPERACION

De los extremos de la VN, levantense las perpendiculares NM, VE (3) á la VN, y tirese la EM paralela á la VN: alarguese à discrecion la NM ácia H: tirense las diagonales VM, EN, y se cruzan en O, que es el centro del paralelogramo EMNV (Este centro se asegura con la práctica de la Fig. 13.): sientese el un pie del compàs en el centro O, y se estenderà el otro pie hasta que en la NH, NV, continuada por P, se hallen dos puntos tales, que la recta, que saliere de ellos, como HP, pase justamente por el angulo E. (Los dos puntos PH no se ha hallado otro modo de encontrarlos hasta ahora, que tentando con varias aberturas de compàs). Hallados, pues, los puntos HP (con las dichas circunstancias), tirese la PEH, y se tienen las dos medias proporcionales, que se buscan: la una es PV, doblada que VE; y la otra es MH, mitad de EM: las dos son mayores que la menor NM, ò su igual VE; pero menores que EM, y todas quatro son excedidas en continua proporcion, como se demuestra en ellas mismas; porque VE

es

es mitad de VP, y VP mitad de MH; y ésta, mitad de EM, ò su igual VN; y tomadas al contrario, son la mitad unas de otras: luego las VP, HM son medias entre NM, y NV, y estas son las extremas de aquellas.

Por este problema se saca raiz cubica de qualquiera numero, lo que no puede ser por Arithmetica, quando son numeros irracionales, que se obrarà en la forma siguiente.

Supongase, que como el numero 8 tiene raiz cubica perfecta (que es 2.), fuere otro, que no la tuviese. Sea, pues, el sólido, de que se ha de sacar una linea, que multiplicada por tres dimensiones, haga un sólido igual al paralelepipedo EMNV, que se supone macizo de un pie por cada lado, y 8. pies de largo, ò alto: hagase un paralelogramo EVNM, que sea igual en largo, y ancho à uno de los lados iguales del sólido: levantese la NM à discrecion: y del mismo modo se alargarà el lado NV por P, observando siempre el angulo recto N. Tómese el centro de la Figura O; y sentando en este centro una punta del compàs, se hallaràn los puntos HP, como se ha hecho antes; y tirando la HP, que toque en el angulo E, corta la VP de dos partes de las 8 del sólido: luego multiplicando el 2 por èl mismo, son 4, y este otra vez por el 2, son 8, que es el sólido de quien es raíz PV.

Advertencias sobre este Problema.

1. Para sacar la raiz cubica de qualquiera numero, se ha de fingir un sólido en figura de qualquiera paralelogramo (pero quadradas sus basas menores), porque de otra figura es imposible poderse practicar, como si se pidiese la raiz cubica de 27ÿ. Busquese qualquiera numero, que se pueda hacer de èl un quadrado, sin quebrados: sea por exemplo el numero 20, que multiplicado en sì, forma un quadrado de 400. Supongase que estos 400 sean pies, y que sobre esta basa se và à formar un pilar quadrado, que llegue hasta 27000 pies cubicos: partanse los 27000 à los 400, y vendrán à la particion 67 y medio, y esta serà los pies de altura, que havia de tener el tal pilar. Tómense, pues, dos lineas, una de 20, y otra de 67 y medio, que se

se sacaràn de un exacto pitipie, como el de la Figura 18: hagase con ellas un paralelogramo, que sus dos lados mayores sean iguales á los 67 pies y medio; y los otros dos lados menores iguales à los 20 pies (lado del quadrado de la basa, ó basas del sólido: hagase la misma operacion de antes, levantando el lado NM por H á discrecion, y alargando NV por P arbitrariamente; y hallando el centro O, busquense los puntos HP, segun se ha obrado para hallar la raiz cubica de 8; y tirando la HP, que pase tocando el angulo E, la porcion que cortáre de V à P, seria la raiz cubica de 27000, como lo es de 8 en la Figura; sobre cuya linea se formaria un sólido de tres dimensiones iguales, como son largo, ancho, y alto. Si dicha linea PV se midiese en el pitipie, se hallaria que su longitud cortaba 30 pies: luego ésta será la raiz cubica de 27000, como se prueba, multiplicando el 30 por sus tres dimensiones, que produce los mismos 27000. Con el exemplo siguiente saldrá mas de la duda qualquiera principiante.

Elijase qualquiera cubo, cuya raiz sea conocida, como lo es 4 de 64. (Para hacer la la prueba valgome de la Fig. 87. Estamp. 4. por ser la mas demonstrable para este exemplo) Sea un sólido MDBL todo quadrado de 64 pies cubicos: hallese su centro, que serà en medio de la diagonal DL, desde el qual se hallaràn los puntos NP, y la linea que se tira de N á P corta el sólido quadrado en su angulo M, y al lado BD le corta alargado en P: con que la DP es la raiz cubica del sólido MDBL, cuyos lados son de 4 pies, como lo es tambien la DP: luego multiplicando esta en sì, que es 4 por 4, seràn 16; y estos por otros 4, hacen 64, que son los mismos que tiene el sólido MDBL. Pruebase aqui tambien la proporcion de unas lineas á otras; porque buscando las medias proporcionales entre LB, y BD por ser estas iguales, lo son tambien las DP, LN: luego todas son continuas proporcionales en igualdad.

Por este Problema se forman cajones, que sean de doblada, tresdoblada, &c. cabida uno de otro, ò que sea de la mitad, tercio, quarto, &c. Pero como el fin de esta Obra no es para medir trigo, ni otras especies de granos, omito la explicacion de esto: el que lo necesite vea á Moya, Geo-

Geometrìa Prãctica, libr. 4. fol. 249.

CAPITULO III.

EN este Capitulo se trata de la graduacion del circulo, ò su division en 360 grados, ò partes, y de algunas operaciones, que se practican con este instrumento.

PROPOSICION XVIII.

Dividir el circulo en 360 *partes iguales, ò grados.* (Fig. 22.).

Aunque en la Propos. 4. se ha tratado algo sobre la práctica del circulo graduado, se pone en ésta el modo de construirlo, que se obtará como se sigue.

