

APUNTES DE TOPOGRAFÍA DEL 1º PARCIAL

TEMA 1 : TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

El estudio de la tierra puede hacerse considerando diferentes aspectos, lo que da lugar a diferentes ciencias.

1 – GEODESIA :

La geodesia estudia la forma y dimensiones de la tierra, considerándola en su totalidad. Se ocupa principalmente de su medida, para este fin se apoya en la tecnología actual. Cuando utiliza métodos geométricos se denomina G. matemática , cuando utiliza métodos indirectos (p ej. métodos gravitatorios) se denomina G. dinámica , cuando utiliza la astronomía de posición se denomina G. astronómica.

2 – TOPOGRAFÍA :

La topografía necesita apoyarse en la geodesia para su fin . Estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de una parte de la superficie terrestre, con sus formas y detalles , tanto naturales como artificiales .

Va a ser una representación plana , se considera que es el plano tangente al centro de la superficie terrestre a representar , proyectando todos los ptos de la superficie terrestre sobre dicho plano tangente , y no todos , sino los más interesantes , en relación al fin al que está orientado el plano , al lado de los ptos representados se consigna la altura , pero como generalmente los ptos son numerosos , se sustituyen los números por líneas de nivel , que permiten ver mejor el relieve . La representación plana se llama **PLANO TOPOGRÁFICO** , y está siempre a escala .

El campo de acción de la Topografía se limita a superficies pequeñas , puesto que como la tierra no es plana , para una superficie pequeña la curvatura es mínima , por lo que se puede considerar que el plano tangente coincide prácticamente con la superficie . No obstante la Topografía puede representar también zonas de gran extensión , en las que NO se puede prescindir de la curvatura terrestre , necesitándose el apoyo de la geodesia y la Cartografía .

3 – CARTOGRAFÍA :

Representación y proyección de los distintos ptos de la superficie terrestre . La Cartografía se encarga de la realización de mapas , tanto terrestres como marítimos .

3.1 – PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA :

Representación de una superficie modelo (M) en una superficie imagen (I) , en el caso particular en el que es una esfera o elipsoide y I es un plano .

El término proyección no debe entenderse en el sentido restringido de las matemáticas , sino como la transformación caracterizada por $U = U(u, v)$, $V = (u, v)$, por ello algunos autores prefieren utilizar la expresión " **Representaciones planas** " . Hay muchas maneras de clasificar las representaciones planas ,

en el origen de esta diferenciación subyacen generalmente dos criterios .

– La naturaleza de las curvas coordenadas en el modelo y en la imagen . Los parámetros u y v determinan siempre dos familias de curvas ortogonales . Estas curvas pueden ser los meridianos y paralelos del modelo ,

que están definidos a partir de la línea de los polos , diámetro particular de referencia del modelo . En este caso la **proyección** se llama **directa** y es posible identificar u con la longitud y v con la latitud . Por el contrario , cuando el diámetro de referencia está contenido en el plano ecuatorial , la **proyección** se denomina **transversal** . Los casos intermedios corresponden a las llamadas **proyecciones oblicuas** .

Las representaciones empleadas habitualmente son tales que las imágenes de las curvas coordenadas del modelo son las curvas coordenadas de la imagen plana , es decir $U = U(u)$, $V = V(v)$. Los parámetros U y V pueden ser las coordenadas cartesianas (X , Y) , y la proyección se denomina entonces **cilíndrica** . Si los parámetros U , V son las coordenadas polares (R , θ) la proyección recibe el nombre de **cónica** .

– **La naturaleza de las alteraciones** , al no ser aplicable la superficie modelo , todas las representaciones introducen deformaciones o alteraciones . Tradicionalmente se distinguen las proyecciones conformes , equivalentes y afilácticas . El problema entonces es definir representaciones que reduzcan al mínimo las deformaciones , teniendo en cuenta un objetivo determinado .

Los sistemas de representación **equivalentes** se emplean sobre todo para construir mapas a pequeña escala (atlas) . En los mapas a gran escala se suelen emplear las proyecciones **conformes** , y se procura que las transformadas de las líneas geodésicas , que son curvas , se confundan con las curvas correspondientes , de manera que se puedan aplicar sobre el mapa las fórmulas de la trigonometría plana .

Existe un caso límite : **las proyecciones perspectivas** que son proyecciones geométricas sobre el plano (proyección nomónica , estereoscópica de la esfera , ortográfica , poliédrica ...) . Entre los numerosos sistemas de representación conformes utilizados , el más antiguo es el de **Mercator** (U.T.M) , que supone la tierra esférica y que es un caso de representación cilíndrica directa conforme .

4 – PRUEBAS DE LA REDONDEZ DE LA TIERRA :

Existen pruebas históricas desde el siglo III a.C. , cuando los griegos intuyeron que la tierra era redonda . En concreto , Aristóteles aportó las siguientes pruebas :

- En los eclipses de luna , la sombra de la tierra arrojada sobre la luna es circular
- Cambio de horizonte , caminando a lo largo de un meridiano , aparecerán nuevas estrellas a medida que se ocultan otras , esto no sucedería si la tierra fuera plana .
- En el horizonte marino , cuando un barco se acerca comienza viéndose el mástil y paulatinamente se va viendo el resto .

Juan Sebastián Elcano demostró la redondez de la tierra .

5 – VERDADERA FORMA Y DIMENSIONES :

Aristóteles , calculó el radio terrestre en unos 4000 estadios , siendo un estadio equivalente a 158 m , lo cual supone un error considerable .

En el año 250 a.C. , Eratóstenes hizo un cálculo más aproximado . Observó que durante el solsticio de verano , en Siena , el sol incidía perpendicularmente a la superficie , no había prácticamente sombra al mediodía , mientras que en Alejandría si se producían sombras , porque los rayos del sol formaban un cierto ángulo con la vertical , por lo tanto los rayos estaban incidiendo en una cosa redonda , no plana , ya que los rayos del sol se consideran paralelos .

El ángulo que forman los rayos solares con la vertical , en Alejandría , es de $7^{\circ} 12'$. Como la distancia entre

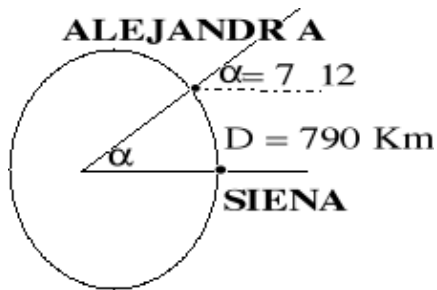
Siena y Alejandría es de 5000 estadios , unos 790 km , tenemos que la relación que nos da el radio de la tierra es :

$$D \text{ ----- } \alpha^\circ \text{ ----- } 360^\circ$$

$$2\alpha \text{ ----- } 360^\circ \text{ 790 km ----- } 7^\circ 12'$$

$$R = 790 \times 360' = 284400 = 6357'2565 \text{ km}$$

$$2\alpha \times 7^\circ 12' 44'7362$$



6 – GEOIDE :

La forma de la tierra es irregular , actualmente se considera como un **geoide** : "Superficie equipotencial de nivel 0 que es en todos sus pto perpendicular a la dirección de la gravedad , materializada por el hilo en tensión de una plomada ".

La superficie del geoide coincide aproximadamente con la de las aguas oceánicas , supuestas tranquilas y prolongadas imaginariamente por debajo de los continentes , y considerando nulas las fuerzas de atracción de la luna , el sol , las corrientes marinas....

7 – ELIPSOIDE DE REVOLUCIÓN :

Un elipsoide de revolución se origina cuando una elipse gira alrededor de uno de sus ejes (a , b) . Se calculan diferentes elipsoides de revolución en cada país , entre ellos los más conocidos son :

– **STRUVE** (él más antiguo que se usó en España)

– **VIGO**

–**HAYFORD** ó internacional

7.1 – ELIPSOIDE INTERNACIONAL DE HAYFORD :

Pese a tener montañas de más de 8000 m , la tierra , por la enormidad de su diámetro , puede decirse que apenas tiene relieve . Para resolver el problema de la forma de la tierra , se puede asimilar a figuras geométricas de expresión matemática , así aparecen diversos modelos .

