Medrano. Rudiments Geometr

RVDIMENTOS GEOMETRICOS Y MILITARES

QUE PROPONE

Al Eſtudio y Aplicacion de los Profeſſores de la Milicia:
Baxo la proteccion

DEL

EXCELENTISSIMO SEÑOR

DON CARLOS

DE GURREA, ARAGON, Y BORJA,

DUQUE DE VILLAHERMOSA,

CONDE DE LUNA,

Gentilhombre de la Camara de ſu Mageſtad, Governador y Capitan General de los Paiſes Baxos, Borgoña, y Charolois, &c.

El Alferez DON SEBASTIAN FERNANDEZ DE MEDRANO Maeſtro de Mathematica, por ſu Mageſtad en eſtos Eſtados de Flandres.

EN BRUSELAS, En caſa de la VIUDA VLEUGART. 1677.

Ex.^mo^ Señor, Don Carlos de Gurrea, Aragon y Borja, Duque de Villa= hermosa, Conde de Lu na etc. Gentilhombre de la Camara de su Mag.^d^ Gouernador y Capitan gen.^l^ de los Payses vajos Borgoña y Charloes etc.

I.F.Leonart fecit

AL EXCELENTISSIMO SEÑOR

DON CARLOS DE GVRREA,

Aragon y Borja. Duque de Villahermoſa, Conde de Luna, Gentilhombre de la Camara de Su Mageſtad, Governador, y Capitan General de los Paiſes Baxos, Borgoña, y Charolois, &c.

EX.^mo^ SEÑOR,

DOs razones me alientan á poner á los pies de V. E. eſte pequeño volumen de *Rudimentos Geometricos y Militares*, para la aplicacion eſtudioſa de los que profeſſan la Milicia. La primera, es el cumplimiento de mi promeſa que hize en mi Diſcurſo de la Quadratura del Circulo. La ſegunda, es la deuda del reconocimiento por las honras con que V. E. me ha favorecido; pues luego que V.E. entró en el govierno premió mi applicacion con el cargo de Maeſtro de Mathematica, paraque la enſeñaſſe á los Militares que quiſieren aplicarſe á eſtudio tan util, como neceſſario: ſiendo V.E. quien ha inſtituido eſcuela tan importante en eſtos Paiſes, que como dan teatro á la Guerra, piden primero el enſayo de ſus acometimientos, y defenſas. Y aunque la experiencia es la parte principal del Soldado valeroſo, ſi la acompañare la ſciencia, ſe formará el Todo del Soldado perfecto. Motivo que muchos han tenido para llamar eſtas dos partes Cuerpo, y Alma del hombre guerrero.

Con eſte conocimento ſe han levantado Academias Militares en varias Regiones, y Provincias de Alemania, Italia, y Francia. La Mageſtad Ceſarea tiene encargada eſta diſciplina á los Padres de la Compañia de Jeſus, paraque en ſus Colegios la enſeñen á todos los que quiſieren eſtudiarla. Su Mageſtad, que Dios guarde, la mantiene en el Eſtado de Milan. Y el Rey Chriſtianiſſimo ha eſtablecido ſu enſeñança en Paris, y otras muchas Villas grandes de ſu Corona, premiando ſu aplicacion con dignas remuneraciones.

Y ſi algunos han calumniado á los Eſpañoles de poco inclinados al eſtudio de las Mathematicas, añadiendo haver ſido eſta la cauſa de no haverſe inſtituido antes en eſtos Paiſes, la experiencia enſeña lo contrario, pues en dos años que yo continuo eſte exercicio he viſto muchos, y entre ellos Oficiales de ſupoſicion que ſe han aplicado, y eſpero que continuaran con mayores progreſſos con el patrocinio y direccion de V.E. como inſtrumento principal de obra tan provechoſa, paraque la podamos emplear en ſervicio de nueſtro gran Monarca, y gloria de V.E. Cuya Excelentiſſima

per-

perſona guarde Dios con la proſperidad que todos ſus criados deſſeamos, y havemos meneſter. Bruſſelas 1. de Mayo del año 1677.

Excelentiſſimo Señor,

Humilde Criado de V. E. que ſus pies beſa

DON SEBASTIAN FERNANDEZ DE MEDRANO.

CENSVRA

Del Reverendiſſimo *Padre Fray Manſueto de Caſtro Nuevo* Religioſo Capuchino, y Predicador de ſu Orden.

Haviendo leido y examinado con toda atencion un libro de Rudimentos Geometricos, y Militares, *compueſto por el Alferez* DON SEBASTIAN FERNANDEZ DE MEDRANO, *Maeſtro de Mathematicas, en que ha recopilado con eſtilo claro y perceptible lo mas neceſſario de la Geometria Practica y Eſpeculativa, enſeñando la conſtruccion de los Reloges ſolares, con ſingular curioſidad la formacion de eſquadrones, y con mayor explicacion ſe dilata en el diſcurſo de la Fortificacion; dando reglas tan faciles y comprehenſibles que todos los que quiſieren aplicarſe podran con poco trabajo aprovecharſe del grande que el Autor ha tenido en reduzir lo mas intrincado y ſutil de las Mathematicas á demoſtraciones breves, inteligibles, y evidentes, procurando evitar los terminos obſcuros, y las queſtiones dificultoſas que ſirven mas de confuſion á los Eſtudioſos, que de doctrina á los principiantes. Iuzgo ſer eſte libro muy digno de que ſalga á luz, y que todos los profeſſores de la Milicia, y aficionados á las Mathematicas hagan del toda eſtimacion.* Bruſſelas á 27. de Março 1677

F. MANSUETO DE CASTRO NUEVO
Predicador Capuchino.

AL ALFEREZ
DON SEBASTIAN FERNANDEZ DE MEDRANO,
Maeſtro de Mathematica.

EL SARGENTO MAYOR,
DON NICOLAS DE OLIVER Y FULLANA
Coſmographo de ſu Mageſtad.

COn aplauſo, y guſto, he viſto los *Rudimentos Geometricos, y Militares* que V. M. propone á la aplicacion de los Profeſſores de la Milicia: aplauſo, por la que obſervo ha tenido V. M. en tan breve tiempo, mas con induſtria y trabajo propio, que por diſciplina y enſeñança agena: guſto, por hallar ſe en ellos, ingenioſamente recopilados los fundamentos que en varios libros ſe leen eſparzidos, y conſtituyen un Soldado capaz en la inteligencia que ſu exercicio neceſſita Todo es digno de alabança y premio. Loores ſe deven á quien comprime los bullicios de la mocedad con los grillos de la virtud. Las obſervaciones de Marte y Palas, como ſon frenos, con que la Templança doma las paſſiones, ſon armas, con que la Fortaleza emprende acciones heroicas; paraque la Prudencia regule los afectos, y la Juſticia execute los efectos. De entrambas, en menos de veinte y ocho años de edad, los doze aprovados en el Real ſervicio, ha dado V. M. evidentes demoſtraciones, mereciendo perficionarſe las lineas de ſu evidencia con el luzimiento de la remuneracion. Los realçados quilates del ingenio admiré en la primera obra que ſalió á luz de la Quadratura del Circulo, tan induſtrioſa, como laborioſa; pues lo que haſta agora ha ſido

do impoſſible reduzir á demoſtracion Geometrica, diſpuſo ſutilmente V. M. en la Arithmetica. El precioſo eſmalte del eſtudio ſobreſale con eſta ſegunda, adonde la brevedad, y claridad juntas, union que Horacio juzgó ſer dificil, ofrecen la madurez de un temprano fruto, que en otros ha pedido la digeſtion de muchos años: experimentandoſe la ſentencia de Quintiliano; que el ingenio que preſto florece, tal vez tributa ſazonados reditos. Continuos los eſperamos de talento tan relevante, y de aplicacion tan infatigable, para gloria de Eſpaña, y ſervicio de la Catholica Monarquia, que Dios proſpere y á V. M. guarde. *Bruſſelas y Mayo 3. de 1677.*

B. L. M. de V. M. ſu mas aficionado

Servidor

Don Nicolas de Oliver y Fullana.

PROLOGO.

Lector Benevolo, los Rudimentos Geometricos, y Militares te ofrezco, en los quales ha recopilado mi trabajo lo mas util, y necessario de las Mathematicas, haviendo puesto todo el cuydado en escusar lo superfluo de las questiones, y lo obscuro de sus terminos, dos cosas que causando grave horror á los principiantes bastan para desalentar algunos y apartarlos de su empresa: propongo solamente las questiones mas importantes, y me valgo de los terminos mas inteligibles y practicos.

No menos he trabajado en disponer las reglas con tal orden, que las mas faciles se estudien primero que las mas dificiles. Y aunque esto, por no seguir la orden de otros Autores, pueda ser motivo de censura en las personas cursadas en esta facultad, y olvidadas del trabajo de sus principios, passaré de buena gana por su reprovacion, como logre el intento con que me puse á escrivir esta Obra, que es presentar en ella la luz de su introduccion á todos los aficionados á las Mathematicas; pretendiendo mas el aplauso, y utilidad de estos, que temiendo, por esta razon, la Censura de los otros pues no escrivo para los peritos, sino para los principiantes.

Y como las inclinaciones de los hombres sean diferentes, pretendiendo algunos adquirir una noticia, otros desseando tener mayor inteligencia, advertiré lo que es necessario saber para qualquier materia de las que contiene este volumen.

Si el curioso quiere ser Geometra deve primero ser razonable Arithmetico, ô por lo menos saber las quatro Reglas, y entender los Quebrados, Regla de tres, y Raiz quadrada.

Para los Reloxes de Sol se ha de aprender el uso del Compas, y conocer el valor de los grados de qualquier Angulo; lo qual es muy facil por un instrumento llamado Semicirculo que está dividido en 180. partes, ô grados.

Para la formacion de Esquadrones se han de saber las quatro Reglas principales de la Arithmetica, y la Raiz quadrada.

Para la fortificacion es suficiente la cognicion de las quatro Reglas referidas, y algunas del uso del Compas, contenidas en el primer libro: aunque no fuera malo estudiar primero algunos principios de Geometria para mayor perfeccion.

Con esta advertencia podran todos los estudiosos entrar en el jardin de este volumen, y coger las flores que mas fueren de su inclinacion y gusto; pues poniendo la aplicacion de su parte, conseguira cada uno el cumplimiento de su desseo. Y si se ofreciere alguna dificultad en la inteligencia, supliran esta falta lo agudo del ingenio del curioso y lo rendido de mi voluntad, que procura servirle.

Paraque la demostracion de las Figuras estuviesse mas pronta, y cercana á la explicacion de sus Reglas, puse al fin de cada Libro las Estampas que pertenecen á cada uno.

Peró antes de dar principio á sus doctrina, y operaciones he querido preferir la Difinicion de la Geometria, como Preludio de este Resumen.

Difinicion, Principios, y Neceſsidad de la Geometria.

LA Geometria es Arte, ô Sciencia que enſeña medir la tierra. Tuvo ſu principio en Egypto por cauſa de las inundaciones del rio Nilo, que ſale una vez cada año, por el verano, de ſu curſo natural, y riega los Campos Vezinos, que careciendo de lluvia, no reciben otra agua, ſino la que les comunica eſte rio eſtendiendoſe por aquellas Campañas, y cocomo deſpues de retiradas las aguas quedaſſen allanados los terminos, y ſeñales de las heredades, procediendo contiendas y pleytos ſobre lo que pertenecia á cada uno, ordenaron los Reyes que los Sacerdotes, que eran entre ellos los mas ſabios, buſcaſſen algun medio para medir las tierras, y quando baxaſſen las aguas pudieſſen los dueños de ellas conocer lo que les pertenecia. Para la execucion inventaron entonces la Geometria, que ſe perficionó poco á poco, con la induſtria y eſtudio de muchos Philoſophos que la profeſſaron, ſingularmente Pythagoras, y Euclides Megarenſe: ſiendo eſte ultimo quien recogio los eſcritos de los paſſados, y los diſpuſo en metodo intellectivo y facil con ſus demoſtraciones.

No menos cultivó eſta facultad aquel celebrado Philoſopho Arquimedes natural de Saragoça de Sicilia, el qual eſtando ſu Patria ſitiada por el Conſul Romano Marcos Marcelo, la defendio mucho tiempo con invenciones, y artificios Mathematicos: y llegando á noticia del Conſul referido, ordenó con graves penas que nadie ſe atrevieſſe matar al Philoſopho, deſſeando tenerlo conſigo para ſervirſe de ſu ingenio y habilidad:

peró

peró fue tanta la infelicidad, que ganandoſe la Villa, fue muerto Arquimedes, ſin ſer conocido, por un ſoldado que lo hallò exercitando ſu Arte ſobre unas loſas; y llegando las noticias de ſu deſgraciada muerte á Marcos Marcelo, moſtró gran ſentimiento, y le mandó labrar un ſuntuoſo ſepulcro, fuera de la Ciudad, adonde fue enterrado.

Finalmente la Geometria no neceſſita de otra Arte, que de la Arithmetica, y todas las demas Mathematicas tienen de ella neceſſidad: pues no pudiera quedar perfecta la Fortificacion con ſolas murallas á prueva de cañon, ſino ſe terminaran ſus lineas proporcionalmente, formando los Angulos de grados competentes. No menos acertára el mas dieſtro marinero á ſurcar los mares mas remotos, ſino fuera guiado de la bruxula, que le enſeña los rumbos de ſu navegacion, y de la carta que le mueſtra los parajes en que ſe halla.

La Coſmographia es tan hija de la Geometria, que ſolamente eſtá ordenada de lineas rectas y circulares, con tal proporcion, que por ellas ſe conocen las alturas y longitudes de las partes del Mundo. La Arquitectura Civil conſta de lineas terminadas en longitud, latitud, y profundidad.

Para las demoſtraciones Aſtronomicas ſe han de formar varios Circulos, Quadrados, Triangulos, y otras figuras Geometricas. La invencion de la Perſpectiva eſtá fundada ſobre las dimenſiones, y proporciones de la Geometria. De ellas uſa tambien la Muſical harmonia. Y las demas Artes liberales piden ſu cognicion. De cuyos principios pretendo dar ſuficiente noticia.

LI-

LIBRO PRIMERO DE LAS DEFINICIONES DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS, Y USO DEL COMPAS.

TRATADO PRIMERO

De las Definiciones.

DEL PUNTO.

PUNTO no es cosa alguna, por no tener dimension. Estas son tres longitud, que es largo; latitud, que es ancho; y profundidad, que es alto; y de todas tres carece el punto, por lo qual se dize indivisible; però Mathematicamente es algo, pues de otra manera no se pudiera operar la Mathematica; de la qual el primer ojeto es el Punto; de cuya extension se forma la linea, y de lineas la superficie, y de las superficies el Cuerpo. *Estampa 1. Figura 1.*

DE LA LINEA.

LA Linea tiene longitud, sin latitud, ni profundidad; porque como diximos arriba, la Linea se forma del fluxo que haze el punto, tirandose de una parte á otra: y como el punto no tiene dimension, assi la Linea no tiene mas que la longitud que haze el punto en su curso; si este es derecho será Linea recta; si se tuerce de un lado á otro, sera tortuosa; si en forma circular, y redonda, sin acabarse de cerrar, será curva; y si se tira á manera de caracol, se dize espiral. *Estampa* 1. *Figura* 2. 3. 4. y 5.

DE LA SUPERFICIE.

LA Superficie tiene dos dimensiones longitud, y latitud; peró no profundidad. Es comprehendida con las lineas que la terminan; si son rectas sera Superficie plana; y si curvas, como los arcos de los edificios, se llamará por la parte inferior concava, y por la superior convexa. *Estampa* 1. *Figura* 6. y 7.

DEL ANGULO.

EL Angulo se forma de la concurrencia de dos lineas en un mismo punto; toma su denominacion segun las lineas, ô Angulos; siempre que el Angulo se formare de lineas rectas se dize rectilineo; si de curvas, curvilineo; y si de una linea recta y otra curva, mixto. *Estampa* 1. *Figura* 8. 9. 10.

De los Angulos rectilineos hay tres especies, que son recto, agudo, y obtuso. El recto es quando el Angulo se forma de dos lineas rectas, cayendo perpendicularmente una sobre otra, el qual consta de 90. grados, que es la quarta parte del circulo. El Agudo es aquel que no llega á 90. grados, aunque le falte un minuto. El Obtuso es el que passa de 90. grados, aunque no le sobre mas que un minuto. *Estampa* 1. *Figura* 11. 12. y 13.

DEL TRIANGULO.

TRiangulo es una superficie cerrada de tres lineas, y tres Angulos. Toma su nombre tambien segun las lineas, ô Angulos; y assi quando fuere de lineas rectas se dize Triangulo rectilineo. *Figura* 14. si de curvas, curvilineo: y si de dos rectas, y una curva, mixto, como se dixo de los Angulos.

De los Triangulos rectilineos hay tres generos; los quales si se nombran por la grandeza de sus lineas, se ha de advertir que quando fuere de dos lineas iguales, y otra mayor, ó menor, se llama Triangulo Isoceles. *Figura* 14. Y si de tres lados desiguales, se dize Escaleno. Y quando tuviere todas las tres lineas iguales, se dirá Equilatero, ô Ysoplovres. *Fig.* 15. y 16.

Quando el Triangulo se nombra segun la abertura de sus Angulos se ha de notar, que quando el Triangulo tiene un Angulo recto es Triangulo Rectangulo. *Figura* 14. Si uno obtuso es Triangulo obtusangulo. *Figura* 15. Y si tiene todos tres Angulos agudos se llama Triangulo acutangulo. *Fig.* 16.

DEL QUADRADO.

QUadrado es una Superficie plana de quatro lados iguales, y quatro angulos rectos. *Figura* 17. Si de uno de sus angulos se tirare una linea recta al angulo opuesto, se dize diagonal, ô diametral: y dicha linea dividirá el Quadrado en dos triangulos rectangulos de superficies iguales. *Figura* 17.

DEL PARALELOGRAMMO.

PAralelogrammo, ô rectangulo es una Figura de quatro lineas rectas; las dos opuestas iguales, y sus quatro angulos rectos. *Figura.* 18.

DEL ROMBO.

ROmbo es una figura de quatro lados iguales, con dos angulos obtusos, y dos agudos; siendo los opuestos iguales. *Figura* 19.

DEL ROMBOIDE.

EL Romboide es una Figura quadrilatera, cuyos dos lados y angulos opuestos son iguales. *Figura* 20.

DEL TRAPEZIO.

TRapezio es una figura quadrilatera, de cuya especie hay unas mas irregulares que otras. La mas regular es la que tiene dos lados iguales, y los otros dos opuestos Paralelos. *Figura* 21.

DE LAS LINEAS PARALELAS.

LIneas Paralelas son aquellas que yendo por un camino, van siempre equidistantes una de la otra; Esto es que van apartadas continuamente con una misma distancia que jamas se encontraran. *Figura* 22.

DEL CIRCULO.

EL Circulo es una superficie contenida de una sola linea llamada circumferencia, tirada desde un punto que tiene en medio dicho centro, y quantas lineas salen del, y tocan á la circumferencia son iguales, y sellaman Semidiametros. *Figura* 23.

DEL DIAMETRO.

DIametro es una linea recta que passando por el centro de un Circulo, lo divide en dos semicirculos; y es la mayor linea que se puede formar en el Circulo. *Figura* 24.

DEL SEMICIRCULO.

SEmicirculo es una Figura contenida de la mitad de la circumferencia de un Circulo, y del Diametro; el qual contiene ciento y ochenta grados. *Figura* 25.

Este nombre de grados puede ser cause confusion al curioso, y assi tendrá advertido que grado no es otra cosa que parte de la circumferencia; la qual dividieron los antiguos en trecientas y sessenta partes, y como las havian de llamar de otra manera las llamaron grados; siendo solamente partes, ô divisiones de la circumferencia.

DE LA PORCION DE CIRCULO.

POrçion ô secçion de Circulo es un pedaço del Circulo mayor, ô menor que el semicirculo: Si fuere mayor se dirá segmento mayor, y si menor segmento menor, y la linea que los dividiere se llrmará cuerda del arco. *Figura* 26. Si sobre dicha linea se levantare del punto de en medio una perpendicudicular hasta tocar con la Circunferencia se dize saeta: dicha *Fig.*

Todas las demas Figuras que tienen mas de quatro lados se llaman multilateras.

De las Figuras Regulares, descritas en el Circulo.

QUando un circulo se divide en partes iguales por lineas rectas se nombran ansi. Si se divide en tres partes iguales se dize Trigono; si en quatro, Tetragono; si en cinco, Pentagono; si en seis, Exagono; si en siete, Eptagono; si en ocho, Octagono; si en nueve, Enneagono; y si en diez, Decagono, &c.

DEL USO DEL COMPAS

Contiene el modo de formar todas las Figuras Geometricas.

EL uso del Compas es tan util en esta Arte que poco importaria saber las difiniciones de la Geometria, y medir todas las Figuras, sino se supiessen formar con la regla y el Compas. Y assi sera necessario enseñar como se han de hazer todas las Figuras con algunos Problemas, aunque no vayan con la orden de los Elementos de Euclides, poniendo primero lo mas facil, y despues lo mas dificil, paraque todo sea mejor comprehendido.

PROBLEMA I.

Dividir una linea por mitad.

SEa la linea dada A. B. la qual se ha de dividir en dos partes iguales; lo qual se conseguirá en esta forma. Abrase el Compas á discrecion, con tal que la abertura no sea menor que

que la mitad de la linea dada; y puesto el pie del Compas en B. se hará un arco azia C. y otro azia D. y con la misma poniendo el Compas en el termino A. se haran los cruzeros C. D. pongase la regla en los puntos de los Cruzeros, y tirando la linea recta DC. dividirá por mitad la linea dada AB. en el punto E. *Estampa 2. Figura 1.*

PROBLEMA II.

Levantar una Perpendicular sobre una linea, dado un punto en ella.

SEa la linea AB. y el punto dado F. Abrase el Compas á discrecion, y puesto un pie en F. se hará por uno y otro lado de F. una marca como CD. Hecho esto se pondrá un pie del Compas en el termino D. y con qualquiera abertura se hará un arco azia E. y observando la misma abertura, y puesto el Compas en C. se descrivira el Cruzero E. Tirese la linea EF. que sera perpendicular á la dada AB. *Figura 2.*

PROBLEMA III.

Levantar una Perpendicular en la extremidad de una linea.

SEa la linea propuesta CB. y en uno de sus extremos, fines, ô terminos, que es lo mismo, y sea en C. se quiere levantar una perpendicular; abrase el Compas á discrecion, y puesto en el termino C. se describira la porcion de circulo DG. y observando la misma abertura, y puesto el un pie en G. se dexara caer el otro en la circumferencia, y caera en F. y teniendolo fixo en F. se describira otra porcion azia A. pongase la regla en los terminos FG. y tirese una linea oculta para hazer el Cruzero A. y se formara la linea AC. perpendicular que se ha pedido. *Figura 3.*

De

De otra manera mas facil.

SEa la mifma linea CB. la qual fe prolongara á difcrecion, y con qualquier abertura del Compas, puefto el un pie en el extremo C. fe tomará un punto por un lado y otro, como ED. y con qualquier abertura defde los puntos ED fe defcrivirá el Cruzero A. tirefe la linea AC. que caera perpendicular á la linea CB. *Eftampa 2. Figura 4.*

PROBLEMA IV.

Levantar una Perpendicular, dado el punto fuera de la linea.

SEa la linea AB. y el punto dado F. Pongafe el pie del Compas en F. y con qualquier abertura fe defcrivira la porcion de Circulo GH. que cortará la linea AB. en los puntos DC. y de dichos puntos, abierto el Compas á difcrecion, fe defcrivirá el Cruzero N y puefta la regla en los terminos NF. fe tirara la linea FE. y efta fera la perpendicular que fe deffea. *Eftampa 2. Figura 5.*

PROBLEMA V.

Tirar una Paralela á una linea dada.

SEa la linea dada AB. á la qual fe quiere tirar una Paralela defde qualquier punto de la linea; con qualquier abertura del Compas fe defcriviran los femicirculos ECF. y DHG. tirefe la linea CH. que toque las circumferencias de dichos femicirculos, y fera Paralela á la linea AB. *Eftampa 2. Fig. 6.*

PROBLEMA VI.

Tirar una Paralela á una linea que paffe por un punto dado.

SEa la linea BC. y el punto dado A. pongafe el pie del Compas en el punto A. y fe defcrivirá la porcion de circulo DEF. de fuerte que fu circumferencia toque la linea B. C. y obfervando la mifma abertura, de qualquier punto de la linea BC. fe defcrivirá el femicirculo GNH. pongafe la regla en el extremo de la circumferencia N. y en el punto dado A. y tirefe la linea NA. que fera paralela á la B. C. *Figura 7.*

PROBLEMA. VII.

Dividir una linea en las partes iguales que fe quifieren.

SEa la linea AB. la qual fe quiere dividir en cinco partes iguales, lo que fe conseguira, levantando en fus extremos las perpendiculares AD. y BE. por el Problema 3. y prolongando las dichas perpendiculares á difcrecion, fe tomaran fobre ellas cinco puntos de iguales diftancias, comprehendiendo los puntos AB. y tirando una linea de punto á punto, como KG. FP. MR. QS. cortaran todas la linea AB. dexandola dividida en las cinco partes. *Figura 8.*

Nota que fi fe quifiere dividir en feis partes, fe tomaran feis puntos; y fi en fiete, fiete, &c. comprehendiendo el punto extremo de la linea.

PROBLEMA VIII.

Dividir un Angulò por mitad.

SEa el Angulo propuesto ABC. que se quiere dividir en dos partes iguales; abrase el Compas á discrecion; y puesto un pie, en el punto A, se hara un punto sobre la linea AB. y otro sobre la AC. como D. E. y con la misma abertura, ô otra qualquiera, se descrivirá desde los terminos DE. el Cruzero F. tirese la linea AF. que dividirá por mitad el Angulo ABC. *Figura 9.*

PROBLEMA IX.

Descrivir un Quadrado sobre una linea dada.

SEa la linea AB. levantese en uno de sus extremos una perpendicular, y sea en el extremo A. adonde se levantará la perpendicular AC. por el Problema 8. de la magnitud, ô grandeza de AB. y con esta misma abertura, de los terminos BC. se descrivirá el Cruzero D. tirense las lineas CD. y BD. y se habra formado el quadrado AB.CD. *Figura.* 10.

PROBLEMA. X.

De dos lineas dadas descrivir un Paralelogramo.

SEan las dos lineas AB. y CD. tirese una linea recta EF. de la magnitud de AB. y en uno de sus extremos, como en E. se levantará la perpendicular EG. de la grandeza de CD. y con la abertura de dicha linea, desde el termino F. se hara un arco azia H. abrase el Compas desde A. á B. y puesto el un pie en G. se hará el Cruzero H. tirense las lineas GH. FH. y se

abrá formado el Paralelogramo EF. GH. *Figura* 11.

PROBLEMA XI.

Descrivir un Triangulo Equilatero sobre una linea dada.

SEa la linea AB. abrase el Compas de su magnitud, y de los extremos AB. se descrivirá el Cruzero C. tirense las lineas CB. AC. y quedará formado el Equilatero ABC. *Figura* 12.

PROBLEMA XII.

De dos lineas dadas descrivir un Triangulo Isoceles.

SEan las dos lineas EF. y CD. tirese una linea recta AB. de la magnitud de CD. tomese despues la abertura de la linea EF. y de los terminos AB. se hará el Cruzero G. tirense las lineas GB. AG. y quedará formado el triangulo Isoceles ABG. *Figura* 13.

PROBLEMA XIII.

De tres lineas dadas descrivir un Triangulo Escaleno.

SEan las tres lineas AB. FG. y EC. tirese la linea DH. de la grandeza de AB. aora se abrirá el Compas de la magnitud de FG. y de uno de los terminos de DH. y sea de H. se descrivirá una porcion de circulo azia Y. y con la abertura de EC. desde el extremo D. se hara el Cruzero Y. Tirense las lineas DY. HY. que formaran el triangulo Escaleno DHY. *Figura* 14.

PROBLEMA XIV.

Hallar el centro de un Circulo que llaman el punto perdido.

SEa el Circulo ABC. del qual se quiere saber el centro : lo qual se sobrá en esta forma. Tomaranse en la circumferencia tres puntos à discrecion, como ABC. tirese una linea de punto à punto AC. AB. las quales se dividiran por mitad, por el Problema 1. con las lineas DEFG. que se cruzaran en H. El qual punto es el centro que se busca. *Figura* 15.

PROBLEMA XV.

Buscar el centro de un Circulo, dada una porcion.

SEa dada la porcion de circulo AE. tomese un punto en qualquier parte de la circumferencia, y sea en D. hagase lo mismo que en la precedente que es tirar las lineas ED. AD. y dividirlas por mitad con las lineas CY. FG. que se cortaran en H. donde sera el centro que se busca. *Figura* 1. *Estampa* 3.

PROBLEMA XVI.

Dados tres puntos descrivir un Circulo que passe por todos tres puntos.

SEan los tres puntos ABC. tirese una linea de punto á punto como CB. CA. dividanse dichas lineas por mitad con las lineas FE. HG. las quales se cruzaran en D. pongase el pie del compás en D. y ajustado á uno de los dichos puntos se descrivirá el circulo CB. EA. que passará por los tres puntos dados. *Figura* 2.

Nota que lo mismo se hiziera, si sobre el triangulo CBA. se huviesse de tirar un Circulo.

PROBLEMA XVII.

Buscar el centro de qualquier Triangulo Rectangulo, ó Equilatero para formar dentro un Circulo.

SEa dado el Triangulo BCD. y dentro del se quiere descrivir un circulo. Para lo qual se necessita saber el centro, este se hallará dividiendo dos de sus Angulos por mitad (segun el Problema 8.) con las lineas CE. BF. que se cruzaran en G. pongase el pie del Compas en este punto G. y tirese el circulo MNP. de suerte que su circumferencia toque los tres lados del Triangulo, y se habra conseguido lo que se dessea. *Figura* 3.

PROBLEMA XVIII.

Dentro y fuera de un Triangulo Equilatero descrivir un Circulo.

PAra descrivir dentro y fuera de un Equilatero un Circulo, se buscará el centro de dicho Triangulo, por el Problema precedente, sea el triangulo ABD. en el qual los angulos A. y B. estan divididos por mitad con las lineas AE. y BC. cortandose en F. centro de los Circulos ECG. y BAD. *Figura* 4.

PROBLEMA XIX.

Dentro y fuera de un Circulo descrivir un Triangulo Equilatero.

ESta regla es contraria á la passada, y assi como alla se necessitó del centro del Circulo, aqui del lado del Triangulo, y del dicho centro. Sea el Circulo CBDE. tomese la abertura del semidiametro AB. y teniendo el Compas fixo en B. se dexará caer á un lado, y otro de B. caerá en CD. Tomese la abertura de CD. y desde dichos puntos se hará un cruzero en la circumferencia E. Tirense las lineas CD. EC. DE. que formaran el equilatero CDE.

Para descrivir otro Equilatero; por la parte exterior se prolongará un Semidiametro á discrecion como AC. y en el extremo C. se levantará una perpendicular á la linea A. por uno y otro lado de C. tirando dicha linea indeterminada: hagase lo mismo en los angulos DE. y haviendo prolongado las perpendiculares, se encontraran en los puntos HFG. quedando formado el Equilatero propuesto GHF. *Figura 5.*

PROBLEMA XX.

Dentro y fuera de un Quadrado descrivir un Circulo.

SEa el Quadrado propuesto ABCD. Tirense de los angulos opuestos las diagonales AD. y BC. que se cruzaran en E. y desde este punto, como centro, se descrivirá el circulo CDAB. passando por los angulos del quadrado; y este será el circulo exterior.

Para el interior se levantará del centro E. una perpendicular á uno de los lados del quadrado, como EM. pongase

se el Compas de E. á M. y con esta abertura se formara dicho circulo, como MP. NV. *Figura 6.*

PROBLEMA XXI.

Dentro y fuera de un Circulo descrivir un Quadrado.

PAra descrivir un Quadrado dentro y fuera de un circulo, se necessita de buscar el centro del dicho circulo, y hallado se dividirá en quatro partes por dos Diametros; y tirando una linea del extremo de un Diametro á otro, se formará el Quadrado por la parte interior; y el exterior se hará por el Problema 19. Exemplo en el Circulo ABCD. donde despues de hallado el centro R. por el Problema 14. se tirará el Diametro AB. que se dividirá por mitad, por el Problema 1. Con el Diametro CD. tirense las lineas CB. CA. BD. AD. y quedará formado el Quadrado ADBC. Aora se prolongaran todos los semidiametros, y levantando una perpendicular en cada angulo del Quadrado ADBC. por uno y otro lado, como se mostró en el Problema 19. se encontraran dichas perpendiculares formando el Quadrado FGHE. *Figura 7.*

PROBLEMA XXII.

Dentro y fuera de un Circulo descrivir un Pentagono.

SEa el Circulo ABC. en que se descrivirá el Pentagono por la siguiente regla. Hallado el centro D. segun los Problemas precedentes, se tirará el Diametro AB. que se dividirá por mitad con la perpendicular CD. assi mismo se dividirá por mitad el Semidiametro DB. en el punto E. tomese la abertura CE. y transfierase de E. á F. abrase el Compas de la magnitud de CF. y se tendrá el lado del Pentagotagono descrito en el circulo ABC. Hecho esto es facil por los precedentes Problemas descrivir el Pentagono exterior, porque prolongando los Semidiametros, y levantando una perpendicular en cada angulo por uno y otro lado como esta dicho tantas vezes, quedará formado el Pentagono PQRST. *Figura* 8.

PROBLEMA XXIII.

Dentro y fuera de un Pentagono descrivir un Circulo.

SEa el Pentagono NPQRM. cuyo centro se buscara dividiendo dos de sus angulos por mitad, y adonde se cortaren las lineas que los dividieren será el centro, como se mostró en el Problema 18. y es regla general para todas las Figuras regulares. Sea pues el centro hallado A. de uno de los lados del Pentagono se levantará una Perpendicular al centro, como AB. tomese la abertura AB. y con ella como semidiametro se formara el circulo BCDEF. alarguese el Compas hasta uno de los angulos del Pentagono, y descrivase el circulo MRQPN. *Figura* 9.

PROBLEMA XXIV.

Dentro y fuera de un Circulo descrivir un Exagono.

SEa el Circulo AB. donde despues de hallado el centro C. se tirará el Diametro AB. y tomando la abertura de un semidiametro, se tendra el lado del Exagono interior; porque se ha de notar que con la misma abertura que se hiziere un circulo, con esta misma se dividirá el mismo circulo en seis partes iguales. Ya que se tiene formado el Exagono interior, es facil hazer el exterior por las reglas antecedentes. *Figura* 10.

PRO-

PROBLEMA XXV.

Descrivir un Eptagono.

PAra formar un Eptagono en un circulo, es necessario formar un Triangulo equilatero, por el Problema 19. como ABC. Dividase uno de sus lados, BA. por mitad en D. y BD. ó DA. será el lado del Eptagono. *Figura* 11.

PROBLEMA XXVI.

Dentro de un Circulo formar todos los lados hasta la Figura de doze Angulos.

HAsta agora se han enseñado las Figuras desde el Triangulo hasta el Eptagono; y por parecerme bastante lo dicho, paraque el curioso se haya hecho capaz de formar qualquier Figura regular dentro y fuera del circulo, me contentaré con poner aqui un circulo donde se vean señalados los lados del circulo hasta la Figura de 12. angulos, y assimismo el modo de formar los dichos lados.

Descrito el Circulo AFGBH. sobre el Diametro AB. y observando la abertura del Semidiametro, que es lo mismo que la abertura con que se hizo el Circulo, puesto el pie del Compas en B. se dexara caer sobre la circumferencia en GH. tirese la linea GH. y AG. y levantese en el centro C. la perpendicular CF. y tirense las lineas AF. FE. tomese la abertura FE. y transfierase de E. á D. tirese la linea FD. que cruzará la AG. en K. tirese la linea KC. y la linea MC. y estaran descritos los dichos doze lados; cuya descripcion se vera abaxo. *Figura* 12.

GH. lado de 3. DF. lado de 5.
AF. lado de 4. BC. lado de 6.

C EG. lado

EG. lado de 7.	DC. lado de 10.
EM. lado de 8.	CY. lado de 11.
CM. lado de 9.	CK. lado de 12.

PROBLEMA XXVII.

Sobre una linea recta descrivir qualquier figura regular hasta la de 12. Angulos: siendo la dicha linea lado comun á todos.

SEa la linea dada AB. que ha de ser lado de todas las figuras dichas, tomese la abertura de toda la linea; y puesto un pie del Compas en el extremo A. se tirará la porcion de circulo DB. y por el Problema 11. se descrivirá el triangulo ABC. que sera la primera figura. Si ha de ser quadrado, se levantará una perpendicular en el punto A. como AE. y por el Problema 9. se descrivirá el quadrado ABEF. Si ha de ser Pentagono, se dividirá el arco EB. que es la quarta parte del circulo, en cinco partes iguales, y se añadirá una que será desde E. á G. tirese la linea AG. que será el segundo lado del Pentagono ABYHG. Si alguno dudare como se hallaran los otros tres lados, acudirá al Problema 16. adonde se enseñó descrivir un circulo dados tres puntos, los quales hará cuenta que son ABG. y assi siguiendo la regla, dividiendo los dos lados por mitad, como son AB. y AG. y donde se encontraren las lineas que los dividieren será el centro, del qual se descrivirá un circulo que passe por los dichos tres puntos: tomese uno de los dos lados, y con el dividirá el circulo dicho en cinco partes. He querido referir esta regla porque se ha de observar en todas las figuras. Bolviendo á nuestro proposito digo, que si ha de ser Exagono, se dividirá el arco BE. en seis partes, y añadanse dos de E. á K. tirese la linea

linea AK. será el segundo lado del Exagono ABOTNK. que se hallaran todos los lados por la regla dicha. Si ha de ser Eptagono, se dividirá el arco EB. en siete partes, y se añadiran las tres de E. á L. tirese la linea LA. y será el segundo lado del Eptagono ABRQPML.

Si ha de ser Octagono, dividase dicho arco en ocho partes, y añadanse quatro. Si Enneagono, dividase en nueve, y añadanse cinco. Si en Decagono, dividase en diez, y añadir seis. Si en Undecagono en onze, y añadir siete. Si en Dedecagono en doze, y añadir ocho. Siguiendose en todos las reglas dadas. *Figura* 13.

PROBLEMA XXVIII.

Descrivir un Oval al rededor de dos Quadrados formados sobre una linea.

SEa la linea BC. sobre la qual se descriviran los quadrados BCDE. y BCGF. por el Problema 9. pongase el un pie del Compas en C. y ajustado al punto D. se descrivirá la porcion de circulo DG. y observando la misma abertura, puesto el Compas en B. se descrivirá otra porcion como FE dividase por mitad la linea BC. en H. pongase el pie del Compas en H. y ajustado á DE. se descriviran las porciones de circulo DE. GF. que formaran el Oval GF. D. E. *Figura* 14.

PROBLEMA XXIX.

Hallar una media proporcional entre dos lineas.

SEan las dos lineas AB. y CD. tirese una linea recta EF. de la magnitud de AB. y sobre ella se descrivirá el semicirculo EHF. tomese la abertura de la otra linea CD. y aco-

acomodeſe ſobre el Diametro EF. que ſerá de F. á G. levanteſe una perpendicular en el punto G. haſta cortar la circumferencia en H. tireſe la linea HF. que ſera la media proporcional entre las lineas AB. y CD. *Figura* 15.

Eſto juzgo que ſera baſtante paraque el curioſo pueda formar qualquier figura con la regla y el Compas; y aunque quiſiera poner aqui muchas mas figuras, no me he atrevido, aſſi por eſcuſar Eſtampas, como por no confundir el ingenio con tantas Figuras. Y aſſi paſſaremos á dar principio á la Geometria, adonde eſpero dar guſto al eſtudioſo, moſtrando el modo de medir toda Figura ſuperficie plana, dando la demoſtracion de todo por lineas, y numeros para mayor claridad.

LIBRO SEGUNDO
DE LA
GEOMETRIA PRACTICA, SUPERFICIE PLANA, O
PLANIMETRIA

Que dá regla general para medir todas las Superficies.

AL principio de eſta obra adverti que ſus reglas no ſeguian la orden de los Elementos de Euclides, ſino conforme me ha parecido mas á propoſito para el intento de enſeñar practicamente, y acomodarme á todos los ingenios, por ſer los libros de Euclides mas para perſonas curſadas que para principiantes. Y por eſta razon procurando eſcuſar toda confuſion proſeguire con los terminos mas claros y mas practicos que me fuere poſſible.

PROPOSICION I.

Buſcar el area, ó contenido de un Quadrado.

EL area contenida, ó Superficie de qualquier Figura plana ſe ha de entender por el eſpacio de terreno, ó campo que hay dentro de las lineas, ó terminos de la figura. Sea el Quadrado de que ſe ha de medir el area ABCD. y tenga por lado ſeis pies, paſſos, varas, ó otra qualquier medida que ſea, multipliqueſe un lado por otro, como ſeis por ſeis, cuyo producto ſon 36. Y tantos pies Quadrados tiene de area el Quadrado ABCD. como mueſtran los quadrados pequeños ſeñalados dentro del dicho quadrado, tirando una linea de punto á punto opueſto *Figura*. 1.

PROPOSICION II.

Hallar lo contenido de un Paralelogramo.

EN eſta Figura ſeguardará la miſma regla que en la precedente, que es multiplicar un lado por otro, y ſe tendra ſu contenido. Sea el Paralelogramo DC. EF. y tenga CF. ſeis, y EF. quatro; multipliquenſe 6. por 4. que es un lado por otro, y ſaldran 24 area del Paralelogramo DC. EF. *Figura*. 2.

PROPOSICION III.

Medir el area de un Triangulo rectangulo.

UN Triangulo rectangulo bien conſiderado, es la mitad de un quadrado, ó paralelogramo; y aſſi con mul-

multiplicar un lado por otro, y tomar la mitad ſe ſabra ſu area. Exemplo el Triangulo ABC. donde la baſa AB. tiene tres pies, y la perpendicular AC. quatro; multipliqueſe un lado por otro, como 3. por 4. y ſalen 12. y tantos tuviera de area el Paralelogramo ABCD. Pero como el Triangulo propueſto ABC. no es mas que la mitad del dicho Paralelogramo, por tanto ſe tomará la mitad de los 12. que es 6. y tanto tiene de area el Triangulo ABC. *Figura*. 3.

PROPOSICION IV.

Buſcar la Diagonal de un Triangulo rectangulo, teniendo conocida ſu baſa y perpendicular.

HAviendoſe ofrecido la ocaſion de hablar de un Triangulo rectangulo, donde la baſa y perpendicular ſon conocidas, y ſuponiendo que la diagonal no ſe puede conocer por eſtar en parte inacceſſible, y ſe neceſſita ſaber la dicha linea ſe obſervaran las reglas ſiguientes. Sea el miſmo Triangulo ABC. donde la Diagonal CB. es incognita, y ſe quiere ſaber ſu magnitud, lo qual ſe conſeguirá quadrando la baſa que tiene tres pies. Note el curioſo que ya ſe ha advertido haver de ſer razonable Arithmetico, y ſiendolo no ignorará que quadrar es multiplicar un numero por ſi miſmo. Con eſta ſupoſicion digo que los tres pies quadrados de la baſa, que es lo propio que multiplicados por ſi miſmo hazen 9. deſpues ſe quadrará la perpendicular que tiene 4. y ſaldran 16. ſumenſe las dos multiplicaciones, ó numeros quadrados, cuya ſuma es 25. de eſte numero ſe ſacará la raiz quadrada que es 5. y tantos pies ſe dirá que tiene la linea diagonal CB. *Figura* 4.

PRO.

PROPOSICION V.

Siendo conocidas la Basa y la Diagonal de un Triangulo, descubrir la Perpendicular.

SEa el Triangulo ABC. donde la basa BC. tiene tres pies, y la Diagonal AC. cinco; para saber quanto tiene la perpendicular AB. se quadrarà la basa 3. y saldran 9. quadrarase tambien la diagonal 5. que dará 25. restese un quadrado de otro, como 9. de 25. quedan 16. y este numero es el quadrado de la Perpendicular, y sacando la raiz quadrada que es 4. se tendran los pies de la Perpendicular AB. para saber su area se hará como se ha dicho, que es multiplicar la Perpendicular por la basa, como 3. por 4. que hazen 12. cuya mitad 6. es el area del Triangulo ABC. *Figura.* 5.

PROPOSICION VI.

Conocida la Diagonal y Perpendicular de un Triangulo rectangulo descubrir la Basa.

EStando conocidas la Diagonal y Perpendicular de un Triangulo rectangulo se sabrá la basa, quadrando la Diagonal, y la Perpendicular, y restando un quadrado de otro, y sacando de la resta la raiz quadrada que será la Basa. Exemplo el mismo Triangulo ABC. donde la Diagonal BC. tiene 5. cuyo quadrado es 25. y la Perpendicular AC..tiene 4. y su quadrado es 16. Restese un quadrado del otro, quedan 9. y este es el quadrado de la basa, cuya raiz quadrada que es 3. sera el valor de la Basa AB. *Figura.* 6.

PRO-

PROPOSICION VII.

Que demuestra la 47. del primer libro de Euclides.

DEmuestrase por la proposicion 47. del primer libro de Euclides que el quadrado de la basa, y el de la perpendicular juntos hazen el quadrado de la Diagonal: y assi mismo restando del quadrado de la Diagonal el de la Perpendicular, queda el quadrado de la basa: y si el quadrado de la basa se resta de la Diagonal, queda el quadrado de la perpendicular; como mas claramente se puede ver por la *Figura* 7.

En el Triangulo rectangulo ABC. la Perpendicular AC. tiene 4. pies, y la basa AB. 3. quadrese la Perpendicular, y salen 16. y tantos pies quadrados tendrá de area el quadrado ACFG. quadrarase tambien el 3. de la Basa, y dara 9. que es el area del quadrado ABHY. Sumados estos dos quadrados 16. y 9. haran 25. pies area del Quadrado BCDE. y la raiz quadrada del 25. que es 5. muestra los pies de la Diagonal BC.

De la misma manera restando los 16. quadrados que tiene el Quadrado ACFG. de los 25. del Quadrado BCDE. restan 9. que son los quadrados del Quadrado HAYB. cuya raiz quadrada es 3. que son los pies que tiene la Basa AB. y si de los 25. que tiene el Quadrado BCDE. se restan los 9. del Quadrado HAYB. quedaran 16. por los quadrados del Quadrado FGAC. del qual sacada la raiz quadrada que es 4. sera la Perpendicular AC.

He querido dilatarme en esta Proposicion algo mas de lo que pide mi brevedad para satifazer al curioso; porque siempre que se habla del Triangulo rectangulo se dize que el Quadrado de la Basa, y de la Perpendicular hazen el de la Diagonal: y quisiera que el aficionado à la Geometria

D quando

quando empieça à estudiarla, especulara un poco esta demostracion hasta hazerse capaz de ella, porque quien supiere reduzir bien qualquier figura á Triangulos rectangulos, tendrá mucha luz de la Geometria, por ser el dicho Triangulo el fundamento de ella. *Figura.* 7.

PROPOSICION VIII.

Buscar el contenido de un Triangulo Ysoceles, siendo conocidos sus lados.

PAra saber el contenido de un Triangulo Ysoceles, siendo conocidos sus tres lados, es necessario levantar una Perpendicular de la Basa del dicho Triangulo al angulo opuesto, y quedarà dividido el Triangulo Ysoceles en dos Triangulos rectangulos de iguales superficies. Sea el Triangulo ABC. y tenga la basa AB. 6. y los lados CB. AC. 5. cada uno, levantese la Perpendicular DC. que dividirá dicho Triangulo en dos Triangulos rectangulos, como ADC. y CDB. y para saber el valor de la Perpendicular CD. se quadrará uno de los dos lados, y sea CA. y saldran 25. quadrese la basa, de uno de los Triangulos rectangulos, como AD. que tiene 3. cuyo quadrado es 9. restese un quadrado de otro, como 9. de 25. restaran 16. de cuyo numero sacada la raiz quadrada será 4. por el valor de la Perpendicular CD. y conocida se multiplicará por una de las basas AD ó DB. y el producto será 12. por el contenido del Triangulo ABC. *Figura.* 8.