Tómese qualquiera abertura de compàs MH, y del punto M, como centro, hagase un circulo; pero basta con la mitad, que se formarà sobre la recta H M 180, y esta linea serà el diametro. Formese, pues, del centro M el arco H 90, 180, y con la misma abertura del compàs MH, que es el radio, ò semidiametro del circulo, comenzando de qualquiera extremo H, se dividirà la

cir-

circunferencia en tres partes iguales en los puntos 60, 120, 180. Dividase cada una de ellas en otras tres partes iguales, y cada una de estas en dos, y quedarà dividido el arco en 18 partes iguales, y cada una de ellas serà 10 grados, que se iràn anotando con sus propios numeros 10, 20, 30, siguiendo asi hasta el otro extremo, que se le asertaràn 180, mitad de los 360, en que se divide todo el circulo, como parece en la Figura. De cada numero de ellos tirese una recta al centro M, que podràn parar en qualquiera otro arco, que se haga, como VTZ, para no confundir el centro M con el concurso de tantas lineas. Hecho esto, se dividirá cada parte de las 18 en otras dos, y queda el arco dividido en 36 partes iguales, y cada una tendrá 5 grados, que se notaràn con los numeros 5, 15, 25, &c. Hecho todo esto, se dividirá cada una de las 36 partes en 5, y quedará hecha la division de todo el arco mayor en 180 grados, obrandolo todo como parece en la Figura, la que es suficiente para qualquiera operacion de las Proposiciones siguientes, y para otras, que se haràn adelante, como se verá en el discurso de esta Obra.

PRO-

PROPOSICION XIX.

Formar un angulo de qualquiera numero de grados (Fig. 22.).

Pidese, que se haga el angulo A de 130. grados.

OPERACION.

Tirese qualquiera recta AD, y vease en el semicirculo graduado dónde se halla el numero de los grados, que se piden, que en este exemplo será en la linea MS 130. Sientese el compàs en el centro M, y tomando en él la distancia M 130, se describirà del punto A un arco igual al H 130; y tirando de los extremos de él las rectas D, y B al centro A, quedarà formado el angulo DAB de 130 grados.

Si la operacion se quisiere hacer con qualquiera abertura de compàs, se obrarà de este modo. Vease què numero de grados se pide para formar el angulo; y porque se pide de 130, busquese este numero en el semicirculo, y tirese de èl al centro M la recta 130 SM. Abrase el compàs en qualquiera abertura MV, y con esta, desde de el centro M, hagase el arco VS, que corra à la recta, que baja del numero dado al centro del semicirculo en el punto S: con la misma abertura del compàs sobre qualquiera centro A hagase el arco DB igual al VS; y tirando por sus extremos D, y B al centro A las rectas BA, AD, queda formado el angulo A de 130 grados.

PROPOSICION XX.

Hallar los grados que vale qualquiera angulo dado. (Fig. 22.)

Pidese quántos grados de los 360 que vale el circulo, corresponden al angulo BAD. Tómese en el compàs qualquiera abertura AD; y desde A hagase el arco DB, y con la misma abertura desde M, centro del semicirculo, hagase otro arco à discrecion, como VTS. Tómese ahora con el compàs la cuerda del arco del angulo A, que es la distancia BD; y cortando en el semicirculo la distancia VS igual à la BD, saquese del centro M la recta MS, que alargada cortarà en el semicirculo el numero 130; y asi dirèmos, que el angulo BAD vale 130 grados.

Del

Del mismo modo que se ha practicado esta operacion, y la antecedente, se obrarà con qualquiera otro numero de grados, tirando de èl al centro M una recta; y el arco que entre ella, y la MH se hiciere, darà los grados, que se pidieren.

Si se pidiere algun numero de grados, y minutos, serà preciso hacer el semicirculo tan grande, que cada grado de los 180 de la Figura se pueda dividir en 60 minutos, que tiene cada grado.

PROPOSICION XXI.

Hallar el valor de los angulos en qualquiera triangulo, ò figura de muchos lados, y saber quantos angulos rectos contiene qualquiera figura rectilinea. (Fig. 22.)

Pidese el valor de los tres angulos del triangulo PQE.

OPERACION.

Sientese un pie del compàs en qualqui ra angulo Q; y abierto el otro pie en qualquiera distancia QF, hagase desde Q el arco FC: con la misma desde E se harà el el arco 50, y de P el 40. Vayase con la misma abertura del compàs al semicirculo graduado; y desde su centro M hagase el arco VTZ. Hecho esto, se tomarà en el compàs la cuerda del arco del angulo Q, que es la distancia CF; y sentando un pie del compàs en el punto V, vease en què parte corta el otro al arco VTZ, y serà en el punto T. Tirese por MT la recta M 90, que corta al semicirculo graduado en el numero 90; y por tanto dirèmos, que el angulo Q vale 90 grados, y por consiguiente es recto, por tomar la mitad de los 180 grados del semicirculo.

Hagase la misma operacion con las cuerdas de los angulos E, y P, y se hallarà, que la cuerda del arco del angulo E corta 50 grados, y la del P corta 40 en los puntos O 50 O 40.

Con las operaciones de este triangulo se prueba, que los tres angulos de qualquiera triangulo valen tantos grados como dos angulos rectos, como se verà sumando los 90 del angulo Q, los 50 de E, y los 40 de P, que todos juntos montan 180, que partidos à 90, que vale cada recto, toca à 2 angulos rectos. Para saber los angulos rec-

rectos de qualquiera figura regular que se forma, ò es formada dentro de un circulo, dán todos, ò los mas Autores de Arquitectura Militar la regla siguiente.

REGLA PARA SABER LOS ANGULOS rectos que vale qualquiera figura regular, ò irregular.

Figura regular es qualquiera, que formada de lineas iguales, son tambien sus angulos iguales. Figura irregular es la que carece de uno, ò otro, ù de todo. Para saber, pues, los angulos rectos que vale qualquiera figura, sea irregular, ò la que fuere, se sabrà de este modo.

