

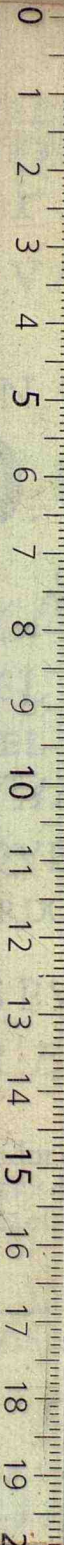
Handwritten text in a Gothic script, likely a title or author's name, running vertically down the center of the book's spine.

NO A
2-198

~~20.46~~

~~6~~

Biblioteca Universitaria	
GRANADA	
Sala	A
Sección	2
Tabla	198
Número	



~~1~~
~~6-109~~

... LOS INSTRUMENTOS
MATHEMATICOS
... VE SIRVIO AL REY N.
D. CARLOS
... QVENDO
... DE SUS CATORZE AÑOS
... CELENTISSIMO SEÑOR
D. FRANCISCO DELACERDA
... DE MEDINA-CELI SEGORVE
... NATALCALASVILLER DE CORPS
De la Magestad, etc.
ESTOS Y EXPLICADOS
... D. JOSEPH ZARAGOZA
De la Compañia de Jesús,
La Suprema Cathedra de Teología en la
Universitat de Valencia y Valenciano de Matemáticas
y Física de Valencia y en la Real Facultad
de Medicina de Valencia Señor

Por Juan Francisco de Zamora
Noviembre de 1674.
en presencia de los Superiores

~~20. 6~~

~~6~~

Biblioteca Universitaria
GRANADA
Sala A
Número 2
Tabla
Número 198

~~1
6-109~~

~~DE VARIOS INSTRUMENTOS
MATHEMATICOS~~

~~CON QUE SIRVIO AL REY N.S.~~

~~DCARLOS~~

~~SEGUNDO~~

~~EN EL DIA DE SUS CATORZE AÑOS~~

~~EL EXCELENTISSIMO SEÑOR~~

~~DIWAN FRANCISCO DELACERDA~~

~~DUQUE DE MEDINA-CELLI, SEGORVE,~~

~~CARDONA Y ALCALASVELLER, DE CORPS~~

~~DISPUESTOS, Y EXPLICADOS~~

~~POR EL R.^{mo} P. JOSEPH ZARAGOZA~~

~~De la Compañia de H.^{os} Y S.^{os}~~

~~En Madrid: Por Antonio Francisco de Zaragosa~~

~~Noviembre de 1673.~~

~~Con licencia de los Superiores.~~

FABRICA, Y VSO
DE VARIOS INSTRUMENTOS
MATHEMATICOS,
CON QVE SIRVIO AL REY N.S.
D. CARLOS

Del Col^o de la Com^o de Jus de Granada B^e.

EN EL DIA DE SVS CATORZE AÑOS,
EL EXCELENTISSIMO SEÑOR
D. IVAN FRANCISCO DELACERDA
DVQUE DE MEDINA-CELI, SEGORVE,
CARDONA, Y ALCALA, SVMILLER DE CORPS
De su Magestad, &c.

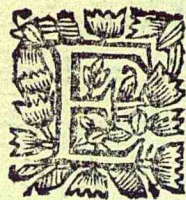
DISPVESTOS, Y EXPLICADOS
POR EL R^{mo}. P. IOSEPH ZARAGOZA
De la Compañia de IESVS,

Calificador de la Suprema, Cathedratico de Theologia en los
Colegios de Mallorca, Barzelona, y Valencia, y de Mathema-
tica en el Imperial de Madrid: y en la mesma Facultad
Maestro del Rey nuestro Señor.

En Madrid: Por Antonio Francisco de Zafra, dia 5. de
Nouiembre de 1675.

Con licencia de los Superiores.

SEÑOR



L Duque de Medina-Celi, y Segorve, Sumiller de Corps de V. Magestad, me mandò à los principios de el mes de Octubre disponer algunos Instrumentos para el dia seis de Nouiembre del presente año de mil seiscientos y setenta y cinco, en que V. Mag. cumple los catorze de su edad: Deseando seruir con ellos à V. Magest. para el Exercicio de las Mathematicas, que V. Mag. honra, y ennoblece, dignandose emplear algunos ratos en tan Real, como vtil, y curioso diuertimiento: No pude negarme, ni al seruicio de V. Mag. ni à los preceptos del Duque. Gastè los primeros dias en idear la Obra; y luego me parecio necessario añadir la explicacion de la Fabrica, y Vso de los Instru

mentos. Esta se començò à escriuir, y à imprimir juntamente el dia seis de Octubre, porque llegasse à manos de V. Mag. de mejor letra el dia cinco de Nouiembre. Empleaua las noches en escriuir: Las mañanas en graduar los Instrumentos, y abrir las siete Laminas, que han sido necessarias: Y las tardes en la asistencia, y seruiçio de V. Mag. No bastàra toda mi aplicacion, aunque incansable, sin la asistencia de dos Religiosos de la Compañia, Discipulos, Iuan de Andosilla, mi substituto en la Cathedra de Mathematicas, y Bartolomé Alcaçar, Maestro de Rhetorica, q̄ aplicaron su industria à la graduacion, y Laminas. Aun con este aliuio, parecio à muchos temerario el empleo, por juzgar q̄ era imposible acauar en vn mes vna Obra, en cuya perfeccion no era ocioso el empleo de vn año. Si tuuo, ò no razon la censura, lo juzgarà V. Mag. si se digna passar los ojos por la memoria, y explicacion siguiente:

MEMORIA

DE LOS INSTRUMENTOS.

EL Primero, es vna Regla de alaton, que tiene vna vara de largo; en la vna cara, lleua el medio passo Geometrico, diuidido en 5000. partes; en la otra, tiene 20. medios pies, de diferentes Prouincias, con su justa medida, y nombre.

El Segundo, es la Pantometra militar, que cerrada, es de vna vara, y en 4. lineas de à medio passo Geometrico, tiene estas diuisiones. 1. vna linea recta, diuidida en 500. partes. 2. en otra linea tiene los 60. grados de vna sexta de circulo, diuididos de 10. en 10. minutos. 3. en otra, estàn las figuras regulares, hasta la de 12. lados, y vltimamente toda la fortificacion.

El Tercero, es vn Triangulo filar de dos pies, que tiene en la campaña admirable

bles usos, como verá V. M. en su explicacion.

El Quarto, es una Cruz Geometrica, instrumento uniuersal para medir todo genero de alturas, profundidades, y distancias accesibles, ò inaccesibles, con tanta facilidad, que èl mesmo dà la distancia, ò altura sin dependencia de la Arithmetica, ò Trigonometria.

El Quinto, es un Rhombo Graphico, para copiar qualquiera Imagen igual, mayor, ò menor, guardando siempre todas sus proporciones: y sirve para sacar la prespectiua de qualquiera edificio, con mucha facilidad.

El Sexto, es un Triangulo Equilatero, que tiene de lado tres pies, y medio, y quatro dedos de ancho: sirve para las alturas, y està graduado de minuto en minuto.

El Septimo, es otro Triangulo menor, que tiene de lado un pie menos: y solo un dedo de ancho: và graduado de 10. en 10. mi-

nutos, y sirve para los angulos de poscion, en las descripciones de las Prouincias, &c.

El Octauo, un Antojó de Larga Vista, de 4. Vidrios, con un Circulo de Bronce, y una Redecilla de Cerdas, para copiar de lexos una fortificacion.

El Nono, es el Compàs Harmonico, que està en la otra parte de la Pantometra, y contiene toda la Musica, Fabrica del Tetracordo, nuevos temples de el Organo, &c.

El Dezimo, es un Compàs de Varilla, para el uso de la Pantometra, y para todas las medidas grandes que se ofrecieren.

El Vndezimo, es una Cadenilla de 10 passos Geometricos q̄ hazen 50. pies: Consta de eslaunos elipticos; y se distinguen los pies con uno circular pequeño, y los passos con otro mayor.

El Duodezimo, es una Mesa de palo santo, q̄ tiene tres quartas de largo, y poco menos de ancho: Sirue para el triangu-

lo filar, y se le añade un marco de la misma materia, para copiar las perspectivas, y un listoncillo para el Antojo.

El Dezimotercio, es el pie de la Mesa, y de todos los Instrumentos: Consta de un Cañon de Arcabuz, de una Vara de hierro, tres Cartelas de hierro q̄ le sustentan, otras tres de bronze para la Mesa, y Triangulo menor.

El Dezimoquarto, es una Esquadra de una vara para la campaña: Añaden- se dos Cañones de bronze, seis Pinulas, y varios tornillos, &c.

Todo esto va compuesto en una Caja q̄ tiene algo menos de cinco quartas de largo, con dos, y media de ancho.

Añadióse una Caxuela de Flandes cō varios Instrumentos, que todos lleuan gra uado el nombre de V. Mag. y por conclusiō, va en ella la Explicacion siguiente por el orden de los Instrumentos.

Fig. 1. *Pinple.*

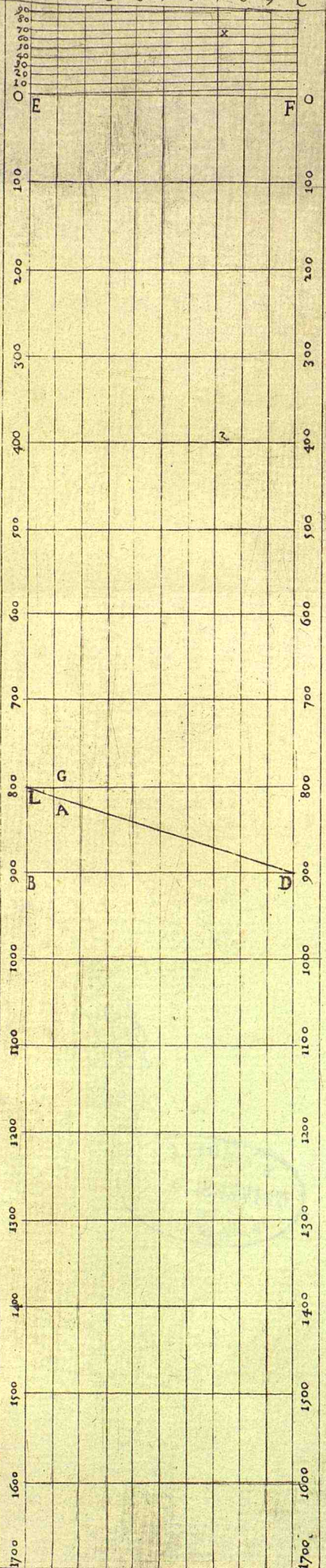
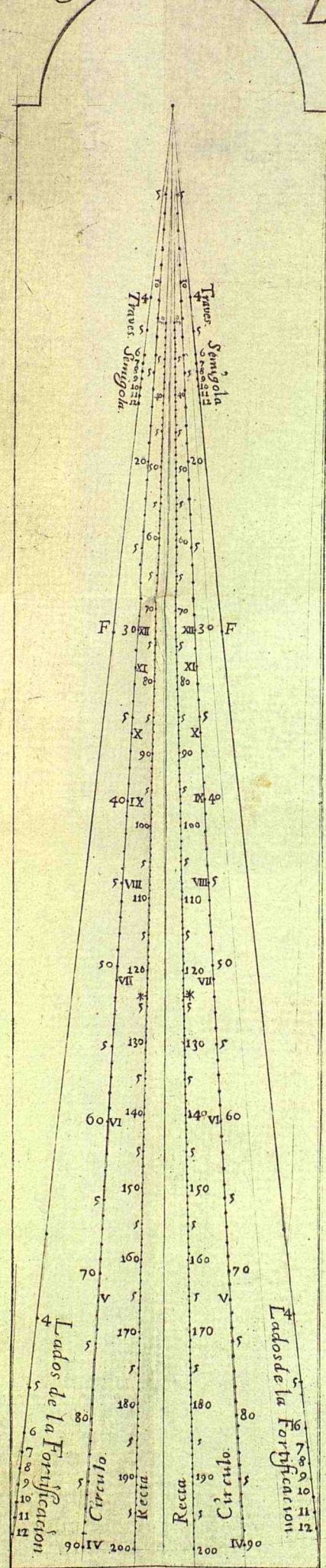
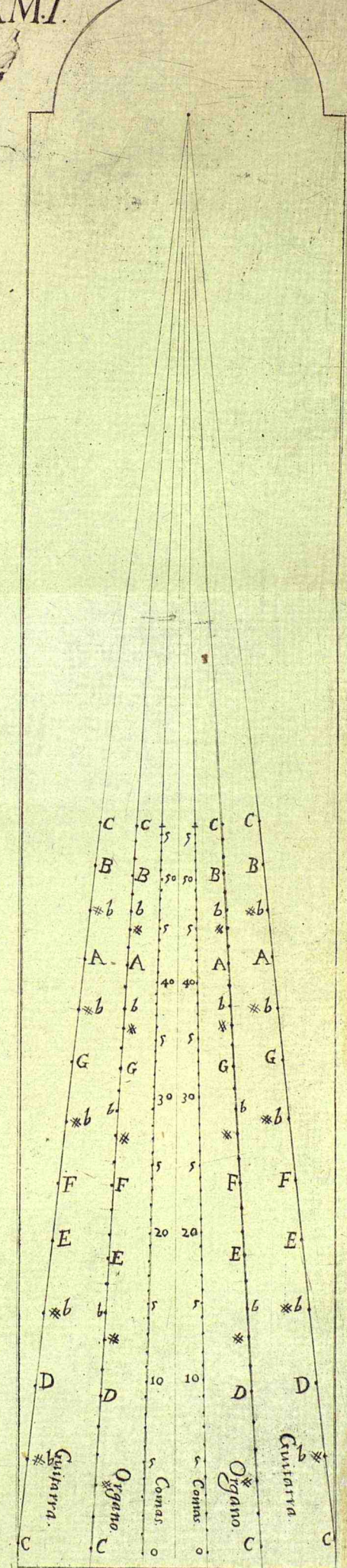


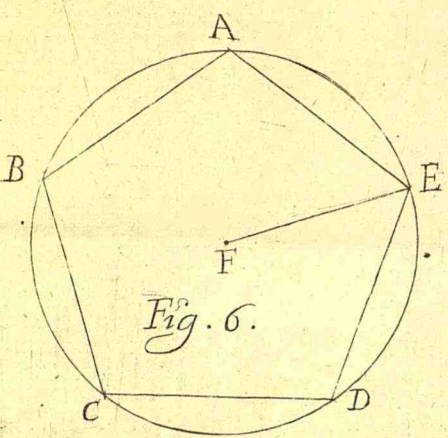
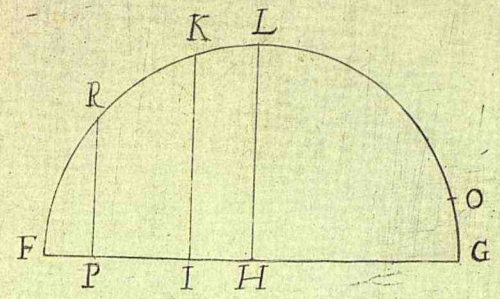
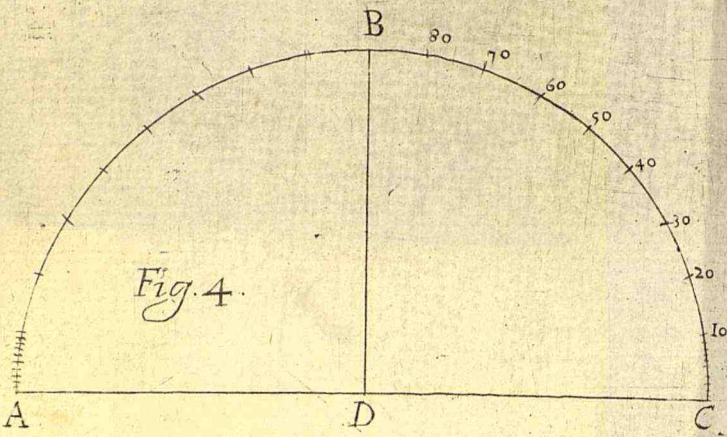
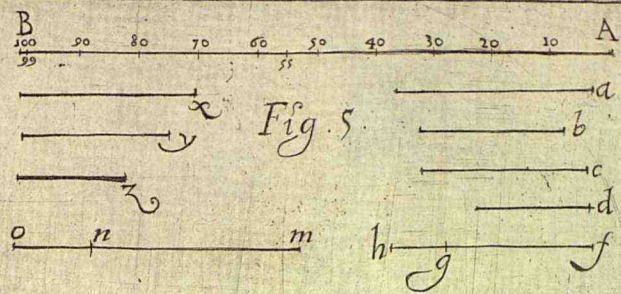
Fig. 2.



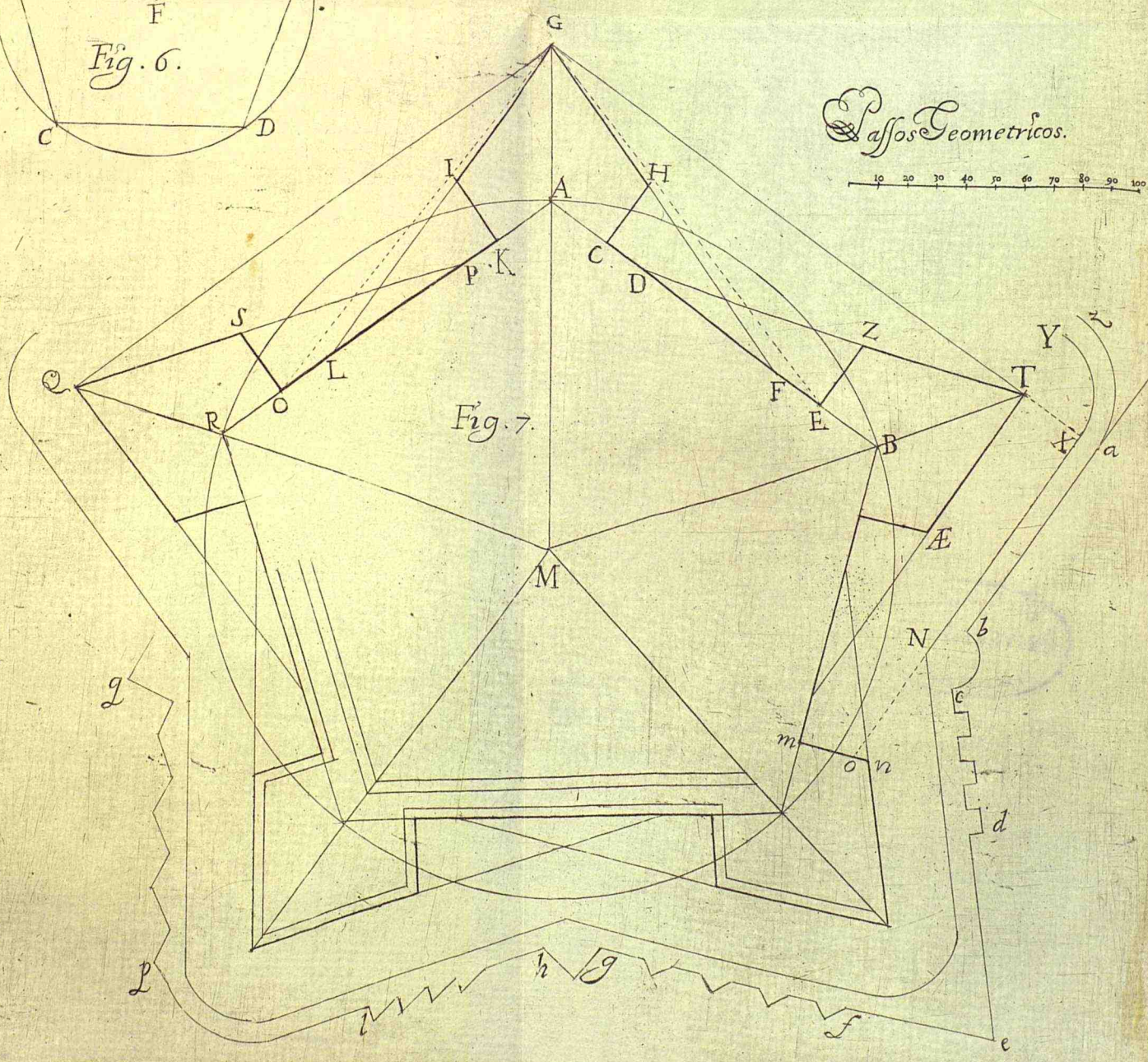
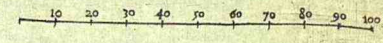
LAMI^a

Fig. 3.





Passos Geometricos.



Fig^a.15.

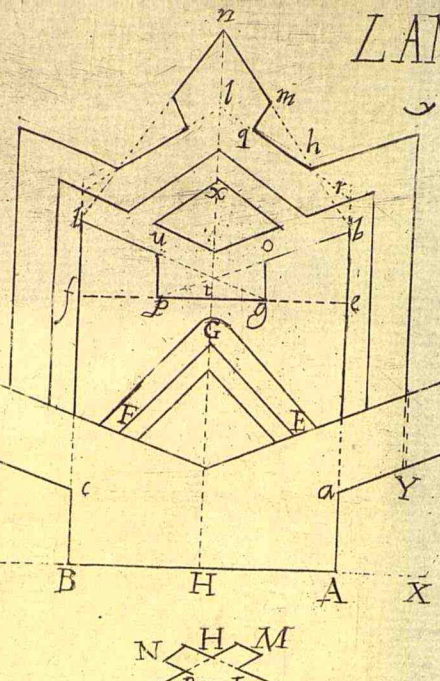


Fig.16.

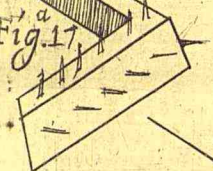
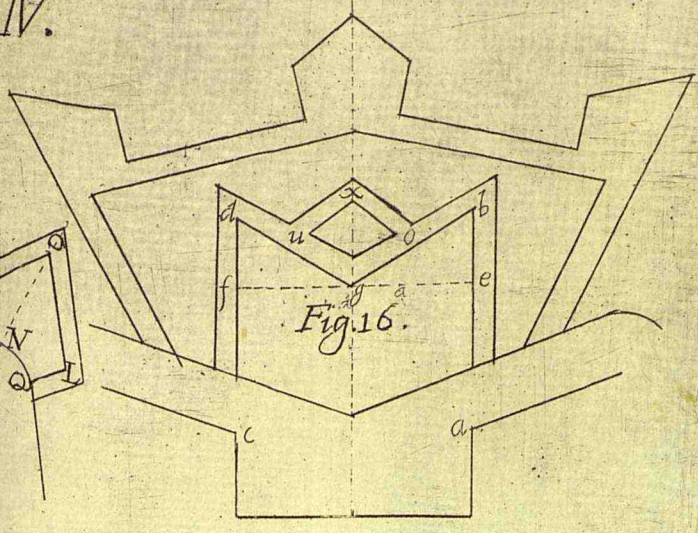


Fig.18.A

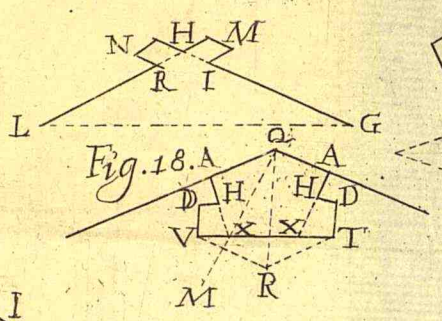


Fig.19.

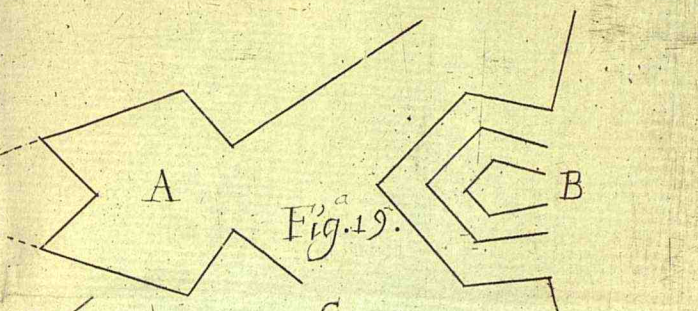


Fig.20.

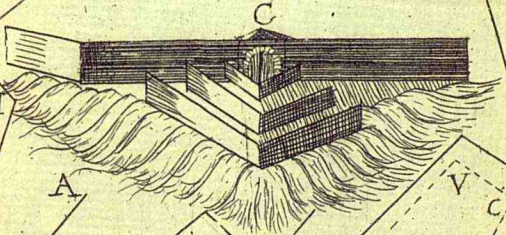
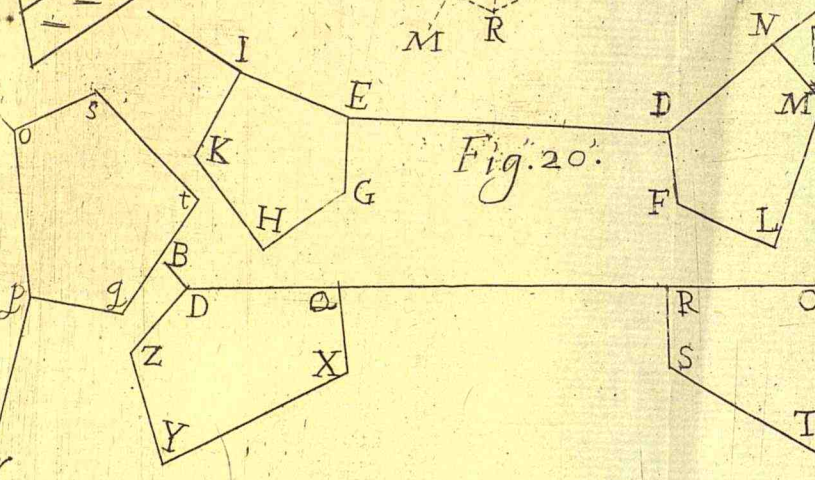


Fig.21.

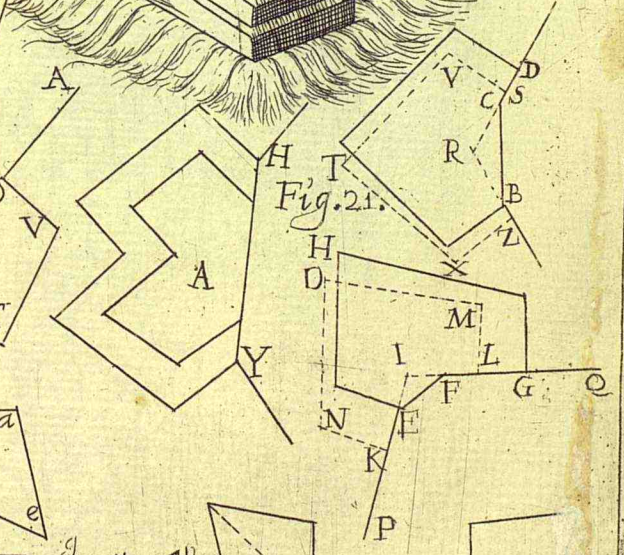


Fig.22.

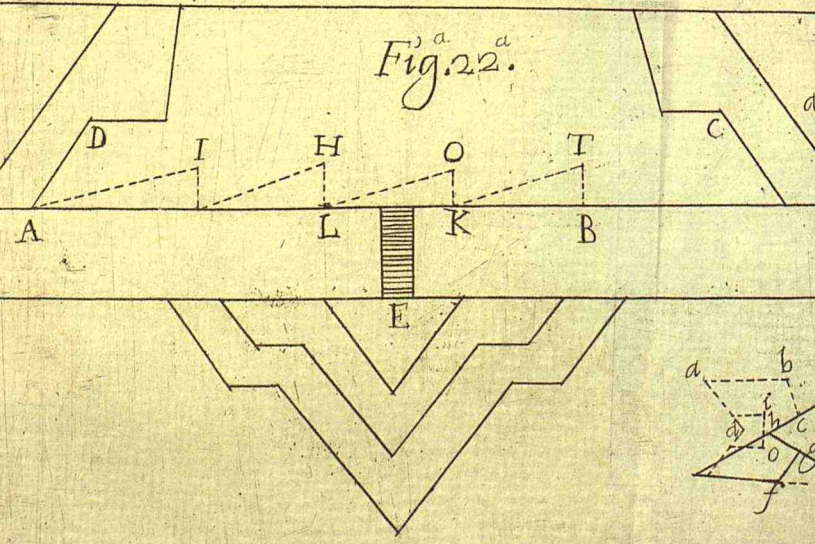
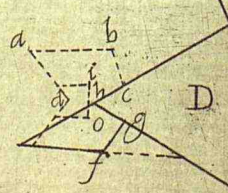
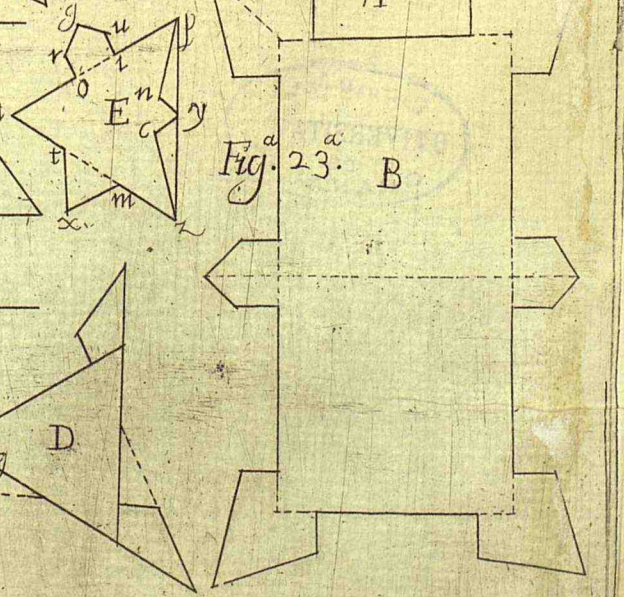


Fig.23.



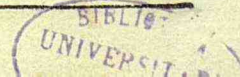
INSTRUMENTO I.

LA REGLA, Y SVS DIVISIONES.

1 **E**N la vna parte de la Regla se hallan las medidas de varias Ciudades; y en la otra vn medio passo Geometrico, diuidido en 5000. partes, y el passo quedarà diuidido en 10000. partes: Y pues el passo Geometrico consta de cinco pies Romanos antiguos, quedarà el pie Romano diuidido en 2000. partes, y el medio pie en 1000. En la *Fig. 1.* es AB. el medio pie Geometrico.

2 *Del pie Romano antiguo.*

El pie Romano antiguo, sacado del Congio Romano, y examinado con sumo cuidado, y diligencia por el P. Villalpádo, de la Compañia de IESVS (*tom. 1. lib. 3. cap. 25. in Ezech.*) tiene con la vara Caste



llana la proporcion que 1558. à 4312. y con la quarta parte de la vara la de 1558. à 1078. Luego al contrario, la quarta de vara con el pie Romano, es como 1078. à 1558. esto es como 10000. à 14453. cõ que si vna quarta de la vara Castellana se diuide en 10000. partes, y se toman 14453. serà la medida justa del pie Romano antiguo, y su mitades AB. en la *Fig. 1.*

3 Otra medida del pie Romano trae Snellio, sacada del marmol Statiliano, y Colatiano, que es algo mayor, pero no tiene la autoridad que el Congio; porque este con autoridad publica se colocò en el Capitolio en tiempo de Vespasiano, y Tito, como consta de su inscripcion. Tomò Snellio el pie Statiliano, porque le hallò igual à su pie Rhylandico, y Leydense.

