

## Escala.

Agrim. Ernesto A. Cela  
P.T.O. de Dibujo Topográfico

### 1. Concepto.

La Escala es una relación de semejanza (o de proporcionalidad) existente entre un objeto y su representación.

Hablamos de escala, entonces, refiriéndonos tanto a representaciones gráficas como a modelos tridimensionales y maquetas. Tales representaciones pueden ser ampliaciones del original, como en el caso de los esquemas del microcosmos (usuales en anatomía, biología, física, etc.) o como más frecuentemente ocurre, una reducción, caso de los planos topográficos, aeromodelismo, etc.

En Agrimensura el término **escala** implica el concepto de **escala de reducción**, por la naturaleza misma de las tareas profesionales, consistentes básicamente en la representación de extensiones territoriales sobre bases (papel, pantalla activa, etc.) de menor magnitud.

Por tanto, la noción de escala en nuestras aplicaciones presupondrá establecer una relación entre la magnitud de una distancia real medida sobre el terreno y la correspondiente magnitud con la cual aquélla es representada gráficamente. Ambas se consideran en su proyección horizontal.

### 2. Modos de indicar la escala.

a) Ateniéndonos a la definición anterior, el modo más inmediato de expresar una escala de reducción es la del cociente

$$E = l / L \quad (1) \quad \text{Representando } l \text{ a la distancia gráfica;}$$

y  $L$  a la distancia real sobre el terreno.

De este tipo son los conocidos ejemplos cartográficos del "One inch map" [famosa carta inglesa en que una pulgada representa una milla].<sup>1</sup> Otro ejemplo: una carta en que un centímetro medido sobre ella, represente un kilómetro sobre el terreno; etc.

b) La utilidad de los ejemplos precedentes y otros similares queda fuera de discusión, pero es necesario hacer; notar que no es un modo de expresión que satisfaga totalmente al usuario:

- Es más cómodo el trabajo cuando las medidas son homogéneas (solamente con el sistema decimal o expresadas en la misma unidad, por ejemplo);

- Es frecuente en algunos trabajos la compilación de datos cartográficos provenientes de mapas realizados por distintas provincias o reparticiones y, por tanto, contruidos en base a escalas muy diversas.

En estos casos, no es fácil la resolución inmediata con el modo anterior para expresar la escala. Veamos un ejemplo que demuestre lo dicho:

¿Podríamos rápidamente ordenar en forma creciente las siguientes escalas?:

1cm/1Km ; 1 pulgada/1km ; 1/850 ; E = 1:1000 ; 1 cm/500m.

<sup>1</sup> 1" (una pulgada) = 0.0254 m. Millas: Náutica (nautical mile) 1853 m, Terrestre (statute mile) 1609 m.

No existe solución rápida, como vemos.  
Por las razones dichas, se prefiere entonces indicar la escala haciendo la siguiente transformación:

En la expresión  $E = l / L$  procedemos a dividir por  $l$  el numerador y el denominador de su segundo miembro.

La expresión se transforma entonces en:

$$E = 1 / (L / l) \quad (2) \quad \text{En esta expresión es } D = L / l \quad (3)$$

Significando:

D - denominador de la Escala;

Esta expresión (3) nos dice ya mucho más que lo deducido en (1). Permite establecer de modo inmediato que:

1- Una escala será mayor o menor en razón inversa con el valor de D.  
[Si D aumenta, la escala es menor; si D disminuye, la escala es mayor].

2- Nos permite rápidamente comparar y establecer relaciones entre escalas, caso frecuente en cartografía.

[Las hacemos simplemente relacionando sus respectivos denominadores].

3- Nos dice también que conociendo  $l$  podemos obtener el valor de la medida L sobre el terreno.

[Lo obtenemos multiplicando  $l \times D$ .]

4- También nos indica que para transportar al plano una medida real L, debemos dividir su magnitud por D.

La expresión fraccionaria de la escala es presentada según los modos siguientes:

$$E = 1/D \quad E = 1/500 \quad \text{[“Uno en quinientos”]}$$

$$E = 1:D \quad E = 1:5000 \quad \text{[“Uno en cinco mil”]}$$

Todas las escalas dadas corresponden a una misma especie: la de “escalas numéricas”, porque tal es el modo de expresión que las caracteriza.