Para unificar criterios , en un congreso se eligió uno de ellos , el elipsoide de Hayford , como elipsoide internacional , cuya elipse generadora cumple :

$$\text{APLANAMIENTO : } \delta = a - b = 1$$

a 297

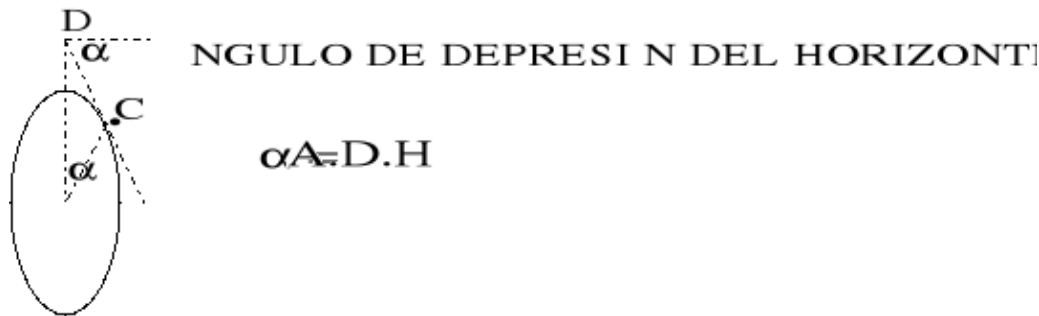
RADIO ECUATORIAL : $R = 6378'388 \text{ km}$

EXCENTRICIDAD DE LA ELIPSE : $c = 0,081998 \text{ km}$ $c = a - b$

a a a

VOLUMEN DEL ELIPSOIDE : $V = 4/3 \pi \cdot a \cdot b \cdot c \sqrt{\frac{2}{a^2 + b^2}}$

La distancia entre el geoide y el elipsoide de Hayford es de $\pm 80 \text{ km}$, o sea unas veces por encima y otras por debajo .



TEMA 2 : ELEMENTOS GEOGRÁFICOS

A : ELEMENTOS GEOGRÁFICOS

1 – EJES TERRESTRES :

1.1 – EJE TERRESTRE GEOGRÁFICO :

Línea imaginaria que pasa por el centro de la tierra y que sirve de eje a la tierra en su movimiento de rotación (24 h) . Este se desplaza paralelo a sí mismo alrededor del sol , en una órbita elíptica dando lugar al mov. de translación (365 días) . La tierra gira alrededor del sol con una velocidad de 30 km /sg , lo que equivale a 108000 km / h .

Topográficamente se considera que el eje terrestre apunta siempre a **la Estrella Polar** por el norte y a la Cruz del Sur por el lado sur .

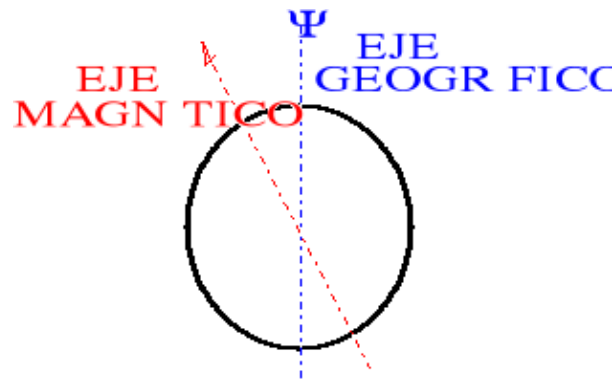
El eje terrestre tiene **2 movimientos** :

- MOV. DE PRECESIÓN : Dura unos 25000 años , y en él el eje de la tierra describe un cono .
- MOV. DE MUTACIÓN : Dura aproximadamente 19 años y se produce por efecto de la luna .

Hace muchísimos años , el eje terrestre NO apuntaba a la Estrella Polar , hoy en día al mirar las estrellas vemos que las demás se mueven , mientras que la Polar permanece estática. Dentro de unos 2000 años el eje terrestre apuntará a la estrella Vega .

1.2 – EJE TERRESTRE MAGNÉTICO :

La tierra es como un imán gigantesco , por lo cual posee dos polos uno positivo y otro negativo . El eje magnético de la tierra viene dado por estos dos polos magnéticos , está un poco desviado respecto al eje geográfico , y gira alrededor de éste describiendo un pequeño cono . Existen meridianos y paralelos magnéticos



2 - RADIOS TERRESTRES :

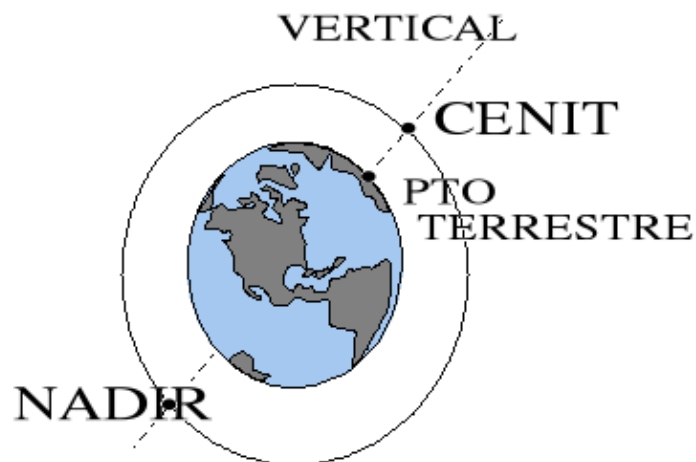
Como la tierra no es una esfera , ya que esta achatada por los polos y abultada por el Ecuador , no existe un único radio , sino que se podría hablar de tres radios , que en magnitud no se diferencian demasiado :

RADIO CENTRAL

" ECUATORIAL

" POLAR

3 - ESFERA CELESTE : Esfera imaginaria de centro el centro de la tierra y radio infinito



4 - VERTICAL :

Dirección de la gravedad materializada en la dirección del hilo en tensión de una plomada . Toda vertical corta a la esfera terrestre en dos pts denominados *antípodas*. Se llama vertical de un pto , a la recta determinada por dicho pto y el centro de la tierra , prolongada indefinidamente en ambos sentidos . Los ptos de corte de dicha vertical con la esfera celeste se llaman :

4.1 - CENIT : Es el pto de intersección de la vertical de un pto con la esfera celeste , por el lado más cercano

4.2 – **NADIR** : Es el pto diametralmente opuesto al Cenit , es decir , es el pto de intersección de la vertical de un pto por el lado más alejado .

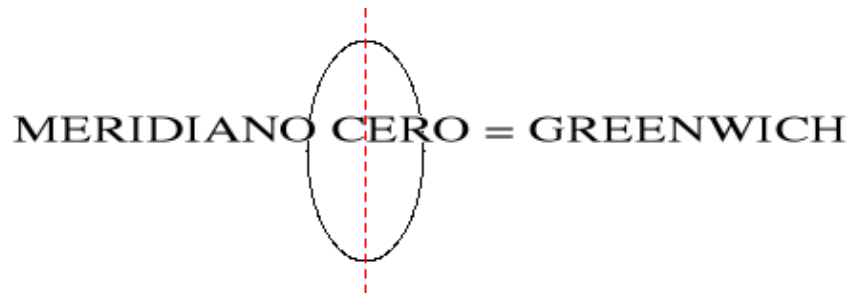
5 – **HORIZONTAL** :

Recta perpendicular a la dirección de la vertical . Plano horizontal es aquel que es perpendicular a la dirección de la vertical , viene determinado por dos horizontales . Plano horizontal tangente en un pto , es aquel que es perpendicular a la dirección de la vertical en dicho pto

6 – **PLANO MERIDIANO** : Es todo plano que contiene al eje de la tierra , como se puede ver existen infinitos planos meridianos .