PRO-

PROPOSICION IX.

Buscar el contenido de un Triangulo Equilatero.

EL contenido de un Triangulo Equilatero se busca por la misma regla, como se verá en el Triangulo EDC. donde cada lado tiene 6. pies; levantese la Perpendicular AE. que dividirá el dicho Triangulo en los dos Triangulos rectangulos DEA. y ACE. hagase como se ha enseñado en la precedente Proposicion, que es quadrar una de las Diagonales, como ED. cuyo quadrado es 36. y el quadrado de la basa DA. es 9. que restados de los 36. quedan 27. cuya raiz quadrada es 5. y un quinto, valor de la Perpendicular AE. que multiplicados por los 3. de la basa DA. dara el producto 15. $\frac{3}{5}$ area del Triangulo DCE. *Figura.* 9.

PROPOSICION X.

Conocidos los tres lados de un Triangulo Escaleno, saber su area.

PAra saber el area de un Triangulo Escaleno se necessita levantar una Perpendicular á la basa del angulo opuesto, y quedará dividido dicho Triangulo en dos Triangulos rectangulos desiguales por serlo tambien los lados del Triangulo. Sea el Triangulo ABC. y tenga la basa. AB. 21. y el lado CB. 17. y AC. 10. levantese del angulo C. la perpendicular CD. que dividira el Triangulo ABC. en dos Triangulos rectangulos desiguales; siendo las basas de los dichos Triangulos incognitas, por no saber en que punto de la basa AB. corto la perpendicular CD. esto se sabrá por la siguiente regla.

Quadrese el lado CB. que es 17. cuyo quadrado es 289.

Assi

Aſſi miſmo ſe quadraran los 21. de la baſa AB. y ſu quadrado es 441. el qual ſe ſumará con el otro quadrado 289. y la ſuma ſerá 730. hecho eſto ſe quadrará el lado CA. que es 10. y ſu quadrado es 100. Eſtos ſe reſtaran de la ſuma 730. de los otros dos quadrados y quedaran 630. que ſe partiran por los 21. de la baſa AB. y ſu particion es 30. ſaqueſe de eſte numero la mitad que es 15. y tantos pies ſe dirá que tiene la baſa DB. y el cumplimiento para los 21. que tiene toda la baſa AB. ſera la cantidad de la baſa AD. que ſeran 6.

Conocidas las baſas de los Triangulos rectangulos CDB. y ADC. ſe ſabrá la cantidad de la Perpendicular CD. y el contenido de toda la figura por las reglas dadas: porque quadrando la baſa AD. ſera ſu quadrado 36. que reſtados del quadrado de la Diagonal CA. que es 100. reſtan 64. cuya raiz quadrada que es 8. es el valor de la Perpendicular CD.

Lo miſmo ſe conſeguirá ſi el quadrado de la baſa DB. ſe reſtaſſe del quadrado de la Diagonal CB. y ſi de la reſta ſe ſacaſſe la raiz quadrada ſaliera la miſma Perpendicular.

Para ſaber el area ſe multiplicaran los 6. de AD. por los 8. de CD. que hazen 48. ſu mitad es 24. por el area del Triangulo ADC. y multiplicando los 15. de DB. por los 8. de DC. hazen 120. cuya mitad 60. es el contenido del Triangulo DBC. de ſuerte que el Triangulo propueſto ABC. tendra de area 84. ſumando los 60. de un Triangulo con los 24. del otro. *Figura.* 10.

PRO-

PROPOSICION XI.

En que punto de la Baſa de un Triangulo Eſcaleno corta la Perpendicular que cae ſobre ella del Angulo opueſto, por Regla de tres.

SEa el miſmo Triangulo ABC. donde la Perpendicular CD. divide la baſa AB. en dos partes deſiguales, ſin que ſe ſepa la cantidad de cada una; lo qual ſe puede conſeguir (demas de la doctrina precedente) por una regla de tres, ſumando los dos lados CB. y AC. que ſuman 27. aſſi miſmo reſtando un lado de otro, reſtan 7. formeſe agora la regla diziendo ſi 21. de la baſa AB. ſuben a 27. (ſuma de los dos lados) á quantos ſubiran 7. (diferencia de los dichos lados) y ſiguiendo la regla de tres ſe hallará que ſuben a 9. el qual numero ſe ha de ſumar con la baſa AB. que tiene 21. y hazen 30. de que ſe ſacará la mitad que es 15. por la cantidad de la baſa DB. que es la mayor linea de las dos en que eſtá dividida la baſa AB. Hallada la dicha linea ſe ſabrá todo lo demas por la regla precedente. *Figura.* 11.

PROPOSICION XII.

Hallar el contenido de un Triangulo Eſcaleno, Yſoceles, ó Equilatero ſin neceſſidad de Perpendicular.

PUedeſe conocer el area de un Triangulo Eſcaleno, ó Iſoceles ſin neceſſidad de Perpendicular en eſta forma. Sea el propueſto Triangulo Eſcaleno ABC. ſumeſe la cantidad de ſus tres lados, como ſon 21. 17. y 10. que ſuman 48. De eſte numero ſe ſacará la mitad que es 24. Tomeſe la

dife-

diferencia que hay de los 24. á cada lado del Triangulo, como la de 24. á 21. que es 3. la de 24. á 17. es 7. y la de 24. á 10. es 14. Multipliquese el 24. por la diferencia 14. y el producto son 336. los quales se multiplicaran por la diferencia 7. y haran 2352. que multiplicados por la tercera diferencia que es 3. daran 7056. Saquese de este numero la raiz Quadrada que es 84. y esta es la cantidad de la area del Triangulo Escaleno ABC. que es lo mismo que se halló quando se buscó el contenido de dicho Triangulo en la Proposicion 10. *Figura* 12.

PROPOSICION XIII.

Buscar el contenido de un Rombo, siendo conocidos sus lados.

EN las Difiniciones se dixo que el Rombo se formava de dos Triangulos Equilateros, ô Ysoceles; y assi tirando dos Diagonales, y midiendo una dellas sera facil saber su contenido. Exemplo en el Rombo ABCD. donde qualquiera de sus lados tiene 5. Tirense las Diagonales BA. DC. y midase, como se ha dicho, una de ellas, y sea DC. la qual linea se halla tener 6. de suerte que DBC. sera un Triangulo Ysoceles; y assi siguiendo la regla que se dio para medir el dicho Triangulo, se hallara que tiene de area 12. Doblese este numero, por el Triangulo ACD. que es igual al Triangulo DCB. y haran 24. contenido de todo el Rombo. *Figura* 13.

PRO-

PROPOSICION XIV.

Hallar el contenido de un Romboide.

SEa el Romboide ABCD. y los lados CD. AB. tengan á 12. cada uno, levantese en el extremo D. la perpendicular DE. y en el termino C. la perpendicular CF. y se tendrá el Paralelogramo FECD. y suponiendo que las dichas perpendiculares tienen á 4. cada una (lo qual no se puede saber sino es midiendolas mechanicamente) se multiplicará un lado por otro, como 12. por 4. y hazen 48. y tanto tiene de area el Romboide ABCD. que es lo mismo que tiene el Paralelogramo FECD. Porque el Triangulo rectangulo DBE. que esta comprehendido en el Paralelogramo FECD. es igual al Triangulo rectangulo CAF. comprehendido en el Romboide ABCD. *Figura* 14.

PROPOSICION XV.

Siendo conocidos los lados de un Trapezio hallar su contenido.

QUeriendo saber el contenido de un Trapezio, como CDAB. donde el lado AB. tiene 4. y CD. 16. y los lados BD. y AC. 10. cada uno, se seguirá esta regla: levantese de los Angulos AB. las perpendiculares AG. y BE. las quales son paralelas, por serlo tambien AB. y CD. y por la misma razon GE. será igual á AB. que tiene 4. Restese GE. de toda la CD. que tiene 16. y quedaran 12. y tanto tendran las lineas CG. y ED. y assi tendrá 6. cada una, de suerte que de los triangulos rectangulos BED. y ACG. las basas, y diagonales son conocidas.

Quadrese qualquiera de las basas, pues tiene 6. cada una, y saly saldra el numero quadrado 36. Assimismo se quadrará una de las Diagonales, y su quadrado es 100. de que restados los 36. quedan 64. cuya raiz quadrada 8. es el valor de cada Perpendicular; con que del Paralelogramo ABGE. estaran conocidos los lados, que multiplicado uno por otro, el producto 32. sera el area del dicho Paralelogramo; y multiplicando la basa CG. por la perpendicular AG. y del producto que es 48. tomar la mitad sera el area del Triangulo rectangulo ACG. y lo mismo tendra BED. por ser los triangulos iguales. Sumense los 24. de cada triangulo con los 32. del Paralelogramo, y son 80. por el contenido de todo el Trapezio. *Figura* 15.

PROPOSICION XVI.

Hallar el Contenido de otro Trapezio.

SEa el Trapezio ABCD. y tenga DB. 20. y CA. 8. y AB. 18. del Angulo C. se levantará una Perpendicular como CE. que sera paralela ala AB. y assi mismo seran iguales; siendolo tambien CA. de EB. pues tiene EB. 8. como CA. y assi CAEB. será Paralelogramo; y multiplicando un lado por otro, es el producto 144. por su contenido. Restese BE. de DB. restaran 12. por la linea DE. basa del triangulo rectangulo CDE. y multiplicando dicha basa por la perpendicular CE. da el producto 216 cuya mitad 108. es el area del dicho Triangulo, que sumado con el area del Paralelogramo hazen 262. y tanto tiene de area el propuesto Trapezio. *Figura* 16.

PRO-

PROPOSICION XVII.

Siendo conocido el Diametro de un Circulo saber quanto es su Circumferencia y contenido.

LA proporcion del Diametro á la Circumferencia es segun Archimides tripla sesquiseptima, como dezir 7. con 22. y assi conocido el diametro se multiplicará por 3. $\frac{1}{7}$ y el producto será la Circumferencia.

Sea exemplo el Circulo ABCD. y tenga el Diametro AB. 14. multipliquense los 14. por 3. $\frac{1}{7}$ da el producto 44. que es la Circumferencia del Circulo. Para saber el area se multiplicará el Diametro por la circumferencia como 14. por 44. cuyo producto es 616. saquese de este numero la quarta parte que es 154. Por el contenido del Circulo.

Lo mismo se conseguirá multiplicando la mitad del diametro por la mitad de la Circumferencia, como 7. por 22. y el producto es 154. area del dicho Circulo. *Figura*. 17.

PROPOSICION XVIII.

Siendo conocida la Circumferencia de un Circulo, saber el Diametro.

HAse dicho que la proporcion del diametro á la Circumferencia es 3. $\frac{1}{7}$ y que multiplicando el diametro por 3. $\frac{1}{7}$ el producto da la Circumferencia. De que se infiere que conocida la Circumferencia, y partiendola por 3. $\frac{1}{7}$ el cociente será el Diametro. Sea exemplo el mismo Circulo de que hemos hablado, assentando 44. por su Circumferencia; partanse 44. por tres y un septimo, y

sale

ſale el cociente 14. por el diametro AB.

Puedeſe conſeguir eſto miſmo formando una regla de tres, valiendoſe para ella de la proporcion 7. con 22. conocido pues el diametro de un circulo, y ſea el miſmo diametro AB. cuyo valor es 14. ſe dirá por regla de tres, ſi 7. ſuben á 22. á quanto ſubiran 14. y ſiguiendo la regla de tres, ſe hallará que ſuben á 44. que es la Circumferencia.

Y ſi conocida la circumferencia ſe quiſiere deſcubrir el diametro, ſe formará la regla de tres al contrario, diziendo, ſi 22. ſe abaxan á 7. á quanto la circumferencia 44. y ſiguiendo la regla ſe hallará que á 14. diametro del dicho circulo. *Figura.* 17.

PROPOSICION. XIX.

De la ſuperficie Oval.

PAra buſcar el contenido de un Oval es neceſſario tirar dos lineas diagonales, ô diametrales que paſſen por el centro del Oval, y medidas eſtas lineas mechanicamente ſe buſcará el contenido del dicho Oval en una de dos maneras, ſea la primera.

En el Oval ABCD. tirenſe dos lineas diagonales como AB. CD. que ſe encontraran en el centro E. y ſupongaſe que AB. tiene 30. y CD. 20. multipliqueſe uno por otro, y ſalen 600. eſte numero, por regla general, ſe partirá por 14. y ſaldra el cociente 42. $\frac{6}{7}$ que ſe multiplicaran generalmente por 3. y ſalen 182. $\frac{4}{7}$ reſteſe eſte producto de los 600. y la reſta que es 471. $\frac{3}{7}$ ſera la ſuperficie del Oval. *Figura.* 18.

PRO-

PROPOSICION XX.

Hallar el contenido del Oval de otra manera.

LA ſegunda regla de ſaber la ſuperficie del Oval ſe hará, buſcando la media proporcional de las dos lineas diagonales que dentro del ſe tiraren, y deſcriviendo un circulo ſobre dicha media proporcional, que ſervirá de diametro. Se buſcará el area del circulo que ſerà la miſma que contiene el Oval, como mas claramente ſe puede ver por eſte exemplo.

Sea el miſmo Oval precedente ABCD. cuya diagonal AB. tiene 30. y la DC. 20. tireſe una linea recta HG. de la magnitud de AB. y ſobre ella ſe deſcrivirá el ſemicirculo HFG. Tomaraſe luego la abertura de la linea CD. y ſe acomodara ſobre el diametro GH. que ſerá de G à M. levanteſe en el punto M. la perpendicular MF. y tireſe la linea FG. que ſerá la media proporcional entre la AB. y CD. (como ſe ha enſeñado en el uſo del compas) y aſſi multiplicando la cantidad de MG. que es 20. por toda la HG. 30. ſalen 600. cuya raiz quadrada 24 $\frac{1}{2}$ es la cantidad de la dicha media proporcional. Deſcrivaſe ſobre ella el circulo FMGP. del qual ſe tendra conocido el diametro, que es 24. $\frac{1}{2}$ buſqueſe ſu area como ſe ha enſeñado, y ſe hallara que es 471. $\frac{5}{8}$ que es lo miſmo que ſalio arriba, con alguna diferencia en el quebrado, coſa indigna de mencion para lo tocante à la Geometria practica. *Fig.* 19.

PRO-

PROPOSICION XXI.

Buscar el contenido de una porcion de Circulo.

PAra medir una porcion de circulo se pueden dar muchas reglas; pero por escusar toda confusion, pondré aqui la mas facil y comprehensible, en la forma siguiente. Despues de haver buscado el centro de la porcion de circulo dada; se procurará medir la cantidad del diametro de todo el circulo, y assi-mismo se buscará el area de dicho circulo. Hecho esto se sabrá de quantos grados es el angulo que comprehende la porcion de circulo dada, y sabido, se formará una regla de tres, diziendo, si 360. grados de toda la circumferencia, dan la superficie del circulo que se huviere hallado, que superficie daran los grados que tuviere la porcion: y hecha la regla dara la superficie que pertenece al sector de dicha porcion; de que restado el contenido del Triangulo Isoceles formado de los dos semidiametros que terminan la porcion, y de la cuerda del arco, la resta será la superficie de la porcion dicha, como mas claramente se vera por este exemplo.

Sea la porcion de circulo ABC. de la qual se quiere saber su contenido, lo que se conseguirá buscando el centro D. por el Problema 15. del primer Libro; y haviendose formado el circulo ABC. se tirará el diametro EF. el qual medido mecanicamente por pies, passos, ó otra medida, se supondrá que tiene 21. pies; busquese el valor de la circumferencia, por la regla que para ello se dio en la Proposicion 17. de este Libro; y se hallará tener 66. pies; y buscando el contenido de todo el circulo, por la regla dada en la misma Proposicion, se hallaran $346\frac{1}{2}$ por su contenido.

Esto executado, se medirá la cantidad de los grados del

del angulo ADB. y sea de 70. grados, formese una regla de tres, diziendo; si 360. grados de toda la circumferencia dan $346\frac{1}{2}$ de superficie, que superficie daran 70. grados de la porcion ABC. y siguiendo la regla vendran $67.\frac{3}{8}$ por la superficie del sector ACBD.

Para saber la superficie de la porcion ACB. se medira la linea AB. (llamada cuerda del arco), en la forma que se dixo del diametro, ô por la Trigonometria (si la supiere el curioso) y hallará que tiene $12.\frac{1}{22}$

Conocidas las tres lineas del Triangulo ABD. se sabrá su contenido, por la Proposicion 8. y vendran $50.\frac{15}{22}$ por su superficie, que restados de los $67.\frac{3}{8}$ del sector ABCD. quedan $16.\frac{69}{88}$ por la superficie de la porcion propuesta. *Figura.* 20.

PROPOSICION XXII.

Hallar el Area de un Pentagono.

QUeriendo saber el area de una figura Pentagonal se procurará saber primero la de un Triangulo Isoceles de los cinco que en el Pentagono se forman; y multiplicando su area por cinco, se tendrá el contenido de toda la figura. Sea exemplo el Pentagono ABCDE. donde despues de buscado el centro F. por las reglas que para ello se dieron en los Problemas, se tiraran los semidiametros AF. BF. EF. &c.

Midase uno de ellos, y sea FB. que tendrá 5. y lo mismo tendrá qualquiera de los otros. Assimismo se sabrá la cantidad de la basa AB. que lo es del Triangulo Isoceles ABF. que se supone tener 6. busquese el contenido del dicho Triangulo en la forma que se ha enseñado, que es levantando una Perpendipendicular como FG. que divide el Triangulo AFB. en dos Triangulos rectangulos FGB. y FAG. busquese la cantidad de la Perpendicular que se hallará tener 4. de suerte que el Triangulo ABF. tendrá 12. de area; los quales multiplicados por 5. salen 60. por el contenido del Pentagono propuesto. lo mismo se hará de un Exagono, ó Eptagono &c.

Despues de buscado el contenido de un Triangulo se multiplicará por los lados de la figura, y el producto será su contenido. *Figura.* 21.

PROPOSICION XXIII.

Dividir un Triangulo en las partes Iguales que se quisiere.

PAra dividir un Triangulo en partes iguales no hay otra cosa que hazer sino dividir uno de sus lados en tantas partes como se quisiere dividir el Triangulo; y del angulo opuesto tirar una linea á cada division, y se habrá conseguido el intento.

Exemplo el Triangulo BCD. cuya basa BC. tiene 6. y la Perpendicular CD. 8. y la Diagonal DB. 10. y se quiere dividir el dicho Triangulo. en tres partes iguales. dividase, como se ha dicho, uno de sus lados en tres partes, y sea el lado BC. que se dividirá en las partes BA. AE. EC. teniendo 2. cada division, por tener 6. toda la linea; y tambien quedará dividido el Triangulo BCD. en tres Triangulos de iguales superficies.

Puedese comprovar esto por via de numeros, buscando el contenido del Triangulo ECD. multiplicando la basa EC. por la perpendicular CD. dará el producto 16. cuya mitad 8. es la area del dicho Triangulo. Despues se buscara el contenido del Triangulo ACD. multiplicando la basa AC. que tiene 4. por la perpendicular CD. haran 32. cuya mitad es 16. contenido del Triangulo ACD. Del qual quitados los 8. del Triangulo ECD. quedan otros 8. por el Triangulo AED.

Hecho esto se buscará el Contenido de toda la figura, multiplicando la basa BC. por la perpendicular CD. el producto es 48. cuya mitad 24. es el contenido de toda la figura: de quien restados los 16. del Triangulo ACD. quedan 8. por el area del Triangulo BAD. y assi se dirá que los 24. pies, braças, ô lo que fuere el contenido del Triangulo BCD. esta dividido en tres partes iguales, como se ha prepuesto *Figura.* 22.

Adviertase que si la tal figura se huviere de dividir en quatro partes, el lado se dividirá en quatro, que es regla general en qualquier Triangulo.

PROPOSICION XXIV.

Del contenido de las Figuras irregulares.

FIgura irregular, es aquella, cuyos lados y angulos son desiguales; y assi haviendo de medir una figura semejante, se procurará reduzir á figuras regulares, como Paralelosgramos, ô Triangulos; y buscando el contenido de dichas figuras, y sumandolas todas, la total suma será el contenido de toda la figura, como mas claramente se puede ver por un exemplo, que pondremos aqui, no obstante que por las reglas dadas se podia llegar á este conocimiento, pero por no dexar duda alguna, satisfare al curioso con el exemplo siguiente.

Sea propuesta á medir la figura ABCDEFG y tenga AB. 18. BC. 12. CD. 15. DE. 20. EF. 18. FG. 10. y GA. 14. Procurese, como tengo dicho en la Proposicion reduzir la dicha Figura á Paralelosgramos, ô Triangulos en esta forma. Tirese una linea del punto A. hasta D. y otra á E. Assimismo se tirará otra linea de D. á B. y otra de A. á F.

á F. y quedará toda la Figura reduzida a cinco Triangulos.

Se mediran todas estas lineas, y se hallará que DB. tiene 24. AD. 20. AE. 20. tambien, y FA. 16. de suerte que el Triangulo AED. será equilatero, y los demas Escalenos; y de todos se tendran conocidos sus tres lados. Busquese el area de cada triangulo; y siguiendo el orden que se ha dado para medir un Triangulo Escaleno, se hallará que el area del Triangulo BDC. es 73. $\frac{1}{3}$ la del Triangulo ADB. 176. la del Triangulo AFE. 132. $\frac{7}{65}$ la del Triangulo AGF. 117. $\frac{9}{16}$ Y por la regla que se dio para medir un Triangulo Equilatero se hallará que el area del Triangulo AED es 170. $\frac{4}{17}$ sumese lo contenido de todos los Triangulos, y la total suma que es 669. $\frac{5}{22}$ sera el contenido de toda la Figura propuesta con muy poca diferencia en los quebrados *Fig* 23.

Todo lo que hasta agora se ha demostrado con estas 24. Proposiciones pertenece à la Geometria practica, y superficie plana; y por evitar la molestia de las figuras, no me dilato mas en este Libro; y porque lo que se ha enseñado me parece suficiente para absolver las Dificultades, ô Questiones Geometricas que se propusieren; aunque las Questiones pertenecen mas á la Geometria Especulativa, que á la Practica; de la Especulativa pondre adelante algunas reglas; passando aora á tratar de la Geometria inaccessible, dicha Altimetria.

LIBRO TERCERO
DE LA
GEOMETRIA PRACTICA,
QUE TRATA DE LA
ALTIMETRIA,
Y

Enseña medir Alturas, Longitudes, Latitudes, y Profundidades, por un instrumento llamado Quadrante

GEOMETRICO.

PROPOSICION I.

De la Difinicion, y Fabrica del Quadrante Geometrico.

EL Quadrante Geometrico esta formado por la Proposicion 4. del Libro 6. de Euclides, donde se muestra que todos los Triangulos que tuvieren iguales angulos, los lados de los Triangulos son proporcionales.

La materia de que ſe haze el inſtrumento referido, es cobre, ó bronce, aunque ſi el curioſo ſigue mi opinion, ſera mejor de madera; porque en el de cobre, ó bronce ſe hazen las diviſiones tan pequeñas, (no obſtante que ſalga la operacion mas juſta) que taſſadamente ſe diſtinguen las partes cortadas en el inſtrumento: por cuya razon convendra ſe haga de nogal ó peral, ſiendo la madera muy llana ſin ñudos, y bien labrada.

Su grandeza ſerá de un pie, ó tres quartos del pie en quadro, y de media pulgada de grueſſo: y en uno de ſus quatro angulos ſe hara el centro, deſde el qual ſe deſcrivira la quarta parte del Circulo con la abertura del lado del Quadrado, y la quarta parte del Circulo ſe dividira en 90. partes, y ſervira para las operaciones que ſe diran deſpues.

Luego ſe tirara del centro una Diagonal al Angulo opueſto que dividira el Quadrante en dos partes iguales: y del punto que lo dividiere ſe levantaran dos perpendiculares á los lados del Quadrado que ſalen del centro, y quedara formado otro Quadrado, por la parte interior del Quadrante. Dividanſe dichas Perpendiculares en 60. partes cada una; y pongaſe en el centro una regla que ſea movible; añadiendo en dicho centro una pinola, y en el otro extremo otra. Aſſimiſmo deve haver en los extremos de los lados del Quadrado que ſalen del centro otra pinola en cada uno, cuyas miras eſten derechas al centro.

Para poder plantar el dicho inſtrumento ſobre el baſton que lo deve ſoſtener, es neceſſario, por la parte inferior del inſtrumento poner otro quadrado muy bien ajuſtado de dos dedos de grueſſo, y que tenga por lado la tercia parte del Quadrado principal, y en medio de dicho Quadrado hazer un agujero ajuſtado al grueſſo del baſton para quando ſe midieren diſtancias en longitud.

Deveſe poner el tal Quadrado paralelo al inſtrumento para hazerle otros dos aguejeros en ſus coſtados, para medir alturas

ras y profundidades, como mas claramente parece en la *Figura* 1. *Eſtampa* 1.

Sea el propueſto quadrado ABCD. elijaſe uno de los quatro angulos por centro, y ſea el angulo A. pongaſe el pie del compas en el centro A. y alarguеſe haſta B. y con eſta abertura ſe formará la quarta parte del circulo ACB. que ſe dividirá en 90. partes. (Eſta diviſion ſegun ſe ha dicho, ſervira para algunas reglas que ſe diran deſpues:) tireſe del centro A. al angulo D. una Diagonal que dividirá el quadrante en dos partes iguales en E. y deſde eſte punto ſe levantaran dos Perpendiculares ſobre los lados AC. y AB. como EG. EF. y dichas Perpendiculares ſe dividiran en 60. partes cada una, como ſe ha dicho arriba; coloqueſe en el centro A. la regla AE. con dos pinolas, una en el centro A. y otra en el extremo E. Eſta regla ſera movible para poderla baxar y ſubir quando fuere meneſter. Aſſimiſmo hadehaver en el extremo C. otra pinola, y otra en el extremo B. cuyas miras eſten derechas al centro A. todo como ſe mueſtra en la *Fig.* 1. *Eſtam.* 1. *de eſte Libro.*

El otro quadrado que propuſe havia de ponerſe por la parte inferior, en cuyo medio ſe havia de hazer un agujero, y otros dos en ſus coſtados, digo que ſe ha de hazer uno en el lado que es Paralelo a DB. y otro en el lado que es paralelo á AB. advirtiendo que para medir longitudes ſe ha de poner el baſton en el agujero de la ſuperficie inferior de ſuerte que la del inſtrumento mire al cielo. Para medir alturas ſe pondra el baſton en el agujero que eſtuviere paralelo al lado AB. de ſuerte que dicho lado mire al ſuelo, y el CD. al cielo: y para medir profundidades ſe pondrá el baſton en el lado BD. obſervandolo todo rectamente como ſe ha dicho.

He querido dilatarme en la fabrica y uſo del inſtrumento mas de la brevedad que he prometido ſeguir en eſte tratado, paraque quando ſe hable de medir qualquier diſtancia ſe tenga advertido el modo de poner el inſtrumento conforme fuere la dimension, sin haverme de detener mas que en la operacion de la regla. Y con esta suposicion pasaré á medir alturas.

PROPOSICION II.

Medir la altura de una Torre, siendo accesible la distancia del Medidor al pie de la Torre.

QUeriendo medir una altura, como la de la Torre DB. estando el medidor en A. se pondrá el baston en dicho termino, de suerte que quede el instrumento en la forma que se dixo se havia de tener en medir alturas, y puesto en esta forma y cayendo el lado que mira al suelo perpendicularmente, lo qual se ajustará por una plomada que puede pender del instrumento, se levantará, ó baxará la regla hastaque por las dos pinolas que estan en ella se vea el extremo D. y notando la parte cortada en el lado del instrumento, que aqui es ninguna por haver cortado en el mismo angulo E. y valiendonos de la quarta Proporcion del Libro 6. donde, segun he dicho, se muestra que los Triangulos que tienen iguales angulos, los lados son proporcionales; y siendo el angulo A. comun en los Triangulos AFE. y ABD. y el angulo B. igual al angulo F. assi el angulo E. sera igual al angulo D. por tanto los lados de los Triangulos seran proporcionales. Y assi haviendo medido la distancia AB. que se supone accessible, y que se halló ser de 100. pies, se dira por regla de tres, si 60. de la basa AF. lado delinstrumento, dan 60. de la Perpendicular EF. 100. de la basa AB. que perpendicular daran? y siguiendo la regla daran 100 por la altura DB. porque como la basa AF. es igual a la altura FE. asi la basa

basa AB. es ygual á la altura BD. a la qual añadidos cinco pies del baston, haran 105. por la altura. B.D. *Estampa* 1. *Figura*. 2.

PROPOSICION III.

Medir otra Altura.

EN la antecedente se dio la regla mas facil que puede suceder por haver cortado la regla del instrumento en el angulo opuesto al centro: pero tal vez puede cortar en uno de los dos lados que estan divididos en 60. como en la presente figura; que puesto el instrumento en el termino A. en la forma ya dicha, y guiando la regla al termino C. cortará en 35. partes sobre el lado EG. que tienen la misma proporcion con los 60. del lado AG. que la basa AB. con la altura BC. y assi teniendo AB. 48. se dirá si 35. de la basa GE. dan 60. de la Perpendicular AG. 48. de la basa AB. que perpendicular daran? y siguiendo la regla bendran 82. $\frac{2}{7}$ á que añadidos los cinco del baston, seran 87. $\frac{2}{7}$ por la altura que se pretende saber.

Advierta el curioso que salio mas cantidad en la altura CB. de la que tenia la basa AB. la causa es porque la basa del triangulo AGE. es menor que su perpendicular AG. y assi sucede lo mismo en el otro Triangulo. *Estam*. 1. *Fig*. 3.

Nota que quando la regla corta en el lado superior, como en la presente operacion, se dize sombra derecha.

PROPOSICION IV.

Medir otra Eminencia.

EN las operaciones precedentes se muestra el modo de medir una altura cortando la regla en el angulo opuesto

sto al centro: y assimismo en el lado superior del quadrado. Y paraque no se ofrezca duda alguna, cortando la regla en el lado inferior de dicho quadrado, pondre un exemplo de lo que se deve hazer en tal caso.

Sea la altura que se ha de medir PQ. estando el medidor en A. pongase el instrumento en dicho termino en la forma que se ha enseñado, y guiando la regla al termino Q. se notará la parte cortada en el instrumento, que aqui sera en 36. sobre el lado EF. que tienen la misma proporcion con los 60. de AF. que la altura PQ. con la distancia AP. la qual medida se supondrá ser de 130. Formese la regla de tres, diziendo, si 60. de la basa AF. dan 36. de perpendicular, 130. de la basa AP. que perpendicular daran? y siguiendo la regla se hallará que dan 78. á que añadidos los cinco del baston, seran 83. por la altura que se dessea saber. *Estampa 2. Figura 1.*

Quando la Regla corta en el lado EF. se dize sombra buelta, ô versa en latin.

Nota que como la Perpendicular del Triangulo formado en el instrumento es menor que su basa, assi la altura PQ. es menor que la basa AP. digo esto para mayor inteligencia de la proporcion que tienen los lados del Triangulo que se forman en el instrumento con los lados del otro Triangulo.

Si alguno preguntare la causa porque se añaden los cinco del baston, responderé que la linea visual que tira para formar el angulo recto en la altura que se mide, que aunque es paralela á la Orizontal que se forma en la tierra desde el pie del baston al de la eminencia se ha de considerar que lo que tuviere de largo el baston, tanto tendrá mas de alto la altura, por formarse el angulo recto en derecho del instrumento. Y como nuestro baston se ha propuesto de cinco pies, por esta razon digo que se añadan á la dimension hallada.

PRO-

PROPOSICION V.

Medir una altura puesta sobre otra.

SI se huviere de medir una altura fundada sobre otra, como sobre una montaña, ó torre; ó si se quisiere medir una porcion de qualquier altura, se hara lo siguiente.

Sea la altura propuesta para medir la del chapitel CD. colocado sobre la torre BC. y el medidor se halle en el termino A. pongase el instrumento en dicho termino en la forma ordinaria; y haviendo medido la distancia AB. que se juzga de 150. pies, seguiará la regla al termino C. y se notará la parte cortada en el lado EF. y sean 20. levantese la regla hasta tomar el extremo D. y vease la parte cortada que es 30. Restense de este numero los 20. de la primera operacion, quedan 10. que tienen la misma proporcion con los 60. de AF. que la altura CD. con la distancia AB. y assi se dirá si 60. de la basa AF. dan 10. de altura que hay del termino 20. al termino 30. los 150. de la basa AB. que altura daran? y siguiendo la regla se hallaran 25. por la altura CD. *Figura 2.*

Si se pretende saber la altura de BC. hagase como en las passadas, diziendo, si 60. de la basa AF. dan 20. de altura, 150. de la basa AB. quanto daran? y hecha la regla, vendran 50. por la altura BC. que sumados con los 25. que tiene CD. haran 75. por toda la altura BD. *Figura 2.*

La justificacion de esta regla es facil comprovar, porque suponiendo que se quiere medir la altura BD. estando el medidor en A. y puesto el instrumento en dicho termino, y guiando la regla al termino D. se halla que corta en 30. formese la regla diziendo si 60. de la basa AF. dan 30. de altura, 150. de la basa AB. quanto daran? y se

hallará

hallará qua dan 75. que es lo mismo que salio arriba. añadanse, como se ha dicho, los cinco del baston, y haran 80. y tantos seran los de la altura BD.

PROPOSICION VI.

Medir una eminencia por dos estaciones, siendo inaccessible la distancia desde el medidor al pie de la eminencia.

HAvemos enseñado el modo de medir qualquier altura siendo accessible la Orizontal, esto es que se puede medir la distancia que hay del medidor al pie de la eminencia, ó altura: y porque puede llegar ocasion en que pueda haver alguna torre, ó edificio que se quiera medir, aunque no se vea mas que la extremidad, no pudiendose medir la Orizontal distancia, sera suerça hazer la operacion por dos estaciones, para cuya inteligencia pondrè aqui algunos exemplos.

Sea la altura propuesta la de la torre CD. y el medidor esté en A. desde el qual termino no se puede descubrir el pie de la torre; pongase el instrumento en dicho termino, como hasta agora, y guiese la regla al punto D. y veáse la parte cortada que sera en 40. Hecho esto se quitará el instrumento del termino A. y el que midiere se retitará con el en linea recta una distancia á discrecion, y sea de 50. pies, que será desde A. á B. pongase el instrumento en el termino B. en el modo dicho, y encaminando la regla al termino D. se notará la parte cortada, y sea en 28. partiranse despues los 60. del lado del quadrado por los 40. de la primera operacion, y dará el cociente 1. $\frac{1}{2}$ Assimismo se partiran los 60. por los 28. de la segunda estacion, y to-

y tocará á 2. $\frac{1}{7}$ de los quales se ha de restar el 1. $\frac{1}{2}$ quedan $\frac{9}{14}$ por el qual se han de partir los 50. de la distancia AB. y saldra el conciente 77. $\frac{7}{9}$ á que añadidos los cinco del baston hazen 82. $\frac{7}{9}$ y tanto se dirá que es la altura de la torre CD. *Figura* 3.

PROPOSICION VII.

Medir otra altura, cuya Orizontal es inaccessible.

NO siempre sucedera cortar la regla en el lado inferior del quadrado en las dos estaciones, porque tal vez será en el superior, y otra en el inferior, y alguna en el inferior, y superior; y para cada una de estas diferencias hay su regla particular, como se verá queriendo medir la altura de la torre DE. estando el medidor en C. donde se pondrá el instrumento en la forma dicha, y guiando la regla al punto E. se supondra que cortó en 30. sobre el lado superior; hecha esta diligencia se retirara el medidor con el instrumento en linea recta, como se dixó en la passada, la distancia que quisiere, y sea de 40. pies que sera desde C. á A. pongase en este termino el instrumento, y encaminando la regla al termino E. se supondra que sobre el lado superior cortó en 45. aora se ha de considerar que en las dos estaciones ha cortado la regla en el lado superior.

Y assi para saber la altura, es necessario seguir otra regla que la antecedente en esta forma: restense los 30. de la primera operacion de los 45. de la segunda, restaran 15. hecho esto se multiplicaran los 40. de la distancia AC. por los 60. del lado del quadrado, da al producto 2400. que se partiran por los 15. de la resta, y sera el cociente

160.

160. al qual numero se añadiran los cinco del baston, y haran 165. y tantos pies se dira que tiene de alto la torre DE. *Figura.* 4.

PROPOSICION VIII.

De otra Altura, donde en la una estacion corta la regla en el lado superior, y en la otra en el inferior.

HE advertido que en el medir por dos estaciones hay tres diferencias, de las quales se han enseñado las dos en las Proposiciones precedentes, y la tercera se mostrará con el exemplo siguiente.

Sea la altura propuesta CD. y el medidor este en B. donde despues de puesto el instrumento en la forma ya dicha, seguiará la regla al termino D. y notando la parte cortada en el instrumento se supondra que es en 48. sobre el lado superior; concluida esta operacion se transferira el instrumento desde B. á A. en linea recta, como se ha dicho; cuya distancia se considera de 148. pies: pongase el instrumento en A. y encaminando la regla á D. se supondrá que corto en 25. sobre el lado inferior.

Y porque en la primera estacion cortó en el superior, sera fuerça seguir otra regla que las precedentes, como es multiplicar los 48. de la primera estacion por los 25. de la segunda, saliendo el producto 1200. multipliquense los 60. del lado del quadrado por si mismos, que produzen 3600. de los quales restados los 1200. quedan 2400. guardese este numero hasta despues: y multipliquense los 60. del lado del quadrado por los 25. de la segunda estacion que hazen 1500. los quales se han de multiplicar por los 148. de la distancia AB. y saldra el producto 222000.

222000. partase este numero por los 2400. que se guardaron, y vendran al cociente $92.\frac{1}{2}$ que con los cinco del baston hazen $97.\frac{1}{2}$ que son los pies que tiene de alto la torre CD. *Figura* 5.

Si el curioso pretende saber la distancia AC. es facil, teniendo ya conocida la altura CD. porque formando una regla de tres, en que se diga: si 25. en que cortó la regla en la segunda estacion, dan 60. del lado del quadrado $97.\frac{1}{2}$ de la altura CD. que distancia daran? y siguiendo la regla se hallará que dan $232.\frac{23}{25}$ por la distancia AC.

PROPOSICION IX.

Medir una altura sin necessidad de instrumento; siendo accessible la Orizontal.

ANtes de passar á medir otro genero de distancias me ha parecido poner aqui como sin instrumento se medirá una altura, siendo de Orizontal accessible, con solo tener un palo en la mano, como se dira en el exemplo siguiente.

Sea la altura AB. y esté el medidor en D. midase la distancia AD. que se supone de 100. pies: hecho esto se baxará el medidor de suerte que teniendo el ojo en el termino D. vea el extremo B. y estando en esta forma hara poner un palo sobre la Orizontal AD. como CE. que este perpendicular sobre dicha linea, haziendo marchar azia D. ó azia A. al que tuviere el palo hasta tanto que por encima de su extremo se vea el punto B. quiero dezir que el punto DEB. este en linea recta; ajustado esto se medira la distancia DC. y sea de 30. pies; assimismo se medira la altura del palo, el qual se supone tener 20. pies: formese agora una regla de tres, diziendo; si 30. de la la basa DC. dan 20. de altura de CE. 100. de la basa DA. que altura daran? y hecha la regla se hallará que vienen $66.\frac{2}{3}$ por la altura que se pide. *Estampa* 3. *Figura* 1.

PROPOSICION X.

Medir la profundidad de un poço.

SOn tan pocas las ocasiones que se ofrecen de medir profundidades que estuve casi resuelto á omitir este Capitulo; pero por no dexar de dar al curioso luz de toda la Geometria Practica, pondre aqui el modo de medir dicha distancia.

Sea la profundidad del poço FGBD. para lo qual se medirá el diametro FG. y supongase de tres pies; pongase el instrumento en qualquier parte del brocal del poço, y sea en F. ya se advirtio en la declaracion del instrumento como se deve poner para qualquier genero de distancias. Guiese la regla al extremo D. y notese la parte cortada, y sea en 10. que tienen la misma proporcion con los 60. del quadrado, que el diametro FG. con la altura que se dessea saber. Y assi se dirá, si 10. dan 60. que daran 3. y siguiendo la regla se hallaran 18. y tanta es la profundidad del poço propuesto. *Estampa*. 3. *Figura*. 2.

PROPOSICION XI.

Medir una Altura, estando el medidor en otra.

SEa la altura que se ha de medir CD. estando el medidor sobre la torre AB. la qual se deve haver medido desde abaxo en la forma que se ha enseñado, ó bien desde arriba con alguna cuerda, porque con el instrumento es muy dificil, aunque possible; y tenga la dicha altura ó tor-

ó torre 38. pies: pongase el instrumento en el termino B. como se pone para medir profundidades, y encaminando la regla al punto C. se supondrá que cortó en 48. que tienen la misma proporcion con los 60. del quadrado que la distancia CA. con la altura AB. con que se dirá, si 60. de altura dan 48. de distancia, 38. de la torre AB. que distancia daran? y hecha la regla vendran $30.\frac{2}{5}$ por la distancia CA.

Concluida esta operacion seguiará la regla al extremo D. y supongamos que cortó en 15. los quales se restaran de los 48. quedando 33. que estan en proporcion con los 60. del lado del quadrado, como la distancia CA. con la altura CD. Digase agora; si 60. dan 33. quanto daran $30.\frac{2}{5}$? y dan $16\frac{18}{25}$ por la altura que se pide. *Estampa* 3. *Figura* 3.

PROPOSICION. XII.

Medir Distancias en longitud.

EN la Fabrica del instrumento diximos del genero que se devia poner para medir longitudes; y assi queriendo medir una distancia como la anchura de la ribera AB. se pondrá el instrumento sobre el bordo de la dicha ribera en la parte que se juzgare mas conviniente, y sea en el punto A. y tomando la mira á un blanco sobre el otro bordo, como el punto B. se tomará en angulo recto una distancia á discrecion, y sea de 100. pies, que será desde A. á C levantese el instrumento del punto A. y dexando en el mismo lugar un palo, ó otra qualquier cosa por señal, se irá con el instrumento al termino C. donde se pondrá en la forma que antes, en linea recta con A. Hecho esto se guiará la regla al termino B. para formar el triangulo rectangulo CAB. notese la parte cortada, y supongase que

 fue-

fue en 40. que estan en la misma proporcion con los 60. del lado del Quadrado que los 100. de AC. con la distancia AB. y assi se dirà si 40. de longitud dan 60. de distancia, 100. de longitud que distancia daran? y se hallaran 150. quanto tiene de ancho la ribera propuesta. *Figura.* 4.

PROPOSICION XIII.

Medir la distancia que hay de un lugar á otro, ó la brecha de una muralla.

PUede suceder ocasion, en que estando el curioso en un campo quiera medir la distancia que hay de una Villa á otra, viendolas entrambas; ó bien estando sobre una plaça querer saber la abertura de la brecha de una muralla. Para cuya operacion será fuerça valerse de la quarta parte del circulo que está señalada en el Quadrante, porque aunque esta operacion se puede hazer por el mismo Quadrante, es algo dificil; y como he prometido valerme de todo aquello que fuere mas practico y comprehensivo, he puesto la dicha quarta parte del circulo en el Quadrante por esta Proposicion, y otra Demostracion que pondré adelante por ser mas facil la operacion por esta parte que por la otra.

Sea propuesta para medir la brecha CB. hallandose el medidor en A. pongase el instrumento en dicho punto en linea recta con B. donde formará un angulo recto, como DAB. Note el curioso que siempre el angulo es significado por la letra de en medio de las tres con que es nombrado. Hecho esto se guiará la regla al extremo C. para formar el triangulo CBA. vease sobre el Quadrante en quantos grados cortó la regla, que aqui será en 53. y tantos son los del angulo CAB. despues se llevará el instrumento al termino D. dexando alguna señal en A. y tomando primero la linea recta DA. se encaminará la regla al termino C. formandose el angulo CDA. el qual se supone ser de 105. y como en el Quadrante no se hallan mas de 90. sera menester tomar el dicho angulo en dos vezes, ó tener en lugar del Quadrante un semicirculo: hecho esto se guiara la regla al termino B. y se formará el triangulo rectangulo DAB. vease de quantos grados es el angulo BDA. que aqui tiene 45. y midase la distancia DA. que aqui se supone de 100. pies. Y con esto se habra concluido la operacion con el instrumento. *Estampa.* 3. *Figura* 5.

Para saber la abertura CB. se formará una escala, ó petit pie sobre el papel, como EF. y tirando una linea recta de la magnitud de 100. pies que es la distancia que tiene DA. como es PQ. se formará en el extremo Q. un angulo recto de 90. grados; y por su extremo Y. se tirará la linea QM. indeterminada. Assimismo se tirará la linea QR. al infinito que passe por el grado 53. formese en el extremo P. otro angulo de 105. grados; y por el punto extremo H. se tirará la linea PR. hasta cortar la linea RQ. que se cortará en R. y por los 45. grados se tirará la linea PM. hasta cortar la MQ. en M. tirese la linea MR. y tomando su magnitud con el compas, y puesto sobre la escala EF. se hallará que tiene 130. pies, tantos se dirá que tiene de ancho la distancia CB.

Y si al mismo tiempo se quisiere saber quanta distancia esta apartado el medidor de la brecha, tomese con el compas la linea QM. y vease sobre la escala de quantos pies es, que de los mismos será la distancia AB. y assi de las otras lineas; porque la figura PQMR. es la misma que la figura DACB. *Estampa.* 3. *Figura.* 6.

PRO-

PROPOSICION XIV.

Saber la Elevacion del Polo.

COn intencion de poner al fin de este Volumen un breve Tratado de los Reloxes de Sol, y ser fuerça para obrarlos saber la elevacion del Polo de la Villa, ó lugar, donde el relox ha de servir ; y Assimismo ser necessario conocer la elevacion del Sol para conocer la del Polo, pondré aqui una regla, antes de passar adelante, y dexar de operar con el Quadrante, ó instrumento referido, por ser cosa que se deve hazer con el, ó con el Astrolabio, ó Ballestilla.

Elevacion del Sol propiamente es lo que el Sol esta levantado sobre nuestro Orizonte ; como mas ampliamente se declara en los libros que tratan de la Esphera, singularmente en nuestro Español idioma ; (razon que he tenido para no discurrir de ella.) El Capitan Lorenço Ferrer Maldonado escrivio de la Imagen del Mundo. Rodrigo Zamorano de Cronologia. Pedro Apiano y Geronimo Xirava de Cosmographia. El Reverendissimo P. Joseph de Caragoça, Doctissimo Maestro de Mathematicas de su Magestad en su libro de Esphera ; y ultimamente se discurre de esta materia con extension en el libro de Cosmographia que saca á luz el Sargento Mayor Don Nicolas de Oliver y Fullana Cosmographo de su Magestad.

Viniendo pues á tratar de la elevacion del Polo digo que se ha de tomar la del Sol en punto de Medio dia, y los grados de la elevacion del Sol se restaran ó sumaran con los grados de la declinacion, cuyas Tablas se ponen al fin de este libro ; y la suma, ó la resta será la elevacion de la Equinoccial, que lo mismo que lo que la dicha Equinoccial dista del Orizonte en que el operante se halla. Y restada esta elevacion de 90. grados, por regla general, la resta sera la elevacion del Polo.

Hase de sumar la dicha Declinacion desde el Equinoccio de Libra que suele caer á 22. de Setiembre, ó cerca, hasta el de Aries que concurre con los 21. de Março dia mas, ó menos : y desde este Equinoccio de Março hasta el de Setiembre se ha de restar ; y para mayor inteligencia pondremos un exemplo.

Quiero saber el dia 21. de Abril del Año 1676. en quantos grados de altura, ó elevacion de Polo está la villa de Brussellas. Sea Brussellas el termino A y el semidiametro de su Orizonte AB. y la Perpendicular AC. será la linea vertical de Brussellas ; y el punto C. su zenith, que es el punto del Cielo que cae Perpendicular sobre dicha Villa.

Tomese el instrumento en el punto de mediodia, y puesto en el termino A. que es Brussellas, en la forma que se pone para medir alturas, se guiara la regla al Sol, que se supone estar en el termino D. hasta tomar el rayo del Sol por las dos pinolas que estan en ella ; y tomado, se notaran los grados en que cortó sobre la quarta parte del circulo que esta señalada en el Quadrante, como EF. y se hallará que corta en 50. grados, y por la distancia que ocupa cada grado, repartiendola en sessenta partes, ó minutos, se hallaran 57. grados y minutos, y tantos diremos que se alçó el Sol este dia sobre el Orizonte de Brussellas.

