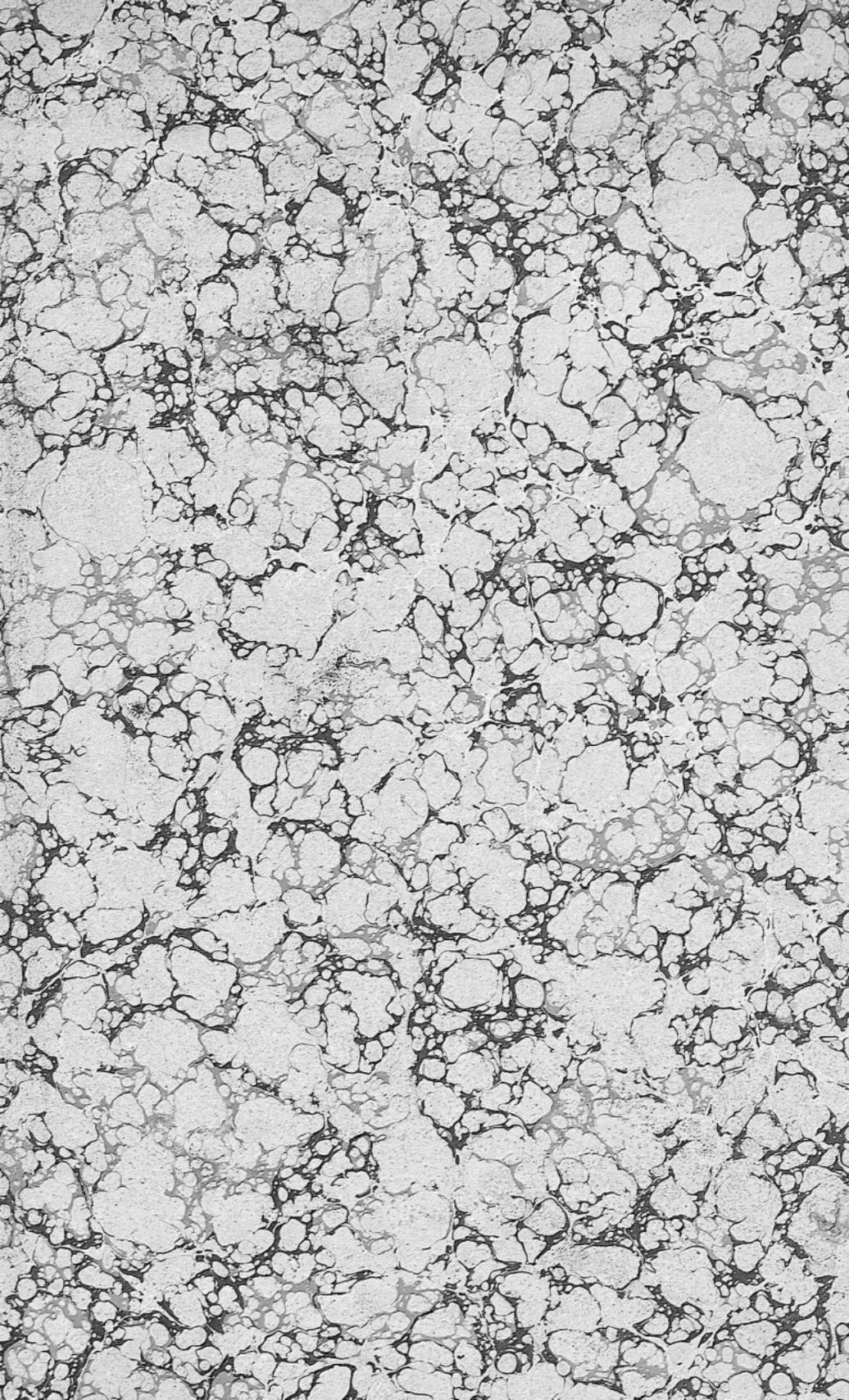


2

676





~~4-6-~~

2-6-5

~~2984~~

CIENCIA
DE
MILITARES.

STENOGRAPHY

MILITARY

AND

THE
ART OF
RECORDING
THE
SPEECH
OF
MILITARY
OFFICERS
AND
SOLDIERS
IN
THE
FIELD

CINCINNATI

1864

MILITARY



CIENCIA DE MILITARES: *QUE CONTIENE*

Unos breves principios de Geometria , para la perfecta inteligencia de la Fortificacion ; un utilissimo Tratado de este Arte, en lo regular, è irregular , conforme à los Elementos de Fortificacion , que en Idioma Francès diò à luz Monf. Le Blond, Maestro de Mathematicas de los Serenissimos Infantes de Francia ; la Fortificacion de Campaña; Formacion de Lineas de Circunvalacion, Contravalacion , y Trincheras para el Ataque de las Plazas ; con una curiosa instruccion, para la inteligencia de los Planos.

ESCRITA

Por D. MANUEL CENTURION GUERRERO DE TORRES, Theniente del Regimiento Real de Infanteria de la Reyna.



CON LICENCIA: EN CADIZ,
Por *Don Manuel Espinosa de los Monteros*,
Impressor Real de Marina, en la Calle
de San Francisco.

AÑO DE M.DCC.LVII.

C I E N C I A

M I L I T A R E S

D E

Los libros que se publican en esta obra, son de gran utilidad para el estudio de la ciencia militar, y especialmente para el conocimiento de los principios de la táctica, de la estrategia, de la fortificación, de la ingeniería militar, de la medicina militar, de la veterinaria militar, de la higiene militar, de la alimentación militar, de la economía militar, de la administración militar, de la disciplina militar, de la moral militar, de la historia militar, de la geografía militar, de la topografía militar, de la cartografía militar, de la meteorología militar, de la astronomía militar, de la física militar, de la química militar, de la biología militar, de la psicología militar, de la sociología militar, de la antropología militar, de la etnología militar, de la lingüística militar, de la filología militar, de la literatura militar, de la filosofía militar, de la teología militar, de la ciencia militar en general.

COMPRARSE EN

LA LIBRERIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



COMPRARSE EN LA LIBRERIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

LA LIBRERIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

AL EXC.^{MO} SEÑOR
DON SEBASTIAN
DE ESLAVA,

Señor del Lugar de Eguillor, Caballero del Orden de Santiago, Gentil-Hombre de Camara de S. M. con entrada, Capitan General de sus Reales Exercitos, y de las Costas, y Exercito de Andalucia, Director General de la Infanteria, y Secretario de Estado, y del Despacho Universal de la Guerra.

SEÑOR.

 *Unque la regular idéa de los Escritores, es dedicar sus obras á Ilustres Heroës, cuyas protecciones les faciliten la aceptacion del*

mundo ; no es esta sola la causa,
que principalmente me hace lle-
gar , á ofrecer á V.E. este mal
sazonado fruto de mi estudio,
con el titulo CIENCIA DE MILITA-
RES ; sí la sublime inteligencia
de V.E. en este arte ; pues no
llegando á la excelsa region de
su sabiduria , las obscuras nie-
blas , que impossibilitan la per-
fecta vista del conocimiento en
el assunto , de que trato ; y no
separandome en él de las prin-
cipales maximas de Insignes
Autores , que al presente res-
plandecen con sus leyes en la
Europa , espero lograr la pro-
teccion de V.E. , y que por ella,
sirva á mi trabajo de algun pro-

*vecho á la noble Juventud Es-
pañola , que oy se emplea en el
servicio de las Reales Armas.*

*Nuestro Señor dilate la vida
de V.E. por siglos , para honor,
y gloria de sus Subditos. Cadiz
26. de Abril de 1757.*

EXC.^{MO} SEÑOR.

SEÑOR.

B. L. M. de V.E.

**Su mas humilde , y reco-
nocido Servidor**

MANUEL CENTURION

APROBACION

Del Señor DON CARLOS DE LA RIVA AGUERO , Cavallero del Orden de Santiago, Comendador de Castro-Verde, y de Guadalcanal en la misma, Mariscal de Campo de los Exercitos de S. M., y Inspector General de Infanteria en los Reynos de Andalucia, y Prefidios Menores del Africa, &c.

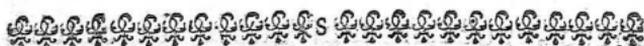
CON singular gusto, y atencion, he visto un Manuscrito intitulado: *Ciencia de Militares*, compuesto por Don Manuel Centurion, Theniente del Regimiento Real de Infanteria de la Reyna (uno de los de la Inspeccion de mi cargo) que actualmente sigue sus Estudios en la Academia de Artilleria de esta Plaza: contiene dos partes: la primera, comprehende unos breves rudimentos de la Geometria: y la segunda, un Compendio de la Fortificacion, ambas muy esenciales, para que los Jovenes Oficiales del Exercito, que desseen el desempeño de su obligacion, y instruirse de los principios, que se requieren para su

lógro, puedan conseguirlo sin mucho trabajo: razón, que le ha estimulado, para dár á luz esta Obra, con reflexion, y esperanzas del fruto, que puede producir, cuyas circunstancias son dignas del mayor aplauso: merecele tambien el amor, y zelo, que manifiesta al Real Servicio, pues acredita el Autor sus luces, aprovechamiento, è inteligencia, en el breve tiempo de su estudio, con el método, y buen orden, en que ha dispuesto este Tratado, que le hace benemerito, y acreedor à los adelantamientos, à que aspira, en la carrera Militar, que professa.

Cádiz 20. de Mayo de 1757.

Carlos de la Riva

Aguero.



APROBACION

Del Señor DON JORGE JUAN Y
SANTACILIA, Comendador de
Aliaga en el Orden de San Juan, del
Consejo de S. M., Capitan de Navio
de la Real Armada, y de la Compañia
de Guardias-Marinas, y Socio corres-
pondiente de las Reales Academias de
las Ciencias de Paris, y Berlin, y de la
Real Sociedad de Londres, &c.

HE leído con mucha complasencia, un
Manuscrito intitulado: *Ciencia de
Militares*, compuesto por Don Manuel
Centurion, Theniente del Regimiento
Real de la Reyna, que sigue sus estu-
dios en la Academia de Artillería de esta
Plaza. Reducese à dos partes: la prime-
ra, que comprehende unos breves rudi-
mentos de los Elementos de la Geome-
tria: y la segunda, de los de Fortificacion;
pero en ambas hay lo suficiente, para que
sin mucha molestia puedan entender los
Jovenes Oficiales, los principios, de lo
que tanto necessitan, que es el fin, con
que se ha escrito: por cuyo motivo, es
evidente el fruto, que puede producir.

A mas de esto , no es menos de celebrár
la aplicacion , con que ha aprovechado el
Autor el poco tiempo , que está en su Aca-
demia , pues lo manifiesta , en lo que tra-
ta , y en el mètthodo , y orden , con que lo
tiene dispuesto. Todo lo qual lo hace
acreedór al premio , que con tanta razon
se concede , para estimulo de los demàs,
â los que con igual zelo se aplican.

Cadiz 16. de Mayo de 1757.

Forge Juan.

C E N S U R A

Del Señor DON JOSEPH DIAZ
 INFANTE, Theniente de Navio
 de la Real Armada, Maestro, por S.
 M., de Artilleria en la Real Acade-
 mia de Cavalleros Cuardias-Marinas
 de Cadiz, y Socio de Erudiccion de la
 Regia Sociedad de Sevilla.

DE Comission del Señor Don Joseph
 Xaviér de Solòrzano, del Consejo
 de S. M., Ministro honorario de la Real
 Audiencia de Sevilla, Alcalde Mayor de
 esta Ciudad de Cadiz, y Juez Subdelega-
 do de las Imprentas, y Librerias de ella;
 he visto un compendio de Fortificacion,
 que con el titulo de *Ciencia de Militares*,
 escribió Don Manuel Centurion Guer-
 rero de Torres, Theniente del Regimien-
 to Real de Infanteria de la Reyna; y aun-
 que el assunto ha sido tratado con esten-
 sion de muchos graves Autores experi-
 mentados en la Polemica ofensiva, y de-
 fensiva, reparè algun tiempo, que ningun-
 o queria atribuirse la Invencion de este
 Arte, y que todos se contentaban con
 solo el atributo de ilustradores de ella;
 hallé, por fin, la razon corroborada por
 el famoso Portuguès Antonio de Sousa de

Macedo, que atribuye á *Tubal-Cabin* los preliminares de fortificar, porque fué el primero, que por guardar sus hurtos hizo cerrar con muros la Ciudad de *Enoc*, fundada por el mismo en el *Monte Libano*; despues consta, que *Sinon*, en el cerco de *Troya*, fué el que ordenò las Athalayas (hoy Garitas) y el Sagrado Texto dice, que *Fabel Quinto*, nieto de *Cabin*, fué Padre, de los que havitaban en Tiendas de Campaña, ò Campamentos volantes, de cuya idèa se valieron los *Godos*, y otros Septentrionales; ello es cierto, que la necesidad de vivir los hombres en Sociedad Civil, les hizo unirse, y fortificarse, para defenderse, de los que sin razon pretendian dominarlos, y subcesivamente, los que han tratado de esta facultad han fundado sus maximas, segun las necesidades, tiempos, y acasos; en el orden de estos debe con justa razon contarse nuestro Autor, pues atendiendo á lo passado, arregla, y establece para lo presente, y futuro, documentos de la mejor consecuencia, sin perder de la vista los mas sabios dictámenes, para probar el suyo; trabajo, que juzgo digno de alabanza, y de aprecio: de alabanza, por las luzes, y talentos, que este Oficial descubre á los primeros brillos de su aprovechamiento.

en los Estudios Mathematicos: de aprecio, por el grande fruto, que de la utilidad de este escrito, pueden conseguir à favor del Real Servicio, los que siguen la carrera Militar, teniendo en un tan corto volumen lo suficiente, para el mejor desempeño de su obligacion en las operaciones de la Guerra.

Por lo qual, y porque en toda esta Obra no advierto yo cosa, que se oponga à nuestra Santa Fé, y buenas costumbres, ni en contra de las Pragmaticas, y Regalías de S. M., soy de sentir, que puede concederle la licencia, que solicita para su impressiõn, salvo, &c. Cadiz 31. de Mayo de 1757.

Don Joseph Infante.

Licencia del Señor Juez.

D^N. JOSEPH XAVIER DE SOLORZANO,
del Consejo de S.M., su Ministro honorario de la
Real Audiencia de la Ciudad de Sevilla, Theniente
de Gobernador, y Alcalde Mayor de esta de Cadiz,
Juez Subdelegado de Imprentas, y Librerías en
ella, y su Obispado, &c..

Doy Licencia, para que se pueda imprimir un
Quaderno, Compendio de Fortificacion, titulado:
CIENCIA DE MILITARES, su Autor DON MANUEL
CENTURION GUERRERO DE TORRES, Theniente
del Regimiento Real de Infantería de la Reyna;
mediante á no contener cosa alguna, que se opon-
ga á nuestra Santa Fè, buenas costumbres, Leyes,
y Pragmaticas de S.M., sobre que de comission mia
ha dado su Censura el Señor Don Joseph Diaz In-
fante, Theniente de Navio de la Real Armada,
Maestro, por S.M., de Artillería en la Real Aca-
demia de Cavalleros Guardias-Marinas, y Socio
de Erudiccion de la Regia Sociedad de Sevilla;
con tal, que la Impresion no exceda de diez y
ocho pliegos, y que en cada exemplar se com-
prehenda dicha Censura, y esta Licencia. Dada
en la Ciudad de Cadiz á primero de Junio de mil
setecientos cinquenta y siete.

*Don Joseph Xavier
de Solorzano.*

Por mandado de su Señoría.

*Francisco Pacheco
y Guzmán.*



T A B L A

De las materias contenidas en esta Obra.

| | |
|---|--------|
| <i>D</i> efniciones de los terminos Geometricos, vsuales en la Fortificacion. | Pag. I |
| <i>N</i> ociones comunes, ó axio- mas. | II |
| <i>C</i> apitulo primero especulati- vo de Geometría. | 14 |
| <i>C</i> apitulo segundo, problema- tico, para la practica. | 29 |
| <i>C</i> apitulo tercero, de la inscrip- cion, y circunscricion de los poligonos en el circulo. | 38 |
| <i>D</i> efnicion, ó explicacion de la fortificacion, y de sus principales partes. | 55 |
| <i>D</i> el fosso. | 67 |
| <i>D</i> el camino cubierto. | 72 |
| <i>M</i> aximas, que deben obser- se en la disposicion del re- | |

TABLA.

| | |
|---|-----|
| <i>Recinto de las Plazas.</i> | 78 |
| <i>De la longitud del flanco.</i> | 88 |
| <i>De la semigola.</i> | 90 |
| <i>De las caras.</i> | 90 |
| <i>De los angulos del Baluarte.</i> | 91 |
| <i>De la distancia entre los Ba- luartes.</i> | 94 |
| <i>Del lado interior.</i> | 95 |
| <i>Del lado exterior.</i> | 99 |
| <i>Problemas de fortificacion.</i> | 101 |
| <i>PROBLEMA PRIMERO. Trazár la linea magistral del re- cinto de una Plaza fuerte.</i> | 102 |
| <i>PROBLEMA SEGUNDO. Trazár el terraplén, y parapeto.</i> | 109 |
| <i>Observaciones sobre los Ba- luartes llenos, y vacios.</i> | 114 |
| <i>PROBLEMA TERCERO. Trazár el fosso, y el camino cubierto.</i> | 116 |
| <i>Modo de conocer el valor de los angulos, y lineas de la fortificacion.</i> | 128 |
| <i>PROBLEMA QUARTO. Trazár un flanco curvo con orejón.</i> | 140 |
| <i>PROBLEMA QUINTO. Trazár una tenaza, y una caponera.</i> | 145 |

TABLA:

| | |
|--|-----|
| <i>Construccion de la tenaza simple.</i> | 150 |
| <i>Construccion de la caponera.</i> | 151 |
| PROBLEMA SEXTO. <i>Construir una cuneta dentro del foso. .</i> | 154 |
| PROBLEMA SEPTIMO. <i>Describir el perfil, ó disseno del corte del rampart, foso, camino cubierto, y glacis de una fortificacion.</i> | 155 |
| <i>De las fortificaciones exteriores.</i> | 171 |
| <i>Problemas para la construccion de las obras exteriores.</i> | 176 |
| PRIMER PROBLEMA. <i>Construir una media luna, ó revellin.</i> | 176 |
| SEGUNDO PROBLEMA. <i>Cubrir una media luna con lunetas.</i> | 181 |
| TERCER PROBLEMA. <i>Trazár una contraguardia.</i> | 186 |
| QUARTO PROBLEMA. <i>Construir un hornaveque.</i> | 188 |
| QUINTO PROBLEMA. <i>Construir una obra coronada delante</i> | |

TABLA.

| | |
|---|-----|
| <i>de una cortina.</i> | 193 |
| SIXTO PROBLEMA. <i>Construir una obra coronada delante de un</i> | |
| <i>Baluarte.</i> | 195 |
| Observaciones sobre los hornaveques, y obras coronadas. | |
| | 199 |
| De las comunicaciones. | |
| | 200 |
| De las obras, que se hacen delante del glacis. | |
| | 204 |
| De las Ciudadelas. | |
| | 205 |
| De las contraminas. | |
| | 216 |
| De los perfiles de las obras exteriores. | |
| | 222 |
| De la fortificacion irregular. | |
| | 223 |
| Observaciones generales sobre esta fortificacion. | |
| | 223 |
| Modo de determinar la longitud de los lados para la fortificacion exterior. | |
| | 233 |
| PROBLEMA. <i>Dada la linea de defensa, &c hallár el lado interior de qualquier Poligono.</i> | |
| | 234 |
| Modo de fortificar las Pla- | |

TABLA.

| | |
|--|-----|
| <i>zas irregulares, quando no esta determinado el recin- to.</i> | 240 |
| <i>Del trazado de la fortifica- cion irregular, quando el recinto se dá determinado.</i> | 249 |
| <i>De la fortificacion de campa- ña.</i> | 264 |
| <i>De las lineas de circunvala- cion, y contravalacion.</i> | 265 |
| <i>De las trincheras, ó ata- ques.</i> | 266 |
| <i>De los instrumentos necessa- rios para la fortificacion de campaña, y sitios de Pla- zas.</i> | 268 |
| <i>Construccion de los fuertes de campaña.</i> | 271 |
| <i>PROBLEMA PRIMERO. Fortifi- cár el triangulo equilate- ro.</i> | 271 |
| <i>PROBLEMA SEGUNDO. Fortificár el quadrado.</i> | 272 |
| <i>PROBLEMA TERCERO. De la for- tificacion de quadrilongos, y reduetos.</i> | 274 |

TABLA.

PROBLEMA QVARTO. *De la construcción de fuertes de campaña en figura de estrella.* 277

PROBLEMA QVINTO. *Trazár el perfil de los fuertes de campaña.* 278

De la Capitulación, y proposiciones, que se conceden á las Plazas Reales en los sitios donde se han defendido con valor, y reputacion. 282

Explicacion de los planos de fortificación. 285



PROLOGO.

 LUMBRADA mi pluma de los resplandecientes rayos, con que nuestro Augusto Monarca ilumina hoy sus Armadas, por medio de científicas Academias, quiere manifestar mi reconocimiento en esta Obra, una parte de lo mucho, que he debido à tan provechoso medio ; pues confieso, que de la ceguedad en que vivia, tanto en el Arte de la Guerra, como en otras materias importantes à mi profession, me era imposible salir aún con muchos años de practica ; y hoy sin esta, vèo patentes las razones en que consisten las mas altas maximas de fortificacion de Plazas, de Exercitos en Campaña, de Ataques, y Sitios, &c. con solo

PROLOGO.

el trabajo de dos años de estudio, que he tenido en la Real Escuela de Mathematicas, establecida en Cadiz à cargo del Cuerpo General de Artillería; y pareciendome, que con mucha mas facilidad puede la juventud Militar, enterarse de lo mas importante à su exercicio, he reducido à este pequeño volumen las partes, que mas essenciales me han parecido, para el conocimiento, que precissa à un Oficial del Exercito: si éste desea, como debe, el desempeño de su obligacion.

La causa, que me ha movido à el corto trabajo del arrèglo de esta Obra, sin haver salido del preliminar estudio de la Escuela, està bien clara, pues debiendo á la piedad del Rey Nuestro Señor, todos los auxilios necesarios, para haver salido del obscuro seno de la ignorancia, al conocimiento de la ciencia, que

PROLOGO.

mas satisface al hombre , exigia mi agradecimiento , dàr à tan crecidos beneficios algun fruto; y aunque èste , no sea el mas òpimo de los que hasta oy han producido celèbres Autores , que de estas ciencias han escrito , es bastante para la instruccion de un Militar, que sin tomar la pension de preciffa assistencia à la Academia , ni faltar al material trabajo de guardias , destacamentos, &c. quiera saber, en què consiste poder defenderse pocos contra muchos, y lo demás concerniente al modo de guerrear.



CIENCIA D E MILITARES.



*Definiciones de los terminos
Geometricos, precissos, y
usuales en la Fortifi-
cacion.*

DEFINICION PRIMERA.

             **P** ARTE se llama una can-
tidad menor, conte-
nida en otra mayor
de la misma especie.
V. g. media legua es
parte de una entera ; tambien
media vara es parte de una : y
respective todas las demás co-
sas, que criò el Omnipotente, y

A



han inventado los hombres tienen parte; porque esta no es otra cosa, que una porcion grande, ô pequena de cada una de ellas: de lo que se infiere, que siendo el objeto de la Mathematica descubrir la razon, que tienen unas cantidades con otras de la misma especie (esto es, qué parte es la una de la otra) puede llamarse esta Ciencia *Universal*, pues no hay en la naturaleza cosa, que no sea bien parte, ô bien todo de otra.

2.^a *Punto*, segun Euclides, es el que no tiene partes; divide-se en Mathematico, y Físico: al primero, puede apropiarse esta definicion, pues es solo intelectual: el segundo es perceptible à la vista; pero tan pequeño, que si se hiciesse menor, fuera invisible.

3.^a *Longitud*, es lo largo de qualquier espacio, ô cantidad: *Latitud*, es lo ancho: *Profun-*

didad, ô *Altura*, lo hondo, ô alto: y la conuinacion de estas tres dimensiones, se llama *Geometría*.

4.^a *Linea*, es una longitud sin latitud; pero para representarla en los planos, es preciso darle la anchura de el punto, quien como su *Generatríz* la forma, moviendose de una parte â otra; esto es, desde A â B. los extremos de la linea son puntos. Dividese dicha linea en *Recta*, y *Curva*: la primera es la mas breve distancia, que hay de un extremo â otro. *Curva*, es la que hace mayor camino para ir de un extremo â otro, como las AB, y CD.

Figura 1.

Fig. 1. y 2.

5.^a *Superficie*, es lo exterior de qualquier cosa: V. g. en el Mar, se entiende por superficie la parte superior de él, que es lo que la vista percibe.

Dividese en *Plana*, *Curva*, y *Mixta*: la primera, es la que está

igualmente extendida por todas partes, y por qualquiera de ellas se le puede ajustar una linea recta: Curva, es la que forma un arco: y Mixta, es la que tiene unas partes planas, y otras curvas. Los extremos de la superficie son lineas.

6.^a *Angulo plano*, es la inclinacion de dos lineas, que concurren en un punto, y prolongandolas se cortan, como el

Figura 3. ABC. Quando una linea recta cae sobre otra, y forma dos angulos laterales iguales, cada uno de ellos se llama *Recto*, como M

Figura 4. NO, ô bien MNP. Y la recta MN, que cae sobre OP, se llama *Perpendicular*.

El angulo ZNO, menor que recto, se llama *Angulo Agudo*: y el angulo ZNP, mayor que recto, se llama *Obtuso*.

Hay otra especie de Angulos, que toman el nombre de las lineas, que les forman. V.g. el

ABC, por ser formado de dos Figura 3.
 líneas rectas, se llama *Rectilí-*
neo: y el EFG, por ser formado Figura 5.
 de una recta, y otra curva, se
 llama *Mixtilíneo*: y el HJY, Figura 6.
 por ser formado de dos curvas,
 se llama *Curvilíneo*.

7.^a *Circulo*, es una figura pla-
 na, terminada de una sola línea
 curva, llamada *Circunferencia*,
 ô *Periferia*, distante igualmen-
 te por todas partes de un punto,
 que hay en medio, que se llama
Centro; del qual todas las líneas
 tiradas â la circunferencia son
 iguales, y se llaman *Radios*, ô
Semidiametros, como los AB, Figura 7.
 AM, AN, AX, AC, &c. La lí-
 nea BC, que passa por el centro
 del circulo, y se termina en una,
 y otra parte de la circunferen-
 cia, se llama *Diametro*: y qual-
 quier otra recta, que en el cir-
 culo no passe por el centro, y
 termine sus extremos en la cir-
 cunferencia, se llama *Cuerda*, ô

Sustensa, como la RG: el diametro BC, divide el circulo en dos partes iguales, y cada una de ellas se llama *Semicirculo*. La cuerda RG divide el circulo en dos partes desiguales; de las quales, la que comprehende el centro, que es la R N M G, se llama *Segmento mayor*: y la que no le comprehende, como RDG, *Segmento menor*.

La parte de circulo comprehendida entre dos radios (que formen angulo en el centro) y una parte de la circunferencia, se llama *Sector*, como la NAB.

8.^a *Figura*, se llama qualquier cosa, que está terminada por todas partes de lineas, como la JKLM; y assi el angulo, por no estar terminado por todas partes de lineas, y aunque algunas veces lo esté, no necessitando esto para el ser de angulo (segun su definicion) no es *figura*.

9.^a *Triangulo, ò Figura Tri-*
latera, es la que consta de tres
 lados, y tres angulos, como A Figura 9.
 BC; de estas hay dos maneras:
 una, respecto de sus lados: y
 otra, respecto de sus angulos.
 En la primera hay tres especies,
 y son las siguientes: Quando un
 triangulo consta de tres lados
 iguales, se llama *Equilatero* co-
 mo P: quando tiene dos lados
 iguales, se llama *Isóceles*, como
 Q; y quando tiene sus tres lados
 desiguales, se llama *Scaleno*,
 como H.

Respecto de la segunda hay
 de otras tres especies, y son las
 siguientes: Quando un triangu-
 lo tiene alguno de sus tres angu-
 los recto, se llama *Triangulo*
Rectangulo, como Q; quando
 tiene un angulo obtuso, se llama
Triangulo Obtusangulo, como
 H; y quando sus tres angulos
 fueren agudos, se llama *Trian-*
gulo Acutangulo, como P.

10.^a *Lineas Paralelas*, son las que distan igualmente por todas partes, y aunque se prolonguen infinitamente, jamás se cortan, ni concurren, como AB, CD.

Fig. 10.

NOTA.

Que la generacion de las paralelas, proviene del movimiento de una perpendicular PQ, que sin inclinarse camina sobre la recta CD, y al mismo tiempo con el extremo P, forma la AB, á quien la constante direccion, y poscion de la PQ, no dexa apartarse mas, ni menos de la CD, que lo que tiene de longitud dicha recta PQ: de lo que resulta, ser esta igualmente perpendicular á la CD, que á la AB.

Tambien se engendran las paralelas del movimienro constante de una linea obliqua RS, que formando un angulo agudo, y otro obtuso con la RD, jamás en su movimiento pierde esta inclinacion, y al mismo tiempo forma con el punto S, una recta SB, que siempre dista de CD, lo que tiene de largo la perpendicular PQ; y assi se dice, que las paralelas tienen diferentes Generatrizes; pero ninguno mide la distancia entre ellas, sino el RECTO, ó PERPENDICULAR.

11.^a *Paralelo Gramo*, es una figura de quatro lados ABCD, de los quales, cada dos opuestos

Fig. 11.

son iguales, y paralelos, y los angulos opuestos son tambien iguales: La linea BD, se llama *Diagonal*.

NOTA.

Que toda figura de quatro lados, en quien se encuentre alguna de las circunstancias dichas en esta definicion, es paralelo gramo; pues donde se halle una, se han de hallar todas, como observará el Curioso.

Llamase generalmente FIGURA QUADRILATERA, la que consta de quatro lados, como la ABCD: si esta tiene quatro lados iguales, y quatro angulos rectos, se llama QUADRADO, como Q. Si tiene cada dos lados opuestos iguales, y quatro angulos rectos, se llama QUADRILONGO, como M; si tiene todos quatro lados iguales, y ningun angulo recto, se llama ROMBO, como N, y si tiene cada dos lados opuestos iguales, y ningun angulo recto, se llama ROMBOYDE, como O: y si tiene dos lados opuestos solamente paralelos, y los otros no, se llama TRAPECIO, como Z: y siendo un Quadrilatero de distinta especie, que los susodichos, se llama TRAPEZOYDE, como X.

12.^a *Figuras Multilateras,*
 ô *Poligonos,* son generalmente,
 las que constan de mas de qua-

tro lados; pero en particular las de cinco lados, se llaman *Pentagons*, como la ABCDE; las

Fig. 12. *Fig. 12.* *tagonos*, como la ABCDE; las

Fig. 13. *Fig. 13.* de seis *Exagonos*, como H; las

de siete *Eptagonos*; las de ocho

Octagonos; las de nueve *Nona-*

gonos; las de diez *Decagonos*;

las de once *Undecagonos*; las

de doce *Duodecagonos*, &c. y si

estas tienen todos sus ángulos,

y lados iguales, se llaman *Poli-*

gonos Regulares; y si desigua-

les, se llaman *Irregulares*.

13.^a *Figuras Inscriptas* en el círculo, son aquellas, que estando dentro de dicho círculo tocan con todos sus ángulos

Fig. 14. *Fig. 14.* en la circunferencia, como L.

14.^a *Figuras Circunscriptas* al círculo, son las que tocan con todos sus lados à la circunferencia de dicho círculo, co-

Fig. 15. *Fig. 15.* mo T.

15.^a *Figuras Rectilneas semejantes*, son aquellas cuyos ángulos son iguales, y los lados,

que las forman proporcionales :
(pues siempre han de constár de
igual número de lados.)

NOTA.

Que dos triangulos son semejantes,
siempre que los angulos del uno sean igua-
les à los del otro : esto es Equiangulos.

16.^a *Recta Tangente* à un cir-
culo , es la perpendicular à la
extremidad de qualquier radio;
porque esta toca à la circunfe-
rencia en un punto , y aunque se
prolongue no le corta.

17.^a *Solido*, ò *Cuerpo*, es una
cantidad , que consta de las tres
dimensiones, Longitud , Lati-
tud, y Profundidad.

Nociones comunes, ó Axio- mas.

1.^a Las figuras, que pue-
tas unas sobre otras, se ajustan
perfectamente, son totalmente
iguales.

2.^a Dos líneas rectas, no encierran espacio.

3.^a Las cosas iguales á otra, son iguales entresì.

4.^a Si á cosas iguales se quitan, ó añaden iguales, las resultas quedaràn iguales.

Advertencia.

Los Mathematicos han dividido la circunferencia del círculo en 360. partes iguales, que llaman grados, cada grado en 60. minutos, cada minuto en 60. segundos, y cada segundo en 60. terceros, &c. y así siempre, que se hable de la semicircunferencia del círculo, ò de la periferia correspondiente al semicírculo, se entenderá el valor de 180. grados (mirad de 360.) si del tercio de la circunferencia entera del círculo 120. grados, si de la quarta del círculo 90., si del quinto 72., si del sexto 60. si del septimo 51. grs. y 26. minutos, si del octavo 45. grados, si del noveno 40., si del decimo 36., si del undecimo 32. grados, y 44. minutos, si del duodecimo 30. grs. &c.

Respecto, que si en el centro del círculo *loP*, se levanta un radio *PN*, perpendicular al diametro *BC*, quedan formados dos ángulos rectos *BPN*, *NPC*, y á cada uno corresponde la quarta parte de la circunferencia del círculo, valdrá el ángulo recto 90. grados: y como por la parte opuesta caben en dicho círculo otros dos ángulos, de las

condiciones de estos se infiere, que en el centro de qualquier circulo se pueden formar quatro angulos rectos, y que estos tienen por medida toda la circunferencia: y por consiguiente la circunferencia de un circulo, es medida de quatro angulos rectos.

De lo dicho se infiere, que los infinitos angulos, que se pueden formar en un punto sobre una recta, valen juntos tanto como dos rectos; pues si desde dicho punto con qualquier intervalo se describe un circulo, será dicha recta diametro; y por consiguiente dividirá la circunferencia en dos partes iguales, y una de ellas será la medida de dichos angulos [como se ve en F.] Fig. 17.

Tambien se infiere, que si dos rectas AB , CD se cortan, formarán los angulos COB , AOD verticalmente opuestos iguales; porque por lo dicho antecedentemente, los angulos COA , AOD son iguales á dos rectos; y de la misma manera lo son los AOC , COB : Luego [Noción 4.] si de una, y otra parte se quita el angulo AOC [que es comun] quedarán los verticales COB , AOD iguales. Fig. 18.

Siguese tambien de esta advertencia, que en circulos iguales, ó en uno mismo, corresponden iguales arcos á iguales angulos; pues en la figura presente se nota, que por ser los angulos AOD , COB iguales, deben tener igual cantidad de grados: esto es, igual numero de las 360 partes iguales, en que se divide la circunferencia: luego la porcion de arco CB es igual á la AD .

NOTA.

Que conviene tener presente en ade-

lante esta advertencia, y sus consecuencias; porque en ellas se funda la inscripccion, y circunscriccion de los Poligonos en el circulo, que doy en esta Obra, antes de entrar en la Fortificacion, para que los aplicados no hallen embarazos en sus operaciones.

CAPITULO PRIMERO

ESPECVLATIVO DE LA GEOMETRIA.

PROPOSICION PRIMERA.

Los triangulos, que tienen los tres lados del uno iguales á los tres del otro, cada uno á su correspondiente, son totalmente iguales.

DEMONSTRACION.

Fig. 19. Imaginése el lado AB sobre su igual EL, de modo, que el punto A cayga sobre E, luego B caerà sobre L, tambien suponiendo el lado BC, sobre su igual LN: esto es, el punto B sobre L, y C

sobre N ; y de la misma manera el 3.º AC sobre su igual EN , no hay duda, que dichos tres lados AB, BC, AC , coincidirán cada uno con su correspondiente de los tres EL, LN, EN ; pero los tres primeros lados en esta forma unidos por sus extremos, forman el triangulo ABC , luego este es igual totalmente al LEN , segun la Noción 1.ª

PROPOSICION 2.ª

*Si dos triangulos EFG, HYJ , Fig. 207
 tuvieren dos lados EF, FG
 del uno iguales á dos HY, YJ
 del otro cada uno á su corres-
 pondiente, y los angulos F, Y ,
 que comprehenden estos lados
 fueren iguales, dichos trian-
 gulos serán totalmente igua-
 les.*

DEMONSTRACION.

Si el triangulo EFG se sobre-

pone al triangulo HYJ , de modo, que el lado EF coincida con su igual HY , tambien el lado FG coincidirá con su igual YJ ; porque siendo el angulo Y igual al angulo F , tanto se aparta la recta FG de la EF , como la recta YJ de la HY : y siendo estas rectas coincidentes tambien iguales en longitud, colocado el punto F sobre Y , necesariamente caerá el punto G sobre J , y toda la recta EG , coincidirá con la HJ (por caer tambien el punto E sobre H) pues de lo contrario dos lineas rectas encerrarían espacio, contra la Noción 2.^a: luego dichos triangulos son totalmente iguales.

PROPOSICION 3.^a

Fig. 21. *Si dos triangulos RMO , PQO tienen un lado RN del uno igual á otro PO del otro, y los angulos adyacentes á di-*

chos lados fueren tambien iguales: esto es, R igual P, N igual O, dichos triangulos serán totalmente iguales.

Porque sobre-poniendo el triangulo PQO al RMN, de manera, que el lado PO coincida con su igual RN; tambien el lado PQ coincidirá con RM, por ser el angulo R, igual P, y por la misma razon el lado OQ coincidirá con MN, y como dichos lados no pueden dexár su direccion, preciffamente todos concurrirán â juntarse en M: esto es, el punto Q caerá sobre M, y por consiguiente los triangulos se ajustarán por todas partes, y serán totalmente iguales, segun la Nocion 1.^a

PROPOSICION 4.^a

En el triangulo Isocles, los angulos sobre la vase (esto es, sobre el lado desigual) son iguales.