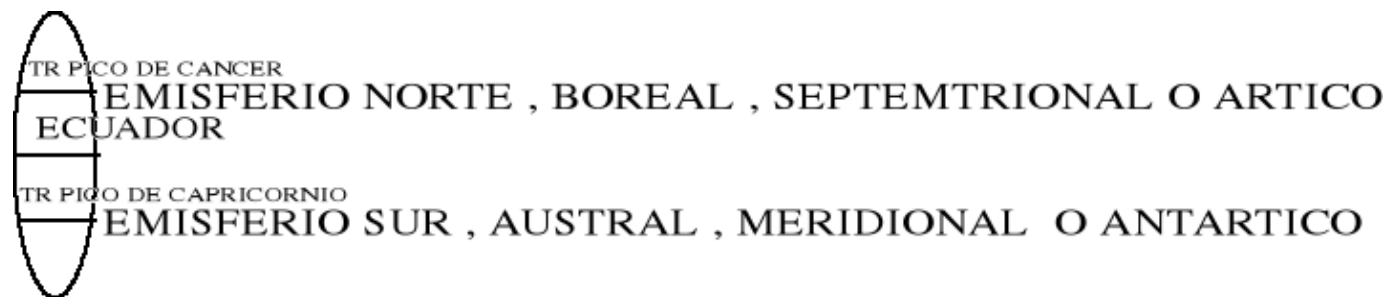
7 – **MERIDIANO** : Es toda recta intersección entre un plano meridiano y la corteza terrestre , como es lógico también existen infinitas meridianos , aunque en general se dice que su número es de 24 , ya que son estos los llamados husos horarios (cada uno de los 24 husos esféricos convencionales , de 15° cada uno , en los que se divide la superficie terrestre y cuyos ptos tienen en principio la misma hora legal) .

Todos los meridianos tienen la particularidad de ser **círculos máximos** , ya que su radio coincide con el radio terrestre . Todo pto de la superficie terrestre tiene un meridiano .



8 – **PLANO PARALELO** : Son aquellos que son perpendiculares al eje terrestre.

9 – **PARALELO** : Es toda recta de intersección entre un plano paralelo y la corteza terrestre , solo existe un círculo máximo , que es **El Ecuador** , ya que al ser el único paralelo que pasa por el centro de la tierra , es él único que tiene un radio igual al terrestre .



10 – **HORIZONTE RACIONAL** :

11 – **HORIZONTE SENSIBLE** : Cono de visión que percibe el hombre desde un pto determinado .



B : PUNTOS CARDINALES :

1 – PTOS CARDINALES GEOGRÁFICOS :

Los ptos cardinales geográficos son los que vienen dados por el eje terrestre geográfico .

Se pueden designar por sus iniciales en español :N , S , E , O , o por las inglesas : N , S , E , W .

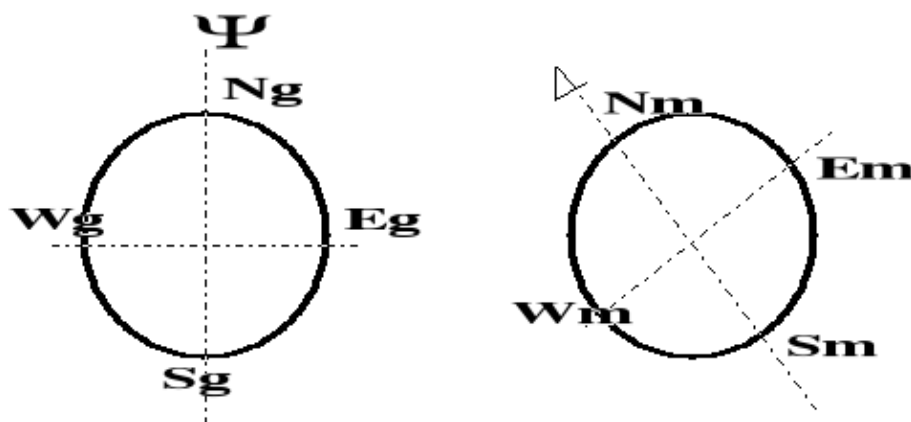
Los ptos cardinales geográficos pueden llevar una " g " como subíndice , aunque no es obligatorio .

La dirección N–S viene determinada por el eje terrestre geográfico , mientras que la dirección E–W es perpendicular al eje .

2 – PTOS CARDINALES MAGNÉTICOS :

Los ptos cardinales magnéticos vienen dados por el eje terrestre magnético , y como él están un poco desviados de los geográficos.

Estos ptos cardinales también se designan por sus iniciales , tanto españolas como inglesas , teniendo la particularidad de tener que llevar obligatoriamente el subíndice " m " para diferenciarse de los ptos cardinales geográficos .



C : ELEMENTOS MAGNÉTICOS :

La tierra se comporta como un gigantesco imán , con sus dos polos magnéticos . Ya hemos visto que existe un eje magnético que nos da la dirección del N–S magnéticos , el Norte magnético es el que está más próximo al Norte geográfico .

Todo plano que contenga al eje magnético se denomina "**Plano meridiano magnético** " , los cuales cortan a la superficie terrestre según los "**Meridianos magnéticos** " . Los "**Paralelos magnéticos** " se producen por la intersección de los "**Planos paralelos magnéticos** " con la superficie terrestre .

Los elementos magnéticos son : Intensidad del campo magnético

Inclinación en un pto

Declinación en ese pto

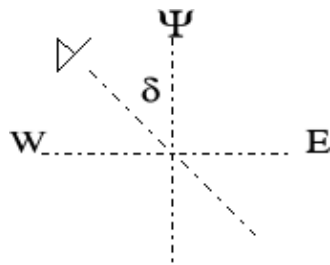
1 – INCLINACIÓN DE UN PTO :

2 – DECLINACIÓN DE UN PTO :

Es el **ángulo diedro** formado por el plano meridiano magnético y el geográfico que pasan por dicho pto .

ÁNGULO DIEDRO = Es el ángulo formado por dos planos , se mide trazando un plano perpendicular a la recta de intersección entre ambos .

Las declinaciones se miden tomando como origen el *N GEOGRÁFICO* y en los dos sentidos E y W. Cuando el *N MAGNÉTICO* está al este del *N GEOGRÁFICO* se dice que la declinación es **oriental** , y **occidental** en el caso contrario .



Hay infinitas declinaciones que varían para un mismo lugar en el transcurso del tiempo (anuales , seculares ...) **La variación más importante es la diaria** , que se produce del siguiente modo : antes del mediodía es oriental , mientras que después es occidental .

D : COORDENADAS DE UN PTO

1 – COORDENADAS GEOGRÁFICAS :

Todos los pto de la superficie terrestre vienen definidos por un meridiano y un paralelo geográficos que pasan por él , para establecer las coordenadas se necesita un origen , antes cada país optaba por referirse al meridiano que más le convenía , como es el caso de España , cuyo origen de coordenadas era el meridiano que pasa por Madrid . Hoy en día se ha llegado a un acuerdo , estableciendo el origen de las coordenadas en el llamado MERIDIANO CERO = GREENWICH .