### 3. Ejercitaciones:

a) Ordenar de mayor a menor las escalas siguientes:

$$1:300 - 1:1000 - 1:500 - 1:20000 - 1:250 - 1:10000 - 1:150$$

b) ¿Qué relación existe entre las escalas 1:4000 y 1:600? Exprese escalas que tengan con las indicadas en a) relaciones de ampliación al doble y de reducciones a la mitad.

c) ¿Qué medidas sobre el terreno corresponden a las distancias gráficas en las escalas siguientes?

- 1) 3 cm a E = 1:2500
- 2) 4,2 cm a E = 1:50000
- 3) 2,5 cm a E = 1:100000

#### 4. Aplicaciones.

Lo visto nos permitirá resolver también algunos casos frecuentes:

i) Hallar la escala omitida en un plano: Si identificamos dos lugares cuya distancia real conocemos, procedemos sobre la carta a medir la distancia gráfica que existe entre ellos. La relación entre ambos valores nos indica la escala; el valor de su cociente es el denominador (factor de reducción).

Ejemplo: Conocemos la distancia aproximada entre dos localizaciones: Puesto Manantial y Almacén El Recreo: 2 leguas [Una legua equivale a 5996 m].

Su distancia gráfica es de 10 cm.

Calculamos la Escala de la carta realizando su cociente:

$$E = 10\text{cm} / 2 \times 5996\text{m} = 10\text{ cm} / 1199200\text{ cm} \approx 1/120000 \text{ [E = 1:120000]}.$$

ii) Escala a emplear para un formato dado de papel: Relacionamos aquí la máxima dimensión del terreno a representar con la dimensión que deseamos asignarle sobre el papel, de manera que el dibujo completo esté bien centrado y tenga la mayor extensión posible.

Terreno a graficar: 3000 m x 1985 m.

Dimensión del papel: 38 cm x 22 cm.

Restando de la dimensión mayor del papel el espacio para márgenes y algunos cm para lograr el centrado, restan 30 cm útiles. Esta es la dimensión que relacionamos con la correspondiente al lado mayor del polígono:

$$E = 30\text{ cm} / 3000\text{ m} = 1: 10000.$$

iii) Obtención del formato: Conocemos la dimensión de los lados de nuestro polígono de mensura; para simplificar el ejemplo consideraremos que la forma del mismo es rectangular y mide 2150 m de largo por 950 m de ancho. Deseamos conocer qué formato hemos de utilizar para aprovechar más racionalmente el papel disponible. Y este tamaño responde a una serie de formatos normados previamente. [La serie de estos

formatos se estudiará juntamente con los elementos gráficos, escalas y tolerancias para la confección del plano de mensural].

La primera elección que debemos hacer es la escala a utilizar. Para esto buscaremos que la misma nos permita graficar claramente nuestro polígono de mensura. Suponemos que la escala 1:5000 cumple este objetivo.

Aplicada a los lados poligonales obtenemos las longitudes gráficas:

$$l_1 = 43 \text{ cm}$$

$$l_2 = 19 \text{ cm.}$$

Entre los formatos disponibles, conviene elegir el menor posible. [Utilizar un formato mayor, implica aumentar los costos de producción]. Seguidamente indicaremos algunas dimensiones de formatos y el espacio libre para dibujo que permite cada uno, solicitando que indique el más conveniente:

Formato	Dimensiones	Espacio Util	Formato elegido
A	32 x 40 cm <sup>2</sup>	32 x 22 cm <sup>2</sup>	•
B	32 x 58 cm <sup>2</sup>	32 x 40 cm <sup>2</sup>	•
C	32 x 76 cm <sup>2</sup>	32 x 58 cm <sup>2</sup>	•
D	32 x 94 cm <sup>2</sup>	32 x 76 cm <sup>2</sup>	•

##### 5. Procedimientos prácticos con escalas numéricas.

I - Paso del terreno al plano: Dividiendo 100000 por D se obtienen los cm que sobre el plano representan a 1 km sobre el terreno.