Sea un qualquiera triangulo; y porque este tiene tres angulos, doblense, y seràn seis: de estos seis restense quatro, y los dos que quedan, son los rectos, que vale el tal triangulo. En todas las demàs figuras se obra lo mismo, doblando sus angulos; y restando siempre quatro, los que quedaren seràn los rectos que vale la figura, como si es quadrado, 4, y 4, son 8: restando 4, quedan otros 4, valor del quadrado regular, ò irregular. Si fuere de 5 lados, y 5 angulos, como es el pentagono, doblados, seràn 10, quitando 4, quedan 6. Estos son los 6 angulos rectos que valen los 5 angulos del pentagono: el exagono valdrà 8 rectos: el eptagono 10: el octagono 12; y asi en todas las demàs figuras. Todo esto conviene lo tenga bien estudiado el principiante, para caminar con algun conocimiento en sus operaciones.

CAPITULO IV.

(*ESTAMPA II.*)

TRata de la delineacion de las figuras planas rectilineas, y curvilineas, y de las prácticas, que sobre ellas suelen ofrecerse à toda clase de Arquitectos.

PROPOSICION XXII.

Sobre una recta dada describir un triangulo equilatero en diferentes casos (Fig. 23.).

Caso 1. Sea la recta dada LF, cuya longitud se tome en el compás; y desde sus extremos, como centros, haganse los arcos LA (desde F), y AF (desde L), que se se cruzan en A: tirense las rectas AL, AF, y queda delineado el triangulo equilatero LAF.

Caso 2. Con qualquiera abertura de compás hagase el mismo equilatero sobre la misma recta dada. Sea por caso el compàs abierto la distancia FP: hagase desde F el arco OP, y con la misma abertura desde P el arco OF, cuyos arcos se cruzan en el punto O: tirese por FO la recta FOA igual á FL; y tirando la AL, queda hecha la delineacion que se pide.

Del mismo modo se haria construyendo sobre la recta LF qualquiera triangulo, equilatero PFO; y sacando del extremo L la recta LA, paralela al lado OP, hasta que se junte en A con el lado OF; y si en el extremo L se formase otro triangulo, como POF, continuando el lado FO, y el correspondiente al otro extremo, concurririan en A, formando siempre el equilatero sobre la recta dada LF.

Los triangulos escalenos, que son de tres lados desiguales, se delinean tomando uno de estos por basa; y luego tomando en el compàs qualquiera de los otros dos lados, se describe un arco con la distancia del lado tomado desde un extremo de la basa; y haciendo lo mismo con el que falta desde el otro extremo, se cruzarán en un punto, que será cuspide del triangulo: cuya práctica se comprehenderà mejor en la Figura 38. de esta Estampa. Los triangulos isosceles, que son de dos lados iguales, y uno desigual, se forman poniendo el desigual por basa; y sirviendo de centros los extremos de ésta, desde ellos se hace el triangulo isosceles, tomando en el compàs qualquiera de los lados iguales, cuya operacion es semejante à la del equilatero propuesto.

PROPOSICION XXIII.

Sobre una recta dada, formar un quadrado, ò paralelogramo (Fig. 24.).

Sea la recta dada MN: levantense las perpendiculares MH, NE (por la Prop. 3. de este Libro); y tirando la HE paralela á MN, queda hecha la operacion que se pide.

Si fuere quadrado perfecto, seràn sus quatro lados iguales, y los quatro angulos rectos; pero si los quatro angulos fueren rec-

rectos, y los dos lados fueren menores, que los otros dos, serà paralelogramo; y para probar si los quatro angulos son rectos, ò no, sea en quadrado, ò paralelogramo, se tiran las diagonales ME, HN, que se cruzan en el centro V, las que se mediràn con el compàs; y siendo iguales las dos, seràn rectos los quatro angulos de la figura. Y se sabrà si es quadrado, ò paralelogramo, asentando el un pie del compàs en el centro V; y con qualquiera abertura VE describir un circulo, el qual pasarà tocando su circunferencia en los quatro angulos; y si las quatro porciones de circunferencia de los quatro lados de la figura fueren iguales, serà quadrado; y si los dos lados opuestos fueren iguales, pero mayores, ò menores, que los otros dos, serà paralelogramo.

Nota, que una figura de quatro lados iguales se nombra elmoain, ò rombo, y es la que los dos angulos opuestos son obtusos, y los otros dos agudos, y la una diagonal es mayor que la otra; y si acontece lo mismo con los lados del paralelogramo, se nombra elmoarife, ò romboide; y si alguno de los lados de un quadrilatero fuere mayor, ó menor que los otros tres, ò todos quatro desiguales, se nombra la tal figura trapecia, ò trapecio; pero el nombre siempre se toma de los lados, y angulos que la componen, como triangulo de tres lados, y tres angulos, quadrado de quatro, pentagono de cinco, y asi infinitamente. Los Ingenieros llaman poligonos á toda figura rectilinea.

PROPOSICION XXIV.

Sobre una recta dada, construir un pentagono. (Fig. 25.)

Sea la linea dada AB: levantese la perpendicular A*e* (3): con el intervalo AB, desde A hagase el arco BF à discrecion: dividase B*e* en 5 partes iguales, y saquese una de ellas de *e* à F; y tirando la FA, se tienen dos lados del pentagono FA, AB, y un angulo A. Hagase desde B con la distancia BA el arco AM igual á FB; y desde M, y F, como centros, y sin variar la abertura del compàs, haganse los arcos que se cruzan en *r*: tirense las rectas F*r*, *r*M, MB, y queda perfeccionado el propuesto pentagono. Si se quisiere hallar el centro del cir-

circulo, que pase por todos sus angulos, tómese la mitad del arco FB en S, y tirese la AS, que continuada cortarà el lado *r*M en dos partes iguales, y por consiguiente toda la figura. Del punto L (medio de la linea dada) levantese la perpendicular L*r*, y cortarà la AS en S, y este punto S serà el centro del circulo que se busca.

PROPOSICION XXV.

Sobre una recta dada, describir el exagono (Fig. 26.).

Esta es la figura que con mas facilidad se delinea; porque con la misma abertura de compàs, que se describe un circulo, se divide su circunferencia en 6 partes iguales, de la que resulta la mayor parte del uso de la pantómetra en las lineas de las cuerdas, y poligonos. Sea la recta dada BD, de cuyos extremos, como centros, con su misma longitud, tomada en el compàs, se formaràn los arcos BA, DA, que se cruzan en A, cuyo punto serà el centro del circulo, que pasarà por sus 6 angulos; y descrito como parece, se cortaràn los 5 lados iguales à la propuesta linea BD; y tirando rectas de unos á otros, quedará formado el propuesto exagono.

