

CURSO
DIBUJO

TOPOGRAFICO Y GEOGRAFICO

POR

ANTONIO GARCIA Y CUBAS,

INGENIERO TOPOGRAFO,
AUTOR DE LA CARTA GENERAL Y DEL ATLAS GEOGRAFICO,
ESTADISTICO E HISTORICO
DE LA REPUBLICA MEXICANA.

A616

3
1
AD AUTONOMA DE NUEVA

CIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA

REPUBLICA

NO LEON

1865.

10857

27628

TA616

G3

C.1V

ALI

CURSO

70.7.

DE

DIBUJO

TOPOGRAFICO Y GEOGRAFICO.

Por Antonio García y Cubas,

INGENIERO TOPOGRAFO
AUTOR DE LA CARTA GENERAL Y ESTADISTICA
ESTADISTICO E INGENIERO
DE LA REPUBLICA MEXICANA



FONDO BIBLIOTECA PUBLICA
DEL ESTADO DE NUEVO LEON

MEXICO.

IMPRENTA DEL GOBIERNO, EN PALACIO

A CARGO DE JOSE MARIA SANDOVAL.

1868.

110857
27028



1080045694

707



A MEXICO,

MI PATRIA.

UANL

Antonio García y Cubas.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

AGENCIA ADQUISICIÓN DE LIBROS

AVILA CARRANZA 1000000

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



TA 616
93



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA

DIRECCIÓN GENERAL DE



Al dar á luz este nuevo trabajo, no tengo la presuncion de creer que presento una obra exenta de defectos y digna de la ilustracion de Mexico, mi patria, á quien la dedico: la considero, así como mis obras anteriores, únicamente como un ensayo, y en el que no he hecho otra cosa que poner los fundamentos importantes de ella, para que personas mas capaces que yo puedan llevarla al mayor grado de perfeccion.

La falta de ciertos libros elementales de texto adaptados á nuestros métodos de enseñanza, y particularmente la de un curso de dibujo topográfico, me decidió á formar el presente, pues aun cuando existen algunos de autores extranjeros, unos por muy elementales y otros por clásicos, no llenan las condiciones para lograr en los alumnos un adelanto rápido y progresivo: los primeros dejan un vacío particularmente en ciertas teorías indispensables al ingeniero topógrafo; y los segundos son tan elevados y científicos, como la coleccion de planos de la escuela de Metz, que no pueden servir para los principios del arte del dibujo, sino para su perfeccionamiento, por cuya causa re-

comiendo su adquisicion á los ingenieros y dibujantes ya formados.

Contra la opinion de algunos ingenieros, que no poseyendo el dibujo topográfico lo desdennan por considerarlo puramente mecánico, debo manifestar que este es el complemento de la parte científica, y que el ingeniero debe ser ademas artista, pues sin este requisito no podrá representar fiel y convenientemente el terreno, en un plano de cuyo levantamiento se ocupe. Poseidos de esta verdad los Sres. D. Agustín Diaz, Fernandez Leal, Almaráz y otros, han sabido dar mayor realce á sus excelentes trabajos topográficos.

Para la formacion de esta obra he consultado, para la parte científica, las obras maestras de Francœur, Puisant, Lalobbe, Paque, Moral, Briot, Guillemin, Gulard, Salneuve y los planos de la escuela de Metz; para la artística, Perrot, Corread, y muy particularmente el inmejorable "Manual del dibujo topográfico" del ingeniero español D. J. Pilar Morales, que tanta honra dá con él á su patria. Todos los modelos están tomados de nuestra propia topografía, y las escalas adoptadas son las que convienen á la extension de nuestro territorio.

En esta obra he tratado de desarrollar el plan que me propuse, consignando los preceptos del arte del dibujo desde sus principios fundamentales, hasta los mas complicados y difíciles, procurando combinar las

operaciones del terreno con las de gabinete. Ella no tiene otro mérito que el de un asiduo trabajo: admítala mi patria únicamente como un testimonio del deseo que me anima de contribuir con mis escasas luces á su honra y prosperidad.

ANTONIO GARCIA Y CUBAS.

UANL

ÓNOMA DE NUEVO LEÓN

REGIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL

LAMINA I.

INSTRUMENTOS MATEMATICOS.

La precision de los instrumentos de construccion y dibujo de planos es de tanta importancia para el ingeniero, que la falta de ella le hará cometer errores que no es fácil distinguir si han sido cometidos al construir el plano ó al observar sobre el terreno; por consiguiente, ántes de comenzar sus trabajos de gabinete, deberá asegurarse de aquella circunstancia, rectificándolos, para cuyo objeto indicaré ciertas reglas, que por frívolas que parezcan algunas de ellas, no debo omitirlas, puesto que del mayor ó menor cuidado que se tenga en la construccion de un plano depende su mayor ó menor grado de exactitud y limpieza.

Los principales instrumentos para la construccion y dibujo de un plano, son los siguientes:

Regla. Liston recto de madera, metal, marfil, etc., que sirve para tirar lineas rectas, sirviéndose de un lápiz, pluma etc., que se hace deslizar por uno de sus bordes. El ingeniero deberá procurarse varias reglas de distintas dimensiones.

Para asegurarse de que los bordes de una regla son exactamente rectos, trácese una línea siguiendo con la punta de un lápiz uno de ellos; voltéese en seguida la regla de uno á otro extremo y siguiendo el mismo borde trácese otra línea sobre la primera. Si la regla es exacta ambas líneas coincidirán en todos sus puntos. De la misma manera se rectificará el otro lado.

En los trabajos de construcción deberá usarse de un lápiz que no sea demasiado duro que raye el papel y no pueda borrarse fácilmente por medio de la goma, ni demasiado blando que no pueda conservar la punta fina para poder marcar de la misma manera la línea. La punta del lápiz, al trazar esta, deberá seguir precisamente la arista del ángulo diedro formado por el borde de la regla y la superficie del papel, pues de otra manera se expone el dibujante á marcar una línea ligeramente ondulada; mas esto no debe verificarse de la misma manera cuando se haga uso de un grafito ó pluma, por el riesgo que se corre de manchar el papel al adherirse la tinta á la regla, mas en tal caso, se procurará llevar con firmeza los instrumentos siguiendo exactamente el borde de la regla.

Los lápices que debo recomendar particularmente, son los de Faber, Conté y Walter: los que están marcados con los números 1 y 2 son suaves y excelentes para los apuntes y croquis en el campo; los del número 3 son propios para los trabajos de construcción por la circunstancia que he indicado ántes, y los del nú-

mero 4, que son duros, pueden servir para pasar los dibujos de la calca al papel.

La *escuadra* es un instrumento de madera ú otra materia, que tiene la figura de un triángulo rectángulo (fig. 1). La escuadra que tiene un ángulo recto y los otros dos de 45° se llama *escuadra de 45°* (fig. 2).

La *escuadra* puede estar formada por dos reglas unidas entre sí por sus extremidades, formando un ángulo recto. Las de metal están generalmente contruidas de esta manera (fig. 3).

Se rectifica una escuadra de la manera siguiente: colóquese contra el borde de una buena regla el lado A B de la escuadra (fig. 4) y márquese con la punta fina de un lápiz la línea B C; colóquese en seguida la escuadra en la posición A B C y trácese de nuevo la línea B C. Si la escuadra es buena, esta línea deberá coincidir con la primera en todos sus puntos como se observa en la figura; mas si ambas líneas se separan ó se cruzan deberá desecharse.

Existe además una regla que sirve á la vez de escuadra y se llama *muleta* ó *regla T* á causa de su semejanza con la letra de este nombre (fig. 5). Está formada de una regla, en una de cuyas extremidades se encuentra unida otra formando con la primera dos ángulos rectos: en esta última, que es mas pequeña que la primera, hay una ranura que se hace coincidir con la arista de un restirador y permite á la regla grande tener una posición conveniente para trazar por su me-

dio líneas paralelas á las aristas del restirador (fig. 27) ya sea para márgenes ó para otro objeto; mas para tal procedimiento es indispensable que el restirador esté bien construido y sus lados perfectamente á escuadra (fig. 27).

Pistolas. Instrumentos de madera que se construyen bajo distintas formas y figuras caprichosas (fig. 6) con el objeto de trazar en los planos líneas curvas de distintas formas, para letreros, etc.

Paralelas. Instrumento formado por dos reglas de madera ó marfil, unidas entre sí por medio de dos barrillas de metal que facilitan el movimiento de aquellas alternativa y paralelamente á sí mismas, de la manera siguiente (fig. 7). Estando unidas, se marca la primera línea siguiendo el borde de una de ellas; se fija la regla A con la mano izquierda, y se hace caminar la regla B; se une la A á la B y se traza la segunda línea. En seguida se hace caminar la regla B y vuelve á unírsele la regla A, y se traza la tercera línea, y así sucesivamente.

Grafo (fig. 8). Instrumento de metal que sirve para trazar con tinta líneas del ancho que se desee: está formado por dos lengüetas de metal terminadas en punta redonda y perfectamente iguales: ambas láminas se hallan separadas por su propia construcción ó por un resorte, pero cuyas puntas pueden acercarse por medio de un tornillo que pasa por el centro de aquellas. Este instrumento, para su mejor manejo,

se encuentra unido á un mango de marfil ó madera. Para hacer uso de él se pone tinta de china ó el color que se quiera en el intervalo que existe entre ambas lengüetas y cerca de la punta, acercándose aquellas, como ya se ha dicho, por medio del tornillo hasta dar á la línea el grueso necesario. Antes de usarlo se deberá probarlo en otro papel hasta que las líneas que pinte queden perfectamente marcadas y continuas.

Para evitar la oxidacion, que en extremo perjudica al instrumento, debo recomendar, primero: que se limpie con mucho cuidado despues de usarlo, y por esta circunstancia deberán preferirse los grafios que tienen movable una de las lengüetas, y segundo, que nunca se emplee la tinta comun de escribir, que desde el momento ataca el metal.

Cuando las extremidades están gruesas ó desiguales y la tinta no corre bien en el papel, pueden afilarse en una piedra fina y con aceite procurando que aquellas queden enteramente iguales, finas y redondas.

Compás. Este instrumento de metal, que es uno de los mas importantes de los matemáticos, sirve para medir la distancia que hay entre dos puntos y trazar circunferencias de círculo.

El compás simple se compone de dos piernas de metal terminadas en punta y unidas entre sí por medio de una charnela que les permite separarse ó unirse tanto como se quiera (fig. 9).

Los compases cuyas puntas no son muy agudas,

segun se observan en la fig. 10, deben ser preferidos á los que tienen las puntas de la forma triangular y muy agudas como las de la fig. 11, pues estas agujeran y rayan el papel. Para evitar este mal, existen unos pequeños círculos de talco que se llaman *centros*, con tres puntas sumamente finas que sirven para fijarlos en el papel y puedan recibir la punta del compás.

Se traza una circunferencia abriendo el compás hasta que sus puntas estén á una distancia igual al radio que se desea, colocando una de las puntas del compás en el punto elegido como centro y haciendo girar la segunda pierna al rededor de la primera, que permanece fija en el punto. Si durante esta operacion el compás no se ha abierto ni cerrado, la curva será una verdadera circunferencia, puesto que todos sus puntos se hallan á igual distancia del centro.

Cuando se trate de describir una circunferencia mayor que la que pueda trazarse con un compas simple, se hace uso de otro que tiene una de sus piernas formada de dos piezas, la primera fija á la parte superior de la misma manera que el compas simple, y la segunda unida á la primera por medio de ajuste ó de un tornillo que permite separarla y colocar en su lugar otra pieza que se llama *prolonga* (a fig. 12), y á su vez se agrega á esta la punta, porta-lápiz (b), ó grafo (c) segun se desee.

Hay veces que no es suficiente este compás para

trazar una curva cuyo radio sea muy grande; en tal caso se usa del *compás de regla* (fig. 13). Este se forma de una regla que tenga las dimensiones necesarias para el objeto, en uno de cuyos bordes se afirman por medio de tornillos dos piezas de metal, de las cuales una contiene la punta seca y la otra el porta-lápiz ó grafo. Para que ambas piezas estén á la distancia deseada, una se coloca con fijeza y la otra al tanteo, aproximando la punta del grafo ó lápiz por medio de un tornillo A.

El *compás de reduccion* que muchos confunden con el de proporciones, es un instrumento compuesto de dos piezas iguales de metal A B y C D (fig. 14) terminadas en punta en sus extremidades y unidas por medio de un eje que les permite cruzarse en forma de una X y sirve para tomar longitudes 2, 3, 4, etc., veces mayores ó menores que otras dadas. Las dos piezas tienen una ranura igual, encontrándose en el interior de una, un *crie* por medio del cual puede recorrer el eje O que se hace mover por un tornillo, toda la extension de la ranura. Cerrado el instrumento, ambas ranuras se confunden en una y facilitan el movimiento del eje, que lleva consigo una pieza de metal embutida en la otra ranura, la cual tiene grabado un índice ó línea de fé que se hace coincidir con una de las divisiones marcadas en la superficie superior del instrumento. De esta colocacion depende la relacion en que se encuentran las distancias A C y D B. Al

lado opuesto de aquel en que se encuentran dichas divisiones existen otras que sirven para buscar la relacion que hay entre el radio y los lados de cualquier polígono inscrito.

Se hace uso de este instrumento cerrándolo primero de manera que ambas ranuras se confundan, como se ha dicho ya; en seguida, por medio del tornillo de aproximacion, se imprime el movimiento á la pieza del índice, hasta hacerla coincidir con la division que marque la relacion que se quiere y se fija con el tornillo de presion. Si se quiere, por ejemplo, obtener la relacion de 1 á 2, hágase coincidir el índice con la línea marcada 2 (véase la fig.), ábrase el compás hasta obtener con las puntas A C la distancia igual á la línea que se trata de reducir y las puntas B y D darán la línea reducida que en el caso presente es igual á la mitad de la primera.

Fácilmente se comprende, por la disposicion del instrumento, que la menor alteracion en la direccion y longitud de las puntas le hacen perder sus propiedades.

Se rectifica este instrumento haciendo coincidir sucesivamente el índice con cada una de las divisiones, y observando si las relaciones que existen entre la distancia que miden las puntas A C y la de las puntas B y D están conformes con las indicaciones del instrumento. Si algunas no lo están, pueden corregirse de la manera siguiente: trácense dos líneas que

estén en la relacion que se busca; ábrase el compás hasta que las puntas A C den la distancia igual á una de las líneas, la mayor por ejemplo, y obsérvese si las puntas B y D dan una distancia mayor ó menor que la segunda línea. En el primer caso, hágase subir sucesivamente el índice por medio del tornillo O, y en el segundo bájese hasta encontrar la relacion buscada. En este caso, márquese en el lugar de las divisiones por medio de un punzon, una línea á continuacion del índice, y se tendrá corregido el instrumento. Igualmente puede corregirse acortando las puntas D B si dan una longitud mayor, y si la dan menor, en tal caso las puntas A C son las que deben acortarse; más tal operacion es muy delicada.

El compás de reduccion representado en la figura 15, tiene por objeto reducir un plano á la mitad de su extension, ó bien para aumentarlo de 1 á 2. Por construccion una vez abierto el compás, la distancia $a-b$ es una mitad de la $a'-b'$. Cuando este instrumento no es exacto segun dicha relacion, se corrige de la misma manera que se ha indicado para el anterior, en el fin del párrafo.

Compás de proporciones. (Fig. 16.) Este instrumento, que es sumamente complicado, está formado por dos reglas generalmente de marfil y de igual longitud, A B y B C, reunidas por una charnela cuyo centro es el punto en que concurren los bordes interiores y que les permite abrirse de la misma manera

que un compás comun. Este instrumento está fundado en el mismo principio que el anterior. Las líneas que se encuentran marcadas en las superficies de las reglas, indican: *líneas de partes iguales, de los polígonos, de las cuerdas, de los sólidos, de los metales, etc.*

En la topografía, este instrumento sirve para dividir en varias partes una línea recta, establecer la relación que existe entre dos escalas diferentes, y para buscar la escala de una carta.

Si, por ejemplo, se trata de encontrar la longitud de una línea que esté en relación con la de otra dada como 3 á 10, se abrirá el compás, hasta que la distancia a' (fig. 16) que une los dos puntos marcados con el número 10 sea igual á la longitud de la línea dada, la distancia b que une los puntos marcados con el número 3 dará la longitud buscada. (Principio establecido en la lámina III).

De la misma manera se puede dividir una recta en partes iguales; mas para usar de este compás es preciso que el número de divisiones no exceda al de las marcadas en cada una de las dos reglas del compás.

Para asegurarse de la buena construcción de este instrumento, deberá observarse si todas las líneas concurren al centro comun O , puesto que se halla fundado en la teoría de las líneas proporcionales, y si son exactas las divisiones de las líneas de partes iguales.

Las letras $L S O$ indican las líneas de partes iguales, secantes y cuerdas.

Para mayores detalles, vease el Tratado de Topografía por Puissant, pág. 23, ó con mas extensión la obra de Garnier titulada: «Uso del compás de proporciones.»

Rodaja (fig. 17.) Este instrumento tiene la figura de un grafo, con la diferencia de que sus puntas están ligadas por un eje, en el cual gira un pequeño círculo de metal con puntas en su circunferencia á manera de una rueda dentada, y el cual al hacerse rodar sobre el papel imprime una sucesión de puntos y líneas combinadas de distintas maneras, para cuyo objeto está provisto el instrumento de varios circulillos de refacción que se guardan en su parte superior. Se le pone tinta de la misma manera que al grafo.