Despues se entrará en las Tablas de la Declinacion del Sol, y se verá en quantos grados de Declinacion está el Sol en el mismo dia, y se hallaran 11. grados y 57. minutos. Y porque la operacion se haze desde Março á Setiembre se restaran los 11. grados y 57. minutos de la Declinacion, de los 50. grados y 57. minutos de la elevacion, en que se halló estar el Sol, restan 39. y en tantos grados de elevacion está la Equinoccial de Brussellas. Restense, por regla general, los 39. de 90. grados quedan 51.

 que

que ſon los grados de la altura del Polo en que eſta la Villa de Bruſſelas. *Eſtampa. 3. Figura. 7.*

PROPOSICION XVI.

Mueſtra el Vſo de las Tablas de la Declinacion del Sol.

LAs Tablas de Declinacion ſon ordenadas de quatro Años por cauſa del Biſſexto que tiene un dia mas que los otros; y como en los quatro Años ſe obſerva alguna diferencia en la Declinacion del Sol, ſe regulan en la forma ſiguiente.

La Tabla primera que ſe intitula Año primero ſirve para el Año deſpues del Biſſexto; la ſegunda para el ſiguiente, ó ſegundo Año deſpues del Biſſexto: la tercera para el tercero: y la ultima es la del Año Biſſexto.

Paraque ſe pueda ſaber con facilidad el Año ſi es Biſſexto, ó no, pondré una regla muy clara. Se deven quitar del Año que ſe quiſiere ſaber, por regla general, los 1600. y de los Años que quedaren ſacar la mitad, y ſi eſta mitad fueſſe de numero par ſerá el Año Biſſexto, y ſi fuere de numero impar, no ſera Biſſexto. Exemplo quiero ſaber el Año 1676. ſi es Biſſexto, quito los 1600. reſtan 76, cuya mitad es 38. y por ſer eſte numero par, ſe dira que el Año 1676. fue Biſſexto. En el qual Año ſirvio la Tabla ultima que es del Año Biſſexto. Y por conſiguiente el Año 1677. que es el preſente primero deſpues del Biſſexto ſervirá la Tabla primera. En el de 1678. la ſegunda. En el de 1679. la tercera. Y el de 1680. Biſſexto la ultima, ſiguiendo eſta orden perpetuamente.

Sabiendo pues en que Año ſe haçe la operacion, y tomando, como ſe ha dicho, la altura del Sol en punto de medio dia ſe entrará en las Tabla de aquel Año, y arriba

ſe hallaran nombrados los meſes, y en la primera Coluna de la mano izquierda los dias del mes; de ſuerte que hallando el dia de la operacion ſe buſcaran en frente del, baxo el titulo del mes, los grados y minutos de la Declinacion del Sol de aquel dia.

Exemplo: En el Año de 1677. el dia 11. de Março quiero ſaber en quantos grados de Declinacion eſta el Sol. Buſcaſe por la regla antecedente ſi es Biſſexto, ó no, y ſe halla ſer primero deſpues del Biſſexto. Entraſe pues en la Tabla primera, y hallando el dia 11. miro frente del en la coluna del mes de Março los grados y minutos que le correſponden, que ſon 3. grados, y 41. minutos, y en tantos ſe obſerva la declinacion del Sol de aquel dia 11. de Março de 1677.

Siguen las Tablas.

Dias.	Enero.		Febrero.		Março.		Abril.		Mayo.		Junio.	
	Declina.		Declina.		Declina.		Declina.		Declina.		Declina.	
	Grs.	Ms.	Grs.	Ms.	Grs.	Ms.	Grs.	Ms.	Grs.	Ms.	Grs.	Ms.
1.	23.	05	17.	05	7.	34	4.	34	15.	07	22.	05
2.	23.	00	16.	48	7.	12	4.	56	15.	24	22.	13
3.	21.	55	16.	30	6.	49	5.	20	15.	43	22.	21
4.	22.	49	16.	13	6.	26	5.	43	16.	00	22.	28
5.	22.	42	15.	55	6.	02	6.	05	16.	16	22.	36
6.	22.	35	15.	37	5.	39	6.	28	16.	31	22.	48
7.	22.	27	15.	19	5.	15	6.	50	16.	48	22.	48
8.	22.	19	15.	01	4.	51	7.	12	17.	04	23.	54
9.	22.	11	14.	42	4.	28	7.	36	17.	20	23.	00
10.	22.	02	14.	21	4.	04	7.	57	17.	36	23.	04
11.	21.	52	14.	00	3.	41	8.	20	17.	52	23.	18
12.	21.	42	13.	40	3.	18	8.	41	18.	08	23.	12
13.	21.	52	13.	20	2.	54	9.	02	18.	23	23.	16
14.	21.	22	13.	00	2.	31	9	24	18.	39	23.	20
15.	21.	10	12.	39	2.	07	9.	47	18.	53	23.	26
16.	21.	00	12.	18	1.	44	10.	07	19.	07	23.	26
17.	20.	47	11.	58	1.	20	10.	29	19.	21	23.	28
18.	20.	35	11.	37	0.	56	10.	51	19.	33	23.	30
19.	20.	22	11.	16	0.	32	11.	12	19.	47	23.	32
20.	20.	10	10.	54	0.	09	11.	32	19.	56	23.	33
21.	19.	57	10.	31	0.	15	11.	52	20.	11	23.	33
22.	19.	42	10.	10	0.	39	12.	12	20.	24	23.	33
23.	19.	28	9.	47	1.	03	12.	31	20.	35	23.	32
24.	19.	13	9.	26	1.	27	12.	47	20.	46	23.	31
25.	19.	00	9.	04	1.	51	13.	08	20.	55	23.	30
26.	18.	45	8.	41	2.	15	13.	28	21.	10	23.	28
27.	18.	28	8.	18	2.	38	13.	48	21.	20	23.	26
28.	18.	13	7.	57	3.	01	14.	08	21.	30	23.	24
29.	17.	57	0.	00	3.	25	14.	28	21.	40	23.	22
30.	17.	44	0.	00	3.	47	14.	47	21.	48	23.	19
31.	17.	22	0.	00	4.	10	00.	00	21.	57	00.	00

Dias.	Julio.		Agosto.		Septiemb.		Octubre.		Noviem.		Deciemb.	
	Declina.		Declina.		Declina.		Declina.		Declina.		Declina.	
	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.
1.	23.	15	18.	16	8.	34	3.	01	14.	26	21.	55
2.	23.	11	18.	02	8.	12	3.	24	14.	45	22.	03
3.	23.	07	17.	45	7.	51	3.	48	15.	05	22.	12
4.	23.	02	17.	48	7.	28	4.	12	15.	24	02.	22
5.	22.	57	17.	12	7.	06	4.	35	15.	44	02.	29
6.	22.	52	16.	58	6.	43	4.	58	16.	02	22	36
7.	22.	47	16.	41	6.	19	5.	22	16.	20	22.	44
8.	22.	41	16.	26	5.	57	5.	45	16.	37	22.	50
9.	22.	34	16.	09	5.	34	6.	08	16.	54	02.	56
10.	22.	26	15.	51	5.	12	6.	31	17.	10	23.	01
11.	22.	18	15.	34	4.	49	6.	55	17.	28	23.	06
12.	22.	11	15.	16	4.	27	7.	17	17.	45	23.	11
13.	22.	02	14.	57	4.	02	7.	41	18.	00	23.	15
14.	21.	53	14.	39	3.	40	8.	02	18.	16	23.	19
15.	21.	44	14.	20	3.	17	8.	24	18.	30	23.	23
16.	21.	36	14.	03	2.	53	8.	47	18.	45	23.	26
17.	21.	26	13.	42	2.	29	9.	08	19.	01	23.	28
18.	21.	16	13.	25	2.	06	9.	30	19.	19	23.	30
19.	21.	04	13.	05	1.	43	9.	52	19.	34	23.	31
20.	20.	52	12.	45	1.	20	10.	14	19.	48	23.	32
21.	20.	41	12.	24	0.	57	10.	36	20.	00	23.	33
22.	20.	30	12.	03	0.	33	10.	58	20.	14	23.	33
23.	20.	19	11.	45	0.	09	11.	20	20.	26	23.	33
24.	20.	07	11.	25	0.	15	11.	41	20.	39	23.	32
25.	19.	56	11.	03	0.	39	12.	02	20.	50	23.	31
26.	19.	40	10.	43	1.	03	12.	24	21.	02	23.	30
27.	19.	28	10.	20	1.	26	12.	45	21.	13	23.	28
28.	19.	14	10.	00	1.	50	13.	05	21.	25	23.	25
29.	19.	01	9.	38	2.	14	13.	26	21.	39	23.	22
30.	18.	46	9.	17	2.	37	13.	46	21.	45	23.	17
31.	18.	31	8.	56	0.	00	14.	06	00.	00	23.	14

Dias.	Enero. Declina. G.	M.	Febrero. Declina. G.	M.	Março. Declina. G.	M.	Abril. Declina. C.	M.	Mayo. Declina. G.	M.	Junio. Declina. G.	M.
1.	23.	07	17.	12	7.	41	4.	29	15.	02	22.	02
2.	23.	02	16.	55	7.	18	4.	53	15.	20	22.	10
3.	22.	56	16.	36	6.	55	5.	16	15.	37	22.	19
4.	22.	50	16.	19	6.	32	5.	40	15.	54	22.	26
5.	22.	44	16.	00	6.	08	6.	02	16.	12	22.	33
6.	22.	37	15.	40	5.	44	6.	26	16.	28	22.	40
7.	22.	30	15,	22	5.	21	6.	48	16.	46	22.	46
8.	22.	22	15.	03	4.	57	7.	10	17.	02	22.	53
9.	22.	14	14.	44	4.	33	7.	32	17.	18	22.	58
10.	22.	05	14.	24	4.	10	7.	52	17.	34	23.	03
11.	21.	54	14.	06	3.	47	8.	12	17.	48	23.	08
12.	21.	45	13.	46	3.	23	8.	34	18.	04	23.	13
13.	21.	35	13.	26	2.	59	8.	54	18.	21	23.	16
14.	21.	25	13.	86	2.	23	9.	14	18.	33	23.	19
15.	21.	14	12.	46	2.	12	9.	35	18.	46	23.	22
16.	21.	03	12.	22	1.	48	9.	58	19.	01	23.	25
17.	20.	51	12.	05	1.	24	10.	20	19.	16	23.	27
18.	20.	38	11.	44	1.	00	10:	42	19.	30	23.	29
19.	20.	26	11.	22	0.	36	11.	03	19.	44	23.	30
20.	20.	13	11.	00	0.	12	11.	25	19.	55	23.	31
21.	20.	00	10.	39	0.	12	11.	45	20.	07	23.	32
22.	19.	46	10.	17	0.	36	12.	05	20.	21	23.	33
23.	19.	33	09.	55	1.	00	12.	24	20.	33	23.	33
24.	19.	18	09.	33	1.	23	12.	44	20.	44	23.	32
25.	19.	04	09.	11	1.	46	13.	03	20.	54	23.	31
26.	18.	49	08.	49	2.	09	13.	23	21.	05	23.	30
27.	18.	34	08.	27	2.	32	13.	43	21.	16	23.	28
28.	18.	18	08.	04	2.	56	14.	03	21.	26	23.	25
29.	18.	49	00.	00	3.	19	14.	23	21.	35	23.	21
30.	17.	34	00.	00	3.	43	14.	42	21.	44	23.	28
31.	17.	18	00.	00	4.	06	00.	00	21.	53	00.	00

Dias.	Julio. Declina. G.	M.	Agosto. Declina. G.	M.	Septiemb. Declina. G.	M.	Octubre. Declina. G.	M.	Noviem. Declina. G.	M.	Diziemb. Declina. G.	M.
1.	23.	14	18.	20	8.	44	2.	56	14.	20	21.	54
2.	23.	10	18.	05	8.	19	3.	20	14.	39	22.	04
3.	23.	06	17.	50	7.	58	3.	43	14.	58	22.	13
4.	23.	03	17.	34	7.	36	4.	07	15.	19	02.	21
5.	22.	58	17.	19	7.	14	4.	30	15.	36	02.	29
6.	22.	54	17.	03	7.	51	4.	53	15.	54	02.	37
7.	22.	49	16.	47	6.	24	5.	16	16.	12	22.	44
8.	22.	42	16.	30	6.	07	5.	39	16.	32	22.	50
9.	22.	36	16.	12	5.	45	6.	02	16.	49	22.	56
10.	22.	28	15.	55	5.	20	6.	25	17.	07	23.	01
11.	22.	20	15.	37	4.	56	6.	48	17.	25	23.	05
12.	22.	12	15.	20	4.	32	7.	11	17.	04	23.	10
13.	22.	03	15.	01	4.	09	7.	34	17.	57	23.	14
14.	21.	54	14.	43	3.	46	7.	56	18.	14	23.	18
15.	21.	45	14.	24	3.	23	8.	19	18.	29	23.	22
16.	21.	37	14.	06	3.	00	8.	43	18.	46	23.	25
17.	21.	27	13.	47	2.	36	9.	04	19.	00	23.	27
18.	21.	17	13.	27	2.	12	9.	26	19.	15	23.	29
19.	21.	06	13.	08	1.	48	9.	48	19.	29	23.	31
20.	20.	54	12.	49	1.	24	10.	10	19.	42	23.	32
21.	20.	43	12.	29	1.	00	10.	31	19.	56	23.	33
22.	20.	32	19.	09	0.	36	10.	53	20.	11	23.	33
23.	20.	21	11.	49	0.	13	11.	15	20.	23	23.	33
24.	20.	10	11.	29	1.	11	11.	37	20.	36	23.	32
25.	19.	57	11.	08	1.	35	11.	58	20.	47	23.	31
26.	19.	43	10.	48	1.	57	12.	19	21.	00	23.	30
27.	19.	31	10.	27	1.	22	12.	38	21.	12	23.	28
28.	19.	19	10.	06	1.	45	12.	59	21.	24	23.	25
29.	19.	05	09.	44	2.	09	13.	20	21.	36	23.	22
30.	18.	50	09.	23	2.	33	13.	40	21.	44	23.	17
31.	18.	35	09.	01	0.	00	14.	00	00.	00	23.	14

Dias.	Enero.		Febrero.		Março.		Abril.		Mayo.		Junio.	
	Declina.		Declina.		Declina.		Declina.		Declina.		Declina.	
	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.
1.	23.	10	17.	15	7.	42	4.	24	14.	55	22.	01
2.	23.	05	16.	58	7.	22	4.	47	15.	14	22.	10
3.	22.	58	16.	40	6.	58	5.	10	15.	32	22.	18
4.	22.	52	16.	22	6.	36	5.	23	15.	50	22.	25
5.	22.	45	16.	04	6.	13	5.	54	16.	06	22.	33
6.	22.	38	15.	49	5.	58	6.	17	16.	24	22.	39
7.	22.	30	15.	28	5.	27	6.	39	16.	41	22.	45
8.	22.	22	15.	09	5.	03	7.	02	16.	56	22.	52
9.	22.	14	14.	48	4.	40	7.	25	17.	12	22.	58
10.	22.	06	14.	29	4.	15	7.	48	17.	29	23.	02
11.	21.	57	14.	10	3.	54	8.	08	17.	43	23.	06
12.	21.	48	13.	50	3.	30	8.	32	17.	58	23.	11
13.	21.	38	13.	30	3.	06.	8.	53	18.	16	23.	15
14.	21.	28	13.	10	2.	44	9.	13	18.	31	23.	18
15.	21.	18	12.	50	2.	19	9.	38	18.	46	23.	21
16.	21.	06	12.	29	1.	56	9.	57	18.	53	23.	24
17.	20.	55	12.	09	1.	30	10.	19	19.	16	23.	27
18.	20.	43	11.	48	1.	06	10.	39	19.	29	23.	29
19.	20.	31	11.	27	0.	42	11.	00	19.	42	23,	30
20.	20.	19	11.	05	0.	19	11.	21	19.	53	23.	31
21.	20.	05	10.	44	0.	05	11.	42	20.	06	23.	32
22.	19.	51	10.	22	0.	28	12.	03	20.	17	23.	33
23.	19.	37	10.	00	0.	52	12.	23	20.	29	23.	33
24.	19.	24	9.	48	1.	16	12.	42	20.	41	23.	33
25.	19.	10	9.	16	1.	40	13.	01	20.	53	23.	32
26.	18.	56	8.	54	2.	04	13.	22	21.	03	23.	31
27.	18.	38	8.	32	2.	27	13.	40	21.	14	23.	29
28.	18.	20	8.	09	2.	51	13.	58	21.	25	23.	27
29.	18.	04	0.	00	3.	34	14.	17	21.	36	23.	24
30.	17.	50	0.	00	3.	38	14.	36	21.	44	23.	21
31.	17.	30	0.	00	4.	00	00.	00	21.	53	00.	00

Dias.	Julio.		Agosto.		Septiemb.		Octubre.		Noviem.		Diziemb.	
	Declina.		Declina.		Declina.		Declina.		Declina.		Declina.	
	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.
1.	23.	17	18.	25	8.	45	2.	49	14.	15	21.	50
2.	23.	13	18.	10	8.	22	3.	13	14.	34	21.	59
3.	23.	09	17.	56	8.	00	3.	37	14.	53	22.	08
4.	23	04	17.	40	7.	38	4.	00	15.	22	22.	17
5.	23.	01	17.	23	7.	17	4.	24	15.	31	22.	25
6.	22.	55	17.	07	6.	55	4.	48	15.	49	22	34
7.	22.	51	16.	50	6.	32	5.	12	16.	08	22.	40
8.	22.	44	16.	32	6.	08	5.	34	16.	26	22.	47
9.	22.	38	16.	16	5.	44	5.	56	16.	43	22.	54
10.	22.	30	15.	59	5.	21	6.	19	17.	03	23.	00
11.	22.	22	15.	42	5.	00	6.	43	17.	18	23.	04
12.	22.	14	15.	25	4.	37	7.	06	17.	34	23.	09
13.	22.	07	15.	07	4.	13	7.	29	17.	50	23.	15
14.	21.	57	14.	48	3.	51	7.	51	18.	07	23.	18
15.	21.	48	14.	29	3.	28	8.	14	18.	23	23.	22
16.	21.	40	14.	10	3.	05	8,	37	18.	29	23.	26
17.	21.	30	13.	53	2.	43	9.	00	18.	55	23.	28
18.	21.	20	13.	32	2.	18	9.	22	19.	11	23.	29
19.	21.	10	13.	14	1.	55	9.	43	19.	35	23.	30
20.	21.	00	12.	54	1.	31	10.	05	19.	39	23.	32
21.	20.	49	12.	32	1.	07	10.	27	19.	52	23.	33
22.	20.	37	12.	13	0.	44	10.	49	20.	06	23.	33
23.	20.	24	11.	53	0.	20	11.	10	20.	19	23.	33
24.	20.	13	11.	32	0.	04	11.	31	20.	31	23.	32
25.	20.	01	11.	11	0.	28	11.	53	20.	44	23.	31
26.	19.	55	10.	53	0.	52	12.	14	20.	56	23.	30
27.	19.	36	10.	32	1.	16	12.	34	21.	08	23.	28
28.	19.	22	10.	10	1.	40	12.	55	21.	19	23.	25
29.	19.	08	9.	49	2.	03	13.	16	21.	30	23.	21
30.	18.	55	9.	28	2.	26	13.	37	21.	40	23.	18
31.	18.	04	9.	07	0.	00	13.	55	00.	00	23.	14

Dias.	Enero. Declina.		Febrero. Declina.		Março. Declina.		Abril. Declina.		Mayo. Declina.		Junio. Declina.	
	Grs.	Ms.	Grs.	Ms.	Grs.	Ms.	Grs.	Ms.	Grs.	Ms.	Grs.	Ms.
1.	23.	10	17.	20	7.	26	4.	40	15.	09	22.	07
2.	23.	05	17.	02	7.	04	5.	04	15.	27	22.	16
3.	23.	00	16.	46	6.	41	5.	27	15.	46	22.	23
4.	22.	54	16.	28	6.	18	5.	50	16.	40	22.	31
5.	22.	49	16.	11	5.	54	6.	12	16.	20	22.	37
6.	22.	41	15.	50	5.	31	6.	35	16.	37	22.	44
7.	22.	35	15.	32	5.	08	6.	57	16.	54	22.	50
8.	22.	27	15.	13	4.	44	7.	20	17.	10	22.	56
9.	22.	18	14.	53	4.	20	7.	42	17.	25	23.	01
10.	22.	09	14.	34	3.	58	8.	04	17.	42	23.	06
11.	21.	58	14.	16	3.	55	8.	26	17.	56	23.	10
12.	21.	49	13.	56	3.	11	8.	44	18.	13	23.	15
13.	21.	39	13.	38	2.	48	9.	11	18.	27	23.	07
14.	21.	29	13.	15	2.	24	9.	32	18.	42	23.	20
15.	21.	19	12.	55	2.	00	9.	53	18.	56	23.	23
16.	21.	09	12.	34	1.	36	10.	13	19	10	23.	26
17.	21.	00	12.	13	1.	12	10.	34	19.	23	23.	28
18.	20.	49	11.	52	0.	48	10.	55	19.	37	23.	29
19.	20.	31	11.	32	0.	24	11.	16	19.	47	23.	30
20.	20.	19	11.	09	0.	01	11.	37	20.	00	23.	31
21.	20.	07	10.	47	0.	23	11.	57	20.	15	23.	32
22.	19.	52	10.	25	0.	47	12.	18	20.	28	23.	33
23.	19.	39	10.	03	1.	10	12.	38	20.	37	23.	33
24.	19.	26	9.	41	1.	34	12.	57	20.	50	23.	33
25.	19.	12	9.	19	1.	58	13.	18	21.	01	23.	31
26.	18.	58	8.	57	2.	21	13.	36	21.	12	23.	29
27.	18.	43	8.	35	2.	45	13.	56	21.	23	23.	27
28.	18.	25	8.	13	3.	08	14.	14	21.	32	23.	25
29.	18.	09	7.	49	3.	32	14.	36	21.	41	23.	23
30.	17.	52	0.	00	3.	55	14.	53	21.	51	23.	20
31.	17.	36	0.	00	4.	18	00.	00	22.	00	00.	00

Dias.	Julio. Declina.		Agosto. Declina.		Septiemb. Declina.		Octubre. Declina.		Noviem. Declina.		Deciemb. Declina.	
	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.
1.	23.	15	18.	13	8.	27	3.	08	14.	31	21.	56
2.	23.	12	18.	57	8.	05	3.	30	14.	50	22.	06
3.	23.	07	17.	40	7.	43	3.	54	15.	09	22.	15
4.	23.	02	17.	25	7.	22	4.	42	15.	28	22.	24
5.	22.	57	17.	10	7.	00	4.	52	15.	47	22.	32
6.	22.	51	16.	54	6.	37	5.	05	16.	05	22.	39
7.	22.	44	16.	36	6.	14	5.	28	16.	22	22.	46
8.	22.	38	16.	19	5.	51	5.	52	16.	40	22.	53
9.	22.	31	16.	02	5.	28	6.	15	16.	57	22.	59
10.	22.	24	15.	45	5.	04	6.	37	17.	16	23.	04
11.	22.	16	15.	28	4.	42	7.	00	17.	32	23.	08
12.	22.	08	15.	12	4.	18	7.	23	17.	48	23.	12
13.	22.	00	14.	52	3.	55	7.	43	18.	05	23.	16
14.	21.	51	14.	33	3.	32	8.	07	18.	22	23.	20
15.	21.	42	14.	15	3.	10	8.	30	18.	37	23.	24
16.	21.	32	13.	56	2.	46	8.	53	18.	07	23.	27
17.	21.	22	13.	38	2.	24	9	14	19.	07	23.	29
18.	21.	11	13.	17	2.	00	9.	36	19.	22	23.	30
19.	21.	02	12.	58	1.	36	9.	58	19.	36	23.	31
20.	20.	52	12.	39	1.	12	10.	29	19.	00	23.	32
21.	20.	45	12.	20	0.	49	10.	42	20.	03	23.	33
22.	20.	27	12.	00	0.	26	11.	04	20.	17	23.	33
23.	20.	15	11.	40	0.	02	11.	25	20.	29	23.	33
24.	20.	04	11.	19	0.	22	11.	47	20.	41	23.	32
25.	19.	51	10.	57	0.	46	12.	08	20.	53	23.	31
26.	19.	37	10.	36	1.	10	12.	29	21.	05	23.	29
27.	19.	25	10.	15	1.	34	12.	49	21.	16	23.	27
28.	19.	11	9.	54	1.	37	13.	10	21.	27	23.	24
29.	18.	57	9.	33	2.	21	13.	31	21.	38	23.	21
30.	18.	42	9.	11	2.	45	13.	51	21.	47	23.	16
31.	18.	27	8.	50	0.	00	14.	11	00.	00	23.	10

LIBRO QUARTO
DE LA
GEOMETRIA PRACTICA,
QUE TRATA
De Medir los Cuerpos Solidos.

Definicion del Cuerpo.

CUerpo ſolido es el que tiene tres Dimenſiones; longitud, latitud, y profundidad; cuyos terminos ſon ſuperficies.

Antes de empeçar á medir los cuerpos quiero advertir, que no obſtante ſea lo mas eſpeculativo de la Geometria, y un proceder en infinito querer llegar al ultimo conocimiento de ellos, con obſervar dos coſas ſe mediran todos con mucha facilidad.

La primera es, que quando el cuerpo que ſe huviere de medir fuere en forma de Piramide, ſe ha de buſcar el area de la baſa del dicho cuerpo, y multiplicarla por la tercia parte de ſu altura, y el producto ſerá el ſolido que ſe buſca.

La ſegunda es que ſi fuere de iguales ſuperficies, y aſſimiſmo igual por todo ſu cuerpo, ſe ha de buſcar el area de ſu baſa, y eſta multiplicada por toda la altura, dará el producto el ſolido de dicho cuerpo.

De-

De eſta manera ſe miden todos los cuerpos, menos la Eſphera, para la qual ſe dara regla particular. Començando por los cinco regulares llamados Tetedro, Exedro, Octedro, Dodechedro, Icoſedro; proſiguiendo deſpues con los mas practicos, y uſuales.

PROPOSICION I.

Medir el ſolido del Tetedro.

EL Tetedro es una figura Piramidal conſtituida de quatro Triangulos Equilateros; de los quales el uno ſirve de baſa, formando con los otros tres una Piramide Triangular.

Para medir el ſolido del Tetedro, es neceſſario buſcar ſu altura que es la linea que ſe imagina eſtar perpendicular deſde el centro de la baſa haſta la extremidad de la Piramide: y ſabida la dicha altura ſe multiplicará la tercia parte de ella por la ſuperficie de la baſa, y el producto ſerá el ſolido que ſe deſſea ſaber: como todo ſe mueſtra con la ſiguiente Doctrina.

Sea el Tetedro ABC. y tenga por lado 14. pies: buſqueſe, por la doctrina dada en el 2. Libro, Propoſicion 9. quando ſe hablo de los Triangulos Equilateros, la ſuperficie de la baſa ABD. y ſe hallara tener $84\frac{7}{8}$ y aſſimiſmo ſe ſabrá la cantidad de la perpendicular del Equilatero de la dicha baſa que es $12\frac{1}{8}$ Aora es neceſſario conocer la altura de la Piramide, que ſegun eſtá dicho, es la Perpendicular que ſe imagina ſobre el centro de la baſa haſta la extremidad de la Piramide, como CE.

La qual ſe ſabrá en eſta forma: havemos dicho que la Perpendicular del Triangulo Equilatero es $12\frac{1}{8}$ quadreſe eſte numero, y ſerá ſu quadrado 147. Tomeſe la tercia parte

de la miſma perpendicular, que ſiendo ella de $12\frac{1}{8}$, ſera $4.\frac{1}{24}$ cuyo quadrado es $16.\frac{1}{3}$ reſteſe eſte quadrado del otro 147. quedan $130.\frac{2}{3}$ cuya raiz quadrada es $11.\frac{1}{12}$ con poca diferencia; y tanta es la cantidad de la altura CE. ſaqueſe de eſte numero la tercia parte que es $3.\frac{13}{60}$ por los quales ſe multiplicaran los $84.\frac{7}{8}$ de la ſuperficie de la baſa, y ſerá el producto $322\frac{137}{176}$ y tantos pies cubicos ſe dirá tener el ſolido del Tetedro ABC. *Eſtam.* 1. *Figura* 1.

PROPOSICION II.

Medir el ſolido del Exedro.

EL Exedro, llamado propiamente Cubo es el que eſtá conſtituido de ſeis ſuperficies quadradas y iguales, ſiendo la figura de ſu cuerpo como la de un Dado: cuyo ſolido es facil de buſcar; porque deſpues de ſabida el area de ſu baſa, ſe multiplicarà por ſu altura, y el producto ſera el ſolido de dicho cubo, como ſe verá en el exemplo ſiguiente.

Sea el Exedro ABCD. y tenga por lado ſeis pies, ſerá la area de la baſa 36. los quales ſe multiplicaran por los 6. de la altura, y ſaldran 216. y tantos pies cubicos contendra el ſolido del Exedro ABCD. *Figura.* 2.

PROPOSICION III.

Hallar el ſolido contenido del Octedro.

EL Octedro es un cuerpo compueſto de ocho Triangulos Equilateros, los quales forman dos piramides qua-

quadrilateras, teniendo por basa comun un quadrado perfecto.

Para medir el solido del Octedro es necessario tener conocida la altura de una de las dos Piramides que forma su cuerpo; la qual se hallará restando el quadrado de la mitad de uno de los lados de un Triangulo, de los ocho que forma el Octedro, del quadrado de la perpendicular de uno de los dichos Triangulos, y de la resta sacar la raiz quadrada; y esta será la altura de una de las Piramides. Tomese la tercia parte de la altura, por la qual se multiplicará el area del quadrado que forma la basa comun de las dos Piramides; y doblando la suma sera el solido del Octedro.

Sea exemplo el Octedro ADBE. y tenga cada Equilatero seis pies por lado; y aunque todos son iguales, hablaremos solamente de uno para mayor claridad: y sea del Triangulo ECB. del qual se buscará la Perpendicular EF. que siguiendo las reglas dadas se hallará que tiene $5\frac{1}{5}$ del qual numero será su quadrado 27. quadrese tambien la mitad de un lado del Equilatero, que será la basa CF. ó FB. que tienen á tres cada una; cuyo quadrado es 9. restense los 9. del quadrado de la Perpendicular, quedaran 18. de este numero es la raiz quadrada $4\frac{1}{4}$ por la cantidad de la altura de cada Piramide.

Saquese despues de los $4\frac{1}{4}$ la tercia parte que es $1\frac{5}{12}$ y por este numero se ha de multiplicar el area de la basa comun del Octedro, que, como se ha dicho, forma un quadrado; y siendo 6. el lado de cada Equilatero, el area de la basa será 36. que multiplicados por $1\frac{5}{12}$ tercia parte de la altura dan al producto 51. por el solido de la Piramide ABE. doblense los 51. por la otra Piramide, seran 102. y tantos pies cubicos tiene el solido del Octedro ADBE. *Figura*. 3.

PRO-

PROPOSICION IV.

Medir el solido del Dodechedro.

EL Dodechedro es un cuerpo regular de doze caras pentagonales, y de veinte angulos.

La demostracion de la regla para medir el Dodechedro por via de Geometria, que es buscar las lineas necessarias para ello, es tan difusa, que mas sirve para ofuscar al principiante que solo pretendemos enseñar, que para comprehenderla; por ser necessario tener algun conocimiento de la Esphera. Y por escusar este inconviniente nos valdremos de la proporcion que tiene el lado de uno de los doze Pentagonos que forman el dicho cuerpo, con la altura de una de las doze Piramides que contiene el Dodechedro: y sabida la dicha altura se multiplicará la superficie de la una cara por la tercia parte de ella; y el producto será el contenido de una de las doze Piramides; el qual multiplicado por 12. dará el contenido de todo el cuerpo.

Sea el Dodechedro PQMR. del qual se muestra una cara entera que es ABCDE. y otras cinco en perspectiva que hazen seis, y las otras seis de abaxo son 12. porque no se pueden mostrar todas perfectamente en el papel, y assi hablarè de la entera ABCDE.

Hase de notar que si de los cinco angulos ABCDE se tirare una linea recta por la parte interior del cuerpo, y que estas se vinieren à encontrar todas en el centro, no hay duda que formarian una piramide pentagonal, siendo su basa el Pentagono ABCDE. y lo mismo se entendera de las otras.

Supongo pues que la cara entera descubierta tiene 12. pies por cada lado; la proporcion que tiene el lado del Pentagono ABCDE. con la altura de su Piramide es 6. con $6\frac{2}{3}$ y assi se dira por regla de tres: Si 6. de lado me dan $6\frac{2}{3}$ de

K al-

altura, que me daran 12. lado del Pentagono ABCDE. y ſiguiendo la regla ſe hallara que dan $13\frac{1}{3}$ por la cantidad de la altura. Y multiplicando el area de la ſuperficie ABCDE. que es 240. por la tercia parte de $13\frac{1}{3}$ que es $4\frac{4}{9}$ dará al producto $1066\frac{2}{3}$ por el contenido de una de las doze piramides: multipliqueſe eſte numero por 12. y ſaldrán á la multiplicacion 12800. y tanto ſe dira que es el ſolido del Dodechedro PQMR. *Figura* 4.

PROPOSICION V.

Del ſolido del Ycoſedro.

EL Ycoſedro es un cuerpo regular de veinte caras triangulares, y equilateras, y doze angulos.

Para medir el ſolido de dicho cuerpo, es neceſſario el conocimiento de la altura de una de las veinte Piramides que forman el Ycoſedro; pues como el Dodechedro ſe forma de doze pentagonales, el Ycoſedro ſe compone de veinte triangulares: y ſabida la dicha altura, ſe multiplicará la ſuperficie de una cara por ſu tercia parte, y el producto ſerá el contenido de una de las veinte Piramides; y aſſi multiplicado el producto por 20. ſe tendrá el ſolido de todo el cuerpo.

Y porque para el conocimiento de la altura dicha fuera neceſſario hazer una regla muy larga, la buſcaremos por la proporcion que tiene con el lado de uno de los veinte Equilateros; como ſe hizo en el Dodechedro, eſcuſandoſe la proligidad de buſcarla por Geometria.

Sea el Ycoſedro ABCD. en el qual ſe mueſtra una cara entera y nuebe en perſpectiva, que hazen diez, y otras diez que ſe conſideran debaxo ſon las veinte; y tenga cada trian-

triangulo ſeis pies por cada lado, como ſe mueſtra en el Triangulo AEF. Agora ſe ha de buſcar la altura de la Piramide de dicho Triangulo por la proporcion que tiene con uno de ſus lados, que es $2980\frac{1}{8}$ con 3943. y aſſi ſe dirá por regla de tres; ſi 3943. de lado me dan $2980\frac{1}{8}$ de altura, que altura me daran 6. de lado, y ſiguiendo la regla ſe hallará que dan $4\frac{1}{2}$ con poca diferencia por la altura deſſeada.

Tomeſe la tercia parte de eſte numero que es $1\frac{1}{2}$ y buſcando el area del triangulo AEF. que es $15\frac{3}{5}$ ſe multiplicara por el $1\frac{1}{2}$ ſaliendo el producto $23\frac{2}{5}$ por el contenido de una de las Piramides: multipliqueſe eſte numero por 20. y ſeran 468. por el contenido de todo el cuerpo. *Figura* 5.

PROPOSICION VI.

Del ſolido de la Eſphera.

ESphera es un cuerpo propiamente redondo y maciço de una ſola ſuperficie, que tiene un punto en medio, y quantas lineas rectas ſalen del, y tocan la circumferencia ſon iguales.

Sea la Eſphera AB. cuyo diametro es 14. y por la proporcion de 7. con 22. ſe tendrá la circumferencia que es 44. la qual multiplicada por el Diametro 14. da al producto 616. Multipliqueſe eſte numero por la ſexta parte del Diametro que es $2\frac{1}{3}$ y vendran $1437\frac{1}{3}$ y tanto ſera el ſolido de la Eſphera, ó Globo propueſto. *Figura* 6.

Lo miſmo ſe conſeguirá ſi deſpues de multiplicado el diametro por la circumferencia, ſe toma la quarta parte del producto, y ſe multiplica por los dos tercios del Diametro.

 tro.

tro. Sea exemplo el miſmo Globo, donde el producto del Diametro por la circumferencia es 616. cuya quarta, parte es 154 que multiplicado por los dos tercios del Diametro, que ſon $9\frac{1}{3}$ produzen $1437\frac{1}{3}$ lo miſmo que ſalio arriba. *Figura dicha.*

PROPOSICION VII.

Del ſolido del Priſma.

PRiſma es una Coluna de tres caras, ſiendo cada una un Paralelogramo, y las ſuperficies opueſtas iguales. Su ſolido ſe ſabrá ſiguiendo la regla que ſe dio en el Exedro, ó Cubo, por ſer eſte cuerpo de iguales ſuperficies, como el otro.

Sea el Priſma AFCDBE. conſtituido de las tres caras, ó Paralelogramos AF. CD. y CD. BE. y la otra es ABFE. ſobre que repoſa la coluna; y las ſuperficies opueſtas ABC. y FED. ſon iguales, por ſerlo tambien los Paralelogramos.

Sea la altura de la Coluna 18. y la ſuperficie ABC. un triangulo Equilatero que tenga ſeis pies por cada lado. Buſqueſe ſu area por las reglas que para ello ſe dieron en el Lib. 2. y ſe hallará tener $15\frac{3}{5}$ que multiplicados por los 18. de la altura, ſaldran $280\frac{4}{5}$ por el ſolido del Priſma propueſto. *Figura 7.*

PROPOSICION VIII.

Del ſolido del Paralelipipedo.

EL Paralelipipedo es una Coluna de quatro, cinco, ſeis, ó mas caras, formando con cada una un Paralelogramo. Su ſolido ſe buſca como el del Exedro.

Sea

Sea la Coluna, ó Paralelipipedo ABCD. y tenga 24. pies de altura; buſqueſe el area de la baſa, que es un Exagono, procurando ſaber la cantidad del Diametro AB. que es 12. y porque el Exagono comprehende en la ſuperficie ſeis Triangulos Equilateros, tendrá el lado de cada uno ſeis: y aſſi buſcando el area de uno, como del Triangulo XYL. ſe hallará por las reglas que ſe dieron, hablando del contenido del Equilatero, que el area del dicho Triangulo es $15.\frac{3}{5}$ multipliqueſe eſte numero por 6. por ſer tantos los Triangulos, y ſerá el producto $93.\frac{3}{5}$ por la ſuperficie de la baſa, que multiplicados por los 24. de la altura BD. ſaldran $2246.\frac{2}{5}$ por el ſolido del Paralelipipedo. *Figura.* 8.

PROPOSICION IX.

Del ſolido del Celindrio.

EL Celindrio es una coluna redonda de iguales ſuperficies, y aſſimiſmo igual por todo el cuerpo. Buſcaſe ſu contenido en la forma que el Exedro.

Sea el Celindrio ABCE. y tenga la Circumferencia de ſu baſa 44. pies; y aſſi el diametro tendra 14. y toda la area de la baſa 154. lo qual ſe ſabrá, ſiguiendo las reglas que ſe dieron, quando en las ſuperficies ſe hablo del Circulo; multipliquenſe los 154. de la area por el altura que es 30. y ſaldran 4620. contenido del Celindrio ABCE. *Figura.* 9.

PROPOSICION X.

Del solido del Cuerpo conico.

COnico es un cuerpo redondo en forma de Piramide que tiene un Circulo por basa; su contenido se sabe por la regla que se ha dado para medir las Piramides, que es buscar el area de la basa, y multiplicarla por la tercia parte de la altura, y el producto sera el solido que se dessea.

Sea el Conico ABC. y tengan los lados CB. y AC. $22.\frac{2}{22}$ cada uno, procurese conocer la cantidad del Diametro AB. que es 14. sabido esto, por la proporcion de 7. con 22. se sabrá la circumferencia, que es 44. y assimismo quanto contiene de area el Circulo AB. siguiendo las reglas que para ello se han dado, y se hallará que tiene 154.

Hecho esto se procurará saber la altura CD. lo qual es muy facil por la 47. del primer Lib. de Euclides: porque DBC. es un Triangulo rectangulo, del qual se tienen conocidas las lineas DB. que tiene 7. y CB. que tiene $22.\frac{3}{22}$ y assi quadrando la basa DB. y la Diagonal CB. y restando un quadrado de otro, la resta será 441. cuya raiz quadrada es 21. y tanto tiene de alto la Perpendicular CD. tomese la tercia parre de CD. que es 7. por los quales se multiplicaran los 154. de la superficie, y saldran 1078. por el solido del cuerpo Conico ABC. *Figura* 10.

PRO-

PROPOSICION XI.

Del solido de una Piramide troncada, ó cortada.

PAra hallar el solido de una Piramide troncada, es necessario prolongar los lados de la Piramide hasta que se corten en un punto, y en tal caso se tendrá la Piramide entera. Procurese saber despues la cantidad de las lineas prolongadas, para poder conocer el lado de toda la Piramide; y sabido se medirá en la forma que se ha enseñado, midiendo despues el solido de la Piramide prolongada; y dicho solido se restará del solido de toda la Piramide entera; y la resta será el contenido de la Piramide troncada, como mas claramente se mostrará con el exemplo siguiente.

Sea la Piramide AC. BD. HE. GF. cuyos lados tienen $52\frac{1}{5}$ cado uno; y los lados del Quadrado AB. GH. 60. cada uno; y los del quadrado CD. FE. 30. de suerte que estan conocidos todos los lados; prolonguense, como se ha dicho, las lineas ACBD. HE. GF. hastaque se encuentren en un punto, como en K. y se tendran las Piramides ABK. y CDK.

Para saber la cantidad de las lineas prolongadas se hará assi: restese el lado CD. que tiene 30. del lado AB. que es 60. y quedaran 30. digase por regla de tres: si 30. de la resta me dan 30. de lado CD. que me daran $52.\frac{1}{5}$ del lado HE. y hecha la regla, vendran otros $52\frac{1}{5}$ por la linea EK. y lo mismo tendran DK. CK. y FK. por ser todos los lados de abaxo iguales; porque á no serlo, era menester para conocer cada linea hazer una regla de tres.

Hecho esto se procurará conocer la altura de la Piramide ABK. por la regla que se dio en el Octedro, que es bus-

buſcando el quadrado de la Perpendicular KY. lo qual ſe hará quadrando el lado KB. que tiene $104\frac{2}{5}$ cuyo quadrado es $10897\frac{1}{5}$ y quadrando la baſa YB. que es 30. y ſu quadrado 900. ſe reſtara eſte quadrado de los $10897\frac{1}{5}$ y reſtaran $9997\frac{1}{5}$ por el quadrado de la perpendicular KY. del qual ſe reſtara el quadrado de la mitad del lado AG. ó de AB. que es todo uno; y ſiendo la dicha mitad 30. y ſu quadrado 900. reſtados eſtos de los $9997\frac{1}{5}$ quedaran $9097\frac{1}{5}$ cuya raiz quadrada es $95\frac{2}{5}$ con poca diferencia. Y tanto ſe dirá ſer la altura de la Piramide ABK. Tomeſe ſu tercia parte que es $31\frac{4}{5}$ por los quales ſe multiplicará el area del quadrado ABGH. que es 3600. y ſaldra el producto 114480. por el ſolido de la Piramide ABK.

Conocido el contenido de todo el cuerpo, ſe procurará ſaber el ſolido de la Piramide prolongada CDK. quadrando el lado KD. que es $52\frac{1}{5}$ y ſera ſu quadrado $2724\frac{4}{5}$ Aſſi miſmo ſe quadrará la Baſa TD. que tiene 15. y ſerá ſu quadrado 225. que reſtados de los $2724\frac{4}{5}$ reſtan $2499\frac{4}{5}$ por el quadrado de la perpendicular KT. Quadreſe agora la mitad del lado FC. ó CD. que qualquiera tiene 15. cuyo quadrado es 225. que reſtados de los $2499\frac{4}{5}$ reſtan $2274\frac{4}{5}$ y ſacada de eſtos la raiz quadrada que es $47\frac{2}{5}$ con poca diferencia, es la altura de la Piramide CDK.

Tomeſe la tercia parte de dicha altura que es $15\frac{8}{9}$ por los quales multiplicados los 900. que tiene de area el quadrado CD. FE. es el producto 3575. ſolido de la Piramide CDK. Reſteſe eſte ſolido de lo contenido de todo el cuerpo, que como havemos dicho, es 114480. Reſtan 110905. por el contenido de la Piramide ACBD. GFHE. *Figura* 11.

PRO-

PROPOSICION. XII.

Del ſolido de una Piramide inclinada.

EL ſolido de una Piramide inclinada ſe hallará ſiguiendo la regla que en las demas Piramides, que es multiplicar la ſuperficie de la baſa por la tercia parte de ſu altura, la qual no ſe puede ſaber por Geometria, ſino es mecanicamente; ó bien por la Trigonometria.

Sea la Piramide ABCDE. cuya baſa es un quadrado, y ſus lados tienen 3. pies cada uno, y aſſi ſera el area de la dicha baſa de 9. pies los quales ſe han de multiplicar por la tercera parte de la altura; eſta ſe ſabrá dexando caer una plomada deſde el extremo E. haſta tocar con la ſuperficie del ſuelo en F. Midaſe la cantidad de la linea EF. que aqui tiene 8. cuya tercera partes es $2\frac{2}{3}$ por los quales multiplicados los 9. de la ſuperficie de la baſa, ſu producto que es 24. ſera el ſolido de la dicha Piramide. *Figura* 12.

Lo miſmo ſe hará ſi la Piramide fueſſe conica; pero ſi el cuerpo inclinado que ſe huviere de medir fuere de iguales ſuperficies, ſe multiplicará el area de ſu baſa por toda la altura, como tantas vezes ſe ha dicho, y el producto ſera el ſolido.

PROPOSICION XIII.

Medir un Dique, ó un Lienço de Muralla.

UN Dique, bien conſiderado, es una coluna, cuya forma es la de un Priſma, por tener dos ſuperficies opueſtas, iguales, y paralelas; y aſſi no habrá que hazer otra coſa que multiplicar el area de una de las dichas ſuper-

per-

perficies por la longitud del Dique, ó muralla, como se muestra con el siguiente exemplo.

Sea dado à medir el solido del Dique ABCDE. donde la linea AB. tiene 12. y CD. 6. y los lados AC. y BD. $6\frac{3}{4}$ cada uno; y la longitud DE. es 27. Busquese el area de la superficie ABCD. la qual es un Trapezio perfecto; y assi valiendose de la regla que se dio en el 2. libro para medir un Trapezio, se hallará su contenido que es 54. que multiplicados por 27. de la longitud DE. dará al producto 1458. por el solido del Dique propuesto. Y lo mismo se entenderá de una muralla. *Figura* 13.

Si considera el curioso la forma de esta figura, hallará en ella dos colunas Triangulares, y una quadrilatera, cuyas basas son RRCD. y RBD. y RCA. y toda la superficie ABCD. es basa de la coluna que representa el dicho Dique.

Si se huviere de tratar por menudo de los cuerpos para llegar á su ultimo conocimiento, seria dificil de conseguir, y muy molesto á los principiantes y ocupados que solo pretendemos instruir; porque de cada uno de los cuerpos referidos se puede hazer un libro entero. Y como nuestro intento no sea otro que proponer lo mas util y necessario para el conocimiento de los Rudimentos Geometricos y Militares, nos contentaremos con lo que havemos enseñado por parecernos suficiente para el fin que pretendemos.

LIBRO QUINTO DE LA GEOMETRIA ESPECULATIVA,

DONDE SE DECLARAN Algunas Proposiciones de Euclides,

Se resuelven varias preguntas Geometricas, y se enseña la reduccion de unas figuras en otras.