Si de los angulos de él se tiran lineas rectas al centro A, se hallaràn construidos dentro de la figura 6 triangulos equilateros todos iguales.

PROPOSICION XXVI.

Sobre una recta dada, construir un eptagono, ò figura de 7 lados (Fig. 27.)

Este problema no se halla puesto en práctica por este metodo, cuya operacion es de este modo. Sea la linea dada EX: abrase el compás en qualquiera abertura arbitraria XD: del punto X, extremo de la linea propuesta, hagase el arco DS á discrecion, y cortese con la misma abertura del compás desde D el punto S: de los puntos DS describanse los arcos que cortan el punto *r*, y tirese á discrecion la oculta X*r*, y cortarà el arco DS en dos partes iguales: levantese del extremo E la perpendicular EZ, y cortarà la X*r* en O. Hagase OZ igual à EO, y desde E, con la distancia EZ, hagase un arco de Z ácia S con la misma abertura del compàs: desde X con otro arco cor-

cortese el punto V, y será el centro de circulo sobre quien se halla la linea dada EX para un lado del eptagono, en cuya circunferencia se iràn cortando los restantes lados iguales à èl, y quedará formado, como parece en la figura, que se perfeccionará tirando rectas de unos puntos à otros.

La demonstracion de este problema es clara; porque varios Autores, que enseñan à construir todos los poligonos hasta el de 12 lados dentro de un circulo, conforman (y prácticamente se halla sin diferencia sensible) que la mitad de uno de los tres lados del triangulo equilatero, que se inscribe dentro del circulo, tocando sus tres angulos en la circunferencia de èl, la mitad de uno de estos tres lados divide la dicha circunferencia en 7 partes iguales, como sucede en la fig. 30. de esta Estampa, en la que para hallar el lado del triangulo equilatero, que se huviere de inscribir en el circulo con su mismo radio EK, desde qualquiera punto K de su circunferencia, se cortan en ella los puntos CZ, cuya linea tirada de uno á otro es lado del triangulo equilatero de aquel circulo, y su mitad FZ es lado del eptagono, que corta

su

su circunferencia en 7 partes iguales: luego si se tirasen unas rectas del punto Z à los puntos EK (Fig. 30.) se formaria otro triangulo equilatero EKZ, cuya perpendicular seria ZF, que corta en dos partes iguales el lado EK en el punto F: luego es esta la misma operacion que la que se ha hecho sobre la linea dada EX. (Fig. 27.)

PROPOSICION XXVII.

Sobre una recta dada, construir el octagono (Fig. 28. y 29.).

Sea la linea dada A*b* (Fig. 28.): dividase en 5 partes iguales; aumentese una de ellas por cada extremo, como AD, *b*C: construyase sobre la DC el equilatero CHD; y desde H, como centro, con la distancia HA, ò H*b* formese el circulo, como parece en la figura, cuya circunferencia passarà precisamente por los extremos de la linea dada A*b*, con la qual se cortarà la circunferencia, como parece señalada; y tirando rectas de unos puntos à otros, se perfeccionarà el propuesto octagono.

Sucede muchas veces à los Arquitectos (Fig. 29.) haver de reducir un quadrado do à poligono de 8 lados, para formar alguna bobeda esquilfada, cuya operacion no tiene mas dificultad, que tirar un cordel, ó linea oculta de un angulo al otro su opuesto, y con la mitad de la linea, como por exemplo CI, ó qualquiera otra mitad de las diagonales AD, CB, desde los angulos del quadrado se obrarà de este modo: Desde el angulo C con la distancia dicha, que será CI, cortense los puntos RS, y desde el angulo D los TO: desde B los EF, y desde A los LV; y tirando rectas de unos à otros, cortaràn las diagonales perpendicularmente, como parece en la Figura; y por consiguiente quedarà formado el poligono, sin diferencia notable.

PROPOSICION XXVIII.

Delinear dentro de un circulo todos los poligonos, desde el triangulo equilatero, hasta el de 12 lados (Fig.30.).

Formado el circulo HB, KO, dividase con los dos diametros BO, HK, que se crucen en angulos rectos en el centro E; y tomando en el compàs qualquiera diametro OB, desde sus extremos, como centros, cor-

cortese el punto A, el qual será universal para todas las operaciones.

Para formar el triangulo equilatero, dividase el diametro OB en 3 partes iguales; y por el punto L, que divide las dos de O á L, tirese de A la AL, hasta que corte en la circunferencia el punto N, y se hallará, que la linea tirada de O á N, es el tercio de la circunferencia de todo el circulo, como se puede probar cortando desde K con el radio del circulo los puntos CZ, cuya linea es tambien lado del triangulo, como se ha dicho antes; y midiendo la distancia ON con la CZ, se hallaràn iguales.

Por el mismo orden se formaràn todos los poligonos que se quisiere dentro del circulo, aunque sus lados sean infinitos, pares, ó impares, dividiendo siempre el diametro en tantas partes iguales, como lados huviere de tener el poligono; y tirando desde A por la segunda division proxima á O una recta; lo que esta cortáre en la OK, será lado del tal poligono: como por exemplo: Se quiere delinear un quadrado dentro del propuesto circulo; y porque el quadrado debe tener quatro lados,

dos, dividase OB en 4 partes iguales; y por la segunda division, que será precisamente el centro E, tirese la AE, que corta la circunferencia en K; donde se vè claramente dividida la circunferencia en quatro partes iguales; y tirando lineas rectas de K á B, y à O, y de H à B, y á O, queda perfeccionado el quadrado. Del mismo modo se formará qualquiera otro; como si se pidiere el eptagono, se dividirà el diametro OB en 7 partes iguales, y por el punto S, que divide dos de ellas, desde O se tirarà la AS, y cortarà el punto D, y la distancia DO serà uno de los 7 lados que se piden; lo que se probarà midiendo la DO con FZ, que tambien es lado del eptagono, como se ha dicho en la Proposicion 26; y se hallarà que DO, y FZ son iguales.