1.1 – M LONGITUD :

Es el ángulo que forma el meridiano del pto con el meridiano origen , medido sobre el ECUADOR . Varía de 0° a 180° , ESTE + , OESTE –

1.2 – L LATITUD :

Es el ángulo que forma la vertical del pto con el ECUADOR , medido sobre su propio meridiano . Varía de 0° a 90° , NORTE + , SUR –

E : SISTEMAS DE COORDENADAS :

1 – LAMBERT :

Representación plana cónica conforme directa de la superficie de una esfera o elipsoide , introducida por Lambert en 1772 , se basa en un desarrollo cónico efectuado a lo largo de un paralelo central de la superficie modelo . La hipótesis de que la representación sea conforme , junto con la utilización de las coordenadas clásicas (ϕ , λ) en el modelo y coordenadas polares (R , θ) en el plano , y suponiendo que la imagen del meridiano de origen corresponde a $\theta = 0$, conduce a las ecuaciones siguientes :

$$R = C e^{-n \phi}$$

$$\theta = n \cdot \phi$$

Donde ϕ es la latitud creciente .

$$n = \log \operatorname{tg} (n + \phi)$$

$$42$$

en el caso de un modelo esférico o su equivalente , llamada latitud isométrica , en el caso de un modelo elipsoidal . Los dos parámetros C y n son unas constantes que pueden determinarse añadiendo condiciones suplementarias tales como la existencia de un paralelo automecoico doble (representación tangente) o de dos paralelos automecoicos distintos (representación secante) . Las imágenes de los meridianos son siempre rectas que convergen en un pto S y las imágenes de los paralelos son circunferencias concéntricas de centro S . En la práctica , es más fácil utilizar coordenadas cartesianas (X , Y) cuando se trata de realizar cálculos en el plano . Designando X_S e Y_S a las coordenadas cartesianas del pto S , la transformación es inmediata :

$$X = X_S + R \cdot \cos \theta$$

$$Y = Y_S + R \cdot \sin \theta$$

Esta representación se utiliza en numerosos países para el cálculo de *triangulaciones geodésicas* y para el establecimiento de mapas topográficos.

Sistema planimétrico convencional . Se han definido por convención y son siempre positivas , para que no halla confusiones con pto de igual coordenada en número aunque de distinto signo . En un principio tenía su origen en Madrid , por lo que se trasladaron los ejes cartesianos 600 km hacia el Oeste y hacia el Sur .

2 – U.T.M :

Siglas de Universal Transversa de Mercator , representación cilíndrica conforme transversa , construida especialmente por los servicios militares de los países occidentales .

2.1 – PROYECCIÓN DE MERCATOR :

Representación *cilíndrica directa conforme* de una esfera . Fue realizada hacia 1569 por Mercator , aunque su definición matemática correcta fue dada en 1645 por H . Bond .

Corresponde a un desarrollo cilíndrico efectuado a lo largo del ecuador . La conformidad se representa utilizando las coordenadas clásicas de la esfera (ϕ , λ) y las coordenadas cartesianas del plano (X , Y) , lo cual conduce , admitiendo que la imagen del meridiano origen es el eje de las Y , a las siguientes deducciones :

$$X = R \cdot \delta$$

$$Y = R \cdot \log \operatorname{tg} (n + \delta)$$

4 2

Donde R es el radio de la esfera modelo , y la longitud creciente . Las imágenes de los meridianos , son por lo tanto , rectas equidistantes , paralelas al eje de las Y . Las imágenes de los paralelos son rectas paralelas al eje de las X , imagen del Ecuador .

Su importancia se debe a que la imagen de una **loxodromía** es una recta , de este modo se puede reproducir fácilmente los trayectos de un avión o buque que sigue un rumbo constante . Por el contrario , su gran defecto es el de exagerar cada vez más las distancias a medida que se efectúa un desplazamiento desde el Ecuador hacia el Polo , cuya imagen es proyectada hacia el infinito . Los límites de utilización de esta proyección se sitúan en unas latitudes inferiores a 60°.

El aspecto **transverso** de la proyección de Mercator también se utiliza , en particular en mapas a pequeña escala . Se trata de la proyección de Gauss , cuya idea se remonta a Lambert en 1772 . En este caso es un meridiano concreto , denominado **meridiano central** , el que desempeña el papel de ecuador en la proyección de Mercator . Las imágenes del Ecuador y del meridiano central son dos rectas ortogonales , las imágenes del resto de meridianos y paralelos constituyen dos familias de curvas ortogonales .

2.2 – **U.T.M.** :

La proyección de Mercator permite introducir otro tipo de proyección muy utilizado en geodesia y cartografía , la **PROYECCIÓN U.T.M.** , a veces llamada M.T.U para respetar la terminología española **Mercator transversa universal** . Se trata de una representación cilíndrica conforme transversa , pero construida sobre un elipsoide determinado . Para establecer las fórmulas de esta proyección , se supone que la imagen del meridiano central es el eje de las Y , y que corresponde a un par de meridianos opuestos . Se presenta entonces una dificultad importante , pues al ser el arco meridiano una integral elíptica de δ , no es posible dar del mismo una expresión finita . Existen dos soluciones posibles : por una parte , el método puesto a punto por el servicio cartográfico norteamericano , que utiliza unos desarrollos limitados de orden 5 . Por otro lado , el método conocido como de doble proyección , que consiste en realizar primero una representación conforme del elipsoide modelo sobre una esfera , y luego la representación clásica de Gauss a partir de esta esfera . Debe tenerse en cuenta que también es necesaria una tercera representación plano a plano para verificar la definición . En general esta proyección se limita a 3° de amplitud a uno y otro lado del meridiano central . Así pues , la tierra se divide en 60 HUSOS de 6° cada uno .

TEMA 3 : UNIDADES DE MEDIDA

A : UNIDADES

1 – UNIDADES LINEALES

Una medida de longitud se establece comparándola con otra conocida que se toma como unidad . La unidad elegida debe ser invariable para que no de lugar a confusiones .

En la elección de las unidades pueden influir varias consideraciones , razón por la cual los pueblos han tenido desde la antigüedad una gran variedad de unidades lógicas racionales .

Al principio el hombre empezó tomando como unidades medidas que estaban fácilmente a su alcance , así nacieron los **pies** , **codos** , **brazas** , etc . La dificultad de estas unidades estribaba en la poca fiabilidad , ya que

variaba mucho la medida , dependiendo del brazo o pie del que midiera .

Durante el siglo XVIII , los progresos en el conocimiento de la forma de la tierra fueron muy grandes , llegando a la conclusión de que ésta difería muy poco de un elipsoide de

revolución . Surgió entonces la idea de adoptar la misma tierra como patrón de longitud .

En esos momentos surgieron dos teorías opuestas en torno a la forma de la tierra . Newton y sus seguidores sostenían que la tierra era un elipsoide achatada por los polos y abultada por el ecuador , mientras Cassini mantenía que estaba abultada por los polos y achatada en el ecuador.

1.1 – EL METRO INTERNACIONAL

Se establece entonces el metro teórico como " *la diezmillonésima parte del meridiano terrestre que pasa por París* ". Para hallar la longitud de dicho meridiano se midió el arco del mismo entre las ciudades de Dunquerque y Barcelona , con el valor obtenido se construyó un metro modelo que se depositó en los archivos .

Muchos países elaboran un patrón tomando meridianos que pasan por su territorio . Esto daba lugar a longitudes variables , por lo que se consideró necesario adoptar uno como patrón invariable .

Para ello se construyen varios y se comparan con el metro de los archivos , y el que más se aproxima se adopta como " *metro internacional* ", en la I Conferencia de Pesas y Medidas 1889 celebrada en París . Y que está definido como la longitud entre dos trazos finísimos marcados en una barra de iridio-platino , de sección X , que se conserva a 0 °C y presión constante en el museo de Pesas y Medidas de París , .

En el año 1960 se define el metro a partir de la longitud de onda del isótopo 86 del Kriptón , con un error máximo de algunas millonésimas , cien veces menor que el error producido partiendo del patrón internacional .

Actualmente se define el metro como la longitud que recorre la luz en el vacío en un tiempo de

1 / 299 792 458 sg .

2 – UNIDADES DE LONGITUD , SUPERFICIE Y VOLUMEN

2.1 – LONGITUD :

x 10 x 10 x 10 x 10 x 10 x 10

mm ----- cm ----- dm ----- m ----- Dm ----- Hm ----- Km

2.2 – SUPERFICIE :

x 100 x 100 x 100 x 100 x 100 x 100

mm² ----- cm² ----- dm² ----- m² ----- Dm² ----- Hm² ----- Km²

|||

ca --- da ---- a --- Da --- Ha

$\times 10 \times 10 \times 10 \times 10$

2.2.1 – SUPERFICIES AGRÍCOLAS :

Actualmente en muchos lugares de España se siguen utilizando medidas de superficie antiguas , para medir superficies agrícolas .