Punzon (fig. 18). Está formado por una aguja que se oprime entre dos láminas de metal por medio de un anillo. Sirve para marcar en el papel los puntos de una triangulación, los de las proyecciones y todo aquello que por su exactitud requiere mucha escrupulosidad. Provisto el instrumento de una aguja gruesa, puede servir para pasar los dibujos de la calca al papel.

Doble grafo. Este instrumento (fig. 19) que está formado, como su nombre lo indica, de dos grafos unidos á un mango comun, y que pueden acercarse sirviéndose de un tornillo hasta dar á las líneas paralelas la distancia que se quiera, sirve para delinear los caminos; mas puede suplirse colocando dos plumas fi-

nas de acero en un mismo mango, disponiéndolas de manera que sus puntas estén separadas. El uso de las plumas es mas sencillo que el del doble grafo, pues generalmente es difícil que ambos grafos puedan pintar á la vez.

Compás escuadra ó de tres puntas. Las tres piernas de este compás están de tal manera ligadas, que pueden moverse y hacerles conservar entre sí la posición que se quiera (fig. 20). Sirve para trasportar ángulos, levantar perpendiculares, copiar la proyección de una carta, etc.

El *compás de resorte*, llamado generalmente *compás de Bomba*, sirve para trazar círculos de pequeños radios (fig. 21); las partes de que se compone son: cilindro de metal A, terminado en un extremo, por una pieza del mismo metal, que tiene la forma de un minisco cóncavo, y en el otro, en punta; un tubo B, ajustado al cilindro A con poca presión; un resorte D, que tiene constantemente levantado el tubo B sin que presente una gran resistencia cuando se desee hacerle bajar; un muelle unido al tubo en E y conteniendo en su extremidad una pieza H, á la cual puede unírsele un punzon, grafo ó porta-lápiz; y por último, un tornillo H, que tiene por objeto acercar el instrumento G á la punta K, según el radio del círculo que se ha de trazar. Para usarle se tiene verticalmente, apoyando uno de los dedos de la mano izquierda sobre el minisco cóncavo, mientras que con dos de la derecha se ha-

ce descender el tubo B hasta que la extremidad del instrumento G toque el papel, y se le imprime el movimiento de revolución, dejando de oprimir el minisco en el momento que se haya cerrado la curva.

El *transportador* (fig. 22). Como su nombre lo indica, es un instrumento que sirve para trasportar al papel, ángulos dados ú observados sobre el terreno. Es un semicírculo de metal, ó talco, cuya semicircunferencia se halla dividida en grados generalmente con la aproximación de 30', teniendo los transportadores, las mas veces, la numeración duplicada y en dirección inversa una con respecto á la otra, con el fin de facilitar la lectura de los grados, cualquiera que sea la dirección de los lados de los ángulos, y poder tomar directamente los complementos y suplementos. Debe preferirse el transportador de talco al de metal, porque este ensucia el papel. Se rectifica el transportador observando si la semicircunferencia es perfecta y si son exactamente iguales sus divisiones.

Se hace uso de este instrumento de la manera siguiente: colóquese de manera que su centro coincida con el vértice O del ángulo (fig. 22) y su diámetro con uno de los lados O B, por ejemplo: colocado de esta manera, el otro lado interceptará un punto de la semicircunferencia graduada, y la división en que coincida indicará la magnitud del ángulo.

Si se trata, no simplemente de medir un ángulo, sino de trasportar al papel un ángulo cuya magnitud

sea conocida, colóquese el instrumento de manera que su diámetro coincida con el meridiano magnético (N S) fijado de antemano, que en el caso de la figura supondremos que es la línea O B, y el centro con un punto O que se marca como vértice en la misma meridiana, y trácese una segunda línea que partiendo del punto O coincida con la división que indique la magnitud del ángulo de que se trate, que en el presente caso es de 35° N O.

Colocada una escuadra de manera que uno de sus lados, por ejemplo el mayor de los del ángulo recto, coincida con el lado O A, se hace deslizar apoyando el otro lado en el borde de una buena regla y se traza otra línea que será paralela á la primera, en el punto donde convenga, según veremos al tratar acerca de la construcción de un plano. De esta suerte se ha transportado el ángulo, puesto que la meridiana que pasa por dicho punto es también paralela á la principal O B que sirvió de punto de partida, atendiendo á la corta extensión del terreno.

Muchas veces se dá al transportador la forma rectangular, y está generalmente construido en marfil, que permite poder guardarlo en una pequeña caja de instrumentos. La circunferencia graduada se halla reemplazada por un cuadro rectangular (fig. 23). Este transportador tiene además la ventaja de servir á la vez de escuadra para los usos de que he hablado en el párrafo anterior (fig. 24). Colóquese el instrumento

de suerte que su centro y la división 47° se encuentren en la línea O A; en seguida se hace deslizar apoyando uno de sus lados menores contra el borde de una regla hasta tocar el punto O, y se traza la línea O. B.

Tanto este transportador como el de figura circular sirven para levantar perpendiculares, puesto que en ambos la recta que parte del centro O á la división 90° es perpendicular al diámetro.

La parte inferior no graduada de estos transportadores, se halla dividida en milímetros generalmente, pudiendo servir de escala.

Transportador complementario (fig. 23). Llámase transportador complementario el que se encuentra dividido de tal suerte, que permita la construcción en todos los casos posibles, sin reducción alguna. (Briot, Geometría práctica, página 80).

Así como el transportador ordinario, hállase dividido con la aproximación de $30'$.

En la primera circunferencia están indicados los grados de 10 en 10, de izquierda á derecha, desde 0° á 180° ; y en la segunda circunferencia, de la misma manera de izquierda á derecha, están marcados los grados de 10 en 10, desde 180° á 360° .

En las intersecciones de los radios que terminan en las divisiones 50° , 60° , 70° , 80° , 90° , 100° , 110° , 120° y 130° de la primera circunferencia, con otra tercera están marcados:

140° , 150° , 160° , 170° , 180° , 190° , 200° , 210° , y 220°

y por último en las intersecciones de los mismos radios con la cuarta circunferencia:

310°, 320°, 330°, 340°, 350°, 0°, 10°, 20°, 30°, 40°, 50°

Para trazar una recta, cuyo azimut es menor que 180°, se hace uso del trasportador complementario de la misma manera que del comun. Si el azimut es mayor que 180°, por ejemplo de 245°, se coloca el centro del trasportador en la linea N S que se encuentre mas próxima de *a* y la division 245° coincidiendo con la misma N S, y se trasporta el ángulo de la misma manera que con el trasportador comun. Si la magnitud del ángulo se aproxima á 0°, á 360°, ó á 180°, se coloca el centro en la linea E O y que esté mas cercana del punto *a* y se hace coincidir la division correspondiente al azimut conforme á las divisiones marcadas en la 3ª y 4ª circunferencia, teniendo cuidado de hacer girar el trasportador para medir el ángulo al Este, si el azimut se aproxima á los 180° y al Oeste si se aproxima á 0°, ó á los 360°.

Mesa de calcar (fig. 25). Este mueble tiene la forma de una papelera, con la diferencia de que la tapa está formada por un cristal sobre el cual se coloca el dibujo y sobre este el papel en que se va á ejecutar la calca; en la parte *β* se encuentra otro cristal que dá entrada á la luz que ilumina la parte interior del mueble, y da la debida transparencia al dibujo que se va á calcar. Además, puede colocarse en el interior

un espejo que reciba los rayos luminosos que entran por la parte *β* y los refleje en la cubierta de cristal, para cuyo objeto puede darse al espejo la inclinacion conveniente por medio de un tornillo que atravesase por el fondo de la papelera.

Pantógrafo (fig. 26). Llámase pantógrafo á un instrumento por medio del cual puede copiarse, aumentarse ó reducirse en una relacion dada un plano ó un dibujo cualquiera. Se compone: primero, de cuatro reglas, dos grandes A B y B C (Tratado de Agrimensura por D. Puille), y dos pequeñas D E y E G, unidas entre sí por medio de los pivotes B, D, E, G, que permiten que aquellas puedan moverse conservando de dos en dos su paralelismo. Segundo, de una masa pesada de metal P, conteniendo una varilla de cobre que se llama *Pivote* O, y que tiene por objeto fijar el centro del movimiento de todo el aparato. Tercero, de un porta-lápiz M, que puede girar libremente en el interior de un tubo fijo y al cual están unidas dos pequeñas poleas *a*. Cuarto, de un punzon S. Quinto, de tres carretillas, una fija en K y dos movibles en H é I. Sexto, de tres piezas de metal O M S, que pueden recorrer toda la longitud de las reglas y que tienen por objeto recibir el pivote, el porta-lápiz y el punzon. Todas estas piezas cambian de lugar segun lo requiere el trabajo que se va á ejecutar.

Además, el dibujante debe estar provisto de un pequeño trozo de plomo que se coloca en la tacilla que

se encuentra en la parte superior del porta-lápiz, cuando se quiera dar á la punta de este mayor presión con el fin que las líneas queden mas marcadas; y de *clavillos ó chinchés*, para fijar el dibujo y el papel en que se ejecuta la copia.

Las divisiones que se encuentran marcadas en las reglas A B y D E tienen por objeto fijar sin tanteo las relaciones que deben existir entre el plano original y su reducción.

Perambulador (fig. 28). Este instrumento sirve para medir la longitud de un rio, de un camino, y en general de toda línea sinuosa: está formado por una lámina de metal, acodada hácia sus extremidades, sosteniendo en estas un eje en el cual puede girar una pequeña rueda, recorriendo toda la longitud de aquel por medio de una rosca que en él se halla practicada. Este sencillo aparato está unido á un mayor que facilita su manejo. Para usarlo se coloca la rueda al principio de la rosca, de manera que la superficie del círculo toque una de las paredes de la lámina y despues se hace girar sobre el papel, siguiendo las sinuosidades de la línea que se mide, y de este modo la rueda habrá avanzado hasta cierto punto de la rosca: en seguida se hace girar el círculo en sentido contrario, siguiendo una línea recta ó una escala, hasta que vuelva al punto de partida, y se habrá obtenido el desenvolvimiento de la línea sinuosa ó sea la longitud de ella.

LAMINAS II Y III.

GEOMETRIA.

Convencido de que para la construcción y dibujo de los planos es indispensable que los alumnos tengan la práctica necesaria en la de las figuras de que tratan los principales problemas de geometría, las he consignado en este tratado, indicando en cada una de ellas por pequeños arcos de círculo, las intersecciones de los puntos que sirven para formarlas, así como los procedimientos gráficos: únicamente trataré de la construcción de la elipse.

Los métodos mas sencillos para trazar una elipse, son: el de movimiento continuo, por la determinación de sus puntos y por medio del compás de elipse. El primero consiste en fijar dos alfileres en los focos F F un poco inclinados hácia los vértices del eje mayor. Como la propiedad analítica de la curva es, que la suma de sus dos radios vectores es igual á $2A$, ó sea eje mayor, fíjese una hebra de hilo que tenga esta longitud, en los alfileres, y en seguida, teniendo continuamente tirante el hilo con la punta del lápiz trácese la curva guiándose por el mismo hilo segun se indica en la figura.

Todos los puntos de la curva pueden determinarse

se encuentra en la parte superior del porta-lápiz, cuando se quiera dar á la punta de este mayor presión con el fin que las líneas queden mas marcadas; y de clavillos ó chinchés, para fijar el dibujo y el papel en que se ejecuta la copia.

Las divisiones que se encuentran marcadas en las reglas A B y D E tienen por objeto fijar sin tanteo las relaciones que deben existir entre el plano original y su reducción.

Perambulador (fig. 28). Este instrumento sirve para medir la longitud de un rio, de un camino, y en general de toda línea sinuosa: está formado por una lámina de metal, acodada hácia sus extremidades, sosteniendo en estas un eje en el cual puede girar una pequeña rueda, recorriendo toda la longitud de aquel por medio de una rosca que en él se halla practicada. Este sencillo aparato está unido á un mayor que facilita su manejo. Para usarlo se coloca la rueda al principio de la rosca, de manera que la superficie del círculo toque una de las paredes de la lámina y despues se hace girar sobre el papel, siguiendo las sinuosidades de la línea que se mide, y de este modo la rueda habrá avanzado hasta cierto punto de la rosca: en seguida se hace girar el círculo en sentido contrario, siguiendo una línea recta ó una escala, hasta que vuelva al punto de partida, y se habrá obtenido el desenvolvimiento de la línea sinuosa ó sea la longitud de ella.

LAMINAS II Y III.

GEOMETRIA.

Convencido de que para la construcción y dibujo de los planos es indispensable que los alumnos tengan la práctica necesaria en la de las figuras de que tratan los principales problemas de geometría, las he consignado en este tratado, indicando en cada una de ellas por pequeños arcos de círculo, las intersecciones de los puntos que sirven para formarlas, así como los procedimientos gráficos: únicamente trataré de la construcción de la elipse.

Los métodos mas sencillos para trazar una elipse, son: el de movimiento continuo, por la determinación de sus puntos y por medio del compás de elipse. El primero consiste en fijar dos alfileres en los focos F F un poco inclinados hácia los vértices del eje mayor. Como la propiedad analítica de la curva es, que la suma de sus dos radios vectores es igual á $2A$, ó sea eje mayor, fíjese una hebra de hilo que tenga esta longitud, en los alfileres, y en seguida, teniendo continuamente tirante el hilo con la punta del lápiz trácese la curva guiándose por el mismo hilo segun se indica en la figura.

Todos los puntos de la curva pueden determinarse

por medio del compás; mas no siendo violento el procedimiento, indicaré el siguiente (lám. III): en uno de los bordes de una tira de papel grueso, márquense las distancias $a b$ semieje mayor y $a c$ semieje menor; colóquese sucesivamente la tira de papel, de manera que el punto c esté siempre en el eje mayor, y el punto b en el menor; las posiciones diferentes y sucesivas de la tira de papel determinarán por medio de a una serie de puntos que pertenecerán á la curva, que uniéndose por una línea continua producirán la elipse. El compás de elipse está fundado en este procedimiento, por lo que no me detendré en explicarlo.

LAMINA IV.

ESCALAS.—LETRAS.—MARGENES.

La operacion que debe ejecutar el ingeniero, ántes de ocuparse de la construccion de un plano, es la de fijar la relacion que debe existir entre la extension del terreno y la del dibujo que le representa en el papel; á esta relacion se dá el nombre de *Escala de la Carta*. De esta escala se deducen las llamadas *reducidas* ó simplemente *escalas*, las cuales son figuras

geométricas que dán á conocer las longitudes de todas las líneas del terreno, por medio de sus homólogas que constan en el plano. Si llamamos l la longitud gráfica, L su homóloga natural del terreno, y M la escala, tendremos $l : L :: 1 : M$, de donde $l = \frac{L}{M}$. Supongamos que se quiere construir un plano en la escala de $\frac{1}{50000}$, la de 10 kilómetros estará representada por una línea cuya longitud es de $0^m 2$ y la de dos leguas mexicanas (4190^m por legua) por $0^m 167$; es decir, que para obtener las escalas en medida lineal, divídase el número de kilómetros, leguas, metros ó varas, etc. por la relacion.

Las escalas con arreglo á la ley deben fijarse conforme al sistema decimal y á las antiguas medidas mexicanas.

Para los planos que representan ciertos terrenos de corta extension, las escalas que se adoptan son las de $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{500}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{5000}$ las cuales permiten que los planos sean sumamente detallados; siendo de alguna extension como los trabajos ejecutados por las comisiones del Valle y de Pachuca $\frac{1}{10000}$, y reducidas para su publicacion á $\frac{1}{50000}$. Estas escalas hasta la de $\frac{1}{50000}$ aunque no permiten tantos detalles como las anteriores, pertenecen aún á la topografía, siendo ya del resorte de la geografía las escalas mas pequeñas que las que hemos indicado, segun se verá al tratar del dibujo de las cartas geográficas.

La mas sencilla de las escalas está formada por una

recta, en la cual se indican las divisiones 10, 20, 30, etc., unidades de longitud, segun la relacion adoptada.

Supongamos que se desea construir una escala de ocho kilómetros (vease la fig. relativa, lámina IV) cuya longitud esté con su homóloga correspondiente del terreno, en la relacion de $\frac{1}{100,000}$.

Dividanse los 8 kilómetros ó sean $8,000^m$ por la relacion, y se obtendrán 0^m08 para aquella longitud; divídase en seguida la linea en ocho partes iguales, y cada una de las divisiones representará una extension lineal de 1000^m , ó sea 1 kilómetro; ademas, puede subdividirse la primera division en diez partes, y cada una de estas nos representarán 100^m , ó bien pueden hacerse constar estas subdivisiones, á continuacion de la escala, y ántes del 0, lo cual es mas conveniente.

El doble decímetro sirve ventajosamente de escala, por la circunstancia de poder tomar directamente sobre él las magnitudes que se quieran; por ejemplo: sea un plano que va á construirse en la escala de $\frac{1}{5,000}$; es claro que el milímetro nos representará 5^m y una extension de 50^m estará representada por 10 milímetros, ó sea 0^m01 . Supongamos que la escala del plano es de $\frac{1}{40,000}$; tendremos que 1 milímetro en el plano, representa 40^m del terreno; y por último, para representar 2500^m del terreno, se tomarán 0^m0625 .

Todas las longitudes que se tomen, tanto en las escalas construidas en el papel como sobre el doble decímetro se verificarán por medio del compás.

Mas ninguna de las escalas de que he hecho mencion, presenta mayor ventaja que la *escala proporcional* (véase la fig. lámina IV) por la aproximacion que puede dar. Trataré primero de su construccion y en seguida del modo de usarla.