Para el poligono de 12 lados se dividirà la OB en 12 partes iguales; y por las dos proximas á O se tirarà la AO, que corta en C, y CO serà uno de los 12 lados, que se probarà ajustandose desde K á N, ó de N à Z, por ser cada una de estas partes mitad del exagono; y asi se obrarà con qualesquiera otros poligonos de mas, ò me-

menos lados, siendo esta regla universal para todos, cuya práctica es bien recibida de muchos Autores, y Profesores Geometras, aunque todas estas operaciones no vienen precisamente ajustadas al rigor Geometrico; pues en algunos poligonos sobra circunferencia, y en otros les falta; y el que necesitáre de toda la exactitud para qualquiera de ellos, se debe servir del semicirculo graduado (Fig. 21.) partiendo los 360 grados à los lados que huviere de tener el tal poligono, ò bien dividir la circunferencia, tentando mecanicamente.

PROPOSICION XXIX.

Delinear qualquiera Elipse à punto determinado de varios modos (Fig. 31.).

1 Pidese, que sobre la recta dada AB, diametro mayor, y la HV, diametro menor, se forme una Elipse (à quien los practicos comunmente llaman Ovalo): disponganse los dos diametros de modo, que sus medios se crucen en angulos rectos en el punto Z: cortense por sus extremos arbitrariamente las partes HD, AT, BS: tirese la TD, y de su medio O saquese la per-

perpendicular OV (3), hasta que corte al diametro HV, que será en V: tirense de V las rectas VS, VT largas à discrecion; y sentando un pie del compás en V, como centro, con la distancia VH describase el arco PHQ; y desde T, y S, como centros, con la distancia TA, ó SB los pequeños arcos QB, PA, y queda descrita la mitad de la Elipse, que obrando lo mismo á la otra parte opuesta, quedará concluida; y porque los Arquitectos solo necesitan la mitad, para la descripcion de arcos, y bueltas rebajadas, se omite formarle entero.

2 (Fig. 32) De otro modo se describe la Elipse, y sale (al parecer) mas agradable à la vista su circunferencia; y es como se sigue: Crucense como antes los dos diametros mayor, y menor por sus medios en angulos rectos en el centro L: tómese la distancia del semidiametro menor LX, y pasese de L á D en el semidiametro mayor: dividase en tres partes iguales la diferencia de los dos semidiametros, que es la porcion de linea DA, y quatro de estas partes se pondrán de L á M, y de L á D, con la distancia MH, desde M hagase el

el arco HB; y sin variar la abertura del compàs, desde H cortese el arco HB, y hagase á la otra parte la misma operacion. Desde los puntos D, y A, cortando el arco AC, tirese la XB, y de su medio O saquese la perpendicular OE, que cortará el diametro menor continuando en E: hagase centro en E, y con la distancia EX hagase el arco CXB, y queda delineada la mitad de la Elipse; y asi puede obrarse á la otra parte para su conclusion.

3 (Fig. 35.) Esta práctica, y la siguiente, es la que mas comunmente siguen todos los Profesores prácticos. A esta llaman remontar, y rebajar por tranquiles; cuya operacion es como se sigue.

Ofrecese muchas veces haver de sujetar una bobeda á que levante á igualar con la altura de otra, aunque el diametro sea mayor, ò menor, de que resulta haverla de subir mas que el semicirculo de su diametro, si este fuere menor que la que se ha de acompañar; ò ser mas baja, si dicho diametro fuere mayor: y de qualquiera modo siempre se obra una misma operacion.

Sea, pues, sobre el diametro AB formamado un arco esferico, que sea mitad de su circulo. Sea BD otro diametro mayor, ó menor, que en este exemplo es mayor que AB: juntese con AB la linea AM igual á BD, que forme angulo en A: dividase la circunferencia AVB en las partes iguales que se quisiere: mientras mas fueren, será mas exacta la operacion, no importando que sean pares, ò impares: (En este exemplo se halla en 6 partes en los puntos C, G, V, *h*, Y.) bajense de estos puntos lineas perpendiculares al diametro AB, que lo cortan en los puntos 1, 2, T, 3, 4: por los extremos de los dos diametros AB, AM tirese la oculta BM, y se havrá formado el triangulo ABM. De los puntos de las divisiones del diametro AB tirense lineas ocultas paralelas á BM, y cortarán á la AM en los puntos 5, 6, 7, 8, 9: pasense estos por su orden al diametro BD, como parece en la figura, y levantense sobre BD las perpendiculares 9 Q, 8 P, 7 E, 6 F, 5 L, largas á discrecion, que se cortarán iguales cada una á su correspondiente con las de AVB; y por los puntos B, Q, P, E, &c. se conducirá la curva por la práctica de la Figur. 9. Estamp. I. y quedará descrira la media Elipse, sea remontada, ò rebajada; y del mismo modo sucederá aunque el arco, que haya de servir de fundamento, sea eliptico, cuya regla es universal para todo genero de arcos, ò porciones de ellos, como resulta para los cerchones, ò cimbras, quando se arman en bovedas de cruceria, lunetas, y demás clases.

4 (Figur. 34.) Para delinear la Elipse á buelta de cordel se obra de este modo. Sea el diametro mayor MN, y el menor AC, que se cruzan en angulos rectos en el centro B: tómese la distancia BM, ò BN, pues son iguales, y ajustese desde qualquiera extremo C del diametro menor AC, hasta donde alcanzáre á una, y otra parte del diametro mayor, que será en los puntos D, y F: clavense tres clavos, uno en B, donde se atará un cordel: otro en C, sobre el que se tirará el cordel sin atarlo; y otro en F, atando el cordel en este, como en D; y soltando el clavo C, con este mismo se irá describiendo la Elipse, llevandolo por el plano de modo, que vaya siempre pasando el cordel tirante sobre el clavo C; pero sin soltarlo de los dos D, ni F. (Aqui se advierte, que las dos li-

lineas, que forma el cordel DC, CF juntas, son iguales al diametro mayor MN.)