B

Fig. 22. Porque siendo el triangulo ABC Yfocales, y los lados AB , BC iguales, si se baxasse del vertice B una recta BO à la mitad de la vase, formaria los dos triangulos ABO , CBO totalmente iguales, por tener estos los lados AB , AO del uno, iguales à los BC , CO del otro, y el lado BO comun: luego el angulo A resulta igual al angulo C .

De lo dicho se infiere, que en el triangulo Yfocales, la recta que baxa del vertice à la mitad de la vase es perpendicular; pues haviendose probado los triangulos ABO , CBO totalmente iguales, será el angulo BOC igual al angulo BOA ; y siendo estos dos juntos iguales à 180 . grados, cada uno valdrá 90 . que es el valor de un recto.

Tambien se infiere, que en un mismo circulo, à iguales cuerdas, corresponden iguales arcos, y al contrario; porque si

se forma un circulo con los radios AB , BC , y estos se prolongan hasta la otra parte de la circunferencia ; tirando la cuerda ED , resultará el triangulo EBD totalmente igual al ABC , por tener los dos lados del uno, iguales à los dos del otro, por ser radios de un mismo circulo, y los angulos comprendidos iguales por verticales : luego el lado ED es igual al AC , por la total igualdad de los triangulos ; pero por la igualdad de los angulos ABC , EBD , son los arcos AC , ED tambien iguales : luego à iguales cuerdas corresponden iguales arcos ; y al contrario.

PROPOSICION 5.^a

Si una recta EF corta dos paralelas AB , CD formará los angulos alternos AOZ , DZO iguales : y al contrario , si una recta TS cortando otras

Fig. 23.

Fig. 24.

Bij

dos EF , GH formase los ángulos alternos EVX , HXV iguales, dichas rectas EF , GH , serán paralelas.

DEMONSTRACION.

Fig. 23. Si en el primer caso, en que las rectas AB , CD se dan por supuesto paralelas, se baxan las OP , ZQ perpendiculares, estas serán iguales (Defin. 10.^a como Generatrices rectos) y por consiguiente el quadrilatero $QZPO$ será un paralelo gramo, segun la defin. 11.^a y la diagonal OZ le dividirá en dos triangulos QOZ , PZO totalmente iguales, por ser los tres lados del uno iguales á los tres del otro: luego el ángulo QOZ es igual á su correspondiente OZP , que son los alternos.

NOTA.

Que tambien en este caso serán los ángulos FZC , ZOA iguales, por ser los FZC , OZD verticales.

Si en el segundo caso, en que se dán los ángulos EVX , HXV alternos iguales, se forman los ángulos RVX , OXV iguales, se tendrán los triángulos VXR , XVO totalmente iguales (segun la Proposic. 3.^a) por ser el lado VX comun, y los ángulos adyacentes OVX , VXR , RVX , OXV iguales: luego el lado OV será igual à su correspondiente XR ; y por consiguiente los dichos triángulos están unidos de la misma manera, que las dos mitades de un paralelo grammo, dividido por la diagonal: luego el quadrilatero $OVRX$ formado por la union de estos triángulos, es un paralelo grammo; y por consecuencia sus lados OV , XR son paralelos, ò bien las rectas EF , GH con quien coinciden.

Fig. 24.

PROPOSICION 6.^a

Los tres angulos de qualquier triangulo son iguales á dos rectos: esto es, componen 180. grados.

DEMONSTRACION.

Fig. 25. Si en el triangulo ABC se imagina passar por el punto B una paralela al lado AC, serán los angulos alternos X, o iguales (Proposic. 5.^a) y por la misma razon los angulos v , z son tambien iguales: luego los tres angulos v , Y, o son iguales à los tres del triangulo ABC; pero los angulos formados en el punto B sobre la recta EF, son iguales à 180. grados (segun se dixo en las definiciones:) luego sus iguales lo serán tambien.

PROPOSICION 7.^a

*Si en qualquier triangulo ABC, Fig. 25.
se prolonga uno de sus lados
AC, será el angulo externo V
igual á los dos internos, y
opuestos z, Y.*

La razon es, porque los tres
angulos z, Y, X del triangulo
ABC son iguales á dos rectos
(segun la Proposic. 6.^a) y los
formados en el punto C, sobre
la recta AC, lo son tambien: lue-
go quitando de una, y otra par-
te el angulo X (que es comun)
quedarán los z, Y iguales al ex-
terno V, segun la Noción 4.^a

PROPOSICION 8.^a

*El angulo ABC formado en el Fig. 26.
semicirculo, con rectas, que
salen de los extremos del dia-
metro á un punto de la cir-
cunferencia, es recto.*

Bjv.

DEMONSTRACION.

Fig. 26. Tirando por el centro la rec-
ta BOP será el ángulo COP (se-
gun la Prop. 7.^a) igual á los Z, Z;
pero estos son iguales (Proposic.
4.^a) luego será duplo de uno de
ellos: tambien el ángulo AOP
es igual, por la misma razon, á
los X, X, y estos son iguales por
lo dicho: luego tambien será
duplo de uno de ellos; y porque
los ángulos AOP, COP, que
valen dos rectos, son duplos de
los ABO, OBC, y estos compo-
nen el ABC, se sigue, que este
es recto.

De esta Proposicion se infie-
re, que el ángulo formado en el
centro del circulo, es duplo del
formado en la circunferencia, si
ambos insisten sobre un mismo,
ô igual arco; y por configuien-
te, que los ángulos formados en
la circunferencia, que insistie-

ren sobre un mismo, ó iguales arcos, serán iguales; porque ambos serán mitades del formado en el centro.

Tambien, que el angulo formado en la circunferencia, tiene por medida la mitad del arco, en que infiste: y que los dos angulos opuestos de qualquier quadrilatero inscripto en el circulo, valen dos rectos; porque teniendo entre ambos por medida la mitad de toda la circunferencia, valdrán 180. grados.

PROPOSICION 9.^a

El angulo formado en el punto del contacto de una tangente á un circulo, con esta, y otra recta, que corte á dicho circulo, es igual al angulo, que se forme en el segmento alterno.

DEMONSTRACION.

Fig. 27. Si el ángulo fuere el CAF, que por la Defin. 17.^a es recto, no hay duda será igual al formado en el femicirculo ANF, que tambien es (por la Proposicion antecedente) recto: si fuese el CAD, será tambien igual al AFD del segmento alterno, porque los tres ángulos del triangulo ADF son iguales à dos rectos (Prop. 6.^a) y de ellos el ADF vale 90. grados: (Prop. 8.^a) luego los dos AFD, DAF componen un recto, y por consiguiente son iguales al CAF: luego quitando de una, y otra parte el ángulo comun DAF, quedará DFA igual al DAC, por la Nocion 4.^a: lo mismo se demostrará de otros qualesquiera; pues todos los infinitos ángulos, que se pueden formar en el segmento ANFD son iguales, porque tienen por

medida la mitad del arco AOD.

PROPOSICION IO.^a

*En qualquier triangulo ABC, Fig. 28.
al mayor lado AC se opone el
mayor angulo B: tambien al
mayor angulo B siempre se
opone mayor lado AC.*

DEMONSTRACION.

Haciendo centro en C, y con el intervalo BC, menor que AC, describiendo el arco BO, y tirando su cuerda, resulta el triangulo BOC Ysoceles, cuyos angulos CBO, COB son iguales; (Prop. 4.^a) pero el angulo CBO, es menor, que el ABC (por ser parte suya:) luego el COB tambien es menor, que ABC, y siendo dicho angulo COB externo, respecto del triangulo AOB fera igual à los dos A, OBA, y mayor que A: luego este angulo A

opuesto al menor lado BC, es mucho menor, que el angulo ABC, opuesto al mayor lado AC: tambien se probará, que á mayor angulo, siempre corresponde mayor lado opuesto; porque si se dixesse, que á el angulo mayor ABC, no está opuesto mayor lado, que qualquiera de los otros dos, se dirá, que es menor, ò igual; y de esto se seguirá, que si es menor el lado AC, que BC, será, por lo demostrado en esta Proposicion, el angulo A, mayor que el angulo B: lo que es contra lo supuesto; y si se dixesse, que el lado AC es igual á BC, se seguirá, que el triangulo ACB es Yfocales, y los angulos A, B serán iguales: (Prop. 4.^a) pero se ha supuesto el angulo B, mayor que A: luego la consecuencia es absurdo, y no se puede sostener lo contrario, de lo que se dice en la segunda parte de esta Proposicion.

CAPITULO SEGUNDO

PROBLEMATICO.

PROBLEMA PRIMERO.

*Dado un angulo reſtilineo ABC, Fig. 29.
hacer otro igual á él.*

OPERACION.

Hagaſe centro en B, y con qualquier intervalo deſcribaſe el arco AC, tireſe la cuerda AC, y haciendo centro en el extremo de otra reſta MN, ſe deſcribirá con el intervalo primero otro arco NO, y tomando del primero la cuerda AC, y ajuſtandola deſde N, haſta O, ſe tirará la reſta MO, y eſta formará con la MN el angulo NMO igual al dado ABC.

DEMONSTRACION.

Los triangulos MNO, ABC,

tienen los tres lados del uno iguales por construcción à los tres del otro: luego son totalmente iguales (segun la Prop. 1.^a) y por consiguiente el angulo NMO igual à su correspondiente ABC.

PROBLEMA SEGUNDO.

Fig. 30. *Dado un angulo EFG, dividirlo en dos partes iguales.*

OPERACION.

Hagase centro en el punto F, y con qualquier intervalo describafese el arco EG, y desde los extremos E, G tomados como centros, describanse dos arcos con el intervalo dicho, los quales se cortaràn en O, y tirando la recta OF esta dividirà el angulo EFG en dos partes iguales.

DEMONSTRACION.

Si se tiran las rectas OG , OE , resultarán dos triangulos FOE , FOG totalmente iguales, por tener los tres lados del uno iguales á los tres del otro, segun se ha visto en la construccion de ellos: luego el angulo OFG , es igual á su correspondiente OFE ; pero estos son partes del angulo dado EFG : luego queda dividido como se pide.

PROBLEMA TERCERO.

Dividir una recta AB en dos partes iguales. Fig. 31.

OPERACION.

Hagase centro en los puntos A , B , y con qualquier intervalo, mayor que la mitad de dicha recta AB , describanse dos arcos,

que se cortarán en O , tirense las rectas AO , BO , y dividiendo el ángulo AOB en dos partes iguales, con la recta OS (Prob.^a 2.^o) quedará dividida la AB , como se pide en el punto S . La razón es, porque resultan dos triángulos totalmente iguales, y por consiguiente los lados AS , SB iguales.

PROBLEMA QVARTO.

Levantar una perpendicular en qualquier punto de una recta, como la CD .

Fig. 32.^a

OPERACION.

Sea el punto K donde se há de levantar la perpendicular: para esto tomense desde dicho punto las distancias RN , KM iguales, y haciendo centro en los puntos N , M con qualquier intervalo, mayor que KN , describanse dos

arcos, que se cortaràn en O, tirese la recta KO, y digo, que esta es la perpendicular, que se pide: la razon es, porque si se tiran las rectas ON, OM resultan los triangulos KON, OKM, totalmente iguales, por tener los tres lados del uno iguales à los tres del otro: luego los angulos OKN, OKM son iguales, y por consiguiente rectos: luego la recta OK, es perpendicular à la CD en el punto K (segun la Defin. 6.^a)

PROBLEMA QUINTO.

Baxár desde un punto como C Fig. 33.
una perpendicular à la recta AB.

OPERACION.

Hagase centro en el punto C, y con qualquier intervalo, describafese el arco OF, que corte la recta AB, en los puntos O, F,

C

dividase OF en dos partes iguales, por el Prob.^a 3.^o en el punto S, tirese la SC, y esta es la perpendicular, que se pide.

DEMONSTRACION.

Por tener los triangulos OSC, CSF los tres lados del uno iguales, por construccion â los tres del otro son totalmente iguales, segun la Prop. 1.^a : luego el angulo CSO es igual al CSF; pero estos dos juntos valen dos rectos: luego cada uno de por si valdrà 90. grados, y por consiguiente la CS es perpendicular.

PROBLEMA SEXTO.

Tirár una Paralela desde un punto C, á una recta AB.

Fig. 34.

OPERACION.

Tirese la recta CO, y en el

punto C, con la CN, formese (por el Prob.^a 1.^o) el angulo NCO igual al AOC, y por ser estos alternos, seràn las AB, CN paralelas, segun la Proposic.^a 5.^a

PROBLEMA SEPTIMO.

Construir un triangulo totalmente igual á otro AEF Tfoceles, Equilatero, ó Escaleno.

Fig. 35.

OPERACION.

Tomese con el compàs la distancia del lado AF, y trasladese desde Z à X, hagase centro en Z, y con la distancia AE describase un arco; hagase igualmente centro en X, y con la distancia FE describase otro arco, que cortarà al primero en Y, tirense las rectas YZ, YX, y el triangulo XYZ serà totalmente igual al AEF: (consta la demonstracion de la operacion misma.)

Cij

PROBLEMA OCTAVO.

Fig. 36. *Tirar una Tangente à un círculo ANM, desde el punto C.*

OPERACION.

Tírese la recta CB del punto dado al centro del círculo: describáse sobre dicha recta el semicírculo BNC, tírese la recta CN, y esta será la tangente, que se pide. La razón es, porque tirando el radio BN, es el ángulo BNC recto, por estar en el semicírculo: (Proposic. 8.^a) luego la recta CN, es perpendicular al radio BN, y según la Defin. 16.^a es tangente al círculo.

PROBLEMA NOVENO.

Fig. 37. *Dividir una recta AB en quantas partes iguales se quieran: y supongo tres.*

OPERACION.

Desde el punto *A*, formando qualquier angulo, tirese la *AZ*, y tomense en ella tres partes iguales à discrecion: esto es *AO*, *OY*, *YZ*, tirese la recta *ZB*, y por los puntos *O*, *Y*, tirense las rectas *Om*, *Yp* paralelas à ella, y estas dividirán la *AB* en tres partes iguales en los puntos *m*, *p*.

DEMONSTRACION.

Tirando por los puntos *O*, *Y* las rectas *Y₃*, *O₂* paralelas à la *AB*, resultan los triangulos *AmO*, *O₁Y* totalmente iguales, por tener los angulos *YO₁*, *OAm* iguales, por el paralelismo de las lineas *O₂*, *AB*; y por el de las *mO*, *pY*, los *AOm*, *OY₁*, y los lados *OY*, *OA* iguales por construccion: luego (Prop. 3.^a) el lado *Am* igual *O₁*; pero por ser

$mOip$ un Paralelogramo, son los lados opuestos mp , Oi iguales: luego (Noción 3.^a) Am igual mp : de la misma manera se probará, ser mp igual pB , y por con-
 siguiente la recta AB dividida en tres partes iguales.

CAPITULO TERCERO

De la Inscripcion , y Circunscripcion de los Poligonos en el Circulo, empezando desde el triangulo, hasta la Figura de doce lados.

PROBLEMA DECIMO.

Inscribir un Triangulo semejante al MNO en el circulo 9.

Fig. 38.

OPERACION.

Por el Problema 8. tirese la ACB tangente à dicho circulo,

en el punto C del contacto formese el angulo ACD igual al angulo O de el triangulo dado, formese tambien el angulo BCF igual al angulo M , tirese la recta DF , y se tendrà el triangulo DCF semejante al MNO .

DEMONSTRACION.

El angulo O es igual por construccion al angulo ACD ; pero este es igual (segun la Prop. 9.^a) al angulo F : luego el angulo O es igual al angulo F (Nocion 3.^a) tambien el angulo M , y el angulo D son por la misma razon iguales al BCF , luego son iguales entresì: y por configuiente habiendo probado los dos angulos D, F del un triangulo iguales à los dos M, O del otro, se sigue, que el tercero DCF es igual al tercero N ; pues los tres angulos de un triangulo, no pueden tener mas valor, que los de otro,

por ser todos iguales á dos rectos: (Proposic. 6.^a) luego siendo los triangulos DCF, MNO equiangulos, serán semejantes (segun la Nota de la Def. 15.)

PROBLEMA UNDECIMO.

Inscribir un Quadrado en un circulo P.

Fig. 39.

OPERACION.

Tirese dos diametros AB, CD, que se corten perpendicularmente, y tirando las cuerdas CA, AD, DB, BC, se tendrá el quadrado CADB, como se pide.

DEMONSTRACION.

Los quatro lados CA, AD, DB, BC, que le forman son iguales, por ser cuerdas de arcos iguales (segun de la division del circulo consta) y los angulos CAD,

ADB, DBC, BCA son rectos, por estar cada uno formado en un semicirculo: (Proposic. 8.^a) luego el quadrilatero inscripto es un quadrado.

PROBLEMA DVODECIMO.

Inscribir un Pentagono regular en un circulo R.

Fig. 40.

OPERACION.

Levantese la perpendicular RD, al diametro AB: dividase el radio RB por medio en S, y con la distancia SD describafese el arco DY, y su cuerda DY, es el lado del Pentagono, que se busca, la qual se ajustará cinco veces perfectamente en la circunferencia.

La demonstracion se omite, por no ser suficientes para ella los breves principios de esta Obra: (el que quiera examinar-

la , vèa al Padre Clavio en su Escolio, à la Proposicion 10. del Lib. 13. de Euclides.)

PROBLEMA DECIMO-TERCIO.

Inscribir un Exagono regular en un circulo Y.

Fig. 41.

OPERACION.

Tomese el radio, y colóquese seis veces en la circunferencia, el qual se ajustará perfectamente.

DEMONSTRACION.

Tirando lineas del centro à los angulos, quedan formados seis triangulos equilateros: cada angulo en el centro valdrá $\frac{1}{3}$ de dos rectos, ó $\frac{2}{3}$ de un recto, y siendo dichos angulos seis, compondràn juntos $\frac{12}{3}$ de un recto;

esto es, 4. rectos, valor de toda la circunferencia: luego, &c.

NOTA.

Que hasta ahora no se ha encontrado método en la Geometría Elementar, para la inscripcion del Eptagono, Nonagono, y Undecagono regulares; pero con las practicas siguientes, dicen célebres Autores, se hallarán los lados de estas Figuras sin diferencia sensible.

PRACTICA PRIMERA.

Tirese el radio AL , y con esta distancia, hagase el arco CLC , tirese la recta CC , y su mitad CO , será el lado del Eptagono, que cabe siete veces en la circunferencia del circulo dado. Fig. 42.

PRACTICA SEGUNDA.

Tirese en el circulo A el radio AY , y con la distancia YA hagase el arco OAC : tirese la recta OC prolongada hazia F , y Fig. 43.

con la misma distancia AY , haciendo centro en E , hagase el arco FG , y del punto F con el mismo intervalo el arco EG : tirese la recta AG , y el arco OH será sin diferencia notable la novena parte de la Periferia del círculo A , y la recta OH el lado de Nonagono regular, que se pide.

PRACTICA TERCERA.

Fig. 44.

Tirese en el círculo T el radio AT , dividase por medio en C ; de los puntos A, C con el intervalo AC haganse los arcos CSY, AS ; del punto Y con el intervalo YS hagase el arco SO , y la recta CO es, sin diferencia notable, el lado del Undecagono regular, que se pide.

NOTA.

Que aunque los Autores dicen, que por las tres Prácticas antecedentes se ha-

han los lados del Eptagono, Nonagono, y Undecagono, sin diferencia notable: no obstante parece, que no examinaron bien dichas operaciones, ó no estaban impuestos á fondo en el calculo; pues por este hallo, que á el lado del Eptagono, que resulta por la Primera Práctica, le faltan 47. minutos; al del Nonagono, que produce la Segunda Práctica, le faltan 56. minutos; y al del Undecagono, que resulta por la Tercera, le sobran un grado, y 54. minutos: yerros bastantemente considerables en la práctica; y assi será mejor valerse del Semicirculo graduado, para la division de los 360. grs. del centro, en 7. partes iguales para el Eptagono: en 9 para el Nonagono: y en 11. para el Undecagono; ó bien á tientas dividir la circunferencia del circulo en 7. partes iguales, 9., ú 11. que no será tan notable el yerro.

PROBLEMA DECIMO-QUARTO.

Inscribir un Octagono regular en el circulo P.

Fig. 39.

OPERACION.

Tirense dos diametros AB, CD, que se corten perpendicularmente, y dividiendo los quatro angulos en P (que son rectos)

por medio , resultarán ocho iguales por semirectos : luego sus arcos también serán iguales, y por configuiente las cuerdas, que serán los lados del Octágono, que se busca. La demostración viene con la operación.

PROBLEMA DECIMO. QUINTO.

Inscribir un Decagono regular en un circulo S.

Fig. 45.

OPERACION.

Inscribáse en dicho circulo un Pentagono regular por el Problema 12., tirense las rectas AS, BS, &c. de los angulos de la Figura al centro: dividanse los angulos ASB, BSC, &c. (que son iguales) por medio (Prob.^a 2.º) y sus mitades ASO, OSB, BSY, &c. serán también iguales : luego los arcos AO, OB, &c. que los miden lo serán también, y

por consecuencia las diez cuerdas AO, OB, BY, &c. son los lados del Decagono, que se pide.

La demonstracion consta de la division del circulo.

PROBLEMA DECIMO-SEXTO.

Inscribir un Duodecagono regular, en un circulo.

La Operacion se infiere de los Problemas 13. 14. y 15.; porque inscribiendo el Exagono, y continuando las divisiones de los angulos del centro, se tendrá la circunferencia dividida en doce partes iguales, y por configuiente, lo que se pide.

DE LA CIRCUNSCRIPCION.

PROBLEMA DECIMO-SEPTIMO.

Circunscribir á un Circulo qualquier Poligono, hasta el de doce lados.

OPERACION.

Por las Proposiciones antecedentes, inscribáse en dicho círculo una figura semejante à la que se propone para circunscriptir, que supongo es el triangulo EFG , baxense desde el centro las perpendiculares OSP , OYR , ONM à las cuerdas FG , GE , FE , y tirando por los puntos P , R , M las BK , KZ , ZB tangentes al círculo, ô perpendiculares à los radios OP , OR , OM ferán paralelas à los lados del triangulo inscripto: luego los dos angulos en F ferán iguales à los dos en B , como igualmente los en G , y en E , à los en K , y en Z (segun la Nota de la Prop. 5.^a:) luego el triangulo ZBK es equiangulo al EFG , y por consiguiente, semejante: y tocando con sus lados à la circunferencia del círculo, siguiése que està circunscripto.

De la misma manera se circunscribe en un círculo cualquier otra Figura de mas lados.

NOTA PRIMERA.

Que para hacer passar por los angulos de qualquier Figura regular un círculo, se operará de la manera siguiente.

Dividanse dos de sus angulos en dos partes iguales, por el Problema 2.^o con las rectas AO , BO , y haciendo centro en el punto O , donde se corran con qualquiera de las distancias OA , OB , OC , describafse el círculo BCA , que este tocará á todos los angulos de la Figura dada: la razon es, porque baxando desde O rectas á la mitad de los lados BC , AC , AB , resultan varios triangulos SBO , OBY , &c. totalmente iguales entresi por la Proposic. 2., y por con siguiente los lados AO , OB , OC resultan iguales [por ser lados de triangulos Yfoceles, formados sobre las bases AB , AC , BC :] luego podrán ser radios del círculo, que se pide.

Fig. 47.

NOTA 2.^a

Que si se quiere hacer un círculo, que toque con su circunferencia à todos los lados de qualquier Poligono regular, se operará como sigue.

Supuesto, es el quadrado $ABCD$; divídanse sus lados AB , BC por medio, en los puntos S , Y , levantenfe en estos las perpendiculares SO , YO , y haciendo centro

Fig. 48.

D

en el punto donde se cortan, se describirá el círculo, que se pide, con qualquiera de las distancias OS, OY, &c. porque todas estas son iguales, respecto que si se tiran las OB, AO, OD, &c. resultan todos los triángulos SOB, SOA, BOY, &c. totalmente iguales por las Prop. 2. y 3.: luego las rectas SO, OY, &c. son todas iguales, y pueden ser radios del círculo, que se busca.

NOTA 3.^a

Que para hacer pasar un círculo por qualesquiera tres puntos dados, ó por los tres ángulos de un triángulo de qualquier especie como ABC, se levantarán perpendiculares YO, SO en medio de las rectas AB, CB, y desde el punto O donde concurren, con qualquiera de las distancias OB, OC, OA, se podrá formar el círculo, que se pide. La razón es, porque los triángulos BOS, SOC son totalmente iguales: [Proposic. 2.] luego los lados OB, OC son iguales, y por la misma razón lo son los OB, OA: luego los tres OB, OC, OA son iguales entresi, y pueden ser radios del círculo, que se pide.

Fig. 49.

PROBLEMA DECIMO-OCTAVO.

Hallár el valor de los ángulos de qualquier Polígono regular (esto es, de los ángulos, que forman los lados de la Figura.)

OPERACION.

Si el numero de los lados del Poligono fuere seis , multipliquense 6. por 2; del producto 12. restense 4. (por regla general) y el residuo 8. es el numero de angulos rectos, que valen todos los angulos del Poligono : y si el numero 8. se multiplica por 90. grados , que vale cada angulo recto , se tendrán 720. grados, que partidos entre seis angulos, que tiene la Figura, les pertenecen à cada uno RST, 120. (si el Poligono es regular :) la misma operacion sirve para todas las demàs Figuras regulares ; la razon es, porque qualquier Poligono consta de tantos triangulos como lados tiene, y teniendo seis lados, tendrà seis triangulos ; pero cada triangulo tiene dos angulos rectos : luego se deben multiplicar 2. por 6, y del

Dij

producto 12. restár 4., que son los angulos rectos, que valen los angulos, que de dichos triangulos se forman en el centro de la Figura: luego, &c.

Fig. 50. Para hallár el valòr de los angulos formados en el centro de qualquier Poligono regular, que son tantos como lados tiene la Figura, partanse 360. grs. por 6. (si este es el numero de lados, que tiene el Poligono) y el Cociente 60. es el numero de grados, que vale cada angulo en el centro del Exagono.

NOTA.

Que la Tabla figuiente expresa el valor de un angulo formado en la circunferencia, y otro en el centro de los Poligonos regulares, empezando desde el triangulo, hasta el de doce lados: Y adviertase, que ANGULO DEL POLIGONO quiere decir, el formado por dos lados de la Figura: y ANGULO DEL CENTRO, el que se forma con dos radios, que terminan un lado de la Figura.

T A B L A.

✽ *සමස්තයන්ගේ සමස්තයන්ගේ සමස්තයන්ගේ සමස්තයන්ගේ* ✽

| Poligonos. | Ang. del Centro. | | Ang. del Polig. | |
|----------------------|------------------|-----------|-----------------|------|
| | Grs. | Mts. | Grs. | Mts. |
| Triangu- lo . . . | . . 120. | | . . 60. | |
| Qua dra- do . . . | . . 90. | | . . 90. | |
| Pentago- no . . . | . . 72. | | . . 108. | |
| Exagono. | . . 60. | | . . 120. | |
| Eptago- no . . . | . . 51. y 26. | | . . 128. y 34. | |
| O ctago- no . . . | . . 45. | | . . 135. | |
| Nonago- no . . . | . . 40. | | . . 140. | |
| Decago- no . . . | . . 36. | | . . 144. | |
| Undeca- gono . . | . . 32. y 44. | | . . 147. y 16. | |
| Duode- canogo. | . . 30. | | . . 150. | |

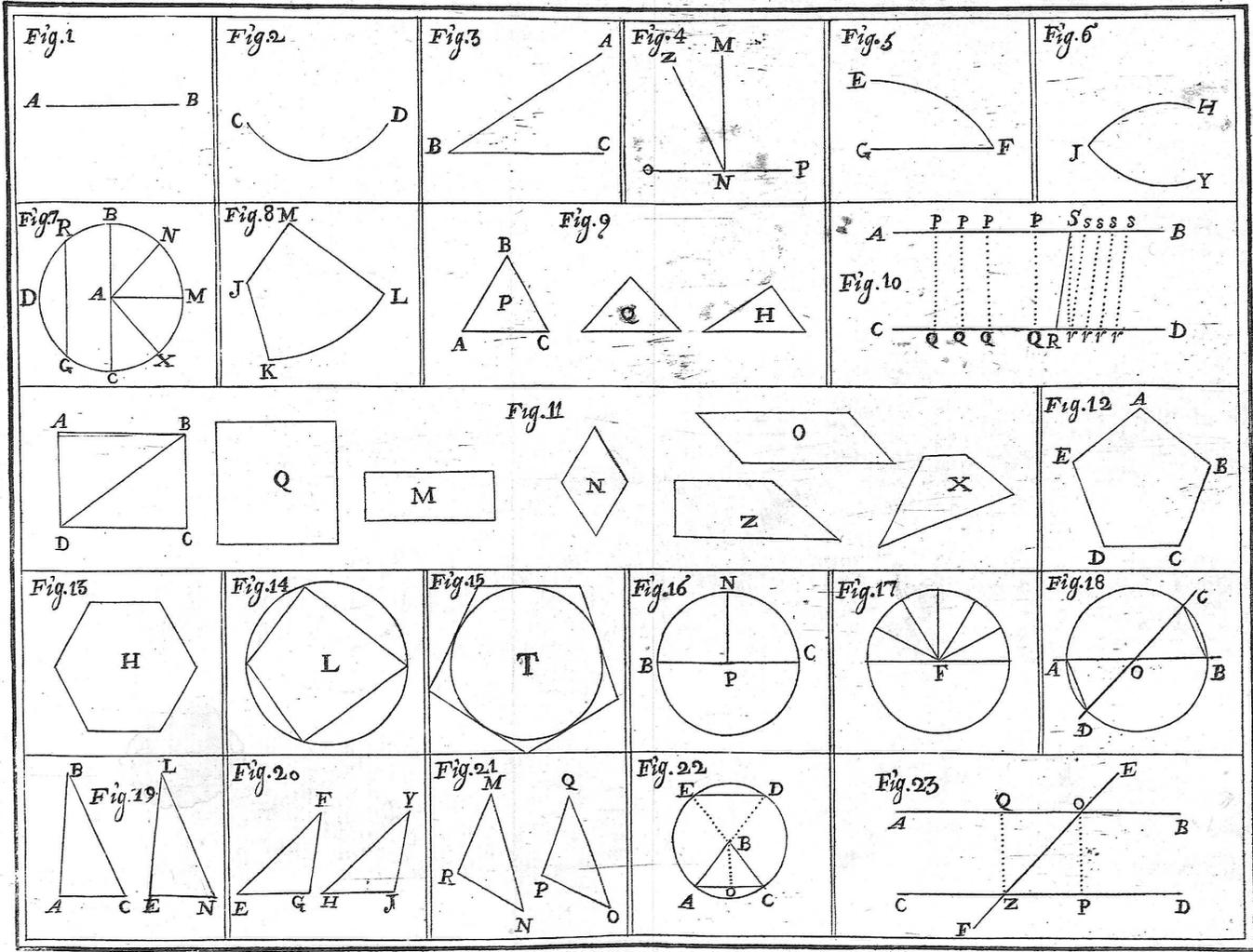


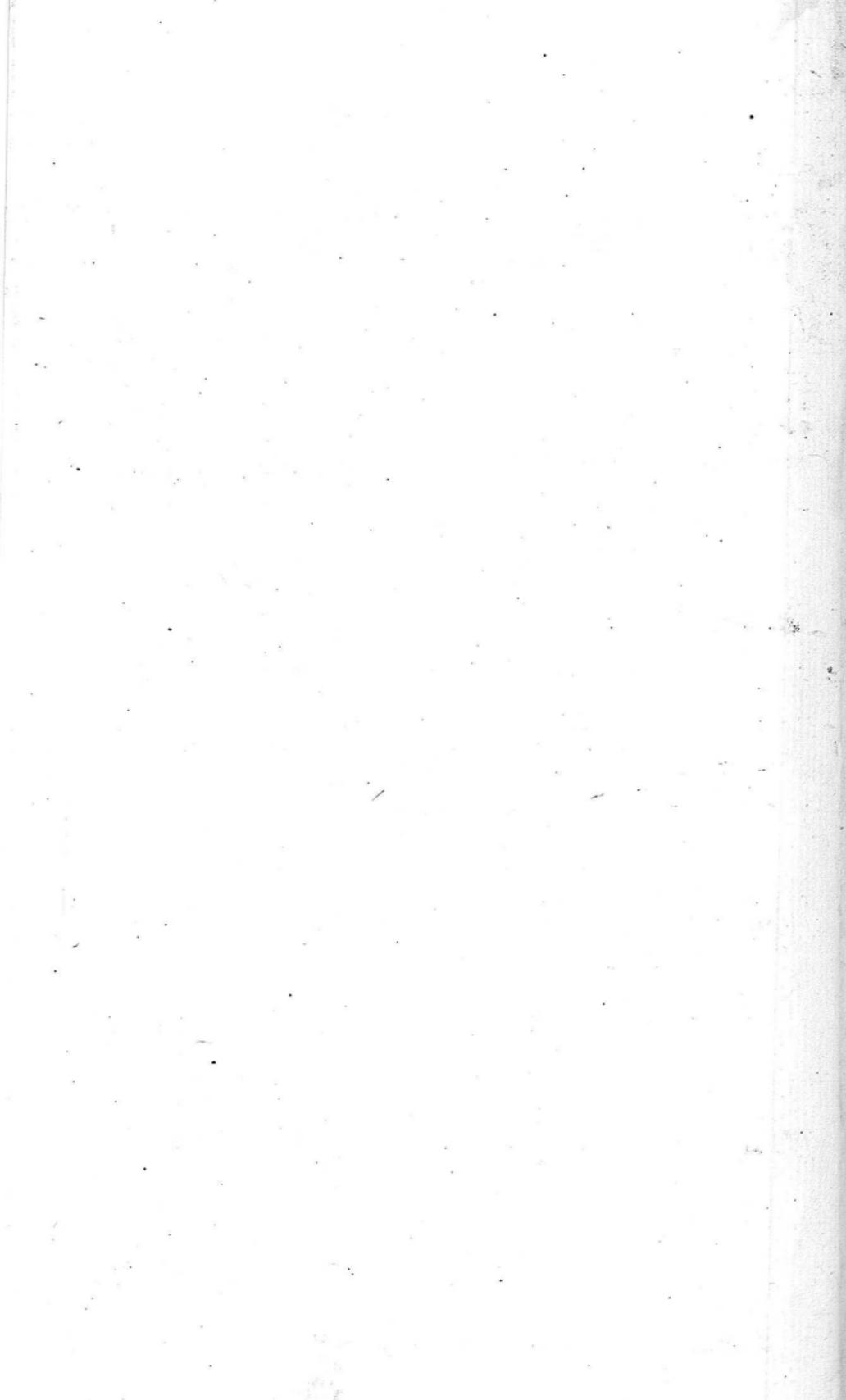
T A B L E

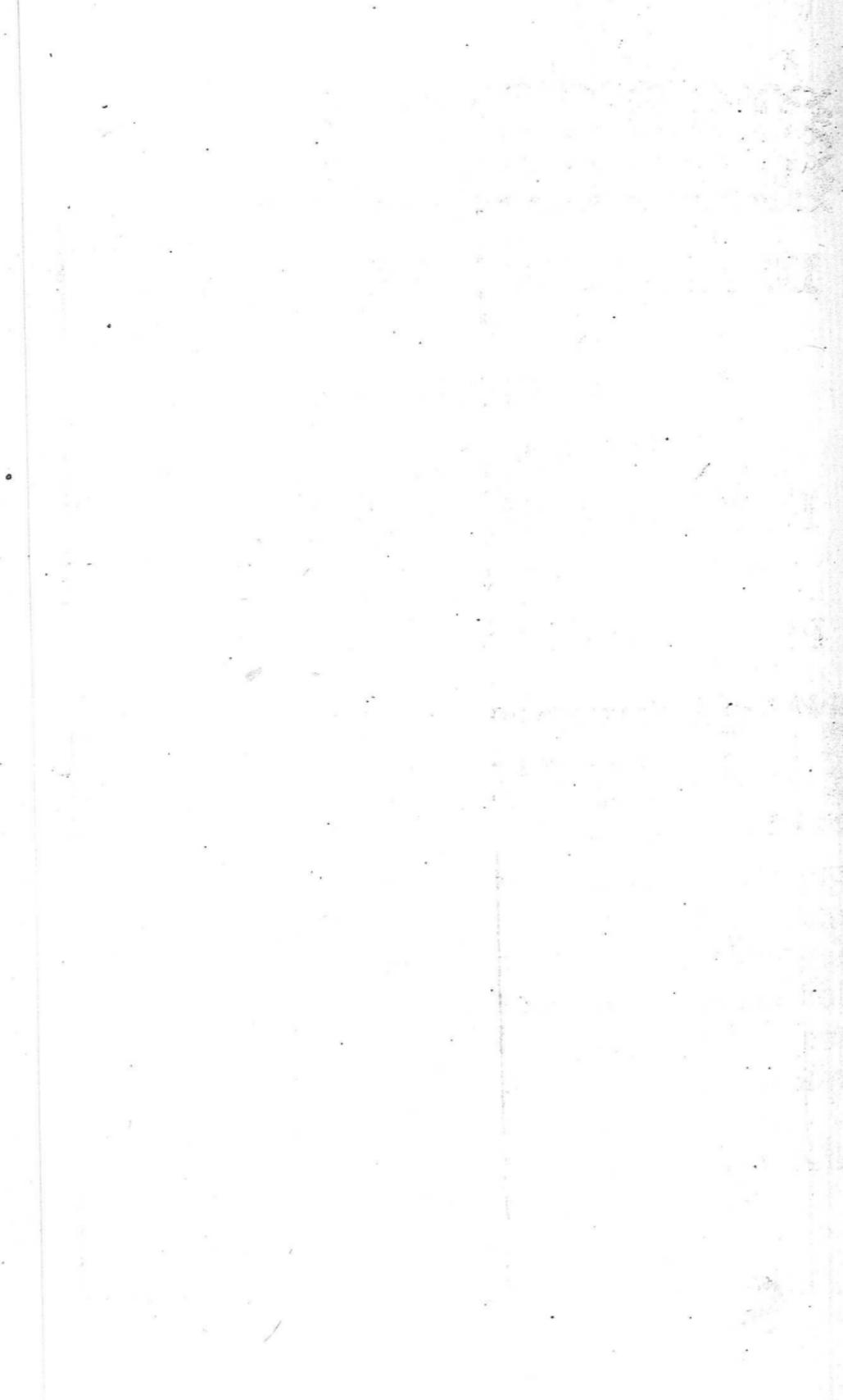
CONTENTS

Page

| | |
|---------------|-----|
| Introduction | 1 |
| Chapter I | 10 |
| Chapter II | 20 |
| Chapter III | 30 |
| Chapter IV | 40 |
| Chapter V | 50 |
| Chapter VI | 60 |
| Chapter VII | 70 |
| Chapter VIII | 80 |
| Chapter IX | 90 |
| Chapter X | 100 |
| Chapter XI | 110 |
| Chapter XII | 120 |
| Chapter XIII | 130 |
| Chapter XIV | 140 |
| Chapter XV | 150 |
| Chapter XVI | 160 |
| Chapter XVII | 170 |
| Chapter XVIII | 180 |
| Chapter XIX | 190 |
| Chapter XX | 200 |







lla , donde la situacion propia del lugar , impide las acciones al Enemigo : v.g. una Plaza sobre el cuspide de una montaña, donde sus entradas , ô abenidas estèn cerradas facilmente : ô bien una Plaza cercada de Mar, Rios , Barrancos inacessibles, &c. Estos obstaculos , y otros de semejantes especies, que la naturaleza opone al enemigo, se llaman Fortificaciones Naturales.