TOdo lo que en los quatro libros antecedentes se ha tratado, pertenece á la Geometria practica, y es suficiente para entender los Rudimentos Geometricos, y entrar en la Architectura Civil, ó Militar: aunque esta puede usar el curioso sin la Geometria, pero no con perfeccion. Con los propuestos principios, se podrá con facilidad comprehender el uso de la Esphera; y todo lo que pertenece á las operaciones Geometricas. Y porque lo practico sera mas bien comprehendido con la inteligencia de lo Especulativo, se demostraran en este libro algunas Proposiciones de Euclides, se explicara la reduccion de unas figuras en otras, y se enseñaran algunas Questiones curiosas de la Geometria.

PROPOSICION I.

De todo Triangulo Rectilineo, prolongando uno de sus lados, el Angulo que se forma, por la parte exterior, es igual á los dos Angulos opuestos al Angulo del lado prolongado. Y todos los tres Angulos del Triangulo son iguales à dos rectos.

SEa el Triangulo ABC. el qual es un Equilatero, y assi tendrá cada uno de sus angulos 60. grados, que son la sexta parte del Circulo: prolonguese uno de sus lados, y sea AB. y del termino B. se descrivirá el semicirculo DE. que contiene 180. grados, la mitad de 360. que contiene todo el Circulo; de suerte que el angulo CBE. será de 120. grados, que van de 60. del angulo ABC. á los 180. del semicirculo DE. Y porque los Angulos ACB. y BAC. tienen á 60. grados cada uno que juntos hazen 120. es cierto que el angulo exterior CBE. es igual á los dichos dos angulos. Assi lo muestra Euclides en la Proposicion 32. del Lib. 1. Y es regla general en todo Triangulo Rectilineo. *Figura 1.*

Con esta Proposicion se puede demostrar la 17. del primero de Euclides, adonde dize: *De todo Triangulo juntos dos de sus Angulos qualesquiera que sean, nunca haran dos Angulos rectos*, que valen 180. grados; como claramente se vee en la Figura dicha, donde cada Angulo consta de 60. grados, que dos juntos hazen 120. y para 180. faltan los 60. que tiene el otro Angulo; y lo mismo sucedera en qualquier Triangulo Rectilineo.

La razon es, que teniendo el Circulo 360. grados que son quatro Angulos rectos, el semicirculo tendrá 180. que son dos angulos. El qual se forma sobre una linea recta como se vee en el semicirculo DE. Y de lo dicho se infiere que todo Triangulo Rectilineo encierra en sus tres angulos 180. grados ni mas, ni menos. *Figura dicha.* PRO-

PROPOSICION II.

Todos los Triangulos que tuvieren Basas iguales, y estuvieren entre dos Paralelas, son iguales, y tambien lo son los Paralelogramos.

MUestra Euclides en la Proposicion 37. del primer Libro, que todos los Triangulos que tienen iguales basas, y estan entre dos Paralelas son iguales; y lo mismo dize de los Paralelogramos en la 35. del dicho Libro. Uno y otro se demostrará en el Paralelogramo ABCD. el qual está dividido en dos Paralelogramos por la Perpendicular EF. y cada Paralelogramo dividido en dos Triangulos rectangulos por las Diagonales BF. EC. de suerte que el Triangulo Rectangulo FDB. es igual al Triangulo EBF. y CFE. igual á CAE. porque siendo los Paralelogramos FDEB. y CFAE. iguales; y assi mismo dividiendose cada uno por sus Diagonales en dos partes iguales, como está dicho, no hay duda que los dichos Triangulos son iguales. Y esto es lo que enseña la 37. que estando los Triangulos entre dos Paralelas, y con basas iguales, son entre si iguales.

Y por la misma razon el Paralelogramo EBCF. será igual al Paralelogramo EBFD. y al AEFC. *Figura 2.*

Estas quatro Proposiciones de Euclides declaradas en las dos figuras precedentes, son muy utiles à la Geometria; por haverse de considerar en todas, excepto el circulo, y por esta razon me parecio bien ponerlas aqui.

PROPOSICION III.

Acomodar una linea en la abertura de un Angulo, de ſuerte que ſea Paralela à otra linea comprehendida en el miſmo Angulo.

SEa dado el Angulo BAC. en el qual eſta comprehendida la linea KL. y ſe pide que la linea MN. ſe acomode en dicho Angulo de ſuerte que ſea Paralela á la KL. lo qual ſe conſeguirá prolongando dicha linea KL. á diſcrecion por uno y otro lado; y aſſi miſmo ſe dividirá la miſma linea por mitad en el Punto G. Y tomando la mitad de la linea MN. ſe pondrá deſde G. á E. y á F. de ſuerte que EF. ſea igual á MN. y levantando de los terminos EF. las Perpendiculares FY. EH. haſta cortar las lineas que conſtituyen el angulo en los terminos YH. ſe tirará la linea HY. la qual es igual à MN. y Paralela á KL. *Figura* 3.

PROPOSICION IV.

Siendo conocida la Diagonal de un Quadrado, como ſe ſabrá el lado del Quadrado?

SEa el Quadrado ABCD. y tenga la Diagonal AD. 10. pies: para ſaber quanto ſerá el lado del quadrado, ſe quadrará la dicha Diagonal, y de ſu quadrado que es 100. ſe tomará la mitad que es 50. de eſtos ſacada la raiz quadrada que es $7\frac{1}{14}$ dará cada lado del Quadrado. *Figura* 4.

PRO-

PROPOSICION V.

De dos lineas dadas deſcubrir la Tercera Proporcional.

SEan las dos lineas dadas AB. CD. tireſe una linea recta, como EF. de la magnitud de AB. y en el termino F. ſe levantará la Perpendicular FY. de la grandeza de CD. y tirando la linea YE. ſe levantará en ſu mitad que es el punto K. la Perpendicular KL. y prolongando dicha linea, cortará la EF. en el termino G. deſde el qual punto, como centro, y del punto E. ſe deſcrivirá el ſemicirculo EYH. y teniendo prolongada la EF. la cortará el ſemicirculo en H. y la diſtancia FH. ſera la tercera proporcional que ſe buſca. *Figura* 5.

PROPOSICION VI.

Dadas tres Medias Proporcionales deſcubrir la Quarta.

DAdas tres Medias Proporcionales, para ſaber la quarta, ſe formará de dos lineas rectas un angulo à diſcrecion, como PMN. y tomando la abertura de la Media proporcional AB. que es la menor, ſe pondrá deſde M. á Q. y la ſegunda CD. deſde M. à R. y aſſi miſmo la tercera EF. deſde Q. á S. Tireſe la linea QR. y del punto S. la ST que ſea Paralela á QR. y la diſtancia RT. ſera la quarta Proporcional que ſe buſca. *Figura* 6.

PRO-

PROPOSICION VII.

De tres Medias Proporcionales, dada la Media Proporcional, y la ſuma de las otras dos, ſaber la cantidad de cada una.

SEa dada la Media Proporcional AB. y la ſuma de las otras dos CD. tireſe una linea recta como EF. de la magnitud de CD. y ſobre ella, como Diametro, ſe deſcrivira el ſemicirculo EHF. y en el termino F. ſe levantará la Perpendicular FG. igual à la Media Proporcional AB Tireſe la linea GT. paralela á EF. que cortará la circumferencia en H. Tireſe la linea HY. paralela á FG. y las lineas EY. FY. ſon las dos Medias Proporcionales que ſe buſcan. *Figura* 7.

PROPOSICION VIII.

De tres Medias Proporcionales, dada la Media Proporcional, y la diferencia de las otras dos, hallar ſus cantidades.

SEa dada la Media Proporcional CD. y la diferencia de las otras dos AB. tireſe una linea recta EF. igual á la diferencia AB. y ſobre ella, como diametro, ſe deſcrivirá el circulo EFGH. levanteſe en el termino F. la Perpendicular FY. igual á la Media Proporcional CD. y tirando del termino Y. la linea YH. que paſſe por el centro, la dicha linea ſera la mayor Media Proporcional, y GY. la menor. *Figura* 8.

PRO-

PROPOSICION IX.

Que propone una nueva Demoſtracion de la Propoſicion 47. del Libro primero de Euclides, por otro Eſtilo del que tiene en los Elementos.

SEa el Triangulo Rectangulo ABC. ſobre el qual ſe ha de hazer la Demoſtracion, deſcrivaſe ſobre el lado BC. un quadrado, y ſobre el lado AB. otro, que los dos juntos haran tanto como el quadrado CH. del lado AC. ſegun dize Euclides en la 47. del primero; y como eſte Tratado ſea de Geometria Eſpeculativa, no ſera fuera de propoſito dar eſta miſma Demoſtracion por otro camino.

Prolongueſe CG. lado del quadrado CH. de la magnitud de CB. lado menor del Triangulo ACB. que ſera CM. y deſcribaſe el quadrado CMLK. aſſi miſmo ſe tirará la linea BF. paralela á CG. que dividira el quadrado CH. en dos Paralelogramos, como CF. y FA. y el menor CF. es igual al quadrado deſcrito ſobre CB. y aſſi miſmo el Paralelogramo FA. es igual al quadrado de BA. del dicho Triangulo, como agora demoſtraré; imaginando que el quadrado CB. ſe mueve ſobre el centro C. y que el lado CB. ſe ha ido bolviendo haſta M. quedando en linea recta con CG. en tal caſo el quadrado CB. ſera CKLM.

Prolongueńſe los lados LK. y HG. haſta que ſe encuentren en Y. y acabeſe deformar el Paralelogramo LXFY. el qual ſe halla eſtar dividido en quatro Paralelogramos; teniendo los dos YGCK. y ECMX. la diagonal comun YX. que es la del Paralelogramo mayor. De que ſe ſigue, por la Propoſicion 43. del primero de Euclides, que los cumplimientos ſon iguales entre ſi, es à ſaber el quadrado MLKC. igual al Paralelogramo ECGF.

M Lo

Lo mismo se entenderá del Quadrado del lado AB. porque si dicho lado se buelve sobre el centro A. hasta llegar á Q. quedando en linea recta con AH. en tal caso dicho quadrado sera PQAO. Prolonguense los lados PO. y GH. hasta encontrarse en N. y acabese el Paralelogramo PTFN. y tirese la Diagonal NAT. hasta cortar la linea EB. prolongada en T. Y por la misma 43. del primero, el quadrado PQAO. es igual al Paralelogramo AEFH. como se ha dicho arriba. De suerte que los Paralelogramos EH. y EG. son iguales á los dos quadrados formados sobre los lados AB. y BC. el grande al grande, y el pequeño al pequeño: y todo el quadrado CH. igual á los dichos quadrados. *Figura* 9.

En la misma conformidad se pueden demostrar las Proposiciones 12. y 13. del Libro segundo, que tratan de los Quadrados descritos sobre los Triangulos Ombligonios, y Oxigonios, mostrando el excesso, ó el defecto de ellos.

PROPOSICION X.

Aumentar la superficie de una plaça la parte que se quisiere.

Esta Regla me parecio ponerla en este Tratado, no porque en ella haya mucha especulacion, sino por haverla visto encarecer en un Autor moderno, siendo muy facil de absolver, como agora mostrare por lineas, y numeros.

Sea AB. Poligon interior de un Exagono, y se quiere formar otro Exagono, cuya superficie sea la tercia parte mas que la del Exagono propuesto, quedando todas las partes de la plaça en la misma proporcion.

Prolonguese AB. por uno y otro lado á discrecion, y dividase en tres partes iguales, y tomando la una AC. se añadirá á dicho Poligon que será desde B. á D. Hagase despues la AF. igual á la propuesta AB. y dividiendo DF. por

por mitad se hará centro en E. y desde dicho termino se descrivirá el semicirculo FGD. levantese en el termino A. una perpendicular hasta tocar con la circumferencia en G. y AG. sera Poligon interior del Exagono, que tendrá de superficie la tercia parte mas que el Exagono del Poligon AB. por la 20. Proposicion del lib. 6. de Euclides. *Figura* 10.

Demostracion por Numeros.

Tenga el Poligon AB. 600. pies, cuya tercia parte son 200. y assi AD. sera de 800. pies. Multipliquense los 800. de AD. por los 600. de AB. y vendran al producto 480000. Cuya raiz quadrada es $692\frac{71}{89}$ y tantos pies tiene la perpendicular AG. Y por la 31. Proposicion del lib. 6. de Euclides, las superficies semejantes tienen la misma razon entre si que los quadrados de sus lados.

De que se sigue, que el quadrado de AG. deve ser la tercia parte mas que el quadrado de AB. Y porque el quadrado del lado AB. es 360000. y el de AG. 480000. que son 120000. mas que los 360000. y los 120000. son el tercio de 360000. y sumadas estas dos ultimas cantidades hazen los 480000. del quadrado de AG. no queda duda de que el Exagono del Poligon AG. contiene la tercia parte mas de superficie que el Exagono del Poligon AB.

PROPOSICION XI.

Diminuir de la superficie de una Plaça la parte que se quisiere.

Sea el mismo Poligon AB. y se pretende que el Exagono tenga un tercio menos de superficie. Dividase AB. en tres partes, y quitandole la una AC. resta CB. y assi digo que

que la media proporcional entre CB. y BA. es lado del Exagono que contendrá la tercia parte menos de ſuperficie que la del Exagono del lado BA. y aſſi haziendo AY. igual á BC. y dividiendo la BY. por mitad en el punto E. ſe deſcrivirá de dicho termino el ſemicirculo YHB. y la Perpendicular AH. media proporcional entre BC. y BA. es el Poligon que ſe deſſea. *Figura dicha.*

Demoſtracion por Numeros.

EL lado AB. ſe ha dado de 600. pies. CB. tiene los dos tercios que ſon 400. multipliquenſe 400. por 600. y ſale el producto 24000. Cuya raiz quadrada es $489\frac{49}{100}$ valor del lado AH. lo miſmo ſe entenderá de otra qualquier figura; pues la regla propueſta es univerſal.

PROPOSICION XII.

Reduzir un Paralelogramo á un Quadrado.

SEa el Paralelogramo ABDC. Prolongueſe el lado DC. á diſcrecion: y tomeſe ſobre el la cantidad de CA. que ſera deſde C. á E. Deſcrivaſe ſobre ED. el ſemicirculo EFD. y prolongando el lado AC. cortará la circumferencia en F. y la linea FC. ſera el lado del quadrado deſſeado. *Figura* 11.

PROPOSICION XIII.

Reduzir un quadrado á un Paralelogramo.

SEa el Quadrado ABCD. prolongueſe AB. de ſu duplo, que ſerá deſde A. á F. aſſimiſmo ſe prolongara CA. de

la cantidad de ſu mitad, como lo es AE. deſcrivaſe el Paralelogramo AEFG. que ſera igual al Quadrado ABCD. *Figura* 12.

PROPOSICION XIV.

Reduzir un Equilatero á Paralelogramo.

SEa el Equilatero ABC. dividaſe la Perpendicular AF. por mitad en G. y en los extremos BC. ſe levantaran las perpendiculares BD. CE. de la grandeza de FG. y tirando la linea DE. quedara formado el Paralelogramo DEBC. igual al Equilatero en ſuperficie.

Si fuere el Triangulo Yſoceles, ó Eſcaleno ſe harà la miſma regla; pero ſi fuere Triangulo rectangulo ſe tomará la mitad del Paralelogramo, como GEFC. *Figura* 13.

PROPOSICION XV.

Reduzir un Triangulo rectangulo á Quadrado.

SEa el Triangulo ABC. dividaſe la Perpendicular AC. por mitad en D. y hagaſe BF. igual a DA. y ſobre AF. ſe deſcrivirá el ſemicirculo AEF. levanteſe en el termino B. una Perpendicular haſta cortar la circumferencia en E. y BE. ſerà lado del quadrado que ſe buſca. *Figura* 14.

PROPOSICION XVI.

Reduzir un Triangulo Iſoceles á Quadrado.

SEa el Triangulo ABD. tomeſe la mitad de la Perpendicular DF. y pongaſe deſde B. á C. y ſobre AC. ſe deſcrivirá el ſemicirculo ADC. levanteſe la Perpendicular

BE. que será el lado del quadrado que se busca. *Figura 15.*

PROPOSICION XVII.

Reduzir un Rombo á Quadrado.

SEa'el Rombo AEBC. tomese la Perpendicular CF. y transfierase en BD. y descriviendo el semicirculo AGD. se levantará en el punto B. la Perpendicular BG. lado del quadrado pretendido. *Figura. 16.*

PROPOSICION XVIII.

Reduzir un Exagono á Quadrado.

SEa el Exagono ABC. dividase la Perpendicular CE. en dos partes iguales; y de la una se pondran seis distancias desde B. á D. descrivase el semicirculo AFD. y en el punto B. se levantara la Perpendicular BF. que será el lado del quadrado. *Figura 17.*

PROPOSICION XIX.

Reduzir un Circulo a Paralelogramo conforme la doctrina de Arquimedes.

SEa el Circulo EGHC. prolonguese el semidiametro AG. hasta B. de suerte que GB. sea el duplo del semidiametro AG. y mas la septima parte del dicho semidiametro; y assi toda la AB. sera igual à la mitad de la circumferencia del Circulo dado. Acabese de formar el Paralelogramo ABCD. que sera igual en superficie al Circulo EGHC. *Figura 18.*

Demostracion por Numeros.

DIximos en la Proposicion 17. y 18, del primer Libro que la proporcion que señala Arquimedes del Diametro á la circumferencia es tripla y sesquiseptima; y por dicha Proposicion 17. se sabrá el contenido del Circulo. Y suponiendo tener el Diametro EG. 14. la circumferencia será 44. y el area del Circulo tendrà 154.

El Semidiametro AG. tiene 7. y GB. que es su duplo, y mas su septimo, 15. que hazen 22. mitad de la circumferencia del Circulo, que multiplicados por los 7. de AC. hazen 154. por el contenido del Paralelogramo ABCD. que es lo mismo que se halló tenia el Circulo. *Figura dicha.*

LIBRO SEXTO
DE LA FABRICA, Y USO DE LOS RELOXES DE SOL

Los mas neceſſarios que ſe pueden ofrecer.

Cuya operacion ſe haze con la Regla y el Compas.

LA Fabrica de los Reloxes de Sol es coſa que pertenece al uſo del Compas; y aunque eſte no ſea capaz de dar conocimiento de ſu origen, es el camino mas breve para hazerlos: pues para inquirir la derivacion de los reloxes es meneſter ſer buen Geometra y tener plena noticia de la Eſphera. Y como aqui no ſe pretenda otra coſa que enſeñar por metodo facil y practico la Fabrica del relox, ſe puede eſcuſar el conocimiento, y theorica de ſus principios, que fuera mejor tenerlos.

PROPOSICION I.

Tomar la Declinacion de la Pared.

PUede suceder que en una Guarnicion no haya relox que siempre es bueno para el repartimiento de las centinelas, y que se quiera constituir uno sobre la pared, ó plano del Orizonte; ó que se quiera hazer en un jardin, ó en otra parte de la casa. Para esto se necessita saber la elevacion del Polo de aquel lugar ó plaça adonde el relox ha de servir, y assi mismo conocer la declinacion de la pared adonde se ha de poner; esto es saber á que viento mira.

Pero si se ha de constituir sobre el plano del Orizonte, no necessita mas que de la altura del Polo, como se mostró en el Libro 3. de esta obra. Y porque quien hiziere el relox puede no haver estudiado dicho Libro, pondré al fin de este la altura del Polo en que estan las Villas y Lugares mas nombrados y conocidos, no solo para la operacion de los reloxes, sino paraque este volumen no carezca de la noticia de la altura en que esta cada Villa, ó Ciudad; escusandose el trabajo que havia de costar el buscarla; de suerte que solo falta saber el modo de conocer la declinacion de la pared que se hará en la forma siguiente.

Sea la pared ABCD. de la qual quiero saber á que viento mira, ó declina, para hazer en ella un relox. Tomese un pedaço de tabla quadrado que tenga una quarta, ó palmo por cada lado, ó mas, ó menos, como se quisiere, con tal que sea bien labrada, como FEGH. y en medio de uno de sus lados, que aqui será en FE. se levantará la Perpendicular IK y aplicando la tabla á la pared de suerte que el lado FE. esté arrimado á ella, y que la linea IK. Perpendicular del lado FE. lo sea tambien del plano de la pared, se pondrá en ella una bruxula, ó aguja como las que tienen los reloxillos de sol de faldriquera que estan tocados con la piedra Iman; y reparando á que parte miran los extremos de la aguja, se sabrá la declinacion de la pared, observando que la una punta mira siempre al Norte, y la otra al Medio dia.

Y paraque el curioso sepa con facilidad que punta es la que mira al Norte, se pondra frente adonde sale el sol, y estendiendo los braços tendra el Norte á la mano isquierda, y el Mediodia á la derecha, y á las espaldas el Poniente. Y entonces notará que punta de la aguja se inclina á la parte que mira la mano isquierda, y aquella es la que continuamente esta mirando al Norte; la qual de ordinario tiene una flecha paraque se conozca por ella en qualquier lugar azia que parte esta el Norte.

Por la doctrina dicha se colige que si la flecha que mira al Norte estuviere contra el pecho del que haze la operacion, como se muestra en la aguja L. que la pared mirará derecha al Norte, y la aguja estará Paralela á la linea IK. y assi mismo que quando mirare la dicha punta à la pared derechamente como haze la aguja M. que la pared mirará al Mediodia, estando la aguja paralela á la dicha IK. Y quando la aguja estuviere en angulos rectos con la linea IK. que en tal caso estaran en Cruz, se notará á que mano esta la flecha; y si es á la derecha, como se vee en la aguja N. la pared mirará al Oriente, y si fuere á la isquierda al Occidente.

Estos son los quatro vientos generales, á que las paredes pueden mirar regularmente; y porque no sucederá muy de ordinario hallar una con esta regularidad, sera bueno advertir como se conocera quando una pared declina del Norte, ó del Mediodia al Oriente, ó al Occidente, y de quantos grados.

Si la flecha que va al Norte mirare al pecho, y no derechamente, sino que se inclina un poco al lado derecho, ó isquierdo, se notara á que mano es; y si fuere á la derecha,

cha, como la aguja O. la pared declinará del Norte, ó Septentrion, al Oriente; y si es á la isquierda, al Occidente.

En semejante caso se bolvera la caxa de la aguja hasta que sus dos lados esten paralelos á la aguja, como lo muestra el quadrado de puntos; y tirando una linea contra la misma caxa hasta cortar la linea IK. como lo haze RS. en T. se formará un angulo de los Grados de la declinacion que sera el Angulo STK. que se medirá con un instrumento dicho semicirculo que está dividido en 180. grados, ó partes.

Si la flecha mira á la pared se verá á que parte se inclina; y si es á la derecha, la pared declinará del Mediodia al Occidente; y si á la isquierda al Oriente. Y bolviendo la caxa, como se ha dicho, hastaque sus lados esten paralelos con la aguja, se tirará una linea para formar el angulo de los grados de la Declinacion que se medirá con el semicirculo referido. Y adelante se dara la Regla para cada Relox. De lo dicho muestra el exemplo la *Estampa* 1. *Figura* 1.

PROPOSICION II.

Del Relox Equinoccial.

EL Relox Equinoccial es el mas facil de hazer, y assi començaremos con el. Hagase un Circulo á discrecion, como ABOD. de la primera Estampa, y dividase en 24. partes iguales, y tirese una linea de cada division al centro del Relox T. que son las horas que ha de señalar: y tomando sobre el semidiametro AT. una distancia á discrecion para formar el Estil, que con su sombra señala las horas, como TF. se notará á que altura del Polo ha de servir el relox, y assentemos que sea la de Brusselas. Vease al fin de este libro en que altura está Bruselas, y se hallará que en 51. grados, y algunos minutos, de estos no se hará caso; y de tantos grados se hará el angulo TFE. valiendose para esto del semicirculo que cite arriba: y tirando la linea FE. se habrá formado el Triangulo TFE. que será el del Estil.

Esto executado se marcaran todas las horas, empeçando desde el termino D. con las 12. y poniendo á la derecha las 11. y á la isquierda la 1. y assi en proporcion hasta llegar al termino O. y quedaran todas las horas correspondientes unas á otras: digo que las 12. estaran en frente de las 12. y la 1. de la 1. &c. *Estam* 1. *Figura* 2.

OBSERVACION.

ESte relox es el que se haze en el Plano que corta el del Exe del Mundo en angulo recto, y assi es siempre su colocacion en un tejado, ó en una Piramide. El Triangulo del Estil se puede hazer de bronze, hierro, madera, hoja de lata, ó de la materia que se quisiere.

PROPOSICION III.

Del Relox Orizontal.

EL Relox Orizontal es facil de hazer por no necessitar de otra cosa que de la elevacion del Polo, cuya Fabrica es la siguiente.

Tirese la linea recta SM. de la primera figura de la segunda Estampa á discrecion, y haziendo el centro del Relox en A. se levantará en dicho termino la Perpendicular AB. prolongandola á discrecion; y esta ha de ser la linea de las 12. Aora con qualquier abertura del compas, puesto el un pie en el termino A. se dexará caer el otro sobre la linea AB. y sea en el punto R. desde el qual se descrivirá el semicirculo ACB. y notando la altura del Polo del lugar adonde el el Relox se haze, se tomará el duplo de los grados de la elevacion del Polo de tal lugar.

Demos que el relox se haze en Brussellas, cuya altura del Polo se hallará al fin de este libro de 51. grados, y 30. minutos; y no haziendo caso de los minutos, por ser poca la diferencia que causaran, se tomará el duplo de los 51. que es 102. y de tantos grados se ha de hazer el angulo BRC. y haviendo formado dicho angulo, se pondrà el pie del compas en el punto B. y alargandolo hasta C. se descrivirà el circulo TZXV. y dividiendo la quarta parte XV. en tres partes iguales, con los puntos OQ. se pondrà la regla en OZ. y se harà una cortadura sobre el semidiametro BX. que serà en L. y assi mismo poniendo la regla en ZQ. se cortarà el dicho semidiametro en H.

Esto executado, se levantaran de los terminos TX. las perpendiculares XY. y TS. y tomando despues con el compas la abertura BH. se passarà sobre el semidiametro BT. que serà desde B. à P. Assi mismo se pondrà dicha distancia desde Y. à N. y tomando despues la abertura BL. se transferirà desde B. à E. y de Y. à M. Pongase la regla en los terminos ML. y sobre la perpendicular XY. se harà la cortadura D. y desde NH. se harà sobre la misma perpendicular la marca K. Tomese con el compas la distancia YK. y transfierase sobre la perpendicular TS. que serà desde S. à F. y lo mismo se harà con YD. passandola à SG. y se tendran marcadas todas las horas del relox, las quales se tiraran con esta orden.

Puesta la regla en los terminos AK. se tirarà las Oras 7. 7. y desde AD. las horas 8. 8. y desde AX. las 9. y de AL. las 10. y de AH. las 11. Las 12. ya estan señaladas desde que se empeçó el relox, con la linea AB. Tirese de AP. la 1. de AE. las 2. de AT. las 3. por AG. las 4. 4. de AF. las 5. 5. y se habran tirado las lineas del Relox Orizontal. La linea de seis Oras es la primera que se tiró SM.

Pro-

Prolongadas todas las lineas à discrecion, se elegirà la figura que se quiere dar al relox; porque si es circular, no hay otra cosa que hazer, sino abrir el compas á discrecion, y puesto un pie en el centro A. ó en otro qualquiera de la linea AV. se cortaran todas las horas con un Circulo. Si el relox ha de ser quadrado, se han de cortar con un quadrado, como se hizo con el Circulo, y se habrá conseguido lo que se dessea.

Para colocar el estil en el relox, se tirará la linea AC. y del termino C. se levantará CI. perpendicular á la linea AB. y se habrá constituido el Triangulo ACI. que es el que ha de señalar la sombra; poniendolo de modo que el punto C. mire al cielo, reposando el Triangulo sobre la basa AI. la qual es parte de la linea de las 12. como todo se muestra en la *Estampa 2. Figura 1.*

Observacion.

EL Relox orizontal es bueno para poner sobre un pilar, ó madero en un Jardin, ó plaça; y assimismo son los que se traen en la faldriquera en unas caxillas, como se ha dicho. Si se quisiere conocer quantas horas tiene este Relox las empeçará à contar desde las 4. que es la hora en que sale el Sol, hasta las 8. en que se pone; y hallará 16. horas, que es el mayor dia del Año de la elevacion de 51. grados en que está Brussellas.

Todas las lineas de puntos, excepto la CA. no sirven mas que de designio, y assi no han de quedar en el relox mas que las horas que estan rayadas de negro.

PRO-

PROPOSICION IV.

Del Relox Vertical Meridional.

EL Relox Meridional se haze por la misma regla, que se dio en el precedente; sin que haya otra diferencia que la del Angulo de los grados de la elevacion del Polo, el qual, como en el Orizontal es desde B. á C. en el Meridional, que es de la segunda figura, se tomará desde A. á C. Exemplo.

Supongase, que en Madrid se quiere hazer sobre una pared un Relox Meridional; sigase la regla al pie de la letra que se ha dado en el Orizontal: y buscando al fin de este libro en que grados de altura está la Villa de Madrid, se hallará que en 40. grados, y 26. minutos; y no haziendo caso de los minutos, por la razon dicha en la Proposicion precedente, se tomará el duplo de 40. y de tantos grados se hará el Angulo ARC. y en todo lo demas se siguirà la regla passada, y quedara formado el Relox Meridional, como se vee en la *Figura 2.*

Observacion.

EL Relox Meridional es el que mira derechamente al Mediodia; y assi quando se huviere de hazer un relox semejante, se colocará sobre una Tabla, y despues se pondrà en la pared: ó si se quisiere fabricar sobre la misma pared, se procurarà que este bien liso el lugar donde se ha de hazer, porque las lineas no pierdan su proporcion. Este Relox tiene las horas al contrario del Orizontal, porque adonde estan alla las onze, aca està la una.

PRO-

PROPOSICION V.

Del Relox Septentrional.

EL Relox Septentrional se forma de la prolongacion de las horas del Meridional; y assi quando el curioso quisiere hazer un Relox semejante, formarà primero el Relox Meridional, como se ha dicho; y considerando las horas prolongadas sobre la linea de 6. horas que son las 4. 5. 7. y 8. sabrá que estas son las del Relox Septentrional: y en fin sus horas son aquellas que no entran dentro del circulo de puntos, que con las de arriba de la linea de las 6. y las de abaxo son diez en todas; empeçando à contar desde las 4. de la mano derecha hasta las 8. de la isquierda. *Figura 2.*

OBSERVACION.

EL Relox Septentrional es aquel que està en una pared, que derechamente mira al Norte; y assi quando se quisiere colocar un Relox semejante, se ha de advertir que despues de tiradas las horas que pertenecen al dicho Relox, lo ha de poner de manera que el termino A. que es el centro del Relox estè azia abaxo; y la linea del Estil AC. azia arriba; porque se ha de considerar opuesto al Meridional.

PROPOSICION VI.

Del Relox Vertical Occidental.

EL Relox Occidental tiene diferente regla que los passados; y assi queriendo formar uno, se hará por la siguiente.

Tirese la linea Orizontal AB. y de qualquier punto, y sea de

O R.

R. con qualquier abertura del compas ſe deſcrivirá el Circulo AMBC. y obſervando la Altura del Polo, como ſupongamos la de Toledo, que es de 40. grados; de tantos ſe formará el Angulo ARM. ſobre el ſemidiametro AR. Hecho eſto ſe tirará el Diametro M 6. y tomando ſu abertura con el compas, y pueſto un pie en el termino 6. ſe dexará caer el otro ſobre la linea EH. (la qual ha de eſtar tirada por el centro R. dividiendo por mitad el Diametro M 6.) en D. y teniendo el compas fixo en D. y obſervando la miſma abertura ſe marcaran los puntos FE. y dividiendo deſpues RD. en tres partes iguales, ſe tomará una para RG. y otra para RH. y ſe tendran ſeñaladas todas las horas ſobre la linea HE. transfiriendo la diſtancia RF. à RY.

Tirenſe por los terminos M 6. las lineas QP. XN. paralelas à la linea HE. ſobre las quales ſe marcaran todas las horas de la linea HE. en eſta forma. Tomeſe el ſemidiametro RC. y pueſto el pie del compas en el termino M. ſe haran los puntos NT. y deſde el termino 6. los puntos P. 3. Tomeſe deſpues la diſtancia RD. y deſde los terminos M. 6. ſe haran los puntos L. 2. y con la diſtancia RE. de dichos terminos ſe haran los puntos XQ. y ſiguiendo eſta orden ſe marcaran todas las demas horas, las quales ſe tiraran de punto á punto, como NP. V. 8. &c. y ſe habrá conſeguido lo que ſe pretende. *Eſtam.* 3. *Figura* 1.

OBSERVACION.

EL Relox Occidental es el que mira derechamente al Poniente. Poneſele ſu Eſtil en el centro R. cuya grandeza ſerá del ſemidiametro MR. ſus horas ſe marcan empeçando con la una deſde el termino Q. y acabando con las 9. en el termino P. Aunque eſta marca de las 9. es ſuperflua, por no tener dicho Relox mas ſol que deſde la 1. de la tarde haſta las 8.

PRO-

PROPOSICION VII.

Del Relox Vertical Oriental.

EL Relox Oriental tiene la miſma Fabrica que el Occidental ſu opueſto; ſolo ſe diferencian en marcar la elevacion del Polo; que en el Occidental ſe marca por la parte ſuperior de la linea Orizontal; y en el Oriental por el inferior. Da el exemplo la 2. *Figura de la Eſtampa* 3. que eſta hecha ſegun la elevacion de 40. grados, como el antecedente, adonde eſtá ſeñalada la dicha elevacion deſde A. á M. ſobre el ſemidiametro AR. y en la preſente figura eſta al contrario que es deſde B. á. C. ſobre el ſemidiametro BA. en lo demas todo es uno.

OBSERVACION.

EL Relox Oriental es el que mira derechamente adonde ſale el ſol, en el qual ſe marcan las horas al contrario del precedente; poniendo las 11. donde el otro tiene la 1. y las 4. adonde las 8. Y aſſi eſte Relox mueſtra las horas deſde las 4. de la mañana haſta las 11. del dia.

Su colocacion ha de ſer, aſſi de eſte, como del precedente, de ſuerte que la Orizontal BD. de la ſegunda figura, y AB. de la primera, miren azia el ſuelo; quiero dezir que ſean paralelas á la tierra: porque haverlos pueſto en la forma que mueſtran las figuras, ha ſido paraque mejor ſe comprehendieſſe la regla, y cupieſſen en la Eſtampa.

O 2 PRO-

PROPOSICION VIII.

Del Relox Declinante.

FOrmados los Reloxes regulares, como ſon Equinoccial, Orizontal, Meridional, y Septentrional, y los Verticales Oriental y Occidental, ſera bueno dar regla de formar un Relox ſobre la pared que decline á uno de los quatro vientos dichos, ó partes del mundo. El qual por lo que tiene de irregular, neceſſita de mayor eſpeculacion que los antecedentes, como ſe verá con el exemplo ſiguiente.

Supongamos, que haviendo tomado la declinacion de la pared por el metodo pueſto al principio de eſte libro Propos. 1. ſe halló que declina de Medio dia al Occidente por 20. grados; y con eſta noticia ſe començara la Fabrica del Relox en eſta forma.

Tireſe la linea Orizontal AB. y ſobre ella, en qualquier punto, y ſea en D. ſe levantará la Perpendicular DC. prolongandola á diſcrecion por uno y otro lado; y eſta ha de ſer la linea de las 12. Formeſe en el termino D. por la parte inferior de la Orizontal AB. un angulo de los grados de la declinacion de la pared á la mano derecha de la linea D12. como ED12. el qual tiene 20. grados como ſe ha propueſto; y haviendo prolongado DE. á diſcrecion de qualquier punto, y ſea de G. con qualquier abertura del compas ſe deſcrivirá el ſemicirculo EHD.

Notando á quantos grados de elevacion ha de ſervir el Relox, ſupondremos que á la de la Ciudad de Valladolid, que eſtá en 42. grados, y 20. minutos, ſe tomará el duplo de los 42. que ſon 84. y de tantos ſe hará el Angulo DGH. Tireſe por el punto H. la linea EH. en infinito, y levantando en el termino D. una Perpendicular al Diametro DE. y prolongandola à diſcrecion, como VK. cortarà la dicha Perpendicular la EH. en el termino Y. He-

cho eſto ſe pondrà el pie del compas en D. y ajuſtandolo al termino H. ſe deſcrivirà el ſemicirculo IHL. y pueſta la regla en EL. y en EI. ſe cortará la Orizontal AB. en los terminos hh. y nn. pongaſe el pie del compas en el termino D. y alargandolo haſta Y. teniendolo fixo en D. ſe dexarà caer ſobre la linea de las 12. en C. y eſte punto ſerá el centro del relox.

Pongaſe la regla en los puntos Chh. y tirenſe las horas 9. 9. y por los terminos Cnn. las 3. 3. y prolongando el ſemicirculo EHD. haſta cortar la Orizontal AB. en Q. ſe tirarà la linea EQ. al infinito, la qual ſerá paralela à la linea de las 12. eſta cortará las horas 9. 9. y 3. 3. en los puntos aa. y bb. dividaſe por mitad la diſtancia aa. bb. en T. deſde el qual termino ſe deſcrivirà el circulo aa. bb. qq. pp. que ſe dividirà por mitad con el Diametro pp. qq. tomeſe la habertura del dicho Diametro; y pueſto el pie del compas en qq. ſe dexarà caer ſobre la linea TE. en R. y obſervando la miſma abertura, teniendo el compas en R. ſe dexarà caer à uno y otro lado, y caerà en FX. y dividiendo la diſtancia RT. en tres partes iguales, ſe tomarà una para Tdd. y otra para TZ. transfieraſe la diſtancia TX. à Tcc. y tirenſe las horas marcadas en eſta forma.

Por los terminos CF. las horas 1. 1. por CR. las 2. por Cdd. las 4. por Ccc. las 5. por CT. las 6. y por CX. las 7. y por CZ. las 8. de ſuerte que ſolo faltan las 10. y las 11. lo qual ſe conſeguirà haziendo lo ſiguiente.

Pongaſe el pie del compas en el termino rr. con la abertura del Diametro LI. y teniendolo fixo en dicho termino, ſe haran los puntos VK. y obſervando la miſma abertura, pueſto el compas en V. ſe marcarà el punto S. dividaſe DK. en tres partes, como DNMK. y pueſta la regla en EN. y ES. ſe cortarà la orizontal AB. en PO. y por eſtos puntos deſde C. ſe tiraran las horas 10. y 11. y ſe habra fabricado el relox. de la *Estampa* 4.

Para ponerle el estil, se tirarà por el termino Q. la linea CQ. y levantando sobre ella la perpendicular Q. ee. igual al diametro DE. se tirarà del centro C. la linea C. ee. que formarà el Triangulo del estil CQ. ee.

Observacion.

ESte Relox no tiene mas horas de las que estuvieren baxo de la linea de puntos gg. ff. la qual es perpendicular a la linea de las 12. passando por el centro C. y el relox que està à la parte superior de dicha linea, formado de la prolongacion del inferior, es el opuesto de dicho relox inferior; como si este sirve à una pared que declina de mediodia al occidente por 20. grados, el otro servirà à otra que decline del Norte al Oriente por los mismos 20 grados; y assi si es este el que ha de servir no se ha de hazer otra cosa sino bolver el relox lo de arriba abaxo, quitando todo lo que estuviere de esta parte de la dicha linea que deviera quedar azia arriba. Y assimismo si ha de servir el relox para la declinacion de mediodia al Oriente, se hara el proprio relox, y se bolverà por las espaldas. Y si del Norte declina al Occidente sera el que se vee por las espaldas sobre la linea ff. gg.

De manera que de qualquier genero que sea la declinacion se hará siempre este relox, dando al angulo ED12. los grados que le pertenecieren. Y si el relox declina de mediodia al Occidente, servirá este relox: y si del Norte al Oriente, el de arriba: y si del mediodia al Oriente bolver este mismo relox por las espaldas, que se hallarà lo que se dessea con todas las horas al contrario de este: y si es del Norte al Occidente, sera el que esta à las espaldas del relox formado sobre la linea gg. ff. como se ha dicho.

TA-

TABLA

DE LA ALTURA DEL POLO, Y LONGITUD, DESDE LAS CANARIAS,

De las Cuidades, y Villas mas nombradas.

Lugares.	Altura de Polo. Gra.	Mis.	Longitud Gra.	Mis.
A				
Andrinopoli.	42.	45	52.	45
Alba Real de Ungria.	46.	48	42.	00
Castro Blanco de Transilvania.	48.	35	50.	45
Alexandria de Egipto.	31.	00	60.	30
Alexandria de Italia.	43.	30	30.	00
Amiens de Picardia.	49.	50	22.	30
Anjou de Francia.	46.	00	19.	30
Amberga de Bohemia.	49.	26	32.	40
Ancona de Italia.	43.	42	39.	40
Antiochia del monte Tauro.	37.	20	70.	15

Am-

Lugares.	Altura de Polo. Gra.	Mis.	Longitud. Gra.	Mis.
Amberes de Brabante.	51.	28	26.	36
Aquino.	41.	56	38.	30
Aguila.	43.	30	38.	70
Amsterdam.	52.	20	28.	0
Alcala de Henares.	41.	0	18.	35
Aquileya de Histria.	45.	12	34.	00
Aquisgran Imperial.	51.	6	28.	52
Arecio de Toscana.	42.	45	34.	40
Asis de Italia.	42.	55	35.	20
Athenas.	37.	15	52.	45
Aviñon de Francia.	43.	52	22.	00
Aremino de Italia.	43.	50	35.	40
B				
Babilonia de Caldea.	35.	0	79.	00
Bamberga de Franconia.	49.	56	31.	45
Barcelona de España.	41.	35	17.	15
Bari.	41.	52	43.	40
Basilea.	47.	41	27.	50
Badajoz de España.	39.	0	10.	45
Badena de los Cantones.	48.	44	31.	00
Belgrado de Ungria.	44.	30	45.	15
Benevento de Napoles.	41.	50	36.	15
Bergamo.	44.	50	30.	30

Lugares.	Altura de Polo. Gra.	Mis.	Longitud. Gra.	Mis.
Berga de Noruega.	61.	15	27.	30
Berna de los Cantones.	46.	25	29.	45
Brema.	53.	12	32.	15
Bethlem	31.	50	65.	45
Birburno de Dania.	57.	26	37.	00
Burgos de España.	44.	40	16.	00
Bezanzon de Borgoña.	47.	36	25.	40
Bononia de Italia.	43.	54	33.	05
Brandemburgh.	52.	36	35.	30
Bressa de Lombardia.	44.	30	31.	20
Braga de Portugal.	43.	40	7.	30
Bruxas.	51.	30	24.	26
Brindis de la Apulla.	41.	26	43.	50
Brusselas.	51.	24	26.	42
Buda de Ungria.	47.	0	44.	30
Burdeos de Francia.	45.	30	18.	30
C				
Casal de Monferrate.	44.	37	30.	42
Calecut de la India.	05.	00	116.	00
Camerino.	43.	00	36.	00
Campen de Frisia.	52.	50	21.	46
Candia, ó Creta Isla.	34.	45	54.	10

Lugares.	Altura de Polo. Gra.	Mis.	Longitud. Gra.	Mis.
Canaria Isla.				
Capua de Italia.	41.	00	39.	10
Caroloſtad de Franconia.	50.	05	27.	40
Cartago de Africa.	31.	50	31.	48
Calahorra.	42.	55	15.	10
Catania de Sicilia.	37.	40	39.	46
Cartagena de Eſpaña.	38.	00	13.	00
Caſſovia de Ungria.	48.	20	46.	00
Cayro, que fue Babilonia.	29.	50	63.	00
Ceſena de Italia.	43.	40	34.	40
Cephalonia Iſla.	37.	10	47.	10
Caragoça.	41.	45	14.	15
Colmaria de Alſacia.	48.	12	26.	00
Colonia Agripina.	51.	00	29.	00
Como.	44.	40	30.	00
Compoſtela ô Santiago de Galicia.	44.	13	06.	00
Concordia.	44.	55	33.	15
Comblens.	50.	25	27.	30
Cortona.	42.	40	35.	00
Conſtantinopla.	43.	05	55.	30
Conſtancia de los Cantones.	47.	30	28.	30
Cordoua de Eſpaña.	34.	50	08.	00
Corfú.	38.	45	45.	10

Con-

Lugares.	Altura de Polo. Gra.	Mis.	Longitud. Gra.	Mis.
Corcega Iſla del Mediterraneo.	40.	50	31.	00
Coſencia de Calabria.	40.	15	43.	12
Cracovia de Polonia.	50.	12	45.	30
Crema.	44.	20	31.	15
Cremona.	44.	40	32.	55
Cumas de Italia.	41.	30	31.	00
Chipre Iſla.	45.	30	65.	30
Copenhaghe Corte de Dinamarca.	57.	20	36.	15
D				
Damaſco de Siria.	33.	00	69.	00
Dantzich.	54.	44	44.	15
Deventer.	52.	15	29.	27
Dertona.	44.	00	30.	40
Dulcigno.	43.	00	43.	30
Drepana de Sicilia.	36.	20	37.	00
Dirachio de Macedonia.	40.	50	45.	00
E				
Ebra de Eſcocia.	57.	00	17.	40
Eiſlebia.	51.	46	32.	30
Emdem.	53.	19	30.	15
Epheſo metropoli de Ionia.	37.	40	57.	40
Epidauro.	36.	25	51.	45

P 2 Erfor-

Lugares.	Altura de Polo. Gra.	Mis.	Longitud. Gra.	Mis.
Erfordia de Turingia.	51.	10	34.	00
Eſlinga Imperial.	48.	35	30.	00
Elzemburgo de Eſcocia.	57.	13	19.	00
F				
Famaguſta, ô Salamina.	35.	10	66.	45
Favencia.	43.	30	31.	20
Ferrara.	44.	23	33.	05
Fez de Africa.	34.	40	05.	30
Florencia de Toſcana.	43.	04	34.	30
Forli.	43.	40	33.	20
Foſſombrune.	43.	30	34.	50
Forlivio en Flaminia.	42.	40	36.	00
Foro Julio de Iſtria.	45.	00	35.	20
Friburgo de Miſnia.	50.	58	30.	39
Friburgo de Heluecia.	47.	45	28.	12
Friburgo de Recia.	48.	13	28.	00
Franchfort.	50.	0	32.	15
G				
Gaeta.	40.	50	38.	20
Galipoli.	41.	30	45.	10
Gante.	51.	24	25.	18

Lugares.	Altura de Polo. Gra.	Mis.	Longitud. Gra.	Mis.
Ginebra.	45.	30	26.	16
Girona.	42.	40	16.	50
Genoua.	43.	50	30.	30
Gheldres.	52.	20	27.	40
Gravina.	41.	15	43.	10
Granada.	37.	50	10.	15
Gorlicio de Slecia.	51.	00	34.	45
Golmona de Pomerania.	54.	06	33.	54
Gothlandia Iſla.	60.	00	48.	00
H				
Hamburgo de Holſacia.	54.	24	30.	15
Hamaria de Noruega.	60.	00	31.	45
Halbeſtad de Saxonia.	52.	11	35.	20
Herbipolis de Franconia.	49.	58	30.	30
Hieruſalem.	31.	40	66.	00
Hibernia, ô Irlandia en ſu mitad.	57.	00	12.	00
I				
Iaen.	39.	0	10.	20
Imola.	43.	30	34.	42
Ingolſtad de Baviera.	48.	42	31.	20
Iuliers.	52.	0	27.	30

Lugares	Altura de Polo. Gra.	Mis.	Longitud Gra.	Mis.
L				
Lanzano.	47.	40	35.	30
Landia en ſu Mitad.	57.	00	07.	30
Lacedemonia de Eſparta.	35.	30	50.	15
Laodicea.	39.	40	68.	30
Leoburgo de Saxonia.	54.	10	28.	02
Leopolis de Ruthenia.	50.	33	48.	45
Livorno.	42.	12	33.	10
Lincopia de Suecia.	61.	08	38.	00
Londres.	52.	30	19.	15
Lovayna.	51.	00	26.	45
Lubeck.	54.	48	34.	00
Luca.	42.	40	32.	40
Leon de Francia.	45.	40	24.	00
Leon de Eſpaña.	42.	15	21.	10
Leyda de Cataluna.	41.	20	28.	30
Leyde de Olanda.	52.	7	27.	30
Lundis de Gothia.	57.	33	41.	30
Luñeburgo.	54.	40	34.	20
Lucerna de la Cantones.	46.	34	26.	00
Lipſia de Miſna.	51.	25	24.	45
Lisboa de Portugal.	39.	38	05.	10

Ma-

Lugares.	Altura de Polo. Gra.	Mis.	Longitud. Gra.	Mis.
M				
Malinas de Brabante.	51.	15	26.	50
Mayança.	50.	08	30.	00
Magdeburg de Saxonia.	52.	20	34.	30
Mantua de Italia.	44.	50	32.	20
Marſella de la Francia.	43.	06	14.	30
Manfredonia de Napoles.	40.	45	42.	50
Mallorca Iſla.	39.	35	18.	25
Marpurgo de Aſia.	51.	00	30.	10
Milan.	44.	36	30.	20
Mecina de Sicilia.	38.	50	42.	46
Middelburg de Zelanda.	49.	44	26.	34
Menorca Iſla.	40.	10	19.	30
Monpeller de Francia.	43.	25	20.	30
Monte Regio de Boruſia.	54.	17	46.	45
Monte Regio de Franconia.	50.	16	31.	00
Modena.	44.	00	32.	40
Malaga.	37.	30	8.	50
Merida.	39.	30	8.	0
Murcia.	38.	15	13.	45
Madrid.	40.	26	21.	30
Mexico.	21.	0	272.	0

Nar-

Lugares.	Altura de Polo. Gra.	Mis.	Longitud. Gra.	Mis.
N				
Narbona.	43.	00	19.	20
Nantes de Bretaña.	48.	12	16.	20
Napoles de Italia.	41.	00	40.	10
Napoles, ô Neſtaut de Auſtria.	47.	54	38.	00
Nebia de Corcega.	40.	40	27.	30
Neoburgo del Danubio.	48.	42	31.	45
Neoburgo de Turingia.	51.	20	32.	00
Nola de Campania.	40.	45	40.	15
Novara.	44.	30	30.	30
Nicea.	41.	40	57.	00
Nidroſia de Norvega.	60.	50	39.	45
Negro ponto Iſla.	38.	15	53.	40
Norinbergh Imperial.	49.	24	31.	10
Norſia de Italia.	42.	44	38.	00
O				
Orchades Iſlas.	61.	40	21.	00
Ortingia de la inferior Suevia.	48.	58	28.	03
Orleans de Francia.	47.	13	19.	00
P				
Palermo de Sicilia.	37.	00	37.	00

Perpi-

Lugares.	Altura de Polo. Gra.	Mis.	Longitud. Gra.	Mis.
Perpiñan.	42.	40	18.	30
Patavio de Baviera.	48.	28	34.	00
Patavia de Alemania.	47.	40	34.	00
Padua.	45.	10	33.	30
Pavia.	44.	20	31.	00
Pamplona de Navarra.	42.	50	15.	00
Paris.	48.	55	23.	15
Parma de Italia.	43.	30	32.	30
Peruſia.	42.	56	36.	50
Peſaro.	43.	45	36.	30
Piſtoya.	43.	00	33.	20
Piſa de Toſcana.	48.	32	38.	40
Plaſencia de Italia.	44.	00	31.	50
Praga de Boemia.	50.	06	34.	30
Prugis de Bohemia.	50.	18	33.	20
R				
Raguſa.	43.	30	42.	14
Ratisbona.	48.	56	26.	30
Ravena.	44.	02	34.	40
Regio Julio de Calabria.	38.	15	48.	10
Regio lepido de Lombardia.	43.	30	32.	30
Rodas Iſla.	36.	00	58.	00
Riga de Libonia.	59.	00	53.	45

Q Rems

Lugares.	Altura de Polo. Gra.	Mis.	Longitud. Gra.	Mis.
Rems de Francia.	48.	45	22.	15
Roma.	42.	04	40.	20
Ruan de Normandia.	49.	00	21.	15
Roterdam.	51.	55	23.	57
S				
Salamanca de Eſpaña.	41.	20	08.	32
Salerno de Italia.	40.	50	40.	20
Salisburgh de Baviera.	47.	44	35.	15
Sardeña Iſla en ſu mitad.	38.	00	31.	00
Savona de Italia.	43.	30	21.	10
Scutara de Dalmacia.	44.	00	40.	20
Scocia Iſla en ſu mitad.	57.	00	18.	00
Segnia del Ilirico.	44.	45	37.	45
Scleſtad de Alſacia.	48.	28	22.	06
Sena de Toſcana.	42.	50	35.	30
Sevilla de Eſpaña.	37.	30	06.	36
Strasburgh de Alemania.	48.	45	28.	14
Sebenico de Dalmacia.	44.	20	38.	42
Siracuſa, ô Zaragoza de Sicilia.	37.	15	40.	30
Sora.	41.	40	38.	20
Spoleto de Italia.	43.	15	39.	45
Spira Imperial.	49.	50	28.	40

Steti-

Lugares.	Altura de Polo. Gra.	Mis.	Longitud. Gra.	Mis.
Stetino de Pomerania.	54.	00	37.	45
Sthocolm de Suecia.	60.	30	46.	00
Seſa de Italia.	41.	30	42.	00
Sulmo de Italia.	40.	00	43.	50
T				
Taranto.	41.	15	43.	15
Treviſio de Italia.	45.	30	33.	35
Trivoli de Italia.	42.	00	40.	30
Toledo de Eſpaña.	40.	00	10.	30
Tholoſa de Francia.	43.	30	18.	00
Tyle Iſla.	63.	00	33.	00
Turin del Piamonte.	44.	40	29.	30
Trieſt de Colonia.	45.	14	53.	16
Tiguro de los Cantones.	46.	48	26.	36
Thebas de Africa.	29.	30	26.	30
Tunez de Africa.	32.	30	33.	00
Turonia.	47.	20	19.	45
Trajecto de Iſlandia.	52.	16	27.	34
Treveris.	49.	55	28.	00
Trento.	45.	18	31.	42
Trutavia de Franconia.	49.	46	28.	18

 Valen-

Lugares	Altura de Polo. Gra.	Mis.	Longitud Gra.	Mis.
V				
Valencia de Eſpaña.	36.	10	12.	40
Valla dolid.	42.	20	09.	00
Venecia.	45.	15	34.	30
Verona.	45.	16	32.	45
Viena de Francia.	45.	12	22.	30
Viena de Auſtria.	47.	42	38.	00
Viena de Ungria.	48.	22	38.	00
Viterbo de Italia.	42.	18	39.	00
Vilda de Lituania.	54.	30	53.	15
Ulma de la Suebia inferior.	48.	56	30.	20
Volterra de Italia.	42.	40	33.	50
Urbino de Italia.	43.	04	34.	36
Vratiſlavia de Sleſia.	51.	10	38.	15
Utino.	46.	30	35.	00
Vuitenbergh de Saxonia.	51.	30	35.	00
Vuormacia Imperial.	49.	44	28.	30

LIBRO

LIBRO SEPTIMO

QUE TRATA DE LA FORMACION DE ESQUADRONES.