4 Diuidieron los Romanos el pie en 16. partes, que llamaron dedos: los 4. que es la quarta parte del pie haziã vn *Palmo*. El *Codo* constaua de pie y medio; y el passo

de

de cinco pies. El P. Ricciolo en su Geografia, *lib. 2. cap. 7.* trae vna copiosa tabla de la proporcion que tiene el pie Geometrico, que es el Romano antiguo, con las medidas particulares de varias Naciones. Para los Ingenieros de V. Mag. bastan las que estàn en la regla: y porque en la *Fig. 1.* no pudieron caber todas, se hallaràn facilmente por los numeros de la tabla siguiente:

5 PROPORCION DE LAS Medidas.

Pies de varias Ciudades.	Partes milésimas.
<i>Mallorca, y Barzelona.</i>	863.
<i>Amsterdam.</i>	918.
<i>Castilla.</i>	923.
<i>Dantisco.</i>	928.
<i>Colonia, y Babiera.</i>	938.
<i>Amberes.</i>	941.
<i>Dinamarca.</i>	948.
<i>Goesa en Zelanda.</i>	968.

B2

Mig-

<i>Migdemburg.</i>	974.
<i>Londres.</i>	983.
<i>ROMANO antiguo.</i>	1000.
<i>Valencia.</i>	1000.
<i>Praga.</i>	1007.
<i>Rhynlandico del Rhin.</i>	1015.
<i>Viena de Austria.</i>	1035.
<i>Turin.</i>	1044.
<i>Napoles.</i>	1049.
<i>Dordraco.</i>	1065.
<i>Briel.</i>	1076.
<i>Paris. Pie Real.</i>	1092.
<i>Verona.</i>	1133.

6 Hallar todas las medidas de la tabla conocida una de ellas.

La medida conocida se ha de diuidir en 1000. partes con el artificio que se dirà luego en el Pitipie: y multiplicando el numero de la medida que se desea hallar por 1000. se parte el producto por el numero de la medida conocida, y el Quociente da-

rà la medida que se desea: como si se tiene conocido el pie de Castilla, que es el tercio de su vara, y se desea hallar el pie Real de Paris: se multiplicará 1092. que corresponde al pie de Paris por 1000. y sale 1092000. y partiendo esto por 923. que es el numero del pie de Castilla, salen 1172. que dan el pie de Paris: luego si el pie de Castilla està diuidido en 1000. partes, y se toman como ellas 1172. serà la medida justa del pie Real de Paris.

7 Reduccion de las medidas.

Las medidas de la Regla, ò tabla antecedente se reducen vnas à otras facilmente, multiplicando la medida dada por el numero, que en la tabla le corresponde, y partiendo el producto por el numero que corresponde à la medida à quien se ha de reducir, el Quociente serà el numero que se busca. *Exemplo*: Si se han de reducir 300. pies de Praga à pies de Castilla; en la tabla

se halla que el pie de Praga tiene 1007. multiplicado por 300. sale 302100. partiendo este producto por 923. que corresponde al pie de Castilla, salen 327. pies, y se concluye, que 300. pies de Praga, hazen 327. pies de Castilla, &c.

8 *Del Pitipie.*

Pitipie, es vna linea diuidida en muchas partes, que representan las medidas de la Planta delineada. Estas partes pueden representar passos, pies, varas, &c. segun las medidas de que se vale el Artifice: y para quitar la equiuocacion, se le debe poner el titulo *Pitipie* de passos, ò pies, &c.

9 La voz *Pitipie* parece tomada del Francès *Petit pied*, que significa pie pequeño; porque como la medida mas comun de que se valen los Artifices es el pie, y este se representa en el papel muy pequeño, se le diò el nombre de *Petit pied*, y despues se ha estendido à todo genero de medidas: y

reducido el nombre à vna sola voz, se dize *Petipie*, ò *Pitipie*.

10 Diuidese el *Pitipie* en las partes necesarias para el intento del Artifice en 10. 20. 30. &c. Y quanto esta diuision es mas exacta, son las medidas de la fabrica mas precisas. Para las materias Matematicas, y especialmente para la Fortificacion, conuiene que la diuision sea en 100. ò en 1000. partes: y aunque qualquiera linea diuidida en 1000. partes puede tener muchos vsos, el medio pie Geometrico diuidido en 1000. es de suma importancia para los Ingenieros, porque lleuandole en vna lamina de alató, si se traslada diez vezes en vna vara, tendrà los cinco pies q̄ hazen vn passo Geometrico, diuidido en diez mil partes.

11 *Division del medio pie. Fig. 1.*

La linea AB. es el medio pie Geometrico: son AC. BD. perpendiculares à BA. en AC. Tomanse qualesquiera diez partes

iguales, y las mesmas en BD. y se tiran las paralelas à AB. Diuidese AB. en 10. partes, y se tiran las paralelas à AC. Luego la recta LD. determina GA. que es la dezima parte de AE. y con la cantidad GA. se diuiden AE. y CF. en 10. partes, y se tiran las rectas inclinadas, y ponen los numeros, como se vè en la *Fig. 1.* De la mesma fuerte se diuidirà el pie de Castilla, ò qualquiera otra recta en 1000. partes.

12 *Modo de tomar las partes. Fig. 1.*

Piden se 467. partes: toma se la vltima letra 7. arriba, y baxando hasta encontrar la linea de 60. en *x.* se fixa alli la punta del compàs, y la otra punta se estiende linea abaxo hasta la transversal 400. en *z.* y la distancia *xz.* dà las 467. partes. Lo mesmo es de qualquiera otro numero menor que 1000. Si el numero fuere mayor, como 1467. se tomaràn primero las 1000. q̄ es toda la linea AB. y luego se añadirà las 467.

que

que es el exceso de mil. Otros Pitopies son tal vez necessarios, que facilmente se forman con la Pantometra.

13 El medio pie de la regla es exacto; el que sale en la lamina *Fig. 1.* es algo menor, porque el papel mojado se estiende, y entonces se estampa con toda precision, pero en secandose, se encoge, y queda la medida menor. Regularmente se estiende el papel la sexagesima parte: y assi algunos Autores dàn à las medidas su sexagesima parte mas en el cobre, para que despues de impressas, y seco el papel, queden en su justa medida: pero esta regla no es cierta, porque en varias especies de papel no es vno el aumento; y en vn mesmo papel se halla variedad, pues vn circulo degenera en ovalo. La regla à mi juizio mas segura, es grauar la justa medida en la lamina, y aunque la estampa sale diminuta, se reducirà, y conseruarà en su medida natural, si humeda, como para la impressiõ, se apega en

C

vna

vna tabla. Esta advertencia es muy necesaria para corregir las medidas de todos los Autores, que no añadieron la sexagesima parte.

INSTRUMENTO. II.

PANTOMETRA MILITAR.

14 *Pantometra*, es medida vniuersal, y se dize militar, porque especialmente se dirige à la Fortificacion. Contiene quatro diuisiones en tres lineas. La Primera, es la recta, diuidida en 500. partes, aunque en la estampa es de 200. La Segunda, es de las cuerdas del circulo hasta el quadrante 90. *Grados*, y sirue para las figuras inscritas en el circulo, que se explican con numeros Romanos. La Tercera, contiene las partes essenciales de la Fortificacion.

15 *Division de la recta.*

Para diuidir la recta en 200. partes, diuide

se primero en 20. luego cada vna en 10. y queda toda la linea en 200. Esto es facil, y solo quiere exaccion, y curiosidad.

16 *De las cuerdas del circulo.*

En la. *Fig. 4.* sea ABC, angulo recto, y AB. BC, iguales à las segundas rectas de la Pantometra: juntese luego AC. y diuidida por medio en D. se descriue el semicirculo ABC. Con la mesma abertura del compàs se corta de C. à 60. y de B. à 30. Cada vna de estas 3. partes se diuide en otras 3. y queda el quadrante en 9. la primera de C. à 10. se diuide en diez partes, y estas bastan. Tomase cada parte de por si desde C. y se passan del centro de la Pantometra àzia baxo, y quedaràn graduados los 10. primeros grados: para 11. grados se toma desde 20. hasta el següdo punto del 10. para 12. hasta el tercero, &c. hasta poner todas las cuerdas de los 90. grados. Este es el modo mas facil, y segurissimo, si el quadrante està bien diuidido.

17 *De las Figuras inscritas.*

La linea del circulo sirve para las figuras inscritas. Los 90. *Gr.* sirven para la figura de IV. lados. Los 72. para la de V. Los 60. para la de VI. Los 45. para la de VIII. Los 40. para la de IX. Los 36. para la de X. Y los 30 para la de XII.

Para la figura de VII. lados, se puede dividir el semicirculo ABC. (*Fig. 4.*) en 7. partes tentando: y las dos dan la cuerda de VII. lados: para la de XI. se dividirá el mesmo semicirculo en 11. partes, y se tomarán las dos. Con mayor trabaxo, y precision se hallarán los lados de VII. y XI. si se divide el lado de VI. en 10000. partes, y se toman las 8678. para la de 7. lados, y 5635. para la de 11. Nace esta operacion de los senos.

18 *PRACTICAS DE LA RECTA*

Dividir la recta en qualesquiera partes.

Si la recta AB. *Fig. 5.* se ha de dividir

en

en 100. partes; tomese con el còpàs comun la distancia AB. y abra se la Pantometra, de fuer te que puesta la vna punta del compàs en 100. la otra venga sobre el 100. del otro lado: Lo mesmo es si se huviere de partir en 75. puesto el compàs en 75. y 75. &c. Luego tomando de 10. à 10. será la decima parte de la linea AB. y si se toman de 99. à 99. y se passa la distancia de A. à 99. quedará de 99. à B. vna centesima parte: con que cada decena se podrá dividir en 10. &c. Desta suerte se forma el Pitie de qualesquiera partes.

19 *Tomar las partes de la recta.*

Algunas vezes han de tomarse las partes de la recta sin dividir la: como si AB. (*Fig. 5.*) se considera dividida en 100. partes, y se piden las 55. Tomarasse la distancia AB. y con ella se abrirà la Pantometra de 100. à 100. ò conforme se considera dividida la recta AB. Luego se tomarà con el compàs la distancia de 55. à 55. ò la que se pide: y del punto A.

en

en la recta AB. se determinará el punto 55. digo que A. 55. contiene las 55. partes de las 100. en que se cõsidera diuidida la recta AB.

20 *Hallar la quarta proporcional.*

Dadas $a. b. c.$ pide se $d.$ que sean proporcionales, como $a. à b.$ así $c. à d.$: Tomada la distancia a : notese en la Pantometra desde el centro que partes alcanza, y sean 180: y $b.$ alcance 75. tomada la distancia de la tercera que es $c.$ abra se con ella la Pátometra de 180. à 180. y tomãdo luego la distãcia de 75. à 75. serà la linea $d.$ ò quarta proporcional.

21 *Hallar el quarto numero proporcional,*

Dados 180. 75. 60. se pide el quarto proporcional: Tomese desde el centro hasta los 60. que es el tercero: y abra se con esta distancia la Pantometra de 180. à 180. tomando luego la distancia de 75. à 75. y aplicada despues desde el centro, se hallará que corta 25. y es el quarto proporcional, como 180. à 75. así 60. à 25.

22 *Hallar la tercera proporcional.*

Dadas $x. y.$ se pide la tercera proporcional $z.$ supongo que $x.$ desde el centro corta 90. partes, y $y. 60.$ con la distancia 60. abre se la Pantometra de 90. à 90. y tomando luego la distancia de 60. à 60. serà $z.$ la tercera proporcional.

23 *Hallar el tercer numero proporcional.*

Sean los dos dados 90. y 60. Tomãse del centro los 60. y con esta distancia se abre de 90. à 90. y tomando luego la distancia de 60. à 60. se passa del centro hasta donde alcanza, y se hallará 40. que es el tercero proporcional.

24 *Hallar el medio proporcional.*

Danse 90. y 40. Pide se el medio proporcional. Tirase vna linea infinita FG. (Fig. 5.) y abierta la Pantometra arbitrariamente, se toma la distancia de 90. à 90. y se passa de G. hasta I. luego la distancia de 40. à 40. se passa de I. hasta F. partida por medio FG. se

descriue el semicirculo, y se leuanta la perpendicular IK. tomandola con el compas, se hallarà que en la Pantometra se ajusta de 60. à 60. digo, pues, que 60. es el medio proporcional entre 90. y 40.

25 *Hallar la raiz quadrada.*

Esta sirve para los Esquadrones, y para otros muchos vsos: sea dado el numero de Soldados 1400. quitada la vltima letra quedan 140. abierta la Pantometra arbitrariamente, tomese la distancia de 10. à 10. por regla general: y en vna linea infinita FG. (Fig. 5.) passase de F. à P. y luego tomese en la Pantometra la distancia de 140. à 140. y se passe de P. à G. descrito el semicirculo, como antes (§. 24.) se tira la perpendicular PR. y se hallarà que corresponde en la Pantometra de 37. à 37. y casi medio: digo que 37. y casi medio es la raiz quadrada de 1400. y porque para los Esquadrones solo sirve el numero justo, se tomatàn los 37. que serà la frente, y fondo: y multiplicados por si;

dán

dán 1369. Soldados: y sobran 31. que no pueden entrar en el Esquadron quadrado.

Tambien se pudieron quitar del numero dado dos letras: y de 1400. quedaràn 14. y entonces la distancia FP. ha de ser de 100. à 100. y PG. de 14. à 14. y en lo demàs se obra como antes. Esto es bueno quando el numero es grande, y las dos vltimas letras son zeros.

26 *Diuidir vna recta conforme otra.*

Si la recta *mo.* se ha de diuidir en *n.* como *fb.* en *go.* es lo mesmo que hallar la quarta proporcional: como si dadas *fb.* *fg.* y *mo.* se buscasse la quarta *mn.* y se obra como en el §. 20. Si la primera recta tuuiere muchas diuisiones, se haze para cada vna su operacion, como si fuera sola.

27 *Diuidir vna recta proporcionalmente.*

Esto es diuidirla segun media, y extrema razon, que toda la recta con la parte mayor tenga la mesma razon, que la parte mayor

D

con

con la menor. En la recta de partes iguales ay vna estrella: sea, pues, la recta dada *fb*. tomese con el compàs, y abra se la Pantometra al vltimo punto con esta distancia, y tomando de estrella à estrella, darà la distancia *fg*. que diuidirà la recta en media, y estrema razon. Todas estas operaciones nacen de la segunda proposicion del libro 6. de mi Geometria.

28 *PRÁCTICAS DEL círculo.*

Tomar los grados determinados.

Dado el círculo ABCD. (*Fig. 6.*) Pídesse el arco AB. de 72. grados: Tomese el Radio FE. y con esta distancia se abra la Pantometra de 60. à 60. en la recta del círculo, que es la de en medio: tomese luego la distancia de 72. à 72. ò conforme los grados que se piden, y saldrà la cuerda del arco AB. de los 72. grados. Si los grados que se desean

pasan

pasan de 90. tomaranse primero los 90. y despues el excesso.

29 *Hallar los grados de un arco.*

Sea el arco AB. tomese el Radio FE. y con esta distancia se abre la Pantometra de 60. à 60. Luego tomada la distancia dada AB. se hallarà en la Pantometra que ajusta de 72. à 72. Digo, pues, que el arco AB. vale 72. grados, &c.

30 *Hallar el Radio por los grados.*

Dado el arco AB. de 72. Grados. abra se la Pantometra que la distancia AB. ajuste entre 72. y 72. tomando luego de 60. à 60. serà el Radio, ò Semidiametro del Círculo.

31 *Inscribir las figuras regulares.*

Dado el círculo ABCD. se ha de inscribir la figura de 5. lados iguales: Abrese la Pantometra de 60. à 60. con la distancia FE. que es Radio del círculo: y tomando la

distancia de 72. à 72. que son los grados de la figura V. se passará esta distancia cinco vezes de A. hasta B.C.D.E. Lo mesmo es de qualquiera otra figura hasta la de 12. la dos.

32 *Dado ellado ballar el Radio.*

Si se dà AB. lado de vna figura regular de cinco lados; y se ha de hallar el Radio FE. del circulo que le circunscribe; con la distancia del lado AB. abra se la Pantometra de 72. à 72. que son los grados de la figura dada; y tomese luego la distancia de 60. à 60. y será igual à FE. Radio del circulo. Si se huuiere de hallar el centro F. para descriuir el circulo, con la distancia hallada FE. descriuanse dos arcos de dos angulos AB. que se cruzarán en el centro F. y de alli se descriuirá el circulo.

33 *DE LA FORTIFICACION.*

La Architectura militar, que vulgarmente se llama *Fortificacion*, es Arte de fortalecer vna Plaza, de suerte que pueda resistir à las maquinas de guerra, y no aya parte en ella, que no esté defendida de otras sus vezinas.

Fortificacion se llama tambien la Plaza fortificada, y es en dos maneras, *Regular*, ò *Irregular*.

Fortificacion Regular, es la que tiene todos los lados, y angulos iguales. Esta tiene el primer lugar en la estimacion de todos, pues por ser sus lados, y angulos iguales, tiene la defenfa vniforme.

Fortificacion Irregular, es la que tiene los lados, ò angulos desiguales: y en ella se han de obseruar los preceptos de la regular, en quanto la disposicion del terreno lo permitiere.

34 *Los nombres de las Fortificaciones.*

Se toman de los lados, y angulos de que se componen.

Triangular, Trigona, ò Trilatera se dize la que tiene tres lados, y tres angulos.

Tetragona, Quadrilatera, ò Quadrangula, es la de 4. lados, y angulos: y se dize Quadrada si todos son iguales.

Pentagona, Quintangula, ò Quintilatera la de 5. lados, y angulos.

Hexagona, Sexangula, ò Sextilatera es la de 6. lados, y angulos.

Heptagona, Septágula, Septilatera de 7.

Octagona, Octangula de 8.

Enneagona, Nonagona de 9.

Dezagona de 10. *Vndezagona* de 11.

Dodezagona de 12. &c. y de alli adelante basta darles el nombte de 13. y 14. lados, &c.

35 *Las partes de la Fortificacion.*

Baluarte, es vn cuerpo grande que se pone en los angulos de la Plaça, y sale mas àzia la campaña para defender el muro.

Cortina, es el lienço de muro, que està en medio de dos Baluartes.

Terraplano, es la tierra apretada que se pone de tras de los muros, hasta lo alto, para que resistan mejor à la artilleria.

Foso, es vna profundidad que ciñe los muros por la parte exterior.

Estrada encubierta, es vn camino, que despues del Foso ciñe toda la Plaça: llama-se camino cubierto, porque cubre la gente que vè por èl, porque no sea ofendida del enemigo. Cada parte de estas se cõpone de otras muchas, que se entenderàn mejor en su propio lugar.

36 *Terminos de la descripcion.*

La descripcion de las Plaças es en tres maneras. *Ignographia*, *Orthographia*, y *Scenographia*.

Ignographia, es la planta, ò descripcion de los fundamentos de toda la obra, con las medidas justas de la longitud, y latitud de sus partes.

Orthographia, es descripción de vn pedaço de la obra, con las medidas de lo alto, ancho, y profundo, suponiendo, que todo lo demás guarda el mismo estilo: llamase *Perfil*.

Scenographia, es descripción de la obra con su longitud, latitud, altura, y profundidad, como se representa à la vista de vn punto determinado, y arbitrario: llamase *Perspectiva*, y es compuesta de la *Ignographia*, y *Orthographia*. Esta descripción es curiosa, y muy hermosa à la vista, y algunas partes se explican mejor con ella, pero no es necesaria para el Ingeniero.

37 *Del tiro del mosquete.*

Los lados de la Plaza real, que se ha de fortalecer, se determinan por el tiro del mosquete, pues ya queda sin controuersia admitido, que la mayor defensa no deue exceder su alcance. Antonio de Vila, *lib. 1. parte. 1. cap. 18.* dize: que alcanza el mos-

quete

quete 200. passos geometricos de 5. pies reales, que son 1000. pies reales de Paris, y 1092. Romanos, y 1172. Castellanos. El P. Fournier *cap. 5.* refiere lo mesmo, como cosa de que no puede dudar quien ha manejado las armas; y añade, que como testigo de vista pudiera nombrar las mejores Plazas de la Europa que han sustentado los sitios mas celebres de nuestros tiempos; y su defensa passa de 1200. pies. Don Andres de Anduga, Tiniente del General de la Artilleria me assegurò, que en Badajoz tirauan del bonete abançado del fuerte de S. Christoual à los Cabos de la puente, con notable efecto, en distancia de 1690. pies Castellanos, q̄ son 337. passos Geometricos.

38 *Del lado de la Fortificacion.*

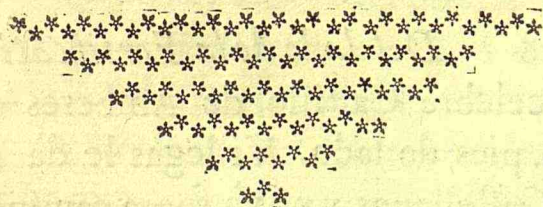
El celebre Castillo de Amberes tiene 1000. pies de lado. Villegas le dà 1100. pies Castellanos, y no và fuera camino. Golman, y otros, para asegurar la defensa, se

E

estre-

estrechan à 150. passos, que son 750. pies. Mecio, Erasmo, y Barleduc le dan menos, por tomar la defensa del arcabuz. Entre tanta diuersidad, es mi parecer, que el lado de la Plaça deue ser 20. passos menos que el tiro del mosquete, para que el Foso no salga de la defensa: y pues segun las experiencias de Vila, el tiro del mosquete es seguro entre 170. y 200. passos, quitando 20. puede quedar el lado de 150. hasta 180. passos Geometricos en varias figuras, y dentro de estos terminos està calculada la siguiente

Tabla.



TA-

Tabla de la Fortificacion Real

<i>Figur.</i>	<i>Radio.</i>	<i>Lado.</i>	<i>Semigo</i>	<i>Tra-</i>	<i>Angulo.</i>
	<i>Passos</i>	<i>Passos.</i>	<i>la.</i>	<i>ues.</i>	
			<i>Passos.</i>	<i>Passos</i>	<i>Grados.</i>
IV	103.1	146.	23.	23.	90. 00
V	131.0	154.	27.	27.	72. 00
VI	160.0	160.	30.	30.	60. 00
VII	185.2	162	31.	30	51. 26.
VIII	214.1	164	32.	30	45. 00
IX	212.2	165	33.	30	40. 00
X	271.4	168	34.	30	36. 00
XI	301.3	170	35.	30	32. 44
XII	332.1	172	36.	30	30. 00
XV	418.2	174	37.	30	24. 00
XX	562.3	176	38.	30	18. 00
L	1414.1	178	39.	30	7. 12
<i>Recta.</i>	<i>Infin.</i>	180	40.	30	<i>Recta.</i>

La frente del Baluarte es de 64. passos en todas las Figuras. 40 El

40 *El modo de fortificar por la Tabla.*

Es el que V.M. ha praticado en la pizarra: sirua de exemplo el Pétagono (Fig. 6.) que tiene por Radio 131. tomen se estos pasos de vn Pitipie diuidido en 300. ò 400. y con esta distancia descriuete el circulo RAB. y porq̄ el lado del Pétagono es en la Tabla 154. tome se esta cáridad del Pitipie, y con ella se diuidirà el circulo en 5. partes, que vendràn justas, y lo mesmo es en las otras figuras. Tirados los lados RA, AB. &c. La Semigola del Pentagono es 27. pasos, que tomados del Pitipie se passaràn de A. à K. y C. de R. à O. y de B. à E. &c. De los puntos O. K. C. E. &c. se leuantan perpendiculares los Traueses OS. KI. CH. EZ. de 27. passos que es el traues de V. lados: toma se luego la frente de 64. passos, y de los puntos I. H. se descriuen dos arcos que se cruzen en G. y tiradas IG. HG. queda concludido el Baluarte de el angulo A. y de la mesma suerte se formaràn los otros

de

de todos los angulos.

41 *Explicacion de las partes.*

AB. es el lado interior de la figura.
 QG. es el lado exterior.
 AMB. el angulo del centro.
 RAB. angulo de la figura, y de los lados.
 ACHGIK. es todo el Baluarte.
 KAC. es la gola, ò garganta del Baluarte.
 AC. semigola, ò media gola.
 GH. es la frente del Baluarte.
 AG. la capital, ò cabeça del Baluarte.
 HC. el traues principal, Ala, ò espalda.
 CE. la cortina entre dos Baluartes.
 OL. es el segundo traues, y le determina la frente GI. continuada hasta L.
 LG. es la defenfa radéte, porque la bala de L. ra e la frente IG.
 OG. es la defenfa fixante: porque la bala desde O. se puede fixar en la frente IG.
 IGH. es el angulo del Baluarte, y se dize angulo flanqueado.

GIK.

GIK.GHC.angulos de la espalda.

42 *Reduccion de la Tabla à linea.*

La vltima linea de la Pantometra militar, que es la exterior se gradua por la Tabla antecedente en esta forma. Diuidese vn Pitipie igual à la recta de la Pantometra en 172. partes, que tiene el lado de la figura XII. y tomando las 146. para el lado de la figura IV. y 154. para la de V. &c. se passan à la Pantometra, y alli se escriue *Los lados*: como se vè en la *Fig. 2.* Passando luego à la columna de la Semigola, se toman del Pitipie 23. passos para la figura de IV. lados, y 27. para la de V. &c. y se passan del centro de la Pantometra, y se escriue *Semigolas*: con los numeros de cada figura, como se hizo en los lados. La columna del traues ya queda con esto en la Pantometra, advirtiendole, que hasta la figura de 6. lados es igual la Semigola al traues: y todas las otras figuras tiene el mesmo traues que la

figura

figura de 6. lados. La frente del Baluarte, que no està en la Tabla, se pone en la Pantometra, tomando del Pitipie 64. passos; y passandoles del centro, se nota con la letra F. y es la frente para todos los Polygonos.

43 *Modo de fortificar por la Pantometra.*

Hase de fortificar vn Pentagono regular: y sea dado, ò eligido el lado AB. abre se la Pantometra en la linea segunda de V. à V. y tomando luego de 60. à 60. serà el Radio del circulo. Eligido el centro M. descriuase con este Radio el circulo RAB. y tomando en la mesma linea segunda de V. à V. se descriue el Pentagono RAB. &c. como en el §. 13. con esta mesma distancia del lado AB. se abre la Pantometra de 5. à 5. en la parte inferior de la tercera linea que es de la fortificacion, y dexandola ya inmoble, se tomarà la Semigola en la parte superior de 5. à 5. y se passará de A. à K. y C. y



lo mismo en todos los angulos R. B. & c. le vantense las perpendiculares KI. CH. con la esquadra, ò geometricaméte, y seã iguales à la Semigola : en las figuras de 4. 5. y 6. lados: en las otras siempre iguales à la Semi go'la de 6. lados: tomando luego la frente de F. à F. se descriuen de I. y H. dos arcos que se cruzan en G. y tiradas GI. GH. quedarà formado el Baluarte , y de la mesma fuerte se descriuiràn los otros : si el Radio del circulo se diere determinado , con su distancia se abrirà la Pantometra de 60. à 60. en la segunda linea : y de V. à V. serà el lado , y en lo demàs se obra como antes.

44 *Delineacion del Foso.*

En las Plaças reales no dene ser la anchura del Foso menos de 15. passos Geometricos à la frente del Baluarte , ni mas de 30. Quando se abre en peña, puede ser algo menos, aunque si no llega à : 2. passos, que son 60. pies, serà de poco provecho: el medio

mas

mas acertado me parece de 20. à 25. passos: y es tomar de la Pantometra la Semigola del quadrado, ò figura de IV. lados : y de la punta del Baluarte T. (*Fig. 7.*) descriuir el arco YX. hasta TY. TX. que son perpendiculares à las frentes : luego se tira XN. paralela à la frente , y lo mismo es en todos. Esto se obseruarà siempre que la recta XN. continuada llega à cortar la mitad del trauès *mn.* pero si el pedaço *mo.* fuere menos q̄ la mitad del trauès , como sucede en las figuras de 7. lados arriba, se diuidirà *mn.* igualmente en *o.* y se tirará XNo. sin cuidar del paralelismo: porque de otra suerte el trauès no pudiera defender al Foso. Algunos tiran siempre la linea XN, al angulo de la espalda *n.* pero sale muy ancho en medio de la cortina, y es gasto sin provecho, pues basta la mitad del trauès para su defensa.

45 La profundidad puede ser de 15. hasta 25. pies; el de 20. es muy propor-

F

cionado

cionado para todos sus fines. Quieren algunos abrirle hasta encontrar agua, pero esta regla es muy incierta, por la diuersidad del terreno. Si el terreno diere lugar à que llegasse à quatro, ò cinco pies del agua, fuera muy bueno, porque si el enemigo auia de abrir mina por debaxo del Foso, era preciso encontrar con agua: El Foso no se abre perpendicular, sino inclinado con escarpa, que pueda sustentarse la tierra sin ruina, y si la tierra es pingue, bastará seis pies de escarpa en 20. de altura: pero si la tierra fuere arenisca, y desvnida, se podrá hazer en XN. vna pared debil de piedra lodo, y la escarpa vn quarto de su altura: Esta inclinacion del Foso se dize *contraescarpa*, por que està enfrente de la escarpa del muro, que es la principal: y no deue ser de pared fuerte, porque si el enemigo la gana, se fortalecerà en ella.

46 La tierra que se saca del Foso se emplea en el terraplano del muro, y por

esso

esso algunos quieren proporcionar el Foso con la tierra que es necessaria para el terraplano: y no tienē razón, pues el Foso de ue abrirse, aunq̄ sea en peña, y no pueda sacarse de la tierra para reforçar el muro: y no se le ha de dar mas, ni menos anchura, ni profundidad, de la que conuiene para su fin: si falta la tierra para el muro, se traerà de otra parte, y si sobra, se le buscarà otro empleo en la esplanada, ò se esparcirà por el campo.

Del Foso ha de poder subir la Infanteria, y Caualleria à la estrada encubierta, para las surtidas: y es mejor que la subida sea de maderos grandes cubiertos de tierra, y se pueda derribar, quando ya no se puedē hazer surtidas por aquella parte, por que el enemigo no se aproueche della.

47 *De la Estrada, y Esplanada.*

La Estrada encubierta, ò corredor es el camino, que sobre la contra escarpa ciñe

F 2

todo

todo el Foso : su anchura serà de 25. à 30. pies, ò por lo menos que desahogadamente puedan passar dos carros, algunos se dilatan à 80. pies sin necesidad. Ha de tener àzia la campaña su parapeto , que pueda cubrir la Infanteria, y Caualleria, y para esto necessita de 7. pies, y medio de altura: los tres sirven para dos gradas, que llaman banquetas , y los quatro , y medio sirven de parapeto para los mosqueteros: y ha de ser perpendicular, ò con poca inclinacion : y si la tierra no es grassa , se harà vna pared debil que pueda sustentarla, como en la contra escarpa.

48 La estrada se haze regularmente paralela à la contra escarpa: como en la *Fig. 7.* la linea *XN.* denota la contra escarpa, y *ab.* el parapeto de la estrada , y esta es el espacio entre las dos. En medio se haze la Plaza *bc.* redonda, y mejor triangular, como *hg.* En la frente del Baluarte puede quedar redonda, como *za* : y mejor en forma

triangular, como *e.* Quieren algunos hazer el corredor con vnos dientes quadrados como *cd:* otros con triangulares *fg:* otros en forma de sierra *bl.* La hondeada *pq.* con el triangulo *q.* es muy buena.

49 La Esplanada es la escarpa , ò inclinaciõ que tiene el Parapeto del corredor, ò Estreda àzia la campaña, y esta inclinacion ha de ser tanta, que ella, y el campo no tengan diferencia sensible, que por esso se llama Esplanada. Estiendese à 100. pies; pero la regla mas facil , y segura es que toda la superficie de la Esplanada se descubra de el Parapeto del muro. Si se puede hazer de piedra menuda, quitando la tierra del campo hasta 100. y 200. passos, serà mejor, porque retarda los ataques, y la Artilleria de la Plaza leuanta las piedras con notable daño del enemigo.