Una de esas medidas es ***el ferrado*** , que se sigue utilizando en Galicia y que tiene un valor cambiante dependiendo del lugar que nos hallemos . El ferrado más pequeño equivale a 74 m² y el mayor a unos 825 m² .

2.3 – VOLUMEN :

$\times 1000 \times 1000 \times 1000 \times 1000 \times 1000 \times 1000$

mm³ ----- cm³ ----- dm³ ----- m³ ----- Dm³ ----- Hm³ -----
Km³

|||

ml --- cl --- dl --- L --- Dl --- Hl --- Kl

$\times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10$

$$1 \text{ Dm} = 10 \text{ m}$$

$$10 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 100 \text{ m}^2$$

B : ÁNGULOS CONSIDERADOS EN TOPOGRAFÍA

1 – CLASES DE ÁNGULOS :

Hay dos clases de ángulos que se consideran en topografía según el origen de referencia , horizontales y verticales :

1.1 – ÁNGULOS HORIZONTALES :

1.1.1 – AZIMUT :

También escrito acimut , es el ángulo que forma

la vertical del pto con la meridiana geográfica .

Tienen como origen la meridiana geográfica ,

oscilan entre 0° y 360°, y pueden ser " topo –

gráficos (δ) " o "geodésicos (δ) ". δ y δ difieren 180°

1.1.2 – RUMBO :

Ángulo que forma la vertical de un pto con la meridiana

magnética . Como en el caso anterior , oscilan entre 0°

y 360° y tienen como origen la meridiana magnética .

¿ ¿ rumbo

¿ ¿ rumbo inverso ¿ y ¿ difieren 180°

DECLINACIÓN = RUMBO - AZIMUT

1.1.3 – ORIENTACIÓN O DIRECCIÓN :

Es el ángulo formado por dos direcciones cualquiera ,

una de ellas se toma como referencia de las demás .

Normalmente , en topografía , cuando hay que hacer el

levantamiento de un terreno y no nos importan las

coordenadas de éste , se utilizan estos ángulos para

determinar la posición de los pto entre sí .

1.2 – ÁNGULOS VERTICALES :

1.2.1 – CENITAL :

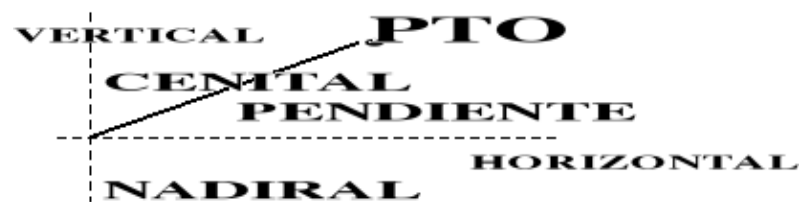
Se toma como referencia la *parte positiva de la vertical* del pto . Estos ángulos oscilan entre 0° y 180° .

1.2.2 – NADIRAL :

Se toma como referencia *la parte negativa de la vertical* del pto . Varían de 0° a 180° .

1.2.3 – PENDIENTE :

Se toma como referencia a *la horizontal* del pto y pueden ser de " *elevación* " (por encima de la horizontal) , o de " *depresión* " (por debajo de la horizontal) . Varían entre 0° y 90° .



2 – UNIDADES ANGULARES :

Ángulo : Porción de plano comprendido entre dos semirectas que se cortan en un pto llamado vértice . Las semirectas que lo limitan se conocen como lados del ángulo .

Unidad de ángulos : La unidad de ángulo es el ángulo recto , que es el ángulo formado por dos rectas perpendiculares entre si . En la práctica se emplean las graduaciones sexagesimal , centesimal y los radianes . El círculo , que es la superficie contenida por la circunferencia , está dividida en cuatro partes que definen el plano .

2.1 – GRADOS SEXAGESIMALES :

Grado sexagesimal : Cada una de las porciones que resulta de dividir el ángulo recto en 90 partes iguales .

La circunferencia en total suma 360° , cada grado se divide en 60 minutos , y estos a su vez en 60 segundos , los segundos se dividen en décimas , centésimas , milésimas ...

Los grados sexagesimales se designan poniendo " **g** " como superíndice a los grados " , " en los minutos y " „ " en los segundos .

$32^\circ 58' 27'' = 32$ grados , 58 minutos , 27 segundos

2.2 – GRADOS CENTESIMALES :

Grado centesimal : Cada una de las porciones que se consiguen al dividir el ángulo recto en 100 partes iguales .

En el sistema centesimal , la circunferencia se divide en 400g , cada grado se divide en 100 minutos y cada minuto en 100 segundos . Los segundos se dividen a su vez en décimas , centésimas , milésimas ...

Los grados centesimales se designan añadiendo el superíndice " **g** " a los grados " , " a los minutos y " „ " a los segundos .

$12^g 35' 47'', 08 = 12$ grados , 35 minutos , 47,08 segundos

2.3 – RADIANES :

Radian : Es el ángulo cuya longitud de arco es igual al radio de la circunferencia .

Una circunferencia tiene una longitud de $2\pi r$, si el arco del radian tiene la misma longitud que el radio r , entonces se obtiene :

$$2\pi r = 2\pi \text{ radianes} \quad 2\pi r = 360^\circ \implies 360^\circ = 2\pi \text{ radianes}$$

r

$$2\pi r \text{ ----- } 360^\circ \times = 360^\circ . r = 57^\circ, 2957795 \parallel 2\pi r \text{ ----- } 400^g \times = 400 . r = 63^g, 6619772$$

$$r \text{ ----- } \times 2\pi r \quad r \text{ ----- } \times 2\pi r$$

Al ser el radian una medida angular muy grande , se usa la **milésima verdadera** , que es la milésima parte de un radian , una circunferencia se divide en 2000 p mili radianes , este n° es muy grande y a veces no resulta cómodo.

Dividiendo la circunferencia en 6400 partes iguales obtenemos las llamadas **milésimas artilleras** .

$1^\circ = 17,6$ milésimas artilleras .

2.4 – PASO DE UNIDADES :

2.4.1 – PASO DE AL SISTEMA SEXAGESIMAL :

1h de tiempo en arco equivale a 15°

1m " " " " " $15'$

1s " " " " " $15''$

2.4.2 – PASO DEL SISTEMA SEXAGESIMAL AL SISTEMA CENTESIMAL :

Vamos a pasar $23^\circ 37' 45,39''$ a grados centesimales

1er MÉTODO :

– *Pasamos los grados , minutos y segundos sexagesimales a centesimales , por separado :*

g

$$23^\circ 90^\circ \text{-----} 100g \times = 23^\circ \cdot 100 = 25,555556g$$

$$23^\circ \text{-----} \times 90^\circ$$

$$37' 60' \text{-----} 1^\circ \times = 37' \cdot 1^\circ = 0,6166667^\circ$$

$$37' \text{-----} \times 60'$$

$$90^\circ \text{-----} 100g \times = 0,616667^\circ \cdot 100 = 0,685185g \quad 0,616667^\circ \text{-----} \times 90^\circ$$

$$45,39'' 3600'' \text{-----} 1^\circ \times = 45,39'' \cdot 1^\circ = 0,012608^\circ$$

$$45,39'' \text{-----} \times 3600''$$

$$90^\circ \text{-----} 100g \times = 0,012608^\circ \cdot 100 = 0,014009g$$

$$0,012608^\circ \text{-----} \times 90^\circ$$

– *Sumamos los resultados parciales :*

25,555556g

0,685185g

+ 0,014009g

26,254750g

– *Volvemos a poner el resultado en grados , minutos y segundos :*

$$26,254750g = 26g + 0,25 \times 100 + 0,004750 \times 10000 = 26g + 25' + 47,50''$$