Las Fortificaciones artificiales , son aquellas, donde solo hay el focorro del arte , y del ingenio , para ponerse en estado de resistir â los esfuerzos del Enemigo : y assi las obras, que se construyen â este efecto, son las que se llaman Fortificaciones de la Plaza.

De lo dicho se infiere , que todo lugar donde el Enemigo no puede introducirse , sin ser ofendido con una desventaja

evidente, respecto de los que lo defienden, es un Lugar Fortificado.

No se tratarà en esta obra, que de Fortificaciones artificiales, pertenecientes à la defensa de Ciudades de guerra (que comunmente se llaman Plazas Fuertes) y à la conservacion de un Exercito en Campaña; todo con la mayor brevedad, à fin de no fatigar al Curioso.

Las Fortificaciones de las Plazas, son siempre compuestas de un *Rampart*, de un *Fosso*, y de un *Camino Cubierto*.

El rampart es, un sòlido, ò elevado cuerpo de tierras, que cubre por todas partes una Plaza: su latitud es de 21. varas ordinariamente en la superficie superior, y de 31. en la base: su altura difiere segun la situacion, y el terreno de la Plaza; pero comunmente es de 7. varas.

El objeto del rampart, es,

cubrir por su altura las partes mas effenciales de la Plaza: como fon Almacenes de polvora, y los principales edificios; de cerrár tambien la entrada en la Ciudad, à los que quieran atacarla; y de elevar à los que la defienden, para que descubran en la campaña toda la extencion del alcanze del cañòn: lo que les dispone, à pelear con ventaja, y embarazar los trabajos del Enemigo.

La pendiente de las tierras del rampart en el lado hacia la Plaza, se llama *Declivio interior*, al qual le dòn ordinariamente una vèz, y media la altura del rampart; de suerte, que siendo la altura de este de 21. pies, ferà aquella de $31\frac{1}{2}$.: esta pendiente, ò declivio interior, es el que la tierra toma naturalmente, quando no está sostenida.

Sobre la orilla exterior del

rampart (esto es, hacia el lado de la campaña) se levanta una muralla de tierra , de quasi 7. varas de espesòr, y de 8. pies, y $\frac{2}{3}$ de altura, la qual se llama *Parapeto*: este sirve, para cubrir los que estàn sobre el rampart, y defenderlos del fuego de los Enemigos.

Se construye ordinariamente sobre el rampart, al pie del parapeto, una especie de pequeña grada, que se llama *Banqueta*: cuyo uso es, elevàr al Soldado, para que assi pueda tiràr á la campaña por encima del parapeto.

Para que el Soldado, puesto en la banqueta, descubra toda la campaña, y no se le oculten aquellas partes inmediatas al pié del rampart, se hace una pendiente en la parte superior del parapeto, la qual se llama *Declivio superior*. La parte superior del rampart, que que-

da despues de haver levantado el parapeto , se llama el *Terra-plén del Rampart.*

El rampart, y parapeto, son ordinariamente sostenidos del lado de la campaña, por una muralla de piedras blancas, ô ladrillos, que se llama *Camisa*, ô *Rebestimiento*; y assi se dice, que el rampart està rebestido, quando la masa de las tierras, que le forman, està cubierta de Cal, y Canto, ô Ladrillo.

Para sostener las tierras del rampart, y â fin, de que la camisa, ô rebestimiento, pueda mas bien resistir el esfuerzo, que aquellas hacen contra esta, se construyen en lo interior del rampart, de 18. en 18. pies, unos sólidos de Cal, y Canto, de la misma altura, que el rampart, que se llaman *Contra-fuertes*, ô *Estrivos.*

Quando el rampart es rebestido, debe haver por la parte

exterior, al piè del parapeto, un listòn de piedras redondas, que salen fuera de la camisa, ò rebestimiento, como cosa de medio piè, al qual llaman *Cordòn*.

El *Declivio exterior*, ò *Escarpa*, es la pendiente, ò declivio del Muro, hacia la campaña; este empieza siempre desde el cordòn, sobre el qual la camisa, ò rebestimiento del parapeto es perpendicular: y quando el rampart no està rebestido, la escarpa empieza desde la parte superior del parapeto. Se hace el declivio exterior, ò escarpa, lo mas corto, que se puede (esto es, poco reclinado) à fin, que por èl no lleguen à montar los Enemigos el rampart, para introducirse en la Plaza.

La linea, que se imagina pasar por la parte superior del cordòn, se llama *Linea Magistral*: esta es, la que representa el prin-

principal diseño en los Planos, y desde ella se empieza, à contar la latitud de qualquier parte de la Fortificacion.

Figura 1. El *Rampart* tiene las partes ABCDE, FGHIL, que salen hacia la campaña, las quales se llaman *Baluartes*, ô *Bastiones*.

Un Baluarte ABCDE, es formado por quatro lineas, dos de las quales BC, CD, que se llaman *Caras*, forman un angulo saliente BCD hacia la campaña, que se llama *Angulo Flanqueado*: cada una de las otras dos lineas, se llama *Flanco*: La parte EF del recinto, entre dos Baluartes, se llama *Cortina*: y assi es claro, que el recinto de una Plaza está formado de *caras*, *flancos*, y *cortinas*.

Los angulos ABC, CDE formados por una cara, y un flanco, se llaman *Angulos de la Espalda*: y los DEF, EFG, formados por una cortina, y un flanco, se llaman *Angulos del Flanco*.

La línea CH, que se termina en los cúspides de los ángulos, flanqueados de dos Baluartes vecinos, se llama *Lado del Polígono exterior*, ó simplemente del Polígono.

La línea OH, tirada del centro O de la Plaza, á el ángulo flanqueado H de un Baluarte, se llama *Radio mayor*.

La prolongacion FK de una cortina EF, hasta el radio mayor OH, se llama *Semigola* del Baluarte. Dos semigolas FK, KL, forman un ángulo FKL, llamado *Ángulo del centro del Baluarte*.

Una cortina LM, y dos semigolas LK, MN, componen *el Lado del Polígono interior* KN: este no es otra cosa, que una línea recta, que junta los centros de dos Baluartes vecinos.

La línea OK, ó bien ON, tirada del centro O de la Plaza, al centro K, ó N de un Baluarte, se llama *Radio menor*,

La línea KH, ó NP, tirada del centro K, ó N, de un Baluarte, al cuspide H, ó P de un angulo flanqueado, se llama *la Capital del Baluarte* (esta es, la diferencia, que hay del radio mayor, â el radio menor.

Todo angulo, como HOP, formado por dos radios OH, OP tirados del centro O, â los extremos de un mismo lado HP, se llama *Angulo del centro del Poligono*: Y el angulo CHP, formado por dos lados del Poligono CH, HP, se llama *Angulo de la circunferencia del Poligono*; como se dixo en la Geometria.

Las líneas FC, EH, &c. tiradas de los angulos del flanco E, F, â los angulos flanqueados C, H de los Baluartes, se llaman *Lineas de Defensa*. Y quando estas siguen la prolongacion de las caras, como CF, HE, se llaman *Lineas de Defensa Rasfante*.

Pero si la prolongacion de la cara del Baluarte dà sobre la cortina, como en la Fig. 2., donde la cara CD, siendo prolongada, encuentra la cortina en el punto G; entonces la linea de defensa CF, se llama *Fixante*: y la parte GF de la cortina, comprendida entre el angulo del flanco F, y el punto G, se llama *Flanco segundo*.

El angulo CRH, formado por el concurso de dos lineas de defensa, se llama *Angulo de la Tenaza*, ò bien el *Angulo flanqueante*.

Figura 2.

Los angulos DCH, GHC, &c. formados por las caras del Baluarte, y los lados del Poligono, se llaman *Angulos diminutos*: estos son la diferencia, que hay entre el semi-angulo de la circunferencia del Poligono, y el semi-angulo flanqueado del Baluarte.

Las lineas, que no sirven mas,

E

que para la construcción del plano, y acabado este desaparecen, se llaman *Lineas de construcción*. V.g. las líneas de defensa, el lado del Polígono, las semicirculares, las capitales de los Baluartes, &c.

Se hacen unas cortaduras en el parapeto de los flancos, por las quales se dispara el cañón; estas son construidas como se ve en la Fig.^a 3. : donde se nota, que la abertura CD, hacia la Plaza, es mas pequeña, que la AF de la campaña, à fin de que el cañón pueda descubrirla à derecha, y à izquierda, desde el lugar donde estè fixado: estas cortaduras se llaman *Embrassuras*, ò *Cañoneras*.

Y La parte de parapeto FEDIGL comprehendida entre dos embrassuras, se llama *Merlón*.

En los planos se notan las embrassuras por un triangulo Yfoceles, cuyo cuspide está hacia la Plaza.

Quando el parapeto es formado de una simple muralla, ó pared estrecha, detrás de la qual se quisiessè tire el Soldado sin ser descubierta del Enemigo, se pueden hacer una especie de troneras, llamadas *Crenóx*, que tendrán quasi tres pulgadas de diametro: las quales son hechas para el servicio del fusil, como las embrassuras para el del cañon.

Del Fosso.

El *Fosso*, es una profundidad, Figura 1. que debe haver siempre al pié del rampart, por la parte de la campaña, el que por la dificultad, que hay en passarle, detiene al Enemigo: sirve tambien de aumentar la altura de la camisa, ó rebestimiento, y de subministrar las tierras necessarias para la construcción del rampart.

La línea abd, que termina la latitud del foso por el lado de la campaña, se llama *Contra-escarpa*; es ordinariamente rebestida de cal, y canto, á fin de impedir la evolucion de las tierras hacia el foso.

Quando el rampart es rebestido, su declivio exterior se continúa hasta lo profundo del foso; pero quando no es rebestido, se termina en lo alto del foso, al nivel de la campaña; entonces se dexa entre el pié del rampart, y el foso, un pequeño camino, que se llama *Berma*, cuya utilidad es, sostener las tierras del rampart, é impedir, que caygan dentro del foso.

Quando el rampart no es rebestido, es necesario darle mas declivio exterior, para que se sostenga, y lleve mas fuerza: y aún á esto se añadirán unas estacas clavadas al pié de dicho rampart, sobre la berma, vertical-

mente, ò perpendiculares, y proximas las unas à las otras.

En algunas Plazas suele importar un segundo recinto, que llaman *Falsa braga*, y este se reduce à un espacio de 10. ù 11. varas, que à nivèl de la campaña se dexa entre el lado exterior del rampart, y el foso, á la orilla del qual se construye un parapeto, igual al del rampart, para defender desde allì el foso, y embarazar, que los Enemigos puedan introducir en él malicia alguna.

Los fossos suelen ser secos, ò llenos de agua: los primeros son convenientes en Plazas grandes, y bien guarnecidas de tropas; porque en tiempo de sitio, con facilidad se hacen salidas contra los Enemigos, no hàviendo embarazo de agua en el foso: y los segundos serán convenientes en pequeñas Plazas, donde por la poca guarnicion esté remoto el

caso de una salida, hallandose sitiadas.

El foso seco, generalmente se tiene por mas util, que el otro; porque con aquel, se le disputa el terreno, palmo à palmo à el Enemigo; pero tambien, no está una Plaza tan libre de una sorpresa con él, como con el de agua, y encontrando, que assi el uno, como el otro tienen ventajas, é inconvenientes, será mejor arreglarfe para su construcción, à la naturaleza del terreno de la Plaza, ò Fortaleza; y assi quando este fuesse seco, el foso lo será tambien; y quando aquedo, será de agua: pero pudiendo tenerlos secos, y llenarlos de agua quando convenga; como en *Landau*, y otras Plazas, se experimentará una grandissima utilidad.

La anchura del foso, es ordinariamente de 35. ò 40. varas, y su profundidad de 7.: pero co-

mo de él se ha de sacar la tierra necesaria para el rampart , en parage donde no haya tanta profundidad , se le havrà de dár la latitud, relativa à las tierras, que se deban facár.

Quando el fofso es seco , se hace en medio de él (no todas veces , pero algunas) un pequeño fofso , que llaman *Cuneta* ; y sirve , para que en ella se recojan las aguas , que caygan en el fofso grande ; pero dicha cuneta debe estár construïda de madera , que no se pueda en ella cubrir el Enemigo , quando haya introducido se en el fofso.

Siempre hace el fofso un angulo entrante , frente de la cortina , como él (abd) y una redondéz , ô arco , frente del angulo , flanqueado del Baluarte : darà se la razon despues , y ahora baste sabèr , que assi en el angulo , como en dicho arco , se construyen unas gradas , ô escaleras , para

subir del foso à la campaña, à las quales llaman *Passo de Salidas*.

Del Camino Cubierto.

Despues del foso, sigue inmediatamente el *Camino cubierto*: este es un espacio de 10. à 12. varas de latitud, terminado de una linea paralela à la contraescarpa, y cubierto por una elevacion de tierra de $8\frac{2}{3}$. pies de altura, que le sirve de parapeto; el qual, con una leve inclinacion à la campaña, muere, ò remata à 45. ò 50. varas, de la parte exterior del camino cubierto: dicha pendiente se llama *Glacis*.

El camino cubierto, sirve de impedir la aproximacion al foso de la Plaza: y su glacis se dirige de manera, que por su prolongacion cubre el rampart, de suerte, que el Enemigo no puede batirlo, ni demolerlo desde la campaña; siendo para esto ne-

cessario, que se establezca sobre el glacis. El camino cubierto, no debe estar nunca mas alto, que el nivel de la campaña; si al contrario, algunas veces, un pié, ó dos mas baxo; porque assi subministrará las tierras, que el fosso no pueda dàr, para el glacis, y rampart.

Al pié interior del parapeto del camino cubierto, debe haver una banquetta, igual à la del terraplén, para que de la misma fuerte se eleve el Soldado, y pueda tiràr con su fusil por encima del glacis, y descubrir la campaña.

Quando el camino cubierto sea mas baxo, que la campaña, deberá haver en él dos banquetas: la primera, como he dicho, igual à la del terraplén: y la segunda, tendrá tanta altura, como es la diferencia del nivel de la campaña, à el del camino cubierto; esto es, que si este fuesse

un pié mas baxo, que la campaña, la altura de la segunda banquetta será un pié, y si dos, dos: y haviendo dos banquetas, deberá haver una *Estacada* sobre la banquetta superior; y si huviesse una sola, sobre esta misma: advirtiendole, que dichas estacadas son formadas de unas estacas de madera quadradas, y clavadas en la banquetta como cosa de tres pies en tierra, dexandoles de altura 10. pulgadas mas, que el parapeto, y puntiagudas por arriba, no dexando mas intervalo de unas á otras, que lo preciso para colocar el fusil; y para que permanezcan largo tiempo con firmeza, se les atraviesan otras estacas del mismo grueso; pero largas, de manera, que abrazando toda la estacada, formen una linea, que se llama *Listón de la estacada*.

El uso de las estacadas, es impedir el assalto de los Enemigos

à el camino cubierto; y aunque para esto convendría, que fuese mucho mas alta, no se adelantaría cosa alguna, respecto, que entonces era forzoso, sirviese de embarazo á la artillería del rampart, para hacer fuego á la campaña; y la de los Enemigos tambien la tomaría por objeto, y no solo la destruiría con facilidad, si, que tambien destrozaría, con las astillas, y pedazos de estaca, la tropa, que huviese en el camino cubierto: con que assi, nunca deberá la estacada llevar mas altura, que la dicha.

El camino cubierto es mas espacioso en los angulos entrantes, que por otras partes; porque en ellos se forma con el parapeto un angulo saliente (*cizh*) que dá lugar, y capacidad para formar allí las tropas, que deben defender el camino cubierto, y flanquear todas sus partes: llaman á dicho espacio *Plaza de armas*.

Hay tambien plazas de armas en los angulos salientes del camino cubierto , delante de los angulos flanqueados de los Baluartes , á cuya capacidad contribuye el arco , que por aquella parte forma la contra-escarpa.

Los diferentes lados, ô partes, de que se compone el camino cubierto , se llaman *Bran- cas*.

De distancia en distancia , debe haver en las brancas del camino cubierto , unos sólidos de tierra , que ocupen toda su latitud (à excepcion de un estrecho passo , que se dexa para el Soldado) à los quales llaman *Traver- sas* ; son de la misma altura , que el glacis , y espesôr del parapeto del rampart : sirven , para que los Enemigos , no puedan enfilár el camino cubierto (esto es) que no sea vista toda su longitud por el Enemigo.

Algunas veces se construye

delante del glacis otro fosso, y delante de este otro camino cubierto, con su glacis, à los que llaman *Fosso abanzado*, y *Camino cubierto abanzado*.

Fuego rassante se llama, el que se hace horizontalmente, sin mas elevacion, que 4. ò 6. piés sobre el nivèl de la campaña; y assi el fuego hecho por encima del parapeto del camino cubierto, será fuego rassante: tambien lo es, el que rassa las partes, que defiende.

Los terminos explicados, son los mas utiles para inteligencia de la Fortificacion: hay otros, que se explicarán en su correspondiente lugar.



REGLAS, Y MAXIMAS,
que deben observarse en la dis-
posicion de las partes , que
componen el recinto de
las Plazas.

Quando dos partes del recinto de una Plaza, ó Fortaleza, están dispuestas de tal modo, que el fusil disparado de la primera, para defender la segunda (si la atacan) alcance â el Enemigo, se dice es la segunda parte *flanqueada* de la primera; porque en la Fortificacion, *flanquear*, es lo mismo, que defender.

Maxima Primera.

Deberase trazar toda Fortificacion con tal cuydado, que no quede en su recinto parte alguna, que no sea vista, y flanquea-

da de otra; porque si la huviesse, con facilidad se acercaria à ella el Enemigo, y sin embarazo la minaría, y abriria brecha, y por consiguiente la tomaria; pues es constante, que quando se abre brecha à una cortina, si los flancos laterales no hiciessen fuego, para impedir el assalto, aunque toda la guarnicion viniessse á defender la brecha, y desamparassse las demás partes del recinto, no bastaria; pues se sabe, que siempre es mayor el numero de los sitiadores, que el de los sitiados.

Maxima Segunda.

De lo dicho se infiere, que por necesidad deben estàr todas las partes del recinto de una Plaza, dentro de la linea de defensa, cuya longitud es de 280. hasta 350. varas, que es el alcance del fusil; y assi podran los

Soldados, que estèn en los flancos GF, DE, descubrir el costado, de los que atacan la cortina EF, y las caras CD, GH, las quales son flanqueadas de los flancos GF, DE, con lo que se vendrá en conocimiento, de que la defensa del flanco, debe preferirse á la defensa directa; porque desde aquel se descubre hasta el pié de la cortina, cara, y flanco opuesto; pero en la defensa directa el Soldado puesto en el parapeto A, no empieza á vér la campaña, que desde el punto B, donde se termina la prolongacion del declivio superior en adelante, y queda todo el terreno, desde allí, hasta el pié C del rampart, indefenso.

Figura 4.

Explicacion.

Figura 1.

El angulo flanqueado C, y la cara CD, deben ser defendidos por el flanco GF (esto es) por

los tiros de cañòn, y fusil, que falgan de dicho flanco; con que si la linea de defensa CF, es mayor, que el alcance del cañòn, es evidente, no podrà ser el punto C defendido, ni con el cañòn, ni con el fusil; y aunque dicha linea de defensa sea menor, que el alcance del cañòn, no siendo igual, ò menor, que el del fusil, tampoco seràn el punto C, ni la cara CD bien defendidos: sobre esto se han ofrecido varias disputas entre los Ingenieros, pretendiendo unos, fuese la linea de defensa, arreglada à el alcance del cañòn; y otros, à el alcance del fusil, ò mosquete: los primeros, solo lograban la ventaja, de dar mas longitud de Baluarte, à Baluarte; y assi con pocos se hallaba fortificada la Plaza.

Los segundos, pretendieron con mucha mas razon, fuese la linea de defensa arreglada à el alcance del mosquete, ò fusil;

porque el cañon, ademàs de que sus tiros no son tan seguros como los del fusil, suele con pocos desmontarse, y para restablecerlo, se necessita mucho tiempo, è interin es aquel flanco inutil. En fin, se decidiò esta question à favor del fusil; porque la defensa de este, no quita la del cañon, y la del cañon, si la del fusil. Con lo que queda visto, es mucho mas util la linea de defensa, arreglada à el alcance del fusil, aunque assi se hayan de poner muchas Baluartes en el recinto de la Plaza, y estos aumenten gastos; pues como dice el Cavallero de Ville: *Para fortificar bien, cerrar los ojos, y abrir la bolsa.*

Maxima Tercera.

Las obras, que se construyen para resguardo del estrago, ò efecto, que causan las armas del Enemigo, que ataque, deben

construirse à prueba de las mismas armas, que este trayga: y atacando siempre el Enemigo las Plazas con Artilleria, deberán, ser los parapetos à prueba de cañòn; y habiendo la experiencia enseñadonos, que para ser el parapeto à prueba de cañòn, siendo de tierra necessita 7. varas, y siendo la tierra de poco cuerpo 7½.: como assimismo, que siendo dicho parapeto hecho de solo cal, y canto, le bastarán de 10. à 11. piès de espèsòr, no se saldrà nunca de esta regla.

Maxima Quarta.

El rampart debe dominar en la campaña todo el contorno de la Plaza, sujeto à el alcance del cañòn.

Explicacion.

Quando una parte es mas ele-

vada, que otra, se dice, que aquella domina à esta.

La dominacion es simple, quando la parte, que domina es $10\frac{1}{2}$. pies mas alta, que la dominada; y es doble, quando $21.$; triple, quando $31\frac{1}{2}$., y assi en las demás, tomando siempre para cada dominacion $10\frac{1}{2}$. pies, se les darán sus nombres correspondientes.

Hay tres generos de elevaciones, y son à saber: *elevacion de espalda*, *elevacion de frente*, y *elevacion de enfilada*.

Quando la eminencia, que domina una obra, vé por la espalda, los que están sobre el rampart de dicha obra, se llama esta eminencia *elevacion de espalda*, y es la mas perjudicial de todas.

Quando la eminencia vé de cara, los que están sobre el rampart, se llama *elevacion de frente*.

Y quando les vé de costado,

se llama *elevacion de enfilada*.

Es evidente lo ventajoso, que es para una Plaza, domine su rampart toda la campaña; pues de lo contrario, podría el Enemigo, sin esponerse, descubrir, desde el parage, que encontrasse mas alto, que la Plaza, lo interior de las fortificaciones de ella, y ofenderlas à su salvo.

Para remediar este inconveniente, se allanará todo el terreno del alcance del cañon, que son 2000. ò 2400. varas al rededor de la Plaza: cuydando, no queden en dicha distancia arboles, ni caminos de callejòn, ò hondos, donde el Enemigo pueda ocultarse.

Monfieur du Metz, The-niente General de la Artilleria de S. M. Christianissima, hizo varias experiencias para conocer el alcance de las piezas, y hallò, que siendo el de 24. apuntado por el angulo de 45. gra-

dos, arrojaba su vala 2250. tuestas.

El de à 16. 2020.

El de à 12. 1870.

El de à 8. 1660.

El de à 4. 1520.

Además de las quatro maximas, ô principios generales explicados, hay otros de bastante consideracion, à los quales se darà toda la atencion possible: y son los siguientes.

1º. Que la defensa sea lo mas directa, que sea possible; esto es, que los flancos estèn dispuestos, de manera, que los Soldados, que estèn sobre ellos, puedan defender las caras de los Baluartes, sin ponerse obliquamente; porque la experiencia ha hecho conocer, que en los ataques, no tiran los Soldados fino à su mismo frente, sin inclinarse à un lado, ni à otro (aunque sea necessario para descubrir al Enemigo) y assi, siguiendo esta maxima, deberá ser el angulo

del flanco algo obtuso, y del valor de 99. à 100. grados.

2º Que las partes, que defienden otras (como por exemplo los flancos) no estèn muy expuestos à los tiros del Enemigo; esto es, no descubran mucho su frente à la campaña.

3º Que la Plaza sea igualmente fuerte por todas partes; porque es evidente, que si hay en ella una parte mas debil, que otra, la atacará por ella el Enemigo; y entonces, aunque todas las demás partes estèn exactamente fortificadas, seràn inútiles, por no poder prestàr su defensa à la Plaza.

4º Que los Baluartes sean grandes, y capaces de admitir un numero de Soldados, suficiente para resistir largo tiempo los esfuerzos del Enemigo.

Errard pretendìa, que un Baluarte no tuviese mas estension, que la precisa para admi-

tir 200. hombres ; pero este numero es muy corto para resistir un asalto , mayormente havien- do pasado esta tropa algunas noches de trabajo , durante el sitio de la Plaza ; y assi es necesario para la defenſa de un Baluarte 400. ô 500. hombres : el Mariscal de Vauban para destinar las tropas necesarias á la defenſa de una Plaza , contaba 600. hombres por Baluarte.

Del tamaño , que deben llevar las lineas , que componen el Baluarte.

Del Flanco.

El flanco debe tener de 46. à 70. varas de longitud , arreglando esta à la estension de las partes , que èl ha de defender , ô à la del terreno donde el Enemigo puede establecerse para batirle ; y assi , si el Enemigo des-

cubre el flanco FG, desde toda la parte (*mn*) de lo alto del glacis, comprendida entre la prolongacion de la cara CD del Baluarte T, y la branca del camino cubierto, opuesta à dicha cara, es preciso, que el flanco sea igual, ò quasi igual à dicho espacio (*mn*).

La menor anchura, que debe el fosso de una Plaza tener por el frente del angulo flanqueado del Baluarte, es de 33. varas, y el camino cubierto 11.; pero siendo la defensa de estas dos distancias el principal objeto del flanco, deberá este llevar 44. ò 46. varas de longitud.

El hacer el flanco de mas de 44. varas, hasta 70., puede producir alguna utilidad; pero regularmente son mas los inconvenientes, pues no se puede dár longitud al flanco, sin darsela à la cara del Baluarte (que es la parte mas debil de la fortifica-

cion, y siendo grande hay mas lugar por donde romperla;) ó à la linea de defensa; ó sin disminuir el angulo flanqueado (que es grave inconveniente, como dirè despues;) y las semigolas: con que por huir de tantos inconvenientes, podrèmos depreciar la ventaja, que tenga el flanco grande.

De la Semigola.

La semigola debe ser, à lo menos, igual al flanco, à fin de que el Baluarte sea bastante proporcionado, y assi deberá tener desde 46. hasta 70. varas; y puede ser mayor, quando el angulo del Poligono sea muy obtuso, que entonces tambien es mayor el Baluarte.

De las Caras.

Las caras deben tener, poco

mas, ó menos 117. varas: la proporción de ellas la determinan el angulo diminuto, y el angulo flanqueado del Baluarte; y no deben estar muy inclinadas á la cortina, á fin de poder defender mas ventajosamente las inmediaciones del Baluarte; porque no basta, que este sea defendido por su correspondiente flanco, si, que tambien es preciso sea bien defendida la campaña.

De los angulos del Baluarte.

Por lo perteneciente á los angulos del Baluarte, se ha observado, que el angulo del flanco, debe ser poco menos, que de 100. grados (esto es, algo obtuso.)

El angulo flanqueado, puede ser agudo, recto, ù obtuso; pero siendo agudo, no deberá ser menos, que de 60. grados; pues quanto mas agudo sea el angulo

flanqueado, tanto mas breve demolerán la punta, ô cuspide, los tiros perpendiculares à las caras, que le forman, y consiguiendo esto el Enemigo, yá tiene adelantado mucho para un assalto; pues las tierras, que caygan, llenaràn el fofso, y le daràn passo para la entrada.

Muchos antiguos querian, que con precission fuesse el angulo flanqueado recto, y el Doctor Thomás Vicente Tosca con ellos, dice, que siendo assi, es dificil arruinar un Baluarte; pues entonces se sostienen las caras una à otra reciprocamente, y las Baterias enemigas, paralelas à dichas caras adelantarian poco con sus tiros perpendiculares à ellas; pues tan fuerte es entonces el Baluarte por el cuspide del angulo flanqueado, como por el centro: lo cierto es, que si un angulo, agudo, ù obtuso, no difiere mucho del recto, será

tan ventajoso como este ; pero como quiera , que esto depende del Poligono , que se ha de fortificar , si el angulo de su circunferencia fuesse agudo , ô recto , el angulo flanqueado será con precision agudo , y si aquel fuere muy obtuso , este será tambien algo obtuso ; con que con este conocimiento , mi opinion es , que siempre , que el angulo flanqueado tenga 75. 80. 100. 110. grados , será tan bueno como el recto : pero si el angulo flanqueado es muy obtuso , trae el inconveniente de exponer mucho las caras del Baluarte , y el muy agudo las inclina demasiado à la cortina , è impossibilita , que defiendan bien la campaña , como llevo dicho ; y assi , siempre que la figura , que se ha de fortificar permita no salir de los terminos dichos , será muy util.

El angulo de la espalda , se determina por el angulo del flanco ,

y el angulo flanqueado; y assi, siendo el angulo del flanco algo obtuso, necessariamente lo ha de ser el de la espalda; pues de lo contrario, el angulo flanqueado, en lugar de ser saliente, sería entrante, como se puede observar en la Fig^a 1. viendo qualesquiera de sus Baluartes.

*De la distancia entre los
Baluartes.*

Es conveniente estén los Baluartes distantes uno de otro, quanto sea posible, assi para disminuir el gasto, que causan las obras, como para tener menor numero de ellos, que guarnecer.

Esta distancia depende de la longitud del lado interior, y de la linea de defensa, ô del lado exterior.

Del Lado interior.

En el cuadrado, y Pentagono, es el lado interior menor, que la linea de defensa, en el Exagono sensiblemente igual, y en los Poligonos de mas lados será mayor: aunque en el Eptagono, y Octagono será corta la diferencia; pero en el Nonagono, y los demás, tendrá el lado interior 30. ô 40. varas, mas que la linea de defensa.

El triangulo es un Poligono, que siendo regular, no puede passar los angulos de la circunferencia de 60. grados; y debiendo ser mayores, que los angulos flanqueados, saldrán estos menores, que de 60. grados, y por consiguiente, no admitidos en esta Fortificacion; por lo que no se hablará del lado interior de esta figura, hasta llegar à la *Fortificacion de campaña.*

Quando los lados interiores de una Plaza estén determinados, no es necesario para tener la cortina, mas que señalar, ó marcar las semigolas; y aunque he dicho, que estas deben ser de 46. varas, no obstante algunos célebres Ingenieros, dán à cada semigola, la quinta parte (ó poco menos) del lado interior en todos los Poligonos, menos en el quadrado, que le dán la sexta parte del mismo lado. Y assi, si se supone, que el lado interior es de 320. varas en el Pentagono, cada semigola será de 64, y la cortina de 192. si el lado interior es de 282. varas, en el quadrado la sexta parte (que es 47.) será el valor de la semigola, y se tendrán 188. para la cortina; donde se vé, que siendo conocido el lado interior, y tomadas las semigolas, queda determinada la cortina; pero para marcarla en particular, es menester confide-

rar, que ha de ser, à lo menos, tan grande, que las prolongaciones del declivio superior de sus flancos laterales, concurren en medio de ella, al pié de la camisa, ó rebestimento; esto es, que de cada flanco se descubra todo el pié de la una mitad de la cortina, de suerte, que entrambos vengán á registrar entera la cortina; de lo que se infiere, que no solo por economía se deben construir los Baluartes distantes uno de otro, sino porque es preciso para que puedan los flancos defender el pié de la cortina.

Si se supone, que el parapeto tenga 28. pies de elevacion sobre el nivel de la campaña, que el foso sea seco, y tenga 21. de profundidad, y en fin, que segun el uso comun, la pendiente de la parte superior del parapeto, ó declivio superior sea de un pié, y un sexto por

cada 7. pies, ó por las siete varas $3\frac{1}{2}$. pies, se verá, que el parapeto siendo entonces elevado 49. pies sobre el fondo del foso, la prolongacion del declivio superior, no lo encontrará hasta la distancia de 98. varas, y esta es la razon, que hay para darle à la cortina 186. varas: esto es, 98. por mitad; pero esta longitud se puede disminuir, si los flancos no son tan altos, ni el foso tan profundo, ó estuviéssse lleno de agua: y àun se puede tambien disminuir siendo el foso menos profundo hacia la mitad de la cortina, que por los extremos, pues esto no tiene inconveniente.

Se fixa en esta Obra la longitud de la cortina de 184. à 196. varas, y se observará, que deba estár en linea recta, sin haver en ella angulos salientes, ni entrantes; porque los unos embarazan la defensa de los flan-

cos, y los otros disminuyen la capacidad de la Plaza.

Del lado exterior.

El lado exterior siendo los angulos diminutos HCF , CHG , (Fig^a 1.) de 18. á 20. grados, (como ordinariamente son) y los angulos del flanco de cerca de 100. grados, será igual sensiblemente á la cortina EF , y á las dos caras CD , y GH ; esto es, que si la cortina consta de 180. varas, y cada una de las caras de 117. tendrá el lado exterior CH . 414. varas, y si las caras fueren de la mayor longitud, que pueden ser, que es 120. varas, teniendo la cortina 180. será el lado exterior de 420.; pero nunca pasará de estos terminos, respecto, que quanta mas longitud tenga el lado exterior, tanto mas larga será

la linea de defensa CF, y esta es inutil, si excede á el alcance del fusil, que como tengo dicho, es de 280. á 350. varas; y teniendo el lado exterior 460. es evidente, que linea de defensa será mayor, que el alcance del fusil; pero siendo preciso, que el lado exterior sea tan grande, se harán delante del foso algunas obras para flanquear las caras.

Advertencia.

Las reglas, y principios explicados, son los mas importantes, y esenciales para la fortificacion; y assi deberán los aplicados poner en ellos toda atencion, para entrar en adelante á fortificar con acierto, y sin dificultades.

Los Ingenieros han discusido varias construcciones, para disponer todas las partes del recinto de una Plaza fuerte; cada uno ha seguido sus particulares idèas en este assumpto, como igualmente en el modo de atacár las Plazas; y estas idèas de los Autores, son las que se llaman *SYSTEMAS DE LA FORTIFICACION*, tomando ordinariamente los nombres de los Autores; y aunque nosotros, sirviendonos de las reglas establecidas en esta obra, podèmos independiente-

mente de todo systhèma, describir, ò formar el recinto de una Plaza, cuyas partes sean de la longitud, y capacidad prescripta, formarèmos uno, no obstante, para instruccion de los principiantes, siguiendo el systhèma del Mariscal de Vaubán, prefiriendole à los diversos Autores, que sobre estas materias han escrito: lo primero, porque su construccion es la mas simple, y facil, sujetandose exactamente à las maximas mas sanas de la Fortificacion: lo segundo, porque la mayor parte de las Plazas en la Europa, están fortificadas baxo de su systhèma.

Problemas de Fortificacion.

La figura de la Plaza, que se propone para fortificar, es un Poligono regular, ò irregular, la Fortificacion serà *regular*, si es un Poligono regular; esto es, que todos los lados del recinto serán igualmente fortificados, y al contrario, si la Plaza forma un Poligono irregular, su Fortificacion serà *irregular*; esto es, que las partes semejantes de cada uno de sus lados, no serán todas de un mismo tama-

ño, y havrá tambien desigualdad en la abertura de sus angulos (como por exemplo:) en la Fortificacion regular todos los flancos de los Baluartes , son iguales entre sí , tambien lo son las caras , las cortinas, &c. y lo mismo los angulos flanqueados, y los del flanco , cada uno igual à su correspondiente. En la Fortificacion irregular , hay variedad en todas sus partes , ô en algunas de ellas.

Se comenzará por la Fortificacion regular, y configuientemente se darán los principios mas generales para la irregular, y de campaña.

PROBLEMA PRIMERO.

Trazár la linea magistral del recinto de una Plaza fuerte.

OPERACION.

Con qualquier intervalo, co-

mo AB , se describe un círculo, Figura 5.
en el qual se inscribirà el Polígono, que se quisiesse tenga la figura de la Plaza (y sea por exemplo un exagono) segun se vió en la Geometría, y dividiendo la BC , lado del Polígono, en dos partes iguales en el punto I , desde este, se levantará la perpendicular ID hacia el centro del Polígono, à la qual se le dará de longitud la octava parte del lado BC , del Polígono (si fuere quadrado;) y la septima parte, si fuere Pentagono; pero siendo exagono, deberá darsele la sexta parte del lado BC , y lo mismo en todos los demás Polígonos, que tengan mas de seis lados.