Si esto no se puede, se harà de la tierra que sale del Foso, dexando el plano de la Estrada igual al de la campaña , porque de

esta fuerte queda mas defendido, y cubierto el muro, y el enemigo se vè obligado à leuantar mas sus obras con perdida considerable de tiempo. Finalmente, si la tierra del Foso no basta, se ahondarà la Estrada aquello que precisamente fuere necessario, para que con la tierra se forme la Esplanada con los 7. pies, y medio de Parapeto.

50

De los Muros.

Muro, ò Muralla es la pared exterior que ciñe la Plaça, y comprehende las cortinas, traueses, y frentes de los baluartes. Su fabrica puede ser de piedra, ò ladrillo: de tierra, y tepes: y tambien de tierra, y fagina.

Los Muros de piedra, ò ladrillo han de tener los fundamentos 6. pies mas hondos que el plano del Foso, algo mas, ò menos conforme el terreno, y 18. de grueso. Suben perpendiculares hasta alli, donde se dexan dos pies de banqueteta, ò focolo àzia el

Foso:

Foso: despues suben con inclinacion, ò escarpa hasta 36. ò 40. pies de altura; dando à cada 6. pies vno de escarpa, y feneceràn en 10. pies de grueso. Allí se haze el cordòn redondo con vn pie de Diametro, que solo sirue de ornato. Sobre el cordon se leuanta perpendicular el Parapeto.

51 A las espaldas de la cortina se hazen los estribos, ò refuerços, que otros llaman rafas, ò espolones: como si AC (Fig. 8.) es el Muro, los estribos seràn BD. EF. GH: con 3. pies de grueso: y su lógitud BD. de 15. à 20. pies, aunque no ocupen todo el terraplen: y la distancia de vno à otro de 30. hasta 40. pies: su altura es vn pie menos que el cordon, y àzia la Plaça quatro pies menos, el fundamento serà 8. pies mas hondo que el plano de la Plaça. Algunos quieren hazer arcos de B. à F. y de F. à H. pero es gusto impertinente. La mejor forma es paralelogramma, como BD: pueden ser hazer junto al Muro angostos como HG, ò al

con-

contrario como EF. Añaden Vila, y Zepe-
da vna boveda por el coraçon del Muro,
que llaman contramina, de 3. pies de an-
cho, y 6. de alto; al mismo plan del Foso, ò
seis pies mas alta: añaden à trechos vnos po-
ços, que penetren los fundamentos, y vnos
respiraderos hasta lo alto: no es obra de mu-
cha importancia, porque trae las conue-
niencias con algunos inconvenientes.

52 La materia de los Muros es me-
jor de piedra suaue, que se engasta la bala
en ella, como la tienen los de Malta, y Ma-
llorce. Los ladrillos con argamassa, y no de-
uen ser muy cocidos, porque se hazen vi-
driosos, y menos crudos: hase de tomar vn
medio para que resistan à las inclemencias
del tiempo.

53 De los Muros de Tepes.

Estos han de tener su fundamento vn
pie mas hondo, que el plano de la Plaça,
apretando bien la tierra antes de compo-

ner el primer orden. Entre el muro, y Fo-
so se dexan 4. pies de distancia, algo mas,
ò menos conforme el terreno, para socolo,
ò lifera. El gruesso del muro sera de 20. pies,
aunque algunos le quieren de 25. y 30. La
altura de 15. con 5. de escarpa, que es vn ter-
cio de su altura, y quedará el plano supe-
rior de 15. pies, donde se forma el para-
peto.

Cortanse los tepes en los prados de tierra
pingue muy trauada cò las raices de la gra-
ma: su forma es como cuña, ò prisma trian-
gular: como *acd.* en la *Fig. 8.* fixase la pala
perpendicular, que haze el corte *ac.* de su
anchura: y hechos los cortes *ab.cd.* triplos
de su anchura, y profundidad, y fixando la
pala en *bd.* se corta con la inclinacion *dg.* y
sale el tepe, cuña, ò prisma *abdgf.*

54 El modo de componerles es co-
mo se cortaron, que la grama, y el angulo
recto *gcd.* queden à la parte superior; con
que el plano *ag.* formará la escarpa: el que

se pone encima de este, se pone al contrario, y de los dos se forma el parallelepipedo *mnpq*. de esta suerte se continua todo el primer orden, y los vacios se llenan de tierra bien apretada: el segundo orden se pone de suerte, que el medio del tepe superior estè sobre la junta de los inferiores; como se haze en la pared de ladrillo. El primer orden se claua contra la tierra con estaquillas de sauce, y el segundo contra el primero: y la escarpa se vè cortando, y puliendo con la pala

55 Los muros de fagina se hazen de la misma suerte, vn orden de fagina con tierra bien apretada, y assegurado con estacas, luego otro, &c. Su grueso, y altura es como en el de tepes, aunque no es tan bueno. A vno, y otro se puede añadir vn cortezon da tierra pingue hecha lodo, bien apretada; y vnida, sembrando la cara de grama, que con sus raices le dà mas constancia; pero la mejor costura es de tierra cal, y

arena gruesa, porque resiste mas, y despiende mejor las lluvias.

56 Para la práctica de levantar el muro escarpado, se puede formar el triangulo *LNO*. que la base *LN*. sea vn tercio de la altura *NO*. para el muro de Tepes, ò vn sexto para los de piedra, y ladrillo: dexa se el paralelogramo *NP*. con dos agujeros grâdes *y. x.* y dos pequeños *i. o.* Si el lado *LO*. se aplica à la escarpa, el hilo se pone en *i.* y el plomo cae en *O*: El mesmo triângulo seruirà de nivel, si el hilo se pone en *o.* y cae el plomo en *y.* quando *LN*. esta sobre el plano.

57 *Del Parapeto.*

El Parapeto es la pared, que està sobre el plano del muro, y sirue para la defensa de la gente, y artilleria, y ciñe todo el muro: su altura se ha de ajustar al empleo, y pues los mosqueteros han de tirar sobre èl, no de ue passar de quatro pies, y medio: pues para cubrir la cabeça de los mosqueteros, se

ponen cestones, ò sacos de tierra. Para determinar el grueso del Parapeto, se ha de atèder à la violencia de las balas. Don Vicente Mut, Sargento Mayor de Mallorca, celebre Mathematico en su Architectura Militar de Oro trae estas experiècias. Que en distancia de 100. passos vna bala de artilleria no penetra mas de 3. pies en la piedra dulce: en pared de ladrillo 4. pies: en tierra grassa bien apretada 6. en las obras nuevas de tierra, y fagina 10. Para resistir al mosquete basta vn cestoncillo, ò saco de tierra bien apretada con vn pie de diametro. El mesmo efecto haze la lana, y la mezcla de tierra, y lana es mejor.

58 El grueso del Parapeto en las murallas de piedra, ò ladrillo puede ser de 7. pies sobre el cordon. En la *Fig. 8.* se toma XR. de 7. pies, y quedará SR. de 3. pies para banquetta: porque el muro quedò sobre el cordon de 10. pies (*S. 50.*) leuantase XV. perpendicular de 2. pies, y RQ. de quatro

y me-

y medio: QT. es plano de vn pie para asiento de los cestones, y TV. tiene bastante inclinacion para descubrir el pie de la contraescarpa. En los baluartes, por ser mas ofèdidos, y no tener necesidad de banquetta, se dexaràn todos los 10. pies de Parapeto. En los muros de tepes será *ru.* de 12. pies, y quedará *sr.* de 3. para banquetta: leuantase *rq.* de quatro, y medio, y *qt.* de 1. y se junta *tu.* Este Parapeto ha de ser de tierra pingue bien apretada, y si se pone muy humeda, y amassada con alguna paja menuda, como quien haze adobes, quedará mas vnida y resistirá mejor à las balas, y al tiempo.

59 *Del Terrapleno.*

Terrapleno es la tierra bien apretada; q̄ se pone à las espaldas del muro. Su grueso en la cortina puede ser de 40. pies. Añadesele àzia la Plaça su escarpa, ò inclinacion igual à la altura. Esta inclinacion sirve para que la tierra mejor se sustente, y

para

para que los Soldados , y aun los Caualllos puedan subir por todas partes al muro: El plano del Terraplen ha de tener vn pie de inclinacion àzia la Plaça, que sirue para despedir la lluvia.

En los baluartes se haze igual al muro sin banquetta , para que libremente pueda jugar la artilleria con vna insensible inclinacion àzia la Plaça para el agua. Todo el baluarte ha de estàr terraplenado, porque siendo la parte que mas peligra , siendo todo igual, serà mejor socorrido, dà mas capacidad à la gente, y lugar para las retiradas, y cortaduras tan necessarias en el vltimo estremo. Verdad es q̄ los vacios quitan la tierra con que se cubra el enemigo, pero tãbiẽ la quita a los sitiados para su defesa: y le serà mas facil al enemigo tomar la tierra del terraplen, y Foso que suponemos ganados , que al defensor traerla de las huertas , si la Plaça las tiene. Si la necesidad obligare a poner artilleria en la corti-

na,

na , facilmente se podrà leuantar el terrapleno vn pie en la parte conueniente para vna, ò dos picas.

60 *De la Planta, y Perfil.*

En la Planta, no solo se ha de poner la linea exterior del muro, sino tãbien su grueso, el del terrapleno, y escarpa interior, como se vè en la cortina, y baluarte inferior de la *Fig. 7.* donde se vèn quatro lineas en la cortina, que hazen tres espacios: el primero inferior denota el muro, que entra tãbien en el baluarte: el segundo, es el terraplen : el tercero, es la escarpa interior. Estos dos no entran en el baluarte, sino quando se quiere denotar, que ha de quedar vacio. De la lógitud de la cortina se forma el Pitipie diuidido en 100. passos Geometricos , y si se toma tres vezes, llegarà à 300. que es mejor. En las plãtas mayores se puede distinguir tambien la escarpa del muro, y el Parapeto, aunque esto mejor se vè en el perfil.

61 *Per-*

61 *Perfil* es la *Orthographia* de la obra (§. 36.) y en su descripción se guardarán todas las medidas de los preceptos antecedentes, como se vé en la *Fig. 9.* La subida del muro por la parte de la Plaza tiene 20. pies de escarpa, y 19. de altura: el plano del terraplen tiene 40. de grueso: 20. de altura, con vno de pendiente. Sigue la banqueta con vn pie de altura, y tres de ancho. El Parapeto 4. y medio de alto, y 2. sobre el cordon: El muro tiene 10. de grueso en el cordon, y 18. en el fundamento con 6. de escarpa, y 2. de socolo, ò banqueta: Su altura desde el plan del Foso es de 45. y medio, y 8. que tienen los fundamentos.

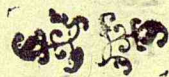
62 El plano del Foso tiene 95. en la punta de los baluartes: El pie de la contraescarpa 5. y 19. de altura. La estrada encubierta 25. con vn pie de pendiente àzia el Foso: siguen las banquetas con pie, y medio de

altu-

altura: y de ancho la primera 2: y la segunda 3. luego el Parapeto con 4. y medio, que con los 3. de las banquetas hazen 7. y medio, y luego la esplanada de 100. pies, y quanto mas se estendiere, será mejor

63 En los muros de tierra, la esplanada, estrada, cótraescarpa, y Foso, tienē las mesmas medidas: la altura, escarpa, y grueso de el muro es diferente; y también el socolo, ò lisera que se dexa entre el muro, y Foso: observando las reglas del §. 53. por ser esto facil no pongo nuevo perfil.

Porque no sea necesario recurrir siempre à las reglas antecedentes, he recogido las medidas, en las Tablas siguientes:



H

64 Pa-

64 *Para las obras de piedra.*

	Ancho.	Alto interior.	Exterior.	Escarpa.
Fundamēto	18.	8.	8.	0
Muro.	16	40	40	6
Banqueta.	10	1	1	0
Cordon.	1	1	1	Circulo
Parapeto.	7	4. y med.	2	0
Terraplen.	60	19	20	20

Para las obras de tierra.

Fundamēto	1	1	1	0
Muro.	20	15	15	5
Banqueta.	15	1	1	0
Parapeto.	12	4. y med.	0	11
Terraplen.	15	14	15	15

Para el Foso de todas.

Foso.	100	20	19	5
Estrada.	25	19	20	0
Banquetas	2. y 3.	1. y med.	1. y me.	0
Parapeto.	3	4. y med.	4. y me.	0
Esplanada	100	7. y med.	0	100.

65 La altura interior es àzia la parte de la Plaza : la exterior es àzia la Campaña. Lo ancho de la banqueta de el muro comprehende el Parapeto. La altura del muro de piedra es desde el plano del Foso, y en el de tierra desde el plano de la Campaña. La escarpa del muro siempre es exterior, y la del terrapleno es interior. La altura de la Estrada es desde el plano del Foso : la de la esplanada es desde el plano de la campaña.

Estas medidas de las partes esenciales de la fortificacion no se han de tomar con tal rigor Mathematico, que no puedan tener alguna diuersidad: porque como estas materias no son demostrables, quedan dentro los terminos de la probabilidad, y assi dãn lugar à la prudente eleccion del ingenioso Artifice.

66 *Reduccion de las Fortificaciones.*

Puede vna fortificacion reducirse à mayor, ò menor, segun el parecer de los que

dan mas, ò menos alcance al mosquetc. Esto se puede hazer de tres modos.

Modo 1. Es proporcionando las partes. *Exemplo:* El pentagono hecho *Fig. 7.* tiene 100. passos de cortina: quierese que se reduzgan à 90. y las otras partes guarden la mesma razon: se dirà por regla de tres. Si 100. dan 90. que daràn 64. que tiene la frente? Y salen $57\frac{1}{2}$ para la nueva frente. De la mesma suerte se hallaràn las otras partes.

Modo 2. Tomese vna linea igual à la cortina CE, y diuidase en las partes que se desean 90. ò 110, &c. esta seruirà de Pitipie: y todas las otras partes saldràn proporcionadas sin tocar la planta. Este modo es mas facil que el precedente.

Modo 3. Este es aùn mas facil: porque solo muda el titulo al Pitipie; escogiendo vno de los pies menores para disminuir, y de los mayores para aumentar. Supongo que se eligiò el pie de Castilla menor que el Geometrico: pongase, pues, el titulo Pitipie de

passos de 5. pies de Castilla, y saldrà toda la fortificacion menor. Para aumentarla se tomarà otro pie mayor.

67 DE LAS OBRAS Accessorias, y Accidentales.

Obras Accessorias, y Accidentales son las que se añaden à la fortificacion, segun el dictamen de diferentes Artifices. Diuidense en interiores, y exteriores: interiores llamo à las que estàn de la contraescarpa adentro, y exteriores, de la contra escarpa afuera. Tratarè primero de las interiores, y luego de las exteriores.

68 *De las Plaças baxas, y Orejones.*
Plaça baxa, es la que se haze en el traues mas baxa que el plano del Baluarte. En la *Fig. 10.* se toma *co.* vn tercio del traues *bc.* y se le añade à vna, y otra parte *ox. cr.* de 8. pies: tiranse *xz. r q.* paralelas à la corti

nade 10. passos, y *xt. rs.* de 4. para el parapeto, y queda formada la Plaça *tzqs.* Hazense los nichos, ò arcos *m. n. u.* con profundidad de tres, ò 4. passos que sirven para las municiones, y para retirar à su tiempo la artilleria.

El Orejon, es vn cuerpo sobreañadido al trauès, que haze espalda, y cubre la Plaça baxa, y se llama tambien espalda como *bfeo.* Tomase *cd.* de 10. passos, y bastan 8. tirase *df.* paralela al trauès *cb.* continuase la frente *ab.* hasta *f.* y la línea *oe.* cierra el Orejon, y no ha de ser paralela à la cortina, por que la pieça que està junto à *o.* no puede ver la frente del Baluarte opuesto: hase de tirar, pues, à la punta del Baluarte opuesto, ò angulo de la espalda, que es mejor. Hazen algunos el Orejon redondo como el arco señalado con puntos, y es poco admitido.

69 La altura de la Plaça baxa será 3. pies mas q̄ el plano de la estrada encubierta. El

parapeto tendrá 7. pies de altura, y se abrirá cañoneras, ò troneras, como en la *Fig. 11.* son *a. b. c.* leuantadas 4. pies del suelo de la Plaça con 2. pies de pendiente àzia el Foso: las bocas interiores *a. b. c.* de 3. pies: y en lo mas angosto 2. y à la parte exterior 7. La gola angosta ha de estar à vn quinto del grueso del parapeto. Los merlones *M. N.* que forman las cañoneras tendrán altura de 3. pies, hã de ser de piedra suauè, ò tierra grassa bien amassada, y si fuere trauada cõ mimbres delgados será mejor. En la parte superior tendrán poca, ò ninguna inclinacion àzia el Foso, pues no se ha de tirar sobre ellos.

70 La entrada de la Plaça baxa, se haze desde el terraplano con tanta inclinacion, que la artilleria pueda baxar, y subir facilmente: pero tengo por mejor que del plano de la Plaça se haga vn arco por dentro del terraplano, con 6. pies de ancho, y 8. de alto: y dos puertas en *p.* y *b.* para tener

la Plaza cerrada, la entrada llana, y el plano superior del terraplano desembarcado. Los almagazenes *e. o. u.* se suelen hazer enfrente de las cañoneras con 6. pies de ancho, y 6. de alto, porque les cubra el parapeto: y 10. de profundidad, pero creo que estuuieran mejor en el lado opuesto à la puerta, señalados 1. 2. 3. porque estàn mas seguros de la artilleria enemiga, y si por desdicha prèdiera en ella el fuego, no bolaria la Plaza alta, ni haria tãto daño al Baluarte: y si ay Plaza alta, quedará mas segura, sino tiene debaxo arcos, que la debiliten.

71 La retirada de las pieças se puede hazer delante de los almagazenes si se toma el espacio *sz.* de 12. ù 15. pies. donde se puede hazer vn texado ligero de *sz.* à *dy.* que bastará para tener las caxas defendidas de las inclemencias del Cielo, quando el enemigo no insta, y las cañoneras que daràn tabicadas entonces, porque no den lugar à alguna interpressa.

72 *Delas Plazas altas.*

Plaza alta es la que se haze superior al terraplano: hazese en la Semigola, y paralela al trauès. En la *Fig. 12.* es EP. el trauès simple: EF. de 10. passos para la artilleria del plano del Baluarte, y FG. otros 10. para la Plaza alta, su longitud FL. de 15. ù 18. el parapeto FL. LH. de 15. pies de grueso, y 4. de alto sin merlones. El plano de esta Plaza tendrá de altura 6. pies sobre el del Baluarte, que con los 4. del parapeto son 10. la subida se haze en la parte interior H. dõ de embaraça menos, y està mas cubierta con 12. pies de ancho, y 12. de escarpa. En el lado GH. se hará vn parapeto de 5. pies, y 4. de altura: y GF. queda sin parapeto.

73 La vtilidad de las Plazas altas, cõsiste en q̄ sirven de nuevo trauès, pues son capaces de 4. pieças, descubren toda la frente del Baluarte opuesto, y sus tiros entran mucho en la brecha, con que el enemigo tiene

mas dificultad de alojarse en ella si ruen de caualleros, en caso que el enemigo ocupe la punta del Baluarte Q. està el defensor superior en C. y para este lance sirve el parapeto GH.

La Semigola ZO. OG. queda de 10. pasos en las figuras de 6. lados, &c. y en la de 5. lados quedará de 9. si EF. FG. se toman de 9. con q̄ toda la gola será de 18. por lo menos, que son 90. pies suficiētes para 25. Soldados de hilera: y quando las retiradas llegan al vltimo extremo del Baluarte, es mas facil de cerrar el espacio ZG. que todo RE.

74 *Dè los Caualleros.*

El Cauallero, es vn cuerpo grande leuado sobre el terraplano, que descubre mas lexos al enemigo. Llamase Cauallero, por que como vn hombre à cauallo està superior à todas las otras partes de la fortificacion. La forma, y situacion de los Caualleros es varia, segun el dictamen de diferen-

tes Autores, como se vè en la Fig. 13. en los Caualleros. A. B. C. D. E. F. G.

75 El lugar de los Caualleros ha de ser en los extremos de la cortina junto à los traueses: como en la Fig. 13. C. E. F. En medio de la cortina son de poco, ò ningun prouecho, porque raras vezes defienden las frentes de los Baluartes, y son de mucho embaraço à las puertas que se hazen en aquella parte. En el Baluarte ocupan mucho lugar, y assi no se deuen hazer permanentes: solo aprueuo los momentaneos como Q. G. Fig. 13. que se deuen leuantar opuestos à la bateria enemiga, y se arrasaràn quando ya no son de prouecho por estar el enemigo cerca.

76 Puedense descriuir desta suerte Fig. 12. continuando el traues PEI. hasta la linea del terraplano TIM. se tomarà IN. de 8. passos, y IS. de 6. passos, y quedará el punto S. apartando de la banquetta 10. pies: luego IT. de 10 passos, y IM. de 15. jun-

tando ST, SM. se tira TV. paralela à la capital OQ. y MY. perpendicular à SM. y por el punto N. serà VNY. paralela al terra pleno TIM. El parapeto se harà solo en las dos frentes TS, SM. como el del Baluarte, de doze hasta 15. pies.

77 La altura del Cauallero serà de 10. hasta 12. pies, que sujete las Plaças altas A. C. la subida se harà en la parte T. desde el terraplano, y su escarpa serà todo el grueso de el parapeto, con que serà muy suaua, por ser mas que la altura. Los tres lados TV. VY. YM. seràn mejores de pared de quatro pies en los fundamentos, y 2. en la parte superior con dos de escarpa àzia la Plaça, y su antepecho de dos pies de grueso, y otros dos, ò tres de alto, solo para euitar las caidas.

78 Las conueniencias de los Caualleros son muchas, porque la frente SM. descubre la campaña, y defiende la frente del Baluarte opuesto, obliga à que el ene-

migo leuante mas sus obras, y pierda tiempo, y aunque los tiros del lugar alto, por figurarse presto en el suelo no barré tãto como los paralelos al Orizonte, para demoler las obras del enemigo (q̄es el fin principal en la defensa del Foso) tienen igual eficacia.

79 La frente TS. señorea todo el Baluarte, y las Plaças altas, y quando el enemigo estè alhojado en la brecha, se puede cerrar la subida T. y abrirla en la parte M. conforme la necesidad. Los lados TV. VY. YM. no tienen parapeto, porque si el enemigo ocupasse el Cauallero, quede descubierto à la Plaça. La pared VY. sirue para sustentar la tierra sin escarpa, y derribada la pared con hornillo, ò artilleria; como no se puede sustentar la tierra, quedarà el Cauallero inutil al enemigo.

80 En la parte TV. se puede hazer parapeto quando el enemigo està ya proximo à la Plaça alta AB. ò al Cauallero opuesto. Desta suerte se pueden preuenir las de-

defensas necesarias à su tiempo. Desde E. à la Piaça C. es facil la cortadura, como tambien de C. à T. y de E. à S. La subida del Baluarte puede començar de q V. donde se puede hazer pared con vna puerta capaz, otra en ES. y otra en *gb.* para que no esté siempre el Baluarte patente à todos, de que suelen resultar daños irreparables.

De la falsabraga.

81 La falsabraga que corresponde à la barbacana de los antiguos, es vn antemuro baxo, que se antepone para mayor defensa del muro principal. Muchos reprueuan su fabrica, por el mucho gasto, y poco prouecho: otros la tienen por vtil, y aun necesaria, pero no conuienen en su lugar, forma, y altura.

82 Varias son las formas de la falsabraga, *Fig. 14.* Modo primero. Se haze paralela à la cortina, traueses, y frentes de los Baluartes, como BCEFGH. su parapeto dif

ta del muro 20. ù 30. pies, y tiene de grueso 20. Este modo tiene de inconueniente, que del punto X. queda enfilada la frente FD. y del punto Z. el traues GH. Modo 2. se haze hondeada enfrente de las cortinas, como HIK. y QPR. Modo 3. se haze con angulo saliente en medio de la cortina, como O. Modo 4. se haze vn Baluarte pequeño en medio de la cortina, como P. Modo 5. se haze el angulo muy salido en la punta del Baluarte, como LMN. Modo 6. dexando las frentes de los Baluartes, se haze solo en los traueses, y cortina siempre paralela, como DCB. Todos estos modos padecen en parte los inconuenientes del primero. Modo 7. en la cortina se haze paralela, y en el traues en forma de triangulo, como ABC. Este modo es el mejor, porque el traues de la falsabraga AB. està perpendicularmènte opuesto à la punta del Baluarte F. y por ninguna parte queda la falsabraga enfilada.

83 Elección de la falsabraga *Fig. 12.* del tra

uès *am.* se tira *mx.* al medio de la cortina, y *bt.* su paralela distante 6. passos: tomase *bn.* de 10. y *af.* de 15. y *fc.* de 10. y se tiran *nfbc.* y luego *ol.* Su paralela distante 4. passos: Tomanse *ot.* y *ls.* de 10. y *sz.* de 4. y *or.* *tu.* son perpendiculares à *mu.* formase la ala *Kd.* de 4. passos, pero la linea *Kei.* dista de la cortina 6. passos: La linea de puntos *ueiy.* denota vna estacada. En el parapeto *nf.* se abriràn 5. cañoneras con sus merlones, y en *ts.* 3. como se dixode las Plaças baxas.

84 Explicació de esta fabrica: El trape *ciobr.* es vna trinchera de tierra leuātada 10. pies sobre el plano de la estrada encubierta *ou.* estarà leuātado à nibel de la estrada. Luego *bcfn.* es vna Plaça baxa dos pies mas q̄ el plano de la estrada, y *nf.* su parapeto: segunda Plaça serà *os.* 10. pies mas baxa que la primera, y su parapeto *ts.* Las alturas de los parapetos, y sus cañoneras son como en el §. 69. *sd.* es la baxada para la

estacada, y *Kd.* la cubre, y en *d.* se puede poner su puerta.

El plano de la estacada estarà 4. pies mas hondo que el plano de el Foso, y con la tierra que se saca, se leuantarà 3. pies: mas el parapeto en forma de esplanada hasta el medio de el Foso, y tendrá 7. pies de alto con dos banquetas. La comunicacion à la primera Plaça serà por debaxo del terraplano junto al Cauallero, y serà la salida en *c.* à niuel de la segunda Plaça: desde *c.* por el camino señalado con puntos àzia *b.* se subirà à la Plaça *bf.* y de *c.* por el camino *cfl.* subterraneo se entrará en *lt.* que seruirà tambien de puerta para las furtidas por *d.* hasta la estacada, donde estarà ya la gente cubierta, y dexando quatro, ò seis estacas con artificio, que solo por la parte interior se puedan quitar, daràn la salida al Foso.

85 Las cōueniēcias de esta obra son manifestas, porque con ellas se euitan los Orejones, y Plaças baxas, y se doblan las de-

fenias del Foso, y frente opuesta. En la Placa alta AB. puede auer 4. pieças 7. en el traues *gff.* y 5. en la 1. Placa baxa, y 3. en la 2. y 4 en el Cauallero *Æ.* que todas son 23. y todas defienden el Foso, y frente del Baluarte *am.* sin la mosqueteria que en todas estas partes se puede acomodar, sin la que cabe en la estacada *ey.* y en el segundo traues del muro: que todo es de suma importancia, por ser oy tan necessaria la defensa del Foso.

El gasto de la obra es poco, ò ninguno, porque toda ella serà de tierra, que tan presto se emplearà en los parapetos, como se facarà fuera à la esplanada: y si se huuiese de sacar toda la tierra del espacio *maz.* hasta el plano del Foso, entiendo que fuera de mayor coste. La puerta de las surtidas no se evita, aunque se dexen estas obras; con que solo hallo de gasto la estacada, pero no se deue dexar, por ser de mayor defensa.

86 *De la Cuneta.*

Cuneta es vn pequeño Foso dentro del

Foso

Foso principal 20. pies ancho, y profundo 10. ò 12. en la *Fig. 8.* se tomarà AL. 8. passos distante de la frente, y seguia LM. al punto D. y tomando LK. de 4. passos, serà KN. paralela à LM, y quedarà la cuneta enfilada del traues, y de las Placas alta, y baxa, como conuiene, porque el enemigo no halla defensa en ella. La escarpa de la cuneta serà de 6. pies en 12. de altura, y quedarà el plano de solos 8. pies.

Quieren otros hazer la cuneta junto, à la contraescarpa; otros junto à la frente, para recibir las ruinas del Baluarte. Otros quieren la cuneta en medio, y otro Foso pequeño junto al muro, pero esto no es conueniente, y siendo de poco prouecho, fuera preciso ahondar mas los fundamentos del muro, con vn gasto excessiuo. La cuneta distante 8. passos no pide mas fundamentos, las ruinas del muro no llegan à ella, con que abierta brecha, no puede el enemigo subir, por el embaraço de la cuneta, y por el

K 2

tar

tar enfilada haze mas dificultoso el transito, para alhojarse en la brecha.

87 *De la media Luna.*

La media luna, es vn Baluarte pequeño cõ sus frentes, y traueses, cuya gola es lunula, ò circular: de donde tomò el nombre de media luna. Su lugar es en las puntas de los Baluartes, para detener lexos al enemigo, impidièdo que no llegue tan presto à ellos: descriuese de esta suerte.

Continuada la capital del Baluarte XZ. *Fig. 15.* hasta O. serà NO. 40. passos, ò dos tercios, de la frente: y continuadas las frentes, seràn DI, QL. de 12. passos, ò vn tercio de NO. y serà DIOLQ. la media luna. Su Foso puede ser de 8. passos con profundidad de 10. à 12. pies.

88 *Del Reuellin.*

El reuellin, es vn Baluarte separado sin traueses, que solo consta de las dos frentes:

su lugar es en medio de la cortina, para cubrir la puerta, y puente del Foso, descriuese así. De los extremos de la cortina AB. con toda su distancia se descriuen dos arcos que se cruzan en G. y de alli se tiran GE, GF. à los angulos de las espaldas *a. c.* y queda el reuellin formado. Para la campaña es mejor tomar HG. del medio de la cortina 85. passos, ò quatro quintos, y medio de la Cortina, y luego tirar las rectas GE. GF. como antes. Su Foso es como en la media luna.

89 *De la Tenaza.*

La tenaza es vna fortificacion con dos, ò mas puntas, y vno, ò muchos angulos retirados sin traueses. Si tiene solo vn angulo retirado, se dize tenaza simple: si tiene muchos, se llama doble. Su fabrica es, continuar los traueses desde los angulos de la espalda *a. c.* (*Fig. 16.*) que *ab. cd.* sean de 100. passos, ò igual à la cortina, y tomando *be. df.* de 30. passos, ò tres dezimas de la corti-

na, se tomara el punto *g*, en la mitad de *ef*. y se tiran *gb*, *gd*. Este angulo no tiene defen-
sa, sino se le añade vn reuellin pequeño de-
lante, que comunmente le llaman media
luna: partáse, pues, *gb*, *gd*. por medio en *o*, *u*.
y con la distancia *ou*, descriuanse dos arcos
que se corten en *x*. y tiradas *ox*, *ux*. queda-
rà el reuellin formado, añadiendole su Fo-
so como à la media luna. La tenaza doble
solo añade otro, ò mas angulos retirados, y
así no tiene especial dificultad. No es pre-
ciso que las alas *ab*, *cd*. sean paralelas, y así
pueden ensancharse, ò angostarse àzia lo
interio, ò exterior.