2o MÉTODO :

– Pasamos los grados , minutos y segundos a grados sexagesimales :

$$60' \text{-----} 1^\circ \times = 37'. 1^\circ = 0,616667^\circ$$

$$37' \text{-----} \times 60'$$

$$3600'' \text{-----} 1^\circ \times = 45,39''. 1^\circ = 0,012608^\circ$$

$$45,39'' \text{-----} \times 3600''$$

$$23^\circ 37' 45,39'' = 23^\circ + 0,616667^\circ + 0,012608^\circ = 23,629275^\circ$$

– Convertimos los grados sexagesimales en centesimales :

g

$$90^\circ \text{-----} 100g \times = 23,629275^\circ \cdot 100 = 26,254750g$$

$$23,629275^\circ \text{-----} \times 90^\circ$$

– Volvemos a pasar el resultado a grados , minutos y segundos :

$$26,254750g = 26g + 0,25' \times 100 + 0,00475'' \times 10000 = 26g + 25' + 47,50''$$

3er MÉTODO :

– Paso rápido de grados , minutos y segundos a grados sexagesimales :

$$23^\circ + 37' + 45,39'' = 23^\circ + 0.616667^\circ + 0.012608^\circ = 23,629275^\circ$$

$$60' \quad 3600''$$

– Convertimos los grados sexagesimales en centesimales :

$$90^\circ \text{-----} 100g \times = 23,629275^\circ \cdot 100 = 26,254750g$$

$$23,629275^\circ \text{-----} \times 90^\circ$$

– Volvemos a pasar el resultado a grados , minutos y segundos :

$$26,254750g = 26g + 0,25' \times 100 + 0,00475'' \times 10000 = 26g + 25' + 47,50''$$

2.4.3 – PASO DEL SISTEMA CENTESIMAL AL SISTEMA SEXAGESIMAL :

Vamos ahora a pasar los 26g 25' 47,50'' al sistema sexagesimal

– Pasamos los grados , minutos y segundos a grados centesimales :

$$26g + 25' + 47,50'' = 26,254750g$$

100 100

– *Convertimos los grados centesimales en sexagesimales .*

$$100g \text{ ----- } 90^\circ \times = 26,254750 \times 90^\circ = 23,629275^\circ$$

$$26,254750g \text{ ----- } \times 100$$

– *Volvemos a pasar el resultado a grados , minutos y segundos :*

$$23,629275^\circ = 23^\circ + (0,62 \times 60) + (0,009275 \times 3600) = 23^\circ 37,2' 33,39''$$

$$37,2' \Rightarrow 1' \text{ ----- } 60'' \times = 0,2' \times 60'' = 12''$$

$$0,2' \text{ ----- } \times 1'$$

$$23^\circ 37' (33,9'' + 12'') = 23^\circ 37' 45,39''$$

TEMA 4 : ERRORES EN LAS MEDICIONES

1 – EL ERROR

Se entiende como error la diferencia entre el valor real de una medida y el valor que nos a dado en la medición .

Estos errores se pueden clasificar en dos grupos :

- Faltas cometidas por la impericia o negligencia del operador .
- Errores propiamente dichos , inexactitudes que por su misma naturaleza son inevitables , estos pueden ser accidentales y sistemáticos .

1.1 – ERRORES ACCIDENTALES

No se reconoce causa conocida . Varían constantemente , ya por exceso ya por defecto , y su variación no cabe ser explicada por ninguna ley , sino atribuida al azar . No se pueden evitar , aunque a veces podemos disminuir su cuantía . y cualitativamente se producen en cualquier sentido .

1.2 – ERRORES SISTEMÁTICOS

Son debidos a causas conocidas y que producen siempre los mismos efectos . Se producen siempre en el mismo sentido y cuantía . Si se pueden detectar se pueden eliminar .

2 – APRECIACIÓN Y APROXIMACIÓN

2.1 – ERROR ABSOLUTO Y RELATIVO

2.1.1 – Error absoluto :

Es la diferencia entre la medida aproximada y el valor real de dicha medida .

$$e = | n^{\circ} \text{ aproximado} - n^{\circ} \text{ exacto} |$$

2.1.1 – Error relativo :

Es el cociente entre el error absoluto y el valor real de la medida .

$$\delta = \text{error absoluto} = e$$

n° exacto N_e

Un claro ejemplo para apreciar la diferencia entre error absoluto y error relativo sería : midiendo la distancia de la tierra al sol cometemos un error de 10 km , el error absoluto sería 10 km , que a primera vista puede parecer importante , sin embargo el error relativo es insignificante $\delta \delta \delta, \delta \delta$.

2.2 – APRECIACIÓN

Es el menor orden de las unidades de una medida .

Ej : 3 m ==> tiene una aproximación al metro

3,7 m ==> tiene una aproximación a la décima de metro

3,74 m ==> tiene una aproximación a la centésima de metro

3,749 m ==> tiene una aproximación a la milésima de metro

Por esta razón no es lo mismo 3 m que 3,00 m , aunque matemáticamente tengan el mismo valor numérico , en la primera medida solo hemos tenido una precisión de metro (tanto daría que fuera 3,1 3,2 ...) , y en la segunda hemos llegado a una precisión de la centésima de metro .

$$\boxed{3} \text{ m} = 3,00 \text{ m}$$

2.2.1 – Apreciación gráfica :

Viene dada por el límite de percepción visual , que depende del poder de separación del ojo . Este límite de percepción visual oscila , en el hombre , entre 0,2 y 0,3 mm .

A mayor escala => menores distancias , (se multiplica el límite por el denominador de la escala) .

$$E = 1 / M \text{ percepción visual} = 0,2 \times M$$

2.3 – APROXIMACIÓN

Es igual que el error relativo , nos indica la bondad de la medida efectuada . Todas las medidas son aproximadas ya que nos es imposible conocer la verdadera magnitud .

TEMA 5 : PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

1 – PLANIMETRÍA Y ALTIMETRÍA :

1.1 – PLANIMETRÍA :

Estudia los métodos y procedimientos que permiten obtener a escala, en un plano , todos los detalles interesantes del terreno , prescindiendo del terreno , (determina las proyecciones de cada pto sobre el plano de comparación) .

1.2 – **ALTIMETRÍA** :

Es el conjunto de métodos y operaciones utilizadas para determinar la altura de cada pto sobre el plano de comparación . Las representamos mediante *curvas de nivel* .

La planimetría y la altimetría forman el llamado *levantamiento topográfico o taquimétrico* .

1.3 – **TAQUIMETRÍA** : (Planimetría + altimetría)

Es la parte de la topografía que , mediante aparatos y procedimientos especiales , nos enseña a resolver simultáneamente todas las operaciones de la planimetría y la altimetría .

2 – **PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA**

Es el conjunto de normas , acuerdos , con los cuales vamos a poder representar los ptos de la superficie terrestre (no desarrollable) sobre una superficie plana (desarrollable) .

SUPERFICIE DESARROLLABLE : Dícese de toda superficie reglada , cuyo plano tangente en un pto es igual para todos los ptos de una misma generatriz . Es un caso particular de superficie aplicable . Las superficies cónicas y cilíndricas son desarrollables , contrariamente a una superficie conoide no plana .

Esta *superficie plana* puede ser :

Plano ==> pequeña extensión

Carta ==> mayor extensión , utilizada en navegación

Mapa ==> grandes extensiones

Minuta ==> Es el original del levantamiento de un terreno .

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA : estereográficas , desarrollables .

2.1 – **P. ESTEREOGRÁFICAS** :

Consiste en proyectar una parte o la totalidad de la superficie terrestre sobre un plano horizontal .