Trácese una linea A B, cuya longitud se deducirá como se ha dicho, de la relacion de la carta; divídase en diez partes iguales; auméntese una de estas divisiones á la izquierda de la linea, ántes del 0 (vease la fig.) y levántense perpendiculares por cada punto de division; á su vez, divídase en diez partes iguales las dos perpendiculares extremas y trácese las paralelas á la linea A-B, 1-1, 2-2 10-10; divídase por último las lineas 10-0 y A-0 de la primera division igualmente en diez partes iguales, y únense por medio de diagonales los puntos de division de la linea A-0 con los de la 10-0, de la manera siguiente: el 0 de la primera con el 1 de la segunda, el 1 con el 2, el 2 con el 3..... el 9 con el 10.

Veamos el valor que tienen respectivamente las divisiones de la escala. Las primeras, es decir, las de la linea A B valen 100^m , puesto que toda su longitud es de 1,000; las segundas de la linea A-0 diez metros, y por último, cada una de las longitudes comprendidas entre la primera linea 0-0 y los puntos de interseccion de las diagonales con las horizontales, 1^m , 2^m , 3^m , 9^m , 10^m , conforme á la teoría de las lineas proporcionales (vease la fig. correspondiente, lám. III,

columna 3ª). De la misma manera deben entenderse las demas diagonales.

Si se trata de obtener por medio del compás una longitud de 847 metros, colóquese una de las puntas del compás en la interseccion de la diagonal marcada 40 y la horizontal marcada 7 y la otra punta del compás en la interseccion de la misma horizontal 7, y la vertical marcada 800, y se tendrá la longitud deseada.

Letras. En esta lámina solamente indico los principales tipos de que debe usarse para los rótulos de planos, que deben ser los mas claros y sencillos; mas adelante me ocuparé de los que deben servir para los nombres de poblaciones, segun su categoría, y de los demas lugares que constan en los planos. La buena escritura en estos, ademas de que dá la indispensable claridad, embellece el trabajo, así como la mala escritura hace desmerecer y desluce el mas bien ejecutado. Por lo mismo, conviene que los alumnos se ejerciten en los diversos tipos de escritura de planos.

Márgenes. Así como la letra, deben ser sencillos y nunca cargados de adornos, puesto que, ademas de ocupar el tiempo en su dibujo inútil, distraen la atencion del principal objeto. Constan en la lámina algunas muestras de los márgenes que deben emplearse.

LAMINA V.

SIGNOS Y TINTAS CONVENCIONALES.

En esta lámina está expresado el mecanismo para representar por sus signos convencionales, los arbolados, los pastos, pantanos, etc., por medio de la pluma y el pincel.

Los colores mas necesarios para el lavado de los planos, son: tinta de china, sepia, índigo, azul de Prusia, cobalto, carmin, miniun, tierra de siena tostada, verde vejiga, goma guta y tinta neutra.

Para averiguar si la tinta de china es buena, se debe sujetar á las pruebas siguientes: Primera, siempre que frotándose en la uña mojada, su tez quede unida y de un brillo esmaltado al secarse, es buena. Segunda, si no sufren alteracion las lineas que se tracen en un papel con la tinta espesa, al pasarle un pincel con agua.

La tinta que se haya secado en la tacilla no debe emplearse mas, sino lavar bien aquella y hacer tinta nueva, pues en el caso contrario se engranuja.

El dibujante debe estar provisto de algunos pinceles, y disponerlos en su *porta-pincel*, de la manera que se indica en la lámina, de suerte que uno sirva para

dar el color y el otro para desvanecerlo por medio del agua.

El pincel destinado á la tinta de china no debe servir para los colores, pues por mucho cuidado que se tenga en limpiarlo, desprende partículas que manchan el color.

SIGNOS CONVENCIONALES.

1. *Bosques.* Se dibujan imitando el follage por grupos de árboles, figurándolo con líneas muy finas del lado en que se suponga la luz, y gruesas y mas tupidas por la parte de la sombra. Para ejecutarlos de colores, se dá primero una aguada general de tinta, mezcla de índigo y goma guta, procurando que no domine este color; en seguida se dán pinceladas con goma guta en la parte del follage que esté en luz, y el resto de verde de la misma mezcla anterior, aunque mas cargado de goma guta; y por último, algunos toques de verde vejiga en las partes mas oscuras.

2. *Pastos.* Plumadas finas imitando la yerba. Verde de yerba compuesto de tres partes goma guta por una de azul índigo; sobre el color se dán las mismas plumadas.

3. *Malezas.* Se forman grupos de árboles unos mas fuertes que otros y alternando con pastos. Para el lavado se dá la misma aguada que para los pastos.

Tanto en este caso como en todos los demas de que

vamos á hablar, bastan sus tintas convencionales para el lavado del plano; mas para darle mayor belleza, sobre las tintas se dibujan los signos que corresponden á los dibujos ejecutados á la pluma; mas repito que no es necesario.

4. *Pantanos.* El mismo dibujo de pastos, pero interrumpido por plumadas horizontales y paralelas que imiten depósitos de agua. La misma tinta que la anterior, con la diferencia de reservar en blanco algunos lugares que se llenan de azul de Prusia muy claro y algunas pinceladas horizontales de la misma tinta mas fuerte.

5. *Labores.* Estas se indican por líneas de trazos caprichosos, combinando las líneas rectas con líneas de puntos, onduladas, etc., como se ve en la figura, separando las tablas de labor por líneas mas fuertes onduladas. Con respecto á las de color, pueden representarse de varias maneras; primero, dando una aguada general de tinta formada por la mezcla de goma guta, carmin y muy poca tinta de china, trazando en seguida líneas de puntos, paralelas y en la direccion que se quiera, con sepia mas fuerte y separando las tablas de labor con verde vejiga. Segundo, trazando las mismas líneas de que hemos hablado con distintos colores en cada tabla de labor, que siendo lo mas suaves posibles darán el mismo efecto que se advierte en los terrenos cultivados vistos desde una altura.

6. *Nopaleras.* Las nopaleras se indican por grupos

de líneas gruesas unidas entre sí caprichosamente. El mismo signo sobre tinta de verde de pastos para las de color.

7. *Viñas*. Se indican por pequeñas líneas verticales y alternadas simétricamente y atravesadas por una línea ondulada en forma de S. En su lavado el mismo signo y una aguada general de tinta violada, formada de carmin é indigo.

8. *Magüeyeras*. Signos formados por plumeadas en forma de estrellas, alternando simétricamente. Las mismas de color verde vejiga. Si el espacio entre las hileras de magüeyes está cultivado, se indicará con el signo que le corresponde.

9. *Páramos*. Grupos de puntos indicando arena, alternando con pastos y algunos manchones de líneas horizontales. Verde sumamente débil y algunos lugares de arena. (Véase el signo).

10. *Arboles*. Estos se dibujan de la manera expresada en el modelo, según la clase de ellos. Para lavarlos el mismo procedimiento que se ha indicado al tratar de los bosques.

11. *Huertos*. Grupos de árboles colocados en hileras. Para los de color lo mismo que se ha dicho acerca de los bosques.

12. *Jardines*. Después de representar la planta de un jardín á lápiz, se dá la aguada general de tinta verde, mas clara que la de bosques; se dibujan las plantas y árboles de la manera que hemos indicado, y á

las avenidas y calzadas se les cubre con tierra de siena quemada.

13. *Hortalizas*. Se forman por paralelogramos ó cuadrados, empleándose en ellos el signo de las tierras labradas. Para representarlas de color, lo mismo que se ha indicado respecto al lavado de las labores, cubriéndose las calles con tinta de siena.

Chinampas. Este signo debe ser peculiar de México. Se indicarán por tierras de labor rodeadas de agua. Esta se dará con aguada general de azul de Prusia, sombreándola hácia las orillas de los canales con la misma tinta mas intensa. Para representar el agua á la pluma con tinta de china, se trazan líneas paralelas entre sí, siguiendo todas las inflexiones de las orillas del río, lago, etc., y cuya separación va aumentando progresivamente á medida que se van alejando de la orilla. (Véase la fig. 15.)

14. *Edificios*. Se dibujan los polígonos de las manzanas, con líneas finas en los lados de los ángulos que reciben la luz y con gruesas los opuestos; el interior de cada polígono se llena con diagonales suaves que se llaman grises. Los de color, carmin suave para el fondo y fuerte para los lados de los polígonos.

15. *Terreno erial*. Se representa por grupos aislados de matorrales y pastos. Para representarlo de color se dá una aguada de verde suave de pastos, dejando grandes espacios que se cubren con la tinta designada á la arena.

16. *Ríos, Arenales y médanos.* Los primeros se indican cubriendo la superficie del papel con puntos y agrupados estos para los médanos, dándoles la apariencia de pequeños cerros.

Tierras incultas. Estas se expresarán de la misma manera que el terreno erial, cambiando únicamente la tinta de arena con la de carmin suave.

Advertencia. Las aguadas deben darse ántes del dibujo á la pluma para no exponerse á que se borren estas al contacto del agua.

En los márgenes de la lámina 5 constan los demas signos topográficos.

LAMINAS VI Y VII.

TEORIA DE LAS CURVAS DE NIVEL.—PROYECCIONES.—

NORMALES.—DIVERSOS SISTEMAS DE REPRESENTACION DE MONTAÑAS.

Una de las partes mas importantes de la topografía es la que trata acerca del trazo de las curvas de nivel. Para representar la topografía de un terreno, debemos distinguir: primero, la planimetría ó sea la representacion de aquel por medio de sus proyecciones á

un plano horizontal: segundo, la representacion del mismo por sus proyecciones á un plano vertical, que dé á conocer el relieve ó sea la *configuracion*. Si se tratase de construir un perfil segun una línea determinada, por medio del cual puedan distinguirse á primera vista las diferentes alturas del suelo, su construccion no ofrece ningun obstáculo; mas si se pretendiese representar el terreno por la proyeccion de todos sus puntos al plano vertical, la construccion, á la vez que confusa, seria impracticable por la aglomeracion de puntos, de los cuales muchos tendrian una misma proyeccion. Para obviar este inconveniente, se adoptó la ingeniosa idea del geógrafo Bauche, y que mas tarde aplicó á la topografía Ducarla, de las *curvas de nivel ó secciones horizontales*.

Suponiendo el terreno cortado por varios planos paralelos horizontales, determinan en su superficie una serie de curvas que proyectadas en un plano igualmente paralelo y horizontal, forman las curvas de nivel; de manera, que en el plano de proyeccion están representadas cada una de aquellas secciones, con una sola acotacion; tal procedimiento, como se ve, facilita el modo de representar en un solo plano, tanto los puntos que conciernen á la planimetría como, los del relieve del terreno.

Para poder apreciar la altura de una montaña por medio de sus curvas de nivel, se supone á los planos paralelos que la cortan, equidistantes; y ademas, para

16. *Ríos, Arenales y médanos.* Los primeros se indican cubriendo la superficie del papel con puntos y agrupados estos para los médanos, dándoles la apariencia de pequeños cerros.

Tierras incultas. Estas se expresarán de la misma manera que el terreno erial, cambiando únicamente la tinta de arena con la de carmin suave.

Advertencia. Las aguadas deben darse ántes del dibujo á la pluma para no exponerse á que se borren estas al contacto del agua.

En los márgenes de la lámina 5 constan los demas signos topográficos.

LAMINAS VI Y VII.

TEORIA DE LAS CURVAS DE NIVEL.—PROYECCIONES.—

NORMALES.—DIVERSOS SISTEMAS DE REPRESENTACION DE MONTAÑAS.

Una de las partes mas importantes de la topografía es la que trata acerca del trazo de las curvas de nivel. Para representar la topografía de un terreno, debemos distinguir: primero, la planimetría ó sea la representacion de aquel por medio de sus proyecciones á

un plano horizontal: segundo, la representacion del mismo por sus proyecciones á un plano vertical, que dé á conocer el relieve ó sea la *configuracion*. Si se tratase de construir un perfil segun una línea determinada, por medio del cual puedan distinguirse á primera vista las diferentes alturas del suelo, su construccion no ofrece ningun obstáculo; mas si se pretendiese representar el terreno por la proyeccion de todos sus puntos al plano vertical, la construccion, á la vez que confusa, seria impracticable por la aglomeracion de puntos, de los cuales muchos tendrian una misma proyeccion. Para obviar este inconveniente, se adoptó la ingeniosa idea del geógrafo Bauche, y que mas tarde aplicó á la topografía Ducarla, de las *curvas de nivel ó secciones horizontales*.

Suponiendo el terreno cortado por varios planos paralelos horizontales, determinan en su superficie una serie de curvas que proyectadas en un plano igualmente paralelo y horizontal, forman las curvas de nivel; de manera, que en el plano de proyeccion están representadas cada una de aquellas secciones, con una sola acotacion; tal procedimiento, como se ve, facilita el modo de representar en un solo plano, tanto los puntos que conciernen á la planimetría como, los del relieve del terreno.

Para poder apreciar la altura de una montaña por medio de sus curvas de nivel, se supone á los planos paralelos que la cortan, equidistantes; y ademas, para

que la misma separacion de dos curvas consecutivas, puedan representar en planos de diferentes escalas una misma inclinacion, se ha adoptado la equidistancia gráfica ó reducida 0^m0005 que multiplicada por la escala de un plano dará la equidistancia natural segun la proporcion siguiente:

$$e: E:: 1: R.$$

de donde $E=R e$, en la que E equidistancia natural, e equidistancia gráfica ó reducida, cantidad constante y R escala de la carta; así es que la equidistancia natural será de

2^m50	á.....	5.000
5	á.....	10.000
10	„.....	20.000
12^m50	„.....	25.000 etc.

Este procedimiento ofrece la manera ventajosa de reducir un plano por sus curvas de nivel, puesto que basta reproducir una curva en cada dos, tres ó cuatro, etc., si el plano se reduce á la mitad, tercera ó cuarta parte segun está indicado en la lámina

En ciertos casos conviene variar la equidistancia gráfica. Si el terreno es poco accidentado, las secciones horizontales determinadas por los planos paralelos equidistantes, producirán tan pocas curvas y tan separadas entre sí en el plano de proyecciones, que

no darán absolutamente idea del relieve del terreno; en este caso, es conveniente dar á e el valor de 0^m00025 lo que dará á la escala de un 100.000 , por ejemplo, una equidistancia natural de 2^m50 . Segun la escala y la configuracion del terreno, se puede disminuir e hasta que las curvas estén suficientemente próximas para dar idea del relieve del terreno.

En los terrenos muy accidentados, la cantidad de curvas y su proximidad pueden perjudicar la claridad de los detalles de la planimetría; en este caso puede darse á e el valor de 0^m001 ó mayor si fuere necesario.

Para la carta general de Francia construida á 100.000 y reducida para su impresion á 250.000 se adoptaron 10^m para el primer caso y 20^m para el segundo por equidistancia natural.

En la lámina VI he indicado las proyecciones de cuatro cuerpos geométricos cortados por planos paralelos equidistantes. La primera figura es un cono recto; la segunda, un cono oblicuo; la tercera, una semi-esfera, y la cuarta un cono oblicuo de base elíptica.

La seccion de un cono cortado por un plano paralelamente á la base, produce, como se sabe, un círculo; de suerte que en la figura primera, que se ha considerado el cono cortado por varios planos paralelos sin secciones, serán círculos de distintos radios, que proyectados en el plano $A B$ producen una serie de circunferencias concéntricas equidistantes que debemos considerar como sus curvas de nivel.

El cono oblicuo tiene por proyecciones círculos ex-
céntricos cuyos diámetros están determinados por los
piés de las perpendiculares 0-0, 1-1, 2-2..... ba-
jadas al plano de proyeccion A B de los puntos de
interseccion de los planos con las generatrices del
cono.

La semiesfera produce círculos concéntricos no
equidistantes y el cono oblicuo de base elíptica una
serie de elipses.

Examinando las figuras, se advierte que en el cono
recto cuya inclinacion es uniforme, sus curvas de nivel
están igualmente separadas; que en el cono las curvas
de nivel mas próximas corresponden á la mayor pen-
diente y las mas separadas á la menor: lo mismo acon-
tece en las otras dos figuras.

Por consiguiente, deberá tenerse siempre presente la
regla general: cuanto mas próximas estén dos curvas
entre sí, expresarán mayor pendiente y viceversa.

La figura 5 representa las proyecciones de las
secciones de una montaña. Sea A S S' B el perfil;
A B la base de la montaña, A' B' el plano de pro-
yeccion; S H y S' H' las alturas de las cimas S y S'.
Si hacemos pasar perpendicularmente á las líneas S H
y S' H' planos equidistantes, producirán en la super-
ficie del terreno una serie de curvas. Si por los pun-
tos de interseccion con el perfil 0, 1, 2, 3, etc., baja-
mos perpendiculares al plano A B se obtendrán las
proyecciones de aquellos puntos 1, 2, 3, etc., por don-

de deben pasar las curvas. Si el cuerpo fuera simé-
trico muy fácil seria determinar las curvas de nivel;
mas en uno tan irregular como lo es un cerro en ge-
neral, es preciso construir otros perfiles en distintas
direcciones, y repetir la misma operacion que hemos
indicado para el longitudinal, teniendo cuidado de que
las alturas de los nuevos perfiles se correspondan á
las del primero, de manera que se obtendrán en los
planos de proyeccion C D y E F otros puntos de la
montaña proyectados: no resta mas que unir las cur-
vas que correspondan á un mismo número. Cuanto
mayor sea el número de perfiles, mayor será la exacti-
tud en la forma de la montaña.