QUando comence a eſcrivir eſta Obra, era mi intento tratar ſolamente de la Geometria; pero pareciendome impropio à un militar ſacar a luz un Libro de Principios Mathematicos ſin tocar algo de ſu profeſſion; aunque la Geometria, por ſi ſola, no es agena de la milicia, antes muy importante y de grande utilidad al Soldado, me reſolvi á poner un breve Tratado de Eſquadrones, y otro de la Fortificacion moderna: los quales, aunque no ſean tan dilatados, como los que han publicado los Autores que principalmente han eſcrito de ſemejantes materias; eſpero no ſeran tan ſucintos que no ſe halle en ellos todo lo que un Soldado neceſſita ſaber.

El Eſquadron que mas ordinariamente ſe uſa oy, es el defrente prolongada; y en solas dos ocasiones se necessita mudar esta forma: la una es quando un tercio, hallandose solo en campaña es obligado à pelear contra la Cavalleria: la otra, quando no huviere suficiente terreno para formar el esquadron, teniendo condenada la frente, que el fondo pocas vezes sucederá. Para uno y otro accidente se pondran las reglas que se han de guardar.

Aunque pudiera enriquecer este discurso con diversas figuras de esquadrones, no lo hago, porque todas las demas formas se hazen mas por galanteria, que depende de la especulacion de cada uno, que por necessidad. Y con esta suposicion digo que quien supiere usar bien del esquadron de gran frente, que es unico en mi sentir, podrá formar del quantas figuras quisiere: cuya demostracion y prueva pondré al fin de este Libro.

Antes de començar los Esquadrones, sera bueno advertir, que cada soldado puesto en Esquadron ocupa tres pies Geometricos de ombro á ombro, y el espacio que ha de haver de hilera á hilera, que es de pecho á espalda del soldado, es de siete pies. Esto se entiende quando el Esquadron se forma para visto, porque si fuere para pelear no ha de haver sino tres pies de hilera á hilera. Y como el contar por pies sea algo enfadoso y prolixo, se tomará un passo de los nuestros por los tres pies, y tanto será el terreno que ocupará un soldado de ombro á ombro; y dos passos y medio de hilera á hilera, por los siete pies.

PROPOSICION I.

Del Esquadron de Frente Prolongada.

HAy diversas opiniones sobre el proporcionar las armas de un Esquadron; la mas comun es, que tenga el tercio de picas, otro tercio de Arcabuzes, y otro de Mosque-

quetes: aunque raras vezes se conserva esta conformidad por ser casi impossible; pues supuesto que oy se haga un repartimiento en la forma dicha, mañana estará de otra forma, porque unos mueren, otros caen malos, algunos se huyen. Y como esto no se pueda remediar, se ha de procurar siempre que la diferencia no sea muy grande.

Sea el numuro de soldados de que se ha de formar el Esquadron de 468. los 168. picas; los 170 Arcabuzes, y los 130. Mosquetes. Mirese que fondo se quiere dar al Esquadron, advirtiendo que sea el numero impar, por haverse de colocar las Banderas en el centro; y sea de 5. de fondo, que es lo mas ordinario entre nuestros Españoles. Partanse las 168. picas por los 5. del fundo; y si fuera de 7. se partiran por 7. &c. y partiendo por 5. saldran à la particion 33. y assi diremos que el esquadron ha de tener 33. picas defrente.

Pero como todos no pueden marchar siempre juntos, se dividiran las 33. por los troços, ó mangas, que se quisieren hazer, advirtiendo que sean nones, ó impares, como el fondo, paraque el troço del centro lleve las Banderas; y tambien que las picas defrente de cada troço sean 7. 8. 9. 10. 11. ó 12. pues haviendo mas, será gran frente, y menos, será pequeña. Aora entra la consideracion de las mangas, ó troços que se han de hazer; ya sabemos que si no hay sino un troço será de 33. de frente; y si dos es numero par; pero partiendo las 33. picas por 3. numero impar, salen 11. á la particion, que conforme lo propuesto, es buena frente; y por esta razon se dividirá el esquadron en tres troços, ó mangas de picas, con 11. de frente cada uno.

Ajustadas las picas, se tomaran los 170. arcabuzes, y se partiran por los mismos 5. del fondo, y saldran 34. y tantos arcabuzes ha de tener en la frente el esquadron; de los quales se han de hazer las mangas, como en las picas;

pero

peró con una diferencia, que como alla los troços, ó mangas son nones, en las bocas de fuego han de ser pares; paraque haya tantas mangas en un costado de las picas, como en otro; y porque la frente de cada manga ha de ser de 5. 6. ó 7. mirese pues el numero par por el qual se podran partir los 34. arcabuzes defrente, y se hallará que partiendolos por 6. salen à la particion 5. y sobran 4. y con esto se habran formado seis mangas de arcabuzes, con 5. hombres de frente cada una; poniendo tres mangas en cada costado de las picas.

Los mosquetes se ajustan de la misma manera que los arcabuzes, y assi se partiran los 130. por los 5. de fondo, y vendran á la particion 26. de este numero se haran quatro mangas, y partiendolas por 4. tocaran 6. por frente á cada una, y sobraran 2. que es buena frente. De forma que todo el esquadron se compone de treze mangas, tres de picas, seis de arcabuzes, y quatro de mosquetes; como claramente se muestra en la *Estampa* I. *Figura* I.

PRUEVA.

PAra saber si el esquadron esta bien ajustado, se multiplicaran las mangas de cada genero de armas por la frente de una manga, como en las picas, adonde hay tres mangas, y cada una tiene 11. defrente: multipliquense 11. por 3. y salen 33. numero de la frente de todas las picas. Assi mismo se multiplicaran las seis mangas de los arcabuzes por 5. que hay defrente en cada una, y vendran 30. de la misma manera, multiplicandose las quatro mangas de mosquetes por 6. defrente, que tiene cada una, haran 24.

Sumense estas tres frentes, como son 33. 30. y 24. y suman 87. que es la frente de todo el esquadron; el qual numero multiplicado por el fondo que es 5. da al producto 435. á los quales se han de añadir las sobras que son 33. y saldrá el numero propuesto de 468. Y

Y porque puede dudar el curioso como se ha de entender con las sobras, digo que las de las primeras particiones quando se partió por el fondo, los tres que sobraron en las picas son hombres; y los quatro que sobraron quando se hizieron las mangas de los arcabuzes, y los dos en los mosquetes, son filas de á tantos hombres cada una, como fuere el fondo; y assi sumando los 4. con los 2. seran 6. y estos multiplicados por el fondo, haran 30. los quales sumados con los 3. de las primeras sobras, y con los 435. que salieron arriba, resultan los 468. como esta dicho. Notese tambien que si huviere sobrado algo, quando se formaron los troços, ó mangas de las picas, se multiplicaria tambien por el fondo, como se hizo en las bocas de fuego.

OBSERVACIONES.

EL Esquadron de gran frente es bueno para un dia de batalla por tener mucho fuego en la frente; y assi mismo es el que oy se forma mas ordinariamente.

Todos los Esquadrones se empieçan á formar, y á desfilar por el cuerno, ô costado derecho.

Las sobras de los Esquadrones se acomodan á la discrecion de quien los forma; las picas de ordinario se meten en la manga, ô troço del centro en vanguardia y retaguardia.

Las mangas de las Picas propiamente se llaman troços, y las de las bocas de fuego se dizen mangas.

PROPOSICION II.

Del Esquadron Condenado por terreno.

PUede suceder ocasion en que se haya de formar el Esquadron, que llevando cinco de fondo, no haya terreno no capaz para la frente; como, si estando el tercio en una plaça, que tenga figura de Paralelogramo, larga, y angosta, y por la parte angosta huviere de passar el Rey ô General, es cierto que en tal caso se hallara condenada la frente: y assi mismo puede ser necessario haverse de formar en campaña en alguna parte estrecha, como entre dos eminencias, ô bosques, ô sobre algun dique, todos lugares condenados; para lo qual sigue esta regla.

Supongamos que ABCD. es una plaça, y que la frente del esquadron ha de mirar al lado AB. y assimismo assentemos que el tercio tiene 400. hombres, 130. picas, 140. arcabuzes, y 130. mosquetes: y reconociendo que el espacio del terreno no es capaz de la frente que daran los 400. teniendo el esquadron 5. de fondo, se mandará á una persona que cuente los passos que hay desde A. à B. y demos que se hallaron 40. y de tantos hombres sera capaz la distancia AB. porque, como se ha dicho, cada hombre ocupa un passo.

Sabida la frente, es facil saber el fondo del Esquadron, lo qual se haze partiendo toda la gente por la frente, y el cociente será el fondo. Partanse pues los 400. por 40. que se hallaron de frente, y vendran 10. á la particion, que es el fondo del Esquadron.

Para su formacion se hara la regla dada en la Proposicion precedente, que es partir las 130. picas por 10. y vienen 13. por su frente. Y porque haviendo de repartir los 13. en tres troços, por ser dos numero par, tocará quatro de frente á cada uno, que es muy poco, se hará un solo troço de 13. de frente.

Concluido con las picas, se partiran los 140. arcabuzes por el fondo, y daran 14. á la frente; de los quales hechas dos mangas, tendrá cada una 7. de frente.

Partiranse despues los 130. mosquetes por el fondo, y vendran 13. á la particion, que haran la frente. De estos se formaran dos mangas de á seis de frente cada una, y sobrara uno. Y tendra todo el Esquadron un troço de picas, dos mangas de arcabuzes, y dos de mosquetes. *Estampa 1. Figura 2.*

PRUEVA.

Esta se ha de hazer como en la antecedente Proposicion, multiplicando las mangas por sus frentes, y porque de picas hay una sola de 13. de frente, no se ha de multiplicar. Las de arcabuzes son dos, que multiplicadas por 7. de frente que tiene cada una, hazen 14. De mosquetes hay otras dos de á 6. de frente que hazen 12. sumense las tres frentes 13. 14. y 12. y suman 39. que es la frente de todo el Esquadron. Y falta uno para los 40. hombres, de que era capaz el terreno; multipliquese este numero 39. por el fondo que es 10. y saldran 390. A los quales añadiendose 10. mosquetes que sobraron, seran los 400. propuestos.

Las tres B. que estan en el centro de las picas representan las Banderas: y las C. de la frente del Esquadron, los Capitanes.

PROPOSICION III.

Del Esquadron Quadro de Terreno.

El Esquadron quadro de terreno se forma, multiplicando las picas por 3. y partiendo el producto por 7. y de lo que viniere á la particion se sacará la raiz quadrada que dará el fondo del Esquadron.

Tenga el tercio de que se ha de formar el Esquadron 482. hombres, entre los quales hay 150. picas, 172. arcabuzes, y 160. mosquetes. Tomense las 150. picas, y multipliquense por 3. vendran al producto 450. que partidos por 7. sale al co-

cociente 64. cuya raiz quadrada que es 8. da el fondo. Adviertase que de las sobras de la particion por 7. ni de las de la raiz quadrada, no ha de hazer caso, porque aun no ha empeçado la regla.

Hallado el fondo del esquadron se proseguirá como en los precedentes; porque partiendo las 150. picas por 8. vendran 18. á la particion, y tantas picas tendrá la frente; que repartidas en tres troços, tocaran 6. á cada uno. Partanse despues los 172. arcabuzes por el fondo, y del cociente que es 21. se haran quatro mangas de 5. de frente cada una, y sobra uno. De la misma manera, partiendo los 160. mosquetes por el fondo, tocará á 20. de los quales, hechas tambien quatro mangas, tendra cada una 5. de frente; y todo el Esquadron se compondra de onze mangas; tres de picas, y ocho de bocas de fuego. *Estampa 2. Figura 1.* La prueva es la misma de los antecedentes.

OBSERVACION.

EN este Esquadron, mas que en otro, se deve observar la regla de que haya siete pies de hilera à hilera; pues de otra manera no quedaran las picas en quadro, como se pretende.

Si se huviere de formar el Quadro de terreno con todo el Tercio, esto es que todo el quede en quadro, se multiplicaran las picas, y bocas de fuego todas juntas, por tres; y en lo demas se seguirá la regla dada.

PRO.

PROPOSICION IV.

Formado el Esquadron Quadro de Terreno, hazerlo de quatro frentes.

SEa el mismo Esquadron, de que acabamos de hablar, el que se quiere hazer de quatro frentes; y aunque hay diversas maneras de formarlo, yo me acomodo mejor con la siguiente.

Por regla general saco la mitad de la mosqueteria y arcabuzeria del cuerno derecho á la vanguardia, y la del izquierdo, á la retaguardia; abriendo primero las mangas que huvieren de salir del cuerno isquierdo, à la retagardia, paraque passen los Capitanes que las han de guiar; ó si pareciere mejor, salgan las mangas por la frente, y tomen la buelta á la isquierda por defuera el Esquadron; que uno, y otro será bien hecho.

Esto executado, dexará la arcabuzeria que salio de los costados, sus blancos vazios; por los quales, antes de cerrarlos, han de passar los Capitanes que huvieren de estar en la frente de la retaguardia, que seran la quarta parte pues son quatro frentes; y los que huvieren de estar en las frentes que se hizieren á los costados, iran al mismo tiempo á tomar sus puestos por la parte de afuera, quedando la otra quarta parte para la frente de vanguardia: y hecho esto quedará el Esquadron en la forma que se vee en la *Estampa 2. Figura 2.*

ADVERTENCIA.

LUego que se saquen las bocas de fuego de los costados, que ha de ser á un mismo tiempo, y que esten desocupados los blancos, marcharán los Capitanes

nes

nes en la forma dicha, paraque todo ſe execute á un tiempo.

Y porque las hileras que quedaren á la parte exterior ocuparan mas terreno, que las del interior, es neceſſario tener ajuſtado el modo con que han de abrir, procurando dar mas gente á unas hileras que á otras; que de otra manera ſe hallará embaraçado, pues ſucederà alguna vez que ſe hayan de hazer mas hileras de arcabuzeria que de moſqueteria por la razon dicha. Pero en el preſente Eſquadron ſe abrirá la arcabuzeria en dos hileras iguales; y la moſqueteria en otras dos: porque como el numero de gente es corto, es facil que las hileras exteriores ſe abran un poco, y que las interiores ſe cierren, advirtiendo que todos queden con las caras á la Campaña.

Abiertas las bocas de fuego, ſe abriran las picas en eſta forma: mireſe quantas picas hay de frente en el eſquadron, que aqui ſon 18. y haziendo que de la primera hilera de vanguardia y retaguardia, no ſe mueva nadie, hara abrir de las otras ſeis hileras, que quedan, una manga de tres hombres por cada coſtado, de modo que tengan las caras á la campaña, y ſe tendrá el primer quadro de picas de 18. de frente: porque ſiendo ſeis hileras las que ſe abrieron, y de cada una tres, hazen 18. que es lo miſmo que la frente de picas que tiene el Eſquadron. Y porque de cada hilera de las ſeis ſe han quitado ſeis hombres de los 18. que tenia cada una, les quedaran 12.

Haziendo lo miſmo que antes, que las hileras primeras de vanguardia y retaguardia ſe eſten quedas, ſe abriran las otras quatro, á tres por cada coſtado, y haran el ſegundo quadro de picas de 12. de frente: y guardando eſta orden, ſe hara el tercero de ſeis por frente; y aſſi ſe puede hazer en infinito. Todo lo demueſtra la *Eſtampa* 3. *Figura* 1.

Tengaſe cuydado en que las hileras de picas de retaguardia buelvan las caras; y tambien, que el abrir de las picas ſea de un golpe; porque la mayor galanteria de eſte Eſquadron

dron conſiſte en que todo ſe execute en tres tiempos: el uno, es el de la primera Figura de la Eſtampa 2. que enſeña ſu primera forma: el otro, es el de la 2. Figura de dicha Eſtampa: y el tercero, el de la 1. Figura de la 3. Eſtampa. Y eſtando la gente dieſtra ſe puede abrir de un golpe.

OBSERVACION.

EL Eſquadron de quatro frentes es bueno para reſiſtir el impulſo de la Cavalleria, como la experiencia lo ha enſeñado; pues aunque no huviera mas exemplar que el que ſucedio año 1643. en la batalla de Rocroy, con el Tercio que havia ſido del Duque de Alburquerque, ſiendo ſu Sargento Mayor Juan Perez de Peralta, el qual deſpues de derrotado el exercito formó un Eſquadron de la gente que le havia quedado, y ſe le iva agregando de quatro frentes, y obligó al enemigo á aſſeſtarle la artilleria, y capitular para rendirſe: aſſi lo refieren los que ſe hallaron en aquella ocaſion, y lo eſcrive afirmandolo como teſtigo de viſta el Maeſtre de Campo Don Franciſco de Avila Orejon en en el libro que eſcrivió de Politica y Mecanica Militar para Sargentos Mayores; obra digna de que todos los Militares ſe miren en ella, como en un eſpejo.

Si las hileras de las bocas de fuego fueren tantas que las picas no alcancen á cubrirlas todas; deſde la parte del centro ſe puede ſacar una, ó dos hileras de picas, y ponerlas entre las bocas de fuego. Y porque hay opiniones que una pica puede cubrir haſta cinco hileras, advierto al Lector, que ſon falſas, porque lo mas que puede cubrir ſon tres, como lo enſeña la experiencia.

PRO-

PROPOSICION V.

Eſpecula los Eſquadrones de galanteria.

SI del Eſquadron de quatro frentes ſe quieren hazer quatro Baluartes ſe hará aſſi. Tomeſe la mitad de la Moſqueteria de un lado. como de RP. y RQ. y haziendo marchar dichas mitades azia R. haſta tanto que ſe junten una con otra, dexando la tercia parte de cada mitad para los flancos, ó traveſes, ſe formaran las caras del Baluarte R. con lo reſtante: y haziendo eſto por los demas lados, ſe formarà un fuerte de quatro baluartes; ſiendo las cortinas los arcabuzes. Adviertaſe que deſpues ſe ha de tener cuydado de que las picas y arcabuzes ſe abran por los angulos, ó eſquinas, y que deſde el Baluarte hagan calle al centro.

Si el miſmo Eſquadron de quatro frentes ſe quiſiere hazer circular, no hay otra coſa que hazer, ſino que como las filas eſtan en linea recta, ſe hagan arquear azia la campaña, quedando fixas las eſquinas.

Si ſe quiſiere formar oval, como para el circulo ſe arquean todas las filas, para el oval no ſe arquean mas que las dos opueſtas.

Y de la miſma manera ſi ſe pretende hazer una Cruz, ſe hará que las quatro eſquinas del Eſquadron eſten quedas, y que las de la mediania ſe retiren todas azia el centro, y quedará hecha la Cruz: ó hablando en terminos militares, quatro tenazas. Y diſcurriendo deſta manera ſe haran quantos Eſquadrones ſe quiſieren.

PROPOSICION VI.

De un Eſquadron de cinco de fondo formar las quatro frentes.

EVidente coſa es, que llevando el Sargento Major ſu Eſquadron de cinco de fondo por algun camino, ſi le tocan arma en campaña raſa, y le es fuerça formar las quatro frentes que no ſe ha de poner entonces á hazer una regla tan dilatada, como la que ſe ha dado en la antecedente; y mucho menos faltando aparejo para eſcrivir, ó ignorando ſacar la raiz quadrada; y la ocaſion no da lugar á tanta dilacion: y aſſi ſera bueno eſtar advertido de lo que ſe deviera hazer en tal caſo, que ſerá lo ſiguiente.

Tenga el tercio 300. hombres, en los quales haya 100. pias 100. arcabuzes, y 100. moſquetes: formeſe el eſquadron por la regla general, y ſe hallará, que ſe pueden hazer tres mangas de picas, de 6. picas de frente cada una; y aſſi miſmo quatro de arcabuzes, y quatro de moſquetes, de 5. defrente cada una: y doblado el eſquadron en la forma ordinaria, ſe tendrá ſola una advertencia, y es que el terreno que ha de ocupar el fondo del eſquadron, que es de vanguardia à retaguardia, que ha de ſer de tantos paſſos, como tiene picas de frente, y mas la quarta parte de las dichas picas; que hecho en eſta forma, quedarà el eſquadron como eſta el de la *Figura 2. de la Eſtampa* 3.

Para formar las quatro frentes, ſe haran con las bocas de fuego las miſmas operaciones, que en el precedente; y dividiendo deſpues la hilera de las picas del centro en quatro partes iguales, ſe añadira una quarta parte à cada una de las otras quatro hileras, y no quedaran mas que quatro hileras de picas; y aſſi ſacando las dos del centro, una para cada coſtado, y haziendo à la de la retaguardia bol-

bolver las caras, quedará formado el eſquadron de quatro frentes, que es lo que ſe pretende como ſe mueſtra en la *Figura* 3.

Eſta es la demoſtracion que prometi hazer al principio de eſte Tratado de eſquadrones, adonde dixe que no havia mas eſquadron que el de frente prolongada, como es cierto; porque ſi todos los eſquadrones ſe pueden formar del de quatro frentes, ſegun queda provado, y eſte ſe forma del de gran frente, no hay duda ſino que eſtá provada mi opinion. Y aunque ſe pudiera oponer que del eſquadron de quatro frentes no puede ſalir el condenado; tambien ſe puede reſponder, que ſi no ſe forma del de quatro frentes, ſe formarà del de frente prolongada; pues con doblar, tresdoblar, ó quatrodoblar &c. el fondo, ſe conſeguirá lo que ſe deſſea.

Eſto juzgo ſer baſtante paraque uno pueda ſer razonable eſquadroniſta: y pues es obligacion del Soldado no ſolo ſaber el arte de eſquadrones, ſino tambien conocer el de la Fortificacion, paſſaremos á tratar de ella lo mas brevemente que fuere poſſible.

LIBRO OCTAVO
QUE TRATA DE LA FORTIFICACION MODERNA, O ARCHITECTURA MILITAR.

EN el Libro precedente he advertido, como ſolo havia tenido intento, en los principios, de eſcrivir los Rudimentos de la Geometria; y pareciendo impropio en un Militar, tratar de los principios Mathematicos ſin tocar los que pertenecen á ſu profeſſion, como ſon las reglas de eſquadronar, y fortificar, pues no deviera tener nombre de Soldado quien las ignora, juzguéſer de mi obligacion encorporar en eſte Volumen un breve Tratado de cada coſa, paraque los que quiſieren emplearſe en eſtudios tan importantes al Real ſervicio hallaſſen ſatisfacion de ſu curioſidad. Y aunque no es preciſamente neceſſario ſer buen Geometra para uſar bien la fortificacion, ſerá de grande utilidad la inteligencia de la Geometria. Peró careciendo de eſta noticia, ó no teniendo tiempo para aprenderla, no dexe de aplicarſe por eſta cauſa, al eſtudio de la doctrina que proponemos, pues no ſe piden mas circunstancias, que la cognicion y practica de algunas reglas del uso del compas, que se hallaran en el Libro 1. y la mediana noticia de las quatro Reglas Arithmeticas, con que podrá el Curioso entender lo que pertenece al Militar, que solo desseamos instruir, y no constituir un perfecto ingeniero que necessita de mayores fundamentos.

TRATADO PRIMERO

De los Preludios de la Fortificacion.

PROPOSICION I.

Difinese la Fortificacion.

FOrtificacion es Arte que enseña fortalecer una plaça, de suerte que todas sus partes sean defendidas de dos lugares, ó por lo menos de uno, y assi quando una plaça estuviere en la forma dicha, se dirá que esta fortificada. Pero si tuviere solamente la muralla antigua guarnecida de torres redondas ó quadradas, que son las primeras Fortificaciones con que los antiguos empeçaron á fortalecer sus Ciudades, se llamarà plaça cerrada, mas no fortificada.

El Origen de la Fortificacion procedio de la tirania, porque pretendiendo la ambicion y malicia de los hombres usurpar lo ageno, fueron obligados los pueblos, para vivir con seguridad libres de los que intentavan sujetarlos á su servidumbre, á cercar sus plaças, contentandose al principio con levantar murallas á prueva de las maquinas que antiguamente se usavan, como los Arietes, y otras. Los Arietes eran unos carneros de bronze puestos sobre carros cubiertos, en los quales se metian algunos Soldados, y haziendo bolver atras la maquina, bolvia con violencia, y batia la muralla con la cabeça del carnero. Y para defenderse de las piedras y flechas que los defuera arrojavan, y ofenderlos estando cubiertos los de adentro, hizieron sobre la muralla un paredon, ó parapeto con sus almenas, dexando en cada una su tronera, que llamavan flechera, ó ballestera.

Pero reconociendo con el tiempo no ser estos reparos suficientes, inventaron los torreones a distancia un tiro de piedra, unos de otros. Estos duraron hastaque se inventó la polvora, y uso de la Artilleria, la qual obligó á buscar nuevas defensas, haziendo baluartes redondos, que aun se conservan en algunas partes, perficionandolos despues poco à poco hastaque han llegado a la forma Triangular que oy tienen, que es la mas perfecta Fortificacion que se ha inventado, de la qual yo espero tratar, con el favor Divino.

PROPOSICION II.

Da noticia de las lineas, y Angulos de la Fortificacion.

LO primero que se deve hazer, quando alguno dessea aprender algun oficio, es saber los nombres de los instrumentos, y partes del oficio; y assi es necessario tener el conocimiento de los nombres propios de todas las lineas y angulos de la Fortificacion que son los siguientes.

BP. Diametro de la figura. AB. Semidiametro. BD. Capital. BC. Poligon interior. DE. Poligon exterior. BH. media gola. HF. Flanco. HG. Cortina. BHO. Gola. HE. linea de la defensa rasante. KM. linea de la defensa fixante. DF.

Cara del baluarte, segundo fuego, ó segundo flanco es el espacio que hay desde el punto donde nace la linea de la defensa fixante hasta el flanco, como lo es el espacio KO.

La linea de la defensa rasante HE. segun el Padre Jorge Fornier, y el Autor de los Trabajos de Marte, se llama fixante. Peró el Cavallero Antonio de Vila, excelente Ingeniero, y Mathematico, dize que no alcança la razon porque aquellos Autores dan este nombre á las dichas lineas; porque el tiene por rasante y fixante las que havemos señalado, rasante á la que sale del flanco como HE. y fixante á la que sale de la cortina, como MK. MN. *Estampa* 1. *Figura* 1.

PROPOSICION III.

De los nombres de los Angulos mas principales.

PAraque los angulos sean mas bien comprehendidos advierto que nombrandose por tres letras, el Angulo se ha de entender por la letra de en medio, como en otra parte se ha dicho.

BAC. Angulo del centro de la figura, formado de los dos semidiametros AB y AC.

QDF. se dize Angulo flanqueado, ó del baluarte, formado de las caras QD. y DF.

GHF. Angulo flanqueante, formado de la cortina HG. y del flanco FH. llamase flanqueante, porque defiende el Angulo flanqueado E.

DFH. Angulo de la espalda, formado de la cara del baluarte DF. y del flanco FH. nombrase assi, porque la esquina F. se llama espalda.

OBH. Angulo de los Poligones, formado de los dos LB. y BC. tambien se llama Angulo de la gola, porque se forma de dos medias golas.

GDE.

GDE. Angulo diminuto, formado de la linea rasante GD. y del Poligon exterior DE.

A. centro de la Figura. B. centro de los Poligones, ó del Baluarte. *Figura* 1.

Otros Angulos y lineas hay en la Fortificacion, pero los referidos son los mas essenciales; y adelante se declararan los nombres de cada figura, como se vaya ofreciendo hablar de ella. Y porque todas deven constar de proporcion y medida, se pondrá aqui la distancia de medio pie Geometrico, medio de Paris, y medio de Brabante, que llaman del Rey, que son los pies con que se mide la Fortificacion ordinariamente.

PROPOSICION IV.

De los pies con que se proporcionan las Fortificaciones.

PRimeramente se ha de saber que el pie Geometrico consta de doze pulgadas, y cada pulgada está dividida en doze partes, que llaman lineas, como se vee en el medio pie TT. que tiene seis pulgadas, y la una TA. esta dividida en 12. partes, llamadas lineas.

El pie de Paris es mas largo que el Geometrico: el qual está repartido en diez pulgadas, y cada pulgada en diez lineas, como se muestra en el medio pie KK.

El de la Provincia de Brabante, que nosotros llamamos pie del Rey, es mayor que el Geometrico, y menor que el de Paris; y está dividido en diez pulgadas, y cada pulgada en diez lineas, como se vee en el medio pie RR. de la *Estampa* 1.

Y si se quisiere medir por passos, sepa se que cada passo Geometrico tiene cinco pies Geometricos; y el medio passo, que es la passada simple, dos y medio; porque se ha de advertir que para ser passo se han de mudar los dos pies,

Y

y mudandose el uno solo, es medio passo.

Por la diversidad de pies, dan diferente cantidad de ellos á las partes de la Fortificacion, conforme el pie con que la miden; pero siempre se concuerda con la medida, como se dirá adelante.

PROPOSICION V.

De las Maximas y Preceptos generales, que se han de guardar en la Fortificacion Regular ó Irregular.

TOdas las partes de la Fortificacion deven estar proporcionadas de manera que no haya alguna, que no este debaxo de regla, pues faltando esta en qualquiera de ellas, faltan todas, porque es comparada la Fortificacion al cuerpo humano, que padece, estando mala la menor parte.

Primera Maxima es; que la linea de la defensa no sea mayor que el alcance del mosquete de punto en blanco, que es 1000. pies Geometricos, porque siendo mayor no estará bien defendida la plaça; y ordinariamente la linea de la defensa es de 720. pies de Paris, ó 800. de Brabante que es la que yo sigo, aunque es poca la diferencia.

Segunda, que el flanco no sea mayor de 150. pies, ni menos de 100. porque siendo menor habrá poco fuego, haviendo de salir del para defender la cortina, flanco, frente ô cara del baluarte, contraes carpa, y estrada encubierta opuesta: y assimismo siendo menor el flanco, el angulo flanqueado sera obtuso. Si fuere mayor causará que todas las partes de la fortificacion sean grandes, como la linea de la defensa, y cara del baluarte: y sobre todo que el angulo flanqueado sea agudo. El mas proporcionado es de 120. á 130. pies.

Tercera, que la Media gola sea de la grandeza del flanco, antes mas que menos; y en particular en las figuras de quatro y cinco lados, en las quales los angulos de los poligones son mas cerrados. Si la media gola es pequeña no que dará entrada capaz al Baluarte, y todo el parceerá un reduto, y la linea de la defensa sera larga. Si la media gola es grande, lo seran tambien las caras de los baluartes, y las cortinas muy pequeñas. Esta justificacion de la Media gola no se entenderá en lo irregular, donde es menester conformarse con el terreno.

Quarta, que la cortina sea de 400. á 500. pies, no passando los 600. por razon que causará los defectos dichos en la media gola pequeña; porque un defecto causa otro. Ni ha de ser menor de los 300. pies, porque siendolo no estara bien defendida por su mediania que es adonde suelen colocarse las puertas; y para haverlas de defender será necessario sacar la mitad del cuerpo fuera del parapeto, lo que es peligroso por la manposteria del enemigo. Y en fin tendrá el defecto que la Media gola grande.

Quinta, que la cara del baluarte sea de 300. á 360. pies; ô de la cantidad de los dos tercios de la cortina; ô del duplo de la Media gola; porque siendo mayor de lo dicho, causará muchos defectos, teniendo mas costa para hazerla, y haviendo menester mas gente para defenderla: y siendo la parte por donde ordinariamente se ataca una plaça, es mas fuerte siendo pequeña porque no tendrá tanta frente en que abrir brecha el enemigo: ni tanpoco ha de ser tan pequeña, que le falte capacidad para alojar artilleria, ô no tenga terreno en que fortificarse, si el enemigo se alojare en la brecha.

Sexta, que todo Angulo flanqueado de Baluarte, Revellin, Media luna, ô de otra qualquiera fortificacion, no sea menor de 60. grados, ni mayor de 90. que es el mas perfecto, y el que yo sigo: y nunca sea el dicho angulo obtuso, puede ser agudo, como no sea menor de los 60. grados.

dos. El Autor de los Trabajos de Marte lo quiere ſiempre obtuſo: y yo, ſiguiendo á de Villa, Fornier, Doghen, y Fritach, lo apruevo recto; porque el obtuſo, ô ha de tener grandes flancos, ô ha de ſer incapaz de cortaduras, ô no tendrá ſegundo fuego. Si es agudo en demaſia no podrá reſiſtir á la Artilleria.

Septima, que el Angulo flanqueante ſea recto ſobre la cortina; el Autor de los Trabajos de Marte lo quiere tambien obtuſo, haviendo reprovado ſolamente por eſta razon, la Fortification del Conde Pagan, contradiziendoſe á ſi miſmo.

Octava, que el foſſo ſea de la grandeza del flanco, como de 120. á 130. pies; no ſiendo mayor de 150. ni menor de 100. porque ſiendo grande, por lo apartado que eſtaran la Contraeſcarpa, y eſtrada encubierta del flanco opueſto, no ſeran bien defendidas, y el enemigo podrá con mas facilidad alojar ſu Artilleria á la barba de la Empaliçada, deſde donde ſe abrirá luego brecha. Y ſiendo grande no puede ſer profundo, porque no habrá adonde echar la tierra; y no ſiendo el foſſo profundo con las ruinas de la muralla, y alguna poca faxina, eſtará cegado. Por el contrario ſe ha de procurar que no ſea eſtrecho, porque corre peligro de ſer paſſado con puente artificial en una noche obſcurra. Y aſſi miſmo ſerá neceſſario que ſea profundo, paraque haya tierra para hazer las Fortificaciones. La profundidad del foſſo ha de correſponder á la altura de la muralla de 15. á 20. pies.

Nona, que la Eſtrada encubierta ſea de 20. á 30. pies de ancho; advirtiendo que ſi ſe haze mayor tendrá el enemigo gran plaça de armas adonde alojarſe, ſi la ganare; y ſiendo menor, no ſe podrá tener en ella gente formada en tiempo de ſitio; ni habrá capacidad donde poner los pertrechos neceſſarios para ſemejante ocaſion.

Decima, que la eſplanada tenga de 60. á 100. pies

Unde-

Undecima, que no haya parte de la plaça que no eſté defendida de dos partes, ó de una por lo menos.

Duodecima, que toda Fortificacion exterior eſté deſcubierta y dominada de las interiores.

Las demas circumſtancias y partes ſe declararan en ſu propio lugar.

OBSERVACION.

En la explicacion de las Maximas me he dilatado, advirtiendo las medidas de las partes de la plaça con el defecto de las mayores y menores, paraque quando ſe ofreciere hablar de las partes nombradas atienda á eſtas Maximas; y ruego al Curioſo que no ſolamente las lea antes de empeçar el eſtudio de la Fortificacion ſino que las conſerve ſiempre en la memoria; porque en ellas conſiſte el conocimiento de la Fortificacion.

ADVERTENCIA.

Al principio de eſte Libro, dixe ſer neceſſario para la Fortificacion ſaber algunas reglas del Uſo del Compas; y ſon las principales, dividir una linea por mitad, levantar una perpendicular ſobre una linea de qualquier punto dado, y tirar una paralela ſobre otra linea; todo lo qual ſe hallará en los Problemas del libro 1. y no ſeria malo, para obrar con mas brevedad, ſaber por regla fixa, dividir un Circulo en las partes iguales que ſe qui ſiere; que tambien ſe hallará en los miſmos Problemas.

PROPOSICION. VI.

Dividese la Fortificacion.

LA Fortificacion se divide en Regular, y Irregular. Regular es aquella, cuyos lados, y angulos correspondientes y semejantes son iguales. Irregular es la que carece de dicha igualdad. En primer lugar se tratará de la Regular.

TRATADO SEGUNDO

De la Construccion de las Plaças Regulares.

PROPOSICION I.

Fortifica un Tetragono, ô Quadrado.

PAra delinear sobre el papel un Quadrado, ó Tetragono, y otra qualquier Figura Regular, se tirará una linea recta como AB. de la segunda Figura, y con qualquier abertura del Cõpas, y de qualquier punto de dicha linea, y sea del termino G. se descrivirá el circulo CDEF. y dividiendo por mitad el Diametro FD. por el Problema I. Lib. 1. con la linea QI. quedará el circulo repartido en quatro partes iguales. Tirese una linea de division á division, como son CD. DE. EF. FC. que seran los poligones interiores. Dividase uno en cinco partes iguales, y sea CD. que se dividirá en las cinco partes C. N. X. Z. T. D. Tomese una quin-

quinta parte para la Media gola CN. y otra para TD.

Hecho esto se levantará en el termino N. y en el termino T. una Perpendicular, por el Problema 2 del Lib. 1. y por si acaso no lo huviere aprendido el operante, se pondrá aqui le Regla. Abrase el Compas á discrecion, y puesto en D. será un arco azia M. y con la misma abertura desde Z. se formará el Cruzero M. y poniendo la regla en los puntos TM. se tirará la linea TM. y de la misma manera de los terminos XC. se descrivirá el Cruzero P. y se tirará la linea NP. luego se dividirá una media gola TD. en tres partes iguales, y se tomaran las dos RT. para los flancos TS. NO.

Para tirar las caras de los Baluartes, se pondrá la regla en los terminos NS. y se tirará la linea de la defensa rasante NB. que terminará la cara del Baluarte SB. y de la misma manera poniendo la regla en los puntos TO. se formará la linea de la defensa TQ. que terminará la cara QO. y haziendo lo mismo por los demas lados quedará cerrada la plaça en buena proporcion.

En las Maximas dixe que mi linea de defensa era de 800. pies del Rey, ó de Brabante; y aunque en esta figura sea algo mayor la dicha linea que el poligon interior, no obstante se ha de reputar el poligon por la linea de la defensa: y assi paraque el estudioso sepa la cantidad de cada parte de la plaça, dividirà el poligon CD. en ocho partes iguales, y cada parte sera 100. pies y se habra formado una escala, como K. por la qual hallará que la linea de la defensa tiene 841. pies, y tres quintos; la cortina, 480. el flanco, 106. y dos tercios, la media gola, 160. la cara del Baluarte $350.\frac{1}{10}$ el semidiametro $565.\frac{2}{3}$ y el Angulo flanqueado será de 65. grados. *Figura* 2.

En los Trabajos de Marte se dan al flanco de esta figura 72. pies, no siendo su angulo flanqueado mayor que el mio.

OBSERVACION DEL QUADRADO.

EL Quadrado es bueno para fortificar un passage en la campaña, ô para guarnecer una linea de circumvalacion, ô para hazer una Ciudadela en una plaça. Las Ciudadelas de Cambray, Juliers, Capua en el Reyno de Napoles, Calés, Chapela, y Havre de gracia son de quatro baluartes, sin otras muchas que hay en diferentes partes.

PROPOSICION II.

Fortifica el Pentagono.

PAra fortificar el Pentagono, assi se llaman las figuras de cinco lados, se tirará la linea recta AB. á discrecion, y de qualquier punto, y sea de M. con la abertura que se quisiere, se descrivirà un circulo que se dividirá en cinco partes iguales con los poligones D. E. F. G, C. Dividase uno en cinco partes iguales, y dese una á la Media gola CH. y otra á DI. y sobre los puntos HI. se levantaran las perpendiculares IL. HK. en la forma que se hizo en la precedente Proposicion, porque se ha de tener por regla general.

Dividase el Poligon DE. en seis partes iguales, y tomese la una ZD. para los flancos IP. HO. y hecho esto se pondrá la regla en HP. y se tirará la linea de la defensa HQ. que terminará la cara del baluarte PQ. y por OI. la linea de la defensa SI. que dará la cara SO. hagase lo mismo por los demas lados, y quedarà cerrada la plaça en buena proporcion. *Figura* 3.

Para saber las partes desta Figura, se dividirá un Poligon en ocho partes iguales, que cada una sera 100. y se tendrá la escala R. por la qual se conocerá la linea de la defensa, que es de 830. pies; la cara del baluarte, de 340. la cortina, de 480. la media gola de 160. el flanco de $133.\frac{1}{3}$ el semidiametro de $680.\frac{1}{2}$ y el Angulo flanqueado es de 77. grados.

OBSERVACION.

EL Pentagono es la figura que se ha hallado mas á proposito para construir una Ciudadela en una Villa, como son las de Amberes, Burgh en Francia, Turin en el Piamonte; y las que ha hecho nuevamente el Frances en las Villas de Lila, y Tornay. Finalmente es bueno el Pentagono para un Fuerte de Campaña, ô guarnecer la linea de circumvalacion.

PROPOSICION III.

Fortifica un Exagono.

PAra fortificar el Exagono, que es figura de seis lados, se tirará la linea AB. á discrecion y formado el Circulo como en las precedentes operaciones, se dividerá en seis partes iguales, lo qual se harà con la misma abertura del Compas, con que se hizo el Circulo; y haviendo tirado los poligones de division á division, como se ha dicho, se dividirá uno, y sea CE. en cinco partes iguales, y dando una á la Media gola CX. y otra á ED. se levantaran en los punctos XD. las perpendiculares para los flancos.

Dividase otro poligon EB. en seis partes, como se hizo en la passada, y dese una sexta parte al flanco DO. y otra á XH. Para tirar las lineas de la defensa se dividirá la quinta parte FD. y XG. por mitad en los puntos TZ. y de dichos puntos se tiraran las lineas de la defensa TP. ZQ. passan-

passando por los extremos de los flancos H. O. como se ha hecho en las precedentes. Hagase lo mismo por los demas lados, y que dará cerrada la fortificacion bien proporcionada. *Estampa 2. Figura 1.*

Hagase la escala I. dividiendo un Poligon en ocho partes iguales, que como esta dicho, cada parre sera 100. y midiendo todas las partes de la plaça, hallará la linea de la defensa rasante de 800. pies, igual al Poligon interior; la linea fixante, de 730. la cara del Baluarte, de 320. la cortina, de 480. la media gola, de 160. el flanco, de $133.\frac{1}{3}$ y el sngundo flanco ZD. de 80. el semidiametro, de 800. igual al Poligon; y el angulo flanqueado es de 83. grados; que todas son muy buenas proporciones.