90 *Del Hornaberque. Fig. 15.*

El hornaberque, es vna fortificacion con
dos medios Baluartes trauados con vna cor-
tina en medio. Descriuese ordinariamen-
te en la cortina, continuados los traueses
que *ab*, *cd*. sean de 100. passos, ò iguales à la
cortina, y *be*, *df*. de 30. passos, ò tres dezi-

mas de la cortina: y *eg*, *fp*. iguales à *eb*. ò *fd*.
tiradas *bp*, *gd*. y leuantadas las perpendicu-
lares *go*, *pu*. quedará formado el horna-
berque. Añadesele el reuellin, ò media lu-
na *x*. si *tx*. se toma ingual à *gp*. y se tiran las
rectas à la quarta de las frentes *ob*, *ud*: y su
Foso, como en la media luna: tomando *br*.
de 8. passos.

91 *Del Hornaberque coronado.*

Hornaberque coronado es el que tiene
otra fortificacion, que le corona, y ciñe:
puedese descriuir de esta suerte: tome se *tn*.
igual à *ef*. y *tl*. igual à *gf*. tiradas *nb*. y *lr*.
donde *eb*. continuada corta el Foso: se toma
rà la Semigola *lq*. igual à *go*. y se leuantará
qm. perpendicular, que será el traues, y
mn. la frente del Baluarte: luego desde *b*.
donde *nb*, *lr*. se cortan, se tirará *by*. paralela
à la frente *bo*. y sea *by*. igual à la cortina *gp*.
y *y*. paralela al lado *ba*. hecho lo mesmo
à la otra parte, quedará fabricada la coro-

na dentro el alcance del mosquete desde los Baluartes, y todas sus partes defendidas.

92 *De la Obra coronada.*

La obra coronada, es vna fortificacion que consta de dos medios Baluartes, y vno entero trauido con dos cortinas; deue hazerse en qualquiera puesto vezino de don de pueda recibir daño la Plaça, sin atender si està en medio de la cortina, ò enfrente del Baluarte : tambien sirve para cerrar vna península por la parte de tierra, y se deue hazer quando vn hornaberque no basta para ocupar el terreno. Y si fuere necesario se pueden hazer dos Baluartes enteros, y dos medios con tres cortinas. Quando se hazen solas como en las penínsulas, sus lados, y partes guardarán las medidas de la fortificacion real. Quando es obra exrerior de vna Plaça, deuen ser todas sus partes menores, y siempre han de obseruar las reglas de la fortificacion, que corresponde al an-

gulo

gulo de sus lados : con esta diferencia, que la Semigola de los medios Baluartes sea la mitad mas que la del Baluarte entero, y todas sus partes estèn dentro de la defensa del mosquete. Las capitales, ò lados que cierran los medios Baluartes, han de llegar al Foso principal, y tomaràn su defensa de la Plaça como en la *Fig. 16.* su Foso puede ser como la mitad del principal.

93 *REGLAS GENERALES de las obras exteriores.*

1 Ninguna obra etxerior se ha de apartar mas de lo que puede alcançar el mosquete.

2 Quando ay vna delante de otra, las de mas afuera deuen ser mas baxas, y el muro deue ser mas alto que todas, para que las señoree, y pueda jugar la artilleria sobre ellas.

3 Todas han de tener su Foso de 8.

L

hasta

hasta 10. passos que es de 40. à 60. pies, que se comunique con el de la Plaça, cerrandole alli con vna estacada, y la estrada encubierta ha de estar despues de todas.

4 Basta que se hagan de la tierra que se faca de sus Fosos; pero que el parapeto sea tal, que pueda resistir al cañon, aunque puede ser algo menor que el de la Plaça: dexase à la discrecion del Artifice.

5 Es mejor que todas estèn minadas, porque si el enemigo las tomasse, puedan bolarse con daño suyo, y no se pueda aprouechar dellas.

6 Se pueden poner algunas pieças pequeñas que se puedan retirar con facilidad, y los pedreros son muy buenos para estos lugares.

7 Se deuen poner quando junto à la Plaça ay algun puesto algo leuantado, que casi està igual al muro, y entonces es necessario, porque sino, podrá llegar el enemigo cubierto hasta cerca del muro.

8 Entales casos no ay que reparar en ningũ genero de fortificacion si està delante cortina, ò Baluarte, sino socorrer à la necesidad.

9 Se puede guardar esta orden. Si el puesto es pequeño, basta vn reuellin: si este no basta, se pondrà hornaberque, y finalmente vna obra coronada, que es la mayor fortificacion exterior.

94 *De la Estacada.*

La estacada suele ponerse en el parapeto de la estrada encubierta, perpendicular al Orizonte, que cada estaca salga por lo menos 6. pies de la tierra, y no estèn unidas vna con otra con punta à la parte superior, y debaxo tierra 3. pies, y mejor si pueden ser 4. para mas firmeza.

El Marques de Castel-Rodrigo, dispuso, que la estacada se pusiera inclinada àzia la Plaça, porque defiende mas la gente. Zepeda atribuye esta inuencion al Coronel

Don Andres de Altura. Su inclinacion puede ser desuerte que la perpendicular de la punta caiga 4. pies apartada del pie de la estaca, esto es donde comienza à salir de la tierra.

Otros la ponen en el plano de la estrada 5. pies apartada del parapeto, ò banquetas, si las tiene, porque està casi toda cubierta al enemigo; y si este llega al parapeto, halla aquel nueuo impedimento: Este modo se ve executado en el Fuerte del Angel, que mandò levantar el Conde de Aguilar: y està mas sujeto al incendio, por la gran dificultad que ay de apartar la fagina, que puede aplicar el enemigo entre el parapeto, y la estacada; y el modo segundo tiene mas facilidad de retirarla à la estrada encubierta.

La distancia de vna estaca à otra ha de ser que no dè lugar para passar vn hombre: suelen ponerse 15. en 12. pies de terreno. Las mejores son de sabina, ò enebro algo tostadas al horno, y esta diligencia es mas

necessaria en otra madera menos fuerte, para que està menos sujeta à la corrupcion.

Todas las obras exteriores, medias lunas, reuellines, &c. pueden coronarse de estacas, y estas no necessitan de tanta altura, y tambien pueden ponerse con alguna inclinacion, aunque menor que la precedente.

95 Tambien se puede añadir otra estacada bolante, que se llama espin, y otros la llaman balona. Fixase donde auia de estar el cordon à raiz del parapeto. Esta puede ser paralela al Orizonte, y serà mejor que las puntas tengan algo de eleuacion, desuerte que el enemigo en tiempo de assalto no pueda hazer pie en las estacas, y no sea impedimento à los defensores. La longitud de 4. hasta 5. pies fuera del muro serà bastante: la vna, y otra

se ven en la

Fig. 17.



*DE LA FORTIFICACION
irregular.*

96 La fortificacion irregular, es mas necesaria que la regular, porque comunmente se fortifican las Plazas antiguas, y no se pueden guardar los lados, y angulos iguales, pero entendido bien lo que hasta aqui se ha dicho, poca dificultad quedara en lo que falta.

97 *Reglas Generales.*

1 Procurese q̄ la fortificacion se acerque a lo regular quanto fuere posible.

2 Deue el ingeniero hazer los menos Baluartes que pueda, con que no excedan el tiro de mosquete.

3 Si los muros viejos son fuertes, y ay lugar para hazer el terrapleno competente, valgase de ellos por cortinas en quanto pudiere, para euitar nuevos gastos.

4 Aqui son mas necesarias las fortificaciones exteriores, para cubrir los defectos, guardando el orden dicho.

5 En el corredor, contraescarpa, profundidad, y anchura de Foso, muros, parapetos, terrapleno, Plazas baxas, y Caualleros, guardese la medida; y orden que se ha dicho en lo regular.

6 Quando se aya de fortificar vn lugar alto sobre tierra, o peña, profundo, largo, o corto, ancho, o estrecho, se dexa todo al buen ingenio del Artifice, pues no se pueden dar reglas generales para lo que puede suceder, que es infinito.

98 *De la Cortina irregular.*

Las cortinas que tienen forma de arco exterior, o interior se repruevan.

Si es mas larga de lo justo, y es mucho el exceso, se puede hazer en medio vn pequeño Baluarte. Si el exceso no es mucho, bastara cubrir el defecto con vn hornaber-

que, ò reuellin.

Si la Cortina hiziere angulo saliente como ABC. lo mejor es en la punta B. hazer vn Baluarte pequeño.

Si la cortina haze angulo retirado GHL. cortan algunos el espacio HL.HK. y hazen las entradas MN. llamanle tenaza.

99 *De la Plataforma.*

La plataforma, es vna Plaça con forma llana. Puede hazer se en el angulo retirado: sea la cortina YQZ. tomese QA. de 25. ò 30. passos, y sea AX. perpendicular à la cortina, y igual à AQ. y tirese XX. cõtinuada en F. y V. luego AH. sea el tercio de AQ. DA. paralela à la cortina igual à HA. sea DT. DV. perpendicular à TV. quedará hecha la plataforma AHDTVDA. Algunos le sacan punta, como TRV. pero esta ya no es plataforma, sino Baluarte. Y en caso que esto se haga, conuiene alargar mas la Capital, porque tomẽ las frentes RV. RT. la de

fen-

fenfa mas adentro, y mas cerca del Puto A.

100 *De los Baluartes irregulares.*

Los Baluartes son irregulares, ò por ser cortados, ò dobles, ò por tener las frentes desiguales. Los Baluartes cortados se hazen en los angulos agudos, quando la punta del Baluarte auia de salir mucho à la campaña como A. Fig. 19. y tambien quando las dos cortinas en la Plaça irregular se juntan en angulo agudo. Regla determinada no la ay, solo se ha de atender à que la capacidad del Baluarte sea suficiente à juicio del Artifice.

101 El Baluarte doble, esquãdo se le haze 2. ò tres altos, porq̃ el puesto es pendiente, y començando à fortificar desde lo baxo se hazen 2. ò 3. Plaças, vna mas alta que otra, que es como vn Baluarte dentro de otro como B. Esta fortificacion es muy buena à las puertas de las Plaças que tienen alguna baxada como en C.

102 Los Baluartes de frentes desiguales,

M

se

se hazen, ò por ser la cortina corta, ò larga.

1 Si la cortina D.E. *Fig. 20.* tuuiere no mas de 120. passos, si de aì se quitasse las medias golas, quedàra muy cotta, pues para esso tomese DN.ES. de las dos cortinas colaterales de 50. passos, ò 60. leuantense las perpendiculares NM.DF. EG.LK. de 30. con que se forma los Baluartes irregulares NLF.GHK. y siempre se deue atender à que las dos frentes KH. OZ. y LF.PH. sean iguales.

2 Si la cortina PO. fuere muy larga como de 280. passos poco mas, ò menos, tomese OR.PQ. de 50. ò 60. y se forman como antes los Baluartes VTS.XYZ. Pero en llegando la cortina à 300. passos, es fuerza hazer los Baluartes ordinarios, tomando las medias golas de 25. ò 30. passos, y luego al medio hazer otro Baluarte menor de 40. passos de gola, con que se diuidirà en 2. cortinas de mas de 100. passos cada vna, como se vè en la cortina *ab.* diuidida en las dos

cf. gl. con el Baluarte de enmedio *f. b. Fig. 103* Si la cortina fuere tã corta q̄ no pasare de 40. hasta 60. passos como *op.* tomarla por gola de vn Baluarte, leuantando las dos perpendiculares *os. pq.* à las cortinas *uo. pr.* y formar el Baluarte *os. tqp.*

Si la cortina fuere menor de 40. que no bastase para gola de Baluarte como BC. EF. pueden se imaginar proseguidas las dos colaterales hasta el concurso R.I. y luego formar los Baluartes regulares ZXTVS. KNOML. pero en caso que la cortina KP. &c. fuesse tambien corta, y LQ. &c. larga, deue hazerse el Baluarte irregular, supliendoles à EF. CB. los pedaços FG. CD. que bastan para gola entera, formando los Baluartes como EHG.

104 Si la cortina YK. fuere de 60. hasta 80. tomese por gola entera, formando el Baluarte con dos puntos de tenaza como A. y aqui se puede dazer 10. ò 12. passos mas adentro el otro Baluarte doble, de modo

que su artilleria pueda jugar sobre el otro: pasádo la cortina de 80. passos, formése los Baluartes irregulares como sobre ED. *Fig. 20.* otros casos resolverà el buen ingenio del Artifice.

105 *De los Rios, y Puentes. Fig. 22.*

Sea la cortina del rio AB. hazese la cortina recta con dos medios Baluartes CD. y si la cortina se puede hazer con los dientes LGK, IHL. contra la corriente, serà mejor, de modo que KG. sea de 10. passos: el hazer se contra la corriente, es porque siempre ay mas peligro que baxe por ella el enemigo, que no que suba contra ella.

Delante de la puete se puede hazer el reuellin E. con su Foso, ò vn hornaberque, guardando las reglas de cada vno, la obra coronada es muy buena.

A la parte superior del rio, es bueno hazer alguna empaliçada, assi para impedir los barcos que con gente pueden baxar, co

mo para detener los de fuego, que se echan para quemar la puente, si es de tablas. De los puentes leuadiços, y rastillos no ay que dezir, pues son tan vulgares que à cada passo se hallan: la vista enseñarà mas que muchos preceptos.

106 *Del Triangulo. Fig. 23.*

Al triangulo fortificanle algunos con los tres medios Baluartes como D, otros à cada angulo sacà el Baluarte de dos puntas *abcg* se. en forma de tenaza *ade.* ò como hornaberque *aioe:* puede se fortificar de otras tres maneras como E. haziendo en cada lado la punta *txm.* con que saldrà en forma de estrella, ò como *pnicz.* ò con el Baluarte en medio *orsui.* esto es à cada lado, pero esto solo sirue à la curiosidad, sino es que el sitio obligasse à formar triangulo de los quadrados: no ay mas que dezir, que lo que se dixo en la fortificacion regular. Los paralelogramos oblongos se pueden fortificar

como B. qualquiera otra forma irregular se puede fortificar muy bien, si se ha entendido lo dicho hasta aqui.

107 *De las Ciudadelas, y fuertes de Campaña.*

Las Ciudadelas se ponen así para señorear, y sugetar, como para defender vna Plaza: su forma es varia conforme al lugar. Si se puede hazer regular quadrada, ò pentagono es mejor: su puesto no está bien en medio de la Plaza, porque en caso de rebellion no se podria socorrer. Hazese en los lugares mas fuertes, y altos de la Plaza, y a vn lado, de modo que toda no esté detrás, ni toda fuera. Si es quadrada, puede auer fuera dos Baluartes, si pentagona 3. y la punta que sale mas, no se ha de alejar de la Plaza mas que el tiro de mosquete. Los Baluartes de la Plaza inmediatos à la ciudadela deuen tomar defenfa de los de la ciudadela; y al contrario, estos tambien de aquellos. En

los

los puertos se procure hazer à la parte del mar, ò por lo menos que con alguna estrada encubierta tenga comunicacion con él, para poderse socorrer por alli: àzia la parte de la Ciudad se procure que despues del Foso queden 100. passos de Plaza, para que en caso de rebellion no se puedan acercar al Foso sin ser vistos. En lo demas guardense las reglas precedentes.

108 Los fuertes de campaña son como las ciudadelas, lo mas ordinario quadrados: hazense para impedir algun passo, y en los sitios para impedir el socorro, ò para tener retirada, y poder inuernar el exercito; y en estos lances toda la obra se haze de tierra, con sus Fosos, &c.

El sitio, y calidad del terreno queda à juicio del Artifice, de cuyo buen ingenio, y eleccion depende todo el acierto. Yo entiendo que los muchos preceptos, mas embaraçan que ayudan: el ver mucho, es bueno; por lo menos vea el curioso las plantas

de

de muchas Plazas, que le ayudarán mucho.

109 *Del Calculo.*

El calculo de la fortificacion se haze para conocer sus lineas, y angulos. El que sabe la trigonometria, no halla dificultad en la materia; y como tan facil, haze poco aprecio della. Los que han decorado los preceptos, como les cuesta mucho, hazē gran aprecio, pero V.M. no necessita della. pues basta examinar la cantidad de las lineas por el Pitipie, y los angulos por vn semicirculo, ò por la pantometra, descriuiendo vn arco desde el punto angular, y hallando su valor con el artificio del §. 29. Otra parte del calculo es para hallar la superficie, y solidez de la Plaza. Esto se cōsigue facilmente por las reglas practicas de mi Geometria. No es la materia de tanta importancia como los practicos pintan; y es cierto, que no es necesaria para que V.M. pueda reconocer las plantas, y poner en cuidado à sus Ingenieros.

INSTRUMENTO III.

El Triangulo Filar.

110 El triangulo filar, que se forma con vn hilo, tiene admirables vsos en la practica de la campaña, porque sobre ser muy seguro, y sus operaciones facilissimas, tiene igual facilidad su construccion; y se puede hazer casi de repente en el campo. Su fabrica es esta. En la *Fig. 24.* es AB. vna regla que por lo menos, tenga media quarta de ancho, y de largo media vara, y puede ser de qualquiera madera, ò metal: CD. es otra regla quadrada de vn dedo, y perpendicular sobre AB. puede ser poner fixa, ò con rosca, assegurando que obserue el angulo recto, y diste del lado AB. dos dedos: en D. se pone vn clauo ED. que salga tres dedos, y se pone el hilo, que toque al lado AB. y en E. diste de D. quãto C. dista de la

linea AD. porque el plano del triangulo filar, sea perpendicular al plano de la regla AB. El pie del instrumento, es como FG. que puede ser triangular de madera, ò hierro: en la parte F. ay vna tablilla de medio pie en quadro, fixa, y paralela al Horizonte, y en medio della, se leuanta vna espiga corta de medio dedo, donde pueda entrar en el agujero que tiene la tabla H. Esta ha de ser como vn pliego de marca mayor, y el agujero que tiene en medio de la parte inferior, no ha de passar à la superior: solo se ahonda, para que la tabla H. pueda asentarse sobre F. y dar la vuelta, conseruandose paralela al Horizonte. Las principales practicas de este instrumento, son las siguientes:

III PRACTICA I.

Tirar vna perpendicular, sobre vna recta de vn punto dado en ella. Sea la recta

AB.

AB. el lado de vna fortificacion: y del punto C. se ha de leuantar el traues CD. perpendicular de 30. passos. En vn pliego de papel tirense dos rectas, en angulos rectos, que en la Fig. 25. son *ab. dc.* y fixando el papel con oblea, ò tachuelas en la tabla, se pondrà el pie del instrumento en el punto C. y el lado de la regla AB. sobre la linea *ab.* Hecho esto, se darà vuelta à la tabla, y con ella al triangulo hasta que los dos hilos, y la estaca B. se vean en vna recta; luego sin tocar la tabla, leuantase el triangulo, y se ajusta la regla sobre la recta *dc.* y mirando por los hilos, desuerte, que el vno cubra al otro, se fixarà vna estaca en qualquiera punto D. que corresponda à los hilos: y serà DC. perpendicular à AB. porque el angulo DCB. que es *dcb.* es recto. Si la distancia CD. huuiere de ser determinada, como de 30. passos para vn traues, se tomarà vna cuerda de esta cantidad, y fixando el vn cabo en C. de el otro extremo, se tendrà

N 2

con

con la estaca tirante, y el que mira por los hilos, dirà si se ha de inclinar à la diestra, ò siniestra, y desta suerte se fixarà la estaca correspondiente à los hilos: y serà DC. perpendicular, y de la cantidad determinada.

112 PRACTICA II.

Tirar en campaña vna paralela à otra, por vn punto dado. En la Fig. 26. es AB. la recta de la campaña: y O. el punto dado. Tirada en el papel de la tabla qualquiera recta *ab.* pondrase el pie del instrumèto en qualquiera punto C. de la recta AB. y puesto el lado del triangulo sobre la recta *ab.* se mouerà la tabla hasta que por los dos hilos se vea la estaca, ò señal B. luego sin mouer la tabla, leuantese el triangulo, y bueluafe à poner sobre la tabla, de suerte que por los hilos se descubra el punto O. y tire se en el papel la linea *xz.* que cortarà à *ab.* passese el instrumento à O. y puesta la

regla

regla sobre *xz.* se mouerà la tabla, hasta descubrir por los hilos la estaca, ò señal q̄ se dexò en c. y leuantando la regla sin menear la tabla, se pondrà sobre la linea *ab.* vltimamente, clauando vna estaca en qualquiera punto G. que corresponda à los hilos, serà la recta imaginaria GO. paralela à AB. porque la recta *xzO.* haze los angulos alternos iguales.

113 PRACTICA III.

Tirar vna perpendicular à otra, desde vn punto dado fuera de la recta. La recta dada es AB. Fig. 27. el punto C. Descritas en la tabla dos rectas, que formen angulos rectos en E. pongase el pie del triangulo en qualquiera punto E. de la recta AB. y puesto el triangulo en E. que mire à C. se tirará en la tabla la recta *xz.* Luego el pie del instrumento, pongase en C. y el triangulo sobre la recta *xz.* mueuase la tabla cõ

el

el triangulo, que por los hilos se vea la estaca en E. y sin tocar la tabla, se pondrà el triangulo sobre *ap*. y se mandará fixar vna estaca en la linea AB. que corresponda à los hilos en D. y será CD. perpendicular à AB. porque es paralela à *ap*. y esta perpendicular à AB.

114 PRACTICA III.

Tomar un angulo, y hallar su valor. El angulo dado, es CAB. (Fig. 28.) Pondrase el pie en el punto angular A. y puesta la regla sobre la tabla, se endereçará àzia C. tirando vna recta con tinta, ò lapiz en la tabla: luego sin menear la tabla se endereçará el triangulo à B. y se delineará la recta Ab, y el angulo *cAb*. será el mesmo CAB. su valor se hallará descriuiendo en la tabla vn arco desde A. y hallando el valor del arco por la pantometra, ò semicirculo (§. 29) será la medida del angulo. Si el angulo fuere DEF. y no se puede poner el

pie

pie del instrumento en E. pongase en A. y mandese fixar vna estaca en C. que diste de la recta ED. quanto el centro del instrumento A. dista de la mesma recta ED. Lo mesmo se hará en B. respeto de EF. y se formará el angulo *cAb*. como antes, que será igual à DEF. La mesma construccion sirve para tomar el angulo exterior de vn Baluarte, pero se han de imaginar las frentes continuadas, como en el angulo exterior *def*.

115 PRACTICA V.

Hazer un angulo igual à otro dado. El angulo dado hecho ya en el papel, ò hallado por la practica antecedente sea *cAb*. (Fig. 28.) y el punto dado en la campaña A. en la linea AB. Ponese el pie del instrumento sobre el punto A. y el triangulo fíjar sobre Ab. que mire al punto, ò señal B. luego sin mouer la tabla, se pone el triangulo sobre Ac. y se manda fixar la estaca

C.

C. que corresponda à los hilos: y serà el angulo CAB. igual à cAb . porq̄ es el mesmo.

116 PRACTICA VI.

De un punto dado fuera de la recta, tirar otra, que haga con ella un angulo determinado. En la Fig. 28. es BC. la linea dada, y el punto A. el angulo dado es cAb . puesto ya en la tabla, desde el punto A. hallese el punto D. que AD. sea paralela à BC. por la practica 2. luego se pondrà el instrumento en A. y el lado de la regla sobre Ab. que mire à D. y sin mouer la tabla, se pondrà la regla sobre Ac. y se mandará fixar en la linea BC. la estaca C. que corresponda à los hilos, y el angulo ACB. serà igual al dado cAb . porque son alternos en las paralelas.

117 PRACTICA VII.

Descriuir una figura regular en campana, por el centro. Si se ha de formar vn hexagono dado el centro X. (Fig. 30.) En la tabla del §. 39. se halla su angulo de 60. gr. este se descriue en la tabla, y puesto el pie en X. se ajusta la regla sobre Xf. y se fixa la estaca F. en la distancia que se desea: luego puesta la regla sobre Xe. se fixa la estaca E. à la misma distancia: ponese otra vez la regla sobre Xf. y se dà buelta à la tabla, hasta ver por los hilos la estaca E. y puesta la regla sobre Xe. sin mouer la tabla, se mada fixar la estaca D. à la mesma distancia. Esta operacion se cõtinaua, hasta boluer otra vez à F. y queda formada la figura regular en el campo, y basta solo vn angulo para su descripcion.

118 *PRACTICA VIII.*

Descriuir una figura regular por los lados sin dependencia del centro. Sea el mismo hexagono (*Fig. 30.*) en la tabla se describe el mismo angulo *fXe.* conforme los grados que dà la tabla del §. 39. y continuada la linea *fXc.* siue su complemento, que es *cXe.* Fixase la primera estaca A. donde se desea, y puesto el pie del triangulo en A. y la regla sobre vn lado del angulo *Xe.* se manda clauar la estaca F. y sin mouer la tabla, puesto el lado del triangulo sobre el otro lado *Xc.* se fixa la otra estaca B. à la mesma distancia que F. Passando el pie del instrumento à B. se pone la regla sobre el lado *Xe.* del angulo, y se dà buelta à la tabla, hasta ver por los hilos la señal A. luego se pone la regla sobre *Xc.* y se manda clauar la estaca C. y de esta suerte se continua hasta concluir la figura. La distancia

del

del pie del instrumêto hasta la estaca se toma con vna sogá de la longitud que se quiere, examinada primero con la cadenilla, que es medida mas segura.

119 *PRACTICA IX.*

Descriuir una fortificacion regular. Primero se delineará la figura regular, por la practica antecedente, como el sexagono ABCD. (*Fig. 30.*) dando à cada lado los pasos que dize la tabla §. 39. luego en los lados se determinarán las Semigolas, que son EF. EH. y de los puntos F. H. se leuantarán los traueses perpendiculares FG. HL. por la practica 1. de la longitud que pide la figura (§. 29.) si en las estacas G. L. se atan dos cuerdas de 64. pasos cada vna, que pide la frente, juntando los extremos en O. tirando las cuerdas hasta que estèn rectas, se hallará la punta del Baluarte O. y quedará formado el Baluarte FGOL. y de la

O 2

mes-

mesma suerte se descriuen los otros en todos los angulos. Este es el modo que ha practicado V.M. en el Salon, y en la Fortificacion que mandò leuantar en el Parque.

120 PRACTICA X.

Descriuir una figura irregular. Lo primero se ha de tener la figura bien delineada en la tabla, porque en la campaña saldrà de la misma suerte que estuviere en la tabla, como en la Fig. 31. es *abxz*. Dado, ò elegido el punto A. que ha de corresponder al angulo *a*. se pondrà en A. el pie del instrumento, y la regla sobre *az*. que mire à Z. que puede ser punto dado, ò elegido: y medida su distancia, hallase que tiene 60. passos: abrese la pantometra con la distancia *az*. de 60. à 60. y se examina en la mesma pantometra que partes tiene cada recta, y supongo que *ab*. es 100. y *bx*. 90. y *xz*. 80. sin mouer la tabla, se pone la regla so-

bre

bre *ab*. y se manda fixar la estaca B. en la distancia de 100. passos. Luego puesto el instrumento en B. se pone la regla sobre *ba*. y se mira à la estaca A. y sin mouer la tabla, puesta la regla sobre *bx*. se claua la estaca X. en distancia de 90. passos: y se continua desta suerte hasta cerrar la figura.

121 PRACTICA XI.

Descriuir una fortificacion irregular. La fortificacion ha de estar bien delineada en el papel sobre la tabla. Luego se han de tomar todos los puntos angulares de la figura como en la practica 10. Prosiguese leuantando los tranesfes, y formando las frentes, segun la cantidad que cada vna pide conforme la planta, y se concluirà toda la fortificacion con la mesma facilidad, que la regular.

Esta practica sirue para las medias lunas, rebellines, hornaberques, obras coronadas,

Sc.

&c. y todas las reglas q̄ se dió de la fortificación, se practican en el campo de la misma suerte.

122 PRACTICA XII.

Descriuir vna Mapa. Esta practica es muy necessaria para los Ingenieros: y de mucha curiosidad para sacar exactamente vn Mapa de vna Prouincia. Sean, pues, los lugares 1. 2. 3. 4. 5. en la Fig. 32. Puesto el instrumento en el lugar 5. ò en qualquiera otro: determinanse arbitrariamente en el papel los puntos 5. 1. que representan los lugares 5. 1. y quanto mayor se tomarà esta distancia, saldrà mayor el Mapa; pero se tendrá atencion à que pueda caber toda en el papel. Puesta ya la regla sobre la recta 5. 1. se endereçará al lugar 1. y dexando la tabla inmóble, se mouerá solamente la regla, de suerte, que passando sobre el punto 5. de la tabla se vea el lugar 2. y se tirará la

linea

linea 5. 2. de la misma suerte se mirará al lugar 3. y se tirará la linea 5. 3. y así las de todos los otros lugares: y en la margen de la tabla, ò papel se le añadirá à cada linea el nombre del lugar à quien corresponde, que agora se representan por los numeros 1. 2. 3. &c. Hecho esto, se passará el instrumento al lugar 1. y puesta la regla sobre la linea 1. 5. que es la primera que se eligió, se dexará inmóble la tabla, y se mouerá solamente la regla, guardando siempre el punto 1. y mirando à los lugares 2. 3. 4. &c. se tirarán lineas, y se notaràn como antes con los nombres de los lugares, ò con los numeros, donde se encuentran las lineas 2. y 2. es el punto del lugar 2. y así de los otros, con que el Mapa quedará formado, escriuiendo en cada punto el nombre del lugar que le corresponde.

123 Si fueren muchos los lugares, que no puedan descubrirse de las dos primeras estaciones, se tomaràn como nuevo

funda-

fundamento qualesquiera otros dos lugares de los ya conocidos, y se mirará à los que de nuevo se descubren, con que se continuará el Mapa hasta concluirle: y si cada lugar se halla por tres lineas, será mas exacto: y esto se deve hazer quando las dos lineas que determinan el lugar se cortan muy obliquas, y hazē angulo muy agudo, porque entonces no se determina bien el punto. El Pitipie de passos, ò leguas, se forma midiendo primero la distancia de qualesquiera dos lugares, y se han de elegir los que dieren mas comodidad, y permitieren medir su distancia, como si entre el lugar 5. r. se hallaron 500. passos de distancia, se diuidirá la distancia del Mapa en 50. partes, q̄ cada vna valdrá diez, y en vna linea aparte su igual se pondrá el Pitipie de passos, &c. Lo mesmo es de las millas, ò leguas, &c. y con este Pitipie, ò escala, se hallará facilmente la distancia de todos los otros lugares: y por ser cosa tan facil, y co-

mun en los Mapas no pongo exemplo.

124 Si vn pliego de papel no basta, se puede tomar otro nuevo, y despues otro. &c. obseruando, que los dos lugares que se toman por nuevo fundamento, guarden la mesma distancia en el nuevo papel, que en el antecedente. Esta descripcion se funda en la *prop. 2. del lib. 6. de mi Geometria* por los triangulos semejantes: y es mas exacta, que la ordinaria que se haze, obseruando los angulos: porque si los instrumentos son pequeños, no dā verdad: y aunque sean grandes, y exactos al formar los angulos en el papel, es preciso valer se de instrumentos menores; y es facil el error; que al fin de la construccion, llega à ser muy sensible, y aun intolerable.

125 *PRACTICA XIII.*

Tomar la planta de vna fortificacion. Si se puede reconocer por el muro. Esto se exe-

cuta facilmente , clauando estacas en medio de las golas E.D.&c. Tuesto el instrumento en E.se endereçará la regla à los puntos D.F.O.y tiradas las tres lineas,se tomarán de vn Pitipie las distancias ED.EF.EO. y tambien las Semigolas EN.EH.y leuandadas las perpendiculares NG.HL.se juntará GO.LO.y quedará formado en el papel el Baluarte. Lo mesino se hará en todos,y quedará hecha la planta de la fortificacion,aunque sea muy irregular.