Justificación: El valor de 100000 proviene de la igualdad 1 km = 100000 cm. Si nos preguntáramos: Si una longitud sobre el terreno es de 1 km, ¿cuántos centímetros medirá sobre el plano? Utilizando lo ya conocido:

$$E = 1/D \quad \text{y sabiendo que } D = L/l, \text{ podemos despejar } l = L/D$$

Entonces:  $1\text{km}/D = \text{longitud gráfica } l$ .

Si expresamos al Km en centímetros, obtenemos también en centímetros el resultado  $l$ . Así:

$$100000 \text{ cm} / D = \text{Valor en cm de un kilómetro sobre la carta.}$$

II - Paso del plano al terreno: Esto es mucho más sencillo, se logra simplemente tachando los dos últimos ceros del Denominador [D] expresado en cm.

Justificación: Si aplicamos a una longitud gráfica de 1cm la expresión:

$$L = l \times D, \text{ indicando } l \text{ en metros,}$$

surge directamente que debemos dividir D por 100 [equivale a tachar dos ceros].

Veamos:

$$L \text{ (en metros)} = 0,01 \text{ m} \times D = D/100 = \text{Longitud sobre el terreno de } \underline{\text{un cm}} \text{ en la carta.}$$

#### 6. Ejercitaciones:

a) del Terreno al Plano			b) del Plano al Terreno		
Si	E = 1:25000	= cm.	Si	E = 1:25000,	L = m.
	E = 1:50000	= cm.		E = 1:50000,	L = m.
	E = 1:100000	= cm.		E = 1:100000	L = m.
	E = 1:5000	= cm.		E = 1:2500	L = m.

A pesar de la utilidad de este modo de expresión de la escala, conocido como **escala numérica**, existen dos cuestiones aún que merecen ser observadas:

a- Primeramente, que toda obtención de medidas a partir del plano o toda reducción para llevarla a él, obliga a realizar una operación aritmética. Aunque ésta sea sencilla, la reiteración del procedimiento de cálculo no deja de constituir tanto una demora como un posible factor de error.

b- En segundo lugar, los papeles o bases cartográficas están sujetos a deformaciones por acción de la temperatura y la humedad, además de estiramientos por tracción o doblados, en sus transportes y archivamiento.

Ambas cuestiones dan justificativo al uso de escalas de tipo no numérico, llamadas **escalas gráficas**, las cuales logran atenuar el error por deformación, cuando no reducirlo por completo.

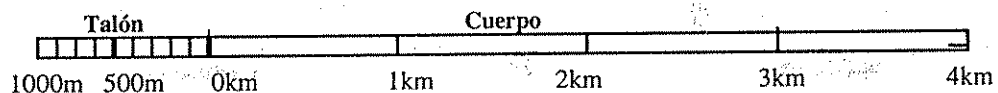
Esta especie de escala posee también la ventaja de ser útil aún cuando el plano o carta se aumente o reduzca en reproducciones. [Si ampliamos o reducimos un plano, la escala numérica no nos será ya útil, pues las dimensiones gráficas se han modificado y la escala indicada permanece constante. Las escalas gráficas, por el contrario, se amplían o reducen en la misma proporción -aproximadamente- que el plano sobre el que están impresas].

#### 7. Escalas gráficas.

En esta especie están incluidas todas aquellas escalas que establecen de modo gráfico la proporcionalidad entre magnitudes.

Veremos las escalas gráficas lineales, las de transversales o tycónicas y las escalas clivométricas.

7.1 - Escalas gráficas lineales o simples: Consisten en la representación de un segmento de recta, sobre el cual se indican con trazos, las equivalencias gráficas con las medidas del terreno rotuladas.



///

Como vemos, la escala gráfica lineal se compone de dos partes:

**Cuerpo:** parte de la escala que se extiende desde el origen [0km] hacia la derecha;

**Talón :** parte graficada hacia la izquierda del origen. Siempre equivale en longitud a un segmento o módulo kilométrico, pero se le divide en diez partes iguales, rotuladas en centenas de metros. Las fracciones menores a los 100m se estiman a simple vista.