OBSERVACION.

EL Exagono es la mayor figura que se elige para hazer una Ciudadela; aunque hay algunas, como la del Cassal de Monferrat; en el Piamonte, y en otras muchas partes; pero bien considerado, mas propiamente se pueden llamar Villas, como Grol en la Frisa, Charleroy en estos Paises, y Leopol en Austria. Esta figura es la primera de las regulares, á la qual, si se quisiere, se puede hazer recto el angulo flanqueado; porque en el Quadrado, y Pentagono no es possible.

PROPOSICION IV.

Fortifica el Eptagono.

EN el Eptagono, que es la figura de siete lados, se observará la misma regla que en el Exagono: y assi hecho el circulo, y dividido en siete partes, se tiraran los poligones de punto á punto: y dividiendo uno en cinco partes iguales, se dará una para la media gola; y la sexta parte del Poligon al flanco; y tirar las lineas de la defensa de la mitad de la segunda quinta parte: observando en todo la misma regla que en la Proposicion precedente. *Estampa 2. Figura 2.*

Hagase su escala de un poligon, como K. y por ella se hallará la linea rasante de 780. pies; la fixante, de 710. la cara del baluarte, de 280. la cortina, de 480. la media gola, de 160. el flanco, de $133\frac{1}{3}$ el segundo flanco de 80. el semidiametro, de $924\frac{1}{2}$ y el Angulo flaqueado recto de 90. grados.

OBSERVACION.

EL Eptagono es comodo para Fortificar una Villa en un llano, porque encierra dentro de sus murallas gran distrito. Hay algunas Villas de siete baluartes nombradas por su Fortaleza, como Dama, en Flandes; Covorden, en Frisa; Philipsburgh, en Alsacia. Y aunque verdaderamente el Eptagono no sea propio para Cuidadela, no obstante la de Manheim, Villa Capital del Palatinado, que esta sobre el Rin es de siete baluartes, y muy fuerte.

Plaças de mas baluartes que siete son muy pocas las que se Fortifican; por lo menos de ocho, que yo sepa, no hay ninguna; aunque Palma-nova Villa en el Dominio de Venecia, es de nueve, peró no se de otra: y assi escusaré proponer mas, figuras con la advertencia siguiente.

Si se huviere de hazer un Octagono, se haga el circulo, y dividido en ocho partes, se tiraran todos los poligones como en las precedentes; y dividiendo uno en seis partes iguales, se dará uua á la media gola, y otra al flanco, y se tirará la linea de la defensa de la mitad de la tercera sexta parte; y en tal caso el angulo flanqueado será recto: y haziendo su escala de un poligon, se mediran todas las partes de la plaça, como se ha enseñado.

Del Octagono en adelante hasta 12. Baluartes, se darà siempre la sexta parte del Poligon à la media gola, y al flanco otra sexta; y se tirara la linea de la defensa de la mitad de la cortina.

Otras muchas proporciones hay para los flancos, y medias golas, assi en el Quadrado, como en los demas, como es dar siempre la sexta parte del Poligon à la media gola, y al flanco, y tirar la linea de la defensa del angulo flanqueante, ô de la sexta parte mas proxima al flanco. Algunos dan la quinta parte del Poligon à la media gola, y los tres quartos de la media gola al flanco, dividiendo el Poligon en tres partes, y señalando una por Capital, tiran la linea de la defensa desde el punto de la capital, y extremidad del flanco, hasta terminarla en la cortina, formando alli segundo fuego. Pero los que siguen esta regla hazen las caras de los Baluartes muy grandes, y el angulo flanqueado agudo. Por cuya razon yo me conformo con el metodo que sigo, el qual esta muy proporcionado á las Maximas aprovadas de la Fortificacion.

PROPOSICION V.

Del Fosso, Falsabraga, Estrada encubierta, y Esplanadá.

DEspues del designio de la plaça sigue el del fosso, cuya forma es la siguiente.

Prolonguense todos los semidiametros á la Campaña, como AD. AC. &c. y levantense del centro perpendiculares á la cortina, prolongandolas à discrecion, passando por mitad de la cortina, y el punto adonde se encuentran las lineas de la defensa, como AG. AE. &c. Assimismo se deven prolongar todos los flancos en infinito, como estan MF. IO. y esto executado se habrirá el compas con la grandeza de uno de los flancos, ó con una de las medidas que dimos en las Maximas; y con esta abertura, puesto el pie del compas en el angulo flanqueado L. se hará la porcion de circulo HK. y desde el angulo S. la porcion PQ. pongase la regla en el angulo de la espalda M. y en la extremidad de la circumferencia del arco PQ. de suerte que no haga mas que tocarse la circumferencia en un punto, que será en Q. y tirese la linea MQ. y puesta la regla en el punto de la circumferencia H. y en el angulo de la espalda I. se tirará la linea HI. cortando la MQ. sobre la perpendicular AE. de suerte que HVXQ. es la contraescarpa del fosso. *Estampa 2. Figura 3.*

Este termino de contraescarpa he oido muchas vezes confundir con la estrada encubierta, siendo ansi que la contraescarpa se entiende solamente desde el arce, ó orilla del fosso QH. hasta lo profundo, que viene à ser toda su escarpa. Y si lo quisieren escusar diziendo ser termino francés, digo que tambien ellos se engañan, porque en francés la estrada encubierta se llama camino cubierto, ó corredor. He querido advertir esto, paraque se dé à cada parte de Fortificacion su nombre propio.

La primera Fortificacion exterior es la Falsabraga en las partes adonde las hay; aunque haviendose conocido ser de poco provecho, estan reprovadas de la mayor parte de los Autores; y en mi sentir tienen razon, porque no solo son de mucha costo por la mucha tierra que se consume en su parapeto, sino que despues de hecha no pueden los soldados estar en ella desahogadamente en tiempo de sitio por lo mucho que incomodan las ruinas que caen de la muralla principal; peró por no dexar de dar noticia de todo, pondré aqui el modo de hazerlas.

Dividase una media gola en tres partes iguales; y tomando la una se pondrà sobre los flancos, y cortinas, que será desde 2. à 3. y 4. y de 6. à 5. y 7. tirese la linea 7. 4. paralela à la cortina 2. 6. y tomando sobre ella la distancia

cia dicha que ſera de 4. a 9 y de 7. á 8. ſe pondrà la regla en los puntos 3. 9. y 5. 8. y ſe tiraran las lineas 5. 8. y 9. 3. haſta cortar las caras de los baluartes prolongadas; y las dichas lineas 8. y 9. ſeran los flancos de la Falſabraga. *Figura 3.*

Para dar a la eſtrada encubierta lo que le toca, ſe dividirà un flanco en cinco partes, y ſe tomarà la una (ó bien darle 24. ó 26. pies) la qual ſe pondrà ſobre los flancos prolongados de los puntos de la Contraeſcarpa, que ſera deſde V. á N. y deſde X. á Z. aſſimiſmo ſe marcará dicha diſtancia deſde la contra es corpa á R. ſobre la perpendicular AE. pongaſe la regla en los terminos RN. y tireſe la linea RD. prolongandola á diſcrecion: y pueſta la regla en RZ. ſe tirará la linea RC. y haziendo eſto por los demas lados, quedará cerrado el foſſo, y las lineas de la eſtrada encubierta ſe vendran á encontrar frente de los angulos flanqueados, como ſe vee en DC.

Para la Eſplanada ſe dividira un flanco en tres partes, y tomando las dos, ſe marcaran ſobre los dichos flancos prolongados en los puntos de la eſtrada encubierta, y ſobre la perpendicular AE. que ſerá de N. á F. de Z. á O. y deſde R. á E. hagaſe como en la eſtrada encubierta, poniendo la regla de E. á F. y tirando la linea EB. y por EO. la linea EG. y ſiguiendo eſta orden al redidor de toda la plaça, ſe vendran á encontrar las lineas de la eſplanada frente de los angulos de la eſtrada encubierta, como lo hazen BG. porque ſe ha de advertir que todo lo que ſe habla de un lado ſe deve entender de los demas, ó no fuera Fortificacion regular.

OBSERVACION.

HAy gran diſputa ſobre ſi los foſſos han de ſer ſecos, ó de agua, y por la brevedad que procuro, eſcuſare poner aqui las razones de una y otra parte, diziendo ſolamente que todos convienenen en que el foſſo que ſe pudiere llanar de agua y vaziar ſiempre que ſe quiſiere es el mejor; y tambien que en las plaças grandes el foſſo ſeco ſera mejor que el de agua; aunque de Villa no reprueva al de agua en todas las plaças.

En medio del foſſo ſe ſuele hazer otro pequeño de 15. á 20. pies de ancho, que llaman cuneta, ó refoſſeto, lo mas profundo que ſe pudiere al rededor de toda la plaça.

La Falſabraga ſe hazia de antes en torno de la plaça, peró haviendo enſeñado la experiencia que eſtava enfilada, ó deſcubierta por las caras de los baluartes, ſe haze oy ſolamente delante las cortinas y flancos.

La anchura de la Falſabraga deve ſer de 30. pies, y ſu parapeto de 20. como el de la muralla, y de 6. de altura, que es la ordinaria de todos los parapetos, y la banqueta de 3. á 4. de ancho, que vienen á ſer todos 53. ó 54. pies.

Todas las lineas de puntos aſſi en eſta figura, como en las precedentes, no han de quedar en la fortificacion, pues ſolo ſirven de deſignio.

A la eſtrada encubierta ſe daran de 24. á 30. pies.

PROPOSICION VI.

De la Muralla, Parapeto, Quarteles, y Puertas.

DEſpues de formada la plaça, como ſe ha enſeñado, ſe marcará la anchura del parapeto, muralla, y declivios; y dexando eſtos para quando ſe hable de los perfiles, trataremos primero de la muralla y parapeto.

Prolonguenſe todos los flancos á diſcrecion por la parte interior de la plaça, y dividiendo una media gola en ocho partes, ſe tomará la una, y ſe marcarà ſobre dichos flancos prolongados, que ſera deſde F. á G. y deſde A. á B.

tirese la linea GB. y guiando la dicha linea por todas las partes de la Fortificacion, de suerte que como GB. es paralela á FA. lo sea tambien á los flancos, y caras de los Baluartes, y estará marcada la anchura del parapeto. *Estampa* 3. *Figura* 1.

Para dar á la Muralla la anchura que le toca, se dividirá una media gola en cinco partes, y tomando la una se marcará sobre los dichos flancos, como desde B. á C. y de G. á H. tirese la linea HC. hasta tocar en los semidiametros de la figura, en los puntos I. E. y haziendo lo mismo por los demas lados quedará delineada la anchura de la muralla encontrandose todas las lineas en los semidiametros, como se ha dicho, no entrando en los Baluartes, como el parapeto; porque es de notar que quando la dicha linea entrare dentro de los Baluartes, indica que estos estaran vacios, y no terraplenados, como muestran estos, que yo tengo por mejores. *Estampa* 3. *Figura* 1.

La Banqueta sera de tres pies de ancho, como se dirá despues.

Para marcar la plaça de armas principal, que es la que esta en el centro de la plaça, se tomará una media gola, y puesto el pie del compas con esta abertura en el centro S. se hara un punto sobre todos los semidiametros, y tirando una linea de punto á punto, como RT. TX. *&c.* quedará formado el pentagono interior R. T. X. P. Q. paralelo al exterior, y será la plaça de armas principal.

Para la anchura de las calles principales, que son las que desde el centro de la plaça vanderechas á los Baluartes y cortinas, porque desde el centró se deven ver, se tomará la quarta parte de un flanco; y para las pequeñas la octava; y á esta distancia se fabricaran las casas, quedando todas las calles paralelas á la cortina, excepto las referidas; como todo lo demuestra la *Estampa* 3. *Figura* 1.

OB-

OBSERVACIONES.

LA anchura del Parapeto de nna plaça deve ser de 20. pies, y siendo de la mejor tierra, de 18. á lo menos; pero si el terreno fuere arenisco se le daran 24. ó 25. tengo dicho que se le diesse el quinto del flanco, y en la demostracion sobre el papel, se le dio un poço mas. Lo mismo hize con las calles, las quales deven ser de 30. á 36. pies, y las menores de 16. á 18. advirtiendo que la calle que hay entre la muralla y las casas ha de ser de 50. á 60. pies, porque se han de juntar en ella los soldados en tocando arma: y por esta razon se deven hazer sus quarteles los mas cercanos á la muralla, dandoles 16. pies en quadro á cada uno.

La anchura de la muralla, por la parte de arriba, adonde se marcha, sera de 30. pies, porque tanto es lo que recula un cañon.

Las puertas se colocan en medio de las cortinas que es la parte mas flanqueada de una plaça, por estar defendidas de los dos flancos colaterales; y son siempre de 12. pies de ancho, y 15. de alto; y de la misma anchura se haran los puentes.

Ponense en los quicios de las puertas unas bolas de piedra paraque los carros no toquen en la pared. La piedra, de que se hazen los frontispicios, sea labrada toscamente, porque de otra manera mas sirve de adorno que de defensa. Las bovedas no han de ser derechas, porque aplicando solo un petardo à la primera puerta, pudiera romper tres ó quatro puerras, estando en linea recta; lo que no hará estando curvas.

Los cuerpos de guardia se han de hazer cerca de las puertas á un lado por la porte de adentro de la plaça: y el cuerpo de guardia principal en la plaça de armas.

LOS

Los Almagazenes se haran en la parte mas seca y escondida de la plaça, paraque la polvera no se humedezca; y el enemigo no los descubra desde la Campaña. Colocanse ordinariamente cerca los Baluartes, para tenerlos á la mano.

PROPOSICION VII.

De las Medias Lunas, y Revellines.

PAra de finiar toda Fortificacion exterior, se prolongaran todos los semidiametros, y se sacaran lineas del centro de la plaça que passen por medio de las cortinas, tirandolas todas à la Campaña: assimismo se tirarà el fosso de la figura en blanco.

Para formar el revellin 8. se tomará la abertura de la cortina ED. y con ella, puesto el pie del compas en D. se formará un arco azia G. y con la misma abertura, desde el punto E. se hará un cruzero en G. sobre la perpendicular AG. y GN. sera la capital del revellin.

Para señalar las caras, se pondrá la regla en el centro del Baluarte B. y en el extremo de la capital G. y se tirarà la linea GB. que cortarà la contraescarpa en el punto 6. formando la cara G6. tirese por el otro lado la linea CG. y cortarà la contraescarpa en 9. y se tendrà el revellin 9G6.

La anchura del fosso de los revellines, y demas Fortificaciones exteriores, es la mitad del principal, ó de 60. à 70. pies: y assi abierto el compas con la mitad de un flanco de la plaça, y puesto un pie en el angulo flanqueado G. se formarà un arco, como se hizo delante de los Baluartes y con la misma abertura desde los puntos 6. y 9. se marcarà dicha distancia sobre la contraescarpa del fosso principal, como de 6. à 4. y de 9. à 7. pongase la regla en los extremos de la circumferencia del arco, y en los puntos, 4. y 7.

y 7. y tirense las lineas del fosso del revellin hasta tocar con la contra escarpa del fosso, de suerte que se comunique uno con otro. Y porque la placa ha de tener Medias lunas, quedaran las lineas del fosso del Revellin en blanco, hastaque despues se terminen. *Estampa* 3. *Figura* 2.

Si se huviere de hazer una Media luna como FLIK. se prolongaran las caras del baluarte B. á discrecion, y tomando la capital del Rebellin NG. se marcará desde la contraescarpa F. á L. sobre el semidiametro, prolongando AB. y puesta la regla en el exrremo de la Capital L. y en el centro del Revellin N. se tirará la linea NL. que cortará la cara del Baluarte prolongada en I. terminando la cara de la Media luna IL. y el flanco KI. Tirese por el otro lado la linea LM. y se acabará de formar la Media luna FLIK.

Para el fosso, se tomará, como se ha dicho, la mitad de un flanco, y puesto el compas en el angulo flanqueado L. se hará un arco, como se hizo en el Revellin; marquese esta misma distancia en la contraescarpa del Revellin que será desde 4. á 5. y puesta la regla sobre la extremidad del arco, y en el punto 5. se tirará una linea que terminará los fossos del Revellin, y Media luna en el punto 5. *Figura dicha.*

Si en lugar de Media luna se quisiere hazer delante del baluarte una contraguardia, como las hay en Charleroy, y Ciudadela de Cambray, se hará assi: sea la contraguardia que se ha de formar VTX. prolonguense los flancos del Baluarte 10. á discrecion, y dividase una media gola en tres partes; y abierto el compas con la una parte, se pondrá esta distancia sobre los flancos prolongados de los puntos de la contraescarpa, que será desde V. á O. y desde X. á Z. marquese assimismo en las lineas que passan por medio de las cortinas, como desde P. á Q. y desde R. á S. pongase la regla en los terminos SZ. y tirese la linea ST. y por OQ. la linea QT. y se tendrá la contraguardia VTX.

VTX. la qual se cerrará con las lineas prolongadas del fosso de los Revellines SQ.

El fosso será igual al de las Medias lunas, tomando la mitad del flanco principal, y puesto el Compas en el Angulo flanqueado T. se hara un arco, como se ha dicho, y con la misma abertura se marcaran las distancias Z2. y O3. y de las extremidades del arco se tiraran lineas que passen por los puntos 2. y 3. hasta cortar los fossos de los Revellines, como haze la linea 2. en H. comunicandose alli el fosso de la contraguardia con el del Revellin, y este con el principal. *Figura dicha.*

La estrada encubierta se hará, segun se ha enseñado, de 24. pies; y en el papel se ará de la quinta parte del flanco, tirandola paralela á todas las partes de la plaça: lo qual se conseguirá marcando dicha quinta parte sobre la contraescarpa en los flancos, y caras de los Baluartes, prolongados. Lo mismo se hará para la esplanada, dandole los dos tercios del flanco.

OBSERVACION.

A los revellines se pueden tirar las caras del angulo de la espalda, si a caso los angulos flanqueados salen obtusos, tirandolas del centro de los Baluartes. Tambien se puede hazer su capital de los dos tercios de la cara de un Baluarte, y lo mismo á las Medias lunas, que son propiamente las que se ponen delante los baluartes. Advierto esto porque oygo comunmente llamar Media luna tanto à la que esta delante la cortina, como la que se pone delante el Baluarte; siendo esta la Media luna, y la que se haze delante la cortina, Revellin. Estos son buenos para cubrir las puertas y cortinas: y aquellas para cubrir los Baluartes: hazense sus caras de 220. pies, y la media gola del Revellin de 180. poco mas, ó menos.

To-

Todos los fossos de las fortificaciones exteriores se deven comunicar con el principal: el que yo hago en mis Medias lunas corre hasta encontrarse con el fosso del Revellin, defendiendo este el dicho fosso, y la cara de la Media luna.

Las contraguardias son muy fuertes, porque con los Revellines vienen á formar una caxa dexando cerrada la plaça, laqual no puede ser batida, sin arruinarlas primero.

Todas estas fortificaciones han de tener su muralla del espessor de la principal, y el parapeto lo mismo, pues han de resistir la fuerça de la Artilleria, assi las unas, como las otras; advirtiendo que la contraguardia no ha de tener mas terreno, que lo que necessita para su muralla y parapeto, que seran 54. pies, 30. para la muralla, 20. para el parapeto, y 4. para la banqueta. Las Medias lunas no necessitan de parapeto en sus flancos, porque siendo ganadas del enemigo, se serviria de ellos contra los Revellines.

PROPOSICION VIII.

De las Tenazas.

LAs Tenazas son fortificaciones que se ponen delante las cortinas, avançadas á la campaña, la distancia de un poligon, ô menos si no fuere necessario. Son de dos generos, dobles, y senzillas, de estas trataremos primero, y depues de las Dobles.

Sea la Tenaza senzilla, ô simple que se ha de hazer M. delante de la cortina AB. levantese de su mitad la perpendicular HF. igual á un poligon de la plaça, y prolonguense los flancos A y B. de la misma distancia, tales son las lineas AD. y BC. Tirese de punto á punto la linea DC. llamada de la frente, ô de la cabeça, y dividiendo su mitad CF. en dos partes iguales, se tomará la una para la Capi-

 tal

tal FG. y del punto G. ſe tiraran los flancos de la Tenaza GD. GC.

Su foſſo ſe hará, como ſe ha dicho, de la mitad del principal, haziendo en frente de los angulos DC. un arco, y con la miſma abertura ſe marcará la diſtancia GI. ſobre la linea HF. lo miſmo ſe hará ſobre la contraeſcarpa de la plaça, como de K. á O. y de Z. á X. Pongaſe la regla en el punto I. y en los extremos de los arcos, y ſe tirará el foſſo á los flancos de la Tenaza. Lo miſmo ſe hará penien-do la regla en dichos arcos, y en los puntos XO. y ſe ha-brá conſeguido lo que ſe deſſea; haviendo comunicado el foſſo de la Tenaza con el principal por OK. y XZ. *Eſtampa* 4. *Figura* 1.

Eſta Tenaza ſe llama de lados paralelos por ſerlo los lados BC. y AD. ſu eſtrada encubierta, y Eſplanada ſe haran como ſe ha dicho.

Si la Tenaza ha de ſer de cola de golondrina, como la Tenaza R. no hay otra coſa que hazer, deſpues de conſtruida como lade M. que tirar una linea de ſus angulos flanqueados á la mitad de la cortina como CA. DA. que cortaran la contraeſcarpa en VT. El foſſo ſe hará como en la antecedente.

Si ſe haviere de hazer una Tenaza contra cola de golondrina, eſto es angoſta á la parte de la campaña, y ancha á la de la plaça, en lugar de tirar las alas, ô lados á la mitad de la cortina, ſe tiraran á un punto de las caras de los Baluartes, dexando por lo menos la tercia parte de la cara por flanco, ô la mitad, como lo mueſtran las lineas de puntos CF. DE. *Eſtampa* 4. *Figura* 1.

Las Murallas, Parapetos, Eſtrada encubierta, y Eſplanada de eſtas obras han de ſer como las de la plaça. De las Tenazas Dobles ſe tratará hablando de los fuertes de campaña.

OBSERVACIONES.

LAs Tenazas ſon buenas para cubrir una cortina, y parte de las caras de los Baluartes. Y para encerrar dentro de ſi alguna fuente, ô poco de que neceſſite la plaça, ô algun edificio: ô para ocupar algun paraje que predomine la plaça, ô ſea la parte atacable de la Villa.

PROPOSICION. IX.

De los Hornabeques ſenzillos.

LOs Hornabeques ſenzillos ſon faciles de hazer, haviendo comprehendido bien las Tenazas, como ſe verá en el Hornabeque de lados paralelos Q. porque deſpues de prolongados los flancos CD. de la magnitud de un poligon como ſon DE. CT. y tirada la linea de la frente TE. ſe dividira la dicha linea en tres partes iguales, y ſe darà una à la Capital EF. y otra à TK. y tirada la linea KF. que es el Poligon interior, ſe darà à las Medias golas KS. RF. lo miſmo que por Capital; levantenſe en los puntos SR. las perpendiculares RG. SI. prolongandolas á diſcrecion.

Eſto executado ſe pondra la regla en los terminos ES. y ſe tirará la linea de la defenſa SE. que cortarà el flanco en G. terminando en eſte punto el flanco RG. y la cara del medio Baluarte GE. Hagaſe lo miſmo por el otro lado tirando la linea RT. que terminarà la cara y el flanco en I. de ſuerte que el Hornabeque tendra tanto de cortina, como de Media gola, y ſu flanco queda igual à la mitad de la Media gola.

El foſſo ſe hara delante de la cortina, como ſe enſeñó en la plaça principal, y por la parte de las alas como en la Tenaza. *Figura dicha.*

De los Hornabeques senzillos se pueden hazer las mismas figuras que de las tenazas; y assi haviendose de hazer uno en forma de Cola de golondrina como T. despues de dividida la frente DE. en tres partes, y tiradas las alas EB. y DB. se dará una tercia parte á las Capitales DF. EZ. y tirada la linea FZ. se dividirá en tres partes iguales, y se dará una á cada Media gola, quedando la otra para la cortina. En lo demas se observará la misma regla que en el Hornabeque Q.

Si el Hornabeque huviere de ser contracola se tiraran las alas EG. y DA. á la mitad de las caras de los Baluartes, ó á la tercia parte, y tomando la tercia parte de la linea de la frente DE. se marcará sobre dichas alas: y tirando el poligon interior se dividirá en tres partes, dando una por Media gola, y otra por cortina; siguiendo en lo demas la regla dicha en el Hornabeque Q. *Figura dicha.*

El gruesso de la Muralla y parapeto será como se ha dicho en las Tenazas.

OBSERVACION.

LOs Hornabeques senzillos sirven para el mismo efecto que se dixo servian las Tenazas, si bien son mas fuertes, por tener flancos rectos que defienden las caras de los medios Baluartes.

PROPOSICION X.

De los Hornabeques Dobles.

SI se pretende hazer un Hornabeque doble delante una cortina, como P. se levantará del medio de ella la perpendicular AE. de la magnitud de poligon y medio de la plaça; y puesto el pie del compas en la contraescarpa H. y ajustado á E. se descrivirá una porcion de circulo á discrecion,

cion, como KEB. abrase el compas de la grandeza de la cortina CD. y mas la mitad de una media gola, y puesto un pie en el punto E. se marcará la dicha distancia sobre la circumferencia por uno y otro lado que será de E. à X. y de E. à Z. tirense las lineas XE. y. ZE. que seran las de la frente: y puesta la regla en los puntos XC. y ZD. se tiraran las alas del Hornabeque hasta cortar la contraescarpa del fosso principal.

Hecho esto se dividirà la linea de la frente EZ. en tres partes, y se darà la una à las Capitales ZI. EG. XF. tirense los poligones FG GI. y hagase la media gola TI. igual à la Capital ZI. y lo mismo se harà al otro medio Baluarte.

La media gola del Baluarte entero se harà de la quinta parte del poligon GI. que serà de G. à O. levantense las perpendiculares TV. OS. prolongadas à discrecion, y dividiendo la cortina TO. en tres partes iguales, se tiraran las lineas de la defensa, dexando una tercia parte por segundo fuego, como RT.

Tirese la linea de la defensa RE. que terminarà la cara del Baluarte SE. y el flanco SO. en el punto S. y tirando la otra linea terminarà la cara del medio Baluarte VZ. y el flanco TV. Hagase lo mismo por el otro lado del Hornabeque, y se acabarà de formar la figura P. á la qual se abriran los fossos delante los Baluartes, y de las alas, como se ha enseñado *Estampa 4. Figura 1.*

Puede suceder haverse de hazer el Hornabeque Delante un Baluarte, y aunque esto se podria executar por la regla precedente, es algo dificil, y assi se hará por la siguente.

Prolonguese la Capital del Baluarte MAN. de la segunda figura igual à un Poligon de la plaça que se marcarà de A. à B. y del punto B. con qualquier abertura del Compas se descrivirà la porcion de circulo CD. à discrecion, y con la misma abertura se dexara caer sobre la linea BA. en V. y de este punto se hará una marca sobre la circumferencia

rencia por uno y otro lado como VC. VD. y del punto B. ſe tiraran las lineas BD. BC. prolongandolas à diſcrecion. Deſpues ſe dividirà la linea AB. en quatro partes, y tomando las tres BT. ſe pondran deſde B à Q. y à P. que ſeran las frentes.

Tirenſe las alas PN. QM. à la mitad de las caras del Baluarte MNA. ô por lo menos à la tercia parte, y haganſe las Capitales PZ. QR. iguales á una Media gola de un Baluarte de la plaça, y la Capital BG. de la quarta parte de la linea BA.

Tireſe el Poligon GZ. y hagaſe la Media gola ZX. de la quinta parte de BP. y la Media gola GH. de la quinta parte del Poligon GZ. y levantando las perpendiculares XI. HO. prolongadas á diſcrecion, ſe tiraran las lineas de la defenſa XB. HP. que termineran los flancos XI. HO. y las caras IP. OB. agaſe lo miſmo por el otro lado y que dará formado el Hornabeque propueſto. *Eſtampa* 4. *Figura* 2.

Advierto que ſi las alas QM. PN. huvieren de cubrir parte de las cortinas, y aun de las caras de los Baluartes KK. que ſe tiraran donde fueren meneſter, no dexandolas fuera del tiro del Moſquete (maxima principal de la Fortificacion) ſus foſſos, y lo de mas, ſe haran ſegun ſe ha dicho.

OBSERVACION.

LOs Hornabeques dobles ſon preferidos à los ſenzillos, porque por ſus frentes ſon imagen de un pedaço de la plaça que comprehende un Baluarte entero, y dos medios, como los dos medios Baluartes KK. y el entero MAN. ſon muy á propoſito para ocupar una eminencia que domine la plaça, ó alguna parte que pueda ſer atacada.

PRO-

PROPOSICION XI.

Fortificar qualquier Plaça regular mente por los grados del Angulo de los Poligones.

PUede fortificarſe una plaça Regularmente ſin neceſſidad del centro, el qual puede ſuceder eſtar ocupado con algunas caſas, ó otro embaraço; y aunque no tenga impedimento, tengo por mas breve valerſe de los grados del angulo del Poligon, que uſar del circulo. Y paraque con facilidad ſe pueda ſaber de quantos grados conſta el angulo de los Poligones de qualquier figura regular, ſe hará aſſi.

Todo circulo grande ó pequeño eſta dividido en 360. partes, ó grados; y dividiendo los 360. por los angulos que huviere de tener la figura, vendran á la particion los grados del angulo del centro, que reſtados, por regla general, de dos angulos rectos, que ſon 180. grados, la reſta ſeran los grados del angulo de los poligones de la figura.

Sirva de exemplo un pentagono que conſta de cinco angulos; partanſe los 360. grados del Circulo por 5. y el cociente 72. ſon los grados que pertenecen al angulo del centro. Reſtenſe los 72. de 180. quedan 108. por los grados del angulo de los Poligones. Si fuere Exagono ſe partiran los 360. por 6. y ſi Eptagono por 7. &c. y el cociente ſera el angulo del centro, que reſtado de 180. reſtará el angulo de los Poligones.

Sabidos los grados del angulo de los Poligones de qualquier figura, ſupondremos que ſe quiere delinear el Pentagono ABGIK. de la primera figura de la 5. Eſtampa, y que ſea dado el Poligon AB. Pongaſe el pie del Compas en uno de los extremos AB. y ſea en B. y con qualquier

aber-

abertura se descrivirá la porcion de circulo CP. y observando la misma abertura, puesto el Compas en C. se dexarà caer sobre la circumferencia en F. y se habrà formado un angulo de 60. grados, como CBF. Dividase CF. en cinco partes iguales, y añadanse quatro de ellas desde F. à D. Tirese por el punto D. la linea BD. prolongandola à discrecion, y marcando sobre ella el Poligon AB. que serà de B. à G. se tendrà el segundo poligon BG.

Tomese la abertura CB. con que se hizo la porcion de circulo CP. y puesto el Compas en G. se harà otra porcion de circulo desde E. azia H. y abierto el Compas de la grandeza de CD. se marcará esta distancia desde E. á H. Tirese por este punto la linea GH. al infinito, y hagase GI. igual á AB. y dicha GI. será el tercer Poligon.

Buelvase á tomar la abertura CB. y puesto el Compas en I. se hará el arco RT. igual á CD. y por el punto T. se tirará el Poligon IK. y desde KM. se hará otro arco con la abertura de CB. y abriendo el Compas de C. á D. y puesto en M. se terminará el arco en un punto por el qual se tirará el Poligon AK. y se tendrá cerrada la figura ABGIK. que se fortificara per la regla que se dió en el Pentagon. *Estampa 5. Figura 1.*

DEMOSTRACION.

HAllamos arriba que el angulo de los Poligones del Pentagono, era de 108. grados, y yo digo que de tantos es el angulo CBD. porque CBF. sexta parte del Circulo, tiene 60. grados que estan divididos en cinco partes desde C. á F. y el quinto de 60. es 12. y de F. á D. se añadieron quatro quintos que hazen 48. y de tantos grados es el angulo FBD. que sumados con los 60. de CF. hazen 108. por el angulo de los Poligones CBD.

Si la Figura ha de ser un Exagono, se dividirá el arco CF.

CF. en seis partes, y se añadiran todas 6. ô se doblará el mismo arco, que de qualquier manera se tendrá el angulo CBO. de 120. grados, que son los que pertenecen al angulo de los poligones del Exagono; y por los puntos BO. se tirará el segundo Poligon, y se iran haziendo los angulos iguales á CBO. hasta cerrar la figura; siguiendo toda la orden que se hizo en la precedente.

Si ha de ser Eptagono, se dividira el arco CF. en siete partes, y se añadiran 8. Si octagono, se dividirá en 8. y se añadiran 10. Si Enneagono, en 9. y añadir 12. Si Decagono, en 10. y añadir 14. Si huviere de ser endecagono en 12. y añadir 18. y en todo lo demas se observará la regla dicha.

Si la figura fuere Tetragono, se dividira dicho arco en quatro partes, y se añadiran dos. De forma que se ha de dividir en tantas partes como angulos tuviere la figura; añadiendo à cadauno dos mas que al antecedente, empeçando à añadir dos desde el quadrado. Y despues de cerrada la figura se fortificarà dando à cadauna las partes que le tocan segun se enseñó en su lugar.

PROPOSICION XII.

De la situacion de las Ciudadelas.

LAs Ciudadelas se hazen por muchas razones en las plaças; como son por cubrir alguna parte de muralla mal fortificada, ô para ocupar alguna eminencia que sirva de padrastro à la plaça, ô reconocer por aquella parte el unico ataque. Pero la razon mas principal es, por tener sujetos los vezinos, siendo estos inquietos, ô rezien conquistados; y por esta causa se hazen en el mismo recinto de la Villa, porque la sujetan à un tiempo, y defienden la parte de la campaña, eligiendo para su colocacion la parte mas eminente de la la plaça, y para mayor claridad figuraré el modo como deve estar, y hazerse en el papel.

Tomese la mitad de un semidiametro de la plaça, y elegido el centro A. se tirarà el circulo, que dividido en cinco partes por sus Poligones se fortificarà la Ciudadela A. guardando las reglas del Pentagono.

Las Murallas de la plaça deven correr hasta los fossos de la Ciudadela, comunicandose un fosso con otro, como lo muestran las caras prolongadas CE. FD. quedando inutiles los flancos CH. y FG. con todo el demas desinio de puntos. *Estampa 5. Figura 2.*

OBSERVACION.

LA figura mas propia para una Ciudadela es la Pentagonal, por tener dos Baluartes à la Villa, y tres sobre la campaña. Siempre ha de quedar una cortina opuesta à la plaça, en laqual se colocarà la puerta principal, que se cubrirà con un Revellin, ô una punta de la Estrada encubierta. La del socorro se harà en la cortina mas conviniente que cae à la campaña. Entre la Ciudadela y la Villa ha de haver una plaça de armas de hasta 1000. pies, paraque se descubran los vezinos si acaso intentaren algo contra la Ciudadela. La qual si estuviere en parte que la Villa tenga muralla, por aquel lado se procurarà derribar, ô por lo menos que no tenga terra plen, paraque en la necessidad se pueda arruinar presto.

La linea de la defensa se harà conforme la guarnicion que huviere de tener la Ciudadela, ô la oposicion que huviere de hazer á la Villa; y assi en una villa de muchos vezinos se le daran 800. pies de Poligon, y se harà una Ciudadela Real: si se quisiere hazer menor, se daran de 500. á 600. pies. Aqui en el papel la descrivimos á proporcion de la Estampa y la figura.

El

El uso de las Ciudadelas es muy importante en qualquier Villa grande, la qual aunque esté con sola la estrada encubierta, fossos, y murallas antiguas, serà siempre bien guardada con la guarnicion de la Ciudadela, porque como tengo dicho, esta sujeta la plaça y la mantine por su Principe: y aunque los enemigos ganen la Villa, no la podran mantener sin ganar la Ciudadela: razon porque algunas plaças se conservan mas que por su Fortificacion.

No juzgo por acertado fortificar ninguna plaça grande; porque despues de fortificada, y consumida gran suma de dinero, pocas vezes se hallarà con la gente de Guerra que necessita para defenderla, y por mucha que tenga, apenas se podran sujetar los vezinos en tiempo de sitio, los quales por leales que sean, sienten mucho ver quemar y arruinar sus casas y haziendas, obligando por esto á un Governador á rendir la plaça antes de tiempo. Y construyendose una Ciudadela, no serà tanto el gasto niabra menester tanta guarnicion como una Villa grande, y siempre permanecera esta por el Rey. Demas que en tiempo de paz han de mantener los vezinos la guarnicion de la Ciudadela, aunque sea contra su voluntad. Todas estas razones son muy fuertes para apadrinar la opinion que sigo, de hazer una Ciudadela, ô dos si fuere necessario primero que fortificar una plaça grande.

PROPOSICION. XII.

De los Perfiles.

PErfil es una descripcion, ô figura que muestra todas las alturas y anchuras de una Fortificacion, y ninguna se deve començar sin que primero se haya delineado su perfil, en que se marcaran todas las partes de la obra en laforma siguiente.

Sea

Sea el perfil el de la 1. figura de la Estampa 6. y para comprehenderlo mejor, se imaginara que AB. es la parte de la Villa, y que desde A. se ha cortado toda la muralla, fosso, y esplanada hasta la linea Orizontal que es la basa de la figura; la qual cortadura es la cara que se muestra desde el punto B. hasta el extremo 2. cuya descripcion es como sigue.

AB. es la distancia de las casas á la muralla. CD. altura de la muralla 20. pies. BC. declivio interior 20. porque es siempre igual à la altura. Declivio es el pie que se da á la muralla por la parte de abaxo, paraque se mantenga la Fortificacion, como claramente se vee en la altura CD. á la qual no se pudiera subir estando derecha, sino fuere con escalas, pero haviendole dado el pie de la distancia CB. ha quedado el pendiente BD. por donde se sube confacilidad á la muralla, y se sustenta la Fortification.

DL. guesso de la muralla por la parte de arriba de 54. pies. BN. guesso de abajo de 84. DE. terraplen de la muralla, por donde se marcha 30. pies EF. altura de la banqueta de dos pies, ó pie y medio. FG. anchura de la banqueta, 3. pies. GH. altura del parapeto, 6. al parapeto se dará un pie de declivio paraque se mantenga, y los soldados se puedan arrimar, como muestra el espacio G. GL. anchura del parapeto, 20. pies. LK. declivio exterior del parapeto, 2. KI. altura exterior del parapeto, 4. HI. la parte superior. IL. caida del parapeto.

LN. cara de la muralla. NM. declivio exterior de la muralla, 10. pies, que es la mitad del interior. NP. bordo, 4. este es un descanso, ó banqueta de 4. pies sobre que se hazen las Fortificaciones de tierra, y sirven de reparar la tierra que cae de la muralla: suelen poner en ella una empaliçada al rededor de la plaça. NQ. lo profundo del fosso, 20. QR. declivio de la escarpa, 20. PR. escarpa. PV. anchura superior del fosso, 120. RS. la inferior, 80.

ST. declivio de la contraescarpa, 20. pies. TV. altura del fosso por la parte exterior, 20. SV. contrescarpa. VX. estrada encubierta, 24. XO. altura de la banqueta, 2. XZ. anchura de la banqueta, 3. ZI. altura del parapeto, 6. desele un pie de declivio como al de la muralla. Z2. esplanada, 70. pies. *Figura 1. Estampa 6.*

Para mayor claridad puse tambien el perfil en perspectiva, como se vee en la *Figura 2. dicha Estampa.*

OBSERVACION.

Este perfil està proporcionado por la escala AB. que es de 200. pies, y una decima parte esta dividida en cinco partes, teniendo cada una dos pies. Si se quisiere hazer el perfil mayor, se formará mas grande la escala, que aqui la Estampa no da lugar para mayor figura.

La altura de la muralla se haze de ordinario, de 15. á 20. pies, sin comprehender la altura del fosso. Oy nos enseña la experiencia que deve quedar enterrada de forma que sus parapetos vengan á ygualarse con el nivel de la Campaña obligando con esto á los Enemigos que vengan á poner sus primeras Batterias á barba de la enpaliçada pues de otra manera succedera que quando los sitiadores llegen á la estrada encubierta estará ya á ruinada la muralla segun juega oy la Artilleria.

El parapeto de la estrada encubierta se puede hazer de siete pies de alto, y mas, si fuere menester cubrirla estando enfilada, que es lo mismo que descubierta; y en tal caso se hará la banqueta tan alta que quede en proporcion con su altura.

PRO-

PROPOSICION XIII.

De los Fuertes de Campaña.

FUertes de Campaña son aquellos, que sus lineas de defensa no llegan á 600. pies. Hazense de varias formas, y medidas segun para lo que huvieren de servir: porque para guardar un passage en la Campaña, ô junto á una ribera, ó otra qualquiera parte, haviendo de permanecer en aquel puesto, se le dan diferentes medidas que á los que se hazen en la linea de Circumvalacion, durante el sitio, como se dirá despues.

Començando del Triangulo se ha de advertir que es una figura que no se fortifica sino en caso de necessidad, pidiendolo assi el terreno por razon de que sus angulos flanqueados son muy agudos; no obstante son comodos para guarnecer la linea de Circumvalacion.

Sea pues el Triangulo ABC. de la 3. figura. Estampa 6. dividase un poligon AC. en cinco partes, y dese una á la media gola AD. y otra á EC. y su mitad á los flancos DF. EG. y tirense las lineas de la defensa, como en el quadrado, y pentagono, y se habrá fortificado el Triangulo ABC. el qual queda con los angulos flanqueados muy agudos; y aunque se quiera dar diferente media gola, y flanco, no se remediará cosa, por ser esta forma la mejor que se ha hallado para fortificarlo. *Figura* 3.

Tambien se fortifica con medios Baluartes, dividiendo un lado en tres partes, como BA. y prolongando el lado CA. se dará una tercia parte á la Capital AD. y otra á la media gola AE. y levantando en el punto E la perpendicular EF. á discrecion, se tirará la linea de la defensa del punto de la Capital D. al angulo de los poligones B. que terminará el flanco EF. y la cara FD. y haziendo lo mismo

mo sobre los lados BC. CA. se acabará de cerrar el Triangulo con medios Baluartes. *Figura* 4.

Otros lo fortifican con angulos entrantes en los Baluartes: y algunos con Baluartes en las cortinas; y no delante de los poligones; y en conclusion, se fortifica el Triangulo de muchos modos, sin que ninguno sea capaz de defenderse por si mismo.

Si el Fuerte huviere de ser de quatro Baluartes, ya se ha dado la regla, porque aunque el poligon sea grande, ó pequeño, siempre se ha de dar a los flancos y medias golas las partes referidas en cada figura.

Assimismo se hazen fuertes de quatro medios Baluartes, como se dixo del Triangulo en esta forma. Sea el quadrado ABDC. dividase el lado AB. en quatro partes, y dese una á la media gola HB. y otra á la Capital BG. y sus dos tercios al flanco HE. y por los puntos GE. se tirará la linea de la defensa hasta terminarla en la cortina en F. hagase lo mismo sobre los otros lados, y se habrá concluido el intento. *Figura* 5.

Suele hazerse en la linea de circumvalacion un Hornabeque de lados paralelos, que tambien es á proposito para colocarlo delante un puente, ó avenida de un camino; Ya si despues de levantadas las alas AB. HG. de la grandeza que se hallare convenir, no siendo mayor que el tiro de mosquete, se tirará la linea de la frente BG. paralela á AH. la qual sera igual á las alas, ô menor si se quisiere; y dividiendo BG. en tres partes, se dara una á la Capital CB. y GF. Tirese el Poligon CF. y acabese de formar el Hornabeque por la regla que se dio en su lugar.

Si esta figura se hiziere delante de un puente, ó en otra parte que no tenga quien defienda las alas AB. HG. será fuerça hazerle flancos sobre dichas alas: lo qual se conseguirá haziendo la Media gola AI. de la mitad de DC. y el flanco IK. de la mitad del flanco D. Passese despues la Me-

dia

dia gola AI. de I á L. y por los puntos LK. se tirará la linea de la defensa á discrecion; y prolongando el lado HA. cortará la dicha linea en M. formando el Medio Baluarte AIMK. y haziendo lo mismo sobre el lado HG. se construirá el Medio Baluarte H. *Figura* 6.

Si el Hornabeque estuviere en la linea de circumvalacion, no necessitará de los dichos dos Medios Baluartes, porque la misma linea defenderá las alas; las quales si fueren largas necessitan, no solo, de los Medios Baluartes sino que sean iguales á los del Hornabeque, como se vee en la Figura 7. que supongo se haze en campaña rasa. En tal caso se deve cerrar por las espaldas: lo qual se conseguirá levantando en medio de la linea BH. la perpendicular DE. igual á la Media gola AC. y de la misma grandeza se haran las Medias golas DF. DG. y tirando las caras EF. GE. se tendrá la punta FGE. que cerrará el Hornabeque por las espaldas. *Figura* 7.

Quando se habló de las Tenazas, dixe que las havia dobles y senzillas, dando regla solamente para las senzillas; y assi por esta razon, y ser las unas y otras á proposito para guarnecer la linea de circumvalacion, mostraré la construccion de la Tenaza doble.

Levantando las alas AD. FC. sobre la linea DF. y formada la Tenaza simple AGC. como se dixo en su lugar, se dividirá un flanco CG. en dos partes, y dando la una á la Media gola KG. y GH. y la mitad de dicha Media gola á la Capital BI. se tiraran los flancos KB. HB. que formaran la Tenaza doble AHBKC. *Figura* 8.

Demas de los fuertes nombrados, se suelen hazer otros en forma de Estrella; y queriendo hazer una Exagonal, se descrivirá un Triangulo Equilatero, que es de tres lados como ABC. y se dividirá un lado AB. en tres partes iguales, y con la abertura de la una se hará la gola FD. y observando la misma abertura se formará de los dichos puntos FD. el cruzero E. Tirense las lineas ED. EF. que formaran

maran el rayo EFD. lo mismo se hará sobre los otros dos lados, y se acabará la Estrella AEBC. de seis rayos, ó seis Tenazas senzillas. *Figura* 9.

Si la Estrella ha de ser Pentagonal, se descrivirá el Pentagono ABGPF. y dividiendo uno de sus lados AB. en dos partes, en el punto D. se levantara del mismo punto la perpendicular DE. igual á la mitad de BD. Tirense los flancos BE. AE. que formaran la Tenaza AEB. todo conforme la regla de las Tenazas simples: sigase esta operacion en los demas lados, y se acabará la Estrella propuesta. *Figura* 10.

Otros muchos fuertes de campaña se pueden formar, pero juzgando ser suficientes los referidos para poder hazer por ellos los que se ofrecieren, escusare las demas figuras.

OBSERVACION.

SI el fuerte de campaña se haze en paraje, en que haya de ser estable, se le daran de 400. á 500. pies de Poligon, y de 50. à 80. de fosso. Los parapetos, murallas, y estrada encubierta se haran de las medidas que se han dicho.

Si el fuerte se haze en la linea de circumvalacion, tendrá de lado de 100. á 300. pies; y el fosso à la parte de la campaña 12. ó 14. con un parapeto del mismo anchor, y su altura de seis pies, no olvidando la banqueta de dos de alto, y tres de ancho.

En las avenidas se suelen hazer fuertes durante el sitio, estos pueden tener 300. pies de Poligon, ó mas si fuere necessario con un fosso de 50. pies, sus murallas, y demas partes, como se ha dicho arriba.

En los ataques se hazen unos fuertes quadrados sin flancos, que llaman plaças de armas, á los quales se les da de 70. á 80. pies por lado. Y con esto quedan referidas las medidas mas ordinarias de los fuertes de campaña.

PROPOSICION XIV.

Muestra Delinear sobre el Terreno con las Cuerdas todo lo que se ha enseñado en el papel.

AUnque todo lo que se ha enseñado hasta agora ha sido sobre el papel, no obstante si el Curioso lo tiene bien comprehendido, no le ha de hazer novedad executar las mismas reglas sobre el terreno valiendose de las cuerdas, y estacas; porque con una estaca y cuerda se puede hazer lo mismo que con el compas; y con esta suposicion, que despues demostraré, no sera dificil reduzir à practica la teorica.