126 PRACTICA XIV.

Tomar la planta de una fortificacion, aunque no se pueda llegar à ella. Esta practica es mas prolixa,y enfadosa. Para cada cortina se han de tomar dos puestos de donde se vean todos sus angulos interiores, y exteriores, como son P.Q (Fig. 30.) para el lado DE.y R.S. para EF. y como si todos los puntos S.R.N.G.O.L.H.P.Q. fuesen

luga-

lugares, se descriuirà vn Mapa, començando de P.luego passando à Q.luego à R.&c. Hecho el Mapa, si se tiran las lineas de punto à punto XH.HL.LO.OG.GN. quedará formada la planta del Baluarte, y lo mesmo es de los otros. Si despues se mide qualquiera de las distancias tomadas como PQ. y conforme ella, se haze vn Pitipie de pasos Geometricos, se reconocerà la medida justa que tienen todas las partes de la fortificacacion. En esta practica no hallará especial dificultad quien estuuiere bien exercitado en la practica 12. de los Mapas.

127 PRACTICA XV.

Reconocer una mina, y tomar su planta. Lo primero, se ha de hallar con toda precision la distancia desde el principio de la mina, hasta el puesto donde se dirigió. Lo segundo, se ha de tener vn Pitipie exactissimo, de donde se puedan tomar las distan-

cias por pies, y aun por menores partes.

128 Si la mina vâ recta de B. (*Fig. 33.*) al Baluarte A. puesto el instrumento en la boca de la mina B. se endereçará la regla al punto A. y mandando poner vna luz dentro de la mina, en medio de la calle, en el punto C. donde pueda verse desde B. si la luz corresponde à los hilos, es argumento que la linea BC. va directa à A. Otra vez puesto el instrumento en C. se apuntará el triangulo que mire al punto B. y sin tocarle se mirará por la parte contraria, y si los hilos descubren vna luz en el fin de la mina A. se concluirá que las lineas BC. CA. son vna mesma, y toda la mina BA. va directamente al punto A. midiendo luego la longitud de la mina con la cadenilla, y con toda exaccion, si se halla que corresponde su longitud à la distancia hallada en el plano del Orizonte BA. estará la mina bien hecha: de otra suerte no.

129 Si la mina va culebreando co-

mo BCDEFA. que sucede muchas vezes, por encontrar peña, se començará à examinar de B. à C. que supongo vâ directamente al punto A. y se medirá con la cadenilla la longitud BC. y tomado del Pitipie essa cantidad de pies, se notará en la tabla en la recta que se descriuiò, mirando à los puntos C. y A. asimesmo, se notará en la linea de la tabla BA. la distancia BA. desde el principio de la mina al punto A. donde se encamina. Luego se pondrá el instrumento en C. y la regla sobre BC. de la tabla, y se boluerà la tabla, hasta q̄ los hilos correspondá al pũto B. y puesta vna luz en el pũto D. dõde la mina haze otro angulo, se ajustará la regla, sin menear la tabla, q̄ passe por el punto C. y vaya derecha à la luz D. y medida la distancia CD. se tomará del Pitipie, y se passará de C. a D. en el papel, ò tabla. Luego puesto el instrumento en D. y vna luz en C. y otra en el siguiente angulo E. se ajustará la regla sobre la linea

DC. de la tabla, y esta se mouerà hasta vèr por los hilos la luz C: y sin mouer la tabla se podrá la regla, que passe por D. y mire à la luz E. y se medirà la distancia DE: y se passará del Pitipie al papel: la mesma operacion se hará de E. mirando à las luzes D.F. y de F. à E. y *a.* &c. Si el vltimo punto *a.* corta la recta BCA. en el punto A. de suerte, que A. y *a.* sean vn mesmo punto, estará la mina bien hecha, de otra suerte no.

130 Quando toda la planta de la mina no puede caber en vn papel, por auer tomado el Pitipie grande, que es mas exacto, y mejor en faltando el papel, se puede quitar de la tabla, y substituir otro nueuo, con tal que se note en èl la vltima distancia: como si en llegando à E. se conoce, que no basta el primer pliego para hallar el punto F. se tirará en otro papel vna linea igual à DE. y se pondrá las mesmas letras D.E. y se obra con el segundo pliego como si fuera el primero. Lo mesmo sucederá muchas ve

zes en la descripcion de vna Mapa. En lugar de las letras B.C.D.E. será mejor poner los numeros 1. 2. 3. &c. que denotan la primera, segunda, y tercera estacion. El que lleva la luz delante, ha de dexar señalado el puesto donde caia el perpendicularo de la luz: para que en la estacion siguiente se ponga el instrumento en el mesmo lugar: y tambien ha de quedar señalado el lugar donde estuuò el pie, porq̃ el q̃ sigue con la otra luz, la ponga en el deuido lugar. De suerte, que si el instrumento està en D. y la vna luz en E. y la otra en C. quedaràn notados los puntos D. y E. porque en la otra estacion quando la primera luz passe à F. el pie se pondrá en E. y la otra luz en D. y si esto no se obserua exactamente, todo saldrá errado.

131 Con este artificio saquè la planta de la Real mina del Azogue, en Almadé, que està en el Campo de Calatrava, y pulsé à los pies de V.M. El trabajo fue inmenso

por la infinitad de calles que tiene la mina, que forman vn laberinto, no menos intrincado q̄ el celebre de Creta; como lo ha visto V.M. en la planta. Con esta pude facilmente descriuir sobre el monte los principales puestos, y labores de la minã. De la mesma fuerte, si la planta de vna mina està bien sacada, se puede esta descriuir en el cãpo ajustada, y si conuiene abrir vn poço, que dè respiracion à la mina, se hallarà facilmente el puesto donde ha de abrirse con seguridad. D. Bernardino Tirado y Leyua, Superintédente General de la mina de Almadé, guiandose por la planta diò comunicacion à dos cañas de la mina con el mesmo acierto que si trabajara en campo abierto: argumento cierto de la exaccion del instrumento, y de la diligencia que puse en que V.M. quedarà bien seruido en cosa de tanta monta.

132 PRACTICA XVI.

Guiar vna mina à vn lugar alto. En vn cerro se descubre tal vez vna cabeça de metal rico, y para facilitar la saca de los metales, es necessario empear de la falda del monte hasta ponerse debaxo de la cabeça dicha: como si en la *Figura 34.* es AC. vn monte, y el metal se descubre en A. ò està ya abierto el poço AB. y se quiere abrir puerta à la mina en C. así para sacar el metal, como para desaguat la mina, serà la primera diligencia hallar la distancia CB. por las practicas del instrumento 4. y puesto el triangulo filar en C. que mire al punto A. se irà abriendo la mina CD. derecha àzia B. pero si por encontrar peña en D. se ha de torcer àzia E. para encaminar de E. otra vez la mina àzia B. se tomarà la planta de lo trabaxado CDE. como en la practica 15. y tirando en el papel de E. à B. vna linea,

Q

puesto

puesto el instrumento en E. y la regla sobre ED. de la tabla, se endereçará à D. y sin mouer la tabla se pondrà la regla sobre la recta EB. y se abrirà la mina EF. si de F. huviere de torcer otra vez àzia G. se continuará la misma operacion, hasta que finalmente se llegue al punto deseado B. que lo dirà la planta, si las medidas se toman con toda precisiõ.

133 *PRACTICA. XVII.*

Sacar la planta de vna Ciudad. Esta practica tiene mas dificultad que la de vn Mapa, y menos que la de vna mina. Lo primero desde dos torres altas se tomarà la planta de algunas torres, ò edificios mas sobresalientes, como quien haze vn Mapa como A. B. C. D. &c. (Fig. 35.) y esta planta serà la principal guia para no errar la de las calles. Formarase despues vn Piti-
pie muy exacto conforme la capacidad del
lugar.

lugar. Començando luego la descripcion desde vno de los puntos conocidos de la primera planta, se obseruarà todo lo dicho en la mina, midiendo exactamente las distancias de vna estacion a otra con la cadeni-
lla, y obseruando la anchura de las calles, y Plaças: y con los puestos principales que primero se tomaron, se corregirá si algun error se cometiere en las calles. Esto es mas prolixo que dificultoso. Dexo otras muchas practicas del triangulo filar para la ingeniosa aplicacion de los curiosos.

INSTRUMENTO IV.

La Cruz Geometrica.

134 *La Cruz Geometrica*, es vn instrumento que consta de dos varas en forma de Cruz, y sirue para las medidas de la tierra, alturas, profundidades, y distancias en llano, ò monte: por la forma se dize Cruz

aunque no siempre conserua el angulo recto: llamase Geometrica, por la especial facilidad, y aplicació q̄ tiene en medir la tierra: pues no es necessaria la Arithmetica para su vsó, porque ella mesma dà la medida sin otra diligencia de multiplicar, ò partir, y solo pide el conocimiento de los numeros, y curiosidad en la practica.

135 *Explicacion de la Cruz.*

En la Fig. 34. es A. vna vara quadrada, que ha de ser de metal, y su longitud de tres a quatro pies: diuidese en partes iguales, que bastan 300. y si cada vna se subdiuide en otras diez, seràn 3000. el grueso de la vara puede ser de medio dedo. La otra varilla es B. mas delgada con las mesmas diuisiones, aunque no necessita de ser igual a la primera, con tal que las diuisiones sean iguales 10. con 10. y 20. con 20. aunque la vna puede llegar a 3000. y la otra quedar se en 2500. ò passar a 3500. &c. a la mas grues-

sa llamarè vara, y a la mas delgada, varilla.

136 Para que la vara, y varilla puedan disponerse en angulo recto, obtuso, ò agudo, y cõseruarse en èl, se forma vn circulo de metal CEDF. con vn encaxe quadrado CD. por donde pueda passar libremente la vara A. y este puede ser inmoble con vn tornillo en D. ò C. para apretar la vara a su tiempo: sobre este encaxe quadrado, se pone otro EF. tambien quadrado para la varilla B. y este se ha de mouer sobre el centro G. de suerte, que EF. pueda con CD. formar qualquiera angulo obliquo, ò recto: y en E. y F. por las espaldas, ha de tener dos tornillos que le puedan apretar contra el circulo, de suerte que no se mueua quando se dexa compuesto: el clauo g. ha de entrar en G. los pies PR. HI. son para que asfienten sobre el circulo, y HI. ha de ser la altura que tiene el encaxe CD. con que EF. se conseruarà siempre paralela al plano del circulo, y en K. V. estàn los tornillos

para asegurar à EF. en el lugar que pide la operacion. Las longitudes CD. EF. sean iguales a 20. diuisiones de las varas, de suerte que GD. sea igual a las 10. partes de aquellas en que està diuida la vara.

137 A este circulo que sustenta la Cruz, se le ha de dar mouimiéto, y asegurar le con el instrumento *acq.* el Circulo *o.* es compuesto de tres laminas, que las dos están soldadas con *ac.* y la otra con *oq.* y si fueren tres en *ac.* y dos en *oq.* será mejor, y en el centro tendrá vn tornillo q̄ las apriete, y no las dexé mouer, de suerte que estando *oq.* perpendicular al Orizonte, pueda *ac.* quedar paralela, ò perpendicular: y si *oq.* se pone paralela al Orizonte, pueda *ac.* ponerse tambien, ò paralela, ò perpendicular, y estas quatro disposiciones se ven representadas en la lamina. En *a.* y *c.* ay dos tornillos, ò roscas con q̄ este instrumento se asegura en el circulo. Todo esto se sustenta cō el pie del triángulo filar q̄ se explicò ya.

138 Son tambien necessarias dos pinulas, que tengan de alto tanto como CD. ò EF. que es 20. diuisiones de la vara, y han de ser todas abiertas con dos hilos muy delgados, ò cerdas paralelas a las superficies de las varas como YQ. VZ. Estas se pondrán en los extremos de las varillas donde està la primera diuision, y se pueden poner con sus roscas, para q̄ estén fixas, y se puedan quitar quando se recoge el instrumento.

En la vara A. se vé la pinula como ha de estar fixa en la testera, no encima, de suerte que la cerda VZ. diste del punto A. tanto como la diuision 10. y con esso será igual a GC. y las 10. partes que cubre GC. las dà la pinula: conque en todas las operaciones se toma ajustado el numero que cortan los puntos C. ò E. sin otra diligencia de añadir, ò quitar. Esta es la fabrica del instrumento: sus admirables vsos se explican en las siguientes practicas.

139 *PRACTICA I.*

Medir la altura de una torre que està en llano. Sea, pues, la torre AB. (Fig. 37.) desde el pie de la torre midase con la cadenilla el espacio BE, que se toma a gusto, y supongo es de 100. pies, dispóngase la Cruz a angulos rectos, y sacada la varilla delgada que FD. sea 100. se afirmará con su rosca; y dispuesta de suerte que la punta F. venga perpendicular sobre E. se pondrá la vara GD. perpendicular al Orizonte, pues para esso sirve el circulo CED. con el pie *acoq.* de la *Fi.* 36. luego se mira por las pinulas de F. y G. subiendo, ò baxando la vara GD. hasta que por los dos hilos paralelos se vea lo mas alto de la torre: y entonces el espacio GD. de la vara si es de 30. partes dará el numero de pies q̄ tiene la altura de la torre: y se le ha de añadir la altura del pie del instrumēto HD. La razon es clara, por

que

que los triangulos FDG. FCA. son semejantes: luego como FD. 100. partes a DG. 30. así FC. 100. pies a CA. 30. pies: y añadiendo BC. que es EF. se conoce la altura BA.

140 *PRACTICA II.*

Medir un llano desde una torre. Fig. 38. La torre AB. el llano q̄ se ha de medir, ò la distancia es BG. midase primero la altura de la torre AB. y sea 40. pies: ajustada la vara mayor que AC. sea 40. partes, se podrá la Cruz a angulos rectos, y AC. perpendicular: alargando despues la varilla CD. hasta que por las pinulas de A. y D. se vea el punto G. en la varilla CD. se hallará la distancia, que supongo es de 90. pies, porque los triangulos ACD. ABG. son semejantes, y como AC. de 40. partes a CD. de 50. así la altura de la torre AB. de 40. pies a la distancia BG. de 90. pies.

Si el termino de la varilla A. no se

R puede

puede ajustar al remate de la torre, puede se leuantar tres, ò quatro pies mas, añadiendo essa cantidad a la altura de la torre: como si se leuanta 4. pies, y la torre tiene 40. supondràse que la torre tiene 44. de altura, y se sacará la vara a las 44. partes, y se hará la operacion como antes.

141 PRACTICA III.

Hallar la distancia de vn Lugar. Fig. 39.
Hallase vn hombre en A. y quiere medir lo que ay hasta el lugar E. Para esto se eligirá vn pedaço llano AD. de 100. passos, ò mas, conforme la comodidad del terreno, y puesta vna señal, ò estaca en D. se pondrán las varas paralelas al Orizonte, y con el angulo, que piden para ver por la vara AC. el lugar E. y por la varilla AB. la estaca D. y la varilla AB. se ajustará al numero 100. que son los passos entre A. y D. y asegurando bien las del circulo, porque el angulo

lo

lo no padezca alguna variedad se passará el instrumento a D. y se enderegará la varilla Da. al primer lugar A. y sacando la vara ac. hasta que por las pinulas D. y c. se vea el lugar E. se hallará en la vara ac. la distancia entre A. y E.

142 Esta practica es muy vniuersal, porque la misma operacion sirve aunque AE. no sea tierra llana, y aunque el lugar E. esté en vn monte. Ni es necesario que la distancia tomada AD. sea llana, pues basta que se pueda medir la linea recta AD. aunque sea con poca, ò mucha inclinacion: porque como los tres puntos A. D. E. forman triangulo, que está en vn plano imaginario, y las lineas de las varillas, porque se cortan, están tambien en otro plano, este se puede poner paralelo al otro, en quanto al sentido, que basta para la operacion sin error.

La mesma practica sirve para medir lo ancho de vn rio, determinando vna se-

R 2

ñal

ñal E. en la otra orilla, y tomando a esta parte la distancia arbitraria AD. que no es necesario sea en la mesma orilla, pues basta que los tres puntos A. D. E. formen triangulo, y no estén en vna linea recta para hallar la distancia AE. y generalmente por esta practica se medirán todas las distancias inaccesibles, que es problema vniuersal, y excusa el indiuiduar muchos casos particulares.

143 PRACTICA III.

Medir la altura de vna torre que está sobre vn monte. Esta practica pide dos operaciones. La primera, es hallar la distancia entre el medidor, y el pie de la torre por la *prat. 3.* que es BD. en la *Fig. 40.* y supongo es de 200. pies. Luego se pone la vara CA. perpendicular al Horizonte, y la varilla BA. que vaya recta al pie de la torre, y sacando la varilla, que AB. sea de 200. partes,

se

se mouerá la vara CA. siempre perpendicular, hasta que por las pinulas B. y C. se vea el remate de la torre: y las partes de AC. si son 40. &c. darán 40. pies de altura que tiene la torre. La demostracion es la mesma que en las practicas antecedentes, porque como CA. y ED. son perpendiculares al Horizonte, son paralelas al sentido, y así los triangulos BAC. BDE. semejantes, y como BA. de 200. partes a AC. de 40. así BD. de 200. pies a DE. de 40. pies.

144 PRACTICA V.

Medir desde vna torre vna distancia, aunque no esté en llano. Es la torre Aa. (*Fig. 41.*) y la distancia que se ha de medir es aD. Midesse primero con la cadenilla la altura de la torre, y sea 36. pies: luego se pone la vara en este numero, y en el pie de la torre, se fixa el instrumento, que esté la vara ac. perpendicular, y con el mouimiento

del

del circulo, se endereça la varilla, que vaya recta al punto D. y se aseguran los tornillos del circulo, porque el angulo *cab*. no se mude: Luego encima de la torre se pone otra vez el instrumento, y la vara AC. perpendicular: y sacando la varilla AB. hasta que por los hilos de las pinulas A. y B. se vea el punto D. las partes de AB. daràn la distancia *aD*. porque tambien los triangulos CAB. *CaD*. son semejantes, &c.

145 PRACTICA VI.

Medir la distãcia de dos lugares inaccesibles. Esta practica en la Trigonometria, pide la resolucion de tres triangulos, y con este instrumento se obra de esta suerte. Sean los lugares A. B. eligiràse vn espacio CD. que con la cadenilla se pueda medir exactamente, y sea de 100. passos: luego por la practica. 3. se hallarà la distancia CA. de 150. passos: y tambien la distancia CB de

170. despues se pondrà el instrumento en C. desuerte, que la vara *Ca*. mire al punto A. y la varilla *Cb*. al punto B. y *Ca*. sea de 150. partes: y *Cb*. de 170. Si con el compàs de ballestilla, ò con vna regla se toma la distancia *ab*. y se reconocen en qualquiera de las dos varillas las partes que corta, estas dãn la distancia AB. por ser tambien los triangulos *aCb*. ACB. semejantes con vn angulo comun, y sus lados proporcionales, &c.

146 Esta misma practica sirue, para hallar la distancia de dos montes, y tambien para medir la altura de vn edificio desde vna torre sin salir della, con que se pueda baxar al pie, y subir arriba.

Generalmente en todos estos casos, se ha de procurar, que los angulos de la Cruz no sean muy agudos, porque en todas las practicas Geometricas la seccion de dos lineas con angulo muy agudo, dà siempre poca verdad.

Tambien es digno de advertencia, que si la distancia que se ha de medir es muy grande, la distancia que se toma arbitrariamente ha de ser mayor: y en semejantes casos, porque los numeros de las varas, no puedan alcançar tanto, se supondrà, que cada diuision vale 10. conque 120. se tomarà por 1200. y al contrario en distancias muy cortas se quitarà el vltimo numero, tomando el 120. por 12. que es tomar los diez por vnidades: Puede tambien tomar la mitad, tercio, ò quinto: y assi mesmo el duplo, triplo, &c.

INSTRUMENTO V.

El Rhombo Graphico.

147 Este es vn instrumento vniversal para copiar vn Mapa, ò las plantas de las fortificaciones, y tambien qualquiera estampa, ò quadro con seguridad de guardar

dar exactamente las medidas proporcionales al original; y la mesma facilidad tiene para poner en perspectiua qualquiera edificio conforme aparece del punto fixo, de donde le mira el que le describe: y puede con èl hazer la copia igual al original, y tambien mayor, ò menor como se quisiere, y la mesma facilidad tiene en hazerla desigual que igual. Llamase *Rhombo*, porque tiene quatro lados iguales, y ordinariamente hazen angulos obliquos, aunque alguna vez forma quadrado con angulos rectos: y se dize *Graphico*; porque sirve para la descripcion de las figuras.

148 *Fabrica del Rhombo.*

Consta el Rhombo de 5. varillas iguales, que en la *Fig. 43.* son AB. BC. CD. DA. y GH. aunque CD. se puede quitar, sin faltar al vso del instrumento, y tambien puede mudar de lugar como en EI. Las tres varillas AD. BC. GH. han de estar agujereadas,

das, y numerados los agujeros, de A. àzia D. de B. àzia C. y de H. àzia E. La distacia es arbitraria, pueden ponerse so. en la distancia de vn pie: obseruado, q̄ en todas tres varillas procedan con igualdad, porque en esto consiste todo el acierto del instrumento. Las otras dos varillas AB. DC. solo piden dos agujeros cada vna en los extremos para juntarse con las otras, y formar el Rhombo.

149 La longitud de las varillas, es tambien arbitraria: pueden hazerse de vn pie. que es lo que basta regularmente; y se pueden hazer tambien de vna vara para cosas mayores. Su anchura es tambien indeterminada, y basta que sean como αz . Tambien su grueso pende de la materia: si se hazen de azero pueden ser muy delgadas: si de alaton, bastará sean cortadas de vna plancha gruesa que se hallan muy a mano, y es el metal mas limpio, que el de las fundiciones comunes.

150 Hanse de hazer seis tornillos

con

con sus porquezuelas, los quatro para las esquinas A. B. C. D. y los otros dos para G. y H. y han de estar con tal arte, que apretando las porquezuelas todo quanto se puede, tengan todas las varillas facil movimiento con mucha suauidad: y esto se conseguirá, con que la rosca no ocupe todo el clauo, y quede sin ella tanto como el grueso de dos varillas: y esta ha de ajustarse todo lo posible à los agujeros, con tal que no impida la facilidad del movimiento.

151 El tornillo de B. ha de tener vna puntilla como L. que será de dos dedos poco mas, ò menos. El de D. tendrá vna pluma para lapiz plomo, q̄ es suaua, y facilmente se dibuxa con él. Esta pluma queda mas corta que la puntilla todo lo que ha de salir el lapiz, como se vè en M. Los tornillos de A. y C. tienen dos pies como N. q̄ pueden ser algo menores que la puntilla, pero con diferencia insensible. Los otros dos tornillos de G. y H. só sècillos como O.

152 Vltimamente, se ha de hazer vn pie como P. con vna rosca en la parte inferior, que se pueda fixar en medio de vna mesa, ò en vna tabla: sobre la rosca tiene vn plano quadrado, para que assiente mejor, y el pie quede perpendicular, y arriba vn plano circular, donde assentará la varilla GH. si se pone vno de sus agujeros en la cabecita P. que sobre sale, y se le puede tambien añadir su porquezuela: La altura de este pie sin la cabecita P. y la rosca inferior, será como el pie N. de suerte que estando el Rhombo en P. la puntilla, y lapiz toque en el plano del papel, y tambien los pies N. que se ponen en A. y C.

153 *Vsodel instrumento.*

Para copiar con este instrumento vna figura, se fixará primero el pie en medio de la mesa: luego se ha de ver si la copia se quiere igual, mayor, ò menor. Para que salga igual se ha de poner la varilla GH.

(Fig. 43.)

(Fig. 43.) en medio de las dos AD. BC. y tambien el pie ha de entrar en medio de la varilla HG. pero si la copia se quiere mayor que el original, se pondrá la varilla GH. mas cerca de la puntilla B. que de C. y conforme fuere la proporcion de BH. à HC. tal será la proporcion del original, a la copia: esto es, si cada varilla tiene 51. agujeros, que son 50. espacios, y HG. se pone en los numeros 13. y 13. entre B. y H. avrà 12. espacios, y quedarán 38. entre H. y C. con que el original a la copia tendrá la razon que 12. con 38. y al contrario, si la copia huviere de ser menor, se pondrá HG. mas cerca de C. y D. quede B. y A. y siempre se ha de tener atencion, que la varilla HG. se ponga en el pie en el mesmo numero que HG. está en BC. y AD. esto es q̄ si HG. está en los numeros 13. y 13. con tanto en la varilla HG. 13. desde H. à F. se pondrá el agujero F. en la cabecita P. del pie: de suerte, q̄ B. F. D. estén siēpre en linea recta.

154 Esto supuesto, fixese la estampa que se ha de copiar junto al pie del instrumento, que se puede hazer con oblea, y mejor con 4. tachuelas muy pequeñas, y a la parte contraria, fixase vn papel blanco con el mesmo artificio: y puesto el instrumento como en el §. antecedente, supongo q̄ se ha de copiar el quadrado *yx*. (Fig. 44.) y que la copia sea mayor que el original. Con la mano se irá guiando la puntilla que está en B. siguiendo con ella todas las líneas principales del original, y esto ha de ser lleuandola superficialmente, sin que muerda en el papel, y en rigor no es necesario que le toque; y porque es mejor que toque, y no muerda, se hará la puntilla roma. Al mesmo tiempo que la puntilla vá siguiendo las líneas del original, la pluma, que está en D. irá delineando la mesma figura, pero encontrada, porque quando la puntilla estará en *x*. la pluma se hallará en *X*. y estando la puntilla en *y*. estará la plu-

ma en *Y*. Esto es tan facil como lo ha experimentado V.M. varias vezes.

155 Solo falta preuenir algunos casos, que pueden causar embaraço. El primero, es que se ha de tener cuidado en que no tropiecen los pies del instrumento en la junta de los papeles. El segundo, que si la punta del lapiz no es aguda, no señala con facilidad: y menos si el lapiz es muy duro. El tercero, que siendo el instrumento muy ligero, no tiene bastante peso para que el lapiz señale, y es necesario añadir algun peso a la parte de la pluma, que se puede hazer con vna planchuela de plomo, cosa de media onza; y será mejor que esté agujereada en medio, y se ponga en el tornillo de la pluma D. El quarto, que si las porquezuelas no son de la calidad, que dixe §. 149. y no están apretadas, con el mouimiento del instrumento, suelen dar la buelta, y no quedan las varillas bien contiguas, de donde se sigue, que no guar-

dan el deuido paralelismo, y el instrumento falta a la fidelidad, y rigurosa imitacion del original: y para euitar esto, fuera bueno que los tornillos tuuieran vn agujerito donde pudiesse entrar vna cuñita de vna punta de alfiler, que tuuiesse las porquezuelas seguras.

156 Quando se copian figuras de fortificacion, ò qualesquiera otras, que constan de líneas rectas, bastará tomar los puntos angulares, y tirar de punto a punto vna línea con la regla, porque no es facil con la mano seguir vna recta exactamente, y el error de la mano sale en la copia. En los Mapas se tomarán los puntos de los lugares, y se descriuirán los rios, y montes. En las Imagenes basta tomar el perfil, porque las sombras se hazen despues mejor con la mano. Ultimamente, quando la puntilla se huuiere de passar de vna parte de la Imagen à otra, se leuantará tambien la pluma, porque no aya rayas im-

pertinentes, y esto se deue obseruar con cuidado.

157 *La demostracion de lo dicho.*

Nace de la 4. *prop.* del libro 6. de mi Geometria: porque las figuras q̄ se cõponen de triangulos semejãtes con la mesma disposicion, y orden, son semejantes: Tambien es cierto, que si de qualquiera punto del plano en que està vn triangulo se tiran rectas à los angulos, y se continuan con la mesma proporcion à la parte contraria, se forma otro triangulo semejante, como en la *Fig.* 45. es dado vn triangulo ABC. si se toma qualquiera pũto F. fuera, ò dẽtro, y se tiran las rectas AFG. BFE. CFH. de suerte, q̄ si FG. es dupla de FA. tãbiẽ FE. sea dupla de FB. y FH. de FC. y assi de qualquiera otra proporció, digo, q̄ el triangulo EGH. es semejante al triangulo ABC. porque en los triangulos AFB. GFA. los angulos verticales EFG. BFA. son iguales: y los lados se suponen pro-

porcionales AF. a FG. como BF. a FE. luego tambien tiene la mesma razon AB. a EG. y son AB. EG. paralelas. De la mesma suerte se prueba que en los triángulos CFA. HFG. son AC. y HG. paralelas, y proporcionales: como tambien CB. y EH. Luego porque los triangulos ABC. GEH. tienen los tres lados paralelos, y proporcionales, son semejantes por la 2. *pr. lib. 6.*

158 Que la practica del instrumento obserue esta misma construccion, se ve en la *Fig. 44.* porque si la puntilla B. se pone en qualquiera punto, siempre la pluma D. está en la linea recta BF. continuada, y siempre BF. a FD. es como HF. a FG. porque ABHG. siempre es paralelo grammo; pues tiene cada dos lados opuestos iguales AG. BH. y AB. GH. luego siendo AD. BC. paralelas, los angulos alternos EHF. FGD. son iguales: y como BH. es igual a HF. assi FG. es igual a FD. luego los triangulos BHF. FGD. son proporcionales, y se-

mejantes, y sus angulos GFD. HFB. iguales, y BF. FD. son vna mesma linea recta por la 2. *pr. lib. 6.* y por la mesma proposicion seràn proporcionales siempre BF. à FD. como HF. à FG. conque estamos en el caso del §. antecedente: y si consideramos la puntilla B. successiuamente en los tres puntos *xyz.* se hallarà la pluma en los otros tres puntos YXZ. y serà el triángulo YXZ. semejante al triangulo *xyz.* y porque de qualesquiera tres puntos siempre se demuestra lo mesmo, siuese q̄ siépre la figura que describe la pluma, se compone de triángulos semejantes a los de la figura, que sigue la puntilla, y por consiguiente, que son las dos figuras semejantes: y que siempre la copia guarda las mesmas proporciones que el original.

159 De lo dicho se infiere, que todos los lados de la copia con los del original, guardan la razon que GF. a FH. ò que DF. a FB. y assi quando GF. y FH. seràn

iguales, tambien los lados de las figuras lo seràn, y si GF. es dupla, tripla, ò quadrupla de FH. tambien los lados de la copia sera duplos, triplos, &c. y al contrario, como se advirtió en el §. 152. Tambien se infiere de lo dicho, que la varilla DC. no es necesaria en el instrumento, pues el paralelo grammo ABHG. haze que se conserve el paralelismo necesario, aunque la varilla DC. dà mas seguridad, y así serà bien que no se dexen en las copias de plano, y se podrá omitir en las perspectivas: lo mesmo digo de la varilla AB. que si se pone DC. puede omitirse, de suerte que puede omitirse vna de las dos: y no haze mas al caso que se dexen vna, que otra: y asimesmo la puntilla puede ponerse en D. y la pluma en B. sin que en esto aya misterio alguno.

160 *De las perspectivas.*

El mesmo instrumento servirà en las perspectivas, mudando solamente vna pieça.

En

En la *Fig. 43.* supuesto que sea B. el lugar de la pluma, y D. de la puntilla, se ha de quitar la varilla AD. y en su lugar substituir otra, que en el punto D. tenga vn agujero grande que pueda entrar el dedo con dos cerdas que se crucen en el centro, como en K. y si no se quiere mudar toda la varilla, se puede disponer, que el pedaço ED. de tres dedos, se pueda quitar, y substituir en su lugar el pedaço K. con arte que estè seguro, y firme como si toda la varilla fuera de vna pieça.