En esta figura se manifiestan mas las circunstancias
que he indicado respecto á la separacion de las cur-
vas, y observemos ademas lo que acontece cuando una
parte de la montaña esté á pico, ó tenga una inclina-
cion inversa: en el primer caso todas las curvas tienen
una misma proyeccion, de manera que se sobrepondrán
y se irán separando á medida que la inclinacion del
terreno se aleje de la vertical, lo que indicarán las
mismas proyecciones (véase la lámina VI); en el se-
gundo, las curvas serán reentrantes, indicándose con
puntos la parte de ellas que se deba ocultar, y tenien-
do cuidado de unir las del mismo número y que se re-
fieran á las secciones horizontales.

Dada la teoría de las curvas de nivel, pasará á ex-
plicar ciertas líneas y lugares de las montañas que

constituyen sus accidentes, y que conviene conocer. Se dá el nombre de *montaña* á toda eminencia de considerable elevacion. La serie de montañas no interrumpida en determinada direccion, que arrojan á derecha é izquierda ramificaciones, forma una *cadena*. Las cadenas de corta extension ásperas y peñascosas se llaman *sierras*. Unas veces las cadenas de montañas partiendo del *núcleo ó nudo*, que es la mas elevada de ellas, se dirigen en distintas direcciones segun se observa en la *Sierra de los Pitos*, al Sur de Pachuca (lámina 10) y otras siguen una direccion recorriendo un inmenso espacio de terreno, tomando el nombre de *cordillera*, como la de los Andes en la América del Sur y de los Andes mexicanos (denominacion dada por el baron de Humboldt); raras veces se presentan las montañas aisladas y generalmente constituyen *picos volcánicos*, segun se observa en el Jorullo, San Andrés Tuxtla, etc.

Las montañas, ya estén aisladas ó formando una cadena, tienen á uno y otro lado descensos, flancos ó vertientes mas ó ménos rápidos: la parte de mayor inclinacion se llama *pendiente*, y la de menor *contrapendiente*. Las cadenas, como se ha dicho, arrojan ramificaciones, y estas á su vez arrojan otros ramales mas cortos y en direccion casi perpendicular, que tienen el nombre de *contrafuertes ó esperones*.

La parte mas elevada de una montaña es la *cumbre* ó *cima*, que segun su forma, toma distintas denominaciones: *cúpula*, si es esférica; *aguja*, si termina en pun-

ta aguda; *pico*, si sus pendientes son rápidas; *meseta*, si es plana de mas ó ménos extension.

Los monólitos que coronan las cimas de algunas montañas, se conocen con el nombre de *órganos*, como los órganos de Actopan, ó con otras denominaciones, segun las figuras caprichosas de las rocas.

La *base* de una montaña es el plano horizontal sobre que descansa; *pié*, el perímetro de la base; *altura*, la perpendicular que une la cumbre con la base.

La parte mas inmediata á la llanura se conoce con el nombre de *falda*, y de *colina* si se encuentra entre dos depresiones, y tiene, así como la montaña en general, descensos desigualmente rápidos que se llaman vertientes, pues es por donde derraman las aguas: la linea que separa á ambas vertientes, es decir, la pendiente de la contrapendiente se llama *linea* de la division de las aguas (véase la linea A B, fig. 6, lámina 7), que está determinada por una sucesion de normales á las curvas en los puntos en que estas cambian de direccion. En una misma zona estas normales serán mayores que las otras. Las lineas de division de las aguas son de *máxima pendiente*, pues observando de B á A (figura 6) á C y á D, A será el punto mas culminante que los otros dos situados en una curva inferior, y por consiguiente B A tendrá mayor inclinacion.

Por *colina* se entiende igualmente toda eminencia aislada de muy corta altura. El *cerro* es toda masa

de tierra aislada ó muy próxima á las montañas, que no tiene la considerable altura de estas, y son comunmente ásperos y peñascosos, como *Cerro Gordo*, el *Cerro de la Estrella* en Ixtapalapan. etc.

Las lomas son prominencias pequeñas y prolongadas con cortas pendientes hácia sus flancos, que se encuentran aisladas, como la de las Pintas en el Valle de México, ó próximas á las montañas, como las de Tacubaya.

Una serie de cumbres forma la *cresta* ó *espinazo* de una cadena: el eje de esta es la línea que une los centros de las bases, siendo por consiguiente, así como la línea del perímetro de las bases, sinuosa, ondulada y caprichosa. El *puerto* ó *collado* es una depresion del terreno entre dos cimas, que facilita el paso por la montaña.

La pendiente mas fuerte de las cimas que se acerca á la vertical, se conoce con el nombre de *tajo*, *escarpadura* ó *declivio*, que se convierten en *desfiladero*, si el paso es difícil por el puerto y limitado por la escarpadura.

Las grandes llanuras comprendidas entre cordilleras que las elevan gradualmente se llaman *mesas*: por ejemplo, las altiplanicies y mesa central de México.

La interseccion de dos vertientes opuestas forma un *thalweg* ó sea camino del valle (voz alemana *thal* valle y *welg* camino) que es línea de mínima pendiente, puesto que las aguas han llegado á él despues de

haber recorrido aceleradamente las partes de mayor pendiente para entrar en su cauce ordinario: en efecto, si consideramos la inclinacion de la línea B A, figura 7, lám. 7, será menor que las de las líneas B C y B D, puesto que los puntos C y D están en la curva siguiente superior. Si esta depresion del terreno, cuyo limite está marcado por la línea del *thalweg* es estrecha y muy profunda, toma el nombre de *barranca*, y de *barranco* si es de poca profundidad.

Obsérvese en la figura 10, que entre dos *thalwels* se encuentra siempre una colina y entre dos colinas un *thalweg*. Las líneas F F' son líneas de máxima pendiente ó línea de division de las aguas y las líneas TT' líneas de mínima pendiente ó sean *thalwels*.

Las llanuras en la rigurosa acepcion de la palabra, no pueden existir, pues se hallan interrumpidas por ligeras depresiones.

Una extensa llanura cercada de montañas ú otras eminencias forma un *valle*; si este por algun punto permite salir sus aguas á los terrenos mas bajos fuera de él, el *valle* es abierto, y *cerrado* en el caso contrario, en que las aguas se depositen en él formando lagos: citaré como ejemplo, para el primer caso el valle de Toluca, cuyas aguas descienden hasta el puerto de San Blas, y para el segundo el de México, que deposita las aguas en sus grandes lagos.

Todo valle pequeño ó que esté formado por los ramales de una cadena, se llama *cañada*; en los Estados

fronterizos, los valles estrechos comprendidos entre dos sierras sensiblemente paralelas tienen el nombre de *cañon*, como el cañon de Guachichil, de Huajuco, de Santa Rosa, etc.

Una hondonada es un espacio ancho rodeado de terrenos mas altos; se llaman *quebras* las hendeduras ó grietas en montes y valles causadas por las lluvias, y *pliegues* las quebras poco sensibles.

Antes de tratar acerca de las plumeadas que se substituyen á las curvas de nivel para dar mas relieve y efecto al dibujo, creo que es muy conveniente recordar en este lugar el siguiente teorema de la geometría descriptiva.

La *inclinacion* de una recta es el ángulo que esta forma con su proyeccion en el plano horizontal, y *pendiente* la tangente del ángulo de inclinacion, de manera que la pendiente será nula en 0° de inclinacion; la pendiente varia de 0^m á 1^m cuando la inclinacion varia de 0° á 45° y de 1^m al ∞ cuando varia la inclinacion de 45° á 90° , es decir, que la pendiente es infinita cuando la recta es vertical. Así es que, se pueden calcular las pendientes en un plano por medio de la fórmula: $\text{tang } a = \frac{e}{n}$ en la que e es la equidistancia gráfica y n el intervalo entre dos curvas consecutivas, ó sea la normal.

Plumeadas. Para dar mas relieve al dibujo se trazan plumeadas de curva á curva, cuyo grueso y separacion depende del de las curvas: tal es el objeto del

diapason que se emplea en el ministerio de la guerra de Francia, que fija la relacion entre el grueso de las líneas y los espacios, de manera que la relacion del negro al blanco sea $\frac{3}{4}$ de la tangente de inclinacion; mas siendo de muy difícil aplicacion y no ser posible tenerle siempre á la vista para el trazo de las plumeadas, la práctica, copiando buenos modelos, y las reglas generales que voy á exponer, son suficientes para obtener en el dibujo de montañas el resultado que se desea.

Las pautas ó escalas de plumeadas que se adoptan tanto en el sistema frances como en el aleman, &c., se han calculado para inclinaciones de 0° á 45° por ser el límite accesible á la infantería, y porque las mayores pendientes pertenecen á las partes escarpadas ocupadas por las rocas que tienen designado su propio dibujo.

En el trazo de las plumeadas deben tenerse presentes, su direccion, su separacion, su grueso, &c., para lo cual indicaré las siguientes reglas generales. Todas las plumeadas entre dos curvas consecutivas, deben ser normales á ambas: por esta causa son rectas entre dos curvas concéntricas ó paralelas (fig. 1^a, lám. 7), y curvas entre las que no lo sean (fig. 2). Las normales marcan la direccion que en su caída trazaria en las vertientes de la montaña un cuerpo abandonado á su propio peso. La separacion de las plumeadas que en lo sucesivo llamaremos normales, será de $\frac{1}{4}$ de su

longitud; mas como de la fórmula $\text{tang } \alpha = \frac{z}{n}$ resulta, á la inclinacion de 15° , que la separacion n es de 0^m002 ó sea la longitud de la normal, no puede seguirse para mas de 15° esta regla general, por cuya razon se ha convenido en darles una separacion de 0^m0005 próximamente. De esta fórmula se deduce que la inclinacion está en razon inversa de la longitud de la normal, de suerte que comparadas dos normales en dos planos distintos, ya sea que estén construidos en una misma ó en distintas escalas, la que sea doble de la otra corresponde á una pendiente dos veces menor. El grueso de las normales debe ser en razon inversa de su longitud y para trazarlas se comenzará por la mas fina para calcular el grueso progresivo de las demas de 0° á 45° . Como dos curvas van separándose gradualmente, se procurará ir engruesando las normales de la misma manera para dar el efecto de una tinta desvanecida. Es muy conveniente no trazar en algunos lugares de una zona las normales del mismo grueso en toda su longitud, sino dándoles mas grueso del que les corresponde en la parte superior al empezar, y terminarlas en su mayor parte en lineas finas: esto, ademas de quitar la monotonía, indica cambios repentinos del terreno que constituyen sus accidentes. Así está expresado en el punto * del plano de Pachuca.

Las normales de una zona no deben penetrar en la anterior ni dejar espacios, sino que deben empezar y

terminar precisamente en las curvas para evitar el mal efecto que de ello resulta, marcando de una ú otra manera las curvas de nivel. Si estas están muy separadas, para que no lo estén las normales, particularmente en su conclusion, puede intercalarse una curva; pero en ese caso su grueso no debe alterarse. En la lámina 7 se han dibujado las normales de los cuatro cuerpos geométricos cuyas proyecciones indicamos en la anterior. La primera figura, que es el cono recto no forma relieve á causa de la uniformidad de su pendiente. Los alumnos deben ejercitarse mucho en el dibujo de estas figuras para vencer la dificultad del trazo de las normales.

Sistema de Lehmann ó aleman. Este sistema, aunque difícil en la práctica, es de un efecto tan admirable y marca de tal manera los menores accidentes del terreno, que compensa la gran laboriosidad de su ejecucion, y ademas facilita la lectura inmediata de las pendientes.

Su escala está calculada para las inclinaciones de 0° á 45° y la relacion que existe en las plumeadas entre el negro y el blanco es la siguiente: (Véase la fig. 11, lám. 7).



0°	.....	blanco absoluto.
5°	.....	1 negro por 8 blanco.
10°	.....	2 " 7 "
15°	.....	3 " 6 "
20°	.....	4 " 5 "
25°	.....	5 " 4 "
30°	.....	6 " 3 "
35°	.....	7 " 2 "
40°	.....	8 " 1 "
45°	.....	negro absoluto.

Observando con cuidado estas relaciones se notará que las que corresponden entre el negro y el blanco á 20° y 25° están invertidas, y de la misma manera las de 15° y 30°, las de 10° y 35°, las de 5° y 40° y las de 0° y 45°.

De suerte que para formar la escala todo depende de la primera línea mas fina que corresponde á la inclinacion de 5°. La separacion de dos líneas será 8 veces su grueso. En 10° la línea será de doble grueso que la de 5° y el espacio será de 7 y así sucesivamente, de suerte que la línea de 5° cubrirá el espacio blanco de 40°, la de 10° cubrirá el de 35°, &c., &c. Con la práctica se tiene en la memoria esta relacion, y todo depende, al dibujar, del grueso de la línea mas fina, como ya se dijo; mas ántes de empezar el dibujo se marcan, segun la separacion de las curvas, las inclinaciones de 5°; las curvas cuya separacion sea la mitad de las anteriores se marcarán 10°, la de la 3ª

parte 15°, las que la tengan de la mitad de 10°, 20° y así sucesivamente.

La separacion de las normales no sigue la regla del sistema frances; esta en el aleman es constante de eje á eje y se deduce de su misma teoría, como hemos visto en la escala.

Las normales de una zona y las siguientes deben continuarse puesto que tienen la misma separacion y no alternarse como en el método frances, y terminar mas gruesas ó mas finas segun sea el grueso de las de la zona siguiente.

Cuando la separacion de las curvas sea muy grande pueden intercalarse otras curvas, pero sin alterar el grueso de las líneas que corresponda á la inclinacion.

Este sistema ha sido modificado en los Estados- Unidos, calculando las pendientes menores que 5°, que 10°, &c., apoyándose en que estas inclinaciones son las mas frecuentes; mas los alemanes sin fijar la escala lo verifican graduando el grueso, al dibujar, entre 5° y 10°, &c.

Tanto en este sistema como en el frances, en que las pendientes se calculan por el grueso de las líneas, está admitida la luz vertical; admitir la luz oblicua es un contrasentido, puesto que para lograr el objeto es preciso engruesar las líneas entre curvas muy separadas en que se suponga la sombra, dando por resultado esta alteracion en el grueso de las líneas, que las

normales correspondientes á la misma separacion de curvas expresarian distintas pendientes por solo la circunstancia de estar unas en luz y las otras en sombra. Sin embargo, pueden combinarse estos sistemas con la luz oblicua, dando ántes de trazar las normales, aguadas con tinta de china.

Para ejecutar mas fácilmente el dibujo de montañas, segun el sistema Lehemann, es conveniente trazar todas las normales tan finas como las que correspondan á la menor pendiente, dándoles la debida separacion, de suerte que toda la montaña dé el efecto de una sola tinta, y engruesarlas en seguida conforme á las diferentes pendientes, segun se ha indicado ántes. Este método, ademas de facilitar el dibujo, permite dar la separacion igual y constante á las normales de eje á eje.

Sistema del general prusiano von Müsting. Lo mismo que el anterior calcula las inclinaciones de 5° en 5° , desde 0° á 45° , y su sistema consiste en la combinacion de líneas continuas, líneas de puntos, líneas onduladas y líneas mas ó ménos gruesas segun se manifiesta en la lámina VII, figura 12. Su aplicacion fácilmente se comprende, por eso no me detendré en explicarlo.

Si no se tiene la práctica suficiente en el bellísimo método Lehemann, puede emplearse en los planos militares el sistema frances con la modificacion que propongo, que permite leer inmediatamente las pendien-

tes, (figura 13). Calculando como los sistemas anteriores de 0° á 45° , se les asigna á las normales un valor constante convencional de 5° , de manera que en esta inclinacion se trazarán, alternando, una línea de puntos y otra continua, en la de 10° una de puntos y dos continuas, en la de 15° una de puntos y tres continuas. . . . y en la de 45° una de puntos ó bien un guion para mayor claridad y nueve continuas. Como se ve, este sistema facilita el medio de leer las pendientes, pues basta ver el número de líneas continuas comprendidas entre dos de puntos, y multiplicándolo por 5 el producto dará la inclinacion. Su dibujo es muy violento y nada complicado.

En la lámina 7, la figura 6 representa una colina; la fig. 7 un thalweg; la 8 la cima de una montaña, que se expresa por medio de curvas cerradas; y la 6 ofrece en conjunto las figuras anteriores constituyendo una montaña. En todas estas figuras se han determinado por líneas de puntos las perpendiculares á las curvas en los puntos que las cortan; y que son las directrices que deben guiar al dibujante en el trazo de las normales, por lo que es conveniente trazarlas con lápiz en todo dibujo ántes de proceder al plumeo. ®

LAMINA VIII.

DIVERSOS SISTEMAS DE MONTAÑAS.

En esta lámina presento seis modelos segun distintos sistemas.

La primera figura representa una colina con barrancas hácia sus vertientes por medio de sus curvas de nivel, engruesadas de 20 en 20 metros, tanto porque dan mayor efecto, como para hacer notar mas claramente la continuidad de una misma curva de nivel.

La segunda figura es la misma colina segun el sistema americano, que consiste en engruesar las lineas gradualmente en los puntos en que se aproximan las curvas, y en intercalar mas de estas.

La tercera está dibujada segun el sistema frances.

El efecto de la cuarta, que imita perfectamente la naturaleza, es una combinacion de curvas mas ó menos unidas, segun la separacion de las curvas de nivel, unas veces continuas y otras interrumpidas, segun el gusto del dibujante, trazando de trecho en trecho normales pequeñas para cambiar los accidentes del terreno; marcando si se quiere las curvas de nivel, podrán apreciarse las inclinaciones.

La quinta está dibujada segun el sistema aleman de Lehemann.

La última al pincel, que es el método mas sencillo y violento.

LAMINAS IX, X Y XI.

CONFIGURACION.