– Si el pto está fuera (no en el infinito) = P.escenográfica

– Si el pto está en el infinito = P.ortogonal

– P.polar = tangente al polo

– P.ecuatorial = tangente al ecuador

– P.cenital = cualquier otra postura

2.2 – **P. DESARROLLABLES** :

Las superficies desarrollables pueden ser de dos tipos :

- Directas : Cuando el eje del cono o cilindro a desarrollar coincide con el eje de la tierra
- Inversas : Cuando el eje del cono o del cilindro es perpendicular al eje terrestre

2.2.1 - CARACTERÍSTICAS :

- P.equidistantes o automecoicas : conservan las distancias
- P.equivalentes : conservan las superficies
- P.conformes o isogónicas : conservan los ángulos

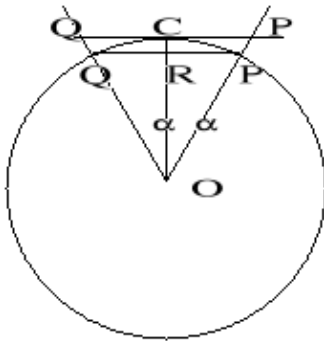
3 - LÍMITES DE LOS LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS :

Al considerar la tierra como esférica , nos aparece la imposibilidad de desarrollar sobre un plano una parte de su superficie . De ahí la necesidad de considerar un límite máximo de extensión de la superficie a representar , de tal modo que la parte de superficie terrestre cuya representación se busca , ha de ser tal que pueda considerarse como sensiblemente plana .

El topógrafo en su trabajo se apoya en los triángulos geodésicos que cubren la superficie terrestre , a pesar de ello los planos sufren deformaciones , que pueden ser : lineales , periféricas o angulares .

3.1 - ERRORES PLANIMÉTRICOS :

3.1.1 - ERROR LINEAL :



$$E \text{ absoluto} = n \text{ aproximado} - n \text{ exacto}$$

$$E = PQ - \widehat{PQ} = 2CP - 2\widehat{CP} = 2 (CP - \widehat{CP})$$

$$\text{tg} \frac{CP}{R} = \text{tg} \alpha \quad CP = R \cdot \text{tg} \alpha$$

$$E = 2 \left(CP - \left(R \alpha \right) \right) = 2R \left(\text{tg} \alpha - \frac{\pi \alpha}{180} \right)$$

Dando valores a

$$\alpha = 0,5 \implies E = 1,9 \text{ mm}$$

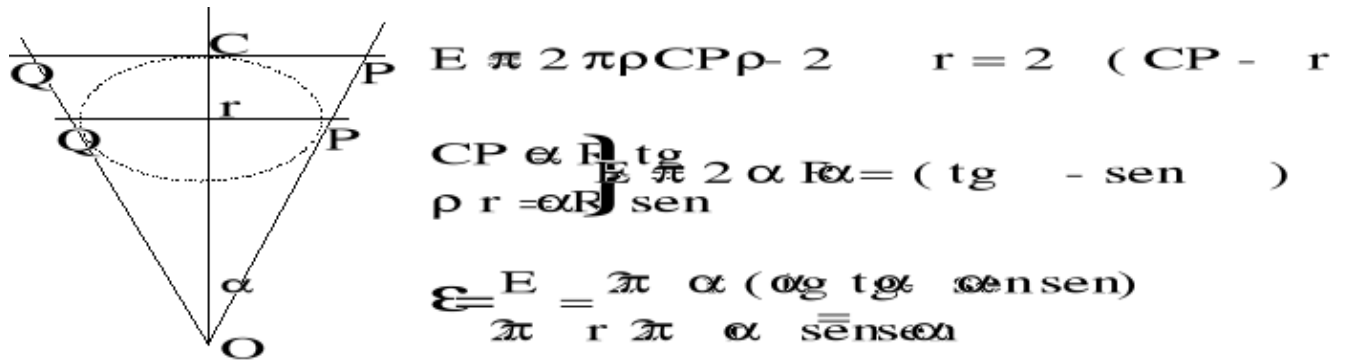
$$\alpha = 1 \implies E = 3,8 \text{ mm}$$

$$\epsilon = \frac{n \text{ absoluto}}{n \text{ exacto}} = \frac{4}{11176} = \frac{1}{2779} = \frac{1}{427000}$$

3.1.2 - ERROR PERIFÉRICO : (Es el más utilizado e importante)

Casquete esférico : Lo que se produce realmente en el casquete esférico es un desgarramiento al pasarlo al

plano . La deformación es tanto mayor cuanto más nos acerquemos a la periferia :



Para $\alpha = 1^\circ$ $\epsilon_r = \frac{1}{26000} E_r = 13 \dots \text{mm} \Rightarrow$

3.1.3 - ERROR ANGULAR :

Se produce por que el arco , al pasarlo al plano se transforma en una linea . El triángulo esférico se transforma en un plano .

EL TRIANGULO ESFERICO SE TRANSFORMA EN UN PLANO

TEMA 6 : SUPERFICIES Y CURVAS DE NIVEL

1-APLICACIÓN DE LOS PLANOS ACOTADOS EN TOPOGRAFÍA

Cada pto proyectado en el plano horizontal lleva un n° que representa la distancia al plano de comparación.

COTA : es la distancia del pto a una superficie de nivel cualquiera . Es variable en función de la superficie de nivel que se tome . Si tomamos la cota respecto a una superficie δ , entonces se llama **altitud** .

La superficie de comparación de nivel δ en España , es la del nivel medio de las aguas del mar de Alicante , supuestas prolongadas por debajo de la península . En topografía usamos para proyectar el " sist. de planos acotados " , pero mientras en este sistema se utilizan planos paralelos , en topografía se sustituyen por superficies de nivel concéntricas con la tierra . Las trazas de los planos se sustituyen por curvas de nivel al intersecar las superficies con el terreno .

2-CURVAS DE NIVEL

Cada pto de la superficie terrestre viene representado por un pto de la superficie plana . Para representar el relieve , proyectamos cada pto sobre el plano horizontal y en relación con el plano de referencia . Además , ponemos la cota que le corresponda al pto respecto al plano de referencia .

Un plano , además de su lectura (medición de distancias , pendientes , trazado de perfiles ...) debe dar por su simple observación , una idea intuitiva de la forma del terreno que representa , pero los n° indicando las altitudes de los ptos hacen confuso el terreno , por ello se recurre a unir los ptos de igual altitud , es decir los ptos que están en la misma superficie de nivel , por una linea llamada curva de nivel , las lineas así obtenidas se indican con un n° junto a ellas , cada curva de nivel define una superficie de nivel .

2.1-EQUIDISTANCIA NUMÉRICA Y GRÁFICA

Las curvas de nivel son secciones que en el terreno las superficies de nivel a una determinada altura , proyectadas en el plano horizontal . Como las altitudes varían de unos pto a otros , sea necesario dibujar infinidad de curvas de nivel para representarlos . Esto no es posible , lo que se hace en la práctica es dibujar solo un cierto nº de curvas , de modo que la diferencia de nivel entre dos curvas consecutivas sea constante .

Esta diferencia de nivel , constante entre las curvas , se llama **equidistancia numérica** , y se elige de acuerdo con la escala del plano , y a veces con la pendiente del terreno . Luego cuanto mayor sea la escala (menor denominador) puede ser menor la equidistancia , es decir las curvas de nivel pueden estar más próximas , y podremos dibujar una mayor cantidad de curvas sin perjudicar a la claridad del dibujo , definiendo mejor el terreno .

Cuanto mayor sea la escala (mayor el denominador) , la equidistancia tendrá que ser mayor , ya que si dibujamos las curvas muy juntas se empobrece la claridad del dibujo . Dentro de cada escala hay un límite impuesto por la pendiente , pues cuanto mayor sea esta , más próximas estarán las curvas .

Para ciertos problemas , es necesario reducir a la escala del plano la equidistancia numérica , obteniendo la **equidistancia gráfica** , que es igual a la equidistancia numérica dividida por el denominador de la escala .