161 La mesa, donde se ha de poner el papel, y fixar el instrumento, ha de estar perpendicular al Orizonte: como en la *Fig. 46.* ABCD. y se puede assegurar con dos cartelas de las que sirven para sustentar la mesita del triangulo filar. Sobre esta mesa, ò tabla perpendicular ha de estar vn marco de vna ventanilla, que es AEFB. y ha de ser proporcional à la mesa, pero menor, casi la mitad menos: y puede ser de ma-

dera,

dera, ò bronce: En el medio de la vara superior, en el punto H. ha de auer vn angulo recto fixo, como OLN. que con vntornillo P. se asegure en el punto H. en la parte superior, y LN. que puede ser de lamina delgada, con vn dedo de ancho, ha de tener varios agujeros para que pueda sacarse mas, ò menos la varilla LN. La cantidad de LO. ha de ser la mitad de EA. y en O. avrà vn agujero delgado, quanto pueda passar vn alfiler comun: y siempre la varilla LN. se ha de afirmar con el tornillo P. de suerte que quede perpendicular al plano EB. aunque esto no pide toda precision: y el agujerito O. venga a corresponder al medio de la ventanilla, aunque apartado de ella, quanto se sacò la varilla LN.

162 *Vso del instrumento.*

Elegido el punto, de donde se ha de copiar la perspectiua de vn edificio, se pone la tabla AB. perpendicular, y el angulo rec

to OLN. se acomoda de suerte, que la vista por el agujerito O. y por dentro de la ventanilla, vea todo el edificio que se quiere dibuxar; el instrumento se pone en G. de la mesma suerte que si huiera de seruir para los dibuxos llanos. Luego puesta la vista en O. con la mano, se guiarà el instrumento de suerte, que la Cruz de las cerdas, vaya correspondiendo a los puntos, y lineas del edificio, conque al mesmo tiempo irà la pluma, ò lapiz dibuxàdo en el papel de la tabla AD. toda la perspectiua.

163 La razon de esto es clara, por que si en la ventanilla ABFE. se considera vn vidrio, y la vista està fixa en vn punto, como lo està mirando por el agujero, ò pinula fixa O. los rayos visuales que cortan el vidrio, descriuen el edificio de la suerte que se vè, y forman la perspectiua: Luego porque la Cruz de cerdas se interpone entre la vista, y el punto que se mira, representa siempre el punto donde el rayo visual

corta al vidrio: y así el mesmo punto sirve de puntilla, que sigue los perfiles de la Imagen, como si esta estuiera pintada en la ventanilla, conque es fuerza que la pluma saque la copia, con la mesma perfeccion que se demostrò en los planos.

164 De todo lo dicho se infiere, que como la Imagen que se finge pintada en la ventanilla, sirve de original, y la tabla es mayor que la ventanilla, si se huuiere de sacar la copia tan grande como el papel de la tabla, se pondrà el instrumento como si en las Imagenes que se copian de vn papel huuiesse de ser la copia mayor que el original. Para sacar la perspectiva igual a la fingida en la ventanilla, se ajustará el instrumento como en los planos, sin que en esta materia, por ser tan facil, aya necesidad de nuevas reglas: la experiencia enseña mucho, y con ella se hará todo lo dicho mas claro que el Sol. Tambien se infiere de lo dicho, que si en la ventanilla se pone

vn vidrio, y tenièdo la vista fixa en la pinula inmoble, se notan con vn pinzel los puntos principales del edificio, se copiará la perspectiva. Dexo la practica de los quadros, así por comun, como por molesta, prolixa, y menos segura.

165 De otra suerte se puede tambien copiar vna perspectiva: y es en vn aposento cerrado bien escuro, si en la ventana se haze vn agujero por donde pueda entrar parte del dedo indice, y se pone en èl vn vidrio de antojo de larga vista, ò qual quiera luneta de los antojos, que sirven para los viejos del primero, ò segundo grado, que es lo mesmo que el vidrio ojectiuo de los largomiras; recibiendo la luz que entra por el agujero en vn papel, se pintará en èl la Imagen, y se pueden seguir los perfiles con tinta, ò lapiz: con advertencia, que el papel donde se reciben, ha de estar fixo, y distar tanto del agujero, quanta es la longitud del antojo, ò la distancia en que el



vidrio enciende lumbre con los rayos del Sol. Esta practica no es facil para las perspectiuas, porque no se halla donde es menester el aposento: pero es de gran diuertimiento, en parte donde concurre mucha gente, por la variedad, y por la perfeccion con que cada cosa se pinta con sus propios colores, sin otro defecto que el de pintarse al reuès: como lo ha visto V.M. varias vezes.

166 Para que las Imagenes se representen al derecho en el aposento cerrado, es necessario vn antojuelo de los que representan las cosas al reuès, que se compone de dos vidrios combexos, y lo mesmo es hazer le de dos lunetas de los antejos comunes que encienden lumbre al Sol: y quanto mas fuertes, y de mas grados, seràn mejores. Si el antojo dicho, se pone en el agujero de la ventana, se pinta la Imagen recta con toda perfeccion; pero este modo no puede seruir para las perspectiuas, por

representar poco campo: y representará menos, si los vidrios fueren de pocos grados, y el antojo largo, porque en la pintura milita lo mesmo que en la vista, y la experiencia enseña, que los antejos cortos, representan mas campo, que los muy largos.

167 Si mi voto tuuiesse alguna autoridad con los Ingenieros, aconsejara à todos, que tuuiesen el Rhombo Graphico, porque no para en mera curiosidad, pues sus conueniencias son muchas, assi para copiar las plantas, y Mapas, que tal vez les piden sus Xefes con trabaxo inevitable, como para tomar copia de muchas plantas que llegan à su mano; y recoger con facilidad vn tesoro inestimable en su profesion, que necessita de obseruar mucho, aprendiendo de las plantas buenas, lo que deue seguirse, y de las malas, lo que han de euitar: y no es de menos importancia el tomar desde el campo la perspectiua de vna planta enemiga à inf-

tancia del General , que si no es con este artificio , no se puede sacar sin gran riesgo.

INSTRUMENTO VI.

El Triangulo Equilatero.

168 El triangulo equilatero , es de mucha conueniencia, por la facilidad que tiene, en poderse componer , y descomponer con tornillos. Sirue en la campaña de circulo; para los angulos de posicion ; para las alturas de los Astros , sirue de quadrante Astronomico, y para conducir las aguas, guiar las fuentes por varios rodeos , y examinar si vn puesto es mas alto que otro, sirue de niuel: y con vn liston de 15. pies que se le añade, puede tener otro uso en la niuelacion de los campos. Su fabrica , y graduacion es como se

sigue:

169 *Fabrica del Triangulo.*

En la *Fig. 47.* representa ABC. el triangulo de alaton , que consta de tres planchas, con quatro dedos de ancho, y el grueso de dos reales de a ocho. Cada plancha tiene sus encaxes, y vnas con otras, se aseguran, con tres tornillos en A. B. C. de suerte, que los tornillos, no salgan del plano del triangulo, y ellos están taladrados, porque en qualquiera de los tres, se pueda poner el perpendiculo AF. con el peso F. Por los centros de los tres tornillos , se tiran las tres rectas AB. BC. CA. y diuidida BC. en O. en dos partes iguales , será AO. la perpendicular, que en el triangulo de V. M. es de medio passo Geometrico: que basta para diuidirse de minuto en minuto : y si la perpendicular AO. se toma de vn passo Geometrico , se podrá diuidir de 10. en 10. segundos, que es quanto basta para las obseruaciones Astronomicas, muy exactas.

170 Lo ancho de cada plancha, ò lado, se diuide en 12. partes, con paralelas: como en la *Fig. 48.* *ABDC.* La primera, y vltima diuision, sirven para los numeros, y las otras, para los minutos. Su graduacion se puede hazer de dos modos, ò por circulo, ò por las tangentes. Por el circulo es mas facil, de esta suerte. Con la distancia *Ao.* se descriue el arco *doa.* que será de 60. grados, por ser el triangulo equilatero, y *do. oa.* de 30. Si *oa.* se diuide primero en tres partes, los dos puntos caerán en la plancha *BC.* y desde el centro del circulo *A.* se tirarán las lineas *A. 10. A. 20.* si cada vna de estas se subdiuide en 10. estarán ya los 20. grados: y se tirarán lineas que corten los 10. espacios de las paralelas. Luego se puede subdiuidir cada grado en sus partes, que cada vna vale 10. minutos, pero no se tirarán las lineas del centro, sino muy delicadas para determinar los puntos en la primera, y vltima paralela.

171 Para destinguir todos los minutos, sirven las paralelas, como se representa en la diuision de vn grado (*Fig. 48.*) desde el punto *o.* de la paralela inferior à la diuision de 10. minutos de la superior, se tira la linea *o. 10.* luego de 10. à 20. y de 20. à 30. de 30. à 40. &c. como se ve en la *Fig. 48.* En el concurso de estas lineas, y de las paralelas, se toman los minutos: en la primera paralela 1. en la segunda 2. &c. de suerte, que el punto *x.* que está en la septima paralela, y en la linea que sube de 20. minutos à 30. denota el minuto 7. sobre los 20. que es lo mesmo que 27. minutos, y assi en todos los otros. Los grados, se escriuirá con caracteres, mayores que los de los minutos, para quitar la equiuocacion.

172 Diuididos los 20. grados, desde *O.* à *zia B.* se pueden passar de *O.* à *zia C.* y en rigor bastan estos 20. grados, y aun los 10. à *zia B.* y otros 20. ò 10. à *zia C.* pero si se quieren diuidir todos los 30. à vna parte, y

otra, se descriuirà otro arco, desde los 15. grados de la inferior paralela hasta *c.* y los 5. grados que corta este circulo desde 15. à 20. se passaràn por el mesmo circulo, desde los 20. à 25. y luego à 30. con que serà facil traspasarles despues à la parte *OC.* sin tirar nuevo circulo. De la mesma suerte se pueden trasladar todas las diuisiones de los 30. grados *D.* à *B.* y *A.* y de *E.* à *C.* y *A.* aunque en estos lados para tomar alturas, bastan las diuisiones de 10. en 10. grados, como se vè en el triangulo *ABC.*

173 El otro modo, por las tangentes, es en esta forma. Hazese vn Pitipie de la linea perpendicular *AO.* diuidido en 10. mil partes: y conforme este radio, se toman las tangentes de grado en grado, y se pasan de *O.* àzia *B.* y *C.* En los triangulos mayores, se tomaràn las tangentes, de minuto en minuto; y en los medianos de 10. en 10. minutos: aunque en estos basta tomar las de grado en grado, y diuidir despues el

espacio

espacio de vn grado à otro en seis partes iguales, que cada vna tendrà el valor de 10. minutos: y aunque esta diuision no guarda el rigor Mathematico, porque las tangentes crecen, y no vèn las diferencias iguales, pero en instrumentos medianos, es la diferencia insensible, y donde es mayor no llega à vna diez milésima parte del radio, y la experiencia enseña, que dà mas verdad esta diuision, que el tomarla toda del Pitipie.

Para el primer grado, se tomaràn del Pitipie 174. partes, y para 2. grados 349. &c. comenzando siempre del punto *O.* para el lado *BC.* y de los puntos *D.* *E.*

para los otros
lados.

(*****)

(*****)

(***)

174 *Tabla de las Tangentes.*

<i>Grad.</i>	<i>Tangentes.</i>	<i>Grad.</i>	<i>Tangentes.</i>
1	174.55	16	2867.45
2	349.20	17	3057.30
3	524.08	18	3249.19
4	699.26	19	3443.27
5	874.88	20	3639.70
6	1051.05	21	3838.64
7	1227.84	22	4040.26
8	1405.40	23	4244.75
9	1583.84	24	4452.28
10	1763.27	25	4663.07
11	1943.80	26	4877.32
12	2125.56	27	5095.25
13	2308.68	28	5317.09
14	2493.28	29	5543.09
15	2679.49	30	5773.50

175 Ha de tener el triangulo varias pinulas, para diferentes vlos : vna abierta del todo, con vn hilo, ò cerda en medio : como F. (*Fig. 49.*) y otra cerrada cõ vn corte en medio como G. esta se pone en B. ò C. para aplicar la vista, y la otra ha de ser mouible, que se pueda poner en todas las dezenas de grados de los lados AB. AC. estas dos sirven para tomar las alturas de las Estrellas, y tambien para la tierra, y nivelaciones. Otras dos han de ser como H. y L. cerradas: y H. tendrà vn agujerito en medio, como la cabeça de vn alfiler, poco mas, y L. tendrà varios circulos, como se ve en la figura, y sirven para las alturas del Sol, porque sus rayos no permiten que se aplique la vista à mirarle: la pinula H. se ha de poder mouer como se dixo de F. y la L. sirve para los angulos C. ò B. procurando con toda curiosidad que el centro de sus circulos caiga perpendicular sobre B. ò C.

176 *Del Pie del triangulo.*

Para sustentar el triangulo, se ha de hazer vn pie, que puede ser de madera, bronce, ò hierro. El que vâ en la caja, es de hierro: su forma, es como en la *Fig. 50.* AB. representa vn cañon de arcabuz, que tiene 4. quartas, y media: CB. es vna vara de hierro, que entra en el cañon, y es igual en longitud. D. es vn tornillo para apretar la vara, sacando la cantidad que fuere menester BC. es vna de las tres cartelas, que forman el pie: y cada vna se asegura con dos tornillos: con que todo se puede desarmar, y entrar en la caja de los instrumentos: y sacando la vara, se leuanta todo el pie 9. quartas, que bastan para tener el triangulo tan alto, que no sea necessario arrodillarse para mirar por sus pinulas. Estas mesmas cartelas sirven para sustentar la mesa ABCD. (*Fig. 53.*) conseruandola perpendicular al

Orizonte para las perspectivias, de que se tratò §. 160.

177 Porque el triangulo no puede inmediatamente afirmarse en la vara, se ha hecho el cañon EF. (*Fig. 50.*) de bronce con el clauo E. que entra en el agujero α . del triangulo (*Fig. 47*) y se le añade su porquezuela, para mas seguridad, y el tornillo F. (*Fig. 50.*) para tener inmobile el cañon EF. Otro cañon de bronce se ha hecho GHK. que ajuste sobre el cañon de arcabuz con su tornillo G. para afirmarle. Sirue este cañon para que el lado inferior del triangulo se arrime à K. el plomo, ò perpendicular del triangulo caiga en vazio, porque de otra suerte el hilo no señalarà con fidelidad los grados, ni tocarà al plano del triangulo. El clauo H. entra ajustado, sin tornillo; atase en èl vn hilo, y tambien en èl vn extremo del triangulo B. ò C. para llamarle, dando bueltas al clauo, y hazer que el perpendicular que caia en F. sobre el

grado 0. cayga despues en H. sobre el grado 10. &c. y esto es de suma importancia para las alturas.

178 Sirue tambien el cañon GHK. (Fig. 50.) para sustentar la mesa del triangulo filar, añadiendole tres cartelas de bronze que formen triangulo como las del pie; dos de estas se ven en la Fig. 51. y con estas mesmas cartelas, si su longitud GN. es igual à las rectas del centro del triangulo, à la mitad de sus lados: como en la Fig. 47. son GD. GO. GE. puede el triangulo poner se sobre las cartelas, paralelo al Orizonte, para tomar los angulos de posicion, y descriuir los Mapas, conforme el modo comun: pero con mas precision, por dar el triangulo todos los minutos.

179 *Vso del Triangulo.*

Para tomar las alturas aparentes sobre el Orizonte, se pondrà el triangulo, que su plano cayga perpendicular al Orizonte,

leuan-

leuantandole en la vara del pie, quanto se pueda: de suerte, que el lado BC. quede vara, y media del suelo: ponese luego las dos pinulas F. y G. de la Fig. 49. F. en el punto D. ò en los grados 40. y 50. del lado BA. y la pinula G. siempre en C. Si mirando por la pinula G. y por la cerda de F. se ve la Estrella, ò el remate de la torre, cuya altura se toma, està ya bien el triangulo, y cayendo el perpendicular AF. en zero grados: la altura serà de 30. grados justos, si la pinula està en D. y de 40. si està en el numero 40. &c. Pero si mirando por las pinulas el objeto, queda superior, se ha de llamar el punto C. àzia el perpendicular, y se haze facilmente, si vn hilo que està atado en las espaldas de C. y el otro extremo en el clauo H. (Fig. 50.) se cobra, y enrosca en el clauo H. dandole bueltas, que solo para este fin se preuino en el §. 176. y en llegado à verse el objeto por las pinulas, se dexa el triangulo firme, y se ven los grados que corta el perpen-

diculo

diculo AH. y supongo son 10. estos se han de añadir à los de la pinula superior, con q̄ si esta se halla en los 30. añadidos los 10: serà la altura de 40. grados: si el perpendicular corta 7. gr. 29. minutos, serà la altura 37. gr. 29. min. &c.

180 Al contrario. Si mirando por las pinulas, queda el objeto inferior, se atarà el cordel al angulo B. para traerle àzia el perpendicular, y si el hilo corta 9. gr. 37. min. àzia B. se quitaràn estos del numero donde està la pinula; y quedarà la altura como si la pinula està en 40. grados, quitados 9. y 37. quedaràn 30. gr. 23. min. El hilo del perpendicular ha de raer siempre el lado BC. del triangulo sin violencia, porque no se detenga: y nunca ha de estar apartado, porque no determinarà bien el minuto. El peso ha de ser de 8. onzas, porque si es pequeño, no tiene seguridad, y facilmente se mueue. El hilo puede ser de azero, ò alaton muy delgado, ò vna

prima de vihuela de las mas sutiles.

181 De lo dicho se infiere, que los lados AB. AC. no piden otra diuision que la de 10. en 10. grados, y en el lado BC. bastan 10. grados de O. àzia C. y otros 10. de O. àzia B. para tomar 70. grados de altura: para llegar à 90. es necessario que se gradue todo el lado BC. ò que la pinula que se pone en C. se mude à z. y n. porque cayèdo el perpendicular en O. si la pinula inferior està en z. y la superior en A. desuerte que no impida el libre mouimiento del perpendicular, serà el angulo AZO. de 70. grados, por ser OAZ. de 20. y O. recto: y añadidos los 10. de O. à n. seràn 80. luego estando la pinula en z. se pueden tomar 80. grados: y si se pone en n. serà el angulo OAn. de 80. y con los 10. de O. à n. seràn 90. luego con solos 10. grados de O. hasta n. que estèn graduados con minutos, se pueden tomar todas las alturas, y es cosa de mucha importancia; porque euita la molestia de la graduacion,

no obstante, de mi parecer se graduarà con minutos todo el lado BC. y los otros dos de 10. en 10. porque de esta suerte ay menos mudança en las pinulas.

182 Para las alturas del Sol se pondrà la pinula H. (*Fig. 53.*) en los 30. ù 40. grados del lado AB. conforme la altura que se huviere de tomar, y la pinula L. (*Fig. 49.*) se pondrà en C. y con el hilo se llamarà el triangulo, hasta que el Sol que entra por la pinula superior, ocupe alguno de los circulos de la inferior: y el perpendicular dirà los grados, y minutos que se han de añadir, ò quitar à los de la pinula superior, como antes, porque en esto no ay diferencia. Ponese en la pinula L. tres, ò quatro circulos, por la variacion que tiene el diametro aparente del Sol. En el agujero de la pinula superior se puede poner vn vidrio ojectiuo de antojo, que vna los rayos à la distancia del lado AC. porque de esta suerte el Sol se pintarà en la pinula in-

ferior

ferior mas viuo, y menor, y se tomarà la altura mas exacta, y con esta diligencia puede hazerse el agujero de la pinula superior, tan grande como vn quarto.

183 *Del Triangulo pequeño.*

El Triangulo pequeño tendrà dos pies, y medio de lado, y de ancho como AC. (*Fig. 52.*) Está diuidido de 10. en 10. *min.* y tiene los mesmos vfos q̄ el grande, aunque no estan exacto, pero dà mas verdad que los Astrolabios, y semicirculos, y es mas facil de manejar en campaña: particularmente para los angulos de posicion, en la descripcion de las Prouincias, y en la de las Plaças, para los que gustan de obrar por angulos. Para esto sirue el cañon, y cartelas GHL. de la *Fig. 51.* que se explicaron §. 178. Ponese el triangulo llano sobre las 3. cartelas, y se asegura con 3. tornillos, y puesto el triangulo filar (explicado ya desde el §. 110.) en vno de los puntos angula-

Y 2

res,

res, y sobre la recta CB. de vn lado se mueue el triangulo llano, hasta vèr el vno de los lugares: luego sin tocar el triangulo, se leuanta el filar, y se acomoda otra vez en C. hasta vèr el otro lugar, que supongo es por la linea CD. que corta 30 grados; y se concluirà, que el angulo de posicion de aquellos dos lugares es de 30. *gr.* &c.

184 Con este triangulo se pueden tomar los 360. *gr.* con que sirue como si fuera vn circulo de 5. pies de diametro: porque si el primer lugar se mira por la linea CB. y està el triangulo inmoble, hasta mirar por la linea CA. ay 60. grados: luego puesta la regla en el punto A. y la persona en el lado CB. desde CA. à BA. darà otros 60. *gr.* que son ya 120. Puesta la regla en B. desde BA. hasta boluer à BC. dà otros 60. que son 180. ò vn semicirculo. Si la regla se pone en C. y la persona en el lado BA. desde BC. hasta AC. darà otros 60. y de esta suerte dando la buelta al triangulo sirue pa

ra los 360. *gr.* y aunque en la verdad se varia el centro, porque vnas vezes sirue el punto A. otras B. otras C. pero esta diferencia es insensible en las distancias grandes.

185 He puesto la aplicacion del triangulo, para hallar los angulos, assi de alturas, como de posiciones en plano. La aplicacion de los angulos, no es deste lugar: generalmente solo puedo dezir, que este instrumento, es vniuersal para todos los problemas de la Trigonometria aplicada, que son innumerables. Alguno tiene mi compendio, que corre manuscrito entre las manos de los dicipulos, y son los que bastan para la curiosidad de las practicas, no vulgares. Finalmente, este triangulo pequeño graduado con paciencia, y toda precision suple el quadrante, sextante, semicirculo, quadrado Geometrico, ballestilla, ò radio Astronomico vsado entre los Pilotos, y con la comodidad de llevarle facilmente desarmado à qualquiera parte.

El antojo tiene lugar entre los instrumentos Mathematicos, y tiene muy estimables usos en la Astronomia, y militar. El mayor Artifice que hasta oy se ha conocido, es Eustachio Diuini, que viue en Roma: de su mano tiene V.M. vn antojo famoso: el que vè en la caxa es de mi mano, y aunque inferior à los de Eustachio, es de buena calidad, y bastante para descubrir en el Cielo muchas Estrellas, que no distingue la vista, para vèr las desigualdades de la Luna, y las Mediceas, ò Archeros de Iupiter. Para la tierra sirue con 4. vidrios conuexos, que representan los ojectos al derecho: para el Cielo es mejor, con solos dos vidrios, pues aunque representan las cosas al reuès, en los Astros, no causa turbacion, y la claridad es mayor.

187 Para sustentar el antojo, sirue vn liston como EF. (*Fig. 54.*) con dos semi-

circulos H. K. donde se ata con dos colonias. El liston se sustenta con el pie del triangulo, y el agujero que tiene en G. se ajusta al clauo E. (*Fig. 50.*) y se puede fortalecer con vna porquezuela: y queda dispuesto con tal arte, que puede dar la vuelta al Oriente, y leuantarse à todas las alturas. Estos dos mouimientos se pueden disponer de varias formas, q̄ dexo por no ser necessarias.

188 Tiene el antojo vn circulo de bronze como ABCD. *Fig. 54.* los puntos A. B. C. D. le diuiden en 4. partes iguales. Las lineas AB. AC. CD. DB. estàn diuididas en 6. partes, y tiradas las paralelas, como en la figura, se taladria el circulo de bronze, y con cerdas, ò hebras de seda muy delicadas se forma vna red, ò quadricula. Esta se ha de poner entre el vidrio ojectiuo, y el ocular su mas vezino; de suerte que diste tãto de este vidrio, como la distãcia en que vne los rayos, y enciende lumbre. El circulo ABOD. es de la grandeza que el di-

cho vidrio ocular.

189 Esta red sirve para descriuir las máchas de la Luna, y en lo militar es de gran cóueniència para copiar desde lexos vna Placa enemiga. Executase de esta suerte. En vn papel se haze vna quadricula grãde, semeiante à la del antojo: Este se apũta à la Placa, y se assegura có tornillos, para q̄ no se mueua: Mirãdo luego có atēciõ, se cõsidera cada parte del objeto à q̄ quadrado de la red ecilla correspõde, y se pinta en el papel en su lugar. Primero se puede sacar vn valuarte, y despues otro, &c.

190 De la mesma suerte, por medio de la red ecilla, se puede tomar desde vna colina la plãta del Exercito enemigo, y reconocer có seguridad toda su disposiciõ. No me detẽgo à põderar las grãdes utilidades q̄ de estas practicas puedẽ seguirse, porq̄ sõtã claras, q̄ no necesitã de põderaciõ. Vna obseruaciõ de estas biẽ hecha, puede darle à V.M. vn gran dia, con vna illustre victoria.

INSTRVMENTO VII.

El Compàs Harmonico.

191 En la segunda cara de la Pantometra grande, ay tres lineas, diuididas con los intervalos Harmonicos, que sirven para la fabrica del Tetrachordo: y porque toda esta parte pertenece à las medidas Harmonicas, la llamo *Compàs Harmonico*: y de proposito se ha dexado para este lugar, por no romper el hilo de las Practicas Militares, à que se han dirigido todos los instrumentos antecedentes. Tiene ya V.M. algunos principios de la Musica, y son los suficientes para hallar mucho gusto, y diuertimiento en la fabrica, y vso del *Compàs Harmonico*. Esta parte de las Mathematicas, es de su naturaleza algo obscura, por ser toda de proporciones, con todo procurarẽ explicarla con la claridad, y breue-

dad, que cabe en este compendio, y corto tiempo.

192 *De las Consonancias.*

Consonancia Harmonica, es la proporción de muchas voces, grata, y apacible al oído: aunque con mas generalidad se acostumbra tomar por qualquiera proporción Harmonica. La proporción de los sonidos, se representa con los mismos numeros de las partes en que se diuide vna cuerda: como si en vna guitarra qualquiera de sus cuerdas se diuide en dos partes iguales, y en medio se pone vn puentecillo, tienen las partes entre si proporción de igualdad, como 1. à 1. y si las dos partes se tocan, no se halla diferencia entre los sonidos, y así dezimos, que suenan *Vnisono*, porque tienen vn mismo sonido: en proporción de igualdad como 1. à 1. lo mismo se dize de dos cuerdas iguales si tienen igual longitud, y intension, &c. De la mesma suerte, si vna

cuer-

cuerda se diuide en tres partes: y se pone vn puentecillo en la primera diuision; la parte mayor, con la menor, tiene razon dupla, como 2. à 1. y así dezimos, q̄ el sonido tiene tambien la razon dupla, y este es el *Diapason*, à quíe los Practicos llaman *Octaua*: pero es en razon de 2. à 1.

193 Qualquiera proporción, se puede representar con infinitos numeros, con tal que ellos entre si, guarden el mismo respecto, que los otros: como la proporción dupla de 2. à 1. es como 12. à 6. y como 1000. à 500. porque como 2. es duplo de 1. así 12. es duplo de 6. y 1000. es duplo de 500. y así la *Octaua*, ò *Diapason*, se puede representar con qualesquiera de estos numeros, que guardan la proporción dupla: y lo mesmo digo de todos los otros interua-los Harmonicos. Esta advertencia ha sido necesaria, porque los Practicos, poco verificados en numeros, suelen turbarse oyendo las consonancias con diferentes nume-

Z 2

ros,

ros de los que han aprendido.

194 *Del Medio Arithmetico.*

Medio Arithmetico, es el numero que dista igualmente de los dos extremos: hallase tomando la mitad de la suma de los dos, como si se dà la proporcion del Diapason de 4. à 2. y se desea el medio Arithmetico: la suma de los dos es 6. y su mitad es 3. digo que 3. es medio Arithmetico entre 4. y 2. y seràn ya los tres 4. 3. 2.

195 *Del Medio Harmonico.*

El Medio Harmonico, es vn numero entre dos, que la diferencia del mayor, y medio à la diferencia del medio, y menor tenga la mesma razon que el mayor al menor: Hallase primero el medio Arithmetico: luego se multiplican el mayor, y medio: el mayor, y menor: el medio, y menor: y sa-

len

len tres nuevos terminos, con proporcion Harmonica: como si se diere la proporcion dupla de 4 a 2. su medio Arithmetico es 3. multiplicando pues 4. por 3. sale 12. y 4. por 2. dà 8. y 3. por 2. darà 6. con que los tres nuevos terminos son 12. 8. 6. en proporcion Harmonica: y 8. es el medio Harmonico, porque la diferencia de 12. a 8. es 4. y la de 8. a 6. es 2. luego porque 4. a 2. es en proporcion dupla, como la de los extremos 12. a 6. serà 8. el medio Harmonico, &c.

196 *Diuisiõ del Diapason.*

Todos los otros interualos Harmonicos nacen de la diuisiõ del Diapason, y de sus partes. Diuidiendo, pues, el Diapason, que es la proporcion dupla de 2. à 1. ù de 12. à 6. serà el medio Harmonico 8: y la proporcion de 12. à 8. que es en los minimos

ter-

terminos, como 3. à 2. es el Diapante, que los Prácticos llaman Quinta. Y la proposición de 8. à 6: que es como 4. à 3. es el Diateseron, ò Quarta: donde se ve, que la Octava, ò Diapason se compone de vna Quinta, y vna Quarta, que es del Diapente, y Diateseron. De la mesma suerte si se halla el medio Arithmetico

entre 12. y 6. que es 9. 12. 9. 6.

se hallará que 12. à 9. es como 4. à 3. la proporción del Diateserón: y 9. à 6. es como 3. à 2. la proporción del Diapente: Con la diuision Harmonica sale el Diapente en la parte graue, y el Diateseron en la aguda: con la diuision Arithmetica es al contrario: la Harmonica es mas natural.

197 El Diapente que es la proporción de 3. à 2. y lo mesmo que la de 30. à 20. diuidido con medio Harmonico, dà la proporción de 30. à 24.

que es de 5. à 4. y es el 30. 24. 20.
Ditono, ò Tercera mayor, y la proporción

de

de 24. à 20. que es de 6. à 5. se dize Semiditono, ò Tercera menor. De suerte, que el Diapente se compone de dos Terceras, vna Mayor, y otra menor. El Diateseron, como imperfecto, no se diuide en otras consonancias.

198 Los otros intervalos Harmonicos nacen de la composición, y diuision de estas principales consonancias. Para examinar esto, se ha de suponer, que el sumar dos consonancias, es lo mismo que multiplicar dos numeros quebrados: y el restar consonancias, es partir vn quebrado por otro: formando vn numero quebrado de los numeros que dan la razon de cada consonancia: como sumando el Diateseron, ò Quarta con el Ditono, ò Tercera mayor: Esto es la razon de 4. à 3. con la de 5. à 4. sale la razon de 20. à 12.

que es como 5. à 3. y se

$$\begin{array}{r} 4 \text{ — } 5 \text{ — } 20 \\ 3 \text{ — } 4 \text{ — } 12 \end{array}$$

dize Hexachordo mayor, ò sexta mayor. Multiplicando 4. por

5.

5. dà 20. y 3. por 4. dà 12: que en los minimos terminos es 20. à 12: como 5. à 3.

Asimesmo sumando la Quarta con la Tercera menor: esto es la razon de 4. à 3. con la de 6. à 5. sale la razon de 24. à 15. que es como 8. à 5. y se dize

$$\begin{array}{r} 4 \text{ — } 6 \text{ — } 24 \\ 3 \text{ — } 5 \text{ — } 15 \end{array}$$

Hexachordo menor, ò Sexta menor: La Sexta Mayor, y menor son muy parecidas à las terceras.