El levantamiento del plano de una montaña por sus curvas de nivel es una operacion muy laboriosa, que puede verificarse en montañas y cerros aislados, y de cuya construccion nos hemos ocupado en las láminas anteriores; mas tratándose de una sierra, de una cadena ó de una cordillera, tal operacion es impracticable, por lo cual indicaré algunas reglas indispensables para la configuracion á vista, sujetándose sin embargo, á determinadas operaciones científicas.

Supongamos que se trata de levantar el de la sierra, indicada en la figura 3 lámina IX, y que la cumbre A, la mas elevada, es un punto trigonométrico. Primero: deberán situarse todas las demas cumbres B, C, D, &c., por medio de vueltas de horizonte sirviéndose de la brújula, ó bien con el teodolito poniendo en práctica el problema de geometría: "determinar la situación de un punto, conociendo la posicion de

otros tres" (lám. III fig. 10), método que deberá preferirse al primero por mas exacto. Segundo: situar de la misma manera los puertos y collados, *a*, *b*, *c*, &c. Tercero: levantar á rumbo y distancia las barrancas principales, fijando los puntos de partida, apoyándose en las cumbres *a' b' c' d' e' f'* &c., situadas ántes, como se ha dicho, y tomar los rumbos generales de las secundarias marcando los puntos de confluencia. Cuarta. Tomar los ángulos de altura de las colinas α , β . Si el levantamiento requiere mayor violencia, pueden tomarse solamente los rumbos generales de los thalwegs, observando las veces que la linea corta á la directriz que es la visual, para marcarla de la misma manera en el croquis.

Las cumbres secundarias que no forman parte de la cresta de una cadena, sino que se encuentran en las vertientes de las montañas, se sitúan por intersecciones dirigiendo visuales desde las cumbres principales.

Las alturas de las montañas, cuyas cumbres son puntos trigonométricos, se deducen de la misma triangulación, observando desde cada vértice los ángulos de altura ó depresion de los otros dos vértices del triángulo. Así se obtienen los datos que se requirieren en la resolucion de los triángulos rectángulos que son: uno de los ángulos agudos, que es el de altura ó depresion que se observa, y un lado calculado por la triangulación: el lado opuesto al ángulo agudo, que es

el que se calcula dá la diferencia de altura entre las cumbres de que se trata.

Para observar bien los accidentes de las montañas, el ingeniero debe preferir situarse en las cumbres, y solamente cuando esto le sea absolutamente imposible, á causa de estar llena de bosques ó por su misma conformacion, puede observar siguiendo el perímetro de la base. Ya sea que observe desde la cumbre ó desde el pié de la montaña, el ingeniero debe dibujar con un lápiz suave los thalwegs, siguiendo aproximadamente sus direcciones; delinear á grandes trazos entre los thalwegs, curvas mas ó menos aproximadas, segun observe la mayor y menor pendiente de las colinas; marcar los tajos ó escarpaduras y los lugares ocupados por las rocas. Si una parte de la montaña está ocupada por arbolados y alguna otra de pequeña pendiente se halla cultivada, se indicará el perímetro de una y otra con sus signos convencionales. Si la cima es una meseta que impida ver la montaña por todas partes, se deberá situar en un punto cualquiera de ella, y desde él, como punto de partida, medir algunas directrices en distintas direcciones para llegar por medio de ellas á los lugares desde donde sea vista la montaña convenientemente. Estas son las reglas que con buen resultado he seguido en mis operaciones y que siendo las mas sencillas posibles, pueden observarse en la práctica sin dificultad.

Igualmente puede configurarse una montaña, deli-

neándose á vista varios perfiles de ella, observándola por distintos lados, determinando su altura por uno de los medios consignados en los tratados de topografía, marcando sus colinas y barrancas de la manera ántes expresada, y representándola, por último, en el papel, segun el método indicado en la lámina 6 fig. 5.

Los dibujos 1, 2 y 4 de la lámina IX, han sido ejecutados sobre el terreno conforme á las reglas anteriores; por tanto, es muy conveniente que los alumnos se ejerciten en la copia de ellos para adquirir la destreza y facilidad en el dibujo indispensable para la configuracion del terreno.

Las cumbres de la sierra de los Pitos y la del cerro de Coatepec (láminas X y XI) son vértices de la triangulacion del valle de México.

En la primera figura está representada la sierra por medio de sus curvas de nivel; en la segunda segun el método frances; en la tercera al pincel, y en la cuarta por una combinacion de curvas, segun se ha indicado al tratar de la figura 4; lámina VIII. Este sistema es el que mas imita la naturaleza, por lo cual debe admitirse en el dibujo de las montañas que no han sido levantadas por nivelaciones.



LAMINAS XII Y XIII.

COPIA Y REDUCCION DE PLANOS.

La copia de un plano puede ejecutarse por los métodos siguientes:

Por piquetes. Colóquese el papel blanco debajo del plano, sujetándolo por medio de *chinchas*; píquense con el punzon indicado en la lámina I todos los puntos notables, como son: las extremidades de las líneas, los vértices de los polígonos, todos los puntos que determinan la direccion y sus cambios, de los rios, caminos, &c., y los que indiquen la posicion de los pueblos, haciendas, &c.: verificada esta operacion se separan los papeles y se procede á la copia del plano, guiándose por los piquetes.

Por trasluz. Este método, así como el de papel de calca, es muy sencillo y demasiado conocido: únicamente trataré del procedimiento por medio de la mesa de calcar, ya descrita en la primera lámina. Se coloca el papel blanco encima del plano y ambos sobre el cristal que forma el plano inclinado de la tapa: la luz penetrando por la abertura β ilumina el interior del mueble dando la debida trasparencia al papel y al plano para verificar el calco.

Por cuadrícula, lámina X. Consiste en circuns-

cribir el plano en un rectángulo que se divide en cierto número de cuadrados pequeños é iguales y construir exactamente la misma cuadrícula en el papel blanco. Las líneas de las cuadrículas equivalen á los ejes rectangulares para encontrar las cordenadas de los puntos, pues bastará tomar con el compas las distancias de los puntos del plano á las líneas horizontal y vertical y trasportarlas á la cuadrícula del papel blanco en el cuadrado que corresponda.

El dibujante debe cuidar de la exactitud de ambas cuadrículas, para no exponerse á cometer errores.

Para reducir el plano se construye la segunda cuadrícula en relacion á la escala del plano reducido. Por ejemplo, si en un plano se ha construido la cuadrícula separando las líneas 0^m003 y la reduccion va á hacerse á una tercera parte, la segunda cuadrícula se construirá dando á las líneas la separacion de 0^m001 . Las distancias se tomarán con el compas de reduccion y se trasportarán de la manera indicada en la descripcion del instrumento (lámina 1).

Por paralelas ó puntos correspondientes (lám. III, figura 1^a) Se fija el plano y á continuacion de él el papel blanco; de todos los puntos del plano se trazan líneas paralelas que siendo de la misma longitud, sus extremidades determinarán en el papel de la copia la situacion de los puntos correspondientes. Este método, cuando no hay muchos detalles, es muy expedito y exacto.

Por directrices (lám. III, fig. 2). Este método es conveniente ya sea que se trate de copiar ó de reducir un camino, un rio, &c. Para ejecutar la copia, se traza una recta que se llama directriz sensiblemente paralela á la direccion general del rio, &c., trazándola igualmente en el papel blanco. De todos los puntos situados á uno y otro lado del camino ó del rio y de los que indiquen sus cambios de direccion, se bajan perpendiculares á la directriz y construyendo exactamente las mismas líneas en la copia, se tendrá la situacion de los puntos.

Si el plano fuese de mayor extension, pueden construirse otras directrices procediendo en todo como se ha explicado.

Para reducir el plano se toman las distancias que separan á las perpendiculares, y la longitud de estas con el compas de reduccion, y se trasportan de la manera ya expresada.

Por arcos de círculo (lám. XIII, fig. 3). Tanto este sistema como el anterior pueden emplearse ventajosamente cuando el plano tenga pocos detalles. Haciendo centro en un punto de la directriz, en la extremidad por ejemplo, se trazan arcos de círculo que pasando por cada punto del plano corten á la directriz. Las extremidades de las cuerdas de los arcos comprendidos entre cada punto, y la interseccion de la directriz dan la situacion de los lugares del plano.

La reduccion de este se ejecuta por medio del

compas indicado para el efecto, reduciendo los radios y las cuerdas.

Por triangulación. Si el plano abraza una grande extension, puede copiarse por medio de triángulos. Se elige cualquiera linea del plano como base, se construye la misma en el papel blanco con la misma direccion: desde sus extremidades como centros y con radios iguales á las distancias que existan entre ellas y otro punto del plano, se trazan dos arcos de círculo que se corten: su interseccion determina en la copia la situacion del punto. En seguida se toma como base cualquier lado del triángulo, y desde sus extremidades se trazan los lados de otro triángulo que determina la situacion de un segundo punto, y así sucesivamente; de manera que se va formando una serie de triángulos con las extremidades de los lados que se toman por bases y los puntos del plano, procurando elegir estos de manera que los triángulos resulten tanto como se pueda, isóceles. En este procedimiento se practica el problema de geometría expresado en la lámina II "resolucion de un triángulo conociendo sus tres lados." En la construccion de un plano se verifica esto mismo, con la diferencia de que en la copia los elementos de los triángulos se toman sobre el original gráficamente, y para la construccion se obtienen aquellos por el cálculo.

Para la reduccion del plano basta reducir los lados de los triángulos, haciendo uso del compas.

REDUCCION POR MEDIO DEL PANTÓGRAFO.

Aplicacion. Reducir un plano á una tercera parte de su extension. Sea el plano original V (fig. 26, lám. I) el cual se va á reducir. Comiénzase por colocar la pieza O de manera que el borde *m* coincida con la division marcada $\frac{1}{3}$, así como la pieza M y la pieza S, de manera que su borde coincida con el índice ó linea de fé, de suerte que el pivote se encuentre en Q, el porta-lápiz en M y el punzon en S.

Debajo del porta-lápiz se coloca la hoja de papel blanco, y debajo del punzon el plano cuya reduccion va á efectuarse, fijando sus esquinas con *chinchés*.

El hilo que parte del porta-lápiz pasando por las extremidades de los pivotes D B y por un agujero practicado en el punzon, se fija en la extremidad C de la regla; se hace mover el instrumento recorriendo con la punta del punzon todas las lineas del plano original V. En la tacilla del porta-lápiz se coloca el pedazo de plomo, cuyo peso hace que la punta del lápiz toque constantemente el papel, reproduciendo el dibujo del original á medida que el punzon recorre todas las lineas de este.

Cuando se interrumpe el dibujo por ser necesario pasar de un punto á otro, se estira el hilo con uno de

los dedos de la mano izquierda para levantar el portapluma ó impedir el trazo de líneas inútiles. Las líneas rectas se trazan en el papel de la copia con mucha perfección, siguiendo con el punzón el borde de una regla que se hace coincidir con las líneas del plano.

Reduccion del plano de un cerro por sus curvas de nivel. Las figuras 4, 5 y 6, lámina 13, representan el cerro de Chapultepec por medio de sus curvas de nivel. Teniendo este cerro una altura de 36^m le corresponde por equidistancia natural 1^m segun la escala (véase la teoría de las curvas de nivel); de manera que deberá expresarse con tantas curvas cuanto sea el número de metros de su altura. Si se trata de reducir el plano de la escala de un 2,000 á la de un 4,000, ó á la de un 6,000, &c., trataremos primero de averiguar el número de curvas que deberá corresponder á cada una de estas dos escalas, deducidas de la equidistancia, para lo que se practicarán las siguientes operaciones (véase la teoría de curvas de nivel).

$$4000^m \times 0^m0005 = 2 \text{ equidistancia natural.}$$

$$6000 \times 0.0005 = 3 \text{ ,, ,,}$$

es decir, que siendo la altura del cerro de Chapultepec de 36 metros y 2 su equidistancia natural, se expresará con 18 curvas, de manera que para reducirlo de un 2,000 á un 4,000 se irá suprimiendo una curva y marcando otra; por ejemplo, en la figura 5, que es

una reduccion de la 4, en la relacion indicada, se suprime la curva 1 y se traza la 2, se suprime la 3 y se marca la 4 y así sucesivamente, alternando y tomando las distancias entre las curvas que deben subsistir con el compas de reduccion.

Para la reduccion á un 6000 se suprime una en cada dos, procediendo de la misma manera; es decir, se suprimen la 1 y 2 y se marca la 3; se suprimen la 4 y 5 y se marca la 6, &c.

LAMINAS XIV, XV Y XVI.

PLANO DE PACHUCA.

Estas láminas representan el mineral de Pachuca, cuyos dibujos han sido ejecutados segun tres distintos sistemas: en la XIV se han dibujado las montañas combinando curvas y normales que dan una exacta idea de los accidentes del terreno; las normales, en las partes escarpadas y en las pendientes, son mas ó menos vigorosas, segun la menor ó mayor separacion de las curvas. En la XV se han representado las montañas segun el método frances, cuya ejecucion es mas

dilatada que la de la anterior. En la XVI por un sistema combinado de aguadas y plumeo, que dá un aspecto agradable y mucho realce al terreno: trazadas á lápiz las curvas de nivel se dá una aguada general de tinta de china muy clara; en seguida, segun la separacion de las curvas, se dan aguadas mas ó ménos fuertes para distinguir las pendientes, teniendo cuidado de desvanecer las sombras por medio del agua, segun ántes se ha indicado; y por último, se procede al trazo de las curvas por medio de la pluma con tinta de zepia. En esta lámina he aplicado á la vez los sistemas indicados en las figuras 4 y 6 de la lámina VIII.



LAMINA XVII.

TOPOGRAFIA MILITAR.

Unicamente trataré del dibujo de la topografía militar en general, sin extenderme en detalles que deben estudiarse en las obras especiales de este ramo. Como generalmente los planos que se levantan militarmente no son tan minuciosos como los que se levantan para cualquier otro objeto, su dibujo debe ser á la vez que

violento y sencillo, claro. El dibujo de montañas con las indicaciones de los tajos, rocas y escarpaduras, segun está indicado en la lámina, llena estas condiciones. El plano de la fortaleza de Perote, en el cual he figurado el sistema de paralelas para un ataque, no tiene grandes detalles, por cuya razon lo preferí á otros, con el fin de que pueda iniciar á los alumnos en esta clase de dibujo; es indiferente que esté se ejecute á la pluma ó al pincel. En los márgenes constan los signos que se emplean en la topografía militar.

LAMINAS XVIII, XIX Y XX.

CONSTRUCCION DE PLANOS.

Plano general (Valle de México).

En las láminas anteriores solamente he tratado del dibujo, indicando los diferentes métodos para su copia y reduccion y los ejercicios para acostumbrarse á representar el terreno de una manera conveniente: me resta tratar acerca de una de las operaciones mas delicadas, como es la de construccion de un plano.

La precision de los instrumentos que tanto he recomendado al principio de este tratado, un buen restirador, el papel, ¹ &c., contribuyen eficazmente á la limpieza y exactitud de un plano. Para tratar de esta parte de la topografía he escogido el plano de la parte Sur del Valle de México, por ser uno de los planos mas bien ejecutados por las comisiones del Valle y de Pachuca.

Operaciones previas. Rectificar los instrumentos matemáticos de que se va á hacer uso; restirar el papel pegándolo en lienzo, que es lo mas conveniente, y cuadrar el papel sirviéndose de la muleta si se tiene confianza en la mesa ó restirador, segun está indicado en la figura 27, lámina I, ó bien por medio de las diagonales, que es el método mas conocido y seguro.

Orientacion del plano. Una linea paralela á los márgenes verticales determinará el meridiano verdadero, que se indicará dibujando una pequeña estrella en su extremo superior, y segun la declinacion del lugar se trazará el meridiano magnético formando ángulo con el astronómico y distinguiéndolo por una flecha.

Red trigonométrica. Para el levantamiento de este plano se midió la base geodésica de 8642^m96 en la calzada de San Lázaro y otras dos topográficas en Aragon y la Viga: el azimut astronómico observado por nuestro hábil ingeniero Diaz Covarrubias es de

¹ El papel que recomiendo es el de Wathman.

—58°43'58''/2 S E (contando los azimutes de Sur á Oriente negativos, y al contrario, positivos). Para determinar en el plano la base, trácese la linea A B (lámina XVIII) formando con el meridiano astronómico el ángulo igual al azimut—58°43'58''/2 y se tendrá orientada la base: debiendo construirse el plano á la escala de $\frac{1}{80.000}$, por la que 80 metros están representados por un milímetro, tómesese sobre la base una longitud de 0^m108 y tendrémolos extremos de la base, oriental y occidental. Construida y orientada la base se procede á la construccion de los triángulos por medio de la longitud de sus lados, obtenidas por el cálculo. Por no extenderme demasiado en este tratado, omito consignar los elementos de los triángulos que constan en la Memoria del plano hidrográfico del Valle; mas para que los discípulos practiquen la construccion de la triangulacion, pueden tomar gráficamente la longitud de los lados, puesto que no se trata sino únicamente de la copia para ejercitarse; pues en la construccion el cálculo dá la longitud de aquellos.

En uno y otro caso deberá procederse con mucha escrupulosidad, pues el error cometido en un triángulo se trasmite á los demas, dando por final resultado que la red trigonométrica no quede cerrada y que sea preciso repetir la operacion.

Fijada previamente la base, se procede á la construccion de la red trigonométrica. De los extremos de la base como centros, y con los radios iguales á los otros

dos lados del primer triángulo, se sitúa por intersecciones el tercer vértice y queda construido el triángulo; para la del segundo triángulo se toma uno de sus lados como base, y desde sus extremos como centros, y con radios iguales á los otros dos lados del segundo triángulo, se trazan dos arcos de círculo cuya interseccion forma el otro vértice y queda ya determinado el segundo; y así sucesivamente se procede de la misma manera.