De otro modo se pueden hallar los puntos D, F, obrando en esta forma. Sobre el diametro mayor MN hagase el semicirculo MON, y por el extremo del diametro menor C tirese la recta ECG paralela al diametro MN; y de los puntos E, G, que cortan la circunferencia del semicirculo MON, tirense las ED, GF paralelas al diametro AC; y los puntos D, F serán los mismos que se cortaron antes sobre el diametro MN, à los quales llaman focus.

5 (Fig. 35.) De otro modo se describe la Elipse, segun el P. Tosca, tom. 3. Estamp. IV. Fig. 38. cuya operacion se hace con el compás, y sale la circunferencia muy semejante à la de buelta de cordel; y porque en el citado lugar la trahe su Autor con alguna confusion para los que no son inteligentes, la explico aqui con mas facilidad, obrando como se sigue.

Dispuestos los dos diametros, que se cruceen en angulos rectos en su centro, como los antecedentes, que en esta figura son el mayor MD, y el menor AB, hallense los focus OV por qualquiera de las reglas antecedentes. Se elegirà qualquiera de ellos, y sea V: sientese un pie del compàs en V; y de este punto, como centro, con distintas aberturas de compás arbitrarias (y quanto mas numero de ellas será mejor), haganse à discrecion los arcos 1, 2, 3, 4, 5, 6: hecho esto, alarguese por la otra parte el diametro mayor de modo, que DZ sea igual á DO; y para cortar los arcos en los puntos, que corresponden à la circunferencia, tómese del diametro mayor en el compàs la distancia Z 1, y con ella desde el focus O cortese el arco que saliò de 1: tómese la distancia Z 2; y desde O cortese el 2: con la Z 3 desde O el 3; y asi continuando hasta el 6, cortandolos todos desde O, luego se guiará la curva por los puntos cortados en los arcos por la Proposicion de la Figur. 9. y quedarà delineada la mitad de la Elipse; y haciendo las mismas operaciones à la otra parte DAN, se perfeccionará la otra mitad, y se havrà concluido con la operacion.

6 (Figur. 36.) Tambien puede ofrecerse por necesidad haver de hacer una Elipse irregular, sobre cuyo plano se pueda construir

truir qualquiera Boveda; cuya delineacion es facilisima, haviendo entendido las antecedentes; porque esta solo se diferencia de aquellas, en que es compuesta de dos, ò mas partes de distintas Elipses. Puede delinearse por qualquiera de las reglas dadas; y asi como nos podemos servir de qualquiera otra, nos servirémos de la Figur. 32, de donde resulta, que del centro E, cortado con la linea que sale de O, se describiò el arco XB; y la BH se describiò de M: con que asimismo en la presente Figur. 36. con la linea sacada de B se corta el punto V, desde el qual se forma el arco H Z; y desde S el arco ZMD (como en la Figur. 32. de D, y M las porciones AC, BH.): luego haciendo DA igual à HZ, queda delineada la parte HMA sobre el diametro HA: luego con esta operacion hemos delineado una Semielipse, cuya basa es el diametro menor, la qual se cierra con otra Semielipse HNA, cuyo diametro HA, sirviendo en la antecedente de menor, servirà en la presente de mayor: luego esta descripcion no tiene diferencia alguna con la de la Fig. 32. Porque E es centro del arco CXB (Fig. 32.), D es del arco

AC, y M de BH: con que por el mismo orden en esta Fig. 36. K es centro del arco ENL; C es de HE; y O es centro de AL: luego tenemos explicadas estas delineaciones de figuras; de que se infiere no havrá dificultad para delinear qualesquiera otras por irregularidades que se ofrecieren.

PROPOSICION XXX.

Hallar el centro, y echar los diametros à qualquiera Elipse (Fig. 37.).

Sea una Elipse NOMZ; pidese se le halle el centro, y se le echen los diametros.

OPERACION.

Tirense dentro de èl qualesquiera dos lineas, distantes una de otra, que estén paralelas, y sean ND, QM: dividanse por medio en los puntos B, y C: tirese la BC hasta que toque en la circunferencia, que será en los puntos I, S: hallese su medio, que será el punto L, y este será el centro: sientese el un pie del compàs en L; y abriendole mas que el semidiametro menor NM, y menos que el mayor OZ, hagase qualquiera arco QP, que cortarà la cir-

circunferencia de la Elipse en los puntos P, y Q: tómese su medio en Z; y tirando la ZL à discrecion, se halla formado el diametro mayor ZLO. Para echarle el diametro menor se sacará del centro L la NM perpendicular á OZ, lo que se harà con brevedad, tirando de los puntos P, Q la recta P Q, y del centro L la NM paralela à la PQ, y quedan hechas las operaciones.

CAPITULO V.

DE LA TRANSFORMACION de las Figuras.

ESte Capitulo expresa el metodo de transformar los Planos en otras figuras de iguales superficies, con otras prácticas correspondientes al asumpto.

PROPOSICION XXXI.

Trasladar qualquiera plano del terreno al papel; ò delineado en papel, marcarlo sobre el terreno, y copiar un plano de un papel à otro papel (Fig. 38.).

1 Sea el plano de una heredad en la

campaña la Fig. GbEF, que se ha de tomar en papel: formese en dicho papel à vulto toscamente la Figura ABCD, semejante à la del terreno, ò poco mas, ò menos, como tenga el mismo numero de lados, y angulos: midanse los lados de la Figura en el terreno, y tenga por caso EF 60 varas, Fb 94, bG 54, GE 70: notense los mismos numeros, conforme se fueren midiendo sobre el terreno, en la figura del papel, cada partida en su correspondiente lado, como se expresa en ella: tirese en la figura del terreno qualquiera linea diagonal, que son las que vàn de un angulo à otro su opuesto, y sea por caso GF, que medida se supone tener 80 varas: tirese su semejante en el papel, notandole su numero 80, y con esta operacion se havrá desocupado el Artifice en la campaña, y en su casa podrá delinear la figura con toda exactitud, formando un exacto pitipie por qualquiera de los metodos de las Figuras 14, 17, 18 de la antecedente Estampa; y luego podrà ir delineando el edificio, que se le huviere encargado; ò si fuere Agrimensor, la tendrà presente para sus medidas. Y se advierte, que este metodo es el mas exacto para to-

tomar las figuras de los terrenos, quando no hay embarazo; que para quando lo huviere se tratará adelante. Si como esta figura es quadrilatera, fuere de mas lados, y tuviere angulos, que entrasen ácia su centro, no por eso es mas dificil su delineacion, porque esta la facilita formando todos los triangulos, que cupieren dentro de ella, y del mismo modo formarlos en el papel.