#### Modo de utilizar las escalas gráficas lineales:

a- Del plano al terreno: Las distancias gráficas se extraen de la carta por medio de un compás de puntas secas, o marcas sobre una banda de papel, etc. Luego se las transporta sobre la escala gráfica lineal. Este transporte se hace buscando la coincidencia de un extremo con uno de los segmentos kilometrados del cuerpo y de modo que el otro extremo caiga dentro del talón, para poder así establecer las centenas de metros sobre el mismo y estimar también las decenas.

b- Del terreno al plano: Se realiza el procedimiento inverso. Conocida la magnitud de una distancia sobre el terreno, se lee sobre la escala gráfica la longitud que corresponde establecer sobre el plano.

[Ejemplo: Una emisora FM establecida en un punto A, tiene un alcance de 23 km. Se desea conocer qué localidades se hallan dentro de la zona de influencia para valorar el número potencial de oyentes, con vista a facturar propaganda.

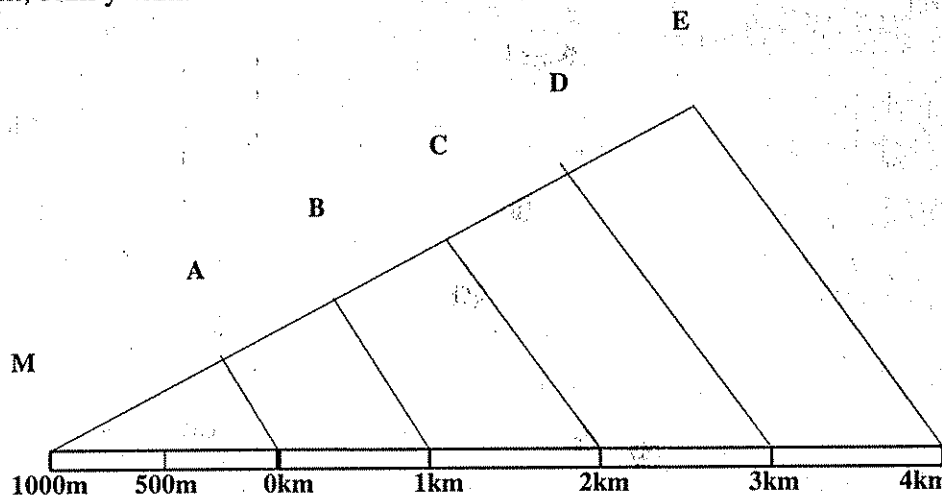
Solución: Se lee sobre una escala gráfica la longitud que corresponde a 23 km. Con esta distancia gráfica se hace centro en A y se traza un círculo].

7.2 - Construcción de una escala gráfica lineal: Elegimos para ejemplificar la construcción de una escala  $E = 1:50000$ , la cual establece que por cada unidad gráfica corresponden 50000 unidades similares sobre el terreno. De este modo, 1 cm equivaldrá a 500 m [Recuerda que tachábamos dos ceros al denominador de la escala expresado en cm, ver punto 5.II]. En esta escala 10 cm equivalen a 5 km.

Sobre esta semirrecta graficaremos el segmento MN de 10 cm. A partir de M trazamos una línea auxiliar MQ que forme con MN un ángulo agudo. Sobre MQ trazamos cinco divisiones iguales [Para simplificar, siempre se elige la longitud de MQ de modo que sea un número exacto de  $n$  divisiones a lograr].

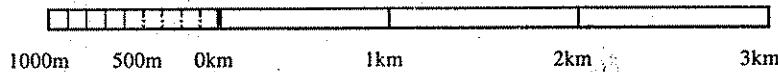
Las divisiones sobre MQ serán A, B, C, D, E. Cumplen  $MA=AB=BC=CD=DE$ .

Unimos F con N. Luego trazamos paralelas a esta línea FN, por los puntos E, D, C, B y A de manera que corten al segmento MN. Estos puntos de corte son rotulados 0km, 1km, 2km, 3km y 4km.



Para dividir el talón utilizamos el mismo procedimiento, pero esta vez la semirecta auxiliar será dividida en 10 partes. Los segmentos resultantes sobre el talón se rotularán desde 0km y hacia la izquierda, de 100 en 100 metros.