199 Pero si se quita el Diateseron, ò Quarta del Diapente: esto es la razon de 4. à 3. de de la de 3. à 2. sale la razon sesquioctava de 9. à 8.

esto se haze multiplicando en Cruz 3. por 3. dà 9: y 2. por 4. dà 8. y esta razon de 9. à 8. es el Tono Mayor: y lo que excede la Quinta à la Quarta.

$$\begin{array}{r} 4 \quad 4 \quad 9 \\ \quad \times \quad \times \\ 2 \quad 3 \quad 8 \end{array}$$

Luego si se resta el Semiditomo del Dia

teseron; esto es la razon de 6. à 5. de la de 4. à 3. sale la razon de 20. à 18: que es como 10. a 9: y este se dize

$$\begin{array}{r} 4 \quad 6 \quad 20 \\ \quad \times \quad \times \\ 3 \quad 5 \quad 18 \end{array}$$

tono menor; desuerte, que el Diapente es cierto que excede al Diateseron en vn tono: y el Diateseron, al Semiditono en otro tono, pero no son los tonos iguales: porque la razon de 9. a 8. es Mayor que la de 9. a 10. y assi es cierto q̄ ay vn tono Mayor q̄ otro.

El Ditono, pues, ò Tercera Mayor consta de dos tonos; vno Mayor, y otro menor: y se vè que restando el tono Mayor del Ditono, queda la razon de 40.

$$\begin{array}{r} 5 \quad 9 \quad 40 \\ \quad \times \quad \times \\ 4 \quad 8 \quad 36 \end{array}$$

a 36. que es como 10. a 9. y el Tono menor.

200 Restando el Ditono del Diateseron, ò la Tercera Mayor de la Quarta, que es la razon de 5. a 4. de la de 4. a 3. sale la razon de 16. a 15.

Que es el Semitono Mayor: ò lo que excede la Quarta a la Tercera

$$\begin{array}{r} 4 \quad 5 \quad 16 \\ \quad \times \quad \times \\ 3 \quad 4 \quad 15 \end{array}$$

Mayor.

Luego si se resta la tercera menor de la Mayor: esto es la razon de 6. a 5. de la de 5. a

$$\begin{array}{ccc} 5 & 6 & 25 \\ X & X & \\ 4 & 5 & 24 \end{array}$$

4. sale la razon de 25. a

24. que es el Semitono menor, y lo que excede la Tercera Mayor a la menor.

De la mesma suerte, si se resta el Semitono menor del Mayor

$$\begin{array}{ccc} 16 & 25 & 384 \\ X & X & \\ 15 & 24 & 375 \end{array}$$

sale la razon de 384. à 375. que es como 128.

à 125. y es la *Diesis*, ò diferencia entre los dos Semitonos.

Finalmente, restando el tono menor del Tono Mayor, sale la razon de 81. a 80. que es

$$\begin{array}{ccc} 9 & 10 & 81 \\ X & X & \\ 8 & 9 & 80 \end{array}$$

vna coma, y la diferen-

cia entre el Tono Mayor, y menor. Estos son los intervalos, ò espacios Harmonicos, que en la musica se consideran.

201 Para mayor facilidad de la memoria, se hallarà la mayor parte de los in-

ter-

terualos Harmonicos en los 9. numeros, comenzando del 10. y dexando el 7. como se vè.

Tono menor de 10. à 9.

T. m. [10

Tono Mayor de 9. à 8.

T. M. [9

6. menor de 8. à 5.

6. Mayor de 5. à 3.

6^a. m. {

3^a. m. [6

3. menor de 6. à 5.

3. Mayor de 5. à 4.

6^a. M. {

3^a. M. [5

4. ò Diateseron de 4. à 3.

5. ò Diapente de 3. à 2.

4^a. [4

5^a. [3

8. Diapason de 2. à 1.

8^a. [2

1

202 De lo dicho se infiere, que como la Tercera Mayor se compone de dos Tonos, vno Mayor, y otro menor (§. 198.) y la Quarta excede el Ditono, en vn Semitono Mayor (§. 199.) pues el Diapente, ò Quinta, consta de vna Quarta, y vn Tono Mayor, tiene la Quinta tres tonos, dos Mayores, vno menor, y vn Semitono Mayor: luego la Octaua, ò Diapason, que se com-

Aa 2

po-

pone de vna Quinta, y vna Quarta, consta de 5. tonos, los tres Mayores, y de 2. Semitonos Mayores. De esta suerte se puede examinar, de que partes consta qualquiera de los interualos Mayores.

203 *De los tres Generos.*

Los tres Generos de Melodia son *Diatonico*, *Cromatico*, y *Enbarmonico*, y solo se diferencian en el modo de llenar los interualos Mayores cō los menores. El *Diatonico* procede por Tonos, y Semitonos Mayores, y es el que se entona en las 6. voces *Vt, Re, Mi, Fa, Sol, La*. En los Organos le pertenecen las Teclas blancas. El *Cromatico*, se vale de los Tonos, y Semitonos Mayores, como el *Diatonico*, y también de los Semitonos menores, q̄ en la practica llaman Sustenidos, y Bemolados, y se representa en los Organos con las Teclas negras. Los Sustenidos suben la voz vn semitono menor; denotanse con quatro rayas atrauesadas. Los Bemolados

deprimen la voz otro Semitono menor, y le notan con vna *b.* pequeña. El genero *Enbarmonico* procede por *Dieses*: y añade al *Cromatico* otros Sustenidos, y Bemolados mas blandos, que suben, ò deprimen la voz sola vna diesis, y se denotan cō vn punto mas. En los Organos comunes no tienen Teclas, por su dificultad, y se cōtentan los Practicos con el genero *Cromatico* regularmente.

204 Para el Genero *Diatonico*; se valen los Musicos de las 7. primeras letras *A. B. C. D. E. F. G.* dandole a cada vna algunas voces *A. La, Mi, Re: B. Fa, Mi: C. Sol, Fa. Vt: D. La, Sol, Re: E. La, Mi: F. Fa, Vt: G. Sol, Re, Vt.* El introductorio vulgar, que llaman la mano, comienza por *G. Sol, Re, Vt: El Organo por C. Sol, Fa, Vt:* y es el orden que he obseruado en la Pantometra, ò Compàs Harmonico: que principalmente se dirige al temple de los Organos comunes, y de otros especiales, que se pueden fa

bricar con los tres generos.

205 Para hallar los intervalos Harmonicos, en qualquiera de los tres generos, y examinar su consonancia, ò disonancia, se tomarã dos cuerdas vnisonas en vna Guitarra, ò en qualquiera otro instrumento de cuerda: y la longitud de la vna se diuidirà en tantas partes como dize el numero primero de su proporcion: y tomãdo las del numero segundo con vna puentecilla: la cuerda entera con las partes de la otra, darã la consecuencia: como si se quiere hallar el Diapente, ò Quinta, pues su proporciõ es de 3. à 2. toda la cuerda *xz.* (Fig. 56.) se diuidirà en tres partes, y tomando las dos *zG.* si en *G.* se pone vna puentecilla en que toque la cuerda: la entera *yz.* con la parte *zG.* sonarã vna quinta, y assi en las otras cõsonancias: De esta suerte se hallarã todos los puntos del genero Diatonico *C. D. E. F. G. A. B.* hasta llegar à la octaua *C:* y para la segunda octaua mas aguda, se tomarã la mi-

tad

tad de la cuerda *Cz.* como si fuera entera, y se continuarã la mesma operacion.

206 Esta practica es molesta, por las diferentes diuisiones que se han de hazer de vna mesma cuerda; y es mejor reducir todas las proporciones à vn mesmo antecedente, suponiendo la cuerda diuidida en 1000. partes, ò en 1000. 000. &c. y por vna regla de tres, se hallarã los consequentes de todas las consonancias: *Exemplo.* La proporcion de la octaua es de 2. à 1: luego si dos dan 1. què darã 1000? y sale 500: La proporcion del Ditono es como 5. à 4. Luego si 5. dan 4. què darã 1000? y salen 800. De esta suerte, si la cuerda està diuidida en 1000. partes, con el artificio del Piti-pie que se explicò §. 8. tomãdo las 800. partes, darã el Ditono, y assi de las demàs:

Esto es lo que contiene la Tabla siguiente:

TA-

TABLA PRIMERA.

*De las Consonancias Harmonicas, en vna
cuerda dividida en 1000.000.
partes.*

Diapason, Octava.	500.000.
Hexachordo mayor, sexta mayor.	600.000.
Hexachordo menor, sexta menor.	625.000.
Diapente, Quinta.	666.666.
Diateferon, Quarta.	750.000.
Ditono, Tercera Mayor.	800.000.
Semiditono, Tercera Menor.	833.333.
Tono Mayor.	888.888.
Tono Menor.	900.000.
Semitono Mayor.	937.500.
Semitono Menor.	960.000.
Diesis.	970.469.
Coma.	987.654.

207 La practica aora es facil; pues si se ha de hallar el punto *D. Sol, Re: vn Tono Mayor*, mas agudo que *C. Sol, Fa, Ut*. en la Tabla hallo, que al Tono Mayor le corresponde 8888. si el Pitipie es igual a la cuerda *zc.* (*Fig. 56.*) tomando las 8888. partes se passan de *z.* a *D.* y la cuerda entera *yu.* con el pedaço *Dz.* sonarà vn Tono Mayor, y *Ez.* vn Ditono: y con *Fz.* vn Diateseron: con *Gz.* vn Diapente: con *Az.* vn Hexachordo Mayor: Para hallar el punto de *B. Fa, Mi*, que dista vn Semitono Mayor de la Octava *c.* se forma vna regla de tres como 9375. a 10000. assi *zc.* 5000. a *zB.* 5333. Los Sustenidos, se ponen regularmente en *C. F. G.* y los *b. moles* en *E. B.* y se hallan con la mesma facilidad, por vna regla de tres: tomando los numeros del Semitono menor. En *D. E. A. B.* faltan Sustenidos, y en *D. F. G. A. C.* faltan *b. moles*, y se pueden poner con la misma facilidad.

208 *De los Organos.*

En los Organos, no se obserua la distincion del Tono Mayor, y menor, antes bien para la facilidad de la practica, se hazen los tonos iguales, y se puede hazer diuidiendo en dos partes iguales la *Coma*, dando vna al tono menor, y quitando la otra al Mayor, con que el Ditono queda intacto: pero mas facil es hallar el medio Geometrico entre 10000. y 8000. que es la razon del Ditono: y sale 8944. con que el Ditono queda intacto, y diuidido en dos tonos iguales: el Tono Mayor, se disminuyò media *Coma*; y el menor se aumentò otra media.

209 De aqui nace, que como toda la Octaua consta de 5. tonos, los 3. Mayores, y de dos Semitonos Menores: entre los 5. tonos iguales tienen media *Coma* menos de lo justo, y esta se dà à los dos Semitonos: con que cada Semitono creze la quarta parte de vna *Coma*: y porque el Semitono

M.

M. y menor verdaderos componen justamente vn Tono menor: creciendo el *Semitono M.* vna quarta parte de *Coma*, menguarà el *Semitono M.* otra quarta parte, pero añadiendole luego la media *Coma*, que se dà mas al Tono *M.* quedará el *Semitono M.* aumentado vna quarta parte de *Coma*: y entre los dos Semitonos, componen enteramente vn tono de los iguales.

210 Para hallar la quarta parte de vna *Coma*, se hallará el medio proporcional Geometrico entre 10000. y 9876. que son sus numeros de la *Tabla 1.* y será 9938. otra vez entre 10000. y 9938. se hallará el medio Geometrico, y sale 9968. y es la quarta parte de la *Coma*: Luego será facil añadirla a cada Semitono, tomando su numero de la *Tabla 1.* y por vna regla de tres, se dirà. Si 10000. dan 9968. del que es la quarta de *Coma*, què daràn 9375. numero del *Semitono M.* y salen 9345. que será el *Semitono Mayor* del Organos.

Bb 2

Afsi-

Asi mesmo si 10000. dan 9968. que darán 9600. numero de el Semitono menor, y salen 9570. que es el Semitono menor de el Organo, para los Sustenidos, y *b.* moles de la diuision igual.

211 Esto supuesto, será facil hallar lo q̄ crece, ò mēgua cada consonancia. La Tercera Mayor, y la Octaua, quedan con justa medida. La Quarta, crece vna quarta parte de Coma, por el Semitono Mayor, que añade sobre la Tercera *M.* La Quinta, mengua vna quarta parte de Coma, por que cō la Quarta cōpone a la Octaua justa. La sexta *M.* crece otra quarta parte de Coma, por constar de vna tercera *M.* y de vna quarta. La tercera menor, mengua otra quarta de Coma, porque con la Tercera *M.* compone à la Quinta. El Hexachordo menor, queda con su justa medida, porq̄ se compone de la Quarta, y Tercera menor: y lo que crece la vna, mengua la otra. La septima de *C sol fa ut à B fa mi*, men

gua

gua otra quarta de coma, y es lo que crece el Semitono *M.* de *B.* à *C.* Esto se reconocerà facilmente, comparando la siguiente tabla con la antecedente: con advertēcia, que las consonancias que tienen mayores numeros, son menores, y mayores las que menores, porque la cuerda mas larga, tiene mas remisso el sonido; y la mas corta, le tiene mas agudo.

212 TABLA SEGUNDA.

De las consonancias del Organo comun.

Sexta Mayor.	5981.397.
Sexta Menor.	6250.000.
Quinta.	6687.400
Quarta.	7476.741
Tercera Mayor.	8000.000.
Tercera Menor.	8359.879
Tono.	8944.272
Semitono Mayor.	9345.926
Semitono Menor.	9570.235
Media Coma.	9938.078.
Vn Quarto de Coma.	9968.910.

213 En-

213 Entendida ya la diferencia que ay entre las consonancias del Organó, y las verdaderas, será fácil disponer todo el Diapason, para determinar la longitud de las flautas, y asimesmo el diuidir la cuerda en todos los interualos Harmonicos del Organó común. He calculado la Tabla siguiénte, añadiendo los Sustenidos que faltan en D.E.A.B. y los Bemolados de G.A.C.D.F. por si alguna vez se quisieren poner en practica; pues el que sobren en la Tabla, no haze daño. Los Sustenidos, y Bemoles vsados van con letra redonda, y los añadidos con letra cursiua. Para la Segunda, y Tercera Octaua, no es menester nueva Tabla, porque si se toma la mitad de la cuerda, como si fuera entera, sirven los mismos numeros para la segunda Octaua: y có la quarta parte de la cuerda, sirven para la tercera. Tábíe, respeto de toda cuerda, se puede tomar la mitad de cada numero para la segunda Octaua, y el quarto para la tercera.

214 TABLA TERCERA:

De las Consonancias, para templar los Organos, y Harpas de dos Ordenes; donde van añadidos los Sustenidos, y Bemolados de todas las Teclas blancas.

C.	5000.000.
s. b.	5120.003.
b. c.	5224.532.
B.	5349.924.
b. b.	5590.170.
s. a.	5724.338.
A.	5981.397.
b. a.	6249.995.
s. g.	6400.000.
G.	6687.401.
b. g.	6987.707.
s. f.	7155.417.
F.	7476.741.
s. e.	7654.274.
b. f.	7812.494.
E.	8000.000.
b. e.	8359.253.
s. d.	8559.879.
D.	8944.272.
b. d.	9345.927.
s. c.	9570.235.
C.	10000.000.

215 De esta Tabla se pueden sacar tres diferentes disposiciones del teclado comun; porque como el fin principal de los Practicos, sea tener la Octaua diuidida en Semitonos, puede suceder esto, valiendose de solos los sustenidos de C.D.F.G.A.ò solamente de los Bemoles de D.E.G.A.B.ò tomando tres sustenidos de C.F.G. y dos Bemoles de B.E. que es lo mas comun:ò al contrario de dos Sustenidos C.F. y tres Bemoles de E.A.B. y assi se pueden formar otras muchas combinaciones, que daràn no poca diferencia al temple de las teclas negras: y no es facil discernir, que disposicion de estas es mejor, porque en cada vna se hallan algunas consonancias, que no se hallan en las otras: y en la verdad todas tienen vn mesmo defecto, que no dan todas las consonancias, desde qualquiera punto en que se halle el Musico, porque algunas faltan en la parte graue, otras en la aguda.

216 *Del Circulo Musico.*

El Circulo Musico no es otra cosa que la disposicion de las cuerdas,ò teclas, con tal arte, que de qualquiera punto se hallen todas las consonancias subiendo,ò baxando con la mesma proporcion. Este circulo es imposible, si las consonancias hã de guardar su justa medida, y assi es perdido, el que se emplea en su meditacion. Pero sacando las consonancias de su lugar, de suerte que no ofendan al oido, es facilissimo, pues solo consiste en diuidir la Octaua, ò Diapason en partes iguales.

217 Suponiendo, pues, que la Octaua ha de constar de 5. tonos, y dos Semitonos Mayores, se puede imaginar cada tono, diuidido en 2. ò en 3. partes iguales, ò en 5. &c. Y sabiendo las partes que se quieren dar al Semitono Mayor, se hallaràn las de toda la Octaua, como si desè el tono diuidido en 3. partes, y que las dos hagan vn

Semitono Mayor: hallarè que los 5. tonos multiplicados por 3. dòn 15. y los dos Semitonos multiplicados por 2. dòn 4: estas 4. con las 15. hazen 19. partes en que se ha de diuidir la Octaua: *Exemplo 2.* Quiero el tono diuidido en 5. partes, y que las tres firuan de Semitono Mayor, y las dos de Semitono menor. Los 5. tonos multiplicados por 5. dòn 25. y los dos Semitonos Mayores multiplicados por 3. dòn 6. Las 25. y 6. hazen 31. y son las partes en que se diuidirà la Octaua. Si el tono se diuide en 7. y se dòn 4. al Semitono Mayor, tendrà la Octaua 43: y 45. si se dieren 5. al Semitono, &c.

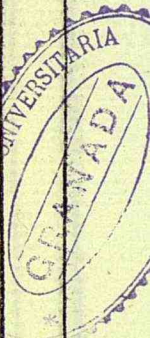
218 La practica de esta diuision es facil, por los Logarithmos de mi Trigonometria: Supongo que toda la cuerda es 10000. y su mitad 5000. que es el Diapasò. El Logarithmo de 10000. es 4.0000000. el de 5000. es 3.6989700. La diferencia de los dos Logarithmos es 3010299. Esta se

ha

ha de partir por el numero de las partes en que se quiere diuidir la Octaua: supongo q̄ se aya de diuidir en 19. partes, para dár tres à cada tono, dos al Semitono Mayor, y vna al menor: partirase, pues, la diferencia dicha por 19. y sale el quociente 158437. Este se añade al Logarithmo menor, q̄ siépre es 3.6989700. y sale 3.7148136 A este se le añade otra vez el mismo quociente, y sale 3.7306574. A este se le añade otra vez el quociente, y así se continua hasta 19. vezes: esto está tantas vezes en quantas partes se diuide la Octaua 12. si en 12. y 31. si en 31. &c. Hallados todos los Logarithmos, se tomará de la Tabla de los Logarithmos de mi Trigonometria los numeros q̄ les correspòde, y se formará la Tabla del Diapasón. Cò este artificio trabajò la siguiéte Tabla el Capitán D. Antiogo Santucho, Ayudante del Regimiento de V.M. y Discipulo de mi Escuela.

(***)

Cc 2 219 TA-



219 TABLA QVARTA.

*Que divide el Diapason en 19. partes con
20. Teclas.*

C.	5000.000.
s. b.	5185.774.
B.	5378.374.
b.	5578.289.
s.	5785.551.
A.	6000.513.
b.	6223.462.
s.	6454.696.
G.	6694.520.
b.	6943.256.
s.	7201.232.
F.	7468.927.
s. b.	7745.228.
E.	8034.112.
b.	8333.620.
s.	8642.218.
D.	8963.320.
b.	9296.353.
s.	9641.759.
C.	10000.000.

220 En esta diuision de la Octaua,
se toma la Diesis en harmonica igual al Se-

mi-

mitono menor, porque este es la mitad del Mayor: y la diferencia entre los dos, es igual al Semitono menor. La Tercera menor, y Hexachordo Mayor, salen iguales à las consonancias verdaderas, con que por este camino sin dependencia de los Logarithmos, se puede proceder à toda la diuision de la Octaua, solo con diuidir en cinco partes iguales, la Tercera menor. Todas las otras consonancias, salen de su lugar, como tambien sucede en el temple comun del Organo. El Tono sale mas remiso q̄ el comun del Organo, y tambien la quinta. Todas las otras consonancias, se pueden facilmente examinar, cotexando los numeros desta Tabla, con los de la tercera del Organo. Tiene esta diuision de bueno, que facilmente se puede poner el teclado, poniendo dos teclas negras donde aora ay vna, y añadiendo otras dos, la vna entre E. y F. la otra entre B. y C. Para mas claridad, se pueden disponer los Sustenidos con te-

clas

clas negras, y los Bemoles con teclas coloradas, ò al contrario, dando los dos colores à cada vna de las dos, que estàn entre E. y F. y B. y C. porque sirven de Sustenido, y Bemolado, por diuidir el Semitono Mayor en dos partes iguales.

221 *Division de la Octaua en 31. partes.*

Muy antigua es en la Musica esta diuision: haze mencion della Salinas, como cosa executada en Italia, y es Autor de mas de cien años. N. Pomar, Cauallero Valenciano, hizo vn Organo de 5. teclados, que presentò al Padre de V.M. (que està ya en el Cielo) y aquel se puso en la Real Capilla. Estos cinco teclados, no son otra cosa, que la diuision del Tono en 5. partes, y de la Octaua en 31. Fue prodigio, que este Cauallero sin noticias especulatiuas, con sola la fuerça de el natural llegasse à conseguir esta diuision. Despues D. Felix

Falcò

Falcò de Belaochaga, con Francisco Serrano, entrambos muy peritos en la Mathematica, buscaron por numero esta diuision, aunque con incomparable trabajo de seis meses, por faltarles el artificio, que queda explicado en las practicas antecedentes. Enseñome D. Felix la Tabla, y dile la regla, con que se pudo auer hecho con suma facilidad, y la boluì ò à hazer de nuevo con mucho gusto, afsi por el compendio, como por vèr, que correspondia con la que auia trabajado. Executò el dicho D. Felix este Diapason en vn Clauicordio de 5. teclados, enmendando los defectos que se auian reconocido en el de Pomar; y con la mesma Tabla hizo vn Tetrachordo, de que tratarè despues, para facilitar el temple del Clauicordio, y de los Organos, que se hizieren à su imitacion. Esta diuision se contiene en la Tabla siguiente, que con el Methodo explicado trabajò D. Gabriel de Parraga, Gentilhombre de la Casa de V.M.

TABLA

TABLA QUINTA.

Donde el Diapason está dividido en 31. partes con 32. teclas:
 Delas 31. partes iguales, se dan 5. à cada tono 3. al Semitono Mayor, y 2. al Semitono menor.

C.	5000.00.
b.1.s.2.	5113.05.
b.2.s.1.	5228.67.
B.	5346.89.
b.1.	5467.79.
b.2.	5591.43.
s.2.	5717.86.
s.1.	5847.15.
A.	5979.36.
b.1.	6114.56.
b.2.	6252.82.
s.2.	6394.21.
s.1.	6538.79.
G.	6686.64.
b.1.	6837.84.
b.2.	6992.45.
s.2.	7150.56.
s.1.	7412.24.
F.	7477.58.
b.1.s.2.	7646.66.
b.2.s.1.	7819.57.
E.	7996.38.
b.1.	8177.19.
b.2.	8362.09.
s.2.	8551.16.
s.1.	8744.52.
D.	8942.24.
b.1.	9144.44.
b.2.	9351.21.
s.2.	9562.65.
s.1.	9778.88.
C.	10000.00.

222 En esta diuision, se toma la Diesis, como la mitad del Semitono menor, y ninguna de todas las consonancias està en su debido lugar, como se reconoce confiriendo sus numeros, con los de las verdaderas consonancias, que están en la Tabla 1. Pero si se confiere con la Tercera del Organó, se hallará, que se diferencian muy poco. Y así puede seruir para el temple de los Organos comunes, con mejor efecto, que el temple ordinario. Creo q̄ el ya nombrado D. Felix Falcò, hizo experiencia dello; aunque para mi, no es necessaria esta experiencia: porque la vniformidad conque proceden las consonancias, es preciso que cause mejor efecto en la practica. La disposicion de 5. teclados, que con la Tabla se pueden disponer, aunque dà el circulo perfecto en la musica, tiene mucha dificultad, en la practica del tocar; sino es aprendiendo de nuevo, y exercitandose con la nueva disposicion.

223 *Diuision de la Octaua en 12.
partes iguales.*

Con el mesino artificio que se explicò en el §. 218. se diuide el Diapasò en 12. partes iguales. Destas se dàn las 2. al Tono, y 1. al Semitono, con que à los 5. Tonos de la Octaua, les pertenecen 10. partes, y 2. à los 2. Semitonos, que hazen el numero de 12. De todas las diuisiones, esta es la mas separada del rigor Harmonico: porque quita totalmente la Diesis, que es la diferencia entre los 2. Semitonos; pues en esta diuision no ay diferencia entre Semitono Mayor, y menor, y ninguna de las consonancias està en su deuido lugar; como tambien sucedio en la Tabla 5. como se vè en la

Tabla que se
figue.

224 **TABLA SEXTA.**

Que diuide el Diapasón en 12. partes iguales: Sirue para la Guitarra Española, y se puede aplicar à los Organos, Clavicordios, Harpas de dos Ordenes, &c.

C.	5000.00.
B.	5297.31.
s.b.	5612.31.
A.	5946.03.
s.b.	6299.65.
G.	6674.19.
s.b.	7071.06.
F.	7491.53.
E.	7937.00.
s.b.	8408.97.
D.	8908.99.
s.b.	9438.74.
C.	10000.00.

225 Esta diuision, aunq̄ es la mas comū, por ser la de la Guitarra, creo q̄ es la menos meditada de los Musicos: porq̄ no se han valido della, suponiendo su imperfeccion, sin demonstrarla, ni experimentarla. Las conueniēcias q̄ tiene son manifiestas en la Guitarra, pues dentro de sus cōsonācias dà perfectamente el circulo Musico. Y si se aplica al Organo con las treze teclas, q̄ hazen 12. interualos, se hallarà todo lo q̄ se puede delear en la Musica. Y aunq̄ es verdad q̄ es cō la imperfeccion que antes, he ponderado, no es la diferencia sensible; antes bien muchas de las consonancias se hallan en esta diuision mas ajustadas à las verdaderas que las del temple comun, y que las de la Tabla 4. y 5. como se puede ver, comparando vnas con otras.

226 El tono de la Guitarra es 8609. mas vn quinto de Coma q̄ el tono menor verdadero, y menos que el de Organo: pero la quinta, y quarta se acerca mas à las

ver-

verdaderas, que en todos los otros temples antecedentes: pues de las 1000. partes de la cuerda, no ay vna de diferencia: Las terceras se apartan de las verdaderas 7. milésimas, la mayor mas aguda, y la menor mas graue, y lo mesmo es en las sextas: y como estas cōsonancias no son tã perfectas como la quinta, sufren mejor esta diferencia. Reparò bien Francisco Salinas, que muchos interualos harmonicos, que son disonantes en el Organo, no lo son en este temple de la Guitarra: porq̄ el Tetratono, interualo de 4. tonos desde C. hasta el Sustenido de G. es cōsonāte en esta disposiciō, porq̄ es lo mesmo q̄ la sexta mayor, y es disonante en el Organo. Asimismo la segunda Mayor cōpuesta de vn tono, y semitono menor desde C. al Sustenido de D. si se pone en el Organo, es disonante, y en esta disposicion es lo mesmo q̄ la tercera menor. Otras muchas cōueniencias hallarà en esta disposicion el que atentamente la considerare.

227 No

227 No dexa de causar mucha admiración, el q̄ siendo tan comun la Guitarra, no se aya puesto su tēple en el Organó. Y creo q̄ ha sido la causa el ponerlo en la Guitarra, valiéndose mas del sentido, q̄ de la ciencia, y arte. Varias vezes conferì esta materia con el ya nóbrado D. Felix Falcò, q̄ le hallè del mismo dictamen, como discurso suyo, y le exortè à la experiencia, como quien tenia mas comodidad para ello, y no sè porq̄ accièdes nūca se experimentò esto en el tiempo que yo estuue en Valencia. Desde entonces no huuiera yo pensado mas en la materia, sino se huuiera ofrecido la ocasion de renouar el Organó de la Capilla Real de V.M. y el primer dia dixè al Artifice, q̄ auia de hazer vn Organó pequeño có esta disposición para V.M. En este tiépo vino D. Felix de Valécia. y traxo el Tetrachordo, q̄ puse en manos de V.M. y me dixo, q̄ le auia ya puesto en practica en Valencia el año passado, con mucho apluso de los Musicos

de aquella Ciudad. Y tengo por cierto, q̄ ha sido el primero q̄ se ha valido desta disposición. Del áte de V.M. se ha hecho tãbiè la experiencia con aprouacion de los Musicos de la Capilla Real. Lo cierto es, q̄ las conueniencias q̄ trae consigo esta disposición son tan grandes, q̄ se puede tolerar, si tiene algun defecto q̄ no cause notable disonancia al oído. Y q̄ no la puede tener, lo demuestran claramente los numeros de la Tabla antecedente, cóparados con los del Organó comun.

228 Vna sola dificultad hallo en esta disposición, q̄ es el tēplar los Organos, Clauicordios, y Harpas có ella. Por el Tetrachordo, serà esto muy facil; pero no si èpre se puede tener à mano este instrumento, particularmente para los Clauicordios, y Harpas. Y nadie hasta aora sè q̄ aya dado regla para esta practica. Y à mi juzio ha de ser tan facil como la del Organó comun; pues si alli, por quedar la Tercera Mayor

intacta, se procede por Terceras; en esta disposici6n, si6ndola 5. y 4. tan proximas à las verdaderas, serà facil proceder por ellas, y continuar el t6ple. Supongo q se t6plan las dos octauas C. C. C. en la Fig. 56. luego se t6pla F. vna quarta superior à C. 1. y vna quinta inferior à C. 2. Asimismo G vna quinta superior à C. 1. y vna quarta inferior à C. 2. y luego templarà por octauas F. 2. y G. 2. desde F. 2. vna quinta mas baxo se halla el Bemolado de B. 1. y vna quarta inferior à G. 2. se halla D. 2. que se examinarà por la quinta de G. 1. y su octaua inferior serà D. 1. y la quinta sobre D. 1. es A 1. y la quarta de baxo de A. 1. darà el punto E. 1. q se examinarà por la quinta superior B. 1. La octaua de B. 1. darà E. 2. La quinta inferior al Bemolado de B. 1. dà el Bemolado de E. 1. y la quarta sobre este, dà el Sustenido de G. 1. y la quinta inferior à este, dà el Sustenido de C. 1. y la quarta sobre el Sustenido de C. 1. dà vltimamente el Sustenido de F. 1. Con q

la

la primera octaua quedarà ajustada, y por octauas, se podrà c6tinuar todo el t6ple. Y se hallarà el circulo deseado en la Musica con mucha facilidad, sin ser necessario aña dir ninguna tecla al Organocomun.

229 Para llegar à la fabrica del Tetrachordo falta aora solam6te la Tabla de las comas, q se trabaja desta suerte. Porq la proporcion de la coma es como 81. à 80. supuesto q toda la cuerda se diuida en 10000. partes, se harà vna regla de tres: como 81. à 80. assi 10000. à 9704. que es la primera coma. Luego otra vez como 81. à 80, assi 9704. q es el num. de la primera coma à 9754.610. q es el de la següda, y assi en los demàs. Solo se ha de advertir, q para q la tabla salga exacta, en lugar de 10000. se ha de tomar 10000.000. D. Gabriel de Parraga trabaj6 la sigui6te Tabla, suponiendo la cuerda diuida en 1000000000000000. C6 q quitando las vltimas letras de mano derecha, que sobran, queda la Tabla con toda precis-

Ee sion,

cion, como se sigue.