2 Si formado en el papel el plano ABCD, se huviere de marcar sobre el terreno, se elegirá la linea que se huviere de asentar primero; y siendo la correspondiente à DC, se fijará un piquete en E, y otro en F, que disten los centros de ellos 60 varas uno de otro, valor de la linea DC: luego se atará una cuerda en F, y á distancia de 80 varas, que es la diagonal del papel AC, se hará una señal; y tirando por G, se marcarà una porcion de arco en el suelo por la señal del cordel; y desde E con el mismo cordel, ò qualquiera otro, con la distancia de 70 varas se marcarà otro arco, que se cruzarà con el antecedente en G: pongase otro piquete en G; y tomando en la cuerda 54 varas, se tendrà el un cabo

bo en G, y con el otro se harà un arco por *b*: tómense ultimamente 94 varas en la cuerda, con cuya distancia desde F se cortarà en el arco antecedente el punto *b*; y tirando rectas de unos puntos à otros, quedarà cerrada la figura EFG*b*.

Nota, que aunque esta operacion parece buena, puede tener error, por darse, ó encogerse la cuerda, y se harà mas ajustada, sin dependencia de la diagonal FG, asentando en el suelo las cuerdas de los lados, y sobre ellos se iràn midiendo con dos varas largas las que huviere de tener cada uno de ellos, formando sobre cada linea los angulos iguales à los correspondientes en el papel, como son el angulo E igual al D, el F al C; y asi de los demás. Estas operaciones se hacen por la Proposicion de la Fig. 8. ò la Fig. 22. de la Estampa antecedente.

3 Si se quisiere copiar la figura ABCD à otro lugar, elijase para basa qualquiera de sus lados, y sea DC, trasladado à EF: tómese en el compás la distancia DA, y con ella desde E hagase el arco G: tómese la distancia CA; y desde F con otro arco cortese el punto G: vuelvase à tomar desde

de D la distancia DB; y desde E con la misma hagase un arco por *b*: tómese ultimamente la distancia CB, y con ella desde F cortese sobre el arco antecedente el punto *b*; y tirando rectas de unos puntos à otros, queda copiada la figura: y esta regla es universal para qualquiera rectilineo, y aunque sea mixtilineo.

PROPOSICION XXXII.

Sobre una recta dada, describir qualquiera rectilineo semejante à otro propuesto (Figur. 39.).

Pidese, que sobre la recta dada CD se forme el rectilineo ABCD, semejante al EHGF.

OPERACION.

Tirese à discrecion aparte la linea MK; y porque la linea del rectilineo, que ha de servir de modelo semejante à la dada DC, es FG, pongase esta en la MK de M á L, y por este orden se irán poniendo las de los demás lados FE de L á R, EH de R á I, y HG de I à K: tirese del extremo M otra recta à discrecion MN, que forme qualquiera angulo en M, y pongase en ella la li-

linea dada DC, cuya distancia será de M à V: tirese la VL, y se havrà formado un triangulo MLV. De los puntos R, I, K tirense paralelas con la LV, y cortaràn en la MN los puntos P, Q, N, en los quales se hallan los lados correspondientes al rectilineo EHGF, que se irá formando de este modo. La linea dada es DC igual à MV: tómese en el compàs la VP, y pongase de D á A, haciendo el angulo D igual al angulo F por la Proposicion de la Fig. 8. Estamp.I. Por el mismo orden se harà el lado menor CB igual á QN, y sin mas operacion se tirarà la AB, y saldrà igual á la PQ de la linea MN. Esta operacion se puede hacer tambien sin dependencia de formar los angulos iguales, solo con poner en la MK desde K hasta donde alcanzáre qualquiera diagonal EG del rectilineo EHGF, obrando la misma operacion de la Proposicion antecedente; y es regla universal para qualquiera rectilineo de muchos mas lados, como se puede inferir de esta práctica, la que sirve lo mismo para mayores, que para menores.

PRO-

PROPOSICION XXXIII.

Aumentar, ò disminuir qualquiera rectilineo en una razon dada (Fig 40.).

1 Pidese, que se aumente el triangulo ABC de modo, que tenga tres tantos de area.

OPERACION.

Tirese aparte la DEG, de manera, que DE sea igual à qualquiera de sus tres lados; (en este exemplo lo es con AB) y porque se pide triplo, alarguese la recta DE hasta G, haciendo la EG como tres veces DE: formese sobre ella el semicirculo DFG, y del punto E levantese la perpendicular EF, que es media proporcional entre DE, y EG; y el rectilineo, que se hiciere sobre ella, semejante al que sirve de modelo, serà como tres en area: tómese, pues, la EF, y pongase de A à M: tirese la MN paralela á la BC; y alargando el lado AC, se cerrarà la figura en N, y queda hecha la operacion.

2 Pidese que se haga un rectilineo, que sea subtriplo de otro dado (que es el tercio.)

OPE-

OPERACION.

Sea dado RKV: tómese qualquiera de sus lados (sea RK): pongase aparte de G á E: alarguese ED, que sea un tercio de EG: hagase el semicirculo DFG: del punto E levantese la perpendicular EF (como se hizo antes), y el rectilineo hecho sobre ella será el que se pide: tómese, pues, EF, y pongase de R à H: tirese la HI paralela à KV, y se havrá formado un triangulo RHI, cuya area superficial es el tercio del triangulo RKV.

3 Si fueren circulos, se harà la operacion con sus diametros, y la prueba es medir las superficies de las figuras.

PROPOSICION XXXIV.

Convertir qualquiera triangulo en paralelogramo; ò el paralelogramo en triangulo (Figur.41.).

Pidese que el triangulo escaleno MNO se convierta en paralelogramo.

OPERACION.