A veces, para aumentar la calidad en la estima se grafica la escala lineal del modo que se ilustra seguidamente



**7.3 - Escalas gráficas de transversales:** Este tipo de escala gráfica se funda en la proporcionalidad de triángulos semejantes para proveer directamente la apreciación hasta las decenas de metros y limitar la estima solamente a las unidades.

Su construcción es sencilla: se disponen once escalas gráficas lineales de modo paralelo entre sí y equidistantes, todas con origen sobre una misma perpendicular. Se dividen solamente los talones de las escalas extremas, la superior y la inferior; esto se hace en 10 partes, como ya vimos.

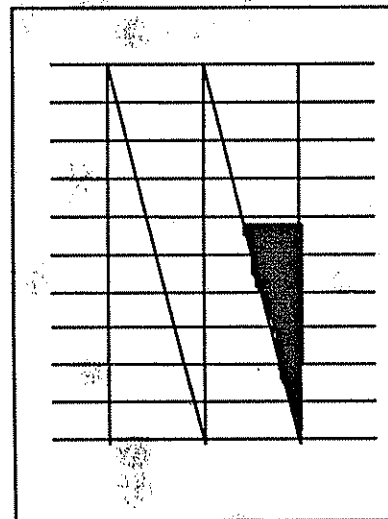
Finalmente se unen con líneas oblicuas sucesivas el 0 de la escala lineal inferior con el 100 de la superior; el 100 de la inferior con el 200 de la superior y así sucesivamente. Esto es lo atinente al talón.

Con relación al cuerpo de la escala, unimos simplemente con una perpendicular cada una de las divisiones en kilómetros.

En el triángulo sombreado de la figura adjunta podemos observar que por proporcionalidad de triángulos semejantes, cada trazo horizontal equivale a una parte decimal de 100m: sobre la primera barra (o escala gráfica lineal) 0,1 m; sobre la segunda, 0,2 m; y así sucesivamente. La razón surge fácilmente de la proporción:

$$m/bc = an/ab$$

$$\text{Entonces } mn = (an \cdot bc) / ac = (an \cdot 100m) / 10$$



Si la base del triángulo considerado queda entre dos escalas horizontales, podemos entonces estimar las unidades de metro.

Lo dicho hasta aquí muestra un artificio para mejorar la lectura directa de valores sobre escalas gráficas, pero en la realidad práctica, el tema se desenvuelve más en lo teórico del ingenio que en su aplicabilidad.

Para efectuar lecturas sobre una escala transversal, se apoya un extremo de la medida gráfica que desea transformarse en medida del terreno, de modo que su otro extremo se apoye en una de las transversales del talón. Luego, se suman:

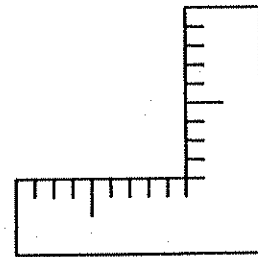
Segmentos kilométricos enteros =  $n \times 1 \text{ km}$   
 número de orden de la transversal =  $n \times 100 \text{ m}$   
 número de orden de la horizontal =  $n \times 10 \text{ m}$ .

Las precedentes son mediciones directas sobre la escala. Si nuestra medida gráfica se apoya sobre una transversal pero entre dos horizontales sucesivas [como en el ejemplo], se *estiman* las unidades de metro que deben sumarse a las anteriores apreciando en distancia vertical, entre 0 y 9. [Este tipo de escala se denomina también TICONICA, en homenaje a Tycho Brahe, astrónomo danés muy notable, del siglo XVI, en cuyas observaciones se basó Kepler para formular su teoría].