230 TABLA SEPTIMA.
Delas Comas q̄ entrã en el Diapason.

	1000.000.	29.	6974.998.
1.	5876.543.	30.	6888.887.
2.	9754.610.	31.	6803.839.
3.	9634.183.	32.	6719.841.
4.	9515.243.	33.	6636.880.
5.	6397.771	34.	6554.943.
6.	9281.749.	35.	6474.018.
7.	9167.159.	36.	6394.091.
8.	9053.984.	36.	6315.152.
9.	8942.267.	38.	6237.187.
10.	8831.809.	34.	6160.185.
11.	8722.774.	40.	6084.133.
12.	8615.086.	41.	6009.020.
13.	8508.727	42.	5934.835.
14.	8403.681.	43.	5861.565.
15.	8299.932.	44.	5789.200.
16.	8197.465.	45.	5717.729.
17.	8096.260.	46.	5647.140.
18.	7996.306.	47.	5577.422.
19.	7897.586.	48.	5508.565.
20.	7800.085.	49.	5440.558.
21.	7703.788.	50.	5373.390.
22.	7608.680.	51.	5307.052.
23.	7514.745.	52.	5241.533.
24.	7421.971.	53.	5176.823.
25.	7330.341.	54.	5112.511.
26.	7239.843.	55.	5049.789.
27.	7150.452.	56.	4987.446.
28.	7062.185.		

Por

Por esta Tabla se puede examinar las Comas que entran en la Octava, y assi el mo en qualquiera de los otros interualos Harmonicos, segun qualquiera de las disposiciones hasta aqui explicadas.

231 *Del Tetrachordo.*

El Tetrachordo, es vn instrumento de quatro cuerdas, como lo declara su nombre. Su forma puede ser como en la *Fig. 56.* que por lo menos tenga vna vara de largo: porque su cuerda *xz.* se pueda diuidir en 10000. partes, con el Artificio del Pitipie, n.8. ò por lo menos en 1000. Puedense tirar 4. lineas, como se vè en la figura, y tambien cinco, para poner en èl todos los interualos Harmonicos de las Tablas antecedentes. 3. 4. 5. 6. 7. El modo de graduarle, no es mas, que tomar del Pitipie el numero, que dize la Tabla de la consonancia, que se quiere; comenzando siempre del punto C. y poniendo las notas C. D. &c. con las de los Bemolados, y sustenidos, como se vè en la *Fig. 56.* Para la

Ec 2

se

segunda Octava, se tomarà la mitad de los numeros, desde la segunda C. y para la tercera, el quarto, desde la tercera C. &c. Las cuerdas seràn mejor de alambre, ò azero, y todas se templan vnisonas, con dos puente-cillas fixas en LK. HI. y sus clauijas de hierro, como en el Harpa. Para templar vn Organó, ò Espineta, conforme qualquiera de las disposiciones antecedentes, bastarà sola vna cuerda, templandola toda ella vnisona con la primera tecla C. luego si se vò mudando vna puente-cilla por los puntos del Tetrachordo D. E. F. &c. se ajustan vnisonas las teclas del Organó, que tienen las mesmas notas, ò signos. Con este instrumento se tépla con grandíssima facilidad el Organó, ò Clauicordio de 5. teclados, q̄ de otra suerte fuera casi imposible. La practica ha visto ya V. M. en las experiencias q̄ se hã hecho.

232 Para examinar la harmonia q̄ hazen los interualos Harmonicos vnidos, segun qualquiera de las disposiciones antece-

den-

dentes, sirven las 4. cuerdas, que representan las 4. voces, sin ser necessaria otra cuerda: porque la composicion de mas voces, no haze mas, que repetir las mesmas consonancias; y assi en las quatro voces, està toda la cóposició. Para reconocer, pues, la harmonia q̄ haze vna tercera Mayor, octaua, y quinta, se dexarà la primera cuerda libre *xz* en la següda se pondrà la puente-cilla en E para la Tercera Mayor, y en la tercera en G. para la quinta; en la quarta, en el punto C. para la Octaua, y tocando con vna pluma todas las quatro cuerdas, se hallarà vna consonancia perfectíssima. De la mesma suerte se examinan todas las otras,

233 *Del Compàs Harmonico.*

Todo lo que hasta aqui se ha dicho, se ha dirigido à la Fabrica del Compàs Harmonico, que se graduarà facilmente por las Tablas antecedentes, de la mesma suerte que el Tetrachordo. Y si fuere grande, que sea

ca-

capaz de 5. lineas, se podrán poner en ellas todas las 5. Tablas. En la Pantometra de V. M. están solamente las tres, que son la 5. 6. y 7. para el Organo de 5. teclados, para la Guitarra, y Organo de su temple, y la línea de las Comas, como se vé en la *Fig. 2.* de la *Lam. 1.*

234 El uso de la Pantometra Harmonica, es de grádissima vtilidad para la fabrica del Tetrachordo. Abrese la Pantometra à la distancia que dará la longitud de la cuerda, desde vna puentecilla à otra, y se toman las distancias de la Pantometra, con el Compàs de Varilla, y se passan al Tetrachordo. Desta suerte se trasladará de la Pantometra al Tetrachordo toda la línea del Organo, *Fig. 2.* de la *lam. 1.* Lo mismo se hará de las líneas de la Guitarra, y Comas, y có mucha facilidad quedará graduado el Tetrachordo.

235 *Para entrafar las Guitarras.*
Se abrirá la Pantometra de C. à C. infe-

rio-

riores, en la línea de la Guitarra, conforme la longitud de la cuerda de la Guitarra, tomada de puente à puente, y para el primer traste se tomará la distancia de los sustenidos de C. para el segundo, la distancia D. D. y así de los demas. Con que sin poner cuerda alguna en la Guitarra, quedarán todos los trastes en su debido lugar, con mas perfeccion que los practicos acostumbran. Tambien se pueden poner los trastes, valiendose de Tetrachordo, con vna sola cuerda, pues si se pone otra en la Guitarra, y las dos se templan vnisonas, ajustando despues vna puentecilla del Tetrachordo, en el sustenido de C. y pisando la cuerda de la Guitarra hasta que diga vnisona con la del Tetrachordo, se determinará alli el primer traste, y desta suerte los otros. Dexo otras muchas practicas, que se hallarán facilmente con las experiècias.

CONCLUSION.

Esto es, Señor, lo q̄ en el breue espacio

de

de vn mes ha podido conseguir, no tãto la meditacion, ni el estudio antecedente, quãto el deseo de seruir à V.M. Si en la explicacion ay alguna falta, podrã igualmẽte atribuirse à la del ingenio, y tiẽpo: pero si en el todo de la Obra ay algũ acierto, se deuerã todo à los espiritus q̃ infũde el Real, y apacible trato de V.M. y à la generosa solitud con que el Duque de Medina-Celi adelantò su perfeccion: Y espero de su grandeza, que como me puso à los Reales pies de V. Mag. y en este empeño, ha de motiuarme otros muchos, en que con mas tiempo, y acierto pueda emplear mi industria, y debida aplicacion en lo que se ofreciere del Real seruicio de V. Mag.

Joseph Zaragoza.



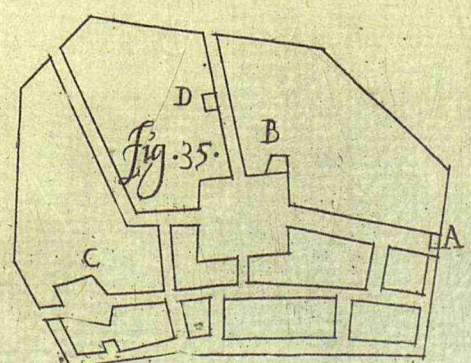
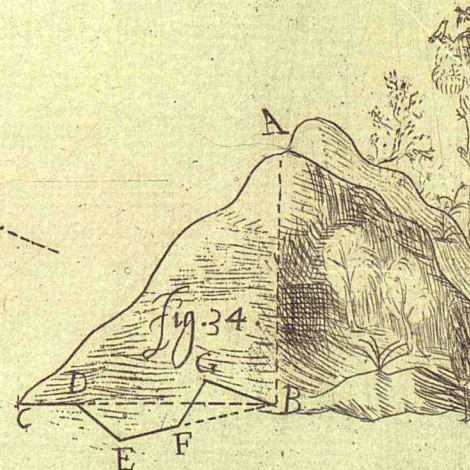
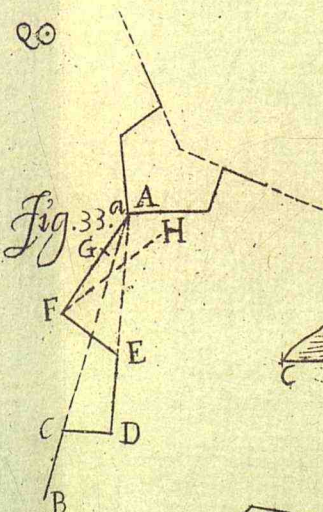
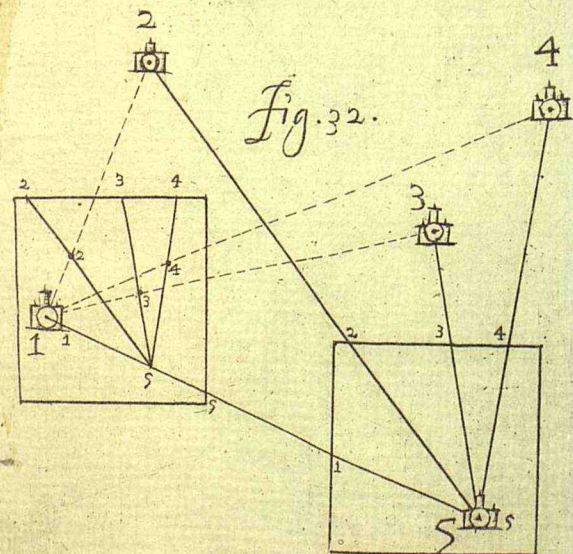
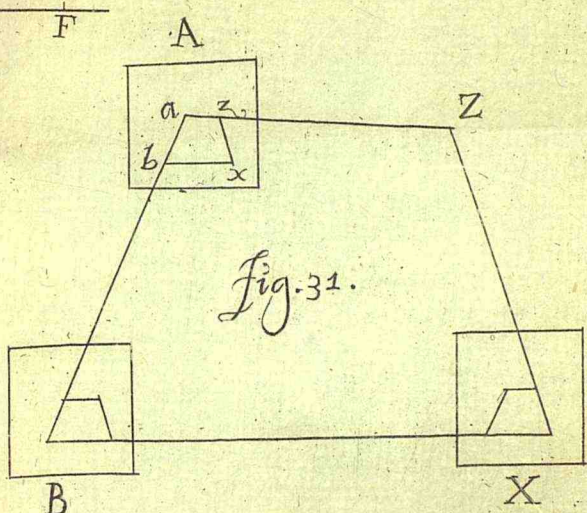
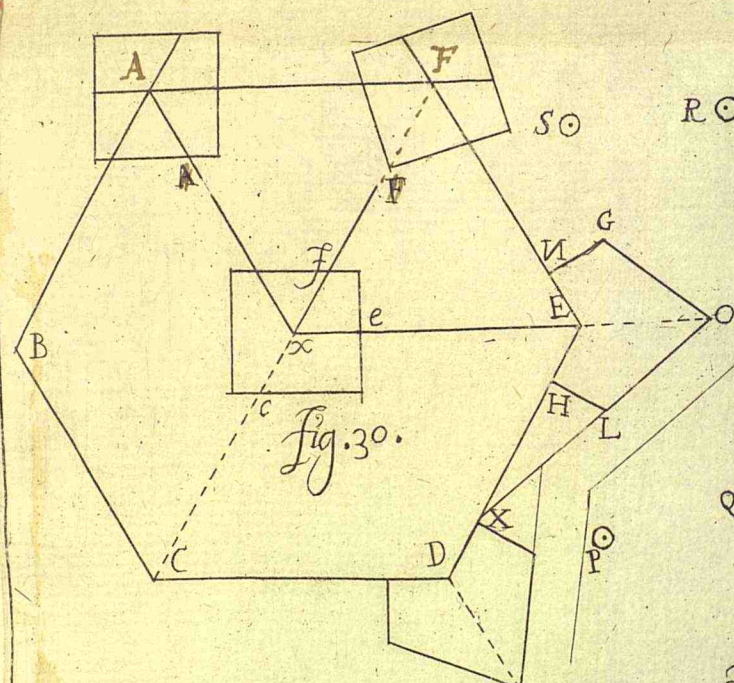
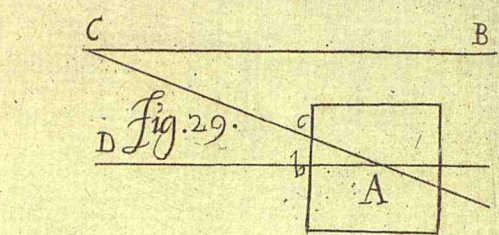
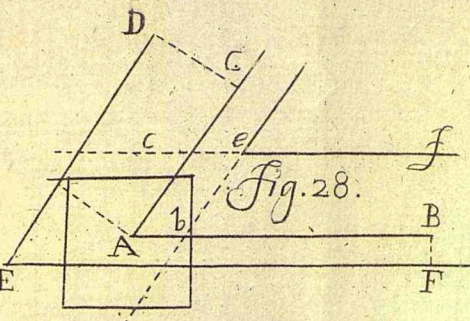
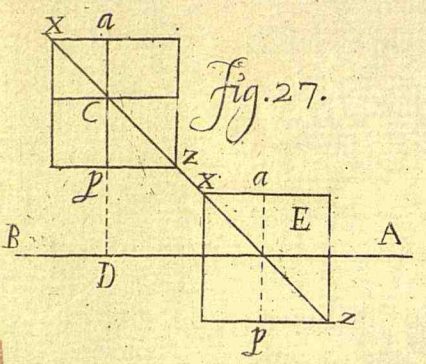
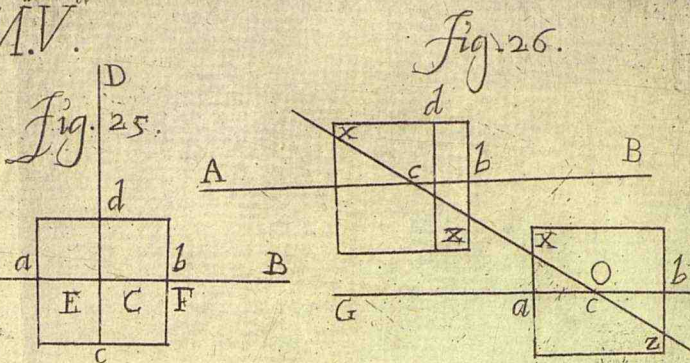
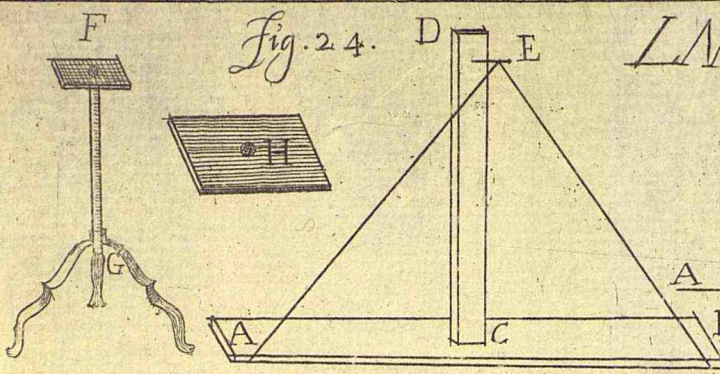


Fig. 36.

LAM. VI.

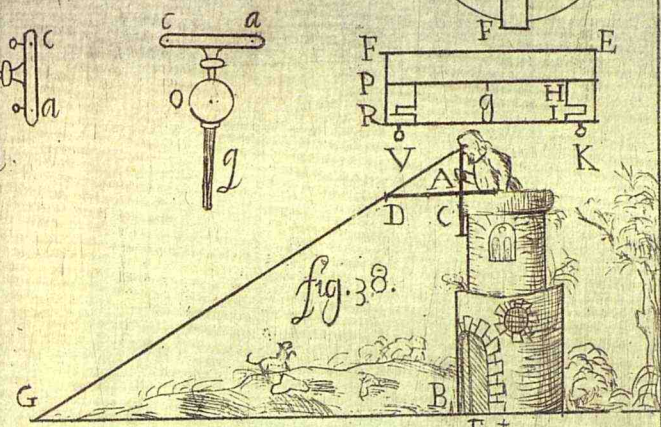
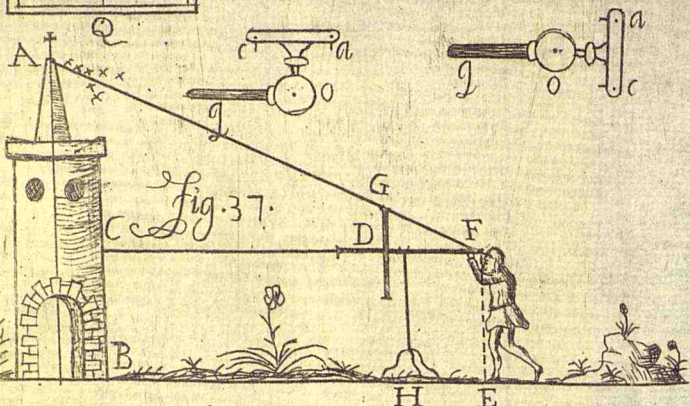
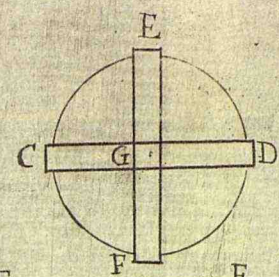
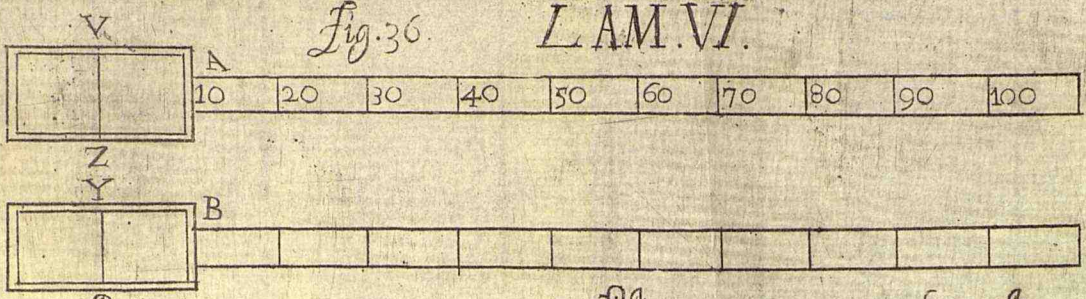


Fig. 39.

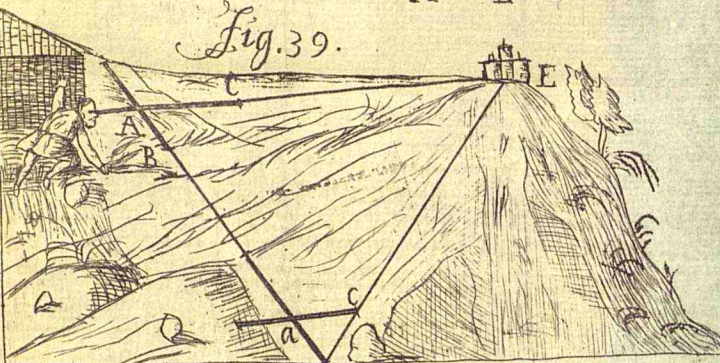


Fig. 40.

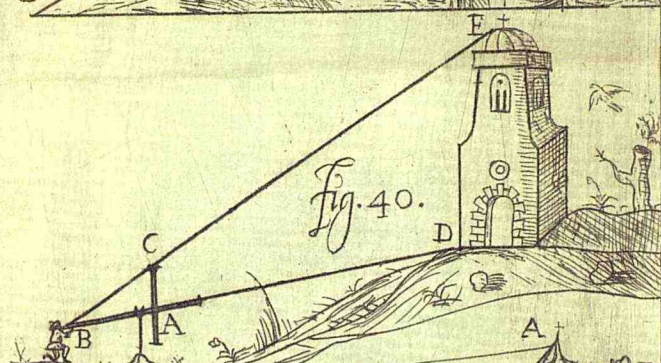


Fig. 41.

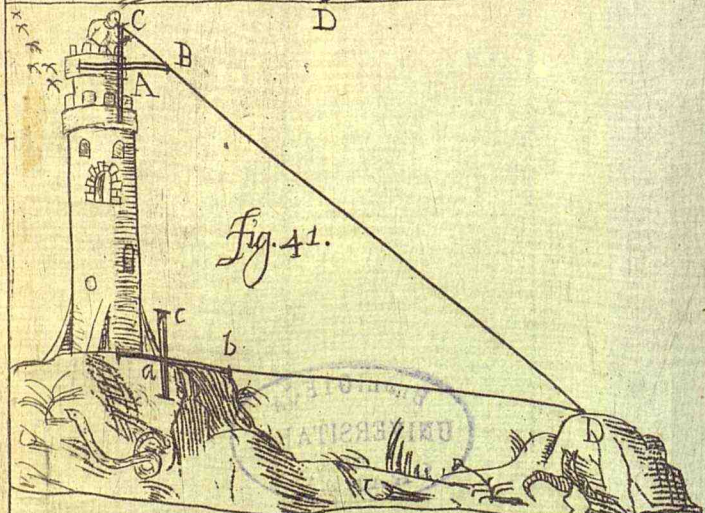


Fig. 42.

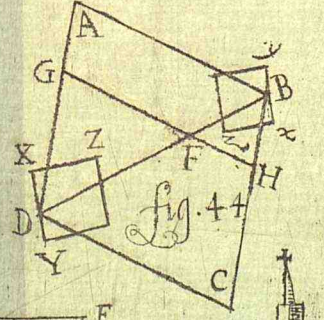
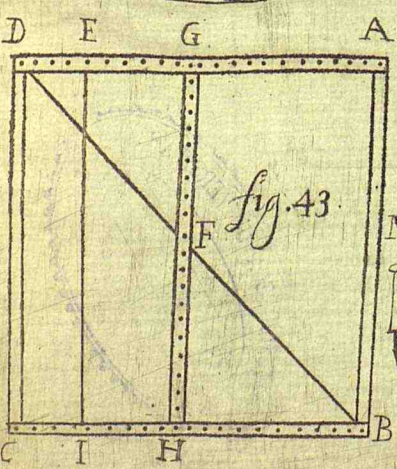
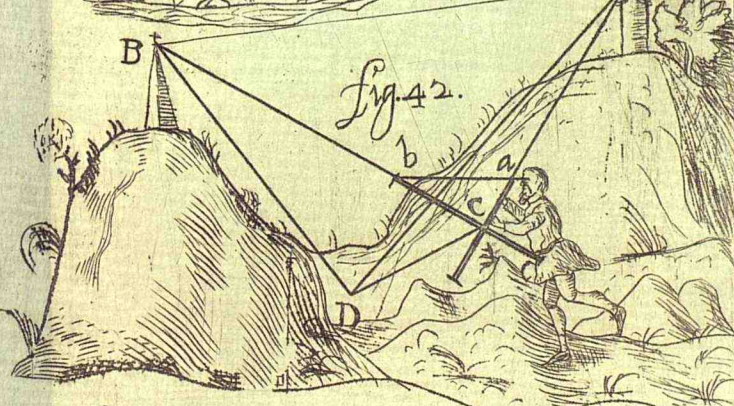
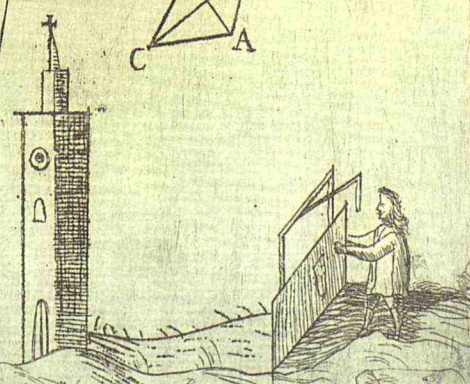
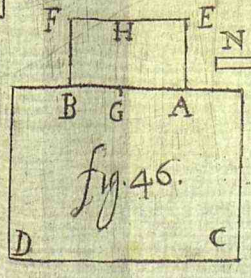
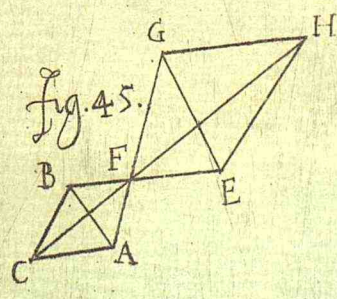


Fig. 45.



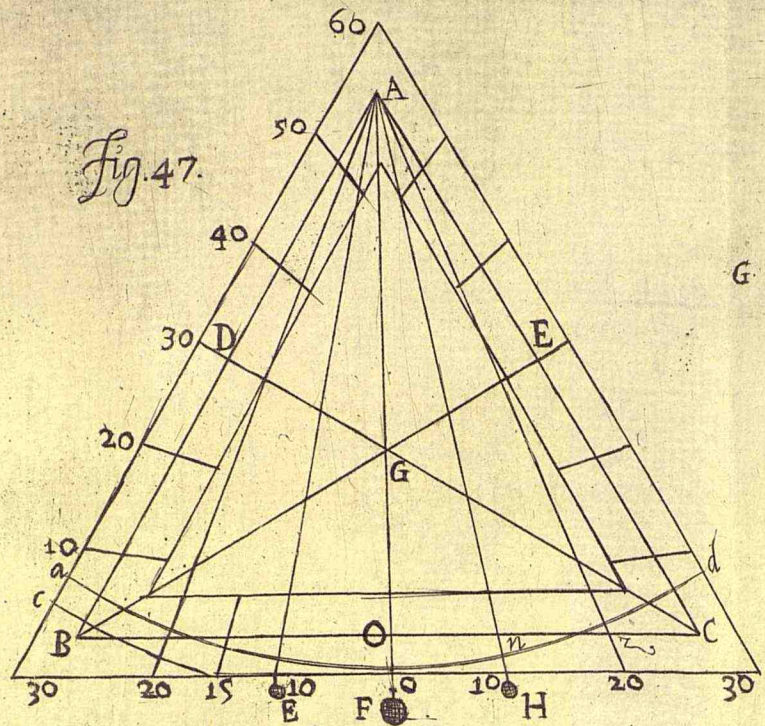


Fig. 48.

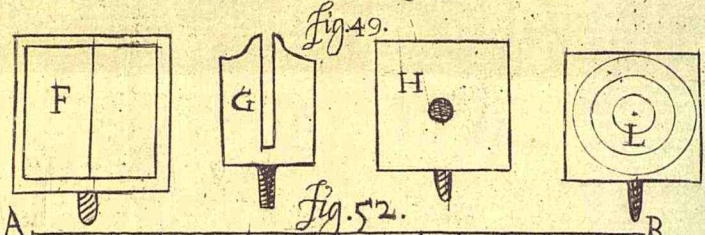
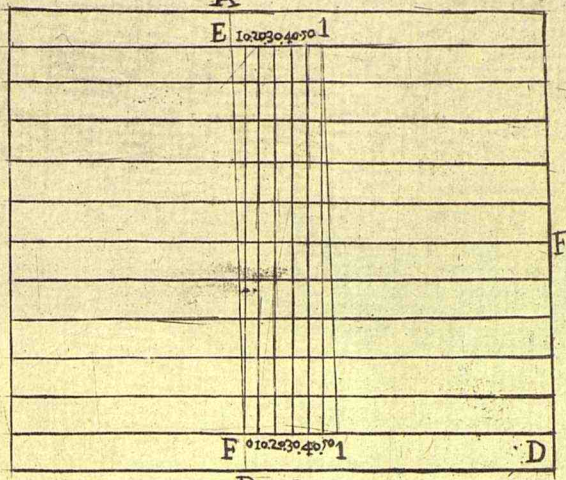


Fig. 49.

Fig. 52.

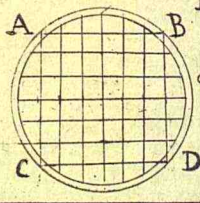
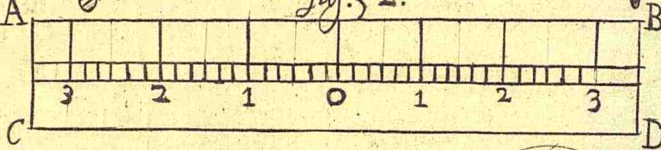


Fig. 54.

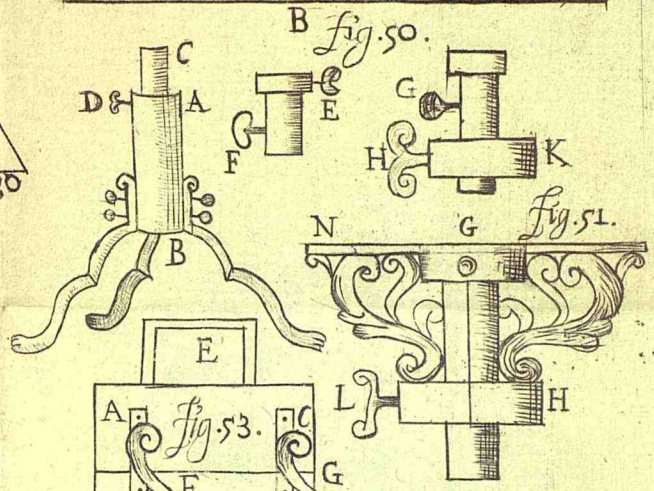


Fig. 50.

Fig. 51.



Fig. 53.

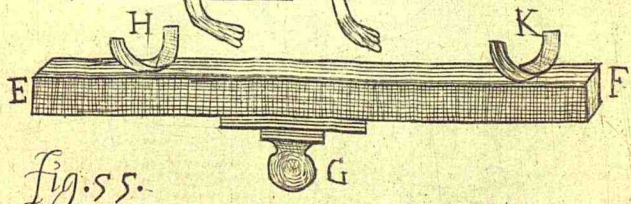


Fig. 55.

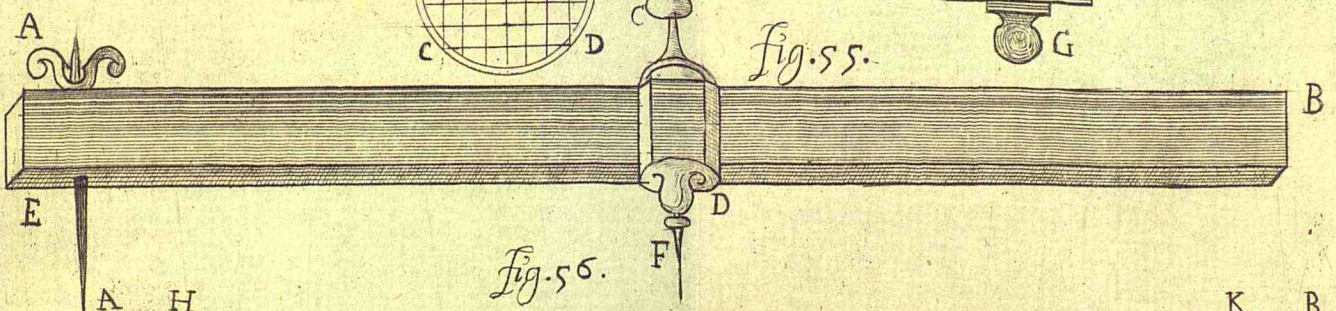


Fig. 56.