De los extremos B, C , del lado BC del Polígono, se tiraràn por el punto D las líneas de defensa BF , y CE indeterminadas, y tomando dos septimas partes del lado BC , se colocarán desde

B, hasta H, y desde C, hasta G en las líneas de defensa, con lo que se tendrán las caras de los Baluartes: despues se hará centro en el punto G, y con el intervalo, ó distancia GH, se describirá el arco HE, que cortará la línea de defensa en el punto E, y con el mismo intervalo, y centro H, se describirá el arco FG, que cortará la otra línea de defensa en el punto F, con lo que se tendrán determinadas dichas líneas de defensa, y por consiguiente la cortina, tirando la recta EF, como los flancos, con las dos cuerdas EH, FG, quedarán formados los dos Semi-baluartes BHE, CGF; y con la misma operación, que se haga en los demás lados del Poligono, se tendrá trazada la línea magistral, que se pide.

El Mariscal de Vaubán, cuyo *systhème* seguimos, se sirve para la *Escala* de los planos, del lado

BC del Poligono, el qual siempre se supone de 420. varas.

Para dividir dicha escala, es necesario tiràr fuera del plano, donde no embaraze a la figura, una recta indeterminada, y en ella se tomará la distancia (ab) igual al lado BC, y esta se supone de 420. varas; dividase en dos partes iguales en (c), y en dicho punto se pondrà el numero 210: dividase tambien (ac) en dos partes iguales, cada una de las quales tendrá 105. varas; y assi en (d) se pondra el numero 105: dividase tambien la parte (ad) en cinco partes iguales, y cada una tendrá 21. varas, cuyo numero se pondrà en (f), y en el segundo 42: dividase igualmente la (af) en siete partes iguales, y quedará cada una de 3. varas: dividiràse tambien una de estas distancias en 3. partes iguales, y cada una será una vara, con lo qual se tendrá la escala (ab) divi-

dida en todas las partes necesarias para la construcción de un plano; pues si se necesitare medida de un piè, se tomará la tercera parte de la vara.

Si para trazàr el plano nos querèmos valer de esta escala, siendo el Poligono un quadrado, se le daràn à la perpendicular ID $52\frac{1}{2}$. varas, porque estas son la octava parte de 420, que tiene el lado exterior BC; y si el Poligono fuese un Pentagono, se daràn à la perpendicular ID 60. varas, porque este numero es la septima parte de BC: pero siendo el Poligono, que se ha de fortificar un Exagono, ù otro de mayor numero de lados, se le daràn à la ID 70. varas, pues esta cantidad es la sexta parte de 420, que tiene el lado BC: à las caras BH, y CG, se les daràn 117. varas en todos los Poligonos; esto es, el valor quasi de las dos septimas partes de 420.

La Tabla siguiente servirá de gobierno, para hallar el valor de todas las líneas necesarias para la formación de la línea magistral del recinto de una Plaza regular, fortificada según el sistema del Mariscal de Vauban, desde el Cuadrado, hasta el Duodecagono.



PROBLEMA SEGUNDO.

Trazár el Terraplén, y Parapeto.

OPERACION.

1º A la distancia de 7. varas de la linea magistral, que se formò en el Problema antecedente, se tirará una paralela por la parte interior de todo el contorno, y esta será el lado interior del parapeto.

2º A 14. varas del lado interior del parapeto, y hacia lo interior del Poligono, se tirará una paralela, que será el lado interior del rampart, y terminará su latitud.

3º A 11. varas, ò $10\frac{1}{2}$. de esta ultima linea, y hacia lo interior del Poligono, se tirará una paralela à las precedentes, que terminará el declivio interior del rampart.

4.º A 6. ô 7. pies de la primera línea; esto es, de la magistral, por la parte exterior del Polígono, se tira otra paralela todo en contorno, que servirá, de terminar el declivio exterior de la camisa, ô rebestimiento: y à $3\frac{1}{2}$. pies del costado interior del parapeto, se tirará sobre el terraplén otra línea paralela al parapeto, que señalará la latitud de la banqueta.

Es necesario advertir, què el declivio del rebestimiento, ô camisa, y la banqueta, no se pueden tirar con tanta exactitud, no siendo el plano construido con una escala grande; y assi en planos pequeños, regularmente se tira una muy fina paralela, lo mas inmediata, que es possible, por fuera de la línea magistral; pero que no la toque, y esta señala el declivio exterior; de la misma manera se tira otra por la parte interior del parapeto, y queda marcada la banqueta: y quando dichas dos líneas no estén señaladas en los planos, se sobre-entienden.

Quando la línea, que termina, ô forma el terraplén, es como he dicho paralela à los flancos, y

caras del Baluarte, dexa un vacío en medio de él, entonces se llama el Baluarte *vacío*, y en él se construyen los almacenes de polvora (I), y de municiones de guerra, como igualmente los de víveres.

El Mariscal de Vaubàn, es el primero, que ha dado para los almacenes de polvora las reglas, y proporciones, que oy se observan en la Europa, y particularmente en Francia: para su construcción destina el vacío de los Baluartes; pero hay muchos Ingenieros, que los construyen al pié del terraplèn de la cortina, en medio de ella, y reservan el vacío del Baluarte, para en caso de ser atacados, hacer en él los trabajos, y obras necesarias, con que disputar el terreno á el Enemigo palmo à palmo: de esta ultima maxima es mi dictamen [como en dicho lugar no quede el almacen muy expuesto á incendio; yá sea por la inmediacion al Pueblo, ò por la disposicion de la fortaleza; pues haviendo estos inconvenientes, mejor será tenerlo en el vacío del Baluarte.]

Quando la linea, que termina el terraplèn, no es paralela á los flancos, ni caras del Baluarte; esto es, quando se prolonga el terraplèn de dos cortinas imine-

diatas, hasta que concurran delante de la gola de un Baluarte, entonces se dice, que el Baluarte es *lleno*, porque no le queda vacío; y en dichos Baluartes llenos, se forman los *Cavalleros*, (L) que son otros Baluartes contruidos sobre los primeros, y de la misma figura, que ellos, los quales tienen su parapeto como las demás obras de la fortificación, y algunas veces se les biste de una camisa, ô rebestimiento: su altura es à voluntad del Ingeniero; pues no embarazando sus fuegos los del primer Baluarte, importa poco sean de 2. ô 3. pies mas altos, ô mas baxos. Los parapetos de sus flancos, serán paralelos à los de los primeros Baluartes, distantes unos de otros 14. varas, y los de las caras del cavallero, serán igualmente paralelos à los de las caras del Baluarte; pero no distarán mas de 7. varas.

La utilidad de los cavalleros es ordinariamente, cubrir â los que defienden los Baluartes, de algun lugar dominante, que haya en la campaña: de doblar el fuego del Baluarte, pues para esto se forman embrassuras en sus flancos, y caras, y se coloca la artillería competente: en fin, sirve para descubrir al Enemigo de mas lexos, y con mas ventaja; pero tambien traen el inconveniente, de ocupar enteramente el Baluarte, y de impedir, que se dispute el terreno palmo â palmo.

Para remediar este defecto, se hace en algunas Plazas el cavallero de figura distinta, que el Baluarte, formando un arco combexo hacia la campaña, y entonces queda bastante capacidad en el Baluarte, para disputarlo al enemigo con cortaduras; pero esta especie de cavalleros, no sirve para la defensa del

foso, con la misma ventaja, que los otros, por no descubrirlo tan perfectamente.

OBSERVACIONES sobre los Baluartes vacíos, y llenos.

Entre los Ingenieros hay varias opiniones, sobre los Baluartes llenos, y vacíos. Errard, el Conde de Pagan, y otros muchos, pretenden, que los Baluartes vacíos son mas ventajosos à la Plaza, que los llenos: lo primero, porque en los vacíos se pueden colocar los almacenes de polvora, sin embarazo: lo segundo, porque las cortaduras, que se hacen para sostener el Baluarte, són mejores, que quando este es lleno, porque se pueden trabajar, sin ser descubiertos de la campaña, poniéndose assi en estado de hacer una larga defensa, y al contrario las cortaduras hechas en el Baluarte lleno, que por lo regular son formadas de un simple parapeto en angulo entrante, no pueden servir mas, que para capitular, ó para dár tiempo à trabajar, otras de mayor solidéz.

El Cavallero de Ville, el cèlebre Coehorn, el Cavallero de San Julian, y otros, prefieren los Baluartes llenos, à los vacíos.

Las ventajas de los Baluartes llenos son, poder levantar cavalleros, de la forma, que acabamos de explicár, y construir en el cuerpo del Baluarte, unas excelentes bovedas subterranas, à prueba de bomba, que sirven de almacenes, y de retirada à la

guarnicion , en tiempo de sitio : tambien sirven , para oponerse con doble fuego á las baterias enemigas , y por su robuitez , no pueden ser demolidos con facilidad , por lo que se deben , preferir á los vacíos.

Se hace comunmente á los angulos flanqueados de los Baluartes , una pequeña elevacion de tierra , sobre la qual se ponen algunos cañones , que llaman á *Barbeta*; las caras de dicha obra tienen cada una 14. varas , corriendo desde el angulo flanqueado , por las caras del Baluarte , y su altura será de tres piès.

Construyense *Garitas* en todos los angulos flanqueados , y de la espalda en los Baluartes , á manera de unas pequeñas torres , hechas de cal , y canto , con sus aberturas por todos lados , las quales son puestas en el cuspide de los angulos , al nivel del terraplén , ó rampart , y saliendo un poco sobre el foso ; su uso es , proporcionar á los centinelas , para que descubran bien todas

las inmediaciones de la Plaza, y registren el foso.

Entrafe en las garitas desde el terraplèn, por una cortadura, que se abre en el parapeto de $3\frac{1}{2}$ piés de ancho.

Se sube de la Plaza al terraplèn, ô rampart, por unas *Rampas*, ô caminos, cortados obliquamente en el declivio interior.

Quando el Baluarte es lleno, se construyen dos rampas, de frente à su centro, como se ve en M, y en N; y quando es vacío, se hacen dichas rampas en el declivio interior del rampart de los flancos.

Figura 5.

PROBLEMA TERCERO.

Trazár el Foso, y el Camino Cubierto.

1º. Para trazár el foso, es necesario tomar con el compàs la

distancia de 40. ò 42. varas sobre la escala del plano, hacer centro en A (cuspide del angulo flanqueado) y describir un arco EF frente de dicho angulo, fuera del Baluarte, con el mismo intervalo, y centro B, cuspide de otro angulo flanqueado, describir el arco CD, y despues poner la regla sobre el angulo de la espalda L, y sobre el arco EF, de fuerte, que la linea EML recta sea tangente â el arco EF; con las mismas circunstancias se tirará la recta CMG, tangente â el arco CD: dichas dos lineas EL, CG, se cortarán en un punto M, que será el cuspide del angulo entrante EMC de la contraescarpa, y de la misma manera se delineará el foso, en todos los demás frentes de la Fortificación.

Figura 6.

NOTA.

Que las lineas, que no permanecen acabada la Fortificación, como son GM, ML,

H iij

HL, &c. deben señalarse de puntos en el plano, para obiar confuſſion.

Advertencias.

1. Se obſervará, que por la ſobredicha conſtruccion del foſſo, queda en éſte descubierta toda ſu eſtencion, deſde los flancos de los Baluartes, porque la parte, que eſtá delante de la cortina HI, es evidentemente viſta, y defendida por los dos flancos GH, IL: el foſſo delante de la cara LB es defendido por todo el flanco GH, porque la contra-eſcarpa CM de dicho foſſo, ſiendo prolongada llegaría al cuspide G del angulo de la eſpalda: el foſſo delante de la cara GA, es de la miſma manera defendido, por todo el flanco IL: y en fin, por eſta conſtruccion ſe hallan todas las partes del foſſo defendidas de los flancos.

Si prolongada la contra-eſcarpa, corrieffe ſobre el flanco á 17. ó 18. varas del angulo de la eſpalda, es claro, que eſta parte del flanco ſería inutil para la defenſa de las caras (que ſiempre debe aumentarse, quanto ſe pueda, y para ello ſe pondrà eſpecial cuydado.)

Si la contra-eſcarpa fueſſe paralela á la linea magiſtral (como en la Figur. 7.), es conſtante, que los flancos AB. CD, no podrian de manera alguna defender el foſſo, que hay delante de las caras DE, AF, porque la parte GHIK les quitaría la viſta, y por eſto es absolutamente neceſſario cortar dicha parte, y dár mas anchura al foſſo de la cortina, que al de las caras, á fin, que eſte pueda ſer defendido de todo ſu correspondiente flanco.

2. Si algunos creyeren, que haciendo en el recinto de una Plaza un foso muy ancho, y profundo, la reservaban por esto mas, que con la construccion antecedentemente explicada, es necesario adviertan, que la escavacion de un foso ancho, seria de mucho gasto, y no menos el transporte de las tierras, y que aunque parece seria dicha Plaza mas inexpugnable, es al contrario; pues siendo muy ancho el foso, descubre con facilidad el Enemigo desde sus baterias el pié del rampart, y lo bate à su satisfaccion, logrando demolerlo, ò derribár el muro, mayormente siendo muy hondo el foso; y assi, será un foso bastantemente ancho, quando el Soldado puesto en la banquetta del rampart, descubra por el frente la parte superior de la contra escarpa: su profundidad será de 21. pies (siendo seco) que el de agua tendrá bastante con 10½.

Siendo formada, ò trazada la contra escarpa, ò costado exterior del foso, se deberá formar el camino cubierto, à cuyo efecto se practicará lo siguiente.

1.º A 14. varas de la contra-escarpa, se le tirarán paralelas por la parte exterior del foso, y estas terminarán la latitud del camino cubierto, y formarán el lado interior de su parapeto.

Hjv

Figura 6.

2º En todos los ángulos entrantes P, se construyen plazas de armas, para lo que se tomará con el compás la distancia de 28. varas sobre la escala, y se colocarán del punto P, al punto S, y al punto T, de suerte, que PS, PT conste cada una de 28. varas, las quales se llaman *Semigolas de la plaza de armas*: de los puntos S, y T, tomados por centros, y con un intervalo de 35. varas, se describirán dos arcos, que se cortaràn en el punto V, del qual se tiraràn las líneas VS, VT, que formaràn la plaza de armas TVS (llamanse las líneas VS, VT, *las Caras de la plaza de armas*:) haciendo la misma operacion en todos los ángulos entrantes del camino cubierto, se tendrán las demás plazas de armas.

Las semigolas de las plazas de armas, desaparecen luego, que el plano está construido, y assi se

forman de puntos, para la inteligencia de los aplicados.

Las traversas del camino cubierto, se construyen en sus angulos entrantes, baxando de las extremidades S, y T, de las caras de la plaza de armas las perpendiculares (Se, Td) sobre la contra-escarpa, y tirando á estas perpendiculares unas paralelas, á la distancia de 7. varas, fuera de la plaza de armas.

Las traversas de las plazas de armas, que debe haver tambien frente de los angulos flanqueados de los Baluartes, son formadas con la prolongacion del parapeto de las caras del Baluarte á el camino cubierto; pero siempre, que el angulo flanqueado sea muy obtuso, saldrán las traversas assi construidas en tal disposicion, que cada una de ellas formará con la contra-escarpa un angulo tambien muy obtuso, y por consiguient-

te, no cubriràn, ni defenderàn bien la plaza de armas saliente, por lo que en este caso, se marcaràn los puntos donde tocan á la contra-escarpa las prolongaciones de las caras, y desde ellos se levantaràn unas perpendiculares á dicha contra-escarpa, y tirando despues, fuera de la plaza de armas, unas paralelas à la distancia de 7. varas, para terminar el espesòr, quedaràn formadas las traversas, sin imperfeccion.

Para que las traversas, no impidan la comunicacion de todas las partes del camino cubierto, se hacen unas pequeñas cortaduras dentro del glacis, delante de las traversas, como se ven señaladas en la (Fig.^{ra} 6.) que sirven de passo para entrar, y salir en la plaza de armas, y deben llevar de ancho 4. pies.

Para terminar el glacis, ó el parapeto del camino cubierto,

es menester tirar por fuera de él, á la distancia de 50. varas de su costado interior unas rectas, paralelas á éste, como XZ, XY, &c.

En los angulos entrantes del glacis, delante de la plaza de armas, para señalar, lo que estos deben abanzar sobre la campaña, respecto la construccion de dichas plazas de armas, es menester desde el punto X, tomár hasta (a) la distancia de 35. varas, y lo mismo hasta (c), y tomando dichos puntos (a, c) por centros, con el intervalo de 46. varas, se describiràn dos arcos, que se cortarán en el punto (b), del qual se tiraràn las lineas (bc, ba), y haciendo la misma operacion en todos los demás angulos entrantes, se tendrá determinado el glacis, no quedando en él otra cosa, que hacer, que juntar los angulos del camino cubierto con sus correspondien-

tes del glacis (como se vè en la Figura 6.) por las lineas QZ, Sc, Vb, Ta, R Y, para tenerlo acabado.

Estas lineas señalan los angulos de la superficie, ò parte superior del glacis, y de la misma manera en todos los declivos, señalan los angulos, que forman las superficies.

Si se hacen las plazas de armas de los angulos entrantes del camino cubierto, mas grandes, que lo supuesto en esta Obra, será necesario, para abanzar mas el angulo saliente del glacis à la campaña, valerse de otra construccion mas facil, que será, tirando dos paralelas à las caras de la plaza de armas, y à la misma distancia, que las que se hayan tirado al costado interior del camino cubierto, para terminar el glacis.

Es necesario tambien, marcar una banquetta al pié del pa-

rapeto del camino cubierto, como se vè en la (Fig^a 6.)

En medio de las caras de las plazas de armas entrantes, ò de los angulos entrantes del camino cubierto, se practican unas aberturas de 8. ò 9. piès de ancho, que se cierran con unas fuertes barreras, dexando un camino V, hacia la campaña, al qual se le pueden dàr hasta 14. piès de ancho: este se construye curvo, ò en *Sic-Sax*, porque el Enemigo, no le pueda enfiar, è impedir su uso, en caso de sitio.

Figura 1.

Algunas veces en las brancas del camino cubierto, se hacen dichas aberturas para entrar, y salir de la Plaza; pero jamás deberán hacerse en las plazas de armas de los angulos salientes, porque quedarian muy expuestas á la vista del Enemigo.

Del camino cubierto, se entra en la Plaza por un puente, que

sale de una de las puertas de la Ciudad.

Las puertas de las Ciudades de guerra, son comunmente contruidas en medio de las cortinas, como la puerta X, que está en medio de la cortina LM, por ser el lugar mas bien defendido de todo el recinto, y á quien el Enemigo tiene mas respecto, por razon de los flancos MZ, LI.

En dichas puertas debe, haver sobre el fofso, para entrada, y salida de la Plaza, unos puentes de madera, sostenidos de cavalletes de lo mismo, puestos sobre pilares, ô sólidos de cal, y canto, ô ladrillo, los quales nacen de lo profundo del fofso; y así, segun la altura de éste, será la de ellos: cada uno de dichos puentes, consta de dos partes: la primera, se llama *Puente durmiente*, ô *estable*: y la segunda, *Puente levadizo*:

el puente durmiente, es toda la estension, ô longitud, que hay desde la contra-escarpa, hasta 18. piés antes de llegar à la camisa, ô rebestimiento del rampart, y su anchura, regularmente, es de 16. à 18. piés: el puente levadizo, es lo restante hasta la Plaza: se le dà el nombre de levadizo, porque se levanta, quando se quiere, para impedir el passo de la puerta.

Se hace à la cabeza de los puentes durmientes, una barrera hacia el frente de la campaña, compuesta de dos especies de puertas, formadas de estacas de madera de $8\frac{1}{2}$. piés de altura, y 6. pulgadas de grueso, colocadas unas de otras à la distancia, que las de las estacadas del parapeto del glacis.

Las puertas de las Plazas, se forman en la muralla, terraplén, ô rampart, por una boveda fuerte, que se hace para este fin, y

al lado de dichas puertas , se construyen los cuerpos de guardia , precisos para el alojamiento de los Oficiales , y Soldados , que se hayan de destinar para la custodia de ellas.

Se construyen tambien al pié del rampart , dentro de la Plaza , los cuarteles necesarios para las tropas , que la hayan de guarnecer.

Llamase *Plaza de armas* de la Ciudad , un grande espacio , que ordinariamente hay en medio de esta , en el qual se juntan las tropas , para salir desde allí á todas las funciones militares.

*Modo de conocer el valor de los
angulos , y lineas de la
Fortificacion.*

Siendo el recinto del cuerpo de la Plaza construido , como se acaba , de enseñar , es evidente,

no son conocidos en esta Fortificación, mas que el lado exterior BC de 420. varas, la perpendicular ID de 70. en el Exagono; de 60. en el Pentagono; y de $52\frac{1}{2}$. en el Quadrado, las caras de los Baluartes de 117. varas, el angulo del centro, y el de la circunferencia son tambien conocidos; pero no todo lo demás; y siendo utilissima la noticia del valor de los lados, y angulos restantes, se dará el modo de conocerlos.

El valor de qualquier lado, ó parte del recinto de una Plaza fortificada, se tiene, tomandole con el compàs, y ajustando un piè de èste sobre un extremo de la escala, que sirviò para la construcción del plano, y observando en ella quantas partes comprehende el otro piè, de las señaladas en dicha escala; y assi, para saber, qual es la longitud de la linea de defensa BF, es menes-

ter tomarla con el compás, y llevarla sobre la escala (ab), donde se verá, que contiene 315. varas, y 2. piés: esto es, no excede del alcance del fusil.

De la misma manera se hallará, que los flancos tienen cada uno 63. varas, y 2. piés.

Cada semigola, como OE, 63. varas, y un pié.

La capital OB, 116. varas, y 2. piés.

El lado interior OP, 310. varas, y 2. piés: esto es, como se dexa dicho, sensiblemente igual à la linea de defensa.

La cortina EF, 178. varas, y $\frac{1}{2}$, &c.

El valor de los angulos, se hallará con el semicirculo graduado, con el qual se verá, que el angulo flanqueado GCK, es de 83. grados, y 8. minutos.

El angulo del flanco EFG, de 99. grados, y 13. minutos.

El angulo diminuto HBC, de 18. grados, y 26. minutos, &c.

Basta para conocer, que el tamaño de estas partes, es conforme à las maximas de la Fortificacion, como igualmente, que este se encuentra determinado por la construccion.

La perpendicular ID, levantada en medio del lado exterior BC, determina los angulos diminutos, HBC, GCB, y por consecuencia los angulos flanqueados B, C, que no son otra cosa, que los angulos del Poligono menos dos diminutos: igualmente determina el angulo flanqueante BDC, y el angulo del flanco EFG, que resulta de esta construccion quasi de 100. grados.

Se prueba, que el angulo del flanco en esta construccion, debe resultar siempre de cerca de 100. grados, tirando una linea de G, à H, que serà igual HF, y se tendrà el triangulo Ysoceles GHF, cuyos angulos, sobre la

base, F, G, son cada uno la mitad del suplemento, hasta dos rectos del angulo GHF, igual á el diminuto CBH, por razon de las paralelas BC, GH; y siendo este de 19. ò 20. grados en el Exagono, y en todos los subse-quentes Poligonos, se sigue, que la mitad de su suplemento HFG es de cerca de 80. grados: luego este angulo, junto con el angulo interior HFE, igual tambien á el angulo diminuto, que comprehende quasi 20. grados, componen el angulo del flanco de cerca de 100. grados, que es lo que se demuestra.

Los flancos se aumentan, ò disminuyen à proporcion, de lo que la perpendicular DI se acorta, ó alarga, como se verá en las advertencias siguientes.

Se toma la perpendicular mas pequeña en el quadrado, y en el Pentagono, que en los demás Poligonos, porque el an-

gulo de la circunferencia del quadrado, no consta mas que de 90. grados, y si se le diese à dicha perpendicular la misma longitud, que en el Exagono, saldrían los angulos diminutos, de 18. grados, y 26. minutos, y siendo dos de estos angulos, quitados de uno de 90., no quedarian mas que 53. y 8. minutos para el angulo flanqueado del Baluarte; angulo, que, como se ha visto en las maximas precedentes, no es admitido en la buena Fortificacion; porque en ella, no se reciben menores, que de 60. grs.

Dando à la perpendicular ID la octava parte del lado BC; esto es, $52\frac{1}{2}$. varas, se reducen los angulos diminutos à 13. grados, y 44. minutos, y quitando dos de estos angulos de 90. grados (que es el valor del de la circunferencia del quadrado) queda el angulo flanqueado de quasi 62. grados y medio, por

lo que, no es contrario à las máximas de la Fortificación.

El ángulo de la circunferencia del Pentágono, es de 108. grados, y así en este Polígono se pueden hacer los ángulos diminutos, mayores, que en el cuadrado; pues dando 60. varas à la perpendicular ID (septima parte de BC) resultan dichos ángulos de 15. grados, y medio, y quitando dos de estos de 108. grados, se tendrán 77. para el ángulo flanqueado del Pentágono.

El ángulo de la circunferencia de el Exágono, que es de 120. grados, dà lugar, para hacer los ángulos diminutos mayores; porque dando 70. varas à la perpendicular ID, ó la sexta parte del lado BC, los ángulos diminutos son, como se ha visto, de 18. grados, y 26. minutos, y dexan para el ángulo flanqueado de este Polígono 83. grados, y algunos minutos.

El Mariscal de Vaubàn, dando siempre à la perpendicular 70. varas en todos los Poligonos, desde el Exagono, hasta el de mayor numero de lados, no ha encontrado variacion en los flancos de los Baluartes, pues resultan en todos iguales á los del Exagono; si solo, los angulos flanqueados resultan mayores, segun el mayor numero de lados del Poligono, las semigo-las mayores, y las capitales un poco mas pequeñas.

En estos Poligonos se podrá, aumentando la perpendicular, aumentar tambien los flancos; pero el Mariscal de Vaubàn los tiene por mas utiles, del tamaño que son los del Exagono; esto es, de 63. varas, y algunos piés.

Los angulos formados por la cortina, y la linea de defensa, como los BFE, GEF, se llaman *Angulos flanqueantes interiores.*

NOTAS.

1. Que se ha dicho, que la longitud del flanco depende de el angulo del Poligono, que se fortifica; y se demuestra del modo siguiente.

DEMONSTRACION.

Es evidente, que quanto mas grande es el angulo del Poligono, tanto mas se puede aumentar el angulo diminuto FBC , y por configuiente el angulo flanqueante interior EFB , que es su igual, por razon de ser paralelos los lados BC , y OP ; pero este ultimo angulo, por hallarse en el triangulo EFH , será tanto mayor, quanto lo sea el lado, ò flanco EH , opuesto à dicho angulo, luego relativamente su igual FBC ; pero este depende [ser mayor, ó menor] del angulo del Poligono, luego tambien el flanco, que es, &c.

Como la longitud de la perpendicular ID , es relativa à el angulo del Poligono, y ella determina los angulos diminutos, se sigue, que los flancos, cuya longitud depende de estos angulos, dependen tambien de la perpendicular, y assi ellos tendrán su variacion, segun ella se aumente, ò disminuya.

2. Se dice, que se FORTIFICA POR FUERA, quando el lado del Poligono, que se propone para fortificar, sirve de lado interior; porque entonces los Baluartes están verdaderamente fuera del Poligono: y se

dice, que se FORTIFICA POR DENTRO, quando ellado del Poligono se toma por lado exterior, porque entonces los Baluartes quedan dentro del Poligono; y assi se advertirà, que siendo conocidas todas las lineas, y angulos de la Fortificacion, esta se podrá construir por fuera, inscribiendo un Poligono en un circulo, y suponiendo à cada uno de sus lados, del valor del lado interior.

Tomando despues sobre dicho lado las femigolas, del tamaño encontrado por el examen de las lineas de la Fortificacion, y haciendo los angulos del flanco de la abertura, ó grandòr, que deben tener, los flancos lo mismo, y finalmente, describiendo desde los extremos de estos, con el intervalo de 117. varas, dos arcos, que se cortarán, será la interseccion el cuspide del angulo flanqueado de los Baluartes, prolongando el radio del tamaño de las capitales, y tirando por la extremidad las caras, se formarán los angulos de la espalda, &c.

Hasta aqui no hemos hablado de la construccion de las puertas, ó de la manera de marcarlas sobre el plano, lo que por su facilidad omite mucha explicacion; pero no obstante, empezaremos por el parapeto, tomando sobre él, de una, y otra parte de la linea, que passa por

Figura 1.

medio de la puerta, un espacio de 4½ varas, que juntos componen 9. de longitud, y dándole otras 9. de latitud, queda en este lugar señalada la puerta, donde por razon natural se infiere, no se marcarà por la parte interior de dicho espacio la banquetta, que debe haver por todo el parapeto.

Para marcar en el plano los puentes, es necessario prolongar el radio recto OX, hasta S: esto es, hasta la contra-escarpa del foso, y tirar de una, y otra parte de esta linea, á distancia de 8. ò 9. piés, dos paralelas, las quales terminarán la anchura del puente: á 18. piés de la cortina, se tirará una paralela en toda la anchura del puente, para señalar el lugar del puente levadizo, y se distingue del puente durmiente, por dos lineas, que se cortan diagonalmente.

El puente durmiente se llena

de pequeñas líneas, paralelas á la que termina la longitud del puente levadizo.

Tiranse tambien de una, y otra parte de este puente, empezando desde donde acaba el levadizo, dos paralelas sumamente proximas á las que terminan su anchura, las quales marcan el espesor de las piezas de madera, donde está formado el *Guarda-fuego*, y no se continúan hasta la cortina, porque el puente levadizo, no tiene guarda-fuego: en fin, por fuera de estas líneas, se hacen unos pequeños quadrados sobre ellas (como se vé en la figura) para mostrar los abances de las piezas de madera, sobre quien están las planchas del puente.

Por ser esta Obra compuesta, para los que quieran dár principio á las Fortificaciones, y enterarse de este arte, se ha dado sin intermission, el modo de trazár

el plano de una Plaza completa; à fin de instruirlos de esta forma mas facilmente, y que puedan retenerlo en la memoria, para que en qualquier caso, siguiendo las reglas precedentes, exerciten sus operaciones; y vamos ahora à explicar la figura, que se puede dár à el flanco, para aumentar la fuerza, y ponerlo en estado de resistir con ventaja las baterias del Enemigo: despues se darà la construccion de las obras, que se hacen en el foso ordinariamente, y se passará tambien à la de las exteriores.

PROBLEMA QVARTO.

Trazár un Flanco curvo con Orejón.

Siendo el flanco la parte mas essencial del recinto de una Plaza fuerte, es forzoso aumentar su defensa, y sòlidèz, y ocultarlo quanto sea possible al Enemigo.

Cada Autor ha tenido sus ideas particulares en este assunto: las del Mariscál de Vaubàn (cuyo *systhèma* seguimos) consisten en poner una parte del flanco concava, y cubrirla con la otra parte redonda, ò en semicirculo: un flanco dispuesto de esta manera, se llama *Flanco cubierto*, ò *Flanco curvo con Orejón*; llamafe *Orejón* la parte redonda, ò en semicirculo.

OPERACION.

Trazese con lapiz el primer disseno, ò linea magistral de la Plaza (por el *Prob^a 1^o*) y despues practiquese lo siguiente.

1^o. Se dividirá el flanco **CD** Figura 8.
en tres partes iguales.

2^o. Sobre la mitad de **CI** (tercio del flanco, hacia la espalda del Baluarte) se levantará dentro de este, una perpendicular indeterminada **OK**; y en el pun-

to C, otra perpendicular à la cara CB, que ferà CK, la qual cortará la primera en el punto K, y haciendo centro en este, con el intervalo KC, ô KI, se describirá un arco CI, que ferà el orejòn.

3º Se pondrá la regla sobre el extremo I del orejòn CI, y sobre el punto A, cuspide del angulo flanqueado del Baluarte, opuesto à el flanco CD: y estando la regla en esta disposicion, se tirará la linea IH dentro del Baluarte, à la qual se le darán 11. varas, y 2. piés de longitud, y por nombre el *Revés del orejòn*. Se prolongará la linea de defensa AD dentro del Baluarte, de manera, que la prolongacion DG tenga 11. varas, y 2. piés; y de los puntos G, H tomados por centros, con el intervalo GH, se describirán dos arcos, que se cortarán en el punto L fuera del Baluarte, del qual tomado tambien por centro, y con el mismo intervalo

GH, se describirá GPH, que será el flanco cubierto, ò curvo.

Haciendo la misma operacion en todos los flancos de los Baluartes de la Plaza, se tendrá el plano trazado con Baluartes de flancos curvos, y orejones.

Advertencias.

1. Si se quiere en la construccion del plano, describir el orejón haciendo un semicirculo sobre la linea CI, tomada por diametro, se puede executar.

2. El orejón debe tener, á lo menos, 14. ò 16. varas de diametro, para resistir el esfuerzo del cañon: y assi, no se puede construir, que en flancos de 42., 47. ò mas varas, porque en otros mas pequeños será muy debil.

3. Por la construccion del revés IH del orejón, no puede ser vista del camino cubierto opuesto, la parte del flanco curvo, proxima á el punto H, capaz de colocar en ella un cañon, por embrassura, que no podrá desmontar el Enemigo, sino con bombas, cuyo efecto es bastantemente incierto, en un espacio tan pequeño: este cañon sirve, para defender el passage del foso, de hacerlo mas respetable, y difícil á los Enemigos, y de retardarles la toma, ò entrada en la Plaza, aunque la brecha esté abierta.

Los flancos cubiertos ocasionan mayores gastos, que los otros; pero sus utilida-

des, y ventajas lo dãn todo por bien em-
 picado: y assi, hay Ingenieros, que defien-
 den, que una Plaza no està bien fortificada,
 si no tiene sus flancos cubiertos, y que los
 simples, ó llanos, no son propios, que para
 las fortificaciones de campaña, ó para las
 obras de tierra, que se construyen en la
 guerra, para fortificar algunos puestos.

4. Las líneas, que terminan el parapeto,
 el terraplèn, y el declivio del rampart
 del flanco curvo, son arcos de círculos des-
 criptos del mismo centro L, que dicho flan-
 co. Para describir el costado interior del pa-
 rapeto, se aumentan à el radio LH siete va-
 ras, y para describir la línea, que termina el
 terraplèn, es menester despues de esto au-
 mentarlo 14. &c.

5. El parapeto del orejòn, se forma en
 línea recta, à 7. varas de la línea IC, y pa-
 ralelamente à ella.

6. El revès del orejòn IH, por no ser
 visto de la campaña, como hemos dicho, no
 necessita un parapeto del mismo espesor,
 que las demás obras: y assi, solo se le dará
 uno de cal, y canto de 3. y medio piès de es-
 pesór.

7. La prolongacion DG de la cortina,
 se llama BRISURA DE LA CORTINA.

8. Se pueden formar los flancos cubier-
 tos, de diverso modo, que el que acabamos
 de explicar del Mariscal de Vaubàn, deter-
 minando en línea recta la parte entrante, ó
 cubierta del flanco, è igualmente puede ser
 el orejòn terminado exteriormente en línea
 recta; pero entonces saldrá con menos sòli-
 dez, que siendo redondo; porque como de
 esta manera no forma angulo con la cara
 del Baluarte, las balas tienen mas dificultad

en arruinarlo; también el flanco cubierto en línea curva, concava, es mas ventajoso, que el que es en línea recta, porque tiene siempre algunos piés de estension, mas que el recto, y descubre con mas facilidad las partes opuestas del foso, y con mayor defensa.

9. Se construyen en el revés de los orejones, unas puertas secretas, llamadas **POTERNAS**: sirven para hacer passar los Soldados, de la Plaza al foso, y de allí á las obras exteriores; para este efecto se practica un camino subterraneo en lo interior del rampart del flanco. Quando el flanco es llano, ó simple (esto es, sin orejón) se hacen dichas poternas á los extremos de las cortinas, hacia el angulo del flanco.

10. Se construían antiguamente en lo interior del rampart de los flancos cubiertos, unas bovedas subterraneeas, con troneras, ó aberturas á la camisa, ó rebestimiento, para disparar por ellas los cañones, que cabian en dichas bovedas: pero viendo, que á poco fuego se llenaban de humo, y que este se salía, era por las troneras del rebestimiento muy lentamente, embarazando á los del flanco la vista de la campaña, resolvieron trazár unas baterias al pié de la camisa del flanco cubierto, y paralelas á él, con el objeto de doblár los fuegos, cubriendolas de la campaña con el orejón, ó angulo de la espalda, las quales se llamaban **PLAZAS BAXAS**, de ellas hablan largamente los Ingenieros precedentes al Mariscal de Hauban.

PROBLEMA QUINTO.

Trazár una Tenaza, y una Campanera,

K

La *Tenaza*, es una obra conftruida sobre las lineas de defenfa delante de las cortinas, sin mas elevacion, que la del nivèl de la campaña, ò 2. pies menos, cubierta de un parapeto, con una, ò dos banquetas. Sirve de aumentar la defenfa del foffo, y fus tiros son mas dañofos para el Enemigo, que los de los flancos de la Plaza, por fer mas raffantes, y disparados de mas cerca; algunas veces tiene flancos, como la tenaza INOQPK (Fig^a 9.) y en este caso fe llama *tenaza de flancos*; pero quando no los tiene, como la tenaza EMF (Fig^a 10.) fe llama *Tenaza simple*.

El Marifcal de Vaubàn, con largas experiencias de tenazas de flancos, y tenazas simples, y como inventòr de ellas, prefiere estas à las otras, porque los flancos de las primeras, pueden fer facilmente enfilados del rampart de la *Media luna*; inconve-

niente, que no hay en la tenaza simple, aunque su fuego es mas obliquo.

Es necesario para construir las tenazas de flancos, lo siguiente.

1º Tirar la linea GH, paralela á la cortina RS, á distancia de 7. varas. Figura 9.

2º Tirar las lineas GI, KH, paralelas á los flancos RE, SF, á distancia de 11. varas, y 2. piés.

3º Tirar las lineas de defensa AS, BR, y desde el cuspide M del angulo flanqueante, tomar de una parte, y de otra las lineas MN, MP, iguales cada una á la mitad de las lineas IM, MK; despues de los puntos N, P, baxar las perpendiculares NO, PQ, sobre las lineas de defensa BR, AS: dichas perpendiculares formarán los flancos de la tenaza; las lineas NI, PK serán las caras, y tirando la recta OQ, quedará tambien trazada la cortina.