#### 8. La escala en las cartas topográficas que produce el I.G.M.:

Toda carta producida por el IGM [Instituto Geográfico Militar argentino] posee indicación de la escala o datos para deducirla. Son de tipo diverso:

- En la parte inferior central, bajo la representación cartográfica del Trapecio, consta la escala en forma numérica y debajo de ella se grafica la escala lineal correspondiente.
- También consta en el ángulo inferior derecho, al menos en ediciones antiguas, bajo el cuarterón "Escala de Coordenadas", donde se recorta una L invertida con conteo kilométrico para efectuar lecturas dentro de una cuadrícula. Esta L invertida está construida mediante la unión ortogonal de dos escalas gráficas lineales.
- La misma cuadrícula kilométrica, que cubre todo el trapecio (tal es la forma que enmarca la representación cartográfica) es una referencia similar a un conjunto de escalas gráficas ortogonalmente distribuidas sobre la carta. Esta cuadrícula posee valor importante para leer coordenadas y para apreciar las deformaciones del papel o base sobre la cual se ha graficado la carta.
- La característica de la Hoja topográfica [designación numérica de la carta], es también función de la escala de representación, por tanto, permite deducir esta última.
- La extensión geográfica de la carta (amplitud en grados, minutos y segundos en Latitud y en Longitud) es función de la escala y se asocia directamente a la característica de la Hoja Topográfica.



Para la debida comprensión de lo expuesto en estos tres párrafos últimos, recomendamos la lectura del apunte de cátedra "Ubicación del Trapecio de una Hoja Topográfica en Proyección Gauss-Krüger utilizando el coordinatógrafo".

#### 9. La escala y su relación con los límites visuales: Error gráfico.

Es este un tema importante pues nos vincula tanto con la posibilidad de apreciación métrica sobre una carta, cuanto con un tema de mayor gravitación, que consiste en la dimensión menor que deberá relevarse en un levantamiento topográfico destinado a confeccionar aquélla. [Lo dicho tiene aplicación únicamente para levantamientos con



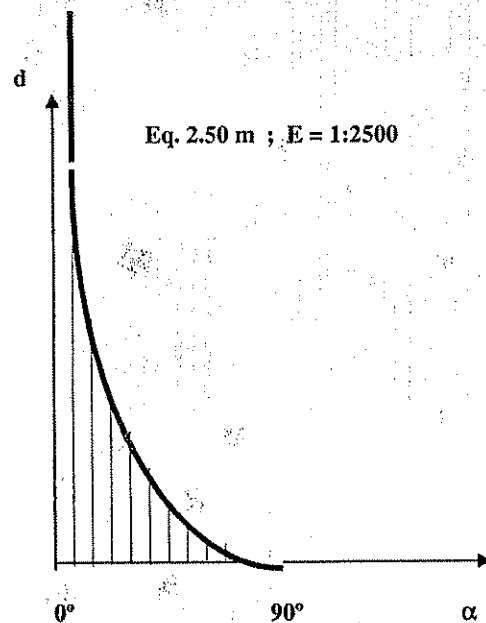
Ejemplo de escala clivométrica.

Para construirla utilizaremos la expresión

$$d = (Eq / D \operatorname{tg} \alpha) \text{ mm}$$

Tabla de valores

$\alpha$	Tg $\alpha$	d (mm)
0°	0.00000	$\infty$
10°	0.17633	11,4
20°	0.36397	2,7
30°	0.57735	1,7
40°	0.83910	1,2
50°	1.19175	0,8
60°	1.73205	0,6
70°	2.74748	0,4
80°	5.67128	0,2
90°	$\infty$	0



La escala clivométrica debe ser usada específicamente para la escala en que fue calculada, como surge de los fundamentos para su construcción [Está definida por el valor de D].

Los valores de entrada para  $d$  [distancia gráfica entre curvas de nivel sucesivas] indican qué pendiente posee la línea que corresponde a dicha distancia. Recuérdese que en la carta se grafica el relieve en su proyección horizontal, por lo que la pendiente obtenida corresponde a la distancia real sobre el relieve del terreno.