La triangulacion topográfica tiene por base la linea C D, en los llanos de Aragon y cuya longitud es de 2472^m54; para orientar esta triangulacion se observó el azimut astronómico del lado: "Observatorio astronómico de San Lázaro y Peñon de los Baños," que fué de $-108^{\circ}28'14''7$. Se construye la base de la manera indicada y se orienta la triangulacion orientando el lado "Observatorio y Peñon," ó bien la base, deduciendo su azimut segun las reglas prescritas en los tratados de Topografía.

Detalles. Para construir los caminos, las barrancas, rios, &c., &c., se hace uso del trasportador para tomar los ángulos que indican su direccion, de dos escuadras para trasportar la linea que indica esa misma direccion al lugar que corresponda, y de un doble decímetro para tomar las longitudes de las lineas, todo segun lo he manifestado en la 1^a lámina al tratar del trasportador y escuadras, y en la 4^a con respecto al doble decímetro al tratar de las escalas.

Los buenos croquis ejecutados en el terreno facilitan mucho la construccion y dibujo del plano.

Las siguientes láminas, que representan un plano general, ofrecen en conjunto todos los pormenores y detalles de la topografía. En la XIX el dibujo está ejecutado á la pluma únicamente, y en la XX de colores, segun las reglas ya prescritas: réstame solamente dar algunas reglas generales. No todos los detalles de un plano deben de estar dibujados con igual intensidad; es decir, las montañas deben ser mas fuertes que las lomas, estas mas que los pastos, labores, &c.; que en los planos de colores únicamente se use de estos con mucha suavidad, teniendo cuidado de aplicarlos segun la naturaleza de los terrenos y montañas: sepia muy clara para los tepetatosos, como se observa en el dibujo en las lomas de Tacubaya; sepia intensa para los terrenos porfídicos; sepia y tinta neutra para los de lava volcánica; tinta neutra solamente para los basálticos, &c.

Los letreros deberán ponerse siempre á la derecha de las poblaciones y de los demas puntos, á ménos que por los detalles ó por otra causa no pueda así verificarse; que sean paralelos á los márgenes horizontales; y por último, que en los rios se escriban en la direccion de las corrientes.

LAMINA XXI.

CONTORNOS DE CHAPULTEPEC.

En esta lámina con la que doy fin á la parte topográfica, he aplicado la mayor parte de los signos y tintas convencionales de que se ha tratado anteriormente.

PARTE GEOGRAFICA.

Distincion de las diferentes cartas geográficas segun su objeto.—
Construcciones.—Proyecciones.—Signos geográficos.—Carta
general de la República.—Camino de México á Veracruz.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LAMINA XXI.

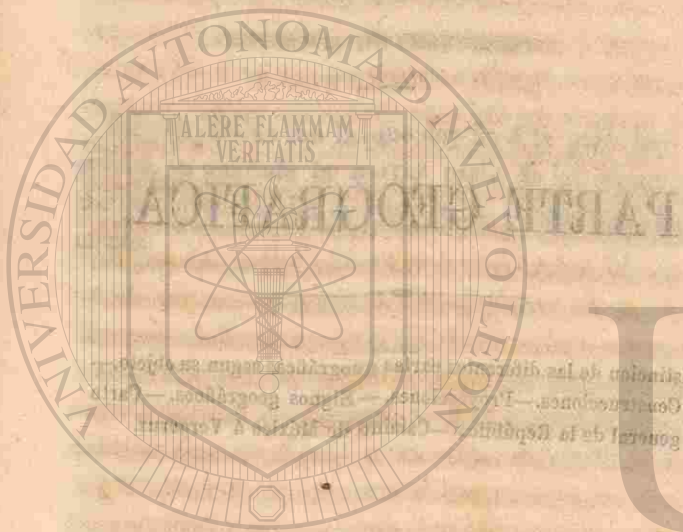
CONTORNOS DE CHAPULTEPEC.

En esta lámina con la que doy fin á la parte topográfica, he aplicado la mayor parte de los signos y tintas convencionales de que se ha tratado anteriormente.

PARTE GEOGRAFICA.

Distincion de las diferentes cartas geográficas segun su objeto.—
Construcciones.—Proyecciones.—Signos geográficos.—Carta
general de la República.—Camino de México á Veracruz.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA

DIRECCIÓN GENERAL DE

mas por la sencillez del dibujo, la claridad de las líneas y la precisión en el trazado. También se debe tener presente la claridad de los dibujos de topografía, para que se puedan apreciar los detalles de un terreno de poca extensión.

PARTE GEOGRÁFICA.

Tanto en los dibujos topográficos como en los geográficos, deben tenerse presentes tres circunstancias, cuya observancia mucho recomiendo á los dibujantes, por ser de la mayor importancia: 1ª la exactitud en la construcción del plano; 2ª la claridad, omitiendo si esta así lo requiere, algunos detalles que recarguen el dibujo, y 3ª la limpieza y esmero en la ejecución. Por esta razón, me he ocupado en este tratado de diferentes sistemas, no tanto con el fin de dejar al arbitrio del dibujante el que mas le agrade, cuanto con el de que elija el mas conveniente. Si se trata, por ejemplo, de dibujar un plano que represente un terreno sumamente accidentado, los detalles pueden perjudicar su claridad, y en tal caso, para no omitir los de las montañas que expresan la configuración del suelo, puede elegirse el dibujo indicado en la figura 4, lámina VIII, que tambien es aplicable al dibujo geográfico. En este sistema, segun puede observarse, se obtiene el relieve del terreno y permite ade-

mas, por la suavidad del dibujo, la colocacion de signos y letreros sin que el plano pierda su claridad.

Familiarizados los alumnos con los dibujos de topografía, fácilmente pueden emprender el geográfico, que es mas fino y delicado. El dibujo topográfico expresa los detalles de un terreno de pequeña extension; el geográfico indica solamente los puntos principales de la superficie del globo. Cuanto menor sea la extension del terreno que se representa, mayor podrá ser la escala de su construccion, y por consiguiente mayor será el número de sus detalles.

En la geografía que tiene por objeto representar la superficie del globo, ó una grande extension de territorio, los detalles disminuyen con la escala.

Las cartas corográficas son el término medio entre las topográficas y geográficas.

Las cartas toman distintas denominaciones, segun sea el objeto con que hayan sido formadas.

Llámanse *cartas físicas*, las que únicamente representan la configuracion y relieve del terreno.

Cartas políticas, las que indican la division para el gobierno y régimen interior de un territorio, en Provincias, Estados, &c., con sus límites geográficos y naturales.

Cartas administrativas. En estas cartas, ademas de indicar la division política, deben expresarse los lugares, residencia de las autoridades, administraciones de rentas, de correos, &c., y en fin, todo lo que dé á

conocer la organizacion de los ramos de la administracion pública.

Cartas orográficas, las que indiquen las cordilleras y montañas de un país.

Cartas itinerarias, las que tengan por objeto indicar las vías de comunicacion.

Cartas hidrográficas, las que expresen las corrientes y los vasos ó depósitos de agua, los canales, puentes, esclusas, &c.

Cartas marítimas, que demuestran las costas con sus accidentes, las desembocaduras de los rios, islas, bancos y arrecifes, puertos, la roseta de los vientos, &c.

Cartas militares, que mas bien corresponden al dibujo topográfico por sus detalles que no se pueden apreciar en el dibujo geográfico.

Cartas científicas, que pueden ser especiales á cada ramo de la ciencia, como las cartas mineralógicas, zoológicas, geológicas, &c.

Antes de tratar acerca de la construccion de las cartas, conviene dar algunas explicaciones y ciertas reglas generales sobre el dibujo geográfico.

Tanto para este como para el topográfico, se hace uso de los instrumentos que se han descrito al principio de este tratado. Las plumas deben ser muy finas, siendo las mas á propósito las de Saglier y Perry; la

tinta de china sumamente negra, pues baja con el tiempo su intensidad y hace desmerecer el buen dibujo de un plano.

Con respecto á la formacion de las cartas debe tenerse mucho cuidado: 1º, en la eleccion de los datos que dan el material, discutiendo los que se refieran á un mismo plano, es decir, revisarlos y compararlos dando la preferencia á aquellos que por el nombre del autor merezcan mas confianza, por el conocimiento práctico del terreno ó por estar acompañados de documentos que prueben la exactitud de su levantamiento. Es muy conveniente observar estas reglas siempre que haya de formarse una carta general, la de un Estado, ó de cualquier territorio de alguna extension, con planos parciales y distintos datos. 2º Fijar la escala del plano en proporcion á los detalles que deben consignarse en la carta, en vista de los datos que se tengan y del objeto de ella, con el fin de poder combinar la claridad con los detalles: 3º Fijar todos los puntos de la carta con la mayor escrupulosidad.

LAMINAS XXII Y XXIII.

PROYECCIONES.

CONSTRUCCION DE LAS CARTAS GEOGRÁFICAS.

La primera operacion que hay que ejecutar en el dibujo geográfico, es la de fijar la proyeccion de la carta. Representar en un plano todos los círculos de la esfera es el objeto de las proyecciones geográficas, mas como este sólido no es desarrollable en un plano como el cono, el cilindro, &c., no puede representarse á la vez toda la esfera y ni aun una parte de ella, sin deformidad. Hacer ménos sensible esta, ha sido el objeto del estudio de los geógrafos, que ha dado por resultado los diversos sistemas de proyecciones, y de las cuales voy á dar una idea.

Distínguense dos clases de proyecciones: las proyecciones perspectivas y las proyecciones por desarrollo. Las perspectivas sirven para representar un hemisferio entero. Si hacemos pasar un plano por el centro de la esfera, que llamaremos plano perspectivo, y suponemos el ojo del observador en la superficie de la esfera, en la extremidad del radio perpendicular á

tinta de china sumamente negra, pues baja con el tiempo su intensidad y hace desmerecer el buen dibujo de un plano.

Con respecto á la formacion de las cartas debe tenerse mucho cuidado: 1º, en la eleccion de los datos que dan el material, discutiendo los que se refieran á un mismo plano, es decir, revisarlos y compararlos dando la preferencia á aquellos que por el nombre del autor merezcan mas confianza, por el conocimiento práctico del terreno ó por estar acompañados de documentos que prueben la exactitud de su levantamiento. Es muy conveniente observar estas reglas siempre que haya de formarse una carta general, la de un Estado, ó de cualquier territorio de alguna extension, con planos parciales y distintos datos. 2º Fijar la escala del plano en proporcion á los detalles que deben consignarse en la carta, en vista de los datos que se tengan y del objeto de ella, con el fin de poder combinar la claridad con los detalles: 3º Fijar todos los puntos de la carta con la mayor escrupulosidad.

LAMINAS XXII Y XXIII.

PROYECCIONES.

CONSTRUCCION DE LAS CARTAS GEOGRÁFICAS.

La primera operacion que hay que ejecutar en el dibujo geográfico, es la de fijar la proyeccion de la carta. Representar en un plano todos los círculos de la esfera es el objeto de las proyecciones geográficas, mas como este sólido no es desarrollable en un plano como el cono, el cilindro, &c., no puede representarse á la vez toda la esfera y ni aun una parte de ella, sin deformidad. Hacer ménos sensible esta, ha sido el objeto del estudio de los geógrafos, que ha dado por resultado los diversos sistemas de proyecciones, y de las cuales voy á dar una idea.

Distínguense dos clases de proyecciones: las proyecciones perspectivas y las proyecciones por desarrollo. Las perspectivas sirven para representar un hemisferio entero. Si hacemos pasar un plano por el centro de la esfera, que llamaremos plano perspectivo, y suponemos el ojo del observador en la superficie de la esfera, en la extremidad del radio perpendicular á

dicho plano, el punto de vista será el diametralmente opuesto, y el hemisferio que se proyecta, el cóncavo opuesto al observador, resultando: 1º Que todos los círculos de la esfera tienen por perspectiva otros círculos que facilitan mas el trazo de la proyeccion. 2º Que en la carta así como en la esfera, los círculos se cortan en ángulo recto; y 3º Que las partes infinitamente pequeñas de la esfera, adquieren una forma muy semejante á la que en realidad tienen. Tales son las propiedades de la proyeccion perspectiva *estereográfica*, que dá la verdadera configuracion de las regiones cercanas al centro del hemisferio, miéntras que las que se acercan á la circunferencia, se deforman. Mas si el punto de vista se coloca al infinito, acontece lo contrario: el hemisferio que se proyecta es el superior que se halla colocado entre el observador y el plano perspectivo, se dilata la parte central, miéntras que hay contraccion en las partes laterales de la esfera. Todos los radios visuales son paralelos entre sí y perpendiculares al plano perspectivo: estas propiedades constituyen la proyeccion *ortográfica* ú *ortogonal*.

No me detendré en las demostraciones de cada una de estas proyecciones, ajenas de este tratado, pues exclusivamente corresponden á los tratados de Geodesia: por tanto trataré únicamente de su construccion.

PROYECCIONES ESTEREOGRAFICAS.

Proyeccion polar, (fig. 1, lám. XXII). En esta proyeccion el plano perspectivo es el del Ecuador; el observador se supone en el polo opuesto al del hemisferio que se va á representar. Con un radio igual al del Ecuador, trácese el círculo que nos represente este, y corresponde en consecuencia á 0° latitud; divídase este círculo en partes iguales de 10° en 10°, de 15° en 15°, segun sea necesario; únense estos puntos de division con el polo, y se tendrán los meridianos: los radios de los paralelos que son círculos concéntricos, están determinados por las distancias que median entre el polo y cada uno de los puntos de interseccion de las rectas A-15°, A-30°, A-45°..... &c., con el diámetro 0°-180°

Proyeccion sobre un meridiano, (fig. 2).¹ En esta proyeccion el plano perspectivo es el que pasa por los

¹ Como la diferencia entre los radios del Ecuador y de los polos es tan pequeña, podemos para estos casos, considerar la tierra como exactamente esférica.

polos; el observador se supone en el Ecuador y en el centro del hemisferio opuesto que se va á representar. Describese la circunferencia y divídase en partes iguales que indican los grados de latitud; ² trácese el meridiano principal $90^{\circ}-90^{\circ}$ que estará representado por una recta; por uno de los extremos del diámetro $0^{\circ}-0^{\circ}$; trácense las rectas $0^{\circ}-15^{\circ}$, $0^{\circ}-30^{\circ}$, $0^{\circ}-45^{\circ}$ &c., y sus puntos de interseccion con el meridiano principal determinan al mismo tiempo la interseccion de los paralelos: queda el problema resuelto, para trazar estos, haciendo pasar una circunferencia por tres puntos dados. Para determinar los meridianos llévense las líneas $90^{\circ}-15^{\circ}$, $90^{\circ}-30^{\circ}$ &c., y sus puntos de interseccion con el diámetro $0^{\circ}-0^{\circ}$ nos determinan las intersecciones de los meridianos y el Ecuador: el problema queda igualmente resuelto haciendo pasar cada uno de los arcos que nos indican aquellos por tres puntos dados.

Nótese que en ambas proyecciones las partes centrales se obtienen segun se manifestó al principio, sin alteracion sensible, mientras que las partes laterales

² Tanto en este caso como en el anterior la igualdad de los grados de latitud no se encuentra alterada por la perspectiva, por la circunstancia de que el observador se supone situado á igual distancia de todos sus puntos.

se dilatan; lo contrario observaremos en las proyecciones ortográficas.

Proyeccion horizontal. El plano perspectivo es el horizonte del lugar que se elige como centro de la carta, y el meridiano principal la recta que pasa por el mismo lugar y el polo. El método para la construccion de esta proyeccion lo he tomado, por mas sencillo, del Manual de Cartas geográficas, por Perrot, con la diferencia de que su construccion en dicha obra se relaciona al horizonte de Paris, y yo la aplico al de México, $19^{\circ} 26' 12'' 3$ de latitud N. (fig. 3), construccion que se hace mas difícil á medida que se aleja mas el punto del Polo.

Sea O el centro, que en este caso es la ciudad de México; de este punto como centro y con el radio igual al de la tierra, describese la circunferencia A C B D; trácense las líneas A B y C D, siendo A B la proyeccion del meridiano principal; en seguida constrúyase el ángulo A O P, igual á la latitud del lugar centro de la carta, marcando la línea PP' únase D á P y la interseccion p de esta línea con la A B será la proyeccion del polo.

Para trazar los meridianos, prolonguese la línea D P' hasta p' y márquese, pasando por F, medio de la línea pp' la perpendicular H H'. Esta perpendicular se llama: *línea de los centros de los meridianos*.

Se obtienen estos centros de la manera siguiente: con un radio cualquiera, p B, por ejemplo, trácese el

cuadrante $m B$, y divídase en partes iguales, que en el caso presente es de 15° en 15° ; prolonguense las líneas que unen cada uno de estos puntos con el polo p , hasta encontrar la línea HH' y estos puntos de intersección determinan arriba y abajo de la línea, los centros de los meridianos de uno y otro lado del principal.