1 Elijase qualquiera de sus lados para ba-

basa, y sea el lado MN: tómense los medios de los dos lados restantes en los puntos L, F, de los quales se tiren las rectas QLR, PFS, perpendiculares à la basa MN, alargandolas à discrecion por los extremos P, Q; y del angulo O tirese la QOP paralela à la basa MN, y queda formado el paralelogramo RSPQ igual al triangulo MNO.

2 Si de este paralelogramo se quisiere hacer un triangulo escaleno, dividanse qualesquiera de sus dos lados opuestos, como PS, QR, por sus medios en los puntos L, F, y de qualquiera punto de uno de los otros lados PQ, por exemplo del punto O: tirense las rectas OL, OF, hasta que corten al otro lado opuesto RS, alargado en los puntos M, N, y se havrá formado el triangulo escaleno MON igual al propuesto paralelogramo. La demonstracion es facil de probar por la Propos. 17. del Libr. 6. de Euclides, y el que quiera lo hará midiendo los triangulos MRL, LOQ, y los hallarà iguales; porque el que se quita por la una parte, se aumenta por la otra, sucediendo lo mismo al otro lado opuesto con los otros dos triangulos.

No-

Nota, que si el punto O se eligiere en medio del lado, el triangulo seria isosceles; y si fuere en alguno de sus lados mayores, el angulo O sería obtuso en vez de que aqui es agudo, de que se ha tratado bastante en la Propos. 5.

PROPOSICION XXXV.

Convertir un triangulo equilatero en quadrado, ò en paralelogramo, y el quadrado en triangulo equilatero, ò qualquiera otro (Figur.42.).

1 Para convertir el equilatero PVQ en quadrado, dividase qualquiera de sus lados PQ en 6 partes iguales (Moy. Geom. Práct. Lib.1. Cap. 41.); y entrandose una de ellas por cada extremo à los puntos Z, N., las quatro que quedan ZN, seràn lado del quadrado que se pide, que se formarà por la Proposicion de la Figura 24, y será en esta ZNMH.

2 Si el quadrado se quisiere convertir en triangulo equilatero, no hay mas que dividir qualquiera de sus lados Z, N en 4 partes iguales; y aumentando en linea recta una por cada extremo, hasta P, y Q, con la

la distancia PQ, desde Q, y P, como centros, se cortarà el punto V; y tirando las rectas VP, VQ queda hecha la operacion, que se probarà midiendo los tres triangulos PZD, NQC, BOV, y la suma de sus tres areas serà igual à la que tuvieren los dos triangulos DBM, OCH.

3 Si el propuesto quadrado se quisiere convertir en otro qualquiera triangulo, se levantarà de qualquiera punto de uno de sus lados ZN una perpendicular NL, cuya longitud sea doblada de qualquiera de sus lados; y tirando de sus extremos L las rectas LZ, LN, se hallarà hecha la operacion: advirtiendo, que si el punto L cayere sobre MH, sin cortar ningun angulo H, las dos rectas, que se tirasen de L, havian de cortar por medio los lados MZ, HN, cuya practica queda declarada sobre la Figur.41.

4 Si qualquiera de los dos triangulos, que se representan en la figura iguales al quadrado, se huvieren de convertir en paralelogramo, està hecho con tomar los puntos de los medios en qualesquiera dos de sus lados; y tirando por estos puntos una recta paralela al lado que quedàre li-

bre, se levantaràn de los extremos de este lado dos perpendiculares à el mismo; las que encontrando con la paralela antecedente, dejaràn formado el paralelogramo que se pide.

Son tantas las operaciones, que pueden resultar de las que se han explicado sobre esta figura, que qualquiera que se haya enterado de estas, podrà conocer las innumerables, que faltan. La demonstracion es por los mismos terminos, que la de la Proposicion pasada sobre la Fig.41.

PROPOSICION XXXVI.

Convertir qualquiera paralelogramo en quadrado, y qualquiera quadrado en paralelogramo (Fig.43.).

1 Sea el paralelogramo QSLM, que se ha de convertir en quadrado.

OPERACION.

Sobre qualquiera de sus lados mayores QS alarguese en linea recta uno de sus menores, como SR igual à SM: hagase sobre QR el semicirculo QKR, y alarguese el lado MS, hasta que corte la circunferenrencia en el punto K, que será la recta SK perpendicular à QR, y media proporcional entre QS, y SR: hagase el quadrado A, cuyos lados sean iguales, cada uno à la media proporcional SK, que se obrarà por la Proposicion de la Figur. 24; y se concluye diciendo, que el quadrado A es de igual superficie, que el paralelogramo LSQM.

2 Si se pidiere, que sobre una recta dada se corten los dos lados de un paralelogramo, cuya superficie sea igual al quadrado A, se ha de advertir, que si la propuesta linea fuere menor que dos lados juntos del quadrado, no puede hacerse. Si fuere igual á ellos, serà otro quadrado igual al quadrado A; porque la media proporcional, cortaria á la dada en dos partes iguales, y cada una igual á ella. Luego es preciso que la recta dada, sobre que se pide la operacion, sea mayor que dos lados del propuesto quadrado.

Sea, pues, la QR: describase sobre ella el semicirculo QKR: tómese qualquiera de los lados del quadrado A, y pongase en el extremo R, levantado á V; de modo, que RV sea perpendicular á QR.

Tirese la VK paralela à RQ, y cortarà el arco en el punto K: tirese la KS paralela à la VR, y cortarà à la RQ en S. Digo, que QS serà lado mayor del paralelogramo que se pide; y SR serà el lado menor, con los quales se perfeccionarà el paralelogramo QSLM, y este serà igual al propuesto quadrado A.

Nota, que esta operacion no es otra cosa, que hallar la division de dos lineas extremas, puestas en una recta, con la media proporcional, que se dà conocida, assi como quando se dàn conocidas las dos extremas, y se busca la media proporcional.

PROPOSICION XXXVII.

Convertir qualquiera circulo en paralelogramo, ò triangulo; y qualquiera de estos en quadrado, y el quadrado en circulo. (Fig. 44.)

(*ESTAMPA III.*)

1 Sea el circulo, que se ha de convertir en paralelogramo, MN: hallese su centro O, y echesele el diametro MON; y de qualquiera de sus extremos N tirese la NL, que se cortarà igual à tres semidiametros,

tros,