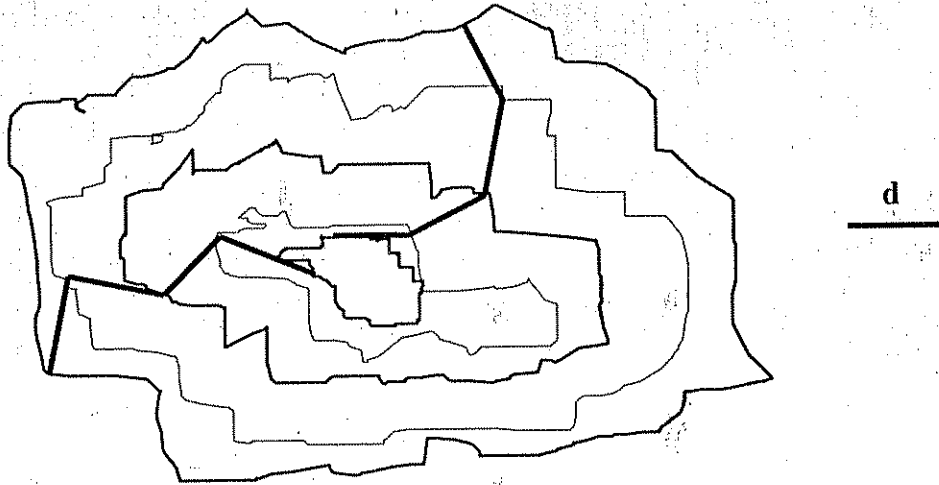
Téngase también en cuenta que la menor magnitud de  $d$  entre curvas de nivel corresponde, en el punto considerado, a la recta de mayor pendiente (o línea de máxima pendiente).

El uso principal de estas escalas está encaminado a proporcionar el valor de la pendiente máxima, pero no es excluyente de otros requerimientos.

A veces se intenta obtener pendientes constantes, especialmente en los proyectos de trazado de vías de comunicación. Estas pendientes, si son pequeñas, garantizan menores costos en el transporte por terrenos de montaña.

Para obtener trazados de pendiente constante se elige el ángulo de elevación deseado y en función del mismo, sobre la curva clivométrica, se extrae el valor de  $d$ . Luego, con este valor, se unen las curvas de nivel consecutivas entre los puntos de partida y llegada.

En la figura que sigue se muestran dos caminos de pendiente constante, uno de ellos en espiral, el otro en zigzag.



Las pendientes también pueden indicarse en valores porcentuales [pendientes del 5%, del 9%, del 13%] o en modo fraccionario [pendientes de 1:15, de 1:20, etc.] además del modo angular ya visto. Los cálculos para las respectivas tablas son similares.

## II. Anotaciones finales.

- Generalmente se utiliza una sola escala para toda la representación, sin embargo, a veces para hacer notoria o relevante una especial configuración del terreno, se utilizan dos escalas de representación: una escala longitudinal [para las distancias horizontales, por ejemplo, 1:100] y una escala vertical [para las alturas, por ejemplo 1:50 o mayores]. Esto es usual en el proyecto de vías de comunicación (caminos, ferrocarriles, proyectos para pavimentación, etc.
- Muy en conexión con el tema de escalas se encuentra el de Deformación del papel (o base), pues la alteración del soporte implica la modificación de la escala. Esta deformación del papel o base no es uniforme y, de ser posible, conviene definirla para la zona del gráfico que nos interesa y no confiarse en la escala gráfica lineal de la hoja.
- Para reproducir planos y cartas, total o parcialmente como es el caso de ampliaciones o reducciones, se utilizó el pantógrafo, aunque limitado hasta la proporción de aumento 4:1, por causa de la fuerte influencia que adquieren los errores gráficos inevitables (0,2 D). Por esta razón se prefirió utilizar la cámara fotográfica de ampliación. Actualmente tanto la ampliación como la reducción pueden producirse apelando a la CPU y software y a la mesa digitalizada con que cuentan los equipos de cartografía automatizada.
- Si consideramos trabajos topográficos de poca extensión y desarrollados sobre una porción terrestre que por tal razón podamos suponerla plana [despreciando los

efectos de la curvatura sobre las mediciones], su representación no poseerá a los efectos prácticos ninguna deformación.