Lo primero se deve hazer el definio de la plaça sobre el papel, con su escala, como he dicho; y haviendo medido por ella todas sus partes, se marcaran estas sobre las cuerdas, y con ellas se ira à la parte adonde se ha de delinear la Fortificacion.

Sea exemplo una figura Pentagonal, cuyo Poligon ha de ser de 800. pies del Rey, de que se ha puesto medio pie en la primera Estampa. Tomese una cuerda de dicha distancia, y en sus extremos se marcaran las Medias golas, que siendo cada una de la quinta parte del Poligon, seran 160. pies, quinto de 800. Assimismo se marcara en un extremo la grandeza del flanco, que en su lugar diximos, havia de ser la sexta parte del Poligon; y porque el sexto de 800. son $133.\frac{1}{3}$ seran tantos los que se tomaran para el flanco; y si alguno se embaraçare con el que brado no haga caso del, porque no alçará ni baxará la obra por esto; y donde se terminaren las Medias golas, y el flanco, se ataran unos hilos fuertemente paraque sirvan de marca en la ocasion.

Despues de terminado el Poligon, y en ellas Medias golas, y flanco, se tomará otra cuerda de la grandeza del Diametro que pertenece al dicho Pentagono, teniendo 800. pies de Poligon, que en su lugar diximos ser dicho Diametro de 1361. pies: y terminado se dividirá por mitad, y se tendran dos Semidiametros de $680.\frac{1}{2}$ cada uno; y con esto se habran ajustado las cuerdas necessarias para delinear el Pentagono. Con las quales se conduzira à la parte donde se huviere de hazer la operacion.

Sin las cuerdos dichas se llevara otra larga para tirar la linea de la defensa; y otras mas pequeñas para prolongar las lineas necessarias; y un maço pequeño para clavar las estacas.

Si sucediere que el Poligon de la figura Pentagonal ayade de ser mayor ô menor que 800. pies se podrá saber la cantidad de su Diametro por una regla de tres.

Sea exemplo. Un Pentagono, cuyo poligon se supone tener 700. pies. para saber el Diametro que le pertenece, se formarà una regla de tres, diziendo: si un pentagono que tiene 800. pies de poligon, necessita de 1361. pies de Diametro, el que tiene 700. pies de poligon, que diametro ha menester? y hecha la regla vendran $1190.\frac{7}{8}$ por la cantidad del diametro pretendido. Y porque no embarace el quebrado, advierto que quando sea menor que una mitad no se hara caso del; y si fuere mayor, se tomará un pie por el quebrado, como en el presente exemplo, donde el quebrado es mayor que una mitad, y tomando por el un pie, será el diametro 1191. pies.

La misma regla se hará en qualquier figura, como si fuera un Exagono, en que se dixera si 800. pies de Poligon dan 1600. de Diametro, el Poligon nuevo que se eligiere, que Diametro dara? y hecha la regla se sabrá el dicho Diametro, y assi de las demas.

Si conociendo el Diametro se quisiere descubrir el Poligon,

gon, se formará la regla de tres al contrario, diziendo, si tal Diametro dan 800. pies de Poligon, el Diametro nuevo que Poligon dará? La cosa es tan clara que no necessita de exemplo.

Bolviendo pues á nuestro proposito de delinear en la campaña con las cuerdas, digo que sea el Pentagono que se ha de formar el de la primera figura de la Estampa 7. donde despues de elegido el centro A. se clavará en dicho termino una estaca, en la qual se pondran los Semidiametros, que para esto deven tener unas laçadas hechas en sus extremos, y lo mismo el poligon, y demas cuerdas; y notando la parte en que se quieren hazer dos Baluartes, y sea azia B. y C. se tomarà el Semidiametro AC. y en su extremo se clavará una estaca, haziendo centro de un Baluarte en C. pongase en dicha estaca un extremo del poligon BC. lo qual se hará metiendo en la estaca la laçada referida. Hecho esto, se tomaran los extremos del Semidiametro AB. y del poligon CB. y metiendo en ellos otra estaca, se tiraran igualmente hastaque una y otra esten tirantes, y adonde se ajustaren que sera en B. se clavará la dicha estaca, y se habrá formado el Triangulo ABC. que es uno de los cinco que componen el Pentagono.

Terminado el poligon BC. se levantaran sobre el Perpendiculares para los flancos de los puntos marcados para las golas, valiendose para esto de la regla que se dió en el papel. Y para mayor inteligencia digo, que sean los terminos de las medias golas los puntos GD. tomese con una cuerda la distancia de la media gola BG. y transfierase de G. à I. que es lo mismo que se haze en el papel con el compas; clavese una estaca en el termino I. y con una cuerda de qualquier grandeza desde los terminos BI. se hará el cruzero L. y poniendo en el extremo G. otra estaca con una cuerda larga á discrecion se prolongará á la Campaña, haziendola passar por el cruzero L. marquese sobre dicha linea

linea el flanco GH. que como dixe arriba deve estar señalado en el Poligon.

Hecho esto se clavara otra estaca en termino D. y puesta en ella una cuerda larga se tirará la linea de la defensa DK. passando por el punto H. y esta cortará la capital BK. en el punto K. terminando el medio Baluarte GHK. y siguiendo la misma regla se formará el medio Baluarte DEF.

Para tirar la Capital BK. se meterá una cuerda en la estaca B. y se prolongara á la campaña en linea recta con el semidiametro AB. ó bien se puede llevar añadida al dicho semidiametro.

Concluida esta operacion se levantará la estaca B. y sin sacar della el semidiametro, ni el poligon, se llevara azia la parte M. y tirando la dicha estaca con las cuerdas hasta tenerlas ajustadas, como se hizo antes, se supondrá que se ajustaron en M. y clavandola en dicho termino se habrá constituido el segundo triangulo ACM. Hagase sobre el poligon CM. lo mismo que se hizo sobre el poligon BC. y se acabará de cerrar el Baluarte C. dexando delineado el medio M. Y despues se levantará la estaca C. y se passarà à T. y siguiendo esta orden se acabarà de formar toda la Figura; señalandola con un surco, ó çanjoncillo de hasta un pie de ancho, siguiendo siempre las lineas del desinio, paraque, estando marcado, no se cometa algun yerro. *Estampa 7. Figura 1.*

Notese que si quando se levantó la estaca B. passandola á M. se huviera levantado la estaca C. llevandola al termino P. se consiguiera lo mismo que del otro modo.

Entiendo que lo referido habrá dado luz bastante para obrar con las cuerdas las demas reglas que siguen al desinio interior, y que se han demostrado sobre el papel; pues como se ha dicho tantas vezes, es una cosa misma; y assi escusaré tratar como se ha de tirar el fosso, estrada encubierta, y esplanada.

Mar-

Marcado el defínio fe tomaran por la parte interior, las anchuras de los declivios, muralla, banqueta, y parapeto que fe huvieren determinado dar á la plaça, lo qual fe hara de la manera que figue.

Sean las medidas las del perfil de la Eftampa 6. adonde diximos que el declivio interior tenia 20. pies, y 10. el exterior; la anchura de la muralla, por la parte de arriba, 30. la de banqueta, 3. y la del parapeto, 20. que todos hazen 84. pies. Tomefe una cuerda de efta diftancia, y marquefe fobre todos los flancos prolongados á la parte de la Villa, como defde X. á Z. y defde Q. á O Tirefe con una cuerda una linea que paffe por los puntos OZ. prolongandola hafta cortar los femidiametros y haziendo lo mifmo fobre los demas lados, fe vendran á encontrar todas las cuerdas en los femidiametros referidos.

Por la parte exterior de la plaça fe tomará defpues del Difinio la diftancia de quatro pies que diximos havia de tener el bordo; y luego fe tomará una cuerda de 120. pies, para marcar la anchura del foffo, al qual fe daran los declivios que diximos en fu lugar, y lo mifmo à la eftrada encubierta, y efplanada. *Figura dicha.*

PROPOSICION XV.

Del Modo de mover la tierra, y levantar las Murallas.

HAviendo terminado la anchura del foffo, fe hará el fundamento de la muralla de un pie, ó tres quartos de un pie de profundo, efto es fi las murallas fe hazen de tierra fola, porque fi fon reveftidas de piedra, ó ladrillo, fe haze el fundamento muy diferente: y á efta diftancia empeçaran á levantar las murallas con la tierra que fe fuere facando del foffo, haziendo la cara de tepes, que en Efpaña llaman cefpedes; los quales fe iran poniendo con tal

tal orden que la hilera de arriba cayga fobre las junturas de los de abaxo; y á cada tres ó quatro hileras de tepes fe pondrá una cama de faxina fobre el terraplen de la muralla, que fe deve ir haziendo, conforme vayan avançando los tepes; y affentando fuertemente la tierra con algunos maços ô pifones.

Levantada la muralla hafta la altura de 20. pies, que fon los que la dimos en el perfil, de forma, que quando fe vengan á terminar quede por arriba de 54. pies de ancho, y con los 30. que fe dieron á los declivios, feran los 84. de todo el grueffo de la muralla.

La juftificacion de los declivios, ó efcarpas pertenece à los obreros, los quales tienen un inftrumento con que los van ajuftando.

De los 54. pies de anchura que fe han dado á la muralla por arriba, fe tomaran 30. azia la parte de la plaça; y fobre los 24. reftantes, fe levantará la muralla un pie, ó pie y medio que es la altura de la banqueta: tomenfe tres pies para fu anchura, y á efta diftancia fe levantarà el parapeto que fera de feis pies por la parte interior, y quatro por la exterior, no olvidando dar á cada cofa los declivios que le pertenecen.

Para la Eftrada encubierta fe tomaran defde el arce del foffo azia la Campaña 24. pies, y adonde fe terminaren fe levantarà la banqueta de pie y medio de alto, y tres de ancho; hagafe fu parapeto de 6. pies, como el de la muralla, con un pie de declivio; fobre el qual fe pondrá una eftacada apartada un pie hazia la Campaña; y defde ella fe empeçará á formar la efplanada de 70. pies de largo, efcarpandola hafta igualar con la Campaña.

Las Puertas fe haran en medio de la cortina de la anchura, y altura, que fe dixo en fu lugar.

Es muy neceffario tener conocimiento de los terrenos que fe fortifican, paraque conforme fu calidad fe hagan las murallas; el peor terreno es el arenisco, y el mejor el de la tierra argila, por ser grassa y pegajosa, como la de que se hazen los bodoques, y se pone sobre las bocas de los toneles; tambien es buena la pantanosa, y la tierra negra por unirse mas que otras.

Suele sembrarse grama y avena en las murallas, paraque con sus raizes se una la tierra; y tambien por esta razon en muchas partes plantan arboles en toda la muralla, porque estos cubren las casas, y sirven en caso de sitio para hazer faxinas, y estacas, y para cozer el pan.

Las calles, y quarteles se haran como se ha dicho, y lo mismo los Almagacenes, los quales deven quedar enterrados en bobedas que esten á prueva de Bomba, paraque no sean luego arruinados, ni abrasados.

PROPOSICION XVI.

Estando ocupado el centro de una Plaça, delinear qualquier figura con las cuerdas, valiendose del Angulo de los Poligones.

Si sucediere haver de fortificar una plaça regularmente; ó hazer una Ciudadela en parte que el centro estuviere ocupado con algunas casas, ó Iglesias, lo qual es muy contingente, sera fuerça valerse del Angulo de los poligones que tuviere la figura que se ha de hazer, buscando el dicho angulo por la regla que para ello se ha dado, quando se habló de esta operacion sobre el papel; y aunque la que se haze con las cuerdas no diferencia de la que dimos, he querido añadirla para mayor claridad; porque si el curioso es de mi opinion, mas presto fortificará por el Angulo de los poligones, que por la regla precedente; aunque todo viene á ser una misma cosa.

Sea

Sea un Pentagono el que se ha de hazer, como el de la 2. figura de la Estampa 7. donde despues de terminado el poligon de 800. pies, ó de la grandeza que se le quisiere dar, y haviendo marcado en el las medias golas, y flanco, se eligirá el lugar donde se quisieren hazer dos Baluartes; y supongamos que se haya de hazer uno azia la parte de A. y otro á la de B. tiendase el Poligon de una parte á otra, y adonde se terminare se clavaran en sus extremos dos estacas, como AB. y este sera el primer Poligon; sobre el qual se levantaran los flancos de los puntos de las medias golas, siguiendo la regla que se dio para hazer esto mismo sobre el Poligon BC. de la primera figura de la dicha Estampa.

Hecho esto se meterá en la estaca B. una cuerda de qualquier grandeza, y puesta otra estaca en el otro extremo se hará un arco á discrecion, como CD. pongase una estaca en el punto C. y sacando la cuerda de B. se meterá en la estaca C. y observando la longitud de la cuerda con que se hizo el arco, se tirará desde C. hasta cortar la circumferencia en E. dividase el arco CE. en cinco partes, y añadanse las quatro sobre la misma circumferencia, que serà desde E. à F. levantese la estaca A. con el Poligon, el qual haziendolo passar por el punto F. se terminarà en G. donde se clavarà la estaca que se levantó de A. y se tendrà el segundo Poligon BG.

Tomese la cuerda con que se hizo el arco CD. y puesta en G. se hara el arco HQ. igual à CD. y por el termino Q. se tirarà el tercer Poligon GP. y siguiendo esta orden se cerrarà la plaça; como se hizo quando se enseñó obrar sobre el papel; adonde se advirtio lo que se havia de hazer si la figura fuesse Exagono, ó Eptagono &c.

Los flancos se levantaran, como se ha enseñado; y assimismo las caras de los Baluartes, y demas partes. *Estampa 7. Figura 2.*

TRA-

TRATADO TERCERO
DE LA
FORTIFICACION IRREGULAR.

A L principio de este Libro se pusieron las Maximas Generales de la Fortificacion, sin las quales no se puede tener entero conocimiento de ella: y por esta causa adverti que se estudiassen, y especulassen bien, antes, y despues de aprendida la Fortificacion; y porque sin las dichas Maximas se consideran en la Fortificacion Irregular otras particulares, pondré las mas importantes.

PROPOSICION I.

De las Maximas de la Fortificacion Irregular.

SEa la primera. Todas las plaças que se han de fortificar deven quedar lo mas proximo que se pueda á lo regular.

Segunda. Si se huviere de fortificar una de dos plaças, que la una este predominada de algunas eminencias, y la otra situada en un llano, se eligirá primero esta que la otra.

Tercera. De todas las plaças que tuvieren igual recinto la que con menos Baluartes se fortificare es la mejor.

Quarta. Los Baluartes enteros son preferidos á los medios, y estos á otra qualquier Fortificacion.

Estas Maximas acompañadas de las otras encierran toda la Architectura Militar y Arte de la Fortification; y siendo comprehendidas podremos entrar á la Fortification irregular, proponiendo primero algunas advertencias.

PROPOSICION II.

Trae algunas advertencias.

ESte Tratado es el mas dificil del Libro presente, porque aunque con las Maximas referidas se pueden fortificar todas las plaças, no obstante como esto sea lo especulativo de la Fortificacion, siempre se ofrecen dificultades en lo practico que necessitan de mayor especulacion y claridad; porque cometido el menor yerro es dificil de remediar.

Devese visitar una y muchas vezes el recinto de la Villa que se ha de fortificar, assi por la parte de adentro, como por la de afuera, reconociendo todos los parages, considerando si habrá tierra bastante para las obras que se han de hazer, la calidad del terreno, y observando si será mejor salir con la muralla mas á la campaña, ó meterse con ella mas adentro de la plaça; y en este caso no se podra escusar la quexa y sentimiento de los vezinos, que tuvieren sus casas cerca de la muralla vieja, porque de necessidad se habran de derribar, cosa que importa poco, si fuere servicio del Rey.

Todas estas consideraciones se deven hazer antes de todo: y aunque se ofrecen otras muchas, como son, si hay gente y dineros, son cosas que pertenecen mas al General que al soldado, á quien toca solamente reconocer los puestos ventajosos para fortificarlos, y defenderlos.

PROPOSICION III.

Fortificase una Plaça Irregular.

CON las propueſtas advertencias ſupondremos que ſe ha de fortificar la Villa ABCD. &c. la qual tiene ocho Angulos, y en ellos los dos entrantes B. E. hallaſe tambien en ſu recinto un lienço de muralla de 1640. pies, como GT. que es mucho mayor diſtancia que el tiro de moſquete, que como ſe ha dicho, es de 1000. pies: y aunque todos los Angulos y lineas ſean deſiguales, y neceſſiten de eſpeculacion para fortificarlos, en particular los Angulos entrantes, y lineas largas cauſaran mayor novedad; porque, aunque á la verdad, obſervando las Maximas generales ſe pueden fortificar qualquier Angulo y linea, como los Angulos ſalientes y las lineas dentro del tiro de moſquete ſe aproximan mas á lo regular que las otras, ſeran mas faciles de fortificar.

Para uno, y otro pondremos en la preſente figura algunas obſervaciones, començando con la linea GT. la qual dividida por mitad en H. ſe tendran los dos poligones TH. HG. de 820. pies cada uno, numero incluido dentro del alcance del moſquete; y aſſi ſe hará un Baluarte en el termino H. y dos á los extremos.

Para formar el Baluarte plano H. aſſi ſe llaman los que ſe colocan ſobre lineas rectas, ſe dividirá el poligon GH. ó TH. en cinco partes, y ſe darà una por uno y otro lado de H. que ſeran las medias golas, adonde ſe levantaran los flancos K. M. de 120. pies, ó de los tres quartos de la media gola. Tireſe de los puntos de los flancos la linea KM. y en ſu mitad N. ſe levantará la perpendicular NL. igual á NM. ó NK. y del punto de la Capital L. ſe tiraran las caras LK. LM. quedando el Angulo flanqueado L. recto.

Guar-

Guardando eſta miſma regla ſe haran todos los Angulos flanqueados rectos, como el Angulo de los Poligones lo permita, y las medias golas y flancos ſean iguales.

El Poligon TA. tiene 790. pies, y aunque no es igual á TH. no embaraça paraque el Baluarte T. ſea real, dandole por flancos y Medias golas lo miſmo que al Baluarte H. tirando las lineas de la defenſa de los Angulos flanqueantes del Baluarte H. y A. y ſi el angulo flanqueado quedare obtuſo, ſe tiraran de un punto de la cortina, formando en ella ſegundos fuegos. Y ſi dicho angulo fuera agudo, ſe hizieran los flancos mas pequeños; como lo enſeñan las Maximas reales de la Fortificacion.

El lado AB. es de 690. pies, que ſon 100. menos que los de AT. diferencia que no quita ſer regular el Baluarte A. dandole la quinta parte de AB. por media gola, y 120. pies de flanco, y tirando las lineas de la defenſa de los Angulos flanqueantes opueſtos.

El Poligon BC. tiene 760. pies, y el angulo B. es entrante; tomeſe la quinta parte del Poligon BC. ó 150. pies de la eſcala; y deſde B. ſe dará una á la media gola BP. ſobre el poligon BC. y otra á BQ. ſobre el lado AB. levanteſe el flanco QI. de 100. pies que ſea perpendicular al lado AB. hagaſe el flanco PS. de la miſma diſtancia, y perpendicular á BC. tireſe de los extremos de los flancos la linea IS. y de ſu mitad ſe deſcrivirá el ſemicirculo IXS. y ſin ſalir de ſu circumferencia ſe tiraran las caras IX. XS. del punto que ſe hallare mas conviniente, que de qualquier que ſea, ſiempre el angulo X. ſerá recto; aunque las caras no ſean iguales, coſa que ſucederá muchas vezes.

El Poligon CD. es de 890. pies que es mayor cantidad que la de BC. y aſſi haziendo el Baluarte C. regular, la cortina del poligon BC. ſera mucho mas pequeña que la de CD. coſa que importa poco quando las lineas de la defenſa quedan baxo del moſquete.

Lo

La linea DE. es de 700. pies, y el angulo D. agudo; razon porque su Baluarte tiene los flancos mas pequeños que otro alguno, porque si se hizieran mayores no solo fuera el angulo flanqueado muy agudo, pero sus caras muy largas lo que hiziera que lo fueran tambien las lineas de la defensa, como lo dizen las Maximas.

El lado EF. tiene 470. pies, y el angulo E. es entrante, y recto el qual no necessita de fortificacion; porque no se hará mejor que lo que el es en si; pues la cortina EO. defiende la EZ. y toda la cara del Baluarte D. y lo mismo haze la cara del Baluarte F. y assimismo la cortina EZ. es flanco de OE. y de la cara del Baluarte F. el qual si se haze regular se procurará que la Media gola no sea grande; porque como EF. no tiene mas de 470. pies, la cortina EO. seria muy pequeña.

El ultimo poligon FG. es de 520. pies; y como el Baluarte F. se ha hecho regular, se ha tomado sobre el dicho Poligon la distancia de la Media gola FO. y no se puede escusar que el Baluarte G. sea disforme; assi se llaman los que tienen su hechura; pues de otra manera la cortina fuera muy corta: lo qual se remedia levantando el flanco GV. en el mismo punto de los poligones G. y metiendo toda la gola sobre el lado GH. y si esto causare que la cortina GH. sea corta, se arrimará el Baluarte H. azia T. y con esto se habrá fortificado la Villa propuesta. *Figura* 3.

OBSERVACIONES.

Si sucediere que el Angulo entrante B. fuere muy agudo, se hará una plataforma, como ISQP. tirando de negro la linea IS. ó se hará un medio Baluarte.

Quando una linea es tan larga que no queda defendida con un Baluarte plano se haran dos, y mas si fueren menester.

Despues de hecho el desinio de la plaça se mediran todos los Angulos, y si se hallare alguno menor que de 60. grados, ó obtuso, se remediara à cortando los flancos si fuere agudo; y haziendolo recto si fuere obtuso.

Assimismo se deve notar si hay alguna cortina ó linea de defensa fuera de la medida que se dio en las Maximas, porque para conocer qualquier defecto se han de traer siempre á la memoria.

Y si hay alguna cortina pequeña se meteran los flancos azia el centro de los Poligones, haziendo menores medias golas: y al contrario, si se hallare alguna linea de la defensa larga, se remediará haziendo mayores las medias golas, paraque avançando, el flanco tenga mas alcance.

Esta plaça se ha fortificado, valiendose de las murallas antiguas, peró queriendo aproximarla á lo regular, se tirará una linea desde D. á F. y otra desde A. á C. dexando por la parte interior los lienços de muralla ABC. y DEF. esto se entiende quando el terreno lo permite.

La medida de todos los Poligones, sea tomado sobre la escala AB. que tiene 2500. pies.

El fosso, y Estrada encubierta, se tiraran como se ha enseñado, dando á cada cosa su medida devida; y el no haverla puesto en la figura, ha sido por no confundirla con tantas lineas.

La Estrada encubierta ha de ser toda bien flanqueada, haziendole flancos á la distançia de 200. á 300. pies que queden en forma de dientes de sierra, como se muestra en la Estrada encubierta atacada de la *Estampa* 8.

Si haviendo de fortificar una plaça no huviere medios, ó el Enemigo no diere tiempo, se hará una Estrada encubierta en la forma dicha, con una buena empaliçada; y reparando los fossos y murallas antiguas se remediará la plaça por entonces.

TRATADO QUARTO
DEL SITIO
DE UNA PLACA.

HAviendo de tratar del ſitio de una Plaça, donde ſe ofrecen tantos accidentes, que neceſſitava de un diſcurſo muy dilatado, por la diverſidad de terrenos, y ſituaciones, y por la brevedad de eſta Obra, en eſte ſucinto Tratado, cumpliré mi promeſa, proponiendo las advertencias mas caſuales que ſe ofrecen, y un ſoldado deve ſaber.

PROPOSICION I.

De la linea de Circumvalacion, ô cordon.

ALojado el exercito en torno de la plaça, apartado de ella 500. ó 600. paſſos, ó por mejor dezir, donde no eſte moleſtado de la Artilleria, ſe delineara el cordon á la diſtancia de 200. á 300. pies de los quarteles, quedando eſte eſpacio para plaça de armas.

Devenſe reconocer en la Circumvalacion todos los parajes donde hay avenidas para fortificarlos, y tambien acercarſe con la linea á la plaça en las partes que lo permitiere el terreno; y al contrario ſe retirará ſi ofende la Artilleria.

Comiençaſe el cordon, abriendo un foſſo de 9. pies de ancho, y 6. de profundo, dandole dos de declivio à cada lado, de ſuerte que por la parte de abaxo tenga 5. pies de ancho; y echando la tierra azia la parte de la plaça, ſe levantará el parapeto, que el cordon no es otra coſa, de 6. pies de alto con uno de declivio, y por la parte exterior tendrá 4. de alto, y 2. de declivio.

La anchura del parapeto, por la parte de abaxo, ſera de 9. pies, y por la de arriba de 6.

Devenſe dexar entre el foſſo, y el parapeto dos ó tres pies de diſtancia para el bordo que recebirá la tierra que ſe deſmoronare.

Si el ſitio no fuere de mucho tiempo, ſe guarnecerá la linea, con unas puntas, como las de K. de la Eſtampa 8. que ſus caras eſten defendidas de la miſma linea.

Daranſe á eſtas puntas, 100. pies de media gola, y toda entera ſera de 200. y á ſus caras ſe daran 140.

La formacion de dichas puntas, juzgo, que conforme la doctrina del Capitulo antecedente, no neceſſita de exemplo; porque tomando una cuerda de 200 pies que es la cantidad de la gola, y clavando una eſtaca en ſus extremos, ſe meterá en cada una, una cuerda de 140. pies, y tirando igualmente azia la Campaña ſe vendran á encontrar en un punto, adonde ſe clavará otra eſtaca, y quedará deſiniada la punta, que ſe ará ſegun el parapeto de la linea. La diſtancia que ha de haver de una á otra es de 500. á 800. pies: y ſi ſe hizieren mas cerca eſtaran mas bien defendidas, pero ſera de mucho embaraço.

Para trabaxar en la linea ſuele el General hazer, juntar gran numero de Villanos, y faltando eſtos, ſera fuerça trabaxen en ella los ſoldados, cada tercio el diſtrito que le toca.

Quando ſe teme que ſe quiere ſocorrer la plaça ſe fortificaran todas las avenidas con algunos fuertes de Campaña, como C. y D. ó qualquiera de los otros, que enſeñamos en ſu lugar, adonde ſe dieron las devidas medidas que han de tener, ſegun la parte en que ſe hazen.

Si paſſare la linea por algun boſque adonde no ſe puede abrir foſſo, para hazer el parapeto, ſe pondran los quarteles lo mas juntos que fuere poſſible: y ſi huviere alguna avenida ſe hará un fuerte á la entrada del boſque, ó en ſu mediania, capaz de defenderſe por ſi miſmo haſta ſer ſocorrido.

Las riberas que paſſaren por la linea tendran fortificadas las entradas con uno de los fuertes referidos, y los mejores ſon los Hornabeques ſenzillos de lados paralelos, los quales ſe avançan mucho á la Campaña, como los de D. haraſe un puente por la parte interior de la linea para la comunicacion.

Los puentes ſe hazen ſegun la anchura de la ribera, porque ſi no es muy ancha, ſe atravieſſan unos Arboles de una parte á otra, ſobre los quales ſe aplican otros menores, y encima otros maderos pequeños, ajuſtandolos lo mas que ſe pueda, paraque ſobre ellos ſe ponga la tablazon muy unida, quedando anſi formado el puente que deve tener 25. ô 30. pies de ancho, ſi ha de paſſar por el carruaje, y Cavalleria.

Si la ribera fuere pequeña, deſpues de pueſtos los primeros y ſegundos Arboles referidos ſe hara ſobre ellos un terraplen de faxina y tierra. De eſta manera ſe haran las puentecillas para la comunicacion.

Siendo la ribera grande ſera fuerça hazer puentes de barcas, y para eſto ſe llevan con el tren de la Artilleria Pontones de prevencion, y gente para eſte efecto.

Puede ſuceder haver de guiar la linea por algunos marraçales, que en el verano eſtan ſecos, y con qualquiera lluvia ſe llenan de agua. En ſemejantes lugares ſerà muy acertado plantar una fuerte eſtacada. Pero no temiendo el agua, ſobre el cieno ſe formarà la linea haziendo primero el fundamento de tierra que ſe traera de fuera, y faxina, ó ſe harà con ceſtones llenos de arena.

Antes ſe acoſtumbrava hazer en la circumvalacion de una plaça muchos fuertes à la diſtancia de 2000. pies, unos de otros, pero reconociendo la detencion que cauſan, ſe hazen ſolamente en las avenidas, avançando con eſto mucho tiempo, que es lo eſſencial; y aſſi fortifican la linea con las pnntas referidas: porque ya pocas vezes ſe vee aguardar el enemigo dentro de las trincheras; pues la comun opinion es que ſe ſalga à recebirlo fuera.

Demas de las razones dichas ſe deve conſiderar, que ſi un Exercito pueſto ſobre una plaça ſe detiene ocho, ó quinze dias mas en fortificar la linea con muchos fuertes, y aſſimiſmo los quarteles particulares, en eſte tiempo enfermarà, morirà ó huirà mucha gente: y ſi toda ſe huviera empleado luego en atacar la plaça, no hay duda que huvieran fatigado mucho à los ſitiados, aunque no ſe huvieſſe ganado nada. Y aſſi por eſta razon, como porque la linea no ſe haze para otro fin, que para embaraçar la entrada, ó ſalida à los enemigos, ſerà baſtante guarnecerla con las puntas dichas, aſſegurando bien las avenidas.

Quando ſe teme que los ſitiados, por ſer muchos, moleſten à los ſitiadores con ſalidas, ſe harà otra linea contra la plaça que llaman de contravalacion: eſta no difiere de la circumvalacion en otra coſa, que en el abrir del foſſo; pues como en la una ſe haze azia la Campaña, en la otra ſe ha de abrir azia la Villa: procurando que el parapeto no ſea alto en demaſia, porque cubrirà la gente que eſtuviere en los ataques, del exercito que ha de quedar entre las dos lineas.

PROPOSICION II.

De los Ataques.

ASegurado el exercito, y cerrado con la linea de circumvalacion todos los passos, de suerte que nadie pueda entrar ni salir de ella sin ser visto; va el Ingeniero que ha de conduzir el ataque con los Generales à reconocer la parte mas à proposito para abrirlo.

Si la plaça tuviere inundaciones es cierto que por aquella parte son escusados los ataques; no eligiendo por mejor la que estuviere fortalecida de Fortificaciones exteriores; sino es que sea por alli el unico ataque; porque no hay duda que por flaca que este la muralla por aquella parte, la hazen fuerte las dichas Fortificaciones, las quales se colocan alli por este efecto; y assi sera mejor ir por otro lugar, aunque la muralla de la plaça sea mas fuerte, pues ganada esta no hay otra ni otro fosso que ganar; lo qual no sucede en la parte donde hay Fortificaciones exteriores, pues haviendose estas ganado, queda aun el obstaculo de passar el fosso principal, y ganar la muralla de la Villa.

La parte mas comoda para avançar à una plaça es la de la cara del Baluarte, porque á la cortina es muy peligroso, por estar defendida de dos flancos, y por la cercania de estos es el fuego por aquella parte no tan solo doble, sino mas vivo, que á no tener este peligro siempre se hizieran las brechas en la cortina, porque una vez alojados en ella no tienen los sitiados terreno detras en que fortificarse, lo qual no sucede en el Baluarte, si está terraplanado, donde hay capacidad para hazer una y dos cortaduras: mas como en el avançar por la cara del Baluarte, no haya mas de un fuego de que guardarse, que es el del flanco opuesto; y

y este está apartado de la longitud de la linea de la defensa, es mas conviniente conduzir el ataque á esta parte, que á la cortina; á la qual será acertado abrir brecha para avançar por ella quando se conozca ser muy larga.

Reconocido el lugar mas á proposito para guiar los ataques, va el Ingeniero, entre dos luzes, con los soldados nombrados llevando los unos faxinas, y los otros picos, çapas, y palas, y llegando á la parte adonde se ha de empeçar el trabaxo, se hará una plaça de armas, que serà la cabeça de ataque, la qual deve estar apartada de la Villa 1000. pies poco mas que es el alcance del mosquete.

Supongamos pues, que sea el Baluarte 6. 7. el que se ha de atacar, y que la cabeça de ataque haya de empeçar en A. donde llegando el Ingeniero con los soldados nombrados se hará el Reduto A. trabaxando con todo secreto, porque hablando rezio de suerte que se oyga en la plaça, no solo sabrá luego el enemigo por donde seguia el ataque, sino que se encaminará alli mas fuego que á otra parte.

Hazese el dicho Reduto, ó placa de armas quadrada, dandole 80. pies de lado poco mas, ó menos; y assi estando delineado el quadrado se pondra en las quatro esquinas una estaca, y con las faxinas que llevan los soldados se haze una linea de estaca á estaca, por todos los quatro lados y puestos los soldados por la parte de adentro del quadrado empeçaran á levantar tierra haziendo un fosso de tres, ó quatro pies de profundo, echando la tierra sobre las faxinas, que con tres pies que tenga el fosso de profundo, y otros tres de la tierra que del se saca, y las faxinas, se hará un parapeto de seis pies de alto, lo que basta para estar cubiertos, de suerte que el que mas á prissa concluyere con el dicho trabaxo, tanto mas presto estará cubierto, cosa que tanto le importa.

La anchura del fosso al principio será de tres pies, pero des-

despues lo iran abriendo los que figuen detras hafta 6. ó 8. pies, reforcando con la tierra las trincheras; y fi con los tres pies de profundo que hemos dicho, no eftuvieren bien cubiertos los foldados, fe profundara mas; pero efto fe entiende que puede hazerfe de dia, quando no fe puede trabajar á cuerpo defcubierto.

Si por el ataque huvieren de paffar algunas piecas fe abrirá el foffo haftaque tenga 12. pies de ancho.

Hecha la primera plaça de armas, fe tira defde ella una linea de 200. á 300. pies, ó conforme lo pidiere el terreno: y porque en el tirar de eftas lineas confifte el conocimiento de los ataques, pondré antes de empecar un exemplo para dar á entender que es linea enfilada, ó defcubierta que es todo uno; porque oygo de ordinario dezir à muchos foldados viejos, en tal fitio fucedio que el Ingeniero dexó una linea defcubierta, donde nos mataron mucha gente; y llegando á averiguar que es linea defcubierta, ó en que confifte, no faben dar mas razon, fino que veian à fus ojos matar la gente dentro de los ataques: motivo que tengo para poner el exemplo figuiente.

Sea la linea que fe ha de tirar defde la plaça de armas, A. la de puntos AS. y en ella levantando la trinchera defde A. à B. no hay duda que aunque fea de 1000. pies de alto, que todos los fitiados que eftuvieren defde S. à Q. que podran meter las balas en el foffo de los ataques; y affi diremos que la linea eftà enfilada, ó defcubierta. De donde fe infiere que haviendo de tirar la linea defde A. ha de fer de manera que vaya libre de Q. como lo haze AQ. quefta cubierta de la placa, y eftrada encubierta.

Para tirar la dicha linea no fe ha de aguardar à que anochezca, porque no fe podrà diftinguir fi va cubierta, ó enfilada; y affi fe deve hazer de dia defde la cabeca de ataque, tirando una linea vifual, tomando por punto algun arbol, ô otra feñal de la Campaña; y fino la huviere falir, y clavar una eftaca que firva de guia al tiempo de delinear el ataque.

Bolviendo á nueftro difcurfo digo, que la linea primera que fale de la plaça de armas A. fea AB. ponganfe de un termino á otro las faxinas que traen los foldados, y abriendo un foffo de la anchura y altura referida, fe hará el parapeto AB. fiendo el foffo el camino que fe mueftra blanco que efta comunicado con la plaça de armas.

En el termino B. fe hará otra plaça de armas, defde la qual fe tirará la linea BE. libre de la punta P. como lo efta AB. de Q. haziendo á lo largo de ella el mifmo foffo y parapeto que fe hizo en AB. y aunque no fuera malo hazer al principio y fin de todas las lineas una plaça de armas, las quales fon de grande importancia para quando el enemigo haze falida, rehazerfe en ellas la gente de los ataques, efcufare aqui poner algunas por no confundir con ellas.

Haviendo avançado la cabeça de trinchera hafta E. fe tirará la linea EI. libre de Q. y porque efta va cerca ya de la eftrada encubierta, fe hará frente del Baluarte, la plaça de armas F. y de ella fe tirará la linea FH. libre de P. y los ramales MI. LH. firven de diverfion á los Baluartes colaterales, y affi fe haran en fus extremos las plaças de armas IH.

Abançafe á la empaliçada á la diftancia de 100. á 200. pies, ó mas lexos, conforme la refiftencia que fe halla en ella, ó valor de los fitiadores, como defde L. y M. que fe avança hafta X. á cuerpo dufcubierto, y arrimando las faxinas à las eftacas fe haze un parapeto, abriendo un foffo pequeño, fortificandofe de efta manera contra la empaliçada.

Entretanto que fe haze efta operacion corren los granaderos por una y otra parte, procurando defalojar, ó inquietar á los fitiados, paraque tengan lugar los otros de forti-

fi-

ficarse: y assimismo queda gente nombrada para abrir la trinchera desde L. y. M. á X. haziendo dos parapetos uno á cada lado, y procurando que el fosso por la parte de L. y M. sea mas profundo que en las otras lineas, paraque assi se cubran del Baluarte que se ataca.

Suelense atravessar á trechos, de un parapeto al otro, algunos maderos y faxinas para passar por debaxo mas cubiertos.

Fortificados contra la empaliçada, se procura ganar la estrada encubierta á fuerça de armas, y no pudiendose conseguir, se hazen en diversas partes hornillos; y por la brecha que estos abren se desemboca la estrada encubierta: y la mejor Fortificacion que se haze en ella es la de la figura T. que esta cubierta de toda la plaça; y assi se haran de la misma figura las que parecieren convinientes.

Antes de passar adelante quiero advertir que se suelen abrir dos, y tres, ó mas ataques á una plaça. Si fueren dos, y que estos se hayan de comunicar se hará la plaça de armas O. á la devida distancia; tirando por sus turnos las lineas O. V. y V. Z. y Z. N. librandolas de los terminos Q. P. y procurando comunicar un ataque con el otro en las partes que se hallaren mas convinientes; tirando una linea de uno á otro, como V. E. puntos en que se comunican los dos ataques; y lo mismo hazen en N.

Luego que se empieçan abrir las trincheras, se comiençan tambien las baterias detras de los primeros ramales, de los quales deven estar amparadas: porque nunca sehande hazer delante las trincheras; por razon que si los sitiados hazen salida, no topen con ellas primero, porque clavaran las pieças, ó las desencavalgaran.

Con las primeras baterias se comiença á batir las caras del Baluarte contra que se encamina el ataque, ó los flancos opuestos; y lo mejor es procurar derribar las estacas de

de la estrada encubierta, por ser la primera ofensa con que se encuentra: peró acercandose á la plaça se procurará arruinar los flancos dichos, como lo hazen las baterias 1. y 2. y las baterias M. L. estan opuestas al Baluarte para abrirle brecha.

Fortificados en la estrada encubierta, como está dicho, se haze poco mas arriba de la superficie de la agua (si la tiene el fosso) la brecha suficiente para alojar uno, ó dos minadores, los quales passan á ella, ó con galeria, ó nadando uno á uno, y con picos van cavando la muralla, echando la tierra en unos sacos, ó otra cosa para disponer de ella, porque el enemigo no sepa la parte donde se haze la mina; la qual ha de ser tan alta y ancha que puedan dos hombres de rodillas ir trabajando hasta llegar á la parte adonde se ha de atacar la mina que se ha de cargar segun lo que huviere de volar, dandole la polvora proporcionada; porque si en una mina que necessita de tres barriles de polvora para volar un lienço de muralla, que es lo ordinario, siendo cada barril de cien libras, se le echassen seis, no haria la mitad de la brecha, ni aun la quarta parte que los tres solos: la razon es, que la polvora inflamada con la violencia que tiene sale derecha, llevandose por delante solo aquello que encuentra, porque su fuerça no le dio lugar á detenerse á otra cosa, y si fueran los tres que havemos dicho se de tubiera mas en hazer su operacion.

Si el terreno de la muralla fuesse tal que se vaya desmoronando, se apuntalará la mina, poniendo al rededor tablas, y maderos que las mantengan, como para hazer los arcos de los edificios.

La camara sera redonda, dandole la anchura que necessitan los barriles que se huvieren de meter, y estos unidos se les haran unas aberturas muy pequeñas por donde se les pegue fuego.

Hagase un canal de madera desde los barriles hasta la boca de la mina, dexando por toda ella polvora comunica-cada con la de los barriles, y despues de cerrada la boca de la mina bien ajustada, se da fuego á la polvora del canal con un cabo de cuerda encendida que se dexa de la duracion y tiempo que se quiere dar.

El dia de oy lo mas ordinario es hazer la brecha con la Artilleria, y sea con esta, ó con la mina, passan los sitiadores á ella con galeria, si intentan solo alojarse alli; pero si pretenden entrar dentro del Baluarte de abordo, avançan á cuerpo descubierto: y si haviendo entrado dentro se hallan nuevas cortaduras, es necessario fortificarse contra ellas, hasta assestarles Artilleria para arruinarlas, ó ganarlas por trinchera, guardando los precetos que se han dado para las de la Campaña; y assi se procederá hasta hazerse señores de la plaça.

La galeria que havemos referido arriba se muestra con la letra R.

Si sucediere ocasion en que sea fuerça atacar una plaça en linea recta por un dique, ó por otra parte semejante, se hará por los dos lados del dique un parapeto, y à distancias proporcionadas, unas espaldas, ó cortaduras para ir se cubriendo, como se fuere aproximando á la plaça. Y porque en semejantes lugares no hay tierra de ordinario, se haran los ataques con cestones, trayendo la tierra de otra parte para llenarlos, como lo muestra la figura G.

Sirven tambien los cestones en los ataques referidos á riba á falta de tierra, y tambien para hazer las baterias.

PROPOSICION III.

Y ultima, de la defensa de la Plaça.

Reconociendo los sitiados la parte por donde los sitiadores llevan sus ataques, se ha de procurar desde luego prevenir las defensas que se pueden hazer, no solo en la estrada encubierta y fosso, si fuere seco, sino en las que se puedan formar dentro de la plaça, previniendo para esto gran cantidad de faxinas, y la parte de donde se ha de sacar la tierra para la ocasion.

Y porque los requisitos y prevenciones que se deven hazer para defender las Fortificaciones interiores y exteriores pertenecen mas á los Governadores de las Plaças, que como experimentados lo deven tener todo premeditado, que al soldado curioso á quien desseamos instruir en los Rudimentos Militares, escusaré hablar de ellos, discurriendo solo de los reparos que se pueden hazer dentro de la Plaça.

Si los sitiadores hazen brecha en la muralla será de dia, y se podrá reparar de noche; poniendo de cabo á cabo algunos maderos gruessos, ó cavallos de Frisa, y aplicando tierra y faxina, se reparará la brecha.

Estando la plaça en aquel estado, no hay duda que los de adentro consideraran que el Baluarte sino se perdiere oy, se perderá mañana. Razon que obliga á los leales vassallos, y valerosos soldados à traçar nuevas defensas.

La primera y mas facil es la cortadura particular 6. la qual se haze con mucha facilidad; tirando una linea de un angulo de la espalda á otro, y clavando en su mediania una estaca, se tirarán desde ella lineas à las caras de los Baluartes, advirtiendo que se dexen libres las partes que se conocen ande arruinar las brechas: y hecho esto se levantará á lo largo de las dichas lineas un parapeto de hasta 6. pies de alto por la parte interior, hazien do un fosso de 6. á 8. pies de ancho por la exterior. Haranse en los dichos parapetos hornillos, paraque ganando el enemigo la cortadura se les pegue fuego, y buelen.

La segunda cortadura particular, perdida la referida, se hará en la media gola en esta forma: tomense dos cuerdas de 100. pies cada una, ó de la distancia de un flanco, y puestas en dos estacas, se clavaran al pie de los angulos

 flan

flanqueantes, y tirando las dos cuerdas igualmente ſe vendran á encontrar frente de la gola, y del angulo de la primera cortadura: hagaſe á lo largo de las dichas cuerdas un parapeto de 8. ó 9. pies de alto, paraque predomine á la primera cortadura: y en tal caſo ſera meneſter hazer no ſolo una banqueta, ſino dos, porque de otra manera no alcançarian los ſoldados á diſparar. Aſſimiſmo ſe le haran á eſta ultima cortadura ſu foſſo, y hornillos como á la primera, ſegun ſe vee en la cortadura 7.

Si ſe huviere de hazer una cortadura general que es la que ſe haze dentro de la plaça, comprehendiendo dos, ó mas Baluartes, como la cortadura 8. ſe tirará una linea del punto que ſe tomare en la una cortina haſta el de la otra, y dividiendola en tres partes iguales, ſe hará en el punto del medio un Baluarte plano, y dos medios á los extremos, en la miſma forma que ſe enſeñó en ſu lugar; advirtiendo que las caras de los medios Baluartes han de llegar á cerrar con los parapetos de las cortinas, rompiendo para eſto el terraplen de la muralla; pues faltando eſta circunſtancia los ſitiadores predominaran á los ſitiados, viniendo por encima de ella. Eſta cortadura deve ſer tan alta que domine las otras; haziendola un foſſo tan ancho como ſe pudiere.

Eſtas ſon las cortaduras que ſin mucha eſpeculacion ſe pueden hazer en qualquier plaça Real: y aunque ſe pueden hazer otras haſta llegar á la extremidad, el ſoldado que huviere hecho las referidas no ſaldrá con poco lauro de la plaça.

No ſe ha de aguardar á que ſe pierda la primera cortadura para hazer la ſegunda, ni á que ſe pierda eſta para la tercera, ſino que luego que ſe acabe de hazer la primera, ſe trate de empeçar la ſegunda; porque deſpues no habria lugar de hazerla, ni para hazer la primera ſea de aguardar á que eſté hecha la brecha.

Haſe de procurar derribar todos los quarteles que eſtuvie-

vieren proximos á la muralla, porque no ſe aproveche el enemigo de ellos; y ſi faltare tierra, ó faxina, aſſi para reparar la brecha, como para las dichas cortaduras, vendrá á propoſito el maderamen de los quarteles, y aſſimiſmo la tierra de ſus ruinas.

Las dos Cortaduras particulares referidas, ſe pueden hazer en un Revellin ó Medialuna, ó otra Fortificacion exterior.

Si ſe huviere de tratar por menudo de la Fortificacion, con la prolixidad del volumen, el canſacio de las advertencias que en cada punto ſe pueden dar, ſeria mas moleſto que actractivo, quando ſolicito lo ultimo con eſte pequeño Reſumen, donde he procurado poner ſolamente lo que pertenece al ſoldado curioſo, ſin haverme embaraçado con las diſputas que traen los Libros que ſolo tratan de las facultades, cuyos Rudimentos havemos recopilado: pues aquello es bueno para quien quiſiere ſer perfecto Ingeniero; y aun á los que lo ſon no les ſirve en las ocaſiones; porque en lo principal de la Fortificacion todos ſiguen unas miſmas reglas. Y aſſi ruego á los deſſeoſos de ſaber eſtas noticias, que ſi con mi Obra no he dado entera ſatisfacion de lo que prometi, agradezcan una entera y rendida voluntad de ſervir á todos.

FINIS.

TA-

TABLA

De lo contenido en este Libro.

LIBRO PRIMERO

De las Definiçiones de las Figuras Geometricas, y uso del Compas.

DE LAS DEFINICIONES.

Prob. X.

LIBRO SEGVNDO

De la Geometria practica Superficie Plana Oplanimetria.

LIBRO TERCERO

De la Geometria Practica que trata de la Altimetria, y enseña medir alturas longitudes latitudes y profundidades por un instrumento llamado Quadrante Geometrico.

 Prop.

LIBRO QVARTO

De la Geometria Practica que trata de medir los Cuerpos Solidos.

LIBRO

LIBRO QVINTO

De la Geometria especulatiba donde se declaran algunas proposiciones de Euclides se Resuelben Barias preguntas Geometricas y se en seña la Redudicion de unas Figuras en otras.

LIBRO SESTO

De la Fabrica, y uso de los Reloxes de Sol los mas necessarios que se pueden ofrecer cuya operacion se ace con la regla y el Compas.