4.º A 7. varas de distancia del primer diseño, ó línea principal INOQPK de la tenaza, se tirarán líneas paralelas, para determinar su parapeto, se darán 14. varas al terraplén delante de las caras, y los flancos; y solo 7. delante de la cortina.

5.º Si la distancia de la línea GH, á la cortina OQ, fuese menos de 14. varas, se comenzará tirando una paralela, á distancia de 7. varas, á la línea GH, para el terraplén de la tenaza delante de la cortina: despues se tirará otra á aquella, á la misma distancia, que terminará la longitud de los flancos NO, PQ, por encontrarse con ellos, y será el costado exterior del parapeto de la cortina de la tenaza.

6.º Es necesario marcar una banquetá á la tenaza, como en el parapeto del rampart del cuerpo de la Plaza, y en las caras se formarán dos, porque el parapeto

de ellas es mas elevado, á fin de cubrir los flancos de la tenaza.

7º Dividese la tenaza en dos partes, por un pequeño foso MV, que se practicará en medio de su cortina, sobre el qual hay un puente, de la una parte de la tenaza à la otra, para la comunicacion de toda ella.

NOTA.

Que la tenaza es una obra enteramente separada de la Plaza, y las ruínas de ésta, nunca pueden ofender á los de la tenaza, por la distancia, ó foso, que hay de por medio.

La tenaza ha substituido à la FALSA BRAGA, siendo muy bien admitida, y aprobada de todos los Ingenieros modernos, à excepcion de MONSIEUR DE MEGRIGNY, que juzgò mas á proposito la falsa braga en la Ciudadela de TOURNAY; aunque á esto dice MONSIEUR DE FOLARD, que no se formò la falsa braga en dicha Ciudadela, por ser mas ventajosa en sí, que la tenaza, sí por ser preciosa dicha obra, para corregir los defectos del primer recinto.

Las caras de este segundo recinto, ò falsa braga, pueden ser enfiladas facilmente del camino cubierto, ó de lo alto del glacis; la cortina, y los flancos, no tienen este inconveniente; pero las ruínas del rampart, sien-

do rebestido, harán un considerable perjuicio à todo él.

Para corregir este defecto el Mariscal de Vaubàn, ha suprimido las caras de la falsa braga, y ha separado de la Plaza los flancos, y cortina, de suerte, que los estragos del rebestimiento, no puedan caer sobre ella.

Esta obra así formada, es nuestra tenaza de flancos, la qual goza de las principales ventajas de la falsa braga, sin tantos defectos.

El Cavallero de Ville, propuso quasi la misma correccion, antes que el Mariscal de Vaubàn.

Construccion de la Tenaza simple.

Fig. 10. Tirese, como para la tenaza de flancos, una linea DC, paralela à la cortina AB, à distancia de 7. varas; tirense las lineas de defensa OB, PA, y las paralelas DE, CF à los flancos AG, BH, à distancia de 11. varas, y 2. pies; con lo que no se necesita mas, que tirar paralelas al principal disseno EMF, à distancia de 7. varas para tener el costado interior del parapeto; las paralelas KV, VN, á distancia de 14. varas del

costado interior de este parapeto, para terminar el terraplén de dicha tenaza, la qual quedará formada por las lineas KE, EM, MF, FN, NV, VK, y se dividirá en dos partes iguales, por un pequeño foso, hecho delante del punto M, como la tenaza de flancos.

Construccion de la Caponera.

Las tenazas se hacen regularmente en fossos de agua, tambien se pueden formar en fossos secos; pero entonces se les añaden las *Caponeras*.

La caponera, es una especie de doble camino cubierto, con 14. ô 16. piès de ancho, construido en lo profundo del foso (delante del medio de la cortina) que ocupa toda la anchura de dicho foso en esta parte, y se termina à los lados del angulo flanqueante: esto es, à el encuentro de las lineas de defensa.

Tiene estacada de una, y otra parte; su parapeto, que tiene solamente $3\frac{1}{2}$. piés de alto sobre el nivel del foso, fenecé en suave pendiente, ô en glacis, dentro del foso, à 24. ô 28. varas de su costado interior. El terraplén de esta obra, es $3\frac{1}{2}$. piés mas profundo, que el foso, y assi toda la altura de su parapeto es de 7. piés: tiene tambien sus banquetas como el camino cubierto.

Para construir la caponera, es menester tirár las líneas de defensa EH, GF, y teniendo el angulo flanqueante EBF, de su cuspide B, tirár al cuspide A del angulo entrante de la contra-escarpa, la línea BA, à la qual se tirarán de una parte, y de otra paralelas, à distancia de 7, ô 8. piés, terminadas de un extremo por la contra-escarpa, y del otro, por las líneas de defensa, con lo que se tendrá trazada dicha caponera.

Se le formarán sus banquetas, como se vé en la (Fig.^a 11.), y à 24. ô 28. varas de cada uno de sus costados, se tirarán paralelas, para determinar el glacis de su parapeto.

Construyense tambien caponeras en los fossos secos, aunque no tengan tenazas; pero entonces substituye à la tenaza ordinaria, una especie de tenaza simple OBP, que consiste en una elevacion de tierra, de 9. à 10½. piés, en lo profundo del foso, lo largo de las partes OB, BP de las lineas de defensa delante de la cortina, la qual và à morir en glacis dentro del foso, à distancia de 24, ô 28. varas: danse una, ô dos banquetas à esta especie de tenaza, cuyo uso es el mismo, que el de la ordinaria.

El principal uso de la caponera, es, defender directamente el passage del foso de las caras de los Baluartes, y dàr al Sol-

dado passo oculto, para ir cubierto desde la Plaza à las obras exteriores: para que no pueda ser descubierta saliendo de la caponera, se corta ordinariamente la contra-escarpa en el angulo entrante, con una linea LK, paralela à la cortina, lo que se executa, tomando las partes AL, AK, cada una de 20, ò 21, varas, y tirando despues la linea LK: se practica otras veces, para el mismo efecto, en este lugar, una pequeña escavacion, como LMNK, à la qual se le dá la figura de un segmento de circulo, ò la de un triangulo, &c.

PROBLEMA SEXTO.

Construir una Cuneta dentro del foso.

Es esta construccion tan simple, que basta para trazàr dicha cuneta, formar en medio del foso, paralelamente à las lineas

de defensa un pequeño fosso de 14. ò 16. piès de ancho, y arredondarlo por delante de los angulos flanqueados, de suerte, que quede paralelo â la contraescarpa. Quando no es rebestido, debe tener por abaxo 5. ò 7. piès de latitud, y siempre su profundidad serâ de 6. ò 7. piès.

Quando hay cuneta en los fosos, son muy effenciales las caponeras para flanquearla. Se hace passar la cuneta por baxo la caponera, como se vè la abcdef.

PROBLEMA SEPTIMO.

Describir el Perfil, ó disseno del corte del rampart, fosso, camino cubierto, y glacis de una fortificacion.

Sea la figura primera el plano de una Plaza fuerte, construida, como acabamos de enseñar, donde se vè la longitud, y latitud de

todas sus partes; pero no la profundidad, ò altura, la que se conocerà suponiendo esta fortificación cortada perpendicularmente de alto abaxo, segun la linea ST, y trazando el diseño de este corte, que ordinariamente se llama *Perfil*.

Figura 1.

OPERACION.

Se tirará de lapiz, ò puntos, una linea AB, la qual representará el nivèl del terreno de la Plaza, de fuerte, que todo edificio, ò obra construida en esta por baxo de dicho nivèl, estará tambien en el plano por la parte de abaxo de esta linea, y toda obra, que en la plaza esté sobre el nivèl estará en el plano sobre la AB; se formará despues una escala (ab) mayor que la del plano: esto es, que la parte, que en aquella valga una vara, será mayor, que la que en esta valga otra, à fin, que

Fig. 12.

todas las partes del perfil (siendo mayores) sean mas distintas, y claras ; se proporcionará con el grandor del papel donde se ha de formar el perfil, de manera, que si el corte ST (Fig^a 1.) tiene 50. varas de latitud, sea la latitud del papel á lo menos de 50. de esta escala : esto supuesto, del punto A tomado sobre la linea Fig. 12. AB, se tomará AC de 10. varas, y media, para base del declivio interior del rampart ; del punto C, se levantará la perpendicular CD de 7. varas, para la altura del rampart.

Se le dán 7. varas de altura al rampart en esta obra, por ser lo mas ordinario, y comun ; y aunque parece ser mas conveniente quanto mas alto, demonstrarèmos lo contrario, para seguir con conocimiento nuestro dictamen.

Un rampart muy elevado, es constante, que cubre mas ventajosamente los principales edifi-

cios de la plaza, y que proporciona al Soldado mas bien, para tirar sobre el Enemigo à la campaña; pero tiene el inconveniente del gran gasto, que ocasiona su construccion, además de lo que tarda en concluirse, de estar mas expuesto à las baterias Enemigas, y de embarazar por su altura, sea descubierta desde el parapeto la parte superior de la contraescarpa, y registrada toda la campaña: y además de esto, quando el rampart es muy elevado, es preciso, que el Soldado tire con mucha inclinacion, ù obliquez à tierra, y la vala se ahogue en ella mas prontamente, que quando el rampart tiene menos elevacion; porque en este salen los tiros quasi horizontales; y aún se pueden añadir à estos inconvenientes, que el cañon disparado de muy alto hacia baxo, maltrata mucho la cureña, y con dificultad acierta su tiro.

No por esto se ha de dexar, de dár alguna elevacion al rampart, pues aunque no hay duda, que siendo muy baxo, costaba su construccion menos, que la de los otros, y que fustiros serian mas horizontales, y por consecuencia mas nocivos al Enemigo, y menos expuestos à las baterias de este, y desde su parapeto serian mas bien descubiertas las inmediaciones de la plaza; no obstante, quedabale el defecto, de no cubrir los edificios de la Ciudad, de ocultarsele las partes algo distantes en la campaña, y de poder, ser escalado con facilidad.

De esto se sigue, que havien- do encontrado los inconvenientes, y ventajas, que ofrecen los rampares altos, y baxos, ha sido forzoso buscar entre ellos un medio, en el qual haya las ventajas de cubrir por su altura los edificios de la Plaza, no con tan-

to exceso, que los tiros por muy inclinados pierdan su buena direccion, y quede todo el rampart muy expuesto à las baterias del Enemigo, con las demàs nulidades halladas en el rampart muy alto, y assi se ha determinado ser su regular proporcion de 7. varas de altura: advirtiendole, que esta tambien puede variar, segun las circunstancias del terreno donde la Plaza se halle situada.

Por el punto D, se tirará una paralela indeterminada DN à la linea AB, sobre la qual se tomará la DE de 11. varas, y 2. piès, para la latitud del terraplèn del rampart, no comprendiendo la de la banquetta; en el punto E se levantará la perpendicular EF, de $2\frac{1}{2}$. piès, para la altura de la banquetta, y se tirará la FH paralela à DN: se tomarán FG, y GH cada una de $4\frac{1}{2}$. piès; se tirará la linea EG, que será el declivio de

la banqueta, y GH la parte superior. Del punto H se levantará la perpendicular HI de $5\frac{1}{4}$ piés, para la altura del parapeto por encima de la banqueta.

La altura interior del parapeto, desde la banqueta, hasta arriba, ha parecido suficiente de $5\frac{1}{4}$ piés, para que un Soldado de regular talla: esto es, de 5. piés de Rey, y pulgadas, que son 6. de Castilla, pueda tirar por encima à la campaña: y para que el Enemigo no pueda descubrirle entonces, ni aún la cabeza, se ponen todo lo largo del parapeto sobre el declivio superior, y proximos al costado interior, unos facos de tierra, con algun intervalo de uno à otro, y en dicho intervalo, sobre los extremos de cada dos facos, se coloca otro faco, el qual forma una tronera, ó crenòx, para que por ella tire el Soldado, y le quede cubierta la cabeza: estos facos llenos de

tierra fon de 2. piés de longitud, y $1\frac{1}{2}$. de diametro.

Del punto I, se tirará una paralela indeterminada IK, á la linea DN, sobre la que se tomará IL de $1\frac{2}{3}$. piés, y se tirará HL, que será el costado interior del parapeto.

Se tomará LK de 7. varas para el espesor del parapeto, y del punto K se baxará la perpendicular indeterminada KP, sobre AB, prolongandola despues, que corte á AB: se tomará KM de $3\frac{1}{2}$. piés, y se tirará la linea LM, que será el declivio superior del parapeto, el qual está (como se ha dicho) con disposicion, que el Soldado puesto sobre la banqueta pueda descubrir el camino cubierto, y glacis. Esta linea KM, que termina el declivio superior del parapeto, debe variar segun la altura del rampart, y la anchura del fosso, y assi se determinará generalmente,

tirando del cúspide L del parapeto, una línea á la mitad del camino cubierto opuesto, ó á la contra-escarpa.

Se prolongará la línea DE, hasta que corte la KP en el punto N, desde el qual, tomado por centro, se describirá un semi-círculo, con el intervalo de 1. pié, ó $\frac{1}{2}$ que representará el cordon, el que debe estar siempre á nivel del terraplén del rampart. Después se tomará NP de 14. varas, y del punto P se tirará una paralela indeterminada Pn, á AB, la qual dará el fondo del foso, cuya profundidad, se supone aqui igual á la altura del rampart, que son 7. varas.

Se tomará NO de $5\frac{2}{3}$. piés, para el espesor de la camisa, ó rebestimiento, hasta el cordon, y del punto O se tirará la línea indeterminada OQ, paralela á NP, la qual será el lado interior de la camisa,

Desde el punto P, donde Pn encuentra NP, se tomará PR de 8. piés, para el declivio de la camisa (esto es, quasi la quinta parte de su altura NP) y se tirará NR, que representará la escarpa, ò parte exterior de la camisa; se tomará RS de un pié, para figurar el fundamento de la muralla, ò cimiento, y se tirará ST perpendicular à Pn, à la que se daràn 5, ò 6. varas, para la profundidad del cimiento: se tirará TQ paralela à Pn, que cortará OQ en el punto Q.

El espesòr de la camisa hacia el cordon, puede señalarse à $5\frac{2}{3}$. piés; dasele comunmente para declivio la quinta parte, ò la sexta de su altura, contada desde el cordòn, hasta el fondo del foffo.

Se marcará la camisa, ò rebestimiento del parapeto, tirando una linea Y & paralela à NM, à distancia de $3\frac{1}{2}$. piés, que es su espesòr ordinario. Aunque el

rampart sea rebestido, no lo es siempre el parapeto; porque las ruinas, que saltan, quando lo bate el Enemigo con su cañon, son muy nocivas à la tropa, que està detrás del parapeto; à esto se añade, que hay mas dificultad de practicar en èl embrassuras quando se necessitan, y para estos casos, se retira el pié del parapeto, hasta el cuspide O del rebestimiento, y desde allì se eleva el declivio, de suerte, que este tenga los dos tercios de la altura del parapeto. Se puede prolongar la linea QO, hasta la linea LK, y tomar sobre esta ultima hacia el extremo L, la longitud, que el parapeto debe tener por declivio, y tirár despues la linea de su declivio al punto O, entonces las 7. varas del espesòr del parapeto, se deben contar, ò tomarse entre la prolongacion de QO, y HI: esto es, de la perpendicular sobre la banqueta.

Si se supone, que se encuentra un contra-fuerte en el corte de una Fortificacion, el qual se quiere representar en el perfil, será menester tomar VO de $10\frac{1}{2}$. piés, y tirár VX paralela à QO, y VXQO dará el perfil del contra-fuerte, proximo al rebestimamiento OR.

Figura 5. Se vé en el frente de fortificacion BS, el plano del cimiento, ó fundacion de un rebestimamiento, con el de sus contra-fuertes, ó estrivos.

Fig. 12. En el perfil, que se construye la linea OV, señala la longitud del contra-fuerte VQ, que se encuentra en el corte de esta fortificacion.

Se dà ordinariamente una pendiente al terraplèn del rampart, à fin, que las aguas, que sobre él caygan, se viertan hacia la Plaza; se tomarà, para determinarla DW de $1\frac{2}{3}$. piés, se tirará la linea WE, que dará la parte su-

perior del rampart, y AW, fu declivio interior, ô la pendiente de las tierras del rampart hacia la Ciudad.

Siendo assi construído el perfil del rampart, y de todas sus partes, se tomarà sobre el plano (Fig^a 1^a.) la anchura del foso, en el lugar donde està cortado, por la linea ST, y se llevarà sobre la linea Pn del perfil, el numero de varas, que contiene: y suponiendo, que esta anchura es de 47. varas, se tomarán las mismas desde P, à n, en el perfil, se levantará la perpendicular nm, terminada por AB en el punto m, que será la parte superior de la contra-escarpa.

Se tirará una paralela zy, à la linea (nm) à distancia de $3\frac{1}{2}$. piés, para tener el espesòr del rebestimiento de la contra-escarpa: se tomará (nu) de $3\frac{1}{2}$. piés, para el declivio de este rebestimiento, y se tirará la linea (um) que se-

rá la parte exterior de la contra-
escarpa.

Se dexará à el punto (u) una parte de cerca de 1. pié, que señalará el cimiento de este rebestimiento, como aquella del rebestimiento del rampart.

Se tomará despues (mc) de 11. varas, y 2. piès, para la anchura del camino cubierto, no comprendida su banquetta. Se supone aquí, que el camino cubierto es à nivèl de la campaña; pero su construcción será la misma, si fuese un pié, ô dos, mas baxo.

En el punto (c) se levantará la perpendicular (cd) de $2\frac{1}{2}$. piès, ô 3. para la altura de la banquetta, se tirará la línea (df) de 7. piès, paralela à la línea AB, sobre la qual se tomarán (de), y (ef) cada una de $3\frac{1}{2}$. piès, se tirará (ce), para la subida de la banquetta, y (ef) será la parte superior.

Del punto (f) se levantará la

perpendicular (fl) de $5\frac{1}{2}$ piès, para la altura del parapeto del camino cubierto, por encima de su banqueta. Se prolongará (fl) hasta que corte la linea AB en el punto (r), se tomará (rg) de 50, ò 60. varas, para la latitud del glacis, y se tirará (lg), que será el glacis, ò la pendiente de las tierras del parapeto del camino cubierto. Se tomará sobre esta linea la parte (lh) de un pié, y se tirará la (hf), que será el costado interior del parapeto. Y hecho esto, no quedará por marcar otra cosa, que una estacada sobre la banqueta, como se vé en la figura, para tener finalizado el perfil.

Se ha observado, que la pendiente del glacis, prolongada hacia la Plaza, debe terminarse en el cordón, ò poco mas baxo, à fin, que el Enemigo no pueda descubrir la camisa del rampart, hasta establecerse en la parte superior del glacis.

Para disponer así el glacis en todos casos, es menester, del punto (g), que termina su estension, tirar una linea al cordon (N).

Esta linea cortará en (l) la perpendicular (lr), que termina la anchura del camino cubierto, se tomará (lr) de 8. piés, para la altura del parapeto del camino cubierto, y se tirará por el punto (r) una paralela al nivel de la campaña, la qual dará el terraplén del camino cubierto, &c.

Advertencia.

Se observará, que el rampart sea mas elevado en los angulos flanqueados de los Baluartes, y generalmente en todos los angulos salientes de la Fortificacion, que en los angulos de la espalda; porque esta grande elevacion de los angulos salientes, sirve para cubrir mas exactamente la longitud de las caras, y de impedir, en muchos casos, sean vistas del terreno de las inmediaciones de la Plaza, quando este terreno sea superior al terraplén del rampart de dichas obras.

De las Fortificaciones exteriores, ó de las Obras, que se construyen delante del foso, para aumentar la defensa de la Plaza.

Se llaman generalmente *Fortificaciones exteriores*, todas las obras, que se construyen delante del foso de la Plaza: sirven, de aumentar la fuerza, de cubrir los puentes, las partes mas debiles del recinto, de unir á la Plaza las eminencias, que la dominan en sus contornos, de otras infinitas utilidades, y sobre todas, la de prolongar la duracion de la defensa de la Plaza; porque el Enemigo ha de gastar primero en demolerlas, tiempo, y gente, para poder llegar á batir el cuerpo de la Plaza: las mas utiles, y comunes de estas obras son, *Medias lunas, ó Revellines, Con-*

tra--guardias, Hornaveques, Obras Coronadas, Grandes, y Pequeñas Lunetas, &c. La disposición, y figura de estas obras, es establecida sobre los mismos principios, que se han observado en la construcción del recinto del cuerpo de la Plaza.

No debe haver parte alguna de dichas obras, que no sea flanqueada de otra, yá sea del cuerpo de la Plaza, ó de las mismas exteriores; de suerte, que el Enemigo no pueda ponerse en lugar alguno de las inmediaciones de una obra, sin ser descubierto de otra.

Haviendose juzgado necesario, que todas las partes del recinto de una Plaza, sean defendidas con el fusil, es forzoso, por esta razón, que todas las partes de las obras exteriores, sean tambien flanqueadas por el fusil; y para este efecto, que aquellas, que son flanqueadas de alguna

parte del recinto de la Plaza, no disten de ella mas, que el alcance de esta arma: y del mismo modo, que las otras partes exteriores, que se flanqueen mutuamente, no disten unas de otras, mas que dicho alcance: esto es, 280. â 350. varas.

Las obras exteriores deben tener un rampart, y un parapeto; y para su construccion se observará lo siguiente.

1º Dichas obras deben ser construïdas de manera, que despues de tomadas por los Enemigos, no puedan servirles de cubierto, ni abrigo, contra los tiros de la Plaza, ô de otras obras exteriores.

2º Que el rampart de ellas sea mas baxo, que el de la Plaza, â fin de ser dominado de esta.

Quando hay muchas obras exteriores, unas delante de otras, las mas inmediatas â la Plaza deben tener su rampart 4. piés

mas baxo, que el de la Plaza, y las que inmediatamente se figan â ellas, deben tener tambien el fuyo otros 4. piés mas baxo, y assi figuiendo; de fuerte, que habiendo tres obras exteriores, las unas delante de las otras, y el rampart de la Plaza sea de 21. piés de altura, el de la 1^a será de 17., el de la 2^a de 13., y el de la 3^a de 9., assi las demás obras exteriores mas inmediatas â la Plaza, dominan las mas distantes, y el rampart de la Plaza domina generalmente todas las referidas obras.

3^o Cada obra exterior debe estàr cercada de un foffo, que se comuniquè con el de la Plaza, y sea tan profundo, siendo todos de agua; pero siendo secos, puede ser un poco menos; y esto â fin, que el piè de las obras exteriores, sea mas bien defendido de las partes de la Fortificacion, que lo flanquean.

Los fosfos de las obras exteriores, deben tener 24. ô 28. varas de anchura, y fer redondos delante de los angulos salientes, como es de la Plaza, delante de los angulos flanqueados de los Baluartes.

4º El parapeto de dichas obras, es del mismo espesòr, que el de la Plaza: esto es, de 7. varas, para fer à prueba de cañòn.

La anchura de su terraplèn, es ordinariamente de 7. à 9. varas, y su declivio se proporciona à la altura: esto es, se le dá una vèz, y media la altura del terraplèn, ô rampart.

Advertencia particular.

Quando se disseña, ó se construye un plano, à el qual se le quieren poner obras exteriores, despues de trazado de lapiz con su fosfo, se marcarà inmediatamente el camino cubierto, para construir las obras exteriores, y despues de trazadas formar el camino cubierto, que debe encerrar, ò abrazar en sí todas las fortificaciones de una Plaza de guerra.

PROBLEMAS para la construcción de las obras exteriores.

PRIMER PROBLEMA.

Construir una Media luna, ó Revellin.

Fig. 13. *La Media luna LMN, ó Revellin, es una obra quasi triangular, que se construye delante de las cortinas, y es compuesta de dos caras LM, MN, que forman un angulo saliente LMN, hacia la campaña, y de dos semigolas RL, RN, tomadas sobre la contra-escarpa de la Plaza.*

Para construir una media luna delante de la cortina 3F, es menester tomar dos puntos O, P, sobre las caras E₁, H₂, de los Baluartes, que acompañan esta cortina, à 9. ó 10. varas de distancia de los angulos de la espalda E, H; despues desde el punto F', toma-

do por centro, y con el intervalo FO, describir un arco, que será cortado por la prolongacion de la perpendicular BR, en el punto M, el qual será el cuipide del angulo saliente de la media luna.

Hecho esto, se tirarán las lineas MO, MP, que cortarán la contra-escarpa en L, y en M, y se tendrán ML, y MN, que serán las caras de la media luna; y LR, RN serán las semigolas.

La linea RM, tirada del angulo entrante R de la contra-escarpa, â el angulo saliente M de la media luna, se llama *Capital de la media luna*.

El rampart, y parapeto de la media luna, se tiran paralelamente â sus caras; â sabèr: el costado interior del parapeto, â 7. varas de las caras, dentro de la media luna; el rampart, ô la linea, que termina su terraplén, â 9. varas, y un piè del costado interior del parapeto; y en fin, el

declivio del rampart, à 5. varas, y 2. piès de su costado interior.

No se dá rampart alguno à la gola de las obras exteriores, porque no servirìa de otra cosa, que de cubrir al Enemigo del fuego de la Plaza, quando fuesse apoderado de estas obras.

Se darán 28. varas de anchura al foso de la media luna, y se tirará su contra-escarpa paralela à sus caras, hasta el foso de la Plaza. Se redondará delante del angulo saliente M, como se hizo en la del foso de la Plaza, delante de los angulos flanqueados de los Baluartes.

Advertencias.

V. Las medias lunas, sirven de cubrir las cortinas, y puertas (que, como se ha dicho, se construyen en medio.) Impiden tambien, que el Enemigo descubra los flancos de dos parages distintos: esto es, de la contra-escarpa opuesta à la cortina, y de la opuesta à los flancos; esta ultima es la unica donde el Enemigo puede establecer sus baterías, para arruinarlos: lo que haría con mayor ventaja, si tuviesse dos parages de donde batirlos à la vèz.

2. Las partes RO , Pn , de las caras de los Baluartes, comprendidas entre la prolongacion de las caras de las medias lunas, y la de la contra-escarpa, le sirven de flancos; porque es claro, que ellas flanquean sus caras en toda su estension, tambien como à su foffo.

Se han tomado los puntos O , P , à 9. ó 10. varas de los angulos de la espalda E , H : esto es, hacia la extremidad del parapeto, y de la banqueta de los flancos, à fin, que toda la parte de las caras, que está delante del foffo de la media luna pueda defender dicho foffo, lo que no sucederá, si las caras de la media luna, siendo prolongadas, concurren à los angulos de la espalda E , H ; porque el espesór del parapeto en este lugar, ocupará una parte del espacio, que flanquea la media luna, y entonces ella no será defendida, por fuego igual à la anchura de su foffo.

3. Para sabèr, hasta què punto se puede abanzar el angulo saliente M à la campaña, es menester, de los puntos P , O , describir dos arcos, que se cortarán en el punto 7. tomados por centros, con el intervalo PO , y este será el que se busca. Porque tirando lineas de 7 à P , y de 7. à O , se tendrá un triangulo equilatero, quedará el angulo $O7P$, de 60. grados; y siendo este el mas pequeño, que puede ser admitido en la Fortificacion, se infiere, que el punto M , no puede ser tomado mas adelante.

4. Para aumentar la defensa del foffo, y caras de las medias lunas, quando este foffo sea seco, se practica en su fondo; hacia las extremidades de las caras, una especie de plazas de armas (*m*), que no consisten en otra cosa, que en un parapeto, perpendi-

cular á las caras de las medias lunas, que atraviesa toda la anchura del foso, á excepcion de un pequeño espacio junto á la contra-escarpa, que está cerrado por una barrera. Este parapeto es elevado 3. piés, y medio sobre el nivel del foso, y se pierde en glacis dentro de dicho foso, como el parapeto de la caponera; tiene tambien banqueta, y estacada como ella. Se hacen este genero de plazas de armas [que otras veces se llamaban Traverfas] en todos los fosos secos de las obras exteriores.

5. Se hacen algunas veces flancos á las medias lunas, que por ellos parecen Baluartes destacados del recinto.

Para hacer flancos á una media luna (abcd), es menester de los puntos (b, d) tomar 23. varas sobre las caras de las medias lunas, que se terminarán en los puntos (g, h); y de los mismos (b, d) tomar 16. varas sobre la contra-escarpa, de (b, â e), y de (d, á f), tirando despues las lineas (eg,) (fh,) estas serán los flancos de la media luna (abcd.)

Estos flancos deben tener un rampart, y un parapeto, como las caras. Sirven principalissimamente, para la defensa del camino cubierto, que está delante de las caras de los Baluartes, el qual pue de ser enfilado.

6. Se construye tambien algunas veces, una especie de pequeña media luna, dentro de la grande, que se llama Reducto. La capital (a l) de este reducto tiene 39. ò 46. varas, y sus caras son paralelas á las de la grande.

El reducto no tiene, por lo ordinario, mas que un parapeto de cal, y canto, de 2. ò 3. piés de espesor, con crenòx; ò aberturas, por las quales se puede tirar con el fusil. Su foso, que es paralelo á sus caras, tiene 10. ò 14. varas de latitud.

En algunas Plazas, tiene tambien el reducto un rampart, y un parapeto, como la media luna.

El reducto sirve de retirada, à los que defienden la media luna, quando son desalojados de ella por el Enemigo. Desde esta obra pueden causar graves daños à el Enemigo, que quiera establecerse en la media luna abandonada.

7. Se deben construir medias lunas, delante de todas las cortinas de la Plaza.

8. Se hace un puente sobre el foso de las medias lunas, el qual se construye hacia la mitad de una de sus caras, de la misma manera, que el que conduce à la Plaza. Tiene tambien un puente levadizo, que toca inmediatamente à la cara de la media luna; el rampart se corta en esta parte, tanto como es la anchura del puente; de suerte, que se entre à pié llano, del puente en la media luna.

SEGUNDO PROBLEMA.

Cubrir una Media luna con Lunetas.

Para aumentar la defensa de la Plaza, se cubre algunas veces la media luna, por dos obras juntas, que se construyen delante de sus caras, que se llaman *Lunetas*. De estas, hay grandes, y

pequeñas; las grandes, cubren enteramente las caras de la media luna; y las pequeñas, no cubren mas que una parte.

1º Para construir las grandes lunetas, siendo la media luna construida con su foso, es necesario prolongar sus caras BD, CD, indeterminadamente hacia la contra-escarpa, y tomar del punto E, hasta F, 70. varas, y del punto H, hasta G, 36. y tirando despues la linea GF, se tendrá la mitad de la luneta, de quien GF, FE serán las caras, y HE, HG las semigolas. Y haciendo la misma operacion sobre la prolongacion de la cara CD, de la media luna ABDC, se tendrá trazada la luneta.

La luneta tiene un rampart, un parapeto, y un foso, lo largo de sus caras, como la media luna; su rampart es 4. piès mas baxo, que el de la media luna, y su foso tan ancho como el de ésta.

En medio de las grandes lunetas, se hace ordinariamente un retrincheramiento IK, que no es otra cosa, que un rampart, y un parapeto, que se forma paralelamente à la pequeña cara EF, à los quales se les dá la misma anchura, que à el rampart, y al parapeto de la luneta. Se hace un foso à este retrincheramiento, paralelo, y al pié del costado IK; al qual se le dan 8, ò 9. varas de latitud.

El declivio superior del parapeto de la luneta, debe estar inclinado de manera, que si se prolongasse, concurriera en medio del camino cubierto opuesto, ò à su banqueta.

Los fosos de las lunetas son defendidos por las caras de los Baluartes, que flanquean la media luna. El foso del retrincheramiento, es flanqueado por la cara de la media luna.

Es necesario observár, que

el angulo flanqueado F, de la luneta, tenga à lo menos 60. grados. Se construye algunas veces sobre el angulo entrante K, de la contra-escarpa de las lunetas, una especie de pequeña media luna, de quien las semigolas tomadas sobre esta contra-escarpa, tienen cada una 24. varas, y las caras 28; à dicha obra se le dá un fosso de 12, ò 14. varas, que se tira paralelamente à sus caras: la defensa de esta obra, sale de las pequeñas caras de las lunetas. Para construir pequeñas lunetas delante de las caras de la media luna A, se tomarán sobre los lados del angulo entrante de la contra-escarpa CEB, los puntos C, B, à distancia de 35. varas del punto E: estas lineas serán las semigolas de la pequeña luneta. Para formar las caras, hagase centro en los puntos C, B, y con un intervalo de 47. varas, se describirán dos arcos, que se corta-

Fig. 15.

rán en un punto D, del qual se tiraràn las lineas DC, BD, que ferán las caras de la pequeña luneta. Se haràn las mismas operaciones en el otro lado de la media luna A, y se tendrán las pequeñas lunetas G, H trazadas. Se tirará paralelamente à sus caras, un parapeto de 7. varas, y un foffo de 14.

Esta obra es flanqueada de la cara del Baluarte, y de la de la media luna.

Siendo tomada por los Enemigos la media luna A, no puede ser defendido de parte alguna de la Plaza el foffo, que está delante de la cara CD, y puede servirles de cubierto.

Además de esto, como esta obra es mas baxa, que la media luna, siendo ésta tomada por los Enemigos, es forzoso, que los que estèn dentro de aquella, la abandonen, ô perezcan en ella; y assi hay dos defectos conside-

rables, que parecen suficientes, para escusar el gasto de dicha obra, sin embargo, que hay muchas de ellas en la famosa Ciudadela de *Tournay*.

Apliquese la misma razon de los defectos encontrados en las pequeñas lunetas, à la pequeña media luna K, construida delante del angulo entrante de la contra-escarpa de las grandes lunetas. (Fig.^a 14.)

TERCER PROBLEMA.

Trazár una Contraguardia.

La *Contraguardia*, es una obra, que cubre las caras del Baluarte: es compuesta de dos caras, que forman un angulo saliente, delante del angulo flanqueado del Baluarte.

Para construir una contra-guardia delante de un Baluarte

Fig. 13. X, siendo construidas las me-

dias lunas 4. y 5. proximas à este Baluarte, con sus contra-escarpas, se tomaràn sobre estas las partes AD, TV, cada una de 37. varas, y de los puntos D, V, se tiraràn las paralelas DC, VC, à las lineas AG, ST de la contra-escarpa del Baluarte X. Estas paralelas se cortaràn en el punto C, que será el cuspide del angulo saliente de la contraguardia, cuyas lineas CD, CV, serán las caras.

El rampart, el parapeto, y fosso de la contraguardia, se tiran paralelamente à sus caras. El terraplén del rampart, es igual à la anchura del parapeto: esto es, de 7. varas.

Dase poca anchura al terraplén de esta obra, à fin, que quando el Enemigo se apodere de ella, no tenga suficiente tierra, para cubrirse del fuego del Baluarte, y establecer baterias, para batirlo en brecha.

La contraguardia, es flanqueada por las caras de las medias lunas 4. y 5.

Dabante algunas veces flancos à las contraguardias; pero al presente no se practican; porque dichos flancos no podrian ferver mas, que para que el Enemigo, despues de apoderado de la contraguardia, batiessse desde ellos las medias lunas vecinas.

La contra-guardia sirve, de cubrir el Baluarte, que tiene à su espalda, como igualmente los flancos de los Baluartes vecinos, que le defienden, de fuerte, que el Enemigo no puede descubrirlos, ni batirlos, hasta estar apoderado de esta obra. *Algunos Ingenieros dan el nombre de Cubre cara à la contra-guardia.*

QUARTO PROBLEMA.

Construir un Hornaveque delante de una cortina.

El hornaveque es compuesto de un frente de fortificación: esto es, de una cortina, y dos semi-baluartes, y de dos largos costados, llamados sus *Alas*, ó sus *Branças*.

Esta obra se construye algunas veces delante de un baluarte; pero mas comunmente delante de una cortina.

Para construir un hornaveque delante de una cortina EF, es menester prolongar indeterminadamente hacia la campaña, la perpendicular levantada en medio del lado del Poligono (para tirar las lineas de defensa) del angulo entrante Q de la contraescarpa, tomår sobre esta perpendicular prolongada QL, de 280, ó de 300. varas: en el punto L, levantar sobre LQ la perpendicular OP, prolongada de una parte, y de otra del punto L.

Fig. 16.

Se tomarån sobre esta perpen-

dicular LO, LP, cada una de 140, ó 160. varas, se marcaràn despues los puntos A, B, sobre las caras de los Baluartes opuestos à el hornaveque, à 23. varas de los angulos de la espalda C, D, y se tirarán por los puntos O, A, P, B, las lineas OM, PN, que serán terminadas en M, y en N, por su encuentro con la contra-escarpa de la Plaza. Estas lineas serán las brancas, ó alas del hornaveque: OP será el lado exterior de esta obra, que se fortificarà, tomando sobre la perpendicular LQ, à LR, de $53\frac{1}{2}$. varas, si LP es de 160; y de $46\frac{1}{2}$. si LP es de 140.

Por los puntos O, P, y por el punto R, se tirarán las lineas de defensa indeterminadas OX, PV, sobre las quales se tomarán las caras PS, OT, cada una de 93. varas, si LP es de 160, y de 81. si es de 140: y se acabará despues la fortificacion del lado exterior OP, como en el primer Proble-

ma de la construcción del recinto de una Plaza.

Se daràn 28. varas de latitud al foso del hornaveque, y se trazará delante del frente OP, como en el cuerpo de la Plaza, describiendo desde los puntos O, P, tomados por centros, y con un intervalo de 28. varas, dos arcos fuera de la obra; y tirando despues, por los angulos de la espalda T, S, líneas tangentes à dichos arcos, como en la construcción del foso del cuerpo de la Plaza, &c. El foso de las alas OM, PN, será terminado por unas paralelas à estas alas, à distancia de 28. varas.

El rampart de esta obra será de 9. varas, como el de la media luna.

Advertencias.

1. Se observará, que los angulos flanqueados O, P, de los semi-baluartes de los hornaveques, tengan à lo menos 60. grados: si no los tuviesen, será necesario disminuir el lado exterior OP.

2. De qualquier tamaño, que sea OP, se podrá determinar la perpendicular LR, dándole quasi la sexta parte de dicho lado; y de la misma manera se determinarán las caras, dandoles dos septimas partes del mismo.

3. Las alas, ò brancas del hornaveque, son flanqueadas por las caras de los baluartes, sobre los quales cae su prolongacion: la parte exterior de esta obra, ella misma se flanquea, como lo demuestra su construccion.