- Pero la cartografía utiliza como referencia la superficie de un elipsoide de revolución y al pasar la misma al plano ella no queda libre de deformaciones. Por el contrario, las deformaciones son inevitables y su magnitud depende del tipo de transformación cartográfica utilizada. Los defectos de escala (deformaciones lineales, angulares y superficiales) son función de la posición geográfica de la zona a representar y de la proyección elegida.
- Conviene aquí hacer un comentario importante: La escala de representación en cartografía no es constante sino en algunas direcciones privilegiadas y varía de punto en punto según una ley analítica particular para cada proyección. En algunos sistemas de proyección la constancia de escala sirve para los valores areales y no para los lineales, en otras no es aplicable para áreas y sí para distancias. Existen también proyecciones donde no se conserva la escala sobre ninguna distancia medida linealmente.
- Lo antedicho es válido teóricamente siempre, pero desde un punto de vista práctico, solamente es aplicable cuando la representación abarca enormes extensiones del planeta. Lo habitual es que la representación se haga en hojas topográficas de extensión reducida, en las cuales la escala puede considerarse constante [No olvidar que el error gráfico, de valor  $0.2 \text{ mm} \times D$ , puede alcanzar en ellas grandes dimensiones].
- Lo anterior es exacto para la cartografía territorial, que utiliza la proyección Gauss-Krüger. Para la cartografía marina o hidrográfica, basada en la proyección Mercator, las deformaciones son sensibles, tanto mayor cuanto mayor sea el valor de la latitud (Para nuestro país, cuanto más al sur se encuentre la zona representada). [Las cartas citadas son producidas, respectivamente, por el Instituto Geográfico Militar -IGM y por el Servicio de Hidrografía Naval -SHN]. Para la carta al millón utilizada por la OACI (Organización internacional de la aviación civil) y a cargo de la Fuerza Aérea Argentina, se utiliza la proyección cónica conforme de Lambert, cuya pequeña escala y naturaleza de la proyección nos pone a cubierto de errores notorios.
- Vinculados con el tema de la **escala** se hallan varios instrumentos matemáticos de medición o producción cartográfica:
  - Para la lectura de distancias gráficas de trayectos sinuosos se utilizan los curvímetros, los cuales poseen una serie de escalas gráficas circulares concéntricas sobre las que se desliza un índice. Sus valores son aproximados, pero por la sencillez de lectura que permiten para distancias en trayectos curvos los hace muy utilizados. En la versión digital del instrumento, la lectura se efectúa directamente en el display previo establecimiento de la escala a utilizar.
  - Para la ampliación o reducción de cartas se utilizó primeramente el Pantógrafo, que produce cartografía por medios mecánicos, aparato que fue relegado posteriormente por los métodos fotográficos que utilizan cámaras de precisión. En la actualidad, por los equipamientos CAD [Dibujo asistido por Computadora] se

realizan por medio de un plotter (impresor-trazador a pluma, inyección o láser), mediante software especial.

- Para la obtención de superficies, de modo automático, existe una línea de planímetros polares y de disco y rodillo, mecánicos o digitales, sirviendo también para este efecto (y también como curvímeter) la mesa digitalizadora o la tableta.
- La ubicación de coordenadas con precisión se realiza también con otro aparato mecánico o electrónico, de base matemática, que es el coordinatógrafo. Este aparato posee varios juegos de escalas lineales y circulares para lectura o ubicación de coordenadas de puntos. La mesa digitalizadora permite también este ingreso de puntos.
- La escala influencia también los productos cartográficos. Según la escala el objeto específico de una carta varía notoriamente. [Los usos a que se destina una carta imponen también la escala]. Tales objetos pueden ser en un tipo de carta la calle, umbrales acotados, etc. en pavimentos; la parcela y su entorno en catastro; los accidentes topográficos en escalas del 1:10000 y menores; la región, en cartografía de reconocimiento o temática, en los rangos de escalas de 1:50000 y 1:100000, etc.
- Finalmente, indicamos que los programas de dibujo asistido por computadora (CAD) permiten un muy simple cambio de escala de cualquier entidad gráfica, por compleja que fuere. Estos programas están provisto por comandos que permiten volver a escalar todo el dibujo indicando una nueva dimensión a asignar a una línea o distancia tomada como base o bien, por teclado, haciendo ingresar una razón o proporción que exprese los valores que relacionan aritméticamente la Escala E1 de partida con la Escala E2, a la que desea representarse lo graficado.

\* \* \* \* \*