2.2-PENDIENTE ENTRE DOS CURVAS DE NIVEL

Si tenemos sobre el plano las proyecciones de los pto A y B = A' y B' , de los cuales conocemos sus altitudes respectivas , el ángulo θ θ ABB' es la inclinación o ángulo de la pendiente de la recta AB respecto al plano horizontal .



Formas de expresar las diferencias de nivel :

- Tanto por uno : dif de nivel por cada metro
- Tanto por cien : " cien metros
- Tanto por mil : " mil metros

2.3-LINEA DE MÁXIMA PENDIENTE

Todas las fracciones de pendiente tienen el numerador común , variando el denominador , que corresponde a las distancias horizontales . Habrá un denominador cuya distancia sea la menor de todas (A'P) , a la recta A'P le corresponde la pendiente máxima , por lo que dicha recta se le llama **línea de máxima pendiente** , que se mantiene sensiblemente perpendicular a las dos curvas de nivel , o por lo menos a la curva inferior .

Se considera que el terreno que queda comprendido entre dos curvas de nivel es él engendrado por por la línea de máxima pendiente , teniendo como directrices las curvas de nivel . Las curvas de nivel consecutivas , mantienen en general un cierto paralelismo .

2.4-PENDIENTE EN UN PTO

Se entiende por pendiente en un pto comprendido entre dos curvas de nivel consecutivas , a la pendiente de la linea de máxima pte que pasa por él .

TEMA 7 : FORMAS DEL TERRENO

1- FORMAS SIMPLES DEL TERRENO

1.1-MOGOTE :

Pequeña elevación del terreno respecto al que lo rodea , de forma aproximadamente cónica y roma en su parte superior .

Si la cortamos por planos de nivel equidistantes obtendremos una serie de curvas de nivel concéntricas cerradas , en las que las curvas de menor cota envuelven a las de mayor cota .

Si es de forma alargada se denomina " ***loma*** " , y cuando el mogote es de terreno peñascoso y de laderas de mucha pte se llama " ***cerro*** " , si está aislado en medio de una zona llana se denomina " ***otero*** "

1.2-HOYA :

Depresión del terreno respecto del que lo rodea .

Si en ella existe agua continuamente y ocupa una gran extensión se denomina " ***lago*** " , y si es de poca extensión se llamo " ***laguna o charca*** "

Las hoyas no son frecuentes en la naturaleza , ya que en caso de existir serían cubiertas rapidamente por las aguas , y a largo plazo por sedimentos de los terrenos colindantes .

Las curvas de nivel de mayor cota envuelven a las de menor cota . En los planos se representan con **trazos discontinuos** , para que a simple vista no se confundan con una loma o mogote .

1.3-SALIENTE :

Es toda protuberancia del terreno que forma parte de un mogote , donde las curvas de menor cota envuelven a las de mayor cota . Existe concavidad en el sentido de las altitudes crecientes .

La línea que resulta de unir los pto de máxima curvatura de las curvas de nivel de un saliente se denomina "**divisoria** " , pues en ella se dividen las aguas hacia cada vertiente . La unión de dos salientes opuestos forma un mogote .

1.4-ENTRANTE :

Es toda protuberancia del terreno que forma parte de una hoya , donde las curvas de mayor cota envuelven a las de menor cota . La línea que une los pto de máxima curvatura de las curvas de nivel se denomina "**vaguada** " y en ellas se unen las aguas de las dos vertientes . La unión de dos entrantes opuestos forma una hoya :

1.5-PUERTO O COLLADO :

Es el punto de unión de dos vaguadas y dos divisorias . El collado es el pto más bajo de las divisorias y el más alto de las vaguadas .

Es un pto de depresión

Normalmente los entrantes tienen las puntas más afiladas que los salientes , las divisorias al erosionarse se hacen más difícil de definir , mientras que las vaguadas se redondean al erosionarse .

1.6-DESNIVEL , COTA Y ALTITUD :

DESNIVEL : Es la distancia a la superficie de nivel 0 , es decir , es la diferencia de cotas (siempre que estén referidas al mismo plano de comparación) o de altitudes entre dos pto .

COTA : Es la distancia de un pto a la superficie tomada como plano de referencia .

ALTITUD : Es la de un pto situado entre dos curvas de nivel .

UN PTO TIENE UNA SOLA ALTITUD E INFINITAS COTAS

TEMA 8 : LAS ESCALAS

1-LAS ESCALAS

Dadas las dimensiones del papel y del terreno , se hace evidente que el dibujo tiene que ser una reducción de éste , pero conservando los ángulos , formas y proporciones , es decir , que las figuras del plano deben ser semejantes a sus homólogas del terreno , y por ello la relación debe ser constante. Esta relación de semejanza es la " escala del plano "

Hay que tener en cuenta que la distancia entre dos ptos , obtenida por medio del plano , es la distancia horizontal entre ellos , que es distinta de la que se obtendría midiendo directamente sobre el terreno .



1.1-ESCALA NUMÉRICA

Es la relación entre el dibujo y la realidad , se expresa mediante una fracción . Existen infinitas escalas , pues infinitas son las relaciones que pueden establecerse entre el plano y el terreno , por razón de comodidad se emplean fracciones en las que el numerador es la unidad y el denominador un n^a cualquiera seguido de ceros .

$$\frac{\text{numerador}}{\text{denominador}} = \frac{\text{dist del plano}}{\text{dist del terreno}}$$

1.2-ESCALA GRÁFICA

No es más que la representación geométrica de una escala numérica . Su construcción es muy sencilla , por ej , si queremos construir una escala 1:50.000 , tomamos una recta y en un pto cualquiera colocamos el 0 , luego se halla la equivalencia entre las distintas longitudes :

$$1\text{m (plano)} \text{-----} 50\text{ km (terreno)} \times = 1\text{ m} \cdot 1\text{ km} = 0,02\text{ m}$$

$$x \text{-----} 1\text{ km } 50\text{ km}$$

$$1\text{ km (terreno)} = 20\text{ mm (plano)}$$

$$100\text{ m} = 2\text{ mm}$$

Se toma hacia la izquierda del 0 una longitud de 20 mm y se divide en 10 partes iguales , cada una medirá 2

mm y equivaldrá a 100 m , se numeran la 500 y la 1000 , esta parte de la escala se llama " **talón** " , luego se toman , a la derecha del 0 , distancias de 20 mm y se rotulan (1,2,3,4...) , esta parte es el " **cuerpo** "



Los planos suelen llevar , al pie de los mismos , la escala gráfica correspondiente , que como hemos visto constará de :

- CUERPO : dividido en valores adecuados a la escala en la que se trabaje
- TALÓN : numerado de forma inversa y dividido en décimas para una mayor apreciación

2-LÍMITE DE PERCEPCIÓN VISUAL

Se fija en 0,2 mm la apreciación visual de un operador al medir una longitud o al fijar con la punta de un lápiz la posición de un pto .

Toda distancia del terreno , que reducida a la escala del plano , sea menor de 0,2 mm no tiene representación gráfica , ya que aunque lo dibujáramos , no podríamos verlo , recíprocamente , un punto del plano , no representa otro del terreno , sino una superficie circular cuyo diámetro es igual a la apreciación gráfica multiplicada por el denominador de la escala .

De esto deducimos que de la escala depende el mayor o menor detalle que contenga el plano del terreno , y recíprocamente , según sea el detalle que deseamos precisar , se elegirá una escala adecuada .

Escalas más usuales :

- Topografía ==> 1:10.000 P.regionales ==> 1:10.000

P.ayuntamientos o urbanos ==> 1:1.000

1:2.000

1:5.000

- Ejército ==> 1:800.000

1:400.000

1:200.000 (serie 2C)

1:100.000 (serie C)

1:50.000 (serie L)

1:25.000 (serie 5V)

- Construcción ==> 1:50

1:100

1:200

1:250

1:400

1:500