4. Independientemente del hornaveque, construido delante de la cortina EF, se forma una media luna Y, como delante de las cortinas de la Plaza.

5. Para aumentar la defensa del Hornaveque, se hacen algunas veces los retrincheramientos (1, 2.)

Para construir estos retrincheramientos, se levantan hacia la mitad de las caras de la media luna Y, sobre su contra-escarpa, unas perpendiculares, que se prolongan hasta las alas del hornaveque: estas son el costado exterior del retrincheramiento. Daseles un rampart, y un parapeto, como â el hornaveque. Por fuera de estas lineas, se les forma paralelamente un foso de 20. varas de ancho: el qual se comunica con el de la media luna, y es defendido por las caras de ella. Y como ordinariamente es seco, è inmediato â la media luna, no se le dan mas, que 12, ó 14. piés de profundidad, à fin, que quede mas expuesto â el fuego de esta obra, y por consequencia mas bien defendido.

6. Aumentase mas la defensa interior del hornaveque, construyendo un camino cubierto lo largo de la contra-escarpa de sus retrincheramientos, y de la de la media lu-

na, ò Baluarte, delante de quien està construido. Se hacen plazas de armas á los angulos de este camino cubierto, como á el de la Plaza.

7. Se puede construir, y comunmente se practica, una media luna delante de la cortina del hornaveque, de la misma manera, que la que cubre la cortina de la Plaza.

Dansele 7. varas de latitud al terraplèn de su rampart; y el foso, que es paralelo á sus caras, no tiene mas, que 16, ò 20. varas de latitud.

QVINTO PROBLEMA.

Construir una Obra Coronada delante de una Cortina.

La obra coronada, es compuesta de dos frentes de fortificacion: esto es, de un Baluarte entre dos cortinas, y dos semi-baluartes: tiene dos alas como el hornaveque, y se construye ordinariamente delante de las cortinas; aunque tambien puede estar delante de los baluartes.

Para construir una obra coronada delante de la cortina AB, Fig. 17. se prolongará indeterminada-

mente hacia la campaña, la perpendicular levantada sobre la mitad del lado del Poligono, para la construcccion del recinto de la Plaza: del angulo entrante L de la contra-escarpa, y con intervalo de 370, ô 350. varas, se describirà un arco indeterminado HKI, que cortarà la perpendicular prolongada en el punto K: se tomarà despues por centro este punto, y con intervalo de 280. varas, se describiràn de una, y otra parte de èl, dos arcos, que cortaràn el primero en H, y en I: se tiraràn las lineas KH, KI, que seràn los lados exteriores de la obra coronada, los quales se fortificaràn como el del hornaveque: esto es, dando 46. varas à la perpendicular levantada en medio de cada uno de dichos lados, ô su sexta parte, y dos septimas partes, para las caras del Baluarte, y de los semi-baluartes de esta obra.

Para tener las alas de la obra coronada, se marcarán los puntos C, D, sobre las caras de los Baluartes, delante de quienes se construye la obra coronada, à 35. varas de los angulos de la espalda E, F, y se tirarán las lineas ID, HC, hasta la contra-escarpa solamente: esto es, hasta que la encuentren en N, y en M; IN, HM, serán las alas de esta obra.

El parapeto, el rampart, y el foso de la obra coronada, se construyen como en el hornaveque, dando 9. varas al terraplèn del rampart, y 28. de latitud al foso.

Se pueden construir las medias lunas O, delante de cada frente de la obra coronada, como delante del de el hornaveque.

SEXTO PROBLEMA.

*Construir una Obra Coronada
delante de un Baluarte.*

Nij

Se podrá construir una obra coronada delante de un Baluarte, como se acaba de hacer delante de la cortina. Se prolongará para este efecto la capital del Baluarte 330, ó 350. varas hacia la campaña, y haciendo centro en el cuspide del angulo flanqueado, con este intervalo, se describirá un arco indeterminado, que será cortado en un punto, por la prolongacion de la capital. Se tomarán sobre una, y otra parte de este arco, desde dicho punto, en que le corta la capital, un intervalo de 280. varas: las cuerdas de estas dos partes, serán los lados exteriores de esta obra. Las alas se alinearán à 35, ó 46. varas de los angulos de la espalda del Baluarte. Se acabará despues la construccion de esta obra, como la de la antecedente, colocada delante de la cortina.

Se observará, que los angulos

flanqueados de los semi-baluartes, tengan à lo menos 60. grados; y assi, si fueffen mas agudos, alineando las alas sobre las caras del Baluarte, se podrán alinear sobre las de las medias lunas colaterales, ô mas bien à 24. varas de los angulos de la espalda, de dos Baluartes colaterales de la obra coronada; porque entonces, la defensa del foso de sus alas, serà mas directa.

Advertencias.

1. El frente de la obra coronada, se defiende de la misma manera, que el del hornaveque, y sus alas son flanqueadas de las caras de los Baluartes.

2. Se deben construir en la obra coronada, unos retrincheramientos, de la misma manera, que los que están marcados 1. y 2. en el hornaveque (Fig 16.). Se puede tambien construir un camino cubierto, y plazas de armas, en su interior, lo largo de su gola, ó de la contra-escarpa, que determina el foso de la Plaza.

3. Se podrá abanzár à la campaña, el punto K, ó el angulo flanqueado K del Baluarte de la obra coronada, mucho mas de lo que se ha executado, lo qual es algunas ve-

ces necesario, para encerrar en la fortificación mayor porción de conveniênte terreno.

Para determinar, hasta què punto podrá abanzarse en la campaña el Baluarte K, se tirará la línea HI, que se dividirá en dos partes igualmente en R, por la perpendicular RK; despues, sobre esta perpendicular prolongada, se tomará RS igual HR, ò RI, y el punto S es el mas distante en la campaña, donde el angulo flanqueado del Baluarte de la obra coronada puede construirse. Y assi, entre S, y K, se puede tomar el punto, que se quisiese, como T, ò S, para el cuspide de este Baluarte, y tirár despues la línea SH. ó TH (que no se representa ahora en la Figura por no hacerla mas confussa), y se fortificarán, como se acaba de explicar.

Si se tomá el punto S, ù otro, entre ST, mitad de SK, no será menester dàr â la perpendicular levantada sobre la mitad del lado SH, mas que la octava parte de él; y si se toma el punto T, ù otro entre KT, será necesario dàr la septima parte del lado TH, â la perpendicular levantada en medio de él.

4. Se podrán hacer los flancos de la obra coronada, y los del hornaveques, curvos, y con orejones, tomando del angulo de la espalda sobre el flanco 14, ó 16. varas, para el orejòn, y acabando lo restante de la misma manera, que se hizo en los flancos del cuerpo de la Plaza (Prob. 4.^o).

5. Quando se construye una Plaza nueva, sería conveniente de xâr los lados, que se deben cubrir con hornaveques, mas grandes, que los otros, â fin de poder estender sufficientemente el frente de este hornaveque, y tener assi esta obra muchissimo mas util. Pre-

tendese, que el Mariscal de Vaubán se aprovechò de esta advertencia en la fortificacion de SARLOUIS, donde el lado de la Plaza, lo largo de la SAAR (delante del qual hay un gran hornaveque, que cubre el puente) tiene mas de 470. varas.

6. Construyense garitas en los angulos salientes, ò flanqueados de las obras exteriores; à saber: en la medialuna, contra-guardia, &c.

Despues de haver trazado todas las obras exteriores, que se han juzgado necessarias à la Plaza, se sigue, delinear el camino cubierto con su glacis, todo alrededor de la contra-escarpa de estas obras, de la misma manera, que se ha explicado en el Problema tercero de la construccion del recinto de una Plaza fuerte.

Se debe observàr, quando las brancas del camino cubierto se encuentran muy largas, como lo son, lo largo de las alas de los hornaveques, y obras coronadas; la construccion de muchas traversas, ademàs de las que de ordinario se forman à los lados de las plazas de armas.

OBSERVACIONES sobre los hornaveques, y obras coronadas.

Son infinitos los que reprobaban estas obras, à causa del gran gasto de su construccion, y porque quando no son dirigidas con la mayor reflexion, pueden servir de mucho daño à la Plaza, una vez apoderado de ellas el Enemigo.

No obstante esto, es preciso conceder, que quando ellas están bien flanqueadas de

todas sus partes, hallandose el Enemigo expuesto á todo el fuego de la Plaza, despues de haverlas tomado, sin poder cubrirse de las alas de estas obras; es forzoso (buelvo á decir) conceder, que entonces son utilísimas.

Neceffariamente nos hemos de valer de ellas, para unir à la Plaza los terrenos inmediatos, donde el Enemigo pueda tener ventaja. Y assi es, que en PHILISBOURG, se ha ocupado por dos obras (la una coronada, y la otra hornaveque) el terreno, que hay entre el Rhin, y la Ciudad; y en STRASBOURG, el espacio, que hay entre la Ciudadela, y el Rhin, se tienè tambien ocupado por un hornaveque, ademàs de un Baluarte. Estas obras en semejantes posiciones, nadie negarà, que son excelentes: y assi, solo se podrá reprobàr su multiplicacion, quando sea sin necesidad.

En TOURNAY havia quatro hornaveques, los tres tan inmediatos los unos à los otros, que tomado alguno de ellos por los Enemigos, podia servir para batir el otro. Esta disposicion no debe, ser imitada.

De estas obras solo merecen atencion, y àun de las exteriores, las que sus comunicaciones sean de manera, que quando las tropas no puedan sostenerlas, y sea preciso, se retiren, no se vean cortadas por los Enemigos: de lo que hablarèmos en el articulo siguiente.

De las Comunicaciones.

Todas las obras de la Fortificacion serian suceptibles, de mui

poca defenfa, y perniciosas à la Plaza, fin comunicaciones.

No fe hacen los puentes de todas las obras, iguales à los que firven, para entrar, y falir en la Plaza; porque podrian dár lugar à una sorpresa, y feria preciffo, guardarlos con el mismo cuydado; lo que no serviría, fino de ocupar un gran numero de tropas, y fatigar la guarnicion. Y además de esto, si se construyefsen puentes à todas las obras, y ellos folamente firviessen de comunicacion à la Plaza, el Enemigo los rompería prompto con el cañòn, quando atacasse; y assi es menester valerse de lo menos expuesto, y mas seguro.

Veanse las que se hacen en el foffo seco, por las poternas practicadas en el revès del orejòn; de que se ha hablado en la novena advertencia del Prob.^a 4.^o

Comunicase la tenaza con la Plaza, por una poterna, ô camino

subterráneo, practicado debaxo del rampart al medio de la cortina: la abertura, ô puerta, debe estar enteramente cubierta por la tenaza, à fin, que el Enemigo, no pueda batirla, é impedir el uso con su cañon.

Hay practicadas rampas en el costado interior del terraplèn de la tenaza, por las quales se sube desde el foso à esta obra.

La tenaza se comunica con la media luna por la caponera, como se dixo en la construccion de esta.

De la caponera se sube à la media luna, por una escalera practicada al pié de su gola. Subese la artillería por una especie de rampa de tablones, que expresamente se construye para este efecto en el foso.

Comunicase de todas las otras obras exteriores por escaleras, ò rampas practicadas à su gola, y por plazas de armas, ò traverfas,

que se construyen hacia el principio de sus fosos. (Vease en qué consisten estas traverfas, advertencia 4. primer Problema.)

Quando el foso es lleno, se comunica de la poterna del medio de la cortina à la tenaza, con una pequeña Barca, y lo mismo de la tenaza à la media luna. Facilítase esta comunicacion por medio de una cuerda atada en medio de la media luna, y detrás de la tenaza, sirviendose de ella para conducir, ò abanzar la Barca.

Sirvense tambien para las comunicaciones de pequeños puentes flotantes, que son hechos de maderos de Pino atados, dos à dos por la punta, y encima puestas unas planchas liadas las unas à las otras con cuerdas.

Unos puentes se construyen otras veces mas comodoss en la superficie del agua, que vânde la tenaza à la media luna, y de

allí se prolongan de una, y otra parte, lo largo de su gola, hasta la contra-escarpa, hacia las plazas de armas de los angulos entrantes del camino cubierto, ó à la gola de las otras obras exteriores vecinas. Estos puentes se hacen con unos piés de madera clavados en el foso, sobre los quales se ponen transversas, que despues se cubren de planchas.

*De las obras, que se construyen
delante del glacis.*

Despues de haver trazado el camino cubierto, y glacis, si necesitare la Plaza de mas defensa, y la situacion del terreno lo permite, se hace un foso abanzado, que se tira paralelamente à la linea, que termina el glacis, al qual se le dòn 24. ó 28. varas de latitud.

Se construyen delante de las plazas de armas de los angulos

entrantes del camino cubierto, por la parte de afuera del fosso abanzado, una especie de medias lunas, que llaman *Lunetas*, cuyas caras tienen de 80. à 90. varas, *Reductos*, *Flechas*, &c.

Ultimamente, este segundo camino cubierto, se guarnece con todas las obras, que parezcan convenientes: y para que el Enemigo no tenga cubierto alguno habiendo ganado este fosso abanzado, serà siempre de agua, y de manera, que no pueda sangrarle.

De las Ciudadelas.

Se llama *Ciudadela*, un lugar particular de una Plaza, fortificado hacia la Ciudad, y hacia la campaña, destinado principalmente à encerrar tropa, para contener los havitantes de la Ciudad, ô escusar en ésta una costosa fortificacion de su recinto.

Estas Ciudadelas tienen ordinariamente 4. ò 5. Baluartes, y à lomas 6. ; son quasi siempre de figura regular, à menos no estàn construïdas sobre lugares, que tengan poco espacio, ò que sean fortificados por su situacion inacessible, como la Ciudadela de Besanzòn ; son colocadas sobre el recinto, de manera, que una parte es de la Ciudad, y otra de la Campaña.

La Ciudad no está fortificada del lado de la Ciudadela, à fin, de que los havitantes, no tengan cosa, que les cubra del fuego de dicha Ciudadela, y que esta pueda dominar toda la Ciudad : por lo que, debe ser fortificada con mas cuydado, y fuerza, que la Ciudad, pues siendo mas debil, el Enemigo comenzaria por ella su ataque, y quando fuesse dueño de ella, lo sería tambien de la Ciudad ; pero siendo precissado à empezar atacando por la Ciu-

dad, es menester, que despues de tomada ésta, ponga segundo sitio à la Ciudadela.

Entre la Ciudad, y la Ciudadela, se dexa un grande espacio desocupado de casas, y edificios en toda la estension del alcance del fusil, que se llama *Esplanada*. Este espacio sirve, de impedir, que se aproxime cosa à la Ciudadela, sin ser descubierta.

No se hacen las Ciudadelas en medio de las Ciudades; porque assi no podrian estar seguras de los havitantes, en caso de rebellion. Algunas veces se construyen enteramente fuera de las Ciudades; pero entonces se juntan por una obra, ô linea de comunicacion.

La Ciudadela debe ocupar el terreno mas elevado de la Ciudad, à fin, que domine todas las fortificaciones. Colocasele tambien de manera, que pueda disponer de las aguas de la Ciudad,

y que los havitantes, ô el Ene-
migo, aún despues de apodera-
dos de la Ciudad, no puedan qui-
tarfelas.

Fig. 18. Para dâr una idèa de la mane-
ra, que se debe trazâr el disseño
de una Ciudadela, sean los Ba-
luartes L, E, M, el lado, ô la par-
te del recinto donde se quiere
colocar una Ciudadela. Estos
Baluartes no serán formados en
el trazado, ô disseño, formalmen-
te, sino de embriòn con lapiz;
porque de ellos serà necessario
destruir uno, para hacer entrâr
la Ciudadela en la Plaza. Sea el
Baluarte E, el que se ha de des-
truir.

Se prolongarà su capital inde-
terminadamente hacia la cam-
paña, y hacia la Ciudad, se toma-
rá un punto D sobre esta capital,
mas, ô menos abanzado hacia la
Ciudad, segun se quiera hacer
entrâr la Ciudadela en la Ciu-
dad; sobre este punto D, se le-

vantará una perpendicular AB, sobre la qual se tomarán DA, DB cada una de 210. varas, à fin de tener el lado AB de 420.

Hecho esto, si se quiere, que la Ciudadela sea un Pentagono regular, se buscarà en la tabla, que contiene la medida de las lineas necessarias para formar el recinto de una Plaza (Prob^a 1.^o) el radio del Pentagono, cuyo lado es de 420. varas; y se encontrará, que debe ser de 357.

Se tomarán, pues, 357. varas sobre la escala; y con este intervalo, desde los puntos A, B, tomados por centros, se describirán dos arcos, que se cortarán en un punto C, que será el centro de la Ciudadela.

Del punto C, se describirá un circulo del radio CB: se llevará el lado AB, sobre la circunferencia de este circulo 5. veces, para formar el Pentagono de la Ciudadela.

Despues se fortificará cada lado de este Pentagono, como se ha enseñado en los Problemas, para trazar el recinto de una Plaza fuerte, y se le construirán las obras exteriores, que se juzguen necessarias. Y hecho esto, de los angulos flanqueados F, I de los Baluartes L, M , se tirarán las lineas FA, IB , para unir la Ciudad á la Ciudadela.

Si se huviera querido tener un Baluarte entero de la Ciudadela en la Ciudad, huviera sido menester fixár el angulo flanqueado de este Baluarte sobre la linea CD , como à el punto D : despues se huviera tomado DC de la cantidad del radio del Pentagono, cuyo lado es de 420. varas, y se huviera descripto un circulo de este radio, en el qual, desde el punto D , se huviera inscripto un Pentagono, y se tendría despues acabada la fortificacion de la Ciudadela, como se ha enseñado anteriormente.

Lo interior de la Ciudadela, es ocupado por diferentes edificios. Construyense *Quarteles*, un *Arcenal*, una *Iglesia*, y *Casa* para el Governador.

Practicase en medio de la Ciudadela, una plaza de armas, de la misma figura, que la Ciudadela, ó quadrada.

Para hacer esta plaza de armas, es menester del centro de la Ciudadela describir un circulo de 150. varas de diametro, é inscribirle un Poligono, semejante à el de la Ciudadela, y este será la plaza de armas.

Tiranse tambien en la Ciudadela una especie de calles, las quales irán de los angulos de la plaza de armas, hacia el centro de los Baluartes; y se les darán 14. ó 16. varas de anchura.

La Iglesia, la casa del Governador, el arcenal, y los quarteles, ocuparán lo restante de el espacio de la Ciudadela.

Oij

Los quarteles se construirán delante de las cortinas, á 12, ó 14 varas de la linea, que termina el declivio interior del rampart. Los otros edificios, no deben estar mas inmediatos al rampart.

Las Ciudadelas, no deben tener mas, que dos puertas, la una para ir, y venir de la Ciudad, y la otra, para entrár, y salir á la campaña; esta ultima no se abre, sino para recibir socorros de afuera, y por esta razon, se llama *Puerta del Socorro*.

Se debe construir un puente á cada una de estas puertas, de la misma manera, que á las de la Ciudad, &c.

Las Ciudadelas se unen, ó juntan con las Ciudades de muchas maneras, segun la disposicion de unas, y otras; pero de qualquier manera, que sea, no debe tener la Ciudad flanco alguno, que pueda batir la Ciudadela, ni obra alguna, que la domine.

Llamase linea de *Comunicacion* la parte del recinto de la Ciudad , que está prolongada hasta la Ciudadela , como FA , é IB. Estas lineas concurren sobre las capitales de los Baluartes de la Ciudadela , ô sobre las de las medias lunas ; ô en fin , sobre la mitad de sus cortinas. Esta ultima disposicion es la mejor.

Las lineas de comunicacion no tienen rampart , mas que hasta la distancia de 90 , ô 120. varas del camino cubierto de la Ciudadela. Dichas lineas en este espacio , no son otra cosa , que un muro de cal , y canto , de 5. piés de espesòr , y de la misma altura , que el rampart de la Plaza.

Sobre la parte superior de este muro , se practica un camino de 5. piés de ancho , sostenido de distancia en distancia , hacia el lado de la Ciudad por una especie de contrafuertes. Este camino está nivelado con el terraplén

del rampart de la Plaza. Del costado de la campaña tiene un parapeto, ó guardafuego, de dos piès de espesòr, y 7. de alto, el qual està guarnecido, ó lleno de crenòx.

Quando las Ciudades son muy grandes, y populosas, se confuye un reduçto à la parte del recinto opuesto à la Ciudadela. Este es ordinariamente un Baluarte, donde se fortifica la gola del costado de la Plaza, por un pequeño frente de fortificacion, con un fofso, y delante del qual se dexa una pequeña esplanada.

El terreno de la campaña opuesto à el reduçto, debe estàr exactamente fortificado; porque de otra manera, el Enemigo podria atacar entonces el reduçto, y con facilidad despues, hacerse dueño de la Ciudad, que no està nada fortificada contra el dicho reduçto.

Encuentranse de estos reduc-

tos en Strasbourg, Lille, &c. Y tienen una especie de guarnicion particular, con un Comandante, y los quarteles necesarios, para alojar la guarnicion; almacenes para las municiones de guerra, y viveres, &c.

Quando la Ciudad no es bastante grande, para que se le construya una Ciudadela, se le hará un reduçto, del mismo uso, y utilidad, que el de Landau.

Quando se construyen Ciudadelas en Ciudades Maritimas, se les dispone de manera, que dominen la Ciudad, el puerto, y la campaña; la del *Havre de Gracia* està colocada de esta manera, y ella puede servir de modelo, para la posicion, ô emplazamiento de este genero de Ciudadelas.

Las Ciudades Maritimas, además de sus Ciudadelas, están sin embargo algunas veces fortifi-

cadadas de castillos, que defienden la entrada del puerto, y el desembarcadero, y toda la estension donde con seguridad se mantienen los Navios contra los temporales.

En estas Ciudades se construyen ordinariamente (si el puerto es muy grande) en medio del agua unos *Fuertes*, para que no quede parte en él, que no sea defendida, proporcionandolos en el lugar donde mas convenga: assi como por la grande anchura de la Bahía de Cadiz, están colocados quasi en medio de ella el *Fuerte Luis*, y *Matagorda*.

A dichos fuertes se les dará la figura mas conveniente à su objeto.

De las Contraminas.

Llamanse *Contraminas*, una especie de Galerías subterranas, que se construyen paralelamente

te à las caras, y flancos de los Baluartes, al mismo tiempo, que se fabrican dichos Baluartes.

Hacense tambien en las caras de las obras exteriores, y baxo del camino cubierto, donde se reparten algunas veces, además de esto, otras brancas en la campaña, que se llaman *Ramales*.

Las contraminas de la Plaza, son construidas al nivèl del foso. La entrada de estas, està ordinariamente en la gola de los Baluartes. Tienen 7. piés de altura, sobre 5. de anchura, à diferencia de los ramales, que solo tienen 5. piés de altura, sobre 3. de anchura.

Quando el foso es seco, las contraminas de la Plaza se comunican con las del camino cubierto, por unas galerías, que se practican baxo del foso. Todas estas obras son construidas de cal, y canto.

De la Galería practicada baxo

del Baluarte, salen de distancia en distancia otras pequeñas galerías, que ván hasta el rebestimiento, ó camita del Baluarte. A la extremidad de los ramales, que se conducen de la galería del camino cubierto al glacis, y á la campaña, se practican unos pequeños aposentos, que se llaman *Hornillos*, en los cuales se mete la polvora necesaria, para hacer bolar el terreno, que está encima.

El objeto de las contraminas, es dár camino, para ponerse delante del Minador Enemigo, é impedirle la continuacion de su obra. Un hombre solo puede hacer un considerable daño á la Plaza, introducido en la mina; y assi es muy esencial tomar todas las precauciones necesarias, para cerrarla el passo.

Los ramales, que ván del glacis á la campaña, sirven mucho en tiempo de ataque: no oísa el

Enemigo, aproximarse à la Plaza por el respecto de ellos. Se le hacen bolar sus trabajos, sus baterías, y se le hace perder tiempo, antes que pueda llegar al camino cubierto de la Plaza.

Las Plazas contraminadas llevan una ventaja considerable à las otras. Esta fortificacion no se percibe exteriormente: con poca gente se defiende el trabajo à el Enemigo, y la superioridad de èste, en obras subterranas jamàs deside nada: y ultimamente, la fuerte de una Plaza, depende de 60, ù 80. hombres.

Al presente se emplea una gran cantidad de Artillería en los sitios, donde los rampares, y parapetos mas sólidos son arruinados en breve tiempo. Las obras exteriores, no sirven de otra cosa, que de retardar algunos dias la toma de la Plaza; pero esta pequeña ventaja se paga mui

cara, porque el gran gasto de su construcción, y repartimiento de obras, necessita gran numero de tropas, para disputar el terreno al Enemigo palmo à palmo; y de esto resulta un consumo considerable, de municiones de guerra de todos generos, y viveres; si la Plaza no está suficientemente provista, es preciso rendirla, quando sus principales fortificaciones aún estèn enteras, ô à lo menos capaces de resistir largo tiempo los esfuerzos del Enemigo. El objeto de la fortificación es, encerrar pocas tropas en una Plaza, y tenerlas en estado de defenderse de un considerable exercito Enemigo, que las ataque, y quiera, apoderarse de la Plaza; pero si faltan armas, ú otra cosa, para defender las Plazas, la fortificación no responde de su objeto: la ciencia de las minas responde perfectamente; porque con una

guarnicion suficiente, para cubrir los puestos, y resistir à un golpe de mano, y una compañía de 60, ú 80. minadores, en una Plaza donde construyen sus contraminas, y el terreno sea favorable à las minas, se puede detener al Enemigo largo tiempo, y cerrarle las abenidas de la Plaza.

Las galerías de las contraminas, que se construyen al mismo tiempo, que la Plaza, se llaman *Galerías mayores*. Se les hacen puertas de distancia en distancia, penetradas de un crenòx: el uso de estas puertas es impedir, que el Enemigo sea dueño de toda la galería, quando haya encontrado el camino para penetrarla, y apoderarse de una parte. A cada angulo, ò rebuelta de las contraminas, se hacen una especie de plazas de armas de 7. piès en quadro, donde los minadores se atrincheran para disputar la toma de las contraminas. Ordina-

riamente hay un pozo en medio, para recibir el agua.

En tiempo de sitio, se construyen unos pequeños ramales, que desde el camino cubierto, se estienden por el glacis, y aún mas allá; cuya profundidad, se reduce à 7, ó 9. piés.

De los perfiles de las Obras exteriores.

El detalle, que se ha dado de la construcción del perfil de la Plaza (Prob. 7.) puede dispensarnos una semejante explicación, para la construcción de los perfiles de las obras exteriores.

Estos, no difieren de aquellos en otra cosa, que en un rampart mas estrecho, y menos elevado; la construcción del parapeto, y camino cubierto siempre es la misma; y así las reglas dadas para sus dimensiones particulares, y la explicación del Prob.^a 7. bastará para dárles inteligencia.

DE LA FORTIFICACION Irregular.

Observaciones generales sobre esta Fortificacion.

La parte mas necesaria, y generalmente effencial, y util del arte de Fortificar, es la que trata de la Fortificacion irregular, y esta es de la que se usa quasi siempre; porque son raras las Plazas de quienes el recinto forma un Poligono regular, que tenga sus lados de la estension, ò longitud, prescripta en la fortificacion regular.

Como en la Fortificacion regular siempre se supone el terreno de la Plaza regular, se disponen todas las partes del recinto de la manera, que se discurre mas ventajoso à su defensa; por cuya razon las reglas, que en

ella se siguen, sirven tambien de principios para la Fortificacion irregular, que resultará tanto mas perfecta, quanto mas exactamente se observen en ella dichas reglas.

De lo dicho se infiere, que necessariamente se ha de comenzar el estudio del arte de Fortificar por la Fortificacion regular, á fin de poder aplicar todo lo prescripto en esta, á los diversos recintos de Plazas irregulares.

La Fortificacion regular, es preferible á la irregular, en quanto á que la defensa en ella se reparte, ó distribuye igualmente, y en la Fortificacion irregular la naturaleza del terreno de la Plaza, y la precisa desigualdad de las partes del recinto, necessitan unas diferencias, esenciales, y precisas para las fuerzas de sus lados: encuentranse unos de estos grandes, y otros pequeños, que no se pueden fortificar igual-

mente , ni hacerlos capaces de una misma resistencia. El Ene- migo procura descubrir los mas debiles , para atacarlos , y enton- ces, los que están mas bien forti- ficados , no producen ventaja al- guna à la defensa de aquellos. Es constante , que los Ingenieros procuran remediar dichos lados con obras exteriores , que des- truyen la flanqueza de estos frentes de la Plaza ; pero es muy dificil, dexarlos todos igualmen- te fuertes : (diganlo las Plazas mas bien fortificadas , que por esta razon han sido tomadas)

Para la fortificacion de las Pla- zas, convendrán las considera- ciones siguientes.

1^a. Esta fortificacion debe ser relativa al objeto, que la Plaza está destinada.

2^a. Si la Plaza, que se quiere fortificar, está distante de otras Plazas fuertes del mismo Princi- pe, y la comunicacion con estas

le es difícil, deben contenerse en ella, todos los almacenes necesarios, à fin de tener siempre una gran cantidad de municiones, y viveres, para sostener un sitio; porque una Plaza de esta naturaleza, podría ser amenazada, y atacada, antes que fuese possible proveerlas.

3^a Si la Plaza ha de servir de repuesto, ò almacèn, à muchas Plazas vecinas, debe estàr mucho mas exactamente fortificada, porque el Enemigo con la codicia de aprovecharse de dichas provisiones, no la ataque, y en caso, que lo haga, no la pueda tomar; porque estas municiones, y viveres, podrian servirle para el ataque de las Plazas inmediatas.

4^a Las Plazas capaces de recibir con facilidad socorros, municiones, y viveres de otras Plazas vecinas, no necesitan en sus fortificaciones de tanta aten-

cion, como la antecedente; y se puede uar de mas economia en el gasto de sus obras, mayormente sino està en estado de conservar algo, que en tal caso es menester conceder, que no se puede fortificar una Plaza con demasiado cuydado; pero como quiera, que es muy dificil sobrellevar los gastos excessivos de las fortificaciones, parece, que se deben repartir los fondos, que se destinan proporcionadamente à la situacion, y à la importancia de las Plazas.

No se debe aumentar el numero de las Plazas, sin mucha necesidad.

Lo primero, para evitar el gasto, que ellas exigen: y lo segundo, porque es necessario dárlas la guarnicion competente de tropas, lo que sirve de aumentar las armadas, y por consecuencia los gastos.

Se puede aplicar à las Plazas

fortificadas de un Reyno, la primer maxima de la Fortificacion: esto es, que deban ser dispuestas de manera, que cierren todos los passos por donde el Enemigo pueda penetrar el País.

De esta consideracion se sigue, que sus fortificaciones, deben depender de la importancia del passo, que defienden, y de las fuerzas del Principe, que mas inmediatamente pueda atacarlas.

Las Plazas situadas sobre montañas, à las quales, no se puede aproximar el Enemigo, que por caminos dificiles, poco favorables al transporte de la artilleria, no tienen necesidad de las mismas fortificaciones, que las que están en campaña rasa, donde los canales, y riveras, dán la comodidad de formar los sitios con gran cantidad de artilleria. Y assi, las Plazas situadas en los Pyrineos, y en los Alpes, no deben estar fortificadas de la mis-

ma manera , que las de Flandes, y Olanda , donde se encuentran infinitos modos, faciles para conducir la artillería.

Aùn puede añadirse à estas observaciones, que el gran numero de obras à las Plazas de guerra, puede traer muchos inconvenientes. Es necessario de guarniciones para ellas, compuestas de mucho numero de tropas, para defenderlas, lo que exige municiones, y viveres, para bastante tiempo. Si la situacion de los que hacedes, no permite hacer grandes provisiones, la multitud de obras de la fortificacion contribuirà entonces, à rendir la Plaza mas prompto; porque si la guarnicion es pequeña, no podrá, sostener èsta gran numero de obras; y si es grande, consumirán en breve las municiones, y viveres, y por consiguiente acabará la resistencia, que podia hacer.

No se deben fortificar las Pla-

zas interiores de Reynos grandes, porque no estando expuestas à ser atacadas del Enemigo estrangero, no pueden servir de otra cosa, que de facilitar, ù ocasionar sediciones, y guerras civiles, dentro del mismo Reyno; y apoderandose de ellas los mal contentos, podrian sostenerse largo tiempo contra su legitimo Principe: de lo que hubo muchos exemplares en Francia en las guerras de religion.

No hay necesidad de examinar todo lo concerniente à las fortificaciones de las Plazas irregulares, relativamente à sus diversas irregularidades, que pueden variar de infinitas maneras; solo bastará, dár unos principios generales, y los mas comunes. Y assi, todo el objeto, que se propone en esta obra, es explicar el modo de disponer todas las partes del recinto de una Plaza irregular, conforme à

las maximas enseñadas en la Fortificacion regular, las quales deben obsevarse en todo genero de fortificacion. Unicamente se añadirà à estas maximas, que los angulos formados por los lados de las Plazas irregulares, deben tener à lo menos 90. grados, à fin de no tener angulos flanqueados menores de 60. y flancos de mas 46. varas. La observacion de este principio excluye à el triangulo de las figuras aptas para fortificar.

Los angulos de mas de 90. grados, son mas favorables en la Fortificacion irregular, que los de menos, previsto no obstante, que no tengan mas de 150. ò 160. grados; porque de otra manera las cortinas vecinas, se encontrarian quasi sobre una misma linea recta, y podrian ser enfiladas de una misma bateria enemiga.

Todos los angulos de una Plaza irregular, deben ser salientes

todo lo que sea posible. Los entrantes, no pueden tener buena defensa, sino con muchissima dificultad; pero no obstante, como se encuentran situaciones donde es imposible evitarlos, se darán algunos exemplos del modo de disminuir sus inconvenientes, y de corregir, los que resultan de los angulos muy agudos.

Antes de entrar en el de talle de la construccion de la Fortificacion irregular, es menester observar, que dicha construccion se puede hacer tambien por el Poligono exterior, ô por el interior: esto es, por *fuera*, ô por *dentro*.

*Modo de determinar la longitud
de los lados interiores , para la
Fortificacion exterior.*

Se estableció en el tamaño de las líneas del Baluarte, despues de la maxima quarta de la Fortificacion regular , que para que los lados exteriores fuesen capaces de buena fortificacion, debian tener desde 380, hasta 420, ó 460. varas.

A los lados interiores, se les arregló, de 280, hasta 350. varas; pero como no se ha dado el modo de determinar precissamente su tamaño , se vá à explicar el modo de hacerlo.

Se ha observado, que la línea de defensa debe servir de base, para fixar las partes de la línea magistral ; se ha visto tambien, que esta misma línea de defensa debe tener à lo menos 280.

varas, y à lo mas 350., y que en las contrucciones del Mariscal de Vaubán, tiene cerca de 315; se va à determinar el grandòr de los lados interiores de diferentes Poligonos, desde el quadrado hasta el Duodecagono, por una linea de defensa de 280. varas: despues se averiguarà el valor de los mismos lados, quando la linea de defensa tenga 315. y 350. varas.

PROBLEMA.

Dada la linea de defensa, el angulo flanqueante interior, ó el angulo diminuto, con la longitud de la semigola, hallár el lado interior de qualquier Poligono regular.

Para resolvèr este Problema, se supondrá.

1.º Que el Poligono propuesto, es un Pentagono.

2.º Que la línea de defensa, es de 280. varas.

3.º Que el ángulo diminuto, ó el flanqueante interior (que siempre son iguales) es de 15. grados, y medio, en el Pentagono.

Este ángulo debe ser de cerca de 13. grados, y medio en el Quadrado, y de 18. y medio en el Exagono, y todos los demás Poligonos subseqüentes.

Y 4.º Que las semigolas son la quinta parte del lado interior, como están determinadas en el Pentagono, y Exagono por el Mariscal de Vaubán.

RESOLVCION.

Se tirará ad vitrariamente la línea EB, que se supone de 280. Fig. 19. varas.

En el punto E, se hará el ángulo BEH, de 15. grados, y medio, y en el punto B, el ángulo EBH,

de la mitad del angulo de la circunferencia del Poligono, menos el valor del angulo diminuto: esto es, en este exemplo, donde la mitad del angulo de la circunferencia del Pentagono es de 54. grados, y el angulo diminuto de 15. y medio, este angulo EBH, tendrá 38. grados y medio.

Se prolongaràn las lineas EH, BH, hasta su encuentro en H, el que dará el triangulo EBH, en el qual el lado BH será la capital del Baluarte del Pentagono, y EH la cortina, mas una femigola.

Por ser la femigola la quinta parte del lado interior en el Pentagono, se sigue, que EH, que es igual à un lado interior, menos una femigola, vale las quatro quintas partes del mismo lado; y que si se divide EH en quatro partes iguales, y se toma FH, como una de estas partes,

serà una de las femigolas. La otra se tendrá prolongando EH del extremo opuesto, y tomando sobre esta prolongacion EG igual à FH, con lo que se tendrá el lado interior, para una linea de defensa de 280. varas.

Si se divide EB en varas, ô si se hace una escala de 280. varas con esta linea, se hallará, que EH es de 214. y dos piès, à quien añadiendo la quarta parte 53. y dos piès, dará 268. varas, y un piè, para el lado interior GH.

De esta manera, se encontrará el valor del lado interior de todos los demás Poligonos regulares, para qualquier linea de defensa determinada.

Y assi es, como se ha calculado la Tabla siguiente, que dá el valor de los lados interiores de los Poligonos, desde el Quadrado, hasta el Duodecagono, para las lineas de defensa de 280, 315, y 350. varas.