LIBRO SEPTIMO

Que trata de la formacion de Esquadrones.

LIBRO OTABO

Que trata de la fortificacion Moderna ô arquitectura Militar.

TRATADO I.

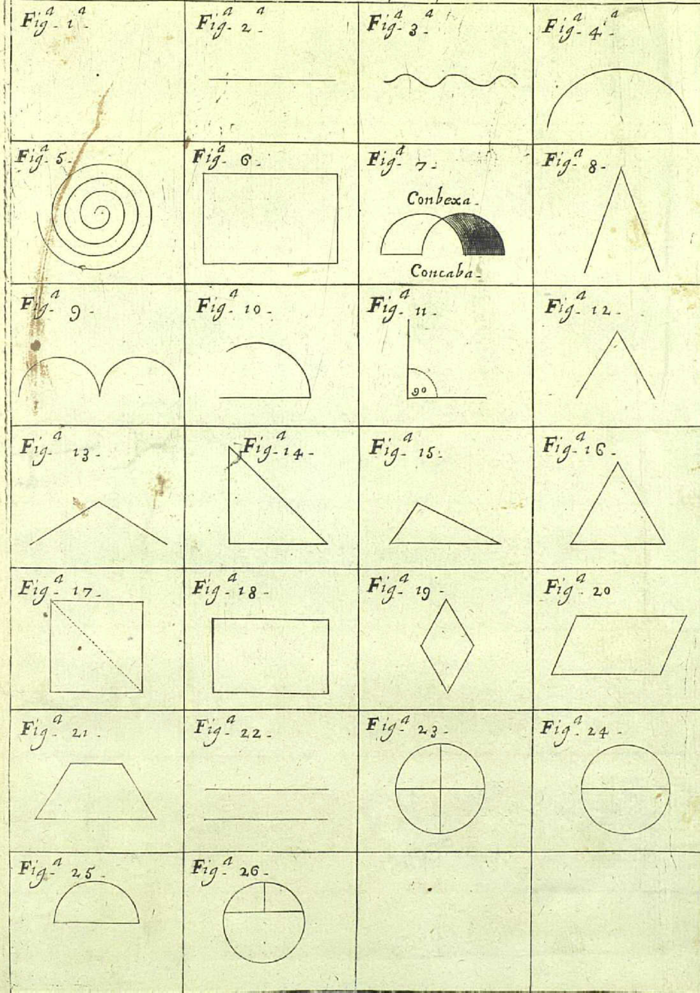
TRATADO II.

TRATADO III.

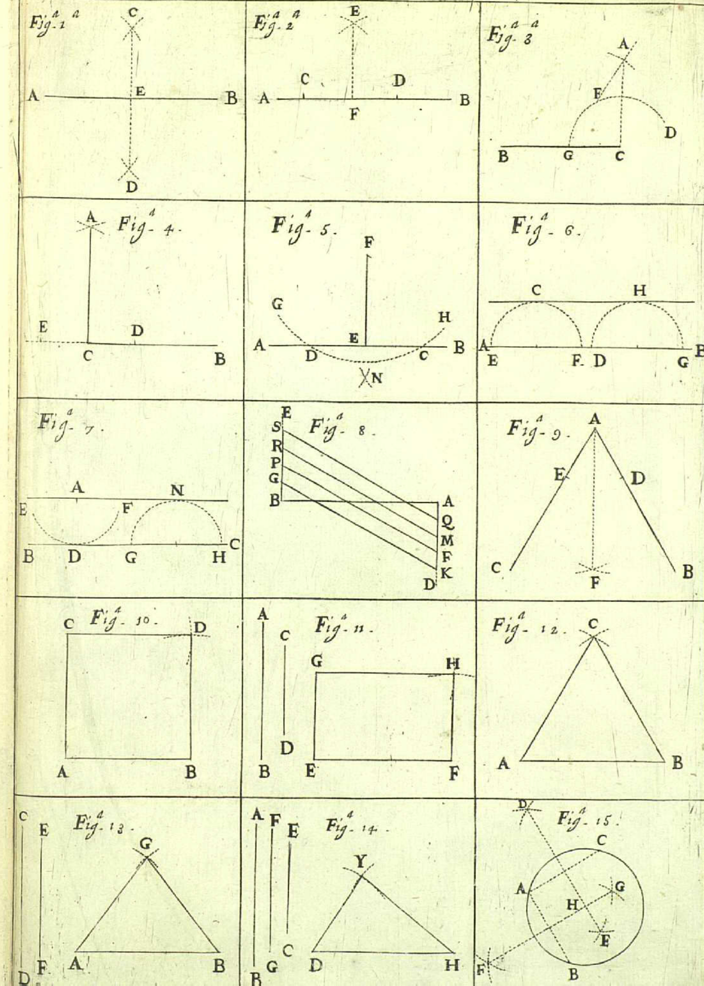
TRATADO IV.

FINIS.

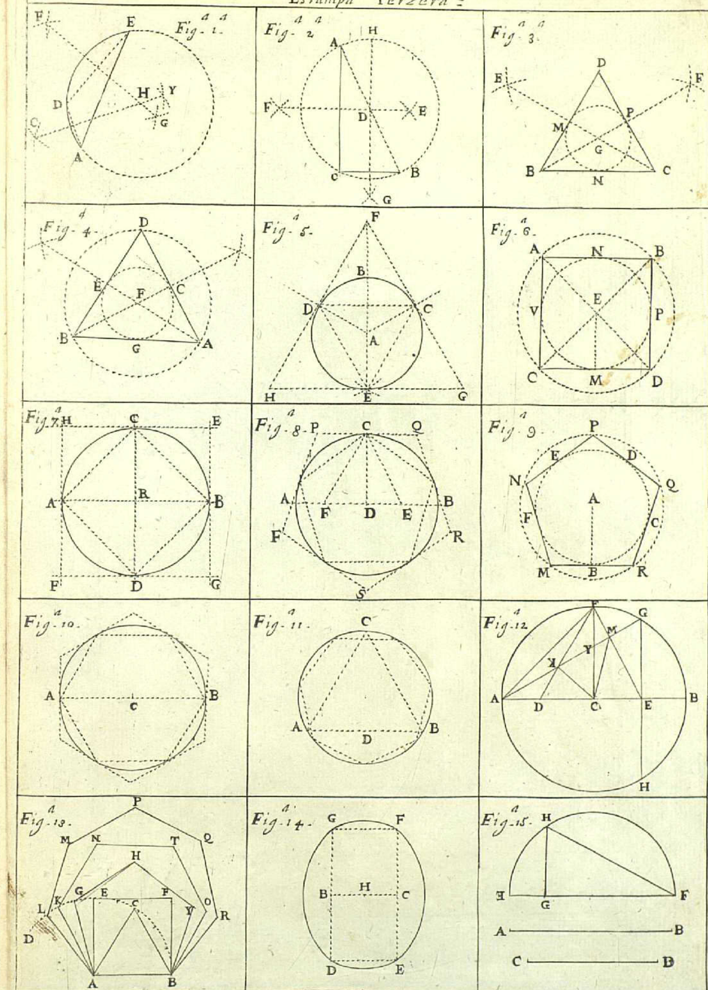
Libro primero Estampa primera =



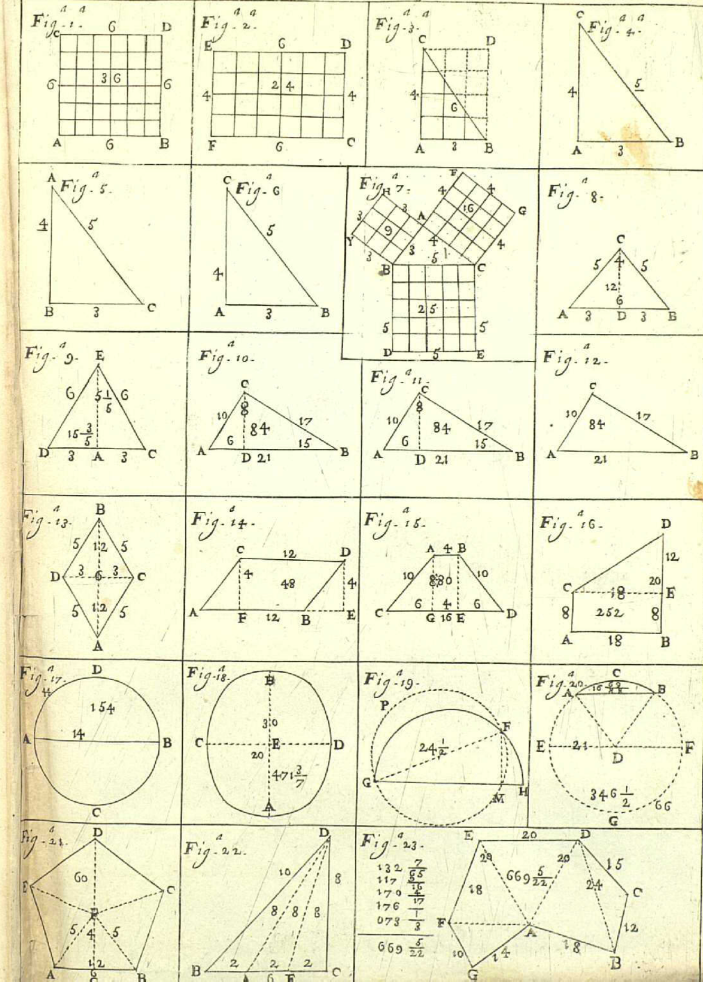
Estampa Segunda



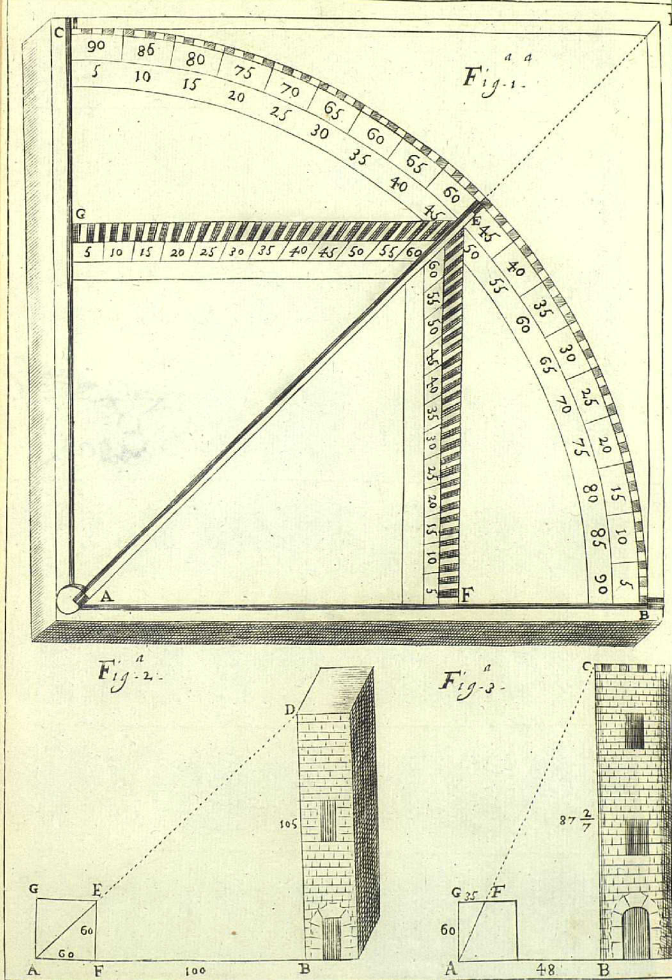
Estampa Tercera.



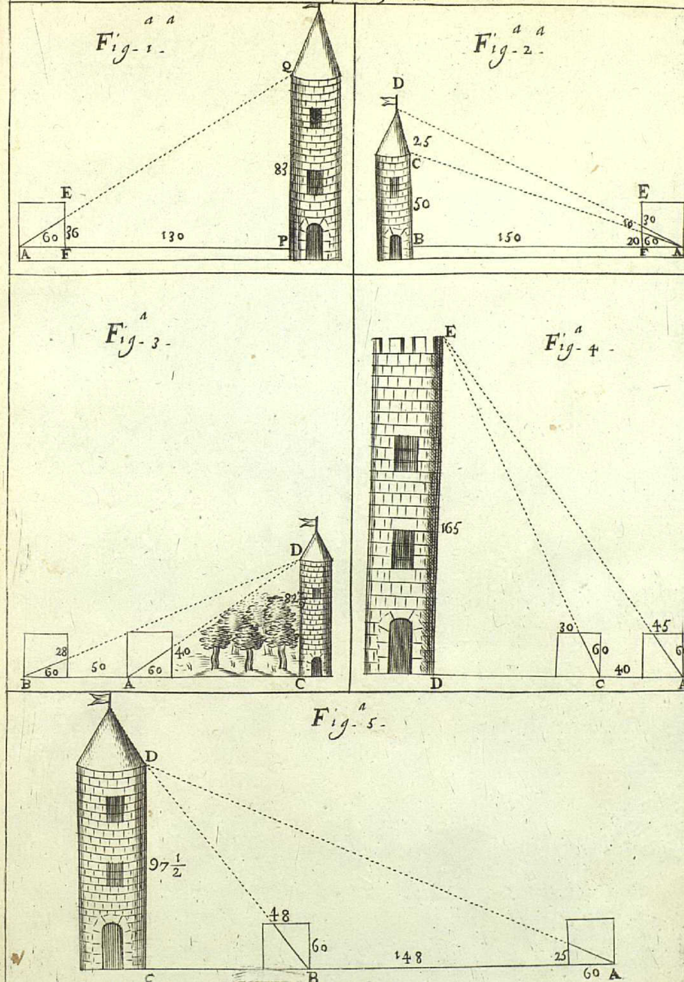
Estampa Del libro Segundo



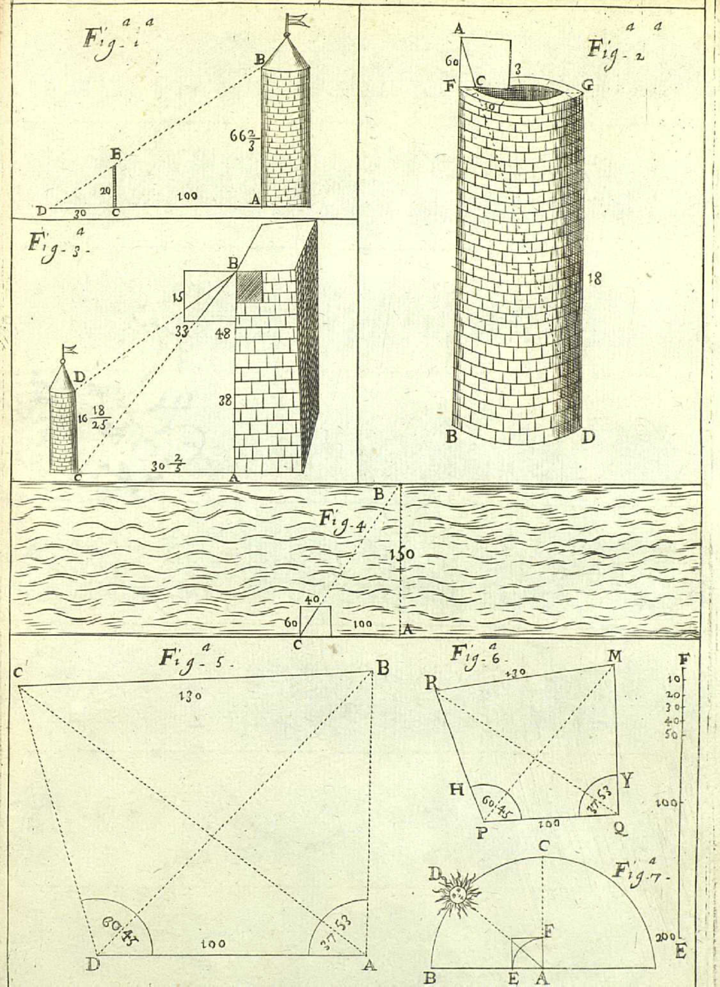
Estampa primera libro Tercero.



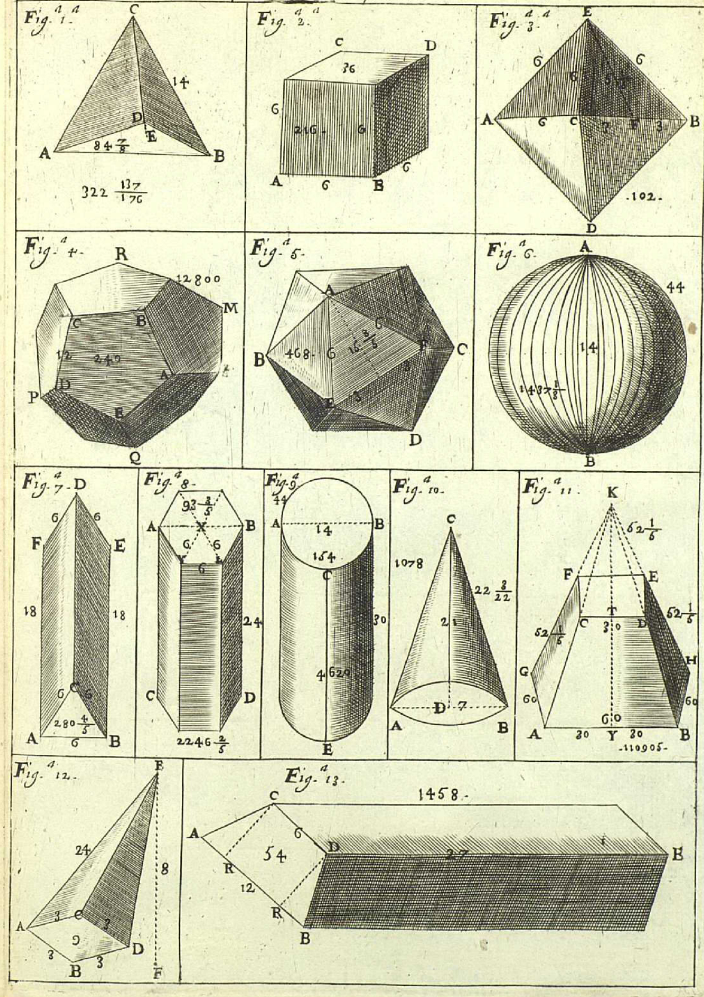
Estampa Segunda.



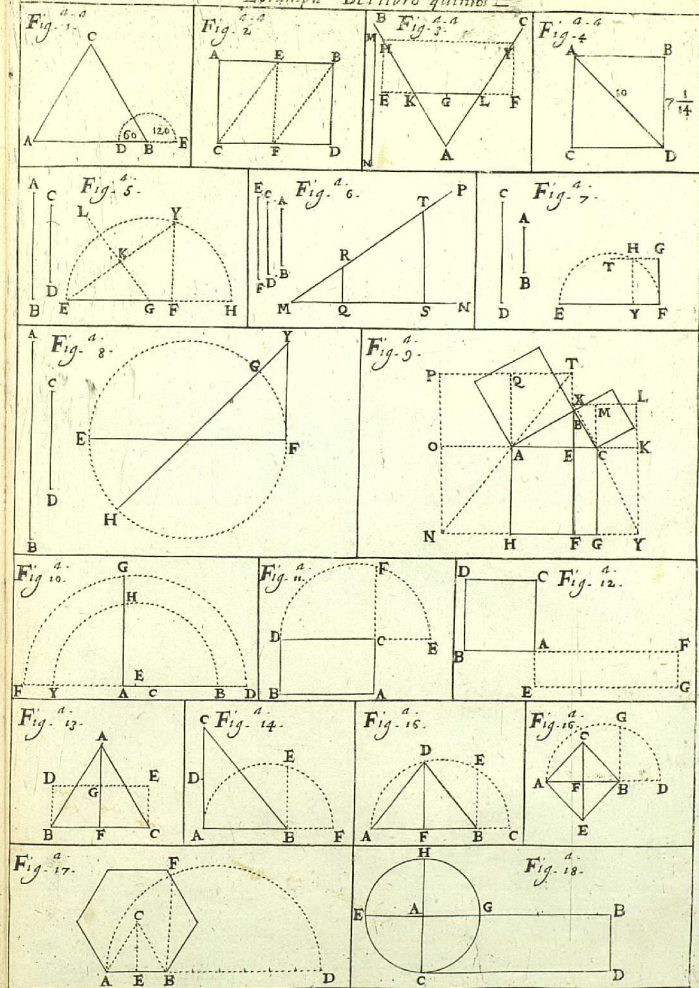
Estampa tercera.



Estampa del libro quarto.



Estampa Del libro quinto



Estampa primera libro sesto .

Fig.ª 1.

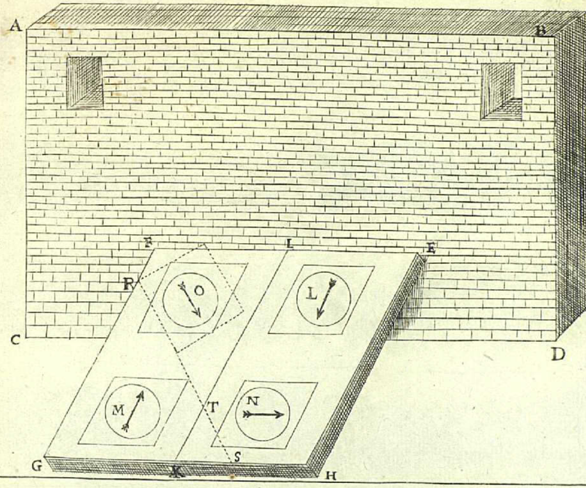
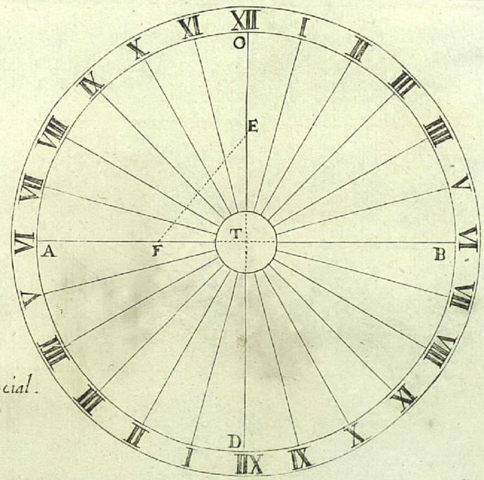


Fig.ª 2.

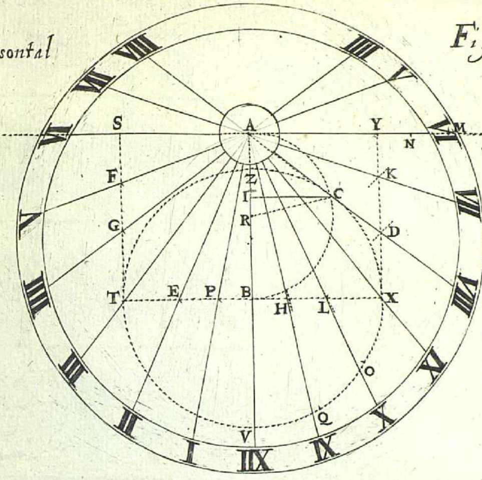


Relox equinocial.

Estampa Segunda

Relox Orisontal

Fig.ª 1.ª



Relox Vertical merid.l

Fig.ª 2.

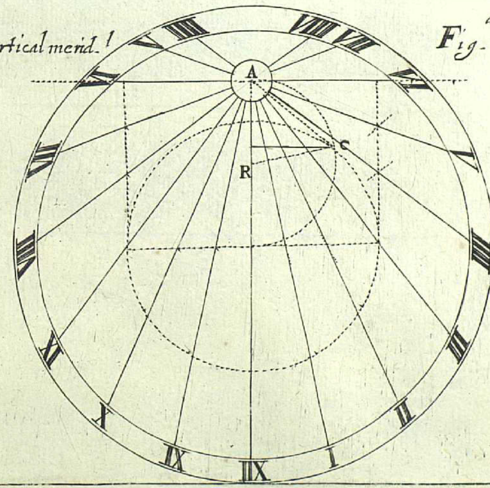


Fig. 1.

Relox Vertical Occidental

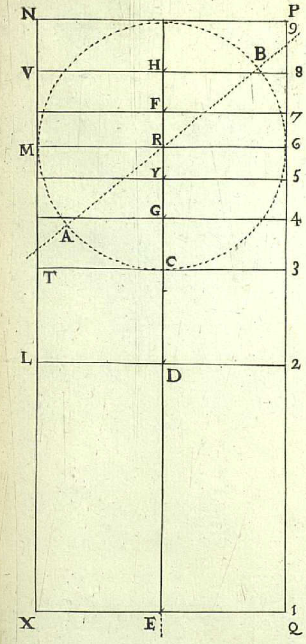
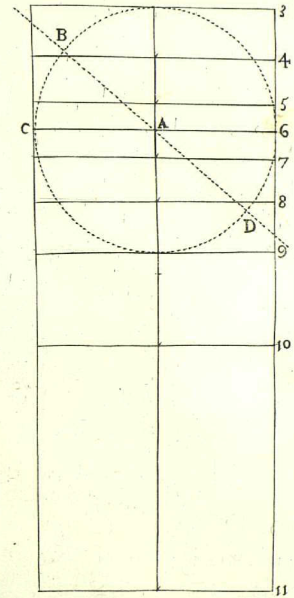
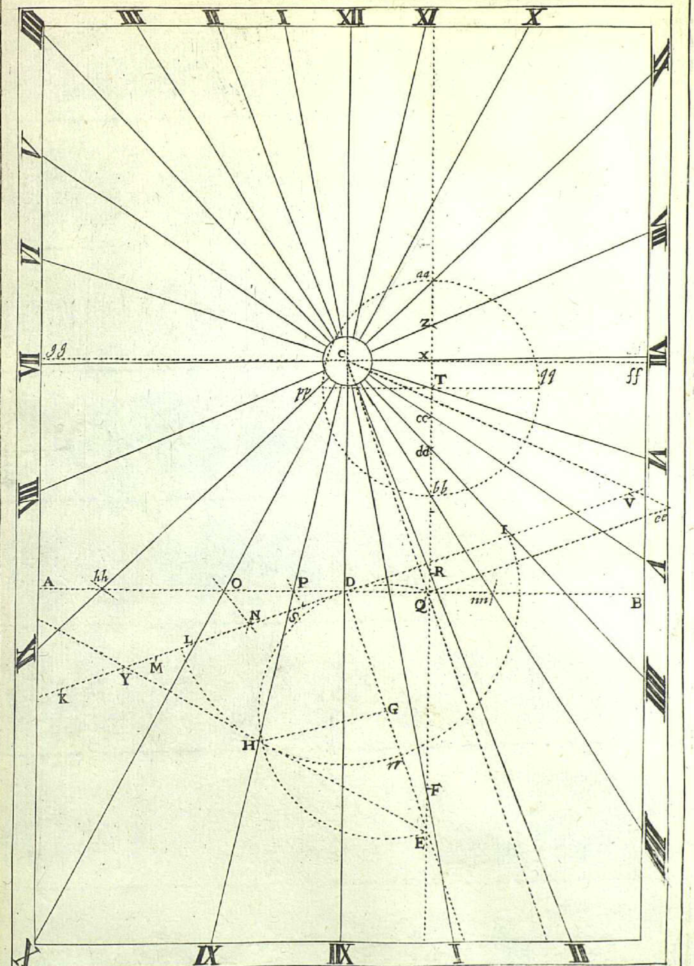


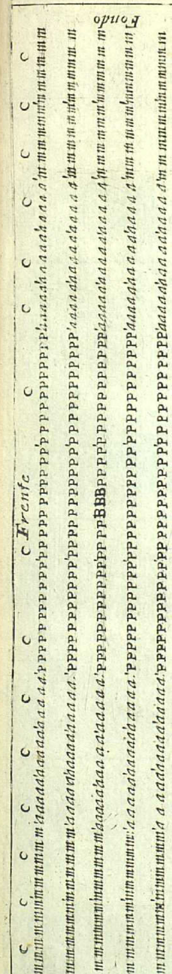
Fig. 2.

Relox Vertical Oriental

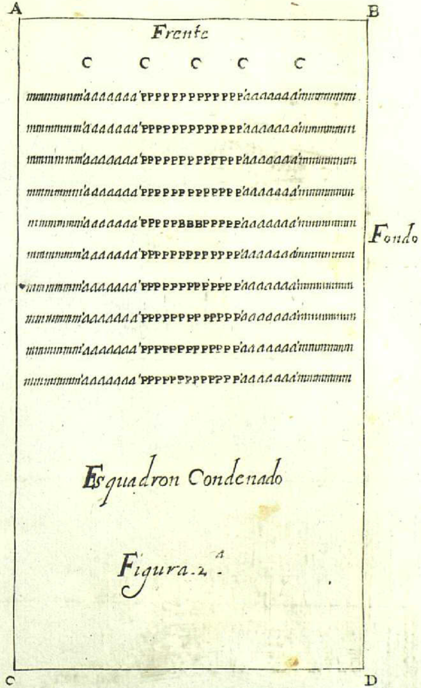


Estampa Quarta.





Esquadron de gran frente. Figura. 1.a



Esquadron Condenado

Figura. 2.a

Figura. 1.[a]

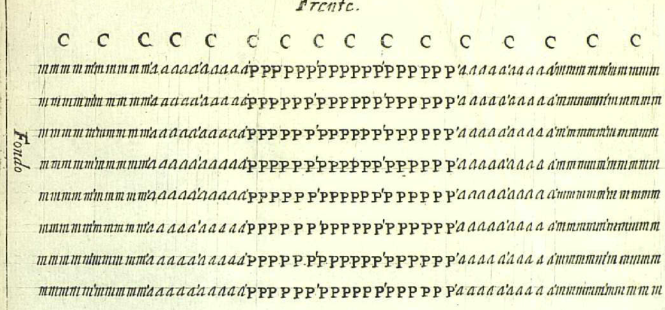
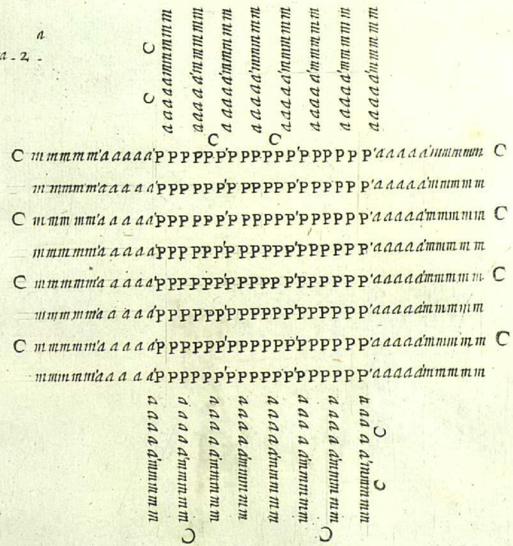
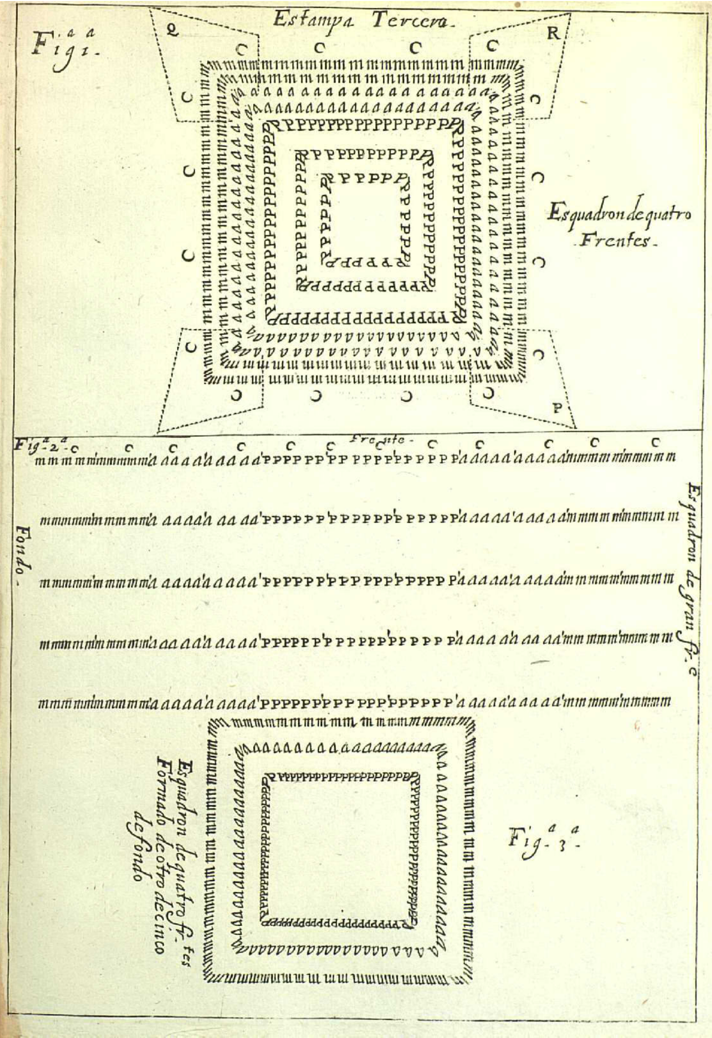
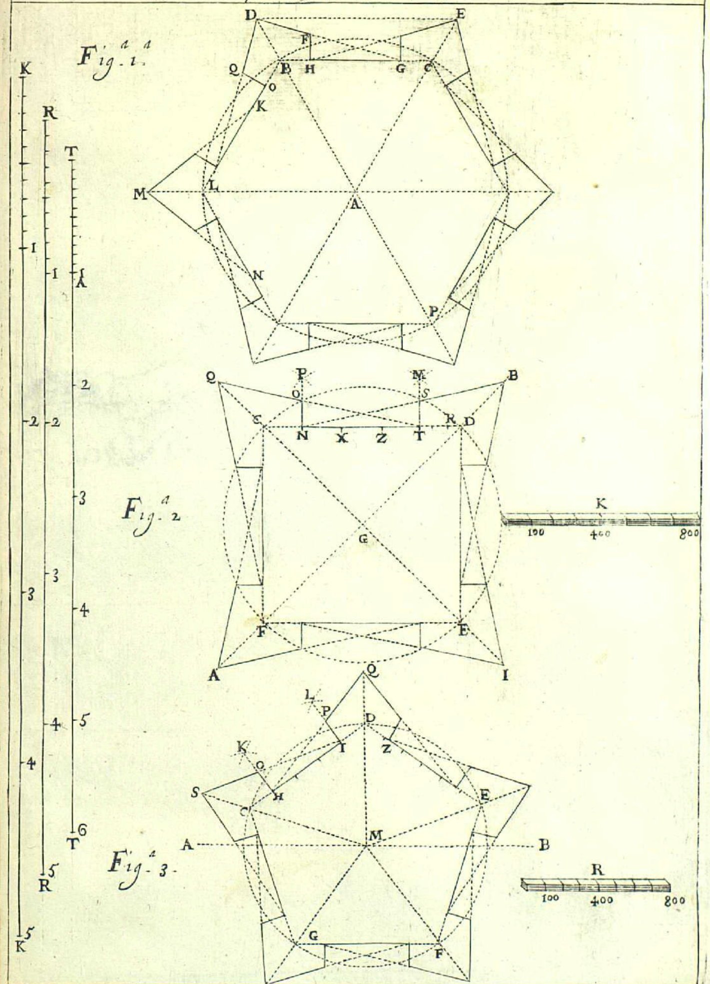


Figura. 2.[a]




Estampa Tercera.
Fig.a 1.a
Esquadron de quatro Frentes.
Fig.a 2.a
Frente.
Fondo.
Esquadron de gran fr.e
Fig.a 3.a
Esquadron de quatro fr.tes Formado de otro de cinco de fondo

Estampa Primera Libro Octavo.



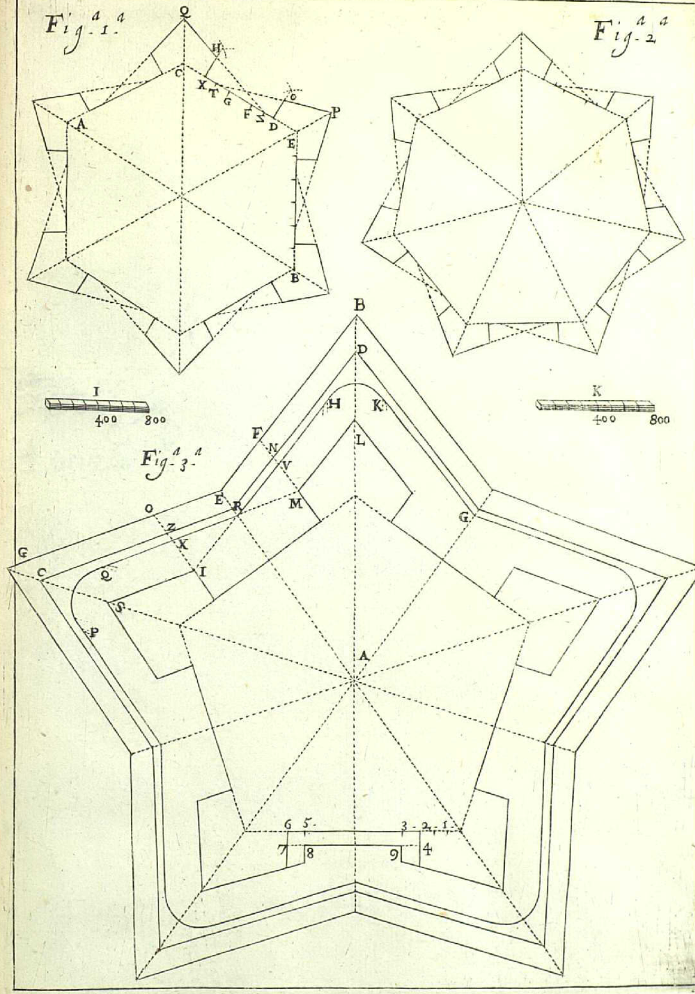
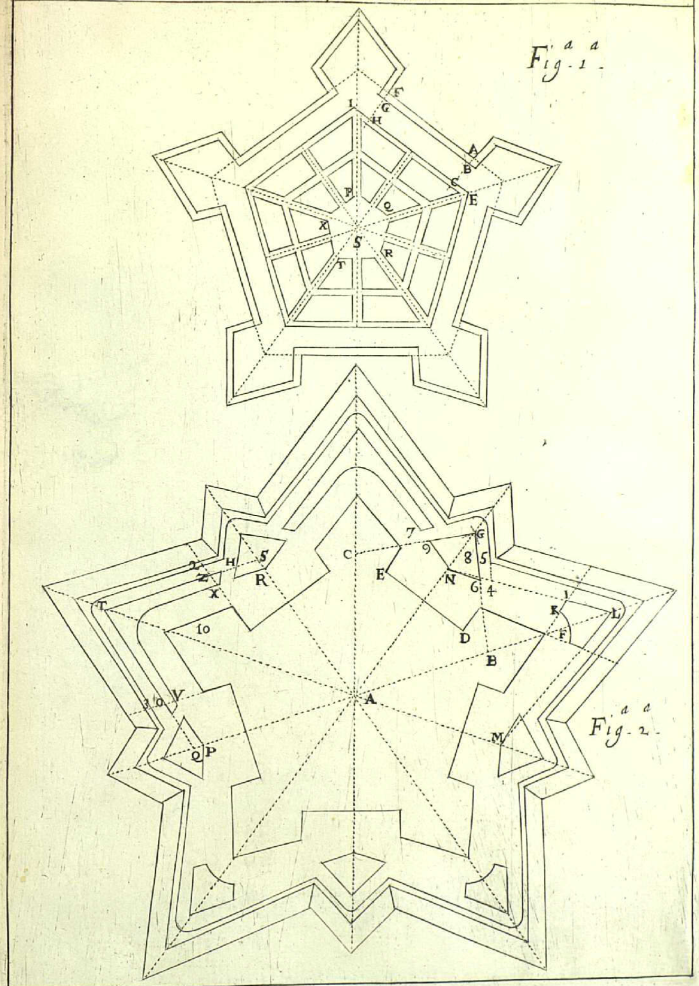


Fig. 1.a
Fig. 2.a
Fig. 3.a
Q H C X T G F Z D O P A E B
I
400 800
K
400 800
B D H K F N V L E R M O Z X G C Q I S P G A
6 5. 3 - 2 - 1
7 8 9 4

Estampa Tercera



Estampa Quarta.

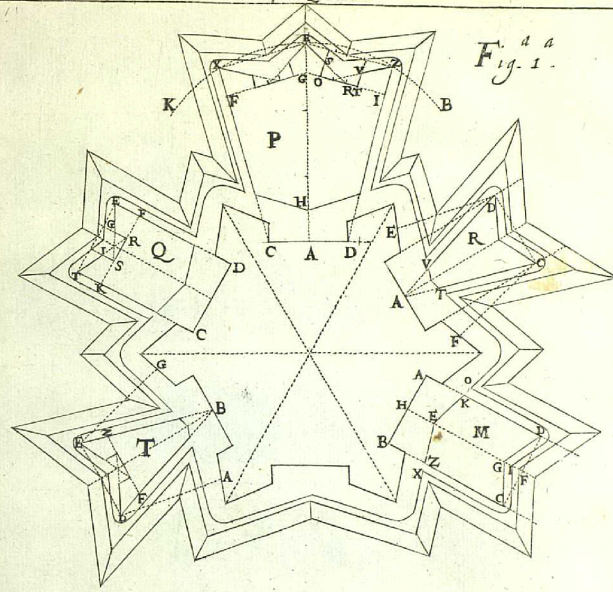


Fig.ª 1.

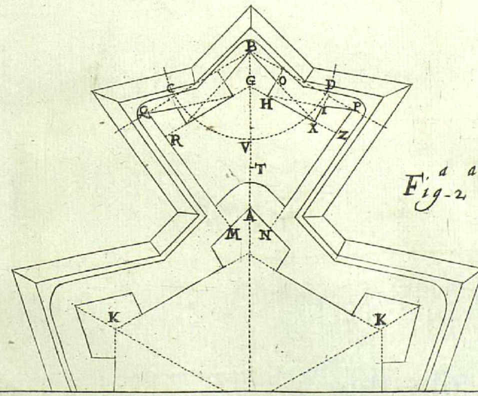


Fig.ª 2.

Fig.ª 1.ª

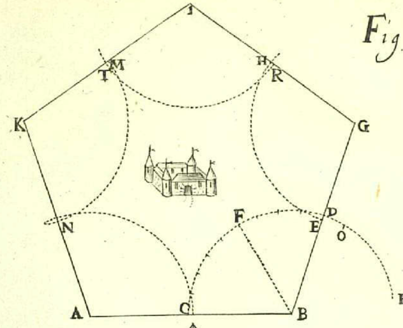
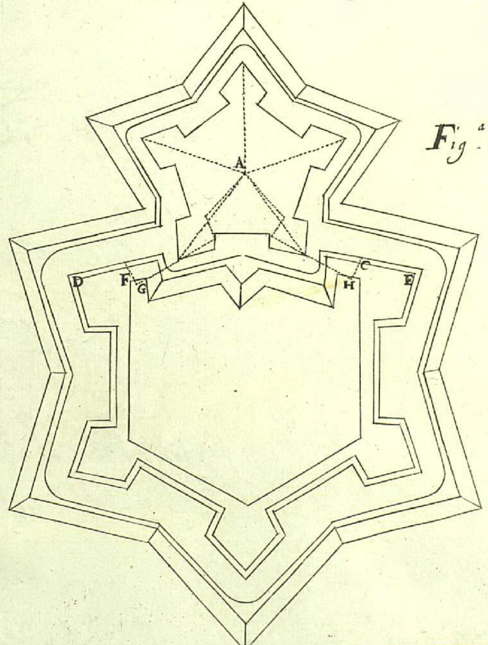
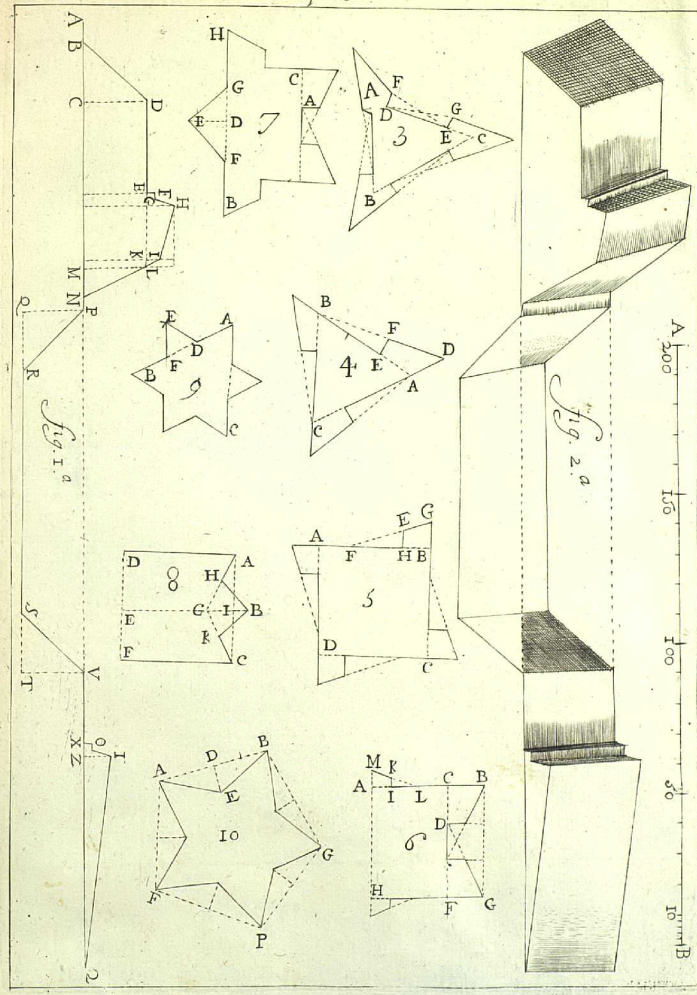


Fig.ª 2.ª



Estampa . 6.a



Estampa 7.ª

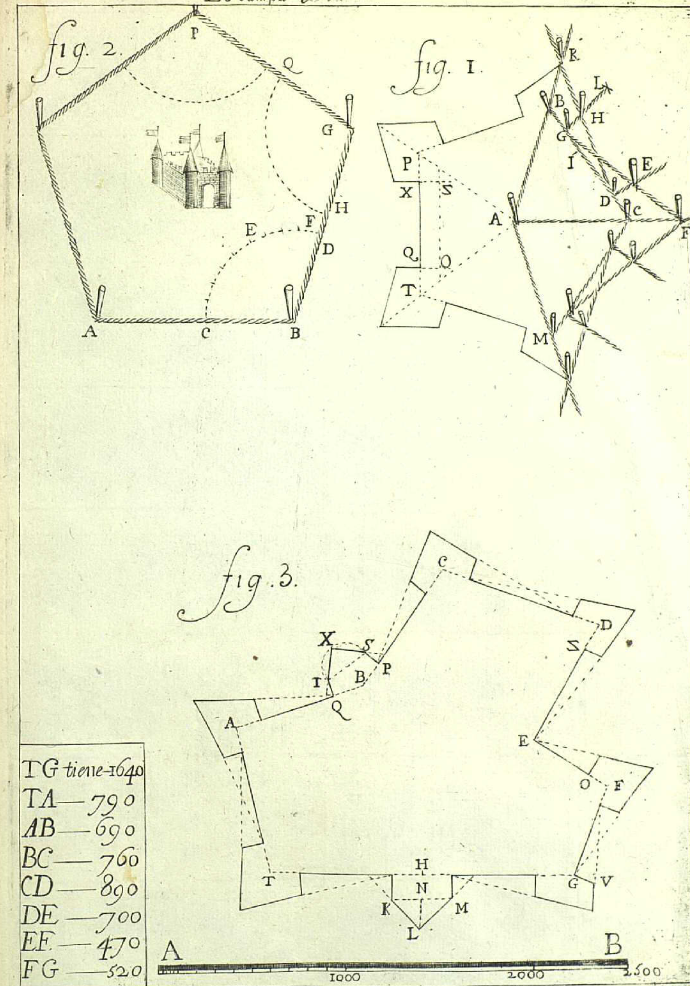


fig. 2.
fig. I.
fig. 3.
TG tiene 1640
TA — 790
AB — 690
BC — 760
CD — 890
DE — 700
EF — 470
FG — 520
A
B
1000
2000
2500

Estampa. 8.a