Este método no puede ser practicable cuando los radios de los meridianos son muy grandes; en tal caso se recurre al siguiente medio: desde cualquier punto de la línea AB , de B por ejemplo, se baja una perpendicular á la línea PP' ; se marca la distancia BK en la prolongación AB ; de este punto K' como centro, se traza el cuadrante BF , que se divide en partes iguales de 15° en 15° ; prolonguense las líneas que unen el punto K' con cada una de las divisiones hasta encontrar la línea de los centros, y de estos puntos, pasando por O , trácense las rectas que corten á la circunferencia en dos puntos opuestos: de esta suerte obtendremos estos dos puntos de intersección y el punto O , por los que podemos hacer pasar cada uno de los arcos de meridianos. ¹

¹ Si los radios son muy grandes, la construcción por medio del compás es impracticable; mas en tal caso, debe usarse de una colección de reglas que se han formado para tal objeto, y que dan las curvas de muy grandes y de distintos radios. Como en este problema, así como en los que siguen, todo consiste en hacer pasar un arco por tres puntos, se busca entre todas las reglas aquella cuya curva coincida exactamente con aquellos. Esta colección de 50 á 60 reglas, se encuentra de venta en la casa de Johransson.

También puede usarse de la regla indicada al efecto en la lámina 1.^a

La línea EE' perpendicular á la línea PP' , sirve para determinar el Ecuador. Unase el punto D del diámetro CD con E' ; la intersección g y los puntos C y D determinan los tres puntos por los que debe pasar el arco que nos indica el Ecuador. Para encontrar el centro de este, prolonguense DE hasta encontrar la línea AB , en g' : la línea $g-g'$ será el diámetro del Ecuador y el punto R el centro.

Para trazar los paralelos, divídase en veinticuatro partes iguales la circunferencia (puesto que estamos considerando la división de 15° en 15°), partiendo del punto P ; únense los puntos de división con D y sus intersecciones con AB , 5-5, 4-4, 3-3, 2-2 y 1-1, determinan los diámetros de los paralelos 15° , 30° , 45° , 60° , 75° .

Mas tal procedimiento no puede ser aplicable cuando el punto sobre cuyo horizonte se traza la proyección se aleja del polo: en tal caso se procede como lo indica la figura: por cada una de las intersecciones de los paralelos con la línea $A'B'$, levántense perpendiculares hasta encontrar la circunferencia $ABCD$, que determinarán otros tantos puntos de los paralelos; tales son en la figura las rectas formadas de líneas y puntos: para encontrar las proyecciones de los mismos paralelos sobre JJ' , levántense perpendiculares hasta cortar esta línea, desde cada uno de los puntos de intersección de la recta $A'B'$ con las DE' , DE'' , DE''' &c. El problema queda reducido para cada

paralelo, á hacer pasar un arco por tres puntos dados.

PROYECCIONES ORTOGRAFICAS.

En las proyecciones estereográficas en que se supone el ojo del observador en la superficie de la esfera, hemos notado que la perspectiva no altera la parte central de la esfera, mientras que deforma ó dilata las partes laterales. La poca distancia que media entre el punto de vista y el plano perspectivo produce este efecto. Las proyecciones de los meridianos y paralelos, son círculos. En las proyecciones ortográficas ú ortogonales, el ojo se supone en el infinito, y los rayos visuales son paralelos y perpendiculares al plano perspectivo, por cuya razon, las proyecciones de los círculos de la esfera son elipses y se obtiene el efecto contrario del de las estereográficas: la parte central se dilata mientras que las laterales se contraen.

PROYECCION ORTOGRAFICA POLAR (fig. 4).

Trácese el círculo que nos represente el Ecuador, que es el plano perspectivo; divídase en partes iguales y trácese las rectas que unen el polo con los puntos de division: estos serán los meridianos. Estando colocado el punto de vista en el infinito en la prolongacion de la linea de los polos, se encuentra á igual distancia de todos los puntos de los paralelos, que serán bases de cilindros rectos, por cuya razon sus proyecciones serán círculos concéntricos. Para determinar estos, bájense de los puntos de division de la circunferencia 15° , 30° , 45° , perpendiculares á A B: la distancia del polo al pié de cada una de ellas será el radio respectivo.

PROYECCION ORTOGRAFICA SOBRE UN MERIDIANO (fig. 5).

En esta proyeccion se supone el ojo del observador á distancia infinita en el plano del Ecuador. Los pa-

ralelos se proyectan en líneas rectas y las distancias de sus planos, son iguales á los cosenos de las latitudes. Los meridianos son círculos inclinados cuyas trazas en el plano de proyeccion producen elipses que tienen por eje mayor como la línea de los polos. El eje menor de cada una de las elipses, se obtiene bajando perpendiculares al diámetro del Ecuador. La distancia entre el pié de cada uno de estos y el centro determina el semieje menor de la elipse respectiva y es igual al seno de la longitud. Las elipses se trazan por cualquiera de los métodos que ántes he indicado.

PROYECCION ORTOGRAFICA HORIZONTAL.

En esta proyeccion, tanto los meridianos como los paralelos, se proyectan en elipses, exceptuando el meridiano principal, que así como en las anteriores se proyecta en línea recta: esta es, pues, la misma proyeccion estereográfica, con la diferencia de que se delinean elipses en lugar de círculos.

PROYECCION DE ARROWSMIT.

Lahir, matemático del siglo XVI, tratando de hacer ménos sensibles los defectos de las anteriores proyecciones, imaginó otra que no altera de una manera apreciable las distancias entre los meridianos y entre los paralelos, suponiendo el punto de vista á una distancia igual al seno de 45° ; mas como á pesar de las ventajas de este método, los geógrafos han seguido sirviéndose de la proyeccion estereográfica, por ser la única que produce círculos, no me detendré en explicarla. Arrowsmit, como se ve por la inspeccion de la fig. 6, divide el diámetro A B de la circunferencia que nos representa el globo terrestre, en partes iguales, lo mismo que la línea C D, que es la proyeccion del meridiano principal: la circunferencia A C B D, queda igualmente dividida en partes iguales. El problema, tanto para los meridianos como para los paralelos, se reduce á hacer pasar arcos de círculo por tres puntos dados.

Las proyecciones sobre el Ecuador ó sean polares, sirven para representar el planisferio celeste; las proyecciones sobre el meridiano para la construccion del mapa-mundi.

PROYECCIONES POR DESARROLLO.

Para la construcción de mapas que representen una porción de la tierra, ya sea una nación, provincia, &c., se hace uso de otro género de proyecciones que alteran muy poco la forma y dimensiones de la tierra; tales son las que se conocen con el nombre de proyecciones por desarrollo. Para conseguir este objeto se imagina una superficie que pueda desarrollarse ó desenvolverse como lo es la superficie cónica.

Si suponemos que el cono sea tangente al paralelo medio del país que va á representarse, puede considerarse la tierra como plana desenvolviendo aquel, sin que haya sufrido alteración notable la forma del país que se extiende á uno y otro lado del paralelo medio.

PROYECCION CONICA.

«El método mas usado consiste en hacer tangente el cono al paralelo medio de la carta que se ha de

construir. (Manual de Cartas geográficas, por Perrot). Supongamos, por ejemplo, que se quiere representar una zona comprendida entre los paralelos A B y C D (fig. 7): siendo el cono tangente al paralelo E F, su desarrollo tendrá por radio la línea E G, igual á la cotangente de la latitud E H ¹.

«Veamos el modo de trazar esta proyección. Trácese primero una recta g l (fig. 8) que representa el meridiano principal; en seguida, desde el punto g como centro, y con un radio igual á G E (fig. 7) cotangente de la latitud, se describe el arco f f' f'' que será el desarrollo del paralelo medio E F. Indíquense en este arco las divisiones de los grados de longitud y trácese, pasando por los puntos de división, las rectas g g' que serán las proyecciones de los meridianos. Indíquense en seguida sobre el meridiano principal las divisiones de los grados de longitud, y descríbanse desde el punto g como centro, los arcos 1, 2, 3 y 4, pasando por los puntos de división. La inspección de la figura nos dá á conocer que las medidas tomadas en el paralelo medio son proporcionales á las medidas en la esfera, encontrándose ampliadas las distancias tanto arriba como abajo de ese paralelo. Será mayor este inconveniente cuanto mayor sea la extensión de la carta en latitud. Esta proyección, que se conoce con el nombre de *proyección cónica pura*,

¹ J O es la cotangente de la latitud E H, puesto que por la igualdad de los triángulos I O J, I E G, E C=J O.

solamente conviene á las cartas particulares de una nacion.»

Al tratar acerca de estas proyecciones, solamente he querido iniciar á los principiantes en esta clase de construcciones geográficas: en efecto, familiarizándose con el dibujo de estas proyecciones, fácilmente podrán construir cualesquiera de las otras que omito, por ser ajenas de este tratado y corresponden, de preferencia á los cursos de Geodesia. ¹ Por otra parte, interesando á los mexicanos mas que todas ellas, la proyeccion que calculó y adoptó á la extension de la República nuestro distinguido ingeniero Diaz Cobarrubias, daré á esta la preferencia.

Este recomendable trabajo debe ser sumamente útil á los ingenieros, ya sea en la formacion de la carta general del país, ó en el levantamiento del plano de cualquiera de sus Estados.

¹ Recomiendo mucho á los estudiantes con tal objeto, las obras de Puissant, Salneuve, Moral y Perrot.

PROYECCION

PARA LA

CARTA GENERAL DE LA REPUBLICA.

La proyeccion adoptada para la Carta general de la República, es la calculada por el distinguido ingeniero geógrafo D. Francisco Diaz Covarrubias.

La explicacion acerca de su construccion, consta en los siguientes párrafos de la carta que me dirigió:

«Esta proyeccion es la llamada *policónica*, en la que los grados crecientes de latitud quedan representados en su verdadero tamaño. Los elementos del elipsoide terrestre que adopté, son los determinados por Bessel en la discusion de medidas, á saber:

Radio del Ecuador.....	6.377397 metros.	®
Radio polar	6.356079 „	
Aplanamiento de los polos.....	0.0033427	

Con estos elementos he calculado las normales, y los grados del meridiano. En seguida, siendo N_m la

solamente conviene á las cartas particulares de una nacion.»

Al tratar acerca de estas proyecciones, solamente he querido iniciar á los principiantes en esta clase de construcciones geográficas: en efecto, familiarizándose con el dibujo de estas proyecciones, fácilmente podrán construir cualesquiera de las otras que omito, por ser ajenas de este tratado y corresponden, de preferencia á los cursos de Geodesia. ¹ Por otra parte, interesando á los mexicanos mas que todas ellas, la proyeccion que calculó y adoptó á la extension de la República nuestro distinguido ingeniero Diaz Cobarrubias, daré á esta la preferencia.

Este recomendable trabajo debe ser sumamente útil á los ingenieros, ya sea en la formacion de la carta general del país, ó en el levantamiento del plano de cualquiera de sus Estados.

¹ Recomiendo mucho á los estudiantes con tal objeto, las obras de Puissant, Salneuve, Moral y Perrot.

PROYECCION

PARA LA

CARTA GENERAL DE LA REPUBLICA.

La proyeccion adoptada para la Carta general de la República, es la calculada por el distinguido ingeniero geógrafo D. Francisco Diaz Covarrubias.

La explicacion acerca de su construccion, consta en los siguientes párrafos de la carta que me dirigió:

«Esta proyeccion es la llamada *policónica*, en la que los grados crecientes de latitud quedan representados en su verdadero tamaño. Los elementos del elipsoide terrestre que adopté, son los determinados por Bessel en la discusion de medidas, á saber:

Radio del Ecuador.....	6.377397 metros.	®
Radio polar	6.356079 „	
Aplanamiento de los polos.....	0.0033427	

Con estos elementos he calculado las normales, y los grados del meridiano. En seguida, siendo N_m la

normal que corresponde á la latitud media $l_m = 23^\circ 30'$, el radio de la proyeccion es:

$$r = N_m \cot. l_m = 14674801 \text{ metros;}$$

y para los otros paralelos, siendo s la extension de los arcos de meridiano contados desde l_m , se tiene:

$$R = r \pm s$$

En el vértice del cono, el ángulo que abraza L grados de longitud, á la latitud l , se tendrá por la ecuacion:

$$G = L \cdot \frac{N. \cos. l}{R}$$

Por último, las coordenadas que fijan las intersecciones de los meridianos y los paralelos, están calculadas por las fórmulas:

$$x' = R. \text{sen. } G$$

$$y' = s + x' \tan \frac{1}{2} G.$$

Estos valores resultan en metros, puesto que en estas mismas unidades está expresado el radio ecuatorial; pero para facilitar la construccion, evitando la necesidad de reducir cada coordenada á la escala que

se adopte, me ha parecido mas conveniente referir estos valores al tamaño de la misma carta que se va á construir, haciendo las consideraciones siguientes:

Como la República abraza unos 33° de longitud, de los que cosa de 20 son al Oeste de la capital, y cerca de 18° de latitud, resulta que la base de la carta y su altura deben estar próximamente en la relacion de 10 á 6. Por tanto, si se toma por unidad para construir la proyeccion, la sexta parte de la distancia entre los paralelos extremos de 15° y 33° , la carta deberá tener 10 de estas unidades de Oriente á Poniente y 6 de Norte á Sur con corta diferencia; de suerte que, siendo la unidad $u = 332259^m 5$, los valores de las coordenadas serán:

$$x = \frac{x'}{u} \quad y = \frac{y'}{u}$$

que son los números que componen las adjuntas tablas desde 14° hasta 34° de latitud, y desde $+20^\circ$ hasta -20° de longitud, con respecto al primer meridiano.

Con este sistema no habrá que ocuparse mas que del tamaño que quiera darse á la carta, ó lo que es lo mismo, de la escala que se desea adoptar. Siendo $\frac{1}{m}$ la escala, b la base de la carta de Oriente á Po-

niente y a su altura de Norte á Sur (desde el paralelo 15° hasta el 33°), se tendrán las relaciones:

$$am = 6u$$

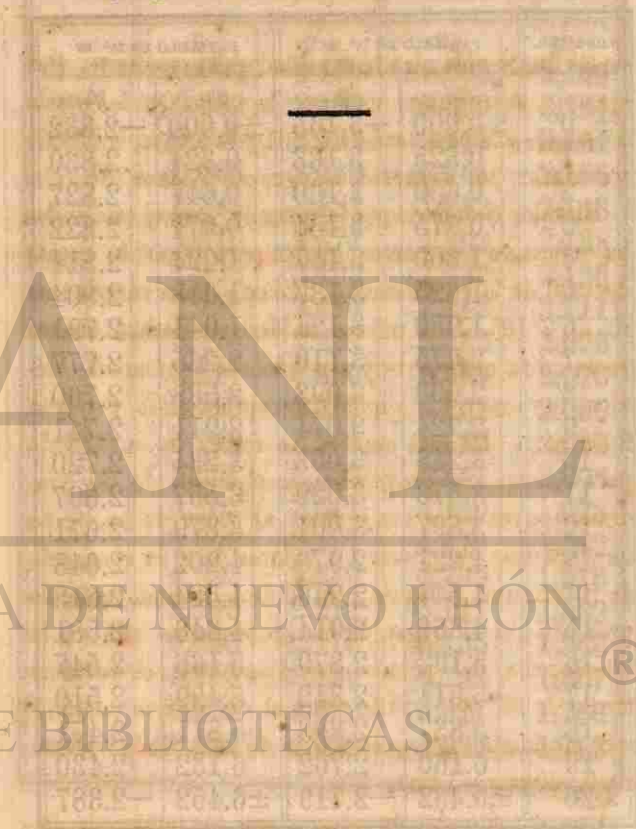
$$bm = 10u$$

de las que se obtendrá la cantidad que se necesite. Por ejemplo, si se quiere construir la carta en la escala de $\frac{1}{200000}$ la base será de 1^m661 y la altura de 0^m997 , sin contar, por supuesto, márgenes, adornos, &c.

El valor de a dado por la fórmula, será el que se deba dividir en seis partes iguales para tener la escala decimal de la construcción, que en el caso anterior sería de 0^m166 . Esta misma unidad se llevará cuatro veces hácia el Oriente y seis hácia el Poniente de México, cuyo meridiano quedará representado por una línea recta. De esta manera se forma la cuadrícula para construir la proyección, compuesta de 60 cuadrados cuyos lados son iguales al valor de $\frac{1}{6}a$, y no quedará más que tomar los valores de x en el sentido de la longitud, y los de y en el de la latitud, teniendo presente que el origen de las coordenadas está en la intersección del primer meridiano con el paralelo medio de $23^\circ 30'$. Si se toma el de México por primer meridiano, las coordenadas de esta ciudad serán: $x=0.000$ $y=-1.354$.

Una vez situados de esta manera los puntos de intersección de los meridianos y los paralelos, se unirán

los de la misma latitud para tener el paralelo correspondiente, y los de la misma longitud darán los meridianos. Si la construcción se ha hecho con cuidado, resultarán curvas perfectamente regulares, y sin apariencia poligonal vistas desde sus extremos."



TABLAS

DE LAS COORDENADAS x, y , PARA CONSTRUIR LA PROYECCION DE LA CARTA DE LA REPUBLICA MEXICANA.