T A B L A

De los lados interiores de Poligonos regulares, desde el Quadrado, hasta el Duodecagono, con las semigolas de los Batuan-tes contruidos sobre sus lados.

| | Qua- drad varas | Pêta gono varas | Exa- gono varas | Epta gono varas | Octa gono varas | Nona gono varas | Deca gono varas | Und. cago. varas |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Para una linea de defensa de 20. vars. } Lados in- teriores. } Semigolas... } | 245... | 268.. | 280... | 285... | 298... | 306... | 315... | 322... |
| Para una linea de defensa de 30. vars. } Lados in- teriores. } Semigolas... } | 40... | 53... | 61... | 63... | 70... | 75... | 79.. | 81... |
| Para una linea de defensa de 35. vars. } Lados in- teriores. } Semigolas... } | 278... | 296... | 315... | 322... | 336... | 345... | 355... | 364... |
| Para una linea de defensa de 350. vars. } Lados in- teriores. } Semigolas... } | 47... | 58... | 68... | 72... | 79... | 84... | 88... | 93... |
| | 308... | 328... | 350... | 357... | 373... | 382... | 392... | 404... |
| | 56... | 61... | 77... | 79... | 86... | 93... | 98... | 102... |

NOTAS.

1. Que el lado interior del Duodecagono no, es quasi de la misma longitud, que el del Undecagono, por cuya razon, no se incluye en la Tabla antecedente.

2. Que quando la longitud del lado interior está determinada, ò encontrada por una linea de defensa conocida, es facil encontrar tambien [si se quiere] el lado exterior, y acabar la construccion del trazado de la linea magistral: porque haciendo en el punto F, con la linea FG, el angulo GFA, igual à HEB, y tomando FA igual à EB, se tendrán los puntos A, B, que terminan el lado exterior AB.

Prolongando despues BH, AG, hasta que se encuentren en &, se tendrá el punto &, que será el centro del Poligono, de quien A&, B&, serán los radios obliquos.

Si se hacen los angulos EFD, FEC, de cerca de 100. grados, como se ha dicho en la Fortificacion regular, se tendrán los flancos FD, EC, como igualmente las caras AC, BD de los semi-baluartes del frente AB.

3. Que si se quiere conocer la distancia del Poligono interior GH, al exterior AB, se baxará desde el punto E, sobre AB, la perpendicular EM, y verá sobre la escala, que se hizo con la linea de defensa, el numero de varas de esta perpendicular. Se encontrará su valor de la misma manera en todos los Poligonos generalmente.

4. Que los instruidos en la Trigonometria, podrán hallar por el Calculo: esto es, sin servirse de la escala, la longitud de todas las lineas, que se han determinado.

*Del trazado de la Fortificacion
irregular, quando el recinto
de la Plaza no está
determinado.*

Si se supone una Ciudad irregular, que no tenga recinto alguno de muros, ó rampares, y que esté situada en campo llano, para su fortificacion, no havrà dificultad alguna.

Se comenzará, levantando exactamente el plano de la Plaza, y se construirà, ò delinearà sobre el papel, sirviendose para este efecto de una escala bastante grande, para que una vara tenga su longitud sensible.

Se añadirà à el espacio ocupado por las casas, el lugar, que se juzgue necesario, yá sea para el aumento de la Ciudad, ò para el establecimiento de almacenes, &c; cuydaràse tambien, de la

anchura del rampart, y quarteles, que deben eitar separados de las casas de la Ciudad, por una especie de calle de 9, ò 7. varas de ancho.

Se podrá despues trazar el disseno de la fortificacion sobre el plano de la Plaza, sirviendose del Poligono exterior, ò del interior.

Queriendose servir del Poligono interior: esto es, si se quiere fortificar por fuera, se trazará ligeramente un Poligono qualquiera, al rededor de la Ciudad, observando tirár los lados de este Poligono, quasi paralelos à los lados del recinto, formados por las casas de ella, y que no diften unos de otros, mas que 56, ò 60. varas, que es poco menos, ò quasi el espacio necessario, para la base del rampart, quarteles, y calles, que los separan de la Ciudad, y el rampart.

Si el Poligono trazado assi, se

Q

encuentra con corta diferencia regular, se le podrá circunscribir un circulo; y para este efecto se tomarán los cuspides de tres angulos, que parezcan igualmente distantes del centro de la Plaza, y se hará passar la circunferencia de un circulo por estos tres cuspides, ó tres puntos, (Nota 3^a. Prob^a. 17. de Geometría.)

Se tomarán despues 280. varas sobre la escala del plano, y se llevarán despues à la circunferencia del circulo descripto.

Si esta longitud se contiene exactamente un cierto numero de veces, se tendrá un Poligono regular, de quien los lados interiores tendrán 280. varas, y se fortificarán por fuera, como se ha enseñado antecedentemente.

Si la distancia de 280. varas, no se contiene exactamente sobre la circunferencia del circulo antecedente, y queda una lon-

gitud de 90. varas, ô cerca de ellas, en los Poligonos grandes, donde la linea de defenſa es mas pequeña, que los lados interiores, ſe dividirá dicho exceſſo, y ſe repartirá entre todos los lados; pero en los Poligonos pequeños, donde la linea de defenſa es mayor, que los lados interiores, ſe aumentará el numero de los lados al Poligono dándole uno mas: eſto es, ſi tenía 5., ſe le darán 6.

Si la linea tirada paralelamente al recinto formado por las caſas de la Ciudad, dieſſe una figura muy diſtinta, ô diferente, de un Poligono regular, para que ſe le pudieſſe circunſcribir un circulo, ſe aplicará ſubceſivamente ſobre eſta linea una longitud de cerca de 280, ô 300. varas, de manera, que ſe tenga un Poligono, de quien los lados correfpondan, con corta diferencia, â los de la Tabla antecedente.

Qij

Se debe observar en esta operación, trazàr el Poligono de manera, que todos los angulos de su circunferencia sean iguales; de forma, que ninguno baxe de 90. grados. Puede se aumentar el valor de los angulos muy agudos, tomando sus cúspides un poco mas cerca de la Ciudad, y disminuir los muy obtusos, al contrario, abanzando sus cúspides à la campaña.

Si practicadas estas reglas, se encuentra no obstante la precision de tener los angulos muy desiguales, como de 90. grados, y de 140., serà necesario observar, que los lados, que forman los angulos pequeños, deban ser mas cortos, que los que forman los grandes; esto es, de cerca de 260, ò 280. varas, quando estos angulos tienen cerca de 90. grados, y de 300, 320, 350, &c. varas, quando ellos tengan 135, 140, 150, &c. grados; porque

en el primer caso, deben ser mirados como lados interiores del Quadrado: y en el segundo, como lados de Poligonos de mayor numero de lados. (Vease la Tabla antecedente de los lados interiores.)

Si se quiere fortificar por el Poligono exterior, se trazará, como se ha enseñado para el Poligono interior, una linea quasi paralela al contorno de las casas de la Ciudad, distante de ella, no solo lo necesario para el rampart, y los quarteles; pero aún tambien el espacio, que debe haver entre el Poligono interior, y el exterior. Estas dos distancias pueden ser valuadas con corta diferencia de 140, ó 160. Varas.

Si esta linea no difiere mucho de la circunferencia de un circulo, ó de un Poligono regular de muchos lados, se podrá inscribir en la figura, que ella for-

ma, otro Poligono regular, de quien cada lado tenga cerca de 370, 396, ò 420. varas: si nõ, se describirá al rededor de la Ciudad un Poligono irregular, de quien se dispondrán los lados de manera, que tengan las longitudes yá señaladas, y que no tengan angulo alguno de menos de 90. grados.

Haviendo observado en la practica todas estas circunstancias, se trazará la fortificacion, como en el Proba. 1.º

Para este efecto, se levantará una perpendicular sobre la mitad de cada lado del recinto, hacia lo interior del Poligono.

Se dará à esta perpendicular la octava parte del lado, si alguno de los angulos de la circunferencia del Poligono, que están à los extremos de dicho lado, es de 90. grados; la septima parte de dicho lado, si el mas pequeño de dichos angulos es de 108.

grados; y en fin, la sexta, si estos angulos son de 120. grados, ó mas,

Por la extremidad de esta perpendicular, se tirarán las líneas de defenia indeterminadas. Se tomarán sobre estas líneas, desde los cuipides de los angulos del Poligono, dos septimas partes de cada lado exterior, para las caras de los Baluartes, y siguiendo, se acabará el trazado de la línea magistral, como en los Poligonos regulares.

Estando así formada esta fortificación sobre el plano, debe transportarse, ó trazarse sobre el terreno, para corregir, ó ratificar, todo lo que se encuentre defectuoso en su disposición. Se examinará, por exemplo, si alguna de las partes de la fortificación se encuentra enfilada; si expone demasiado gasto, que se pueda disminuir haciendo algun ligero cambio en sus obras, &c.

Si la Ciudad se halla situada à la orilla de un rio, ô su posicion, obliga necessariamente à dar grande estension à uno de sus lados, como 700, ô 900. varas; siendo esta distancia demasiado grande, para que los baluartes contruidos à sus extremos puedan defenderse reciprocamente, se dividirá en dos partes iguales, y se fortificará cada una de por sí, como los otros lados del recinto. El Baluarte puesto en medio de esta linea, tiene su gola en linea recta, y este genero de Baluartes, se llaman *Baluartes Planos*. Encuentrase uno de esta especie en Barcelona, sobre la parte del recinto, que mira al Mar, al qual llaman el *Baluarte de la Higuera*.

Los Baluartes contruidos sobre lineas rectas, no están colocados tan ventajosamente como los otros; porque el Enemigo puede de una misma Bateria,

enfilas las dos cortinas colaterales.

Sus caras se presentan tambien mucho al Enemigo; pero estos defectos están recompensados por la disposicion del terreno, que ordinariamente los hace inaccesibles, y por consecuencia los menos expuestos á los ataques: la gran gola de estos Baluartes, permite hacer en ellos buenas cortaduras, que sirven para disputar largo tiempo el terreno al Enemigo.

Del trazado de la Fortificacion irregular, quando el recinto está determinado: esto es, quando la Plaza tiene un recinto viejo formado de rampares, del qual se quiere conservar, ó aprovechar alguna parte.

Sea el Poligono irregular

Fig. 20. ABCDE &c., el que forma el recinto de una Plaza, que es necesario fortificar. Se supone, que los muros del recinto están trazados: esto es, que la Plaza tiene un rampart por todo lo largo de sus lados; y se procura fortificarlo, y tomar las cortinas sobre las partes de dicho recinto.

Se supone, que los lados tienen el numero de varas, que para cada uno se señalan dentro de la Figura, y los angulos, los grados marcados tambien sobre el mismo plano.

Antes de entràr en el detalle del trazado de esta fortificacion, se dará la Tabla siguiente, que contiene el valor de los angulos diminutos, ô flanqueantes, interiores de los Poligonos regulares, desde el Quadrado, hasta el Duodecagono, y hasta la linea recta, por ser el conocimiento de estos angulos, y de

los de la circunferencia de Poligonos regulares (que se diò en la Geometría) necessario , para la fortificacion de diferentes lados de Poligonos irregulares.

T A B L A.

| Angulos diminutos, ò flanqueantes..... | Grads. Minuts. |
|---|----------------|
| Cuadrado. | . 13. . . 44. |
| Pentagono. | . 15. . . 30. |
| Exagono | . 18. . . 26. |
| Eptagono. | . 18. . . 26. |
| Octagono. | . 18. . . 26. |
| Nonagono. | . 18. . . 26. |
| Decagono. | . 18. . . 26. |
| Undecagono | . 18. . . 26. |
| Duodecagono. | . 18. . . 26. |
| Linea recta. | . 20. |

Confiderefe, por exemplo, el lado AB de 525. varas, cuya excesiva longitud no permite, que los Baluartes colocados en sus extremos A, B se defiendan reciprocamente; por lo que será necesario construir un Baluarte al medio de dicho lado.

Para esto se dividirá por medio en L, y se tendrán los lados AL, BL, cada uno de $262\frac{1}{2}$. varas, los quales se fortificarán empezando de la manera siguiente por A.

Por ser AL de $262\frac{1}{2}$. varas, y el angulo A de 142. grados, que con corta diferencia corresponde à el Nonagono, se tomarà la semigola AM de 63. ò 66. varas (esto es, quasi la quarta parte de AL) en el punto M, se harà con la recta ML, un angulo de 20. grados, (que es el flanqueante interior de la linea recta) y se tirará la linea de defensa Mø: se tomarà tambien LN, semigola del

Baluarte plano, de 66. varas, ó de la quarta parte de AL , se hará en el punto N , con la recta MN el angulo $MN\hat{b}$ de $18\frac{1}{2}$. grados; é igualmente en los puntos M, N angulos de 100. grados con la cortina MN : los lados de estos angulos cortarán las líneas Nb, Ma en los puntos c, d , que terminarán los flancos Mc, Nd de los semi-baluartes A, L .

De la misma manera se tomarán BP, LO de 66. varas, y se acabará la fortificacion de LB , como la de AL . Se tendrá así el lado grande AB fortificado con dos semi baluartes á sus extremos A, B , y un Baluarte plano en medio.

Por ser el lado adyacente BC de 350. varas, y el angulo B de 161. grados, se tomará la semi-gola BQ de 86. varas, ó de la quarta parte de BC . Siendo el angulo C de 131. grados (esto es quasi el mismo valor, que el del

Eptagono) se deberán tomár para la semigola CR las dos novenas partes de 350. ; pero como el lado , que sigue CD , es mas pequeño , se pueden tomár de 86. varas , y assi quedará la cortina QR de 178.

En el punto Q , se hará el angulo RQe de $18\frac{1}{2}$. grados , y en el punto R , el angulo QRf del mismo valor , cuyo lado fR , cortará Of en el punto f , que será el cuspide del Bualuarte B. Se harán en Q , y en R , angulos de 100. grados para tener los flancos , y caras de los semi-baluartes del frente BC.

El siguiente lado CD , tiene 256. varas y 2. piès , y por ser el angulo C de 131. grados , se tomará la semigola CS , como en el Eptagono (esto , es de quasi dos septimas partes de CD , que valen con corta diferencia 70. varas) ; pero como el angulo D , no tiene mas que 98. grados , se to-

marà la femigola DT, como en el quadrado (quiere decir de 49. varas, ò de la sexta parte de CD) despues se harán en S, y en T, angulos de 100. grados, con la cortina ST; tambien en el punto S, se harà el angulo flanqueante interior TSg de $13\frac{1}{2}$. grados, y en T el angulo STe de $18\frac{1}{2}$. grados; y los lados de estos angulos determinarán la longitud de los flancos, como en los lados precedentes.

La de las caras, se determinará por el encuentro de los lados, que forman los angulos flanqueantes interiores, ò por el de las líneas de defensa, tiradas desde los puntos Q, T, como se vé en la figura.

El siguiente lado DE, tiene 312. varas, y 2. piés, y por ser el angulo D de 98. grados, deberá tener la femigola DV 52. varas, ò la sexta parte de DE; y por ser el lado adyacente FE de 147.

varas demaliadamente pequeño para formar un frente de fortificación, se tomará toda la gola para el Baluarte del ángulo E sobre el lado ED, observando, que la cortina UV tenga á lo menos 140. varas; y por esso en este exemplo se toma EU de 116. se harán los ángulos flanqueantes interiores V, U de $13\frac{1}{2}$. grados, á causa de ser D, E quasi rectos.

Se tirará la línea de defensa Ug, que cortando en g, la que se tirò desde S, dará el Baluarte D, y se tirará por V la línea de defensa indeterminada Vh.

Por ser el lado EF, que forma el ángulo entrante EFG, solo de 147. varas, y estar en disposición, de flanquear el Baluarte construido sobre el ángulo G, se hará en el punto F el ángulo flanquante interior EFh de $13\frac{1}{2}$. grados, para tener la línea de defensa Fh, que por su encuentro con Vh la termina en h: se ha-

rá en el punto E, un angulo de 100. grados con el lado EF, que dará el flanco Ek; el punto h, donde Fh encuentra Vh, será el angulo flanqueado del Baluarte del angulo E, cuya gola EU, está en linea recta, y tomada enteramente sobre ED.

Por ser el lado GF solo de 280. varas, y que á causa del pequeño lado EF, sería necesario, si se quisiese construir un Baluarte en F, tomar toda la gola sobre GF, se podrá dispensar la construcción de este Baluarte sobre el angulo F, aún de la manera, que se hizo sobre el angulo E, porque los lados del angulo entrante F, pueden flanquearse mutuamente, y el flanco Ek defiende el cuspide de este angulo, que tambien podrá ser defendido por el flanco opuesto del Baluarte construído sobre el angulo G.

Se tomará pues la semigola

R

GX de 56. varas, ò de la quinta parte de GF, por ser el angulo G de 118. grados correspondiente, con corta diferencia, al del Exagono.

Se levantará en el punto X el flanco del Baluarte G, haciendo un angulo de 100. grados con FX: después se determinará la longitud de este flanco por una linea FZ, que hará con FG el angulo ZFG de $18\frac{1}{2}$. grados.

El lado HG por formar tambien un angulo entrante con IH, pide algunas atenciones particulares.

Los lados del angulo entrante IHG, no pueden flanquearse, como los del antecedente F, porque el angulo es mas abierto, y ellos son mayores.

Por ser HG de 373. varas, y 1. pié, se tomará la quinta parte para YG, que assi será de 74. varas, ò poco mas, se tomará HZ de la longitud necesaria para tener la

línea de defensa $z\ell$ del alcance del fusil, que hará con zY el ángulo flanqueante interior ℓzY de cerca de 20. grados, como en la línea recta. En el punto Y se tirará, como de ordinario, el flanco Yy , que hará un ángulo de 100. grados con la cortina zY . La línea de defensa $z\ell$, será terminada en ℓ , por su encuentro con $F\ell$.

Examínese por la escala la longitud de esta línea, y se hallará de 373. varas y 1. pié mayor, que el alcance del fusil, lo qual se remediará de la manera siguiente; se aumentará la semigola HZ , con 35. ó 40. varas hasta p , y tirando la pi , paralela à $z\ell$, se disminuirá la longitud excesiva de esta línea de defensa. De la misma manera se disminuirá la de $F\ell$, ó bien se reducirá el flanco X_1 à la longitud X_2 de 70. varas, y se tirará la Fz , que también disminuirá la paralela à $z\ell$.

Si el angulo flanqueado i tiene mas de 80. grados, se podrá hacer en el punto i , el angulo pim de este numero de grados, y el lado im cortará la cortina en un punto m , que dará mF para el fuego de la cortina, ô segundo flanco (observese, no dexár jamás este fuego de la cortina, si el flanco no consta, á lo menos, de 58. varas:) si no se quisiese servir este fuego, se puede elevár en m una perpendicular mn sobre Fi , que servirá, de aumentar la defensa del angulo flanqueado, por la especie de pequeño Redán mnF .

Se tirará en el punto p el flanco pq , que hará un angulo de 100. grados con pY ; se darán quasi 47. varas á pq , y por los puntos Y , q se tirará Yq indeterminada.

Por ser el angulo I de solo 57. grados, no se puede construir en él, Baluarte, como se ha hecho

sobre los otros del recinto propuesto; pero hay muchos modos de fortificarlo.

1.º Se puede tomar Hr de 46, ó 70. varas, y levantar en el punto r la rs , que haga con Ir un ángulo de 100. grados, la que se terminará en s por la prolongación Ys ; y entonces rs defenderá el cúspide I .

Haciendo despues de esto un Baluarte sobre el ángulo K , como se vè en la figura, el flanco tz de este Baluarte, defenderá tambien el mismo ángulo I ; pero por esta construcción quedan los ángulos t , r indefensos.

2.º Se puede en el punto r , tirar la línea $r3$, formando con Ir el ángulo $Ir3$ de 13. grados; prolongar Ys hasta 3 , y hacer en este punto el ángulo $r34$ de 100. grados, para tener el flanco $(3, 4)$ que defenderá rs , y sq . Por esta construcción, será la línea sq defendida de los flancos

Yy, (3, 4), y haciendo la misma operacion en el lado KI, se tendrá el angulo I por el angulo flanqueado de un Baluarte, cuyas caras, seràn formadas por dos lados del recinto propuesto.

3.º Se podrá tambien fortificar el angulo agudo I, construyendo sobre él una especie de hornaveque, ô frente de fortificacion, como se vè formado de puntos en la figura. La cortina de esta obra debe tener â lo menos 94. varas; los flancos 47, las caras 70. Esta ultima fortificacion sobre el angulo I, es mejor, que las dos antecedentes; pero tambien es de mas considerable gasto.

El ultimo lado AK se fortificará, como los anteriores.

NOTAS.

I. Que si la Plaza tiene un recinto viejo, con su foso en estado de servir, añadiendo las obras exteriores, que convengan, soy de parecer se aproveche; pues de esta forma se mantienen considerables Plazas en la Europa.

2. Si por una Plaza huvieſſe preciſſion de introducir un rio, ſe le harà paſſar por medio de una cortina, tanto à el entràr en la Plaza, como à el ſair; pues de eſta forma ſerà defendido por dos flancos; y à el contrario, paſſando por un Baluarte ſolo, ſerà defendido por un flanco, è inutilizarà dicho Baluarte: ſi el rio fueſſe no muy ancho (eſto es, de 50, ò 70. varas) ſe harà paſſar por baxo del rampart, practicando para eſte efecto fuertes arcos de boveda, ſobre quien ſe ſostengan el rampart, y parapeto. Tanto la entrada, como la ſalida del rio en una Plaza, neceſſitan gran cuſtodia, por ſer los conductos mas faciles, que el Enemigo tiene para introducirſe; y aſſi, ſe conſtruirán las obras, que ſe juzguen neceſſarias, para la ſeguridad de la Plaza.

3. Las Plazas ſituadas en medio de lagunas, ó tierras pantanoſas impracticables, no piden la miſma atencion, que las otras, y ſolo ſe les formarà un recinto de un ſimple rampart, y parapeto, à prueba de cañòn, ſi el terreno ſeco donde el Enemigo puede plazàr ſus baterias eſtuvieſſe proximo, y ſi nõ ſe formarà à prueba de fuſil, elevado lo ſuficiente, para no ſer eſcalado con facilidad en un tiempo de yelos, que el Enemigo ſe puede aproximar; y ſi la Plaza tiene un frente, que puede ſer batido por terreno enjuto, y los reſtantes inacceſſibles, ſe fortificarán cada uno conforme à ſus rieſgos.

4. Si ſe huviera de decir todo lo concerniente à la Fortificacion irregular, era neceſſario crecidos volumenes, y como la principal maxima de eſta obra es lo ſucinto, dando por ſuficiente lo dicho para la inteligencia de los aplicados: paſſarémos à dár una preciſſa noticia de la Fortificacion de Campaña.

De la Fortificacion de Campaña.

Fortificacion de Campaña se llama, la que dà el modo de disponer las obras necessarias para defender, y mantener un Exército en campaña: dichas obras llamadas *Fuertes de Campaña*, son mas debiles, que las de las Plazas; pero suficientes, y utilísimas para el fin á que se dirigen: se necessitan siempre en los sitios de las Plazas, en la campaña para tomar un ventajoso puesto, assegurar una abenida por barrancos, ô bosques, el passo de los comboyes, para hacerse dueños de un puente, y para otros muchos accidentes. Siempre, que dichas obras, comunicandose formen una linea, y esta cierre dentro de sí â el Exército para defenderlo de los Enemigos, yâ sea en medio de la campaña, ô

en el sitio de una Plaza, se llama *Linea Obsidional*.

En los sitios de las Plazas, se divide la linea obsidional en linea de circunvalacion, linea de contravalacion, y ataques, ô trinchera.

Linea de Circunvalacion, es un fosso de 22. ô 24. piès de ancho en la parte superior, y de 8. ô 9. de profundidad, con el talud, ô declivio, que permita el terreno: con la tierra que produce este fosso, se hace un parapeto con su banquetta, cuya altura es de 6. piès por la parte exterior, y de 8. por la parte interior, su espesòr es de 9. piès: dicha linea circuye, ô encierra, la Plaza sitiada, y al Exercito sitiador, defendiendo á este de las imbañiones vèlicas, que puedan hacerle por la campaña.

Linea de Contravalacion, es un fosso, y parapeto de las circunstancias prescriptas, que se

hace por todo el contorno de la Plaza sitiada (quando la guarnicion de esta fuere crecida, porque con sus salidas, no incomode al exercito sitiador) de fuerte, que en esta disposicion viene á quedar el campo de los sitiadores, assegurado entre las lineas de circunvalacion, y contravalacion.

Para flanquear dichas lineas, se hacen en ellas de distancia, en distancia, plazas de armas, ó angulos salientes à la campaña, con 70. varas de gola, y 55. de cara.

Tambien se construyen para este fin Baluartes, Estrellas, y Reductos, &c. siendo la regular distancia entre estos fuertes 250. varas.

Ataque, ó Trinchera es, un camino profundo, por donde el exercito sitiador, conduce con seguridad sus tropas à la Plaza sitiada: esto no es otra cosa, que

una escavacion de 16. ô 18. piès de ancho, y 6. de profundo, y de la tierra, que subministra, se hace un parapeto hacia la parte de la Plaza, de suerte, que toda su altura sea de 8. piès, inclusa la banqueta: dicho parapeto, no tiene por la parte exterior mas altura, que la que la tierra toma naturalmente, pues por esta parte no està sostenida.

La trinchera se hace con lineas paralelas â la Plaza, â fin de que no quede enfilada, porque de lo contrario serìa inutil: comunicase con varios ramales, ô retornos; algunas veces por encontrarse agua, ô por no permitir el terreno esta construccion, se hace la trinchera con varias rebueltas â derecha, é izquierda, que llaman *Sic-sax*.

Debe ponerse el mayor cuidado en la construccion de un ataque, â fin de librarlo de dominacion, hacerlo breve, seguro,

y de manera, que la Plaza no enfle con su artillería, ò fusil, la tropa, que en él huviere.

NOTA.

Que en el perfil de la trinchera fuele haver gran diferencia, pues debe arreglarse su contruccion, à la guarnicion, artilleria, y municiones de la Plaza, y à la naturaleza del terreno; y assi, si la Plaza, ò algun castillo de su jurisdiccion domina à la campaña, se hace la trinchera mas profunda, con dos banquetas al parapeto; y si tiene grueffa artilleria, se hacen mas robustos los parapetos.

Para estas funciones son indispensables muchas Faginas, Salchichones, Estacas, Gaviones, Cestillos de trinchera, Candeleros, Sarzos, y Blindas, &c.

Fagina, es un trozo formado de ramas delgadas, atadas fuertemente con quatro ligaduras, siendo su longitud ordinaria 7. piés, y uno de diametro.

El Salchichon, es de la misma especie, y diametro de la fagina, pero mas largo; su uso es en los reductos de los ataques, ponien-

dolos à lo largo sobre las cabezas de las faginas : tambien sirven de otras dimensiones para la construccion de baterías.

Estacas son unos maderos, cuyo gruesso suele ser de ocho pulgadas en quadro, y su longitud de $7\frac{1}{2}$. piés, rematando por arriba en punta.

Los *Gaviones*, son tambien de ramas delgadas, y se hacen de varias magnitudes : los que sirven para baterías, se hacen de 6. piés de diametro, y 8. de alto ; para las trincheras de 3. piés de diametro por la parte inferior, y algo menos por la superior, para que se puedan ajustar uno sobre otro; su altura es de $3\frac{1}{2}$. piés (son utilísimos para la prompta execuciõ de una trinchera.) Para los Zapadores, se hacen los gaviones de $3\frac{1}{2}$. piés de diametro, por una, y otra parte, y 5. de alto.

Los *Cestillos* de trinchera, tienen $1\frac{1}{2}$. pié de alto, y lo mis-

mo de diametro en la boca, y un pié en la base: llenandolos de tierra, sirven para poner sobre los parapetos de los reductos, ô de otra qualquier obra ofendida por el fusil del Enemigo, pues cubren las cabezas de los Soldados, y entre cada dos forman una tronera suficiente para disparar por ella con seguridad, à manera de los faquillos de tierra, de que se tratò en la Fortificacion regular.

Candelero, es un madero de un pié de ancho, grueso à correspondiencia, y largo quanto se quiera, en sus extremos tiene otros dos perpendiculares de $5\frac{1}{2}$ piés de alto, que se terminan en punta. Son utilissimos para formar un parapeto, atravesando entre dos cadeleros, faginas largas, ô falchichones, y para cubrir alguna parte de trinchera, que por descuydo saliò enfilada.

Las *Blindas*, son unos falchi-

chones, ô faginas, atravesadas sobre dos maderos, que firven para resguardo de las piedras regularmente.

Los *Sarzos*, son un texido de mimbres, ô ramas, que firven para mantener las tierras de los parapetos, quando son areniscas.

Construccion de los Fuertes de Campaña.

PROBLEMA PRIMERO.

Fortificar el triangulo equilatero ABC, con medios Baluartes. Fig. 217.

OPERACION.

Tomense las semigolas AD, BL, CM, cada una igual à 2. decimas partes del lado AB, y levantando los flancos perpendiculares, y de una decima parte de dicho lado AB; se dividirán todos los lados por medio en H, tirando la linea de defensa EH, hasta cortar el la-

do CA, prolongado hasta F, y practicando lo mismo sobre los otros lados, se tendrá fortificado el triangulo, como se pide.

NOTA.

Que el triangulo se puede tambien fortificar con tres Baluartes planos, constringidos en medio de sus lados, como manifiesta la Fig. 22; con seis medios Baluartes, formados en los seis extremos de sus tres lados, como se ve en la Fig. 23., ò de la manera, que mas convenga, segun el objeto, à que se dirige.

PROBLEMA SEGUNDO.

Fig. 24. *Fortificar el quadrado ABCD con quatro medios Baluartes; con quatro Baluartes planos, formados en medio de sus lados; ò con ocho medios Baluartes, formados en los ocho extremos de sus quatro lados.*

OPERACION.

Para lo primero, dividase el lado AB en 8. partes iguales, tomenle las semigolas AE, BH,

&c. de tres octavos, y levantando flancos perpendiculares de dos octavos, se cortarán BG, CM, &c. iguales à dichos flancos, y tirando por estos puntos las líneas de defensa hasta cortar los lados del quadrado prolongados, se tendrá fortificado el quadrado con 4. semi-baluartes, ò medios Baluartes.

Para lo segundo, dividase el lado AB (Fig^a. 25.) por medio en D, tomense las semigolas DE, DF de una octava parte del lado AB cada una, y levantando los flancos perpendiculares iguales à las semigolas, se formará un Baluarte plano, haciendo el ángulo flanqueado recto; y haciendo lo mismo sobre los otros lados, se tendrá fortificado el quadrado con 4. Baluartes planos.

Para lo tercero, dividase el lado AB en quatro partes iguales, Fig. 26. y tomense las semigolas AE, AF, &c. de una quarta parte, y levan-

tando flancos perpendiculares, é iguales á ellas, se tirarán las líneas de defensa hasta cortar los lados del quadrado prolongados, y se tendrá este fortificado con 8. semi-baluartes.

NOTAS.

1. Que puede fortificarse el Quadrado con 4. Baluartes á sus angulos, como se enseñó en la Fortificación regular; y siempre que se haya de fortificar, para asegurar en la campaña un puesto ventajoso (como una fuente, que suministra las aguas necesarias á la Plaza, ó un forzoso desfiladero) se hace de cal, y canto, ó ladrillo, pues en este caso debe considerarse por obra permanente.

2. Que los flancos, y semigolas, en qualquiera de los modos dados para la fortificación del Quadrado, y triangulo, se pueden aumentár, y disminuir, segun la capacidad del terreno, como igualmente el lado de la Figura, á quien regularmente se dá en dichas obras de 80, á 140. varas, para fortificar por fuera.

PROBLEMA TERCERO.

*De la fortificación de Quadri-
longos, y Reductos.*

OPERACION.

Sea el quadrilongo AC, cuyo lado AB es de 350. varas, y el AD de 140. formense en los ángulos rectos C, D, A, B 8. medios Baluartes, como se dixo en el tercer caso, Problema 2.º dividase por medio AB en el punto O, y formese un Baluarte plano, cuyas femigolas sean de 18. varas cada una, y los flancos lo mismo, formando el angulo flanqueado recto.

Fig. 27.

Si no conviniese dicho Baluarte por no causar mucho gasto, se podrá formar el angulo saliente T, recto, dando à cada femigola SM, SN, 24. varas. La utilidad de esta obra, es de asegurar un quartèl en el ataque de una Plaza, ô para ocupar un terreno en la campaña semejante à su figura.

Tambien puede fortificarse el quadrilongo, como se vè en la

Sij.

Fig. 28: esto es, tomando el lado BC menor, como lado exterior de un hornaveque, el qual se dividirá por medio en Y, y à la perpendicular YS, se dará su sexta parte, y à la cara las dos septimas: despues se dividirá el lado AB por medio en P, y cortando la semigola AQ igual à la del frente, y levantado el flanco perpendicular, igual tambien al del frente, se tirará la linea de defensa rassante desde P, hasta que corte el lado AD, prolongado; y lo mismo se hará sobre el lado DC. Dividase DA por mitad, y en ella formese el angulo recto X, de la manera, que se hizo en el quadrilongo antecedente.

La fortificacion del reducto, es un quadrado sin defensa lateral, si solo de frente, cuyo mayor lado no excede de 46. varas: siendo por la regular en lineas de circunvalacion 34, y en los ataques de 24.

PROBLEMA QVARTO.

De la construccion de Fuertes de Campaña, en figura de Estrella.

OPERACION.

Puedense formar estos fuertes con 4, con 5, ó con 6 angulos salientes, como se vé en las figuras 29. 30. y 31: los primeros se llaman *Quadrangulares*, los segundos, *Pentagonales*, y los terceros, *Exagonales*; pero hallandose en ellos el defecto de tener la mitad de sus angulos muertos, y por consiguiente muy perjudiciales á sus defensores, se escusará quanto se pueda la construccion de dichas obras, á menos, que no la pida la naturaleza del terreno: su uso es en las lineas de circunvalacion.

Los fuertes quadrangulares, se forman describiendo un cir-

culo, é inscribiendole à éste un quadrado (Fig. 29.) se dividirán los lados por medio, se levantarán las perpendiculares NM, de una sexta parte, y tirando rectas desde los extremos à los ángulos, se tendrá el primero.

Los segundos se formarán, inscribiendo en el círculo un Pentangono, y diviendo por medio sus lados, (Fig. 30.) se levantarán perpendiculares NM, de una quarta parte de dichos lados, y por sus extremos, se tiraràn rectas à los ángulos.

Los terceros se tendrán, inscribiendo en el círculo dos triángulos equiláteros, cuyos vértices, ó ángulos, disten en la circunferencia igualmente unos de otros, assi como lo manifiesta la Figura 31.

PROBLEMA QUINTO.

Trazár el perfil de los Fuertes de Campaña, formados de tierra, y fagina.

OPERACION.

Tírese la recta DR indeterminada, que representará el nivèl de la campanya, tomese AB de 8. piés, que será el espesòr del parapeto por la parte superior, levántese la perpendicular AS de 8. piés para la altura interior del parapeto: y la BT de 7. para la altura exterior, y tírese ST, que será el declivio superior: tomese AC de $2\frac{1}{2}$. piés, para base del declivio interior de dicho parapeto, y tirando CS, cortese CV de 3. piés, y levántese la VX perpendicular, è igual à VC, tírese XN paralela à la orizontàl, y cortando CD igual $7\frac{1}{2}$. piés, tírese la recta DX, y se tendrá la banquetta DXN; tomese BE igual $2\frac{1}{2}$. piés, y tirando TE, se tendrá el parapeto: tomese tambien EF igual $3\frac{1}{2}$. piés, para la berma, que ha de sostener el parapeto; tomese FG de 14. piés, para la anchura del

foso en la parte superior; baxense las perpendiculares FH, GL cada una de 6. piés, tirese LH, tomense HM, LQ de $3\frac{1}{2}$. piés cada una, que serán las bases de escarpa, y contra-escarpa, y tirando las FM, QG se tendrá delineado el foso: prolonguese QG, hasta O, $2\frac{1}{2}$. piés, y tirando la recta OR indeterminada, se tendrá el glacis.

NOTAS.

I. Que aunque por la precedente delineacion del perfil de los Fuertes de campaña, se suponen dichas obras al nivel del terreno, conviene algunas veces levantarlas, haciendo un terraplèn de 6, ù 8. pies de altura, para dominár algun pueffo oculto, ò para los reductos, que se confruyen en los ataques, dando en estos casos mas anchura, y profundidad al foso de dichas obras, à fin de tener la tierra necesaria para la altura prescripta: quando dichas obras sean à nivel de la campaña: esto es, sin terraplèn, se dà poca anchura à la berma, porque no monten por ella con facilidad los Enemigos el parapeto, y en particular si el fuerte es destacado, que entonces, ademàs de lo dicho, es necesario poner una estacada volante à 3. piés, y medio de alto en el parapeto, por la parte esterior, que salga 4.

piés, y medio, y entre 3. en el parapeto, asegurando las estacas por las cabezas con un listón, como el de las palizadas, ò estacadas del camino cubierto, à fin, que tirando de una no sea facil arrancarla.

2. Quando el terreno es fuerte, y crasso, no se rebisten de faginas la escarpa, y contra-escarpa, y aún sus bases pueden ser menores, que lo dicho en el perfil antecedente; pero si la tierra fuere floxa, ò arenisca, y no huviese faginas, es preciso sean mayores.

3. Que los parapetos deben rebestirse por fuera, y por dentro con faginas.

4. El glacis GOR, se forma con la primera tierra, que sale del foso, y sirve de cubierto à los trabajadores, y gente del foso.

5. Que la altura exterior del parapeto es de 5. à 6. piés, ó segun la altura del terraplén, pues siempre debe descubrirse por encima de él, la contra-escapa.

De las Capitulaciones.

Capitulaciones, son las condiciones, ó circunstancias, con que después de haberse defendido, una Plaza, Ciudadela, Castillo, Fuerte de campaña, ò otra qualquier especie de Fortaleza Natural, ó Artificial, trata su Gobernador entregarla al Exercito sitiador: éstas se piden quando no hay otro recurso, ni esperanza de recibir socorro: esto es, habiendose defendido la Plaza con mucho honor, y reputacion, y por la superioridad enemiga perdido la brecha, que en este caso tengan abierta los sitiadores; siendo de poca robustéz, las cortaduras, adonde se retire la Guarnicion; y hallandose en estado de no poder resistir mucho mas al esfuerzo del Enemigo, es forzoso apelar á la prudencia, por no precipitarse en la temeridad; para lo qual tocará la Plaza su llamada, y suspenso el fuego de una, y otra parte, como igualmente los trabajos, embiará el Gobernador dos Oficiales de graduacion al Campo, y el General Sitiador embiará otros dos á la Plaza en rehenes, que se introducen vendados los ojos, para que no reconozcan el estado de las fortifica-

ciones; y se hacen las proposiciones siguientes.