LONGITUD.	PARALELO DE 14° 00'		PARALELO DE 15° 00'	
	$x.$	$y.$	$x.$	$y.$
± 0°	±0.000	-3.165	±0.000	-2.832
1	0.325	3.163	0.324	2.830
2	0.650	3.160	0.647	2.827
3	0.975	3.154	0.971	2.822
4	1.300	3.147	1.294	2.814
5	1.625	3.137	1.618	2.804
6	1.950	3.124	1.941	2.791
7	2.275	3.110	2.265	2.777
8	2.600	3.093	2.588	2.760
9	2.924	3.074	2.911	2.741
10	3.248	3.053	3.234	2.720
11	3.573	3.029	3.557	2.697
12	3.897	3.004	3.879	2.671
13	4.221	2.976	4.202	2.643
14	4.544	2.946	4.524	2.613
15	4.868	2.914	4.846	2.581
16	5.192	2.879	5.168	2.547
17	5.514	2.842	5.489	2.510
18	5.837	2.803	5.811	2.471
19	6.160	2.762	6.132	2.430
±20	±6.482	-2.719	±6.452	-2.387

LONGITUD.	PARALELO DE 16° 00'		PARALELO DE 17° 00'	
	$x.$	$y.$	$x.$	$y.$
± 0°	±0.000	-2.499	±0.000	-2.166
1	0.322	2.497	0.320	2.164
2	0.644	2.494	0.641	2.161
3	0.966	2.489	0.961	2.156
4	1.288	2.481	1.282	2.148
5	1.610	2.471	1.602	2.138
6	1.932	2.459	1.922	2.126
7	2.254	2.444	2.242	2.111
8	2.576	2.427	2.562	2.095
9	2.897	2.409	2.882	2.076
10	3.219	2.387	3.202	2.055
11	3.540	2.364	3.522	2.032
12	3.861	2.339	3.841	2.006
13	4.182	2.311	4.160	1.978
14	4.502	2.281	4.479	1.949
15	4.823	2.249	4.798	1.916
16	5.143	2.214	5.117	1.882
17	5.463	2.178	5.435	1.846
18	5.783	2.139	5.753	1.807
19	6.102	2.098	6.071	1.766
±20	±6.422	-2.055	±6.389	-1.723

LONGITUD.	PARALELO DE 18° 00'		PARALELO DE 19° 00'	
	<i>x.</i>	<i>y.</i>	<i>x.</i>	<i>y.</i>
± 0°	±0.000	-1.832	±0.000	-1.499
1	0.319	.832	0.317	.498
2	0.637	.828	0.634	.495
3	0.956	.823	0.950	.489
4	1.275	.815	1.267	.482
5	1.593	.805	1.584	.472
6	1.912	.793	1.901	.460
7	2.230	.778	2.217	.445
8	2.548	.762	2.534	.429
9	2.866	.743	2.850	.410
10	3.185	.722	3.166	.389
11	3.503	.699	3.482	.366
12	3.820	.674	3.798	.341
13	4.138	.646	4.114	.314
14	4.455	.616	4.429	.284
15	4.772	.584	4.744	.252
16	5.089	.550	5.059	.219
17	5.406	.514	5.374	.182
18	5.722	.475	5.689	.143
19	6.038	.434	6.003	.103
±20	±6.354	-1.392	±6.317	-1.060

LONGITUD.	PARALELO DE 20° 00'		PARALELO DE 21° 00'	
	<i>x.</i>	<i>y.</i>	<i>x.</i>	<i>y.</i>
± 0°	±0.000	-1.166	±0.000	-0.833
1	0.315	1.165	0.313	.832
2	0.630	1.162	0.626	.829
3	0.945	1.156	0.938	.823
4	1.259	1.149	1.251	.816
5	1.574	1.139	1.564	.806
6	1.889	1.127	1.877	.794
7	2.203	1.113	2.189	.779
8	2.518	1.096	2.502	.763
9	2.832	1.078	2.814	.745
10	3.147	1.057	3.126	.724
11	3.461	1.034	3.438	.702
12	3.775	1.009	3.750	.676
13	4.088	0.982	4.062	.649
14	4.402	0.952	4.373	.620
15	4.715	0.920	4.684	.589
16	5.028	0.887	4.996	.555
17	5.341	0.851	5.307	.519
18	5.654	0.812	5.617	.481
19	5.966	0.772	5.927	.441
±20	±6.278	-0.729	±6.237	-0.399

LONGITUD.	PARALELO DE 25° 00'		PARALELO DE 26° 00'	
	<i>x.</i>	<i>y.</i>	<i>x.</i>	<i>y.</i>
± 0°	±0.000	-0.499	±0.000	-0.167
1	0.311	.499	0.308	.166
2	0.621	.496	0.617	.162
3	0.932	.490	0.925	.157
4	1.243	.482	1.234	.149
5	1.553	.473	1.542	.140
6	1.864	.461	1.851	.128
7	2.174	.447	2.159	.114
8	2.485	.431	2.467	.098
9	2.795	.412	2.775	.080
10	3.105	.392	3.083	.059
11	3.415	.369	3.390	.037
12	3.725	.344	3.698	-0.012
13	4.034	.317	4.005	+0.014
14	4.344	.288	4.312	.043
15	4.653	.257	4.619	.075
16	4.962	.223	4.926	.108
17	5.270	.188	5.233	.143
18	5.579	.150	5.539	.181
19	5.887	.110	5.845	.220
±20	±6.195	-0.068	±6.151	+0.262

LONGITUD.	PARALELO DE 24° 00'		PARALELO DE 25° 00'	
	<i>x.</i>	<i>y.</i>	<i>x.</i>	<i>y.</i>
± 0°	±0.000	+0.167	±0.000	+0.500
1	0.306	.168	0.304	.501
2	0.612	.171	0.608	.504
3	0.918	.176	0.911	.510
4	1.225	.184	1.215	.517
5	1.531	.193	1.519	.526
6	1.837	.205	1.822	.538
7	2.143	.219	2.126	.552
8	2.448	.235	2.429	.568
9	2.754	.253	2.732	.586
10	3.060	.273	3.035	.606
11	3.365	.295	3.338	.628
12	3.670	.320	3.641	.652
13	3.975	.346	3.944	.678
14	4.280	.375	4.246	.707
15	4.585	.406	4.549	.737
16	4.889	.439	4.851	.771
17	5.193	.474	5.152	.805
18	5.497	.511	5.454	.842
19	5.801	.551	5.755	.881
±20	±6.104	+0.592	±6.056	+0.922

LONGITUD.	PARALELO DE 26° 00'		PARALELO DE 27° 00'	
	<i>x.</i>	<i>y.</i>	<i>x.</i>	<i>y.</i>
± 0°	±0.000	+0.833	±0.000	+1.167
1	0.301	.834	0.299	.168
2	0.602	.838	0.597	.171
3	0.904	.843	0.896	.176
4	1.205	.850	1.195	.183
5	1.506	.860	1.493	.193
6	1.807	.871	1.791	.204
7	2.108	.885	2.090	.217
8	2.409	.900	2.388	.233
9	2.710	.918	2.686	.251
10	3.010	.938	2.984	.270
11	3.311	.960	3.282	.292
12	3.611	.984	3.580	.316
13	3.911	1.010	3.878	.342
14	4.211	.039	4.175	.370
15	4.511	.069	4.472	.400
16	4.811	.102	4.769	.432
17	5.110	.136	5.066	.466
18	5.409	.172	5.362	.503
19	5.708	.211	5.659	.541
±20	±6.006	+1.252	±5.954	+1.581

LONGITUD.	PARALELO DE 28° 00'		PARALELO DE 29° 00'	
	<i>x.</i>	<i>y.</i>	<i>x.</i>	<i>y.</i>
± 0°	±0.000	+1.500	±0.000	+1.833
1	0.296	.501	0.293	.835
2	0.592	.504	0.586	.838
3	0.888	.509	0.880	.843
4	1.184	.517	1.173	.850
5	1.480	.526	1.466	.859
6	1.775	.537	1.759	.870
7	2.071	.551	2.052	.884
8	2.367	.566	2.345	.899
9	2.662	.583	2.637	.916
10	2.958	.603	2.930	.935
11	3.253	.624	3.222	.957
12	3.548	.648	3.515	.980
13	3.843	.674	3.807	2.005
14	4.138	.701	4.099	.033
15	4.432	.731	4.390	.062
16	4.726	.763	4.682	.094
17	5.020	.797	4.973	.127
18	5.314	.833	5.264	.162
19	5.608	.870	5.555	.200
±20	±5.901	+1.910	±5.846	+2.239

LONGITUD.	PARALELO DE 30° 00'		PARALELO DE 31° 00'	
	<i>x.</i>	<i>y.</i>	<i>x.</i>	<i>y.</i>
± 0°	±0.000	+2.167	±0.000	+2.501
1	0.290	.168	0.287	.502
2	0.581	.171	0.575	.505
3	0.871	.176	0.862	.510
4	1.161	.183	1.149	.516
5	1.451	.192	1.437	.526
6	1.742	.203	1.724	.537
7	2.032	.217	2.011	.549
8	2.322	.232	2.298	.564
9	2.612	.249	2.585	.581
10	2.901	.268	2.872	.600
11	3.191	.289	3.158	.621
12	3.480	.312	3.445	.643
13	3.770	.337	3.731	.668
14	4.059	.364	4.017	.695
15	4.348	.393	4.303	.724
16	4.636	.424	4.589	.754
17	4.925	.457	4.875	.787
18	5.213	.492	5.160	.821
19	5.501	.529	5.445	.858
±20	±5.789	+2.568	±5.730	+2.896

LONGITUD.	PARALELO DE 32° 00'		PARALELO DE 33° 00'	
	<i>x.</i>	<i>y.</i>	<i>x.</i>	<i>y.</i>
± 0°	±0.000	+2.835	±0.000	+3.168
1	0.284	.836	0.281	.169
2	0.569	.838	0.562	.172
3	0.853	.843	0.844	.177
4	1.137	.850	1.125	.183
5	1.421	.859	1.406	.192
6	1.706	.870	1.687	.203
7	1.990	.882	1.968	.216
8	2.274	.897	2.249	.230
9	2.558	.914	2.529	.246
10	2.841	.932	2.810	.265
11	3.125	.953	3.091	.285
12	3.408	.975	3.371	.307
13	3.692	.999	3.651	.331
14	3.975	3.026	3.931	.357
15	4.258	.054	4.211	.385
16	4.541	.085	4.490	.415
17	4.823	.117	4.770	.446
18	5.105	.151	5.049	.480
19	5.387	.187	5.328	.516
±20	±5.669	+3.225	±5.607	+3.554

LONGITUD	PARALELO DE 34° 00'		LONGITUD	PARALELO DE 34° 00'	
	<i>x.</i>	<i>y.</i>		<i>x.</i>	<i>y.</i>
± 0°	±0.000	+3.502	±11	±3.055	+3.617
1	0.278	.503	12	3.332	.639
2	0.556	.506	13	3.609	.663
3	0.834	.511	14	3.886	.688
4	1.112	.517	15	4.163	.716
5	1.390	.526	16	4.439	.745
6	1.667	.536	17	4.716	.777
7	1.945	.549	18	4.992	.810
8	2.223	.563	19	5.267	.845
9	2.501	.579	±20	±5.543	+3.882
±10	±2.778	+3.597			

LAMINA XXIV.

SIGNOS GEOGRAFICOS.

Debemos distinguir dos clases de signos geográficos: los que se refieren á la geografía física, como son las montañas, las barrancas y los rios, las costas y todo lo demas que se refiera al aspecto y configuracion de un país, y los signos que hacen relacion á la geografía descriptiva, como las poblaciones con sus distintas categorías, las fincas rústicas, los monumentos, los caminos, los puentes, y en fin, todo lo que no sea obra de la naturaleza. Acerca de los primeros, todos los geógrafos han admitido los mismos, mas con respecto á los segundos aunque se ha tratado de uniformarlos, no se ha logrado con todos, pues se nota, y muy particularmente en México, que en diversos planos se indican los mismos lugares con diversos signos, viéndose los ingenieros en la necesidad de consignar en sus planos la explicacion de los que han adoptado segun su capricho. Para la topografía he adoptado los del ministerio de la guerra de Francia por dos razones: 1ª, porque están perfectamente caracterizados y son los mismos que se emplean en las demas naciones, cuyas obras geográficas he con-

sultado; y 2ª, porque las obras que con preferencia se estudian en México, en razon del idioma que es el mas generalizado, son francesas. Unicamente he agregado los signos que se refieren á nuestra propia topografía. Uno de los puntos en que los geógrafos están divididos es el que se refiere al primer meridiano, que por orgullo nacional, admite cada uno el que pasa por la capital de su nacion. Esto es perjudicial á la geografía porque no todos los hombres están obligados á saber calcular para la conversion de longitudes. Dichosamente para esta ciencia, el orgullo nacional no ha bastado para admitir igualmente un primer paralelo.

En México debemos procurar uniformar nuestros signos, para que una vez aprendidos, se evite su explicacion: por tal motivo propongo la admision de los que constan en este tratado.

LAMINAS XXV Y XXVI.

DIBUJO DE UNA CARTA.

Paralelamente á los márgenes de la carta, deben marcarse otros interiores con dos líneas finas juntas é

igualmente paralelas en que ha de circunscribirse la proyeccion, prolongando los meridianos y paralelos de manera que terminen en dichas líneas, subdividiéndose cada una de las divisiones que de esto resulta en partes iguales, segun las fracciones de grado que se quieran. Los paralelos que son los grados de latitud ó de distancia al Ecuador, y los meridianos de longitud ó sea de distancia de un punto al primer meridiano se numeran en dichos márgenes, correspondiendo 0° al primer meridiano. Como los meridianos convergen hácia los polos, la diferencia entre dos paralelos consecutivos es inapreciable para dibujar ó consultar la carta; pero es muy grande entre los dos extremos, de lo que resulta que las divisiones de los grados de longitud, marcados en las líneas horizontales, no pueden servir para toda la extension de la carta, por lo cual es muy conveniente indicar en la misma cierto número de escalas que expresen las divisiones de los grados que corresponden á las diferentes latitudes. Ademas, deben igualmente consignarse la relacion de la carta y sus escalas reducidas en kilómetros y leguas mexicanas. (Vease la lámina IV y texto relativo).

Para proceder al dibujo de la carta, deberá procederse de la manera siguiente: 1º Situar todos los puntos notables por sus cordenadas geográficas si se trata de construir la carta con los datos de su levantamiento; mas si se trata de formarla con datos que constan

en otros planos parciales, la proyeccion sirviendo de cuadrícula proporciona el medio de verificar la copia segun el procedimiento indicado en la lámina X y texto relativo. En uno y otro caso debe procederse con la mayor escrupulosidad. 2º Dibujar las costas con todos sus detalles si la escala del plano lo permite, marcando con la mayor exactitud sus ensenadas, bahías, puntas, cabos, &c., por medio de la determinacion de sus principales puntos de la manera ántes expresada; para representar el agua por medio de líneas paralelas, se dibujan estas de la misma manera que en el dibujo topográfico. 3º Dibujar los rios por medio de líneas onduladas, finas en su nacimiento y de mayor grueso á medida que se acercan á su confluencia en otro rio principal ó desembocadura en el mar; los rios muy caudalosos se indican por medio de dos ó mas líneas desde el punto en que por haber recorrido una grande extension y recibido las aguas de algunos de sus afluentes, es de mayor consideracion, separándolas gradualmente hasta su desembocadura. Deberán situarse á compas los puntos del rio que determinen cambios de direccion, é imitando en todo á la naturaleza, se procurará evitar la monotonía que resulta de la igualdad de sus vueltas. 4º Dibujar de la misma manera los caminos carreteros por medio de dos líneas paralelas, y los de herradura y veredas segun está indicado en la lámina respectiva. 5º Se ha visto en la topografía que en razon de la escala, disminuye el

número de curvas de nivel por la mayor cantidad de la equidistancia, de suerte que en la geografía no pueden apreciarse las curvas en virtud de las escalas; por tanto, deberán trazarse algunas curvas sin sujecion á aquellas reglas, con el fin únicamente de poderse guiar por ellas al trazar las normales. Deberán situarse ántes las cumbres de las montañas, y trazar por medio del lápiz las líneas que determinan el perímetro de las crestas y el pié de las cordilleras; dibujar á la pluma con tinta de china muy intensa las pequeñas normales, segun se indica en la figura 5 de la lámina XXIV, salvando los caminos para que no se confundan. 6º Colocar los letreros, por regla general, paralelamente á los márgenes horizontales y á la derecha de los puntos, escribiéndolos con buena letra y con la tinta muy negra. 7º Si la escala del plano permite mas detalles, pueden dibujarse algunos de los ya indicados en la topografía, como son los pantanos, pastos, tierras labradas, &c., con la circunstancia de que su dibujo deberá ser muy fino. 8º Deberán situarse los límites de nacion, provincia, &c., segun los signos que se expresan en la respectiva lámina.

En la lámina XXV, que representa la carta general de la República en muy pequeña escala, está expresado en conjunto el dibujo geográfico; en la XXVI el camino de México á Veracruz en mayor escala, que permite apreciar mayores detalles: en este plano se

representan los rios y lagos, y el Oceano con azul de Prusia, las montañas con zepia intensa, y el resto con tinta de China, produciendo muy buen efecto. Ambas láminas sirven de complemento á este tratado.



FONDO BIBLIOTECA PÚBLICA
DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y ESTADÍSTICAS
DE NUEVO LEÓN

FE DE ERRATAS.

Página 9, línea 1ª, dice: «compás,» léase: «*compas*» y lo mismo en los siguientes casos.

Página 11, línea 17, dice: «nn,» léase: «*un.*»

Página 18, línea 17, dice: «sencilio,» léase: «*sencillo.*»

Página 26, línea 19, dice: «plumadas,» léase: «*plumeadas*» y lo mismo en los casos que se repite.

Página 27, línea 25, dice: «lo mas suave,» léase: «*las mas suaves.*»

Página 30, dice: «Rios, arenales y médanos,» léase: «*Arenales y médanos.*»

Página 33, línea 24, dice: «paralelos sin secciones, serán» léase: «*paralelos, sus secciones serán.*»

Página 39, línea 24, dice: «descienden hasta el puerto de San Blas, léase: «*descienden al Pacífico cerca de San Blas.*»



FONDO BIBLIOTECA PUBLICA
DEL ESTADO DE NUEVO LEON