1. Que ha de salir la Guarnicion con sus Armas, y tantos cartuchos con bala, por la Brecha, la Infanteria con Vaderas desplegadas, y Tambór, batiente en toda su marcha; igualmente la Cavallería montada, Espada en mano, Estandartes enarbolados, tocando Trompetas, y Timbales.

2. Que se les permitan, sacar quatro, ó cinco Cañones, y uno, ó dos Morteros en sus Cureñas, ó Afustes, con tantas balas, y bombas de sus calibres, y los Caballos, ò Mulas necesarios para tirarlos.

3. Que salga libre todo el Equipage de la Tropa, y para ello, y conducion de enfermos, se les concedan tantos Carros, y si huvieren de marchar por mar, tantos Bagèles.

4. Que la Tropa se haya de conducir con Escolta del Principe Sitiador, hasta la primer Plaza donde quede con seguridad, dandole los bagages, que neccsitate, à su costa, ò por cuenta de su Soberano.

5. Que se hayan de conducir por el camino mas breve, haciendo alto en tal, y tal Poblacion.

6. Que no se moleste, ni saqueé la Ciudad, y que se traten los Vecinos, co-

mo propios Vassallos del Conquistador.

7. Que á ninguna Persona de las que haya dentro de la Plaza, se haga cargo por delito cometido antes, ò en el tiempo del sitio, y que todos puedan salir libremente con sus familias, y bienes (si gustaren) en el termino de tantos dias : y que á los que quedassen en la Ciudad, se les trate bien, permitiendoles, vivir en su Religion, conservandoles sus fueros, costumbres, y politica; pero si los Havitantes, eran legitimos Vassallos del Principe Conquistador, y amotinados, ó rebeldes passaron á otro dominio, no les permite el derecho de las Armas mas Capitulacion, que la que su legitimo Principe quiera concederles.

8. Que al mismo tiempo, que salga la Guarnicion por la brecha, éntre por otra parte la Tropa del Conquistador.

9. Que la Artilleria, pertrechos, y municiones se entregarán fielmente, manifestando las Minas, que estuvieren cargadas.

Otras muchas proposiciones suelen concederse á las Plazas Reales; pero estas son las mas frequentes, tanto en Plazas, como en Reductos, Casas fuertes, &c. donde se halla atacado algun destacamento.

Explicacion de los Planos de Fortificacion.

Son muchos los que deseosos de abriguar las fortalezas de una Plaza, toman el Plano de ella; pero faltandoles el conocimiento de la particular significacion de cada uno de los colores, que representan las partes de dicho plano, mas bien quedan confusos, que instruidos, y assi me ha parecido exigia esta Obra, una breve noticia de esta ciencia.

Uíase en los planos de diversos colores, para representar con cada uno aquellas partes de la fortificacion, cuyas superficies se les assimilen, y este Arte se llama *Lavado*: de manera, que lavar un plano no es otra cosa, que dár á cada una de sus partes el color, que le corresponde; teniendo los que sirven para este efecto.

- 1 ° ... La tinta de China.
- 2 ° ... El Carmin, color roxo.
- 3 ° ... La Guragamba, color Amarillo.
- 4 ° ... El Verdebexiga.
- 5 ° ... Agua mar, ô Color de Agua.
- 6 ° ... Color de tierra.
- 7 ° ... El Azúl, ô Añil.

La tinta de China, sirve para tiràr todas las líneas de un plano, ò perfil, à excepcion de aquellas, que representan algun espesór de cal, y canto, las quales se tiran con carmin: estas son, la linea Magistral, la contra-escarpa, quando el rampart tiene rebestimiento; pero quando no lo tiene, todas las líneas son de tinta de china; la qual sirve tambien, para sombrear las partes, que requieren sombra.

El Carmin sirve, para representar todas las líneas, que tienen, ó manifiestan algun espesór de cal, y canto, como acabamos de decir: sirve tambien, para lavar los cortes de los rebestimientos, contra-fuertes, ó estrivos, &c. representados en los perfiles; la situacion de las casas de un plano, quartéles; y ultimamente, todas las obras de mamposteria.

El Amarillo, ò Garagamba, sirve, para significar las obras proyectadas en el plano: esto es, aquellas obras, que se intentan hacer, se distinguen de las ya hechas por este color.

El Verdebexiga, sirve, para lavar las partes, que se deben representar con yerbas, como son Prados, &c.: los glacifes, y taludes, se lavan tambien en Francia, y otros Reynos con el Verde; pero

en España se representan con sombras de tinta de China (algo claras) dulcidas , ó suavizadas hacia abaxo.

El Agua mar , ò color de Agua, sirve, para lavàr los fossos de agua, rios, &c.

El Color de tierra , sirve, para lavàr los cortes de tierra ; è igualmente para lavàr los Puentes, y toda madera, mezclado con Amarillo.

El Azúl, ò Añil , sirve, para lavàr las obras de hierro, &c.

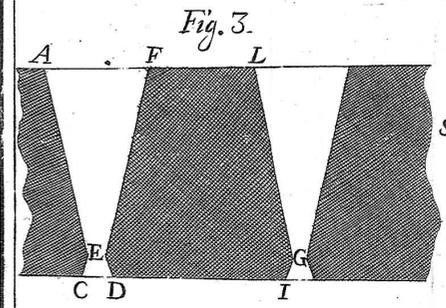
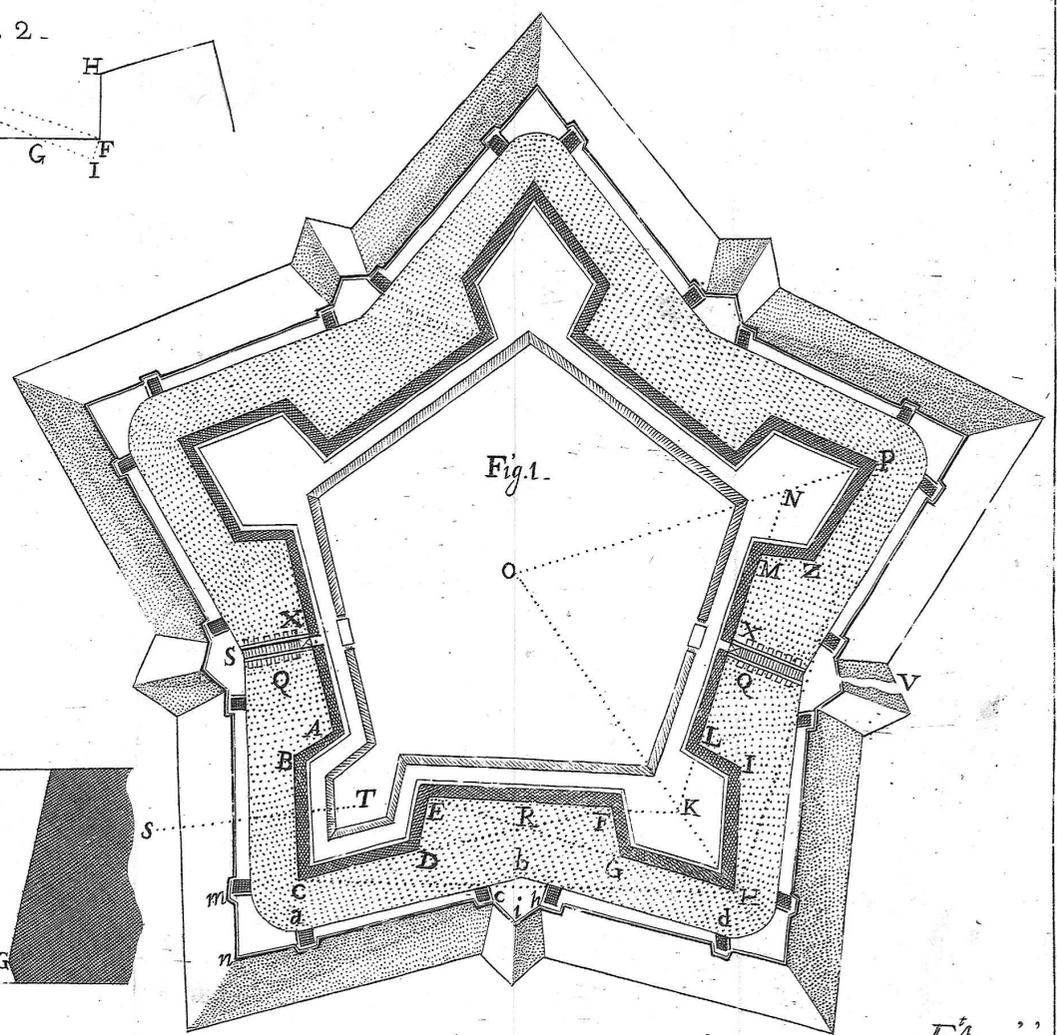
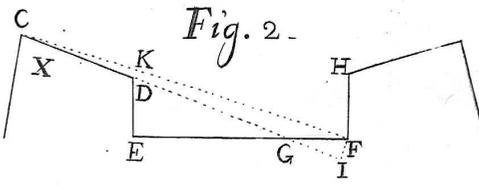
Las obras, que se hallan destruidas, se marcan en los Planos con lineas de puntos, siendo estos de Carmin, quando las obras fueron de cal, y canto; y de tinta de China, quando fueron de tierra.

Las obras subterranas, de cal, y canto, que estèn debaxo de otro qualquier edificio , se notan de puntos con Carmin ; manifestando las bovedas con diagonales, tambien de puntos.

En todo Plano, se imagina la luz por el angulo superior de la izquierda del papél; de suerte, que todas las lineas por aquella parte son delgadas, y por la opuesta gruesas, correspondiendo â esta parte todas las sombras de los Edificios, y â la izquierda ninguna.

F I N.





F. Aparicio.



10

Fig. 4.

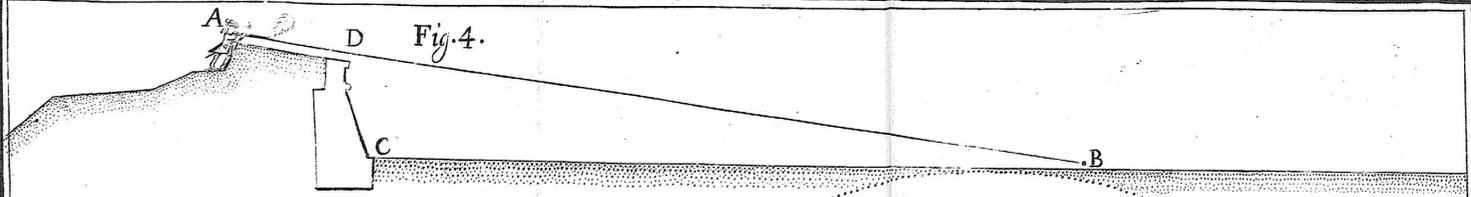
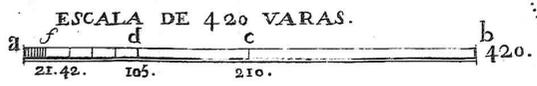
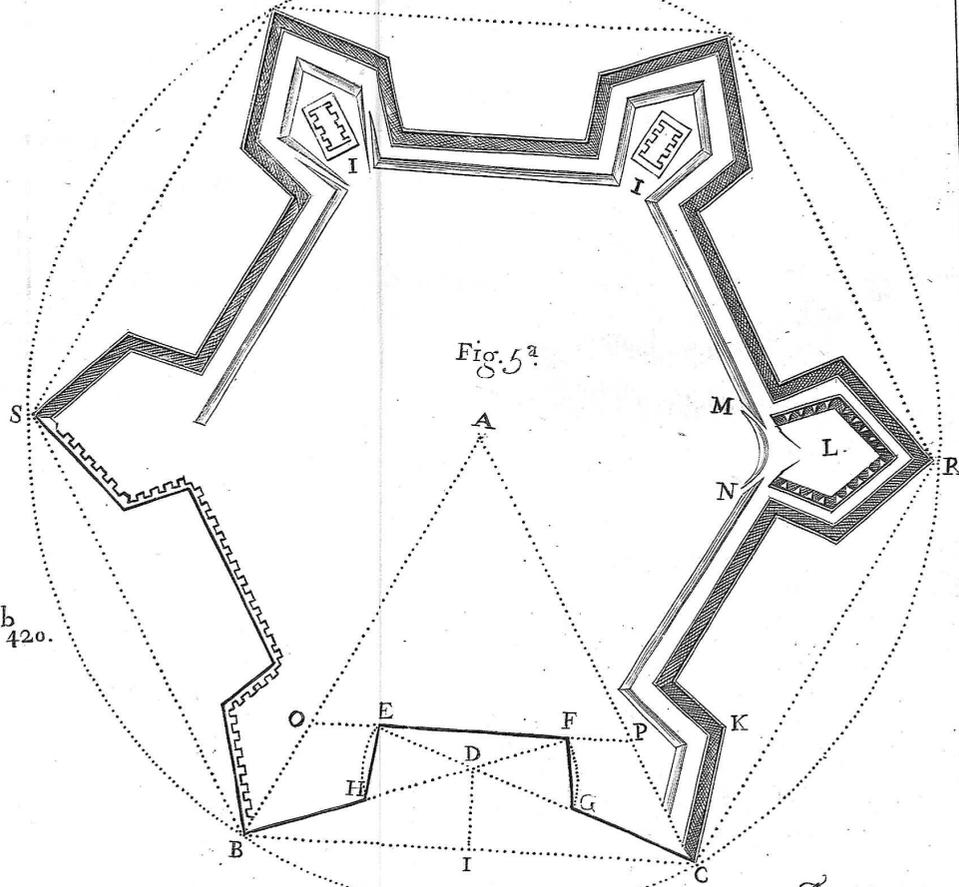


Fig. 5^a



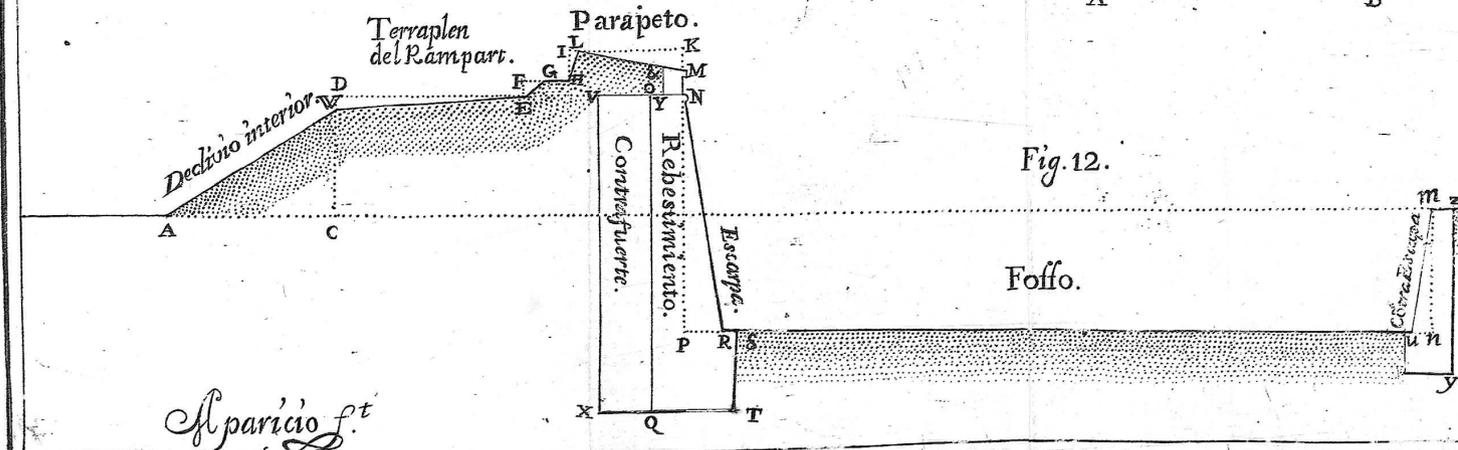
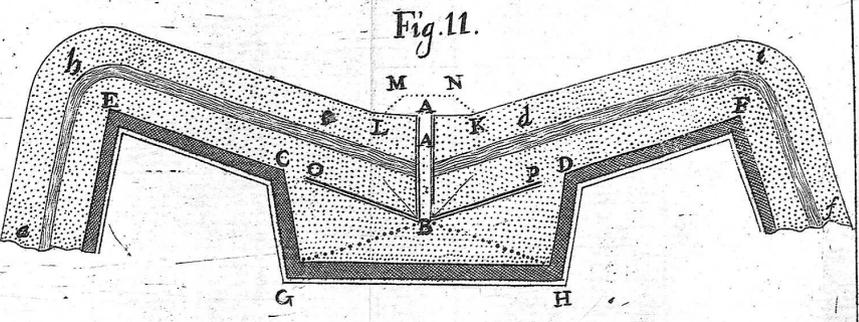
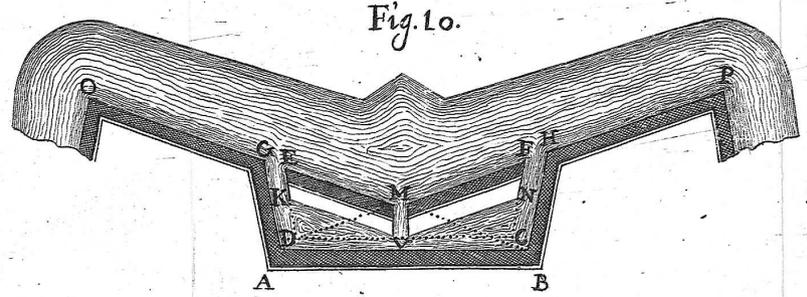
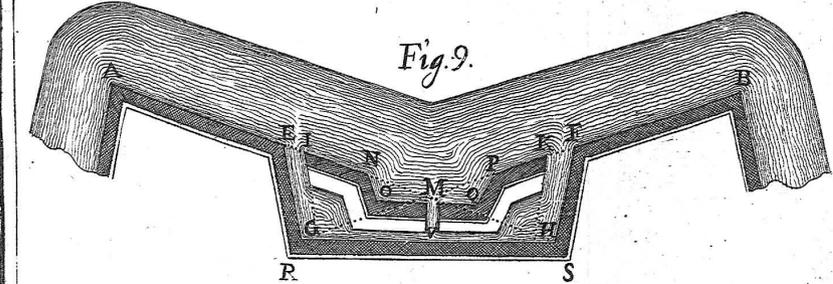
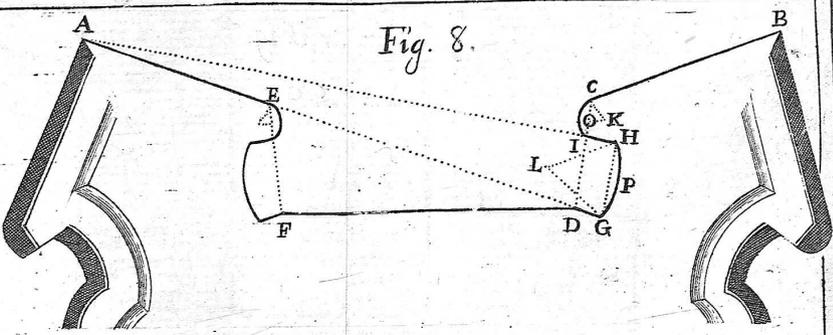
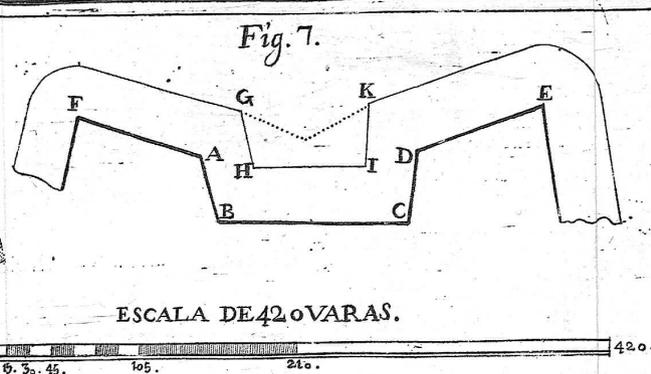
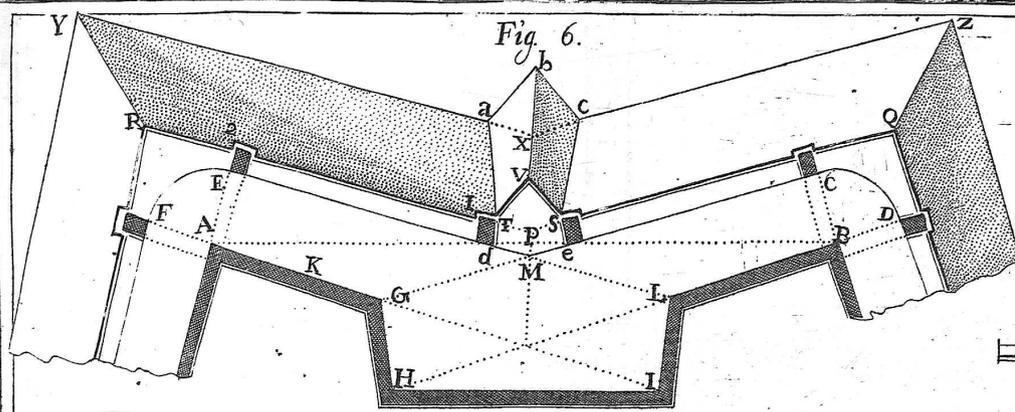
Aparicio f.^o



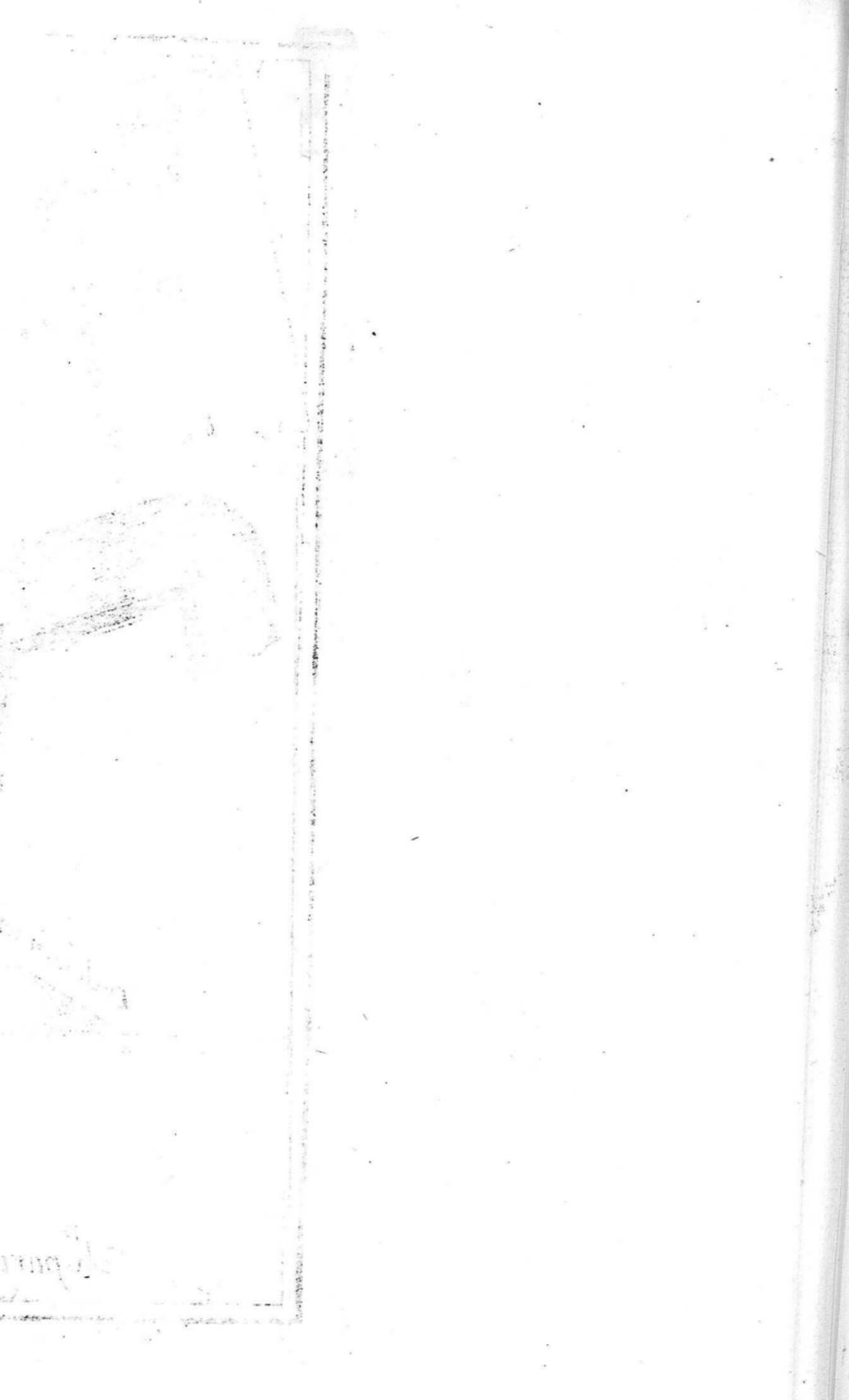
1911 A. L. V. L. I.

h

1911



El paricio f.º



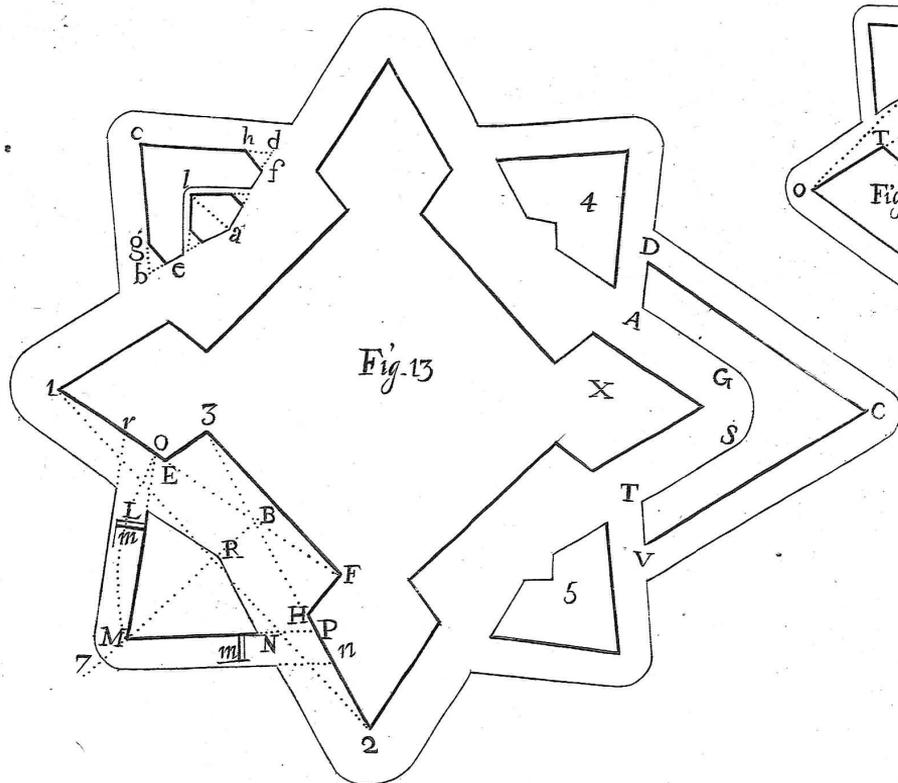
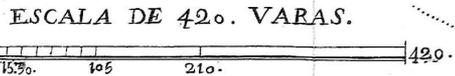
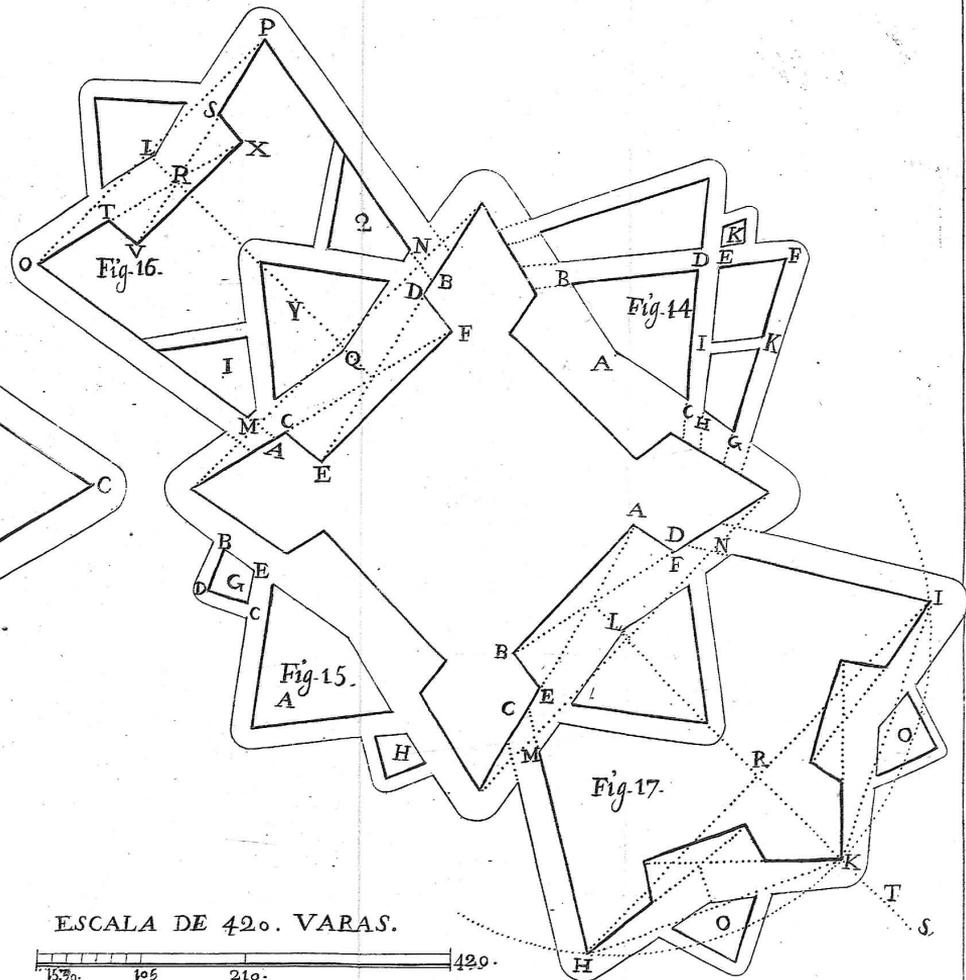
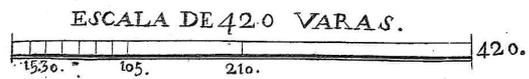
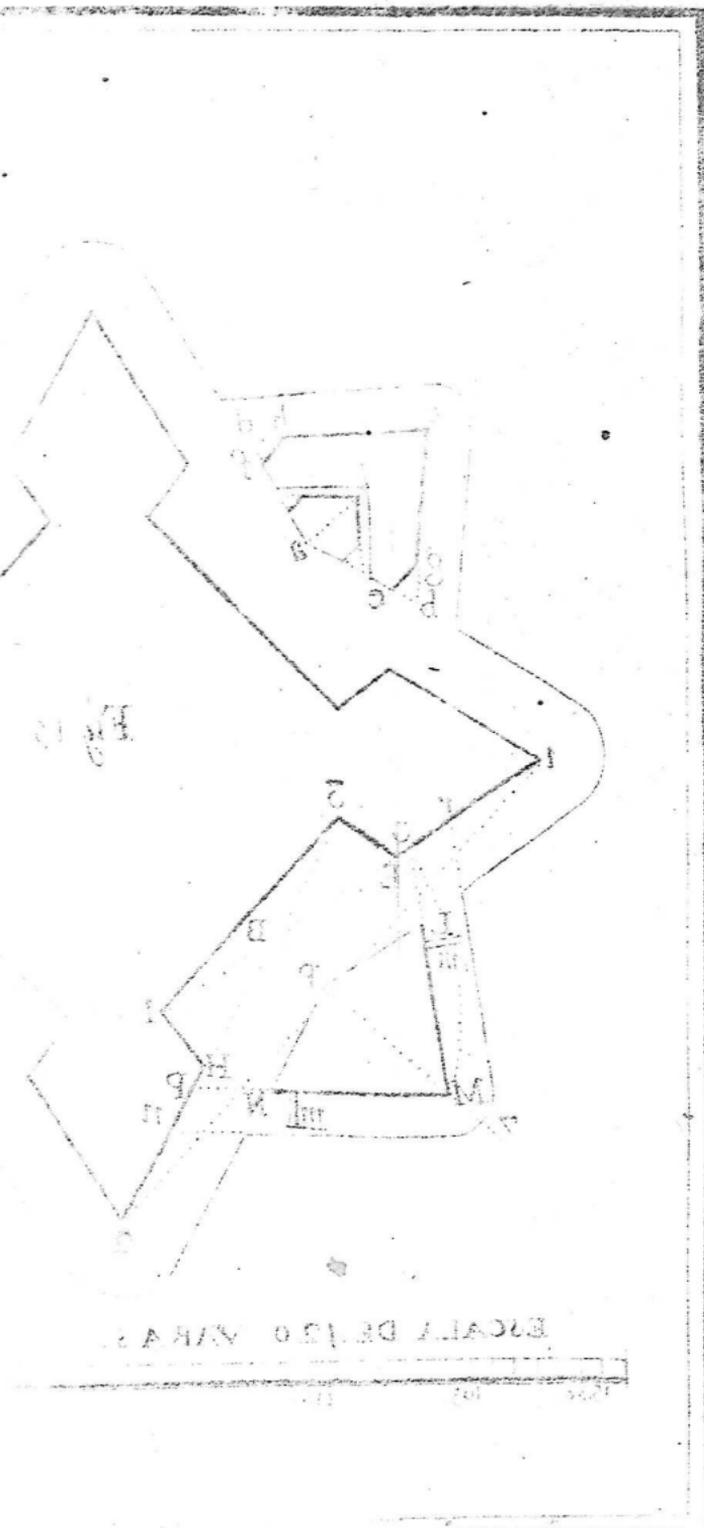


Fig. 13

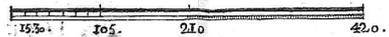




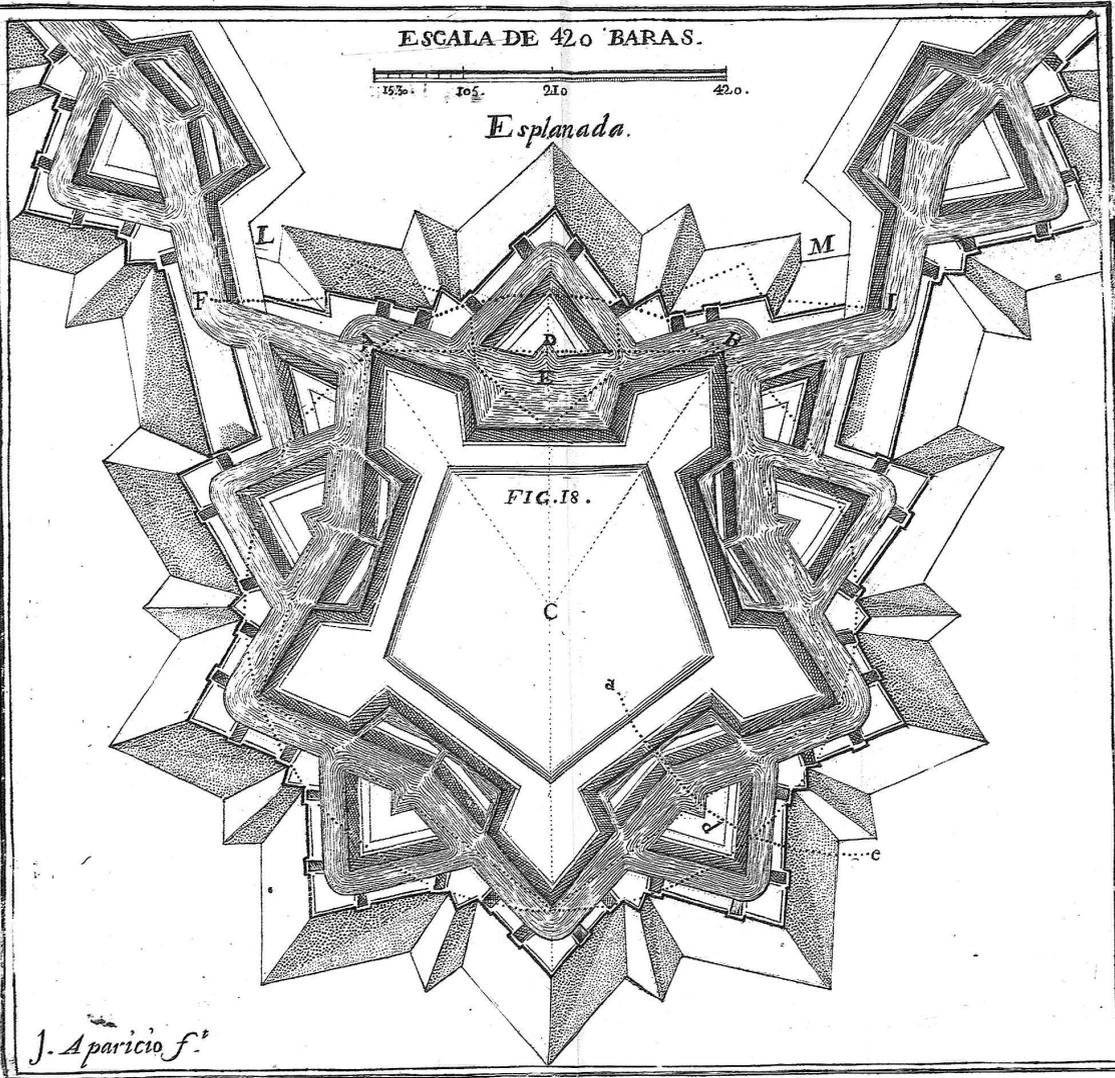
ESCALA DE 120 VARAS

100 150 200

ESCALA DE 42o BARAS.



E splanada.



J. Aparicio f